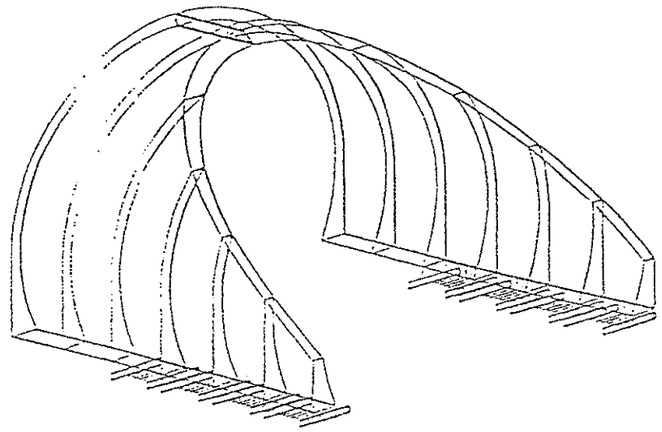
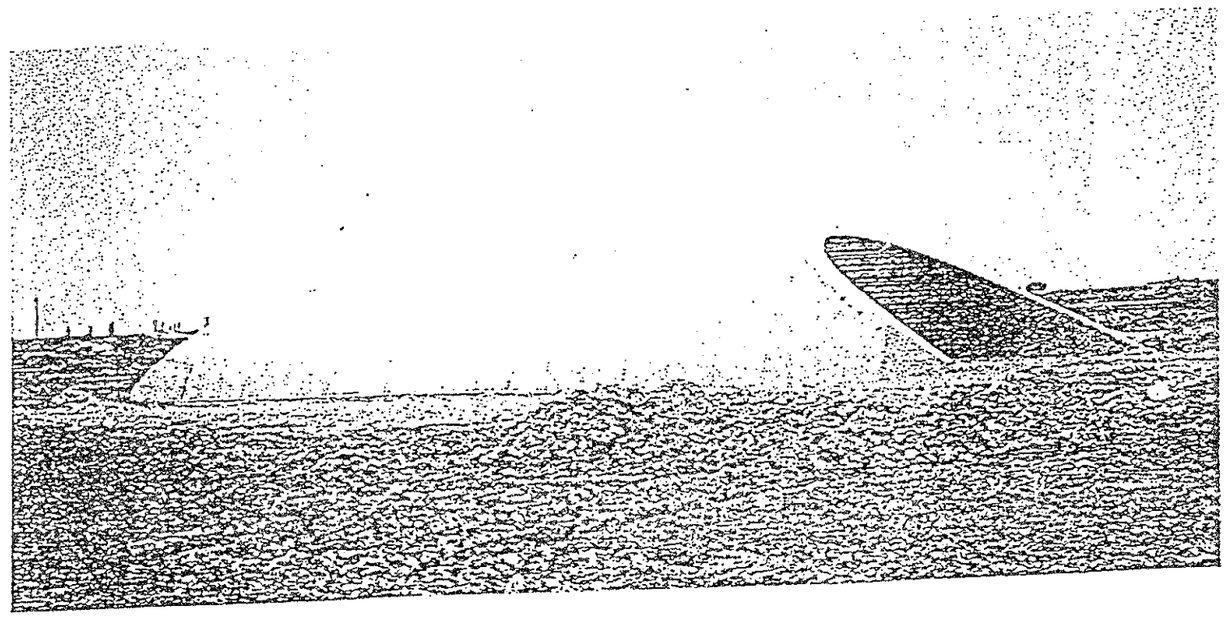
# ANEJO Nº 6: ESTRUCTURAS

# *Apéndice 7. Paso de fauna OH-5+700*

# APENDICE 7: DOCUMENTOS DE PROYECTO DE OH-5+700


| | |
|---|---|
| NOTAS | - 3 - |
| INTRODUCCIÓN | - 3 - |
| DESCRIPCIÓN DE FALSOS TÚNELES | - 4 - |
| CÁLCULO | - 5 - |
| LISTADO DE ORDENADOR | - 11 - |
| DISEÑO | - 31 - |





TÚNELES ARTIFICIALES PREFABRICADOS
PARA ESTRUCTURA
OH-FC 5+7 DEL TRAMO IA

NOTAS:

1. El cálculo y diseño que se adjuntan suponen un terreno con tensión admisible de 2.0 Kg/cm$^2$ para las dos estructuras.

2. Se ha supuesto que la línea de pendiente máxima del relleno en la zona adyacente a los emboquilles tiene una pendiente 3 H:2 V y está contenida en el mismo plano vertical del eje del túnel. En la obra de drenaje, el esviaje obliga a tratar de manera diferente la zona de emboquille, según planos. No obstante, debe respetarse el cono de compensación de empujes dibujado.

3. Se impone que las dovelas del pico de flauta sobresalgan sobre el relleno -según planos- con el fin de que actúen como cuneta de pie de terraplén. El contorno del pico de flauta irá asegurado por una viga de rigidización que se ejecutará cuando las tierras estén unos 80 cm por debajo de la coronación de las piezas.

4. Se supone que operan compactadores de 5 t/ml como máximo en el entorno de las estructuras.

5. El relleno será tal que su ángulo de rozamiento interno sea de, al menos, 30 °.

6. La zapata de la estructura E-5 supone un suelo de baja calidad resistente (respuesta uniforme) con ausencia de puntos singulares que puedan provocar descensos locales del terreno o zonas indeformables.

7. Se emplea un hormigón H-250; sin embargo, en fábrica se podrá exigir una mayor resistencia por motivos diversos (rapidez de desmoldeo, etc.); asimismo, el armado se puede incrementar también por motivos de fabricación. Todas las aristas del prefabricado irán terminadas mediante berenjeno aunque no se explicite en los planos.

Fdo.: Jaime Armengou
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Col. nº 9283

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado una clara tendencia -necesidad- de los constructores a simplificar y agilizar el proceso de ejecución de los proyectos de obra civil, reduciendo el porcentaje de mano de obra en los costes unitarios y optimizando los procesos productivos mediante mejoras tecnológicas. La inclusión de productos prefabricados en las obras, cada vez más importante, es una muestra de lo que acabamos de afirmar.

El producto de que tratamos es fruto de dos vertientes del desarrollo tecnológico: por una parte, la mejora de las tecnologías de prefabricación del hormigón; por otra, el continuo incremento de la capacidad de modelización matemática del comportamiento de las estructuras. Ambas vertientes permiten la optimización del coste y uso de los productos prefabricados de hormigón, tanto desde el punto de vista de la fabricación como de la capacidad de ajustar los cálculos al comportamiento real.

Los túneles falsos prefabricados se componen de dos zonas estructuralmente diferentes: una transición de la rasante a cielo abierto hasta la sección en que se cierra la clave del túnel y una zona de túnel falso, cubierta de tierras, y con posibilidad de tránsito sobre el mismo.

La primera zona se forma mediante dovelas-ménsula o "costillas", que cumplen al mismo tiempo la función de cierre de la cuneta de pie de terraplen del frente del túnel. Su geometría es variable, dado que dan lugar a una transición.

El tramo en túnel falso consiste, para la estructura E-5, en una bóveda triarticulada , y para la estructura OH-FC 5+7, en una bóveda biarticulada. Las bóvedas tienden a una **geometría antifunicular**; además, las bóvedas triarticuladas combinan la **geometría antifunicular** de la estructura con la imposición de **isostaticidad** y **transferencia de momentos flectores positivos a momentos flectores negativos**.

En el caso de las estructuras E-5 y OH-FC 5+7 no podemos afirmar que el diseño sea totalmente antifunicular, si bien sí se consigue que el hormigón trabaje en gran medida a compresión. Mediante la geometría estrictamente antifunicular conseguiríamos que las piezas trabajasen unicamente a compresión: sólo se generarían momentos flectores cuando nos desviásemos de la curva antifunicular, bien fuera por la geometría real del problema o por la composición de acciones.

La presencia de tres articulaciones impone, por otra parte, la isostaticidad de la estructura. Esto quiere decir que algunos fallos en la previsión de acciones o de deformaciones del terreno o estructura no generan esfuerzos adicionales en las piezas prefabricadas. Por otra parte, al estar permitidos esos movimientos, es más fácil que el terreno se vea involucrado en la misión resistente del macizo suelo-estructura, con lo cual tenemos un factor de seguridad adicional.

Independientemente de que sean tres las articulaciones, el hecho de que una de ellas se sitúe en clave impone la condición de momento flector cero en

AVE IA

| | | | |
|---|---|---|---|
| NIVEL | | COEFICIENTE | |
| REDUCIDO | | $\gamma_c$ = 1.80 | |
| NORMAL | | $\gamma_c$ = 1.50 | |
| | | $\gamma_s$ = 1.15 | |
| | | $\gamma_f$ = 1.60 | |
| HORMIGON | LIMPIEZA Y NIVELACION | H – 125 | |
| | EN ZAPATAS | H – 250 | |
| | EN ALZADOS | H – 250 | |
| ACERO | BARRAS CORRUGADAS | AEH 500 | |
| EJECUCION | DAÑOS MEDIOS | | |

coronación. Justo en esa zona se hubieran generado los momentos positivos mayores de haber habido continuidad. Al imponer momento cero, los positivos se transmiten a la zona de negativos, con lo que los momentos en la esquinera superior son mayores que los que hubiera habido en caso de continuidad en clave. Esta desventaja no es relevante si tenemos en cuenta que forzamos que la armadura traccionada sea la exterior y que la comprimida sea la interior; es decir, el efecto de la curvatura de la pieza sobre las armaduras combinado con los momentos flectores no es tal que exija la disposición de cercos para zunchar la armadura principal y evitar que cargue sobre el revestimiento su tendencia a enderezarse.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LOS FALSOS TÚNELES

Se emplea un hormigón H-250 en las dos estructuras y acero AEH-500 para las dovelas. Las zapatas utilizan el mismo acero y hormigón H-250.

La minoración de los materiales para el cálculo será de $\gamma_c$=1.5, y $\gamma_s$=1.15. Tratándose de elementos prefabricados, podríamos reducir esos coeficientes para los alzados. Preferimos dejar esa opción como reserva.

Las acciones permanentes se han mayorado mediante el coeficiente $\gamma_g$=1.6. Las sobrecargas se mayoran igualmente cuando se presentan.

Suponemos un ambiente medio para el cálculo a fisuración.

Tanto en la luz como en la flecha y longitud de las dovelas, adoptamos tolerancias desde un 0.9 % hasta un 1.2 %, según la pieza de que se trate. En cuanto al resalte en juntas, la tolerancia máxima es de 3 cm en clave y 4 en hastiales.

Cada una de las dos zonas se apoya en zapatas cuyo comportamiento estructural es distinto, si bien ambos tramos de zapata van empotrados. Las zapatas para las bóvedas de los falsos túneles tienen únicamente función de apoyo.

Las zapatas de las costillas son de tipología cimentación flotante, asegurando de este modo la estabilidadad al vuelco de aquellas. El paramento de dicho muro, es decir, la dovela-ménsula, es prefabricado, mientras que la zapata se realiza in situ. La unión entre ambas piezas debe ser tal que, aparte de un elevado nivel de seguridad, permita una alineación exigente, dado que el motivo de esta obra es principalmente estético. Hemos resuelto el problema de la alineación mediante un sistema de dos perfiles metálicos nivelables antes del hormigonado de la solera para cada costilla (sistema JAO). Se describe en croquis adjuntos.

Las zapatas de las dovelas de los falsos túneles (bóvedas triarticuladas para la estructura E-5 y biarticuladas para la estructura OH-FC 5+7) y las zapatas de las dovelas de transición al pico de flauta se ejecutarán antes de que el prefabricado se coloque. Sin embargo, las zapatas de las dovelas terminales (dovelas-ménsula o costillas) se ejecutarán en dos fases: en primer lugar se ejecutará el hormigón de limpieza, con una pendiente y alineación idénticas a las del resto de las zapatas;

posteriormente se apoyarán las ménsulas sobre dicho hormigón y se finalizarán las zapatas: colocación de la ferralla, encofrado y hormigonado.

## 3. CÁLCULO

En este apartado se describen la mecánica y la presentación de resultados para cada una de las dos estructuras objeto de este estudio.

### 3.1. INTRODUCCIÓN

Los parámetros escogidos para este cálculo proceden de las normativas y directrices aplicables existentes actualmente. Especialmente se ha tenido en cuenta lo que se indica en:

-INSTRUCCIÓN PARA EL PROYECTO Y LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO (EH-91, MOPT, Comisión Permanente del Hormigón, 1991).

-COLECCIÓN DE PEQUEÑAS OBRAS DE PASO. Obras de paso de carreteras. MOPU. Diciembre de 1986.

-NTE A+C. MOPU.

-NBE-MV 103-1972. Normas Básicas de la Edificación. Cálculo de las estructuras de acero laminado en la edificación. MOPU.

-INSTRUCCIÓN RELATIVA A LAS ACCIONES A CONSIDERAR EN EL PROYECTO DE PUENTES DE FERROCARRIL

Para el relleno adyacente a la estructura suponemos un terreno de terraplén de ángulo de rozamiento interno 30° y peso específico aparente 2.0 t/m$^3$. Durante construcción podríamos ser menos conservadores: supondríamos un rozamiento interno de 35°, lo cual se puede aceptar dado que la pendiente de los taludes será habitualmente de 3H:2V, inestable para la hipótesis conservadora de 30°. Este valor también queda como remanente de seguridad, ya que hemos adoptado 30°. Dado que la estructura no presenta aristas, no hemos tenido en cuenta el coeficiente de impacto sobre lo que hubiera sido un marco y ahora es una bóveda; en cualquier caso, el caso de carga en servicio no será el pésimo para unas estructuras próximas al antifunicular.

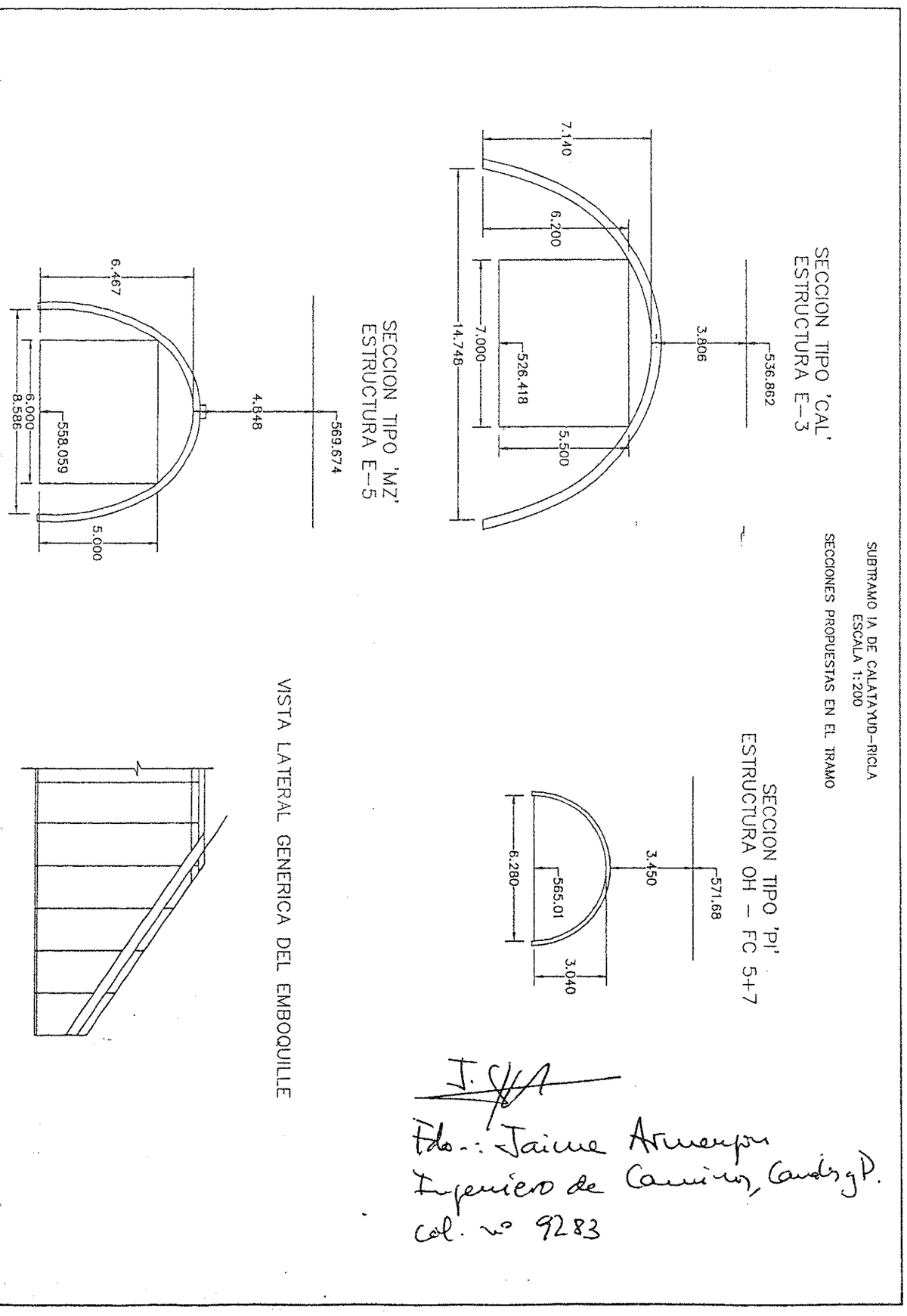
### 3.2. DOVELAS DE LOS DOS FALSOS TÚNELES

Se ejecuta un primer cálculo obteniendo empujes de terreno según la teoría de Rankine aplicando a las acciones un método matricial de barras.

El cálculo se realiza no sólo en servicio: mostramos también el cálculo en proceso constructivo:

-piezas recién colocadas (relleno del 0 %)






Fdo.: Jaime Armengol
Ingeniero de Caminos, Canales y P.
Col. nº 9283

-con compactador adyacente a la estructura para un relleno de % dado sobre el 100 % a cota de clave

-con relleno al 100 % y compactador en clave

-para x metros de relleno sobre clave y cargas procedentes de las acciones de ferrocarriles.

Se realiza, asimismo, un cálculo por elementos finitos. En ese caso tenemos en cuenta al conjunto terreno-estructura como macizo resistente. Los parámetros elásticos reciben los siguientes valores, extraídos de entre los propuestos por la Colección de Pequeñas Obras de Paso: $\gamma$ =2.0 t/m$^3$, $\nu$ = 0.30 ó 0.25 y E=8000 ó 3000 t/m$^2$.

El estudio por elementos finitos para cada una de las dos estructuras viene motivado por la asimetría de cargas que se produce con el tren de la Instrucción adyacente a la estructura. En la OH-FC 5+7 se ha tenido en cuenta además la asimetría geométrica existente debido al alto esviaje de dicha obra.

En listados adjuntos mostramos parte de la salida de resultados; los listados explican suficientemente su contenido. Los desplazamientos de los nodos, las cargas y reacciones y esfuerzos en elementos según las coordenadas locales se presentan en metros y toneladas. Mientras no se indica lo contrario, se trabaja con anchos unitarios.

```
No.de tramos :    3
No. de puntos :  25     No. de elementos :  24     No. de materiales :   1

Propiedades del hormigon de la boveda

     Young      Poison        Area   A. cort.  Inercia   Canto
   3554574.       0.200       0.300       0.250 0.002250   0.300

Flecha :   6.09400

Tramo          Radio    Angulo
    1        0.00000  10.27600
    2        8.15000  39.18000
    3        3.95000  90.00000
```

Entrada de datos: tres tramos definen la estructura: solera, hastial y clave. Si el radio es cero se está indicando que dicho tramo es recto; en ese caso, el ángulo indica la longitud del tramo recto. Los ángulos se expresan en grados sexagesimales. Las demás unidades son metros y toneladas. Se trabaja para anchos unitarios.

La estructura se parte para hacerla simétrica; cada tramo se descompone en 8 elementos a efectos de cálculo matricial. El cálculo se aplica al hastial y a media clave. Resultan las siguientes coordenadas:

```
    Nudo          Coord.X         Coord.Y

       1          0.00000         0.00000
...solera
       9          5.13800         0.00000
...hastial
      17          2.79307         4.93707
...semiclave
      25          0.00000         6.09400
```

```
Angulo de rozamiento interno en construccion         :   35.0
Angulo de rozamiento interno en servicio             :   35.0
Altura de tierras sobre clave (m) :    4.000
Dens. terraplen (t/m3) :  2.000
Espesor del pavimento (m) : 0.000  Densidad del pav. (t/m3) : 2.400
% altura de relleno para compactador adyacente :   60.00000

Compactador lineal (t/m) :  1.000 (adyacente a la estructura)

Compactador puntual (t) :  1.000 (sobre clave)

Carga puntual (t) :  12.000

Carga uniforme (t/m2) :    0.000
```

Éstas dos cargas se emplean para el caso de indicar una carga distinta de la de la instrucción de carreteras o ferrocarriles.

```
Presion admisible por el terreno (T/m2) :  25.000

K construccion :  0.271
K servicio :      0.271
```

Las imposiciones de los ángulos de rozamiento interno y de empuje activo o al reposo provocan éstos coeficientes de empuje, que se aplican a las presiones verticales para obtener las horizontales.

```
Coeficientes de seguridad
Hormigon :  1.50     Cargas :  1.60

Resistencia caract. del hormigon :     Fck =  350.
Caracteristicas de la armadura      Fyk =  5100.
Coeficiente de seguridad del acero de armaduras :     1.15
```

Se tratan los diversos casos de carga agrupados de uno en uno: enunciado, cargas actuantes, esfuerzos resultantes (siempre para un ancho unitario), desplazamientos (radianes)

```
CASO DE CARGA 1.1. :
TIERRAS ( 60 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

Nudo        Coord. X        Coord. Y        Carga  X        Carga  Y
   9         5.13800         0.00000        -0.63297        -0.60064
...
  24         0.38717         6.07498         0.00000        -0.29073
  25         0.00000         6.09400         0.00000        -0.14536
```

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 5.1380 | 0.0000 | -0.102E+02 | -0.181E+01 | -0.132E-05 |
| ... | | | | | |
| 24 | 0.3872 | 6.0750 | -0.308E+01 | 0.121E-01 | -0.206E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.0940 | -0.306E+01 | -0.140E-02 | -0.676E-05 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 5.1380 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.540982E-03 |
| 10 | 5.0378 | 0.6896 | -0.364393E-03 | -0.592906E-04 | 0.494881E-03 |
| ... | | | | | |
| 24 | 0.3872 | 6.0750 | -0.908229E-05 | 0.108999E-02 | -0.418826E-03 |
| 25 | 0.0000 | 6.0940 | 0.000000E+00 | 0.125211E-02 | -0.418878E-03 |

CASO DE CARGA 1.2. : TIERRAS + COMPACTADOR EN CLAVE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 5.13800 | 0.00000 | -1.07439 | -0.83729 |
| 10 | 5.03782 | 0.68961 | -2.00523 | -1.90183 |

...

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| ... | | | | | |
| 25 | 0.0000 | 6.0940 | 0.000000E+00 | 0.590017E-02 | -0.215005E-02 |

...

CASO DE CARGA 2.1. :
TIERRAS + PAVIMENTO + SOBRECARGA UNIFORME + SOBRECARGA PUNTUAL

...

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 0.0000 | 6.0940 | 0.000000E+00 | -0.216257E-02 | 0.676965E-03 |

El cálculo por elementos finitos se realiza para anchos unitarios. Se aplica un programa comercial (SAP) en el que se supone que el terreno es elástico y lineal en cuanto a su comportamiento. Indicamos a continuación cómo se lee un anejo genérico que refleje el cálculo. En este extracto se muestran resultados que, en principio, no se adjuntan en el cálculo de cada caso: consideramos que la información que aportan no es necesaria; sin embargo, ante el caso de que se nos exigiera más información, damos ya las claves de interpretación de esos listados. Cabe destacar también que se adjuntan gráficos que permiten interpretar mejor la información del cálculo.

G E N E R A T E D  J O I N T  C O O R D I N A T E S

| JOINT # | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | 3.230 | .000 | .000 |
| 2 | 3.214 | .000 | .317 |
| 3 | 3.168 | .000 | .630 |
| ... | | | |
| 164 | -9.244 | .000 | 1.339 |
| 165 | -9.230 | .000 | .000 |

Coordenadas de los nodos.

```
1,100,33 R=1,1,1,1,0,1
```

Entre el nodo 1 y el nodo 100, con incrementos de numeración de nodo de 33 en 33, hemos impuesto, como condición de contorno, la limitación siguiente:

| | |
|---|---|
| desplazamiento x: | impedido |
| desplazamiento y: | impedido |
| desplazamiento z: | impedido |
| giro x: | impedido |
| giro y: | libre |
| giro z: | impedido |

```
AXIAL AREA, A ----------------- =           .180
TORSIONAL MOMENT OF INERTIA, J =           .015
MOMENT OF INERTIA, I33  ------ =           .000
MOMENT OF INERTIA, I22  ------ =           .015
SHEAR AREA, A2 ---------------- =          .150(USED FOR SHEAR DEF.)
SHEAR AREA, A3 ---------------- =          .150(USED FOR SHEAR DEF.)
MODULUS OF ELASTICITY, E ----- =    2500000.000
SHEAR MODULUS, G -------------- =     961538.497(USED FOR TOR & SHEAR)
WEIGHT PER UNIT LENGTH -------- =       .450000(USED FOR GRAVITY LDS)
```

Propiedades mecánicas de las barras.

| EL. | I | J | P1 | P2 | MAT | EI | EJ | RZ | RELEASES | MI | MJ | LOAD # / PATTERN # |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | 1 |
| 101 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | .0 | .0 | .00 | 100000 | 0 | 0 | 0 |
| 102 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | .0 | .0 | .00 | 000000 | 0 | 0 | 0 |
| ... | | | | | | | | | | | | |
| 131 | 31 | 32 | 2 | 0 | 1 | .0 | .0 | .00 | 000000 | 0 | 0 | 0 |
| 132 | 32 | 33 | 2 | 0 | 1 | .0 | .0 | .00 | 010000 | 0 | 0 | 0 |

Esquema estructural de las barras: número, nodos que unen,..., liberación de extremos: un `RELEASES 100000` indica que su extremo inicial dispone de apoyo simple; un `RELEASES 010000` indica que su extremo final dispone de apoyo simple.

```
WEIGHT DENSITY          =  .2000000E+01
MODULUS OF ELASTICITY   =  .8000000E+04
POISSON  RATIO          =  .3000000E+00
```

| EL # | N1 | N2 | N3 | N4 | E | MAT | THICK | TEMP / PRESSURE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 34 | 35 | 1 | 1 | .1000E+01 | |

```
    2    2    3   35   36  1  1  .1000E+01
    3    3    4   36   37  1  1  .1000E+01
...
  128  131  132  164  165  1  1  .1000E+01
```

Propiedades y esquema estructural de los elementos de terreno: peso propio, módulo de Young, coeficiente de Poisson, número de elemento, nodos que lo definen, ..., espesor.

```
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
*  *  *  *     J O I N T   D I S P L A C E M E N T S        *  *  *  *
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

 LOAD CONDITION  1 -  DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"
  JOINT       U(X)        U(Z)        R(Y)
    1       .000000     .000000     .000000
    2       .001418    -.000014     .004090
...
  163       .000000    -.009733     .000000
  164       .000000    -.007909     .000000
  165       .000000    -.008891     .000000
```

Desplazamientos (m) y giro (radianes) de los nodos.

```
    R E A C T I O N S     A N D     A P P L I E D     F O R C E S

 LOAD CONDITION  1 - FORCES "F" AND  MOMENTS "M"

 JOINT        F(X)        F(Z)        M(Y)
     1    -19.5880    127.5447      .0000
     2       .0000       .0000      .0000
...
   164     17.5324       .0000      .0000
   165     -3.7207       .0000      .0000
```

Reacciones en nodos de contorno o cargas aplicadas en los nodos libres.

```
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
*  *  *  *   F R A M E    M E M B E R    F O R C E S     *  *  *  *
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

 MEM LOAD     AXIAL  DIST        1-2 PLANE
   #    #     FORCE     I       SHEAR       MOMENT
 101  ---------------------------------------------
     1      -118.94
                       .0      -10.88          .00
                       .3      -10.89        -3.45
 102  ---------------------------------------------
     1      -120.86
                       .0       -4.71        -3.45
                       .3       -4.73        -4.95
...
                       .0        4.73        -4.95
                       .3        4.71        -3.45
 132  ---------------------------------------------
     1      -118.94
                       .0       10.89        -3.45
                       .3       10.88          .00
```

Barras, axil (tracción positiva), y cortante y flector en cada extremo.

```
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
*  *  *  *   Q U A D    M E M B E R     F O R C E S   *  *  *  *  *
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

 ELEMENT ID =    1 --------------------
 LOAD #     =    1 --------------------
 NODE         S11         S22         S12         Smax        Smin      ANGLE
    1 -.2072E+01 -.3667E+00  .8286E+01  .7110E+01 -.9549E+01      47.94
    2 -.4135E+01 -.7315E+01  .8286E+01  .2713E+01 -.1416E+02      39.57
   34 -.2429E+02 -.5712E+01  .8286E+01 -.2553E+01 -.2745E+02      69.13
   35 -.2806E+02 -.1822E+02  .8286E+01 -.1351E+02 -.3278E+02      60.35

 ELEMENT ID =    2 --------------------
 LOAD #     =    1 --------------------
 NODE         S11         S22         S12         Smax        Smin      ANGLE
    2 -.3341E+01 -.7217E+01  .4355E+01 -.5125E+00 -.1005E+02      33.01
```

```
    3 -.4654E+01 -.1220E+02  .4355E+01 -.2665E+01 -.1419E+02      24.54
   35 -.2245E+02 -.1453E+02  .4355E+01 -.1261E+02 -.2437E+02      66.12
   36 -.2536E+02 -.2365E+02  .4355E+01 -.2007E+02 -.2895E+02      50.56
...
 ELEMENT ID = 128 --------------------
 LOAD #     =   1 --------------------
 NODE         S11         S22         S12         Smax        Smin      ANGLE
  131 -.4170E+02 -.1760E+02  .1022E+02 -.1385E+02 -.4545E+02      69.85
  132 -.3971E+02 -.1171E+02  .1022E+02 -.8379E+01 -.4305E+02      71.93
  164  .4646E+01 -.4989E+01  .1022E+02  .1113E+02 -.1147E+02      32.38
  165  .6562E+01  .2138E+01  .1022E+02  .1481E+02 -.6109E+01      38.89
```

Elementos planos: esta información no suele añadirse a la memoria dado su reducido interés. Se indica el estado de tensiones en cada uno de los nodos que definen el elemento en coordenadas locales, así como los extremos.

Las tensiones se expresan en unidades de presión ($t/m^2$). Las tracciones son positivas. El ángulo define le orientación del elipsoide de esfuerzos principales. En algunos casos, mostraremos dibujos que recogen las tensiones principales: S1 (max) y S2 (min); el criterio de signos continuará siendo el de tracción positiva.

## 3.3. DOVELAS-MÉNSULA

Las ménsulas del pico de flauta se sostienen provisionalmente mediante el sistema JAO. Los perfiles UPN se apoyan en el hormigón de limpieza, que reparte la presión sobre el terreno mediante su espesor (no menor de 10 cm).

Los perfiles van soldados a esperas. La estabilidad del conjunto se calcula automáticamente; el proceso se refleja según el ejemplo siguiente.

```
PANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS
suelo   vert. vuelco
(t/m2)    (t)   (t·m)
30.000  6.250  2.500
```

Datos de entrada: tensión admisible del terreno, carga vertical de la dovela (peso propio) y momento volcador (peso propio más carga de viento de 60 $Kp/m^2$)

```
separ.   vuelo dovela
  (m)     (m)    (m)
 0.200  0.500  2.500
```

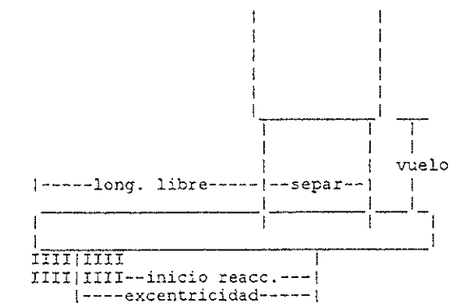
Separación entre el par de redondos soldados a cada esquí, longitud del redondo para el cálculo a pandeo, modulación de la dovela. El pandeo se calcularía para una barra que está sometida a compresión y empotrada en su base pero sólo coartada en coronación a movimiento horizontal, gracias a los redondos del 20 que forman crucetas de arriostramiento. El cálculo se realiza, por motivos de seguridad, para una barra simplemente apoyada en sus extremos, los cuales únicamente pueden moverse en la línea que los une.

Tal como se inidica en planos, la soldadura es suficiente para el caso más desfavorable: un UPN 180 al que se suelda un redondo del 32.

```
Acero A 42 en esquís.
Pandeo de redondos tomando coeficientes de tabla para
 acero A 42 agrupados de 10 en 10, mayorando por 1.5.
```

```
Soldadura de espesor de garganta mínimo 6.4 mm

parámetros no convencionales:
```




Se adjunta un gráfico simple que indica el parámetro físico que representa cada variable:

vuelo: longitud libre del redondo
separ: separación entre redondos
long. libre: longitud del UPN a partir del redondo comprimido
inicio reacc.: punto en que se inicia la reacción uniforme del suelo
excentricidad: distancia del centro de la reacción al eje del apoyo de los redondos en el esquí. Se observa que simplificamos la respuesta del suelo, suponiendo que sólo trabaja la punta del esquí.

```
compresión en conjunto de barras delanteras (t):  15.625
esbeltez=51.200     w= 1.330
( 2 pares de redondos del 25)
```

El par de respuesta necesario comprime las barras delantereas hasta el valor indicado; para ese valor, dividido por el número de barras, tenemos un cálculo a pandeo que se recoge, en sus parámetros principales, en la línea de esbeltez y coeficiente w. En el caso que tratamos, se emplean dos esquís soportados por redondos del 25.

```
  carga,  flector por esqui
    (t)       (t·m)
  3.125     1.250
 diseño del upn 180:
 long.apoyo excentr  ini_reacc
    (m)       (m)       (m)
   0.386     0.400     0.207
 long.libre flector  cortante
    (m)       (t·m)      (t)
   0.493     0.937     3.125
sigma de comparación mayorada (t/m2): 10939.824
```

Cada uno de los esquís recibe una carga vertical y flector de los redondos según se indica; asimismo, en su sección de diseño (punto de inicio de la "longitud libre") se generan unos esfuerzos (flector y cortante) que también se recogen. Vemos que, en este caso, es un UPN 180 (para cada par de redondos del 25)

En servicio, estas ménsulas reciben un empuje de tierras que se ha calculado mediante el programa de cálculo matricial que se emplea para el cálculo de las dovelas de bóveda completa: simulamos un cálculo durante construcción con compactador adyacente con una altura de tierras igual a la altura de tierras en el trasdos de la ménsula. El resultado (cargas aplicadas en los nodos) se aplica para calcular los esfuerzos en el empotramiento de la ménsula y, opcionalmente, en un punto intermedio; este último valor se empleará para reducir el armado de la ménsula cuando los esfuerzos son ya menores o para revisar el armado en estrangulamientos de la pieza para secciones de canto variable.

```
flector empuje  vert     altura en
(t·m/m)  (t/m) (t/m)    mensula (m)
  7.180  5.533  5.747       0.000
  4.040  4.085  5.247       1.274
  2.362  1.705  4.247       2.600
  1.425  0.412  3.146       3.927
  0.623  0.025  2.022       5.205
```

Este párrafo muestra la salida de resultados para el punto de empotramiento y para un punto a 1.274, 2.600... metros sobre el empotramiento. El armado se calculará, incluyendo fisuración, por métodos convencionales.

La cimentación de las ménsulas se calcula como la de un muro convencional. No debemos olvidar que la ménsula penetra 10 cm en la cimentación, por lo que el canto de cálculo de la zapata es 10 cm menor que el canto de diseño de la cimentación. Mostramos un ejemplo de la entrada de datos y del reflejo del cálculo:

```
Fck (Kp/cm2):                250.000
Suelo (Kp/cm2):                2.500
Suelo+h (Kp/cm2):              2.610
```

Suelo+h representa el incremento de tensión admisible gracias al empotramieto de una vez el canto de la zapata.

```
Carga v hastial (t/ml):       19.300
Carga h hastial (t/ml):        7.000
Flector hastial (t·m/ml):     11.600
```

La zapata recibe, en el empotramiento, estas acciones por metro lineal.

```
F.S. vuelco:                   2.000
F.S. deslizamiento:            2.000
Base de dovela (m):            0.300
```

La base de dovela puede ser algo mayor que su canto si la entrega no es vertical.

```
Cobertura (m):                 6.000
Densidad (t/m3):               2.000
Angulo rozamiento suelo:      35.000
```

La cobertura sobre la zarpa trasera estabilizará la zapata. Si el pico de flauta goza de solera cerrada, no será necesario dotar al muro de seguridad al deslizamiento, ya que estará impedido.

```
***************
     sx       sn
 25.573    5.393
```

Las tensiones máxima y mínima ($t/m^2$) sobre el terreno indican cómo trabaja ésta cimentación. Mientras la media no supere a la tensión admisible, podemos incrementar la tensión máxima en un 25 %.

```
***************
zarp.del  tras.    total  canto total
  1.000   1.483    2.483    0.550
```

Dimensiones de la cimentación .

```
cargas verticales (t/ml):
tierras  dovela  zapata totales
 15.725  19.300   3.414  38.439
```

Cargas verticales sobre la cimentación del muro debidas a la carga de tierras sobre la zarpa trasera, a las que recoge la dovela y al peso de la propia zapata. A continuación, esfuerzos de diseño de la cimentación:

| | | *1.0 | *1.6 |
|---|---|---|---|
| flector delante (t·m/ml) | = | 8.721 | 13.953 |
| cortante delante (t/ml) | = | 14.012 | 22.419 |
| flector detras (t·m/ml) | = | -2.256 | -3.610 |
| cortante detras (t/ml) | = | 3.601 | 5.761 |

'PI' PARA AVE IA

No.de tramos : 3
No. de puntos : 25 No. de elemento s : 24 No. de materiales : 1

Propiedades del hormigon de la boveda

| Young | Poison | Area | A. cort. | Inercia | Canto |
|---|---|---|---|---|---|
| 3004164. | 0.200 | 0.180 | 0.150 | 0.000486 | 0.180 |

Flecha : 3.23000

| Tramo | Radio | Angulo |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 6.46000 |
| 2 | 3.23000 | 45.00000 |
| 3 | 3.23000 | 90.00000 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 0.00000 |
| 2 | 0.40375 | 0.00000 |
| 3 | 0.80750 | 0.00000 |
| 4 | 1.21125 | 0.00000 |
| 5 | 1.61500 | 0.00000 |
| 6 | 2.01875 | 0.00000 |
| 7 | 2.42250 | 0.00000 |
| 8 | 3.23000 | -0.00010 |
| 9 | 3.23000 | 0.00000 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 |

Angulo de rozamiento interno en construccion: 30.0
Angulo de rozamiento interno en servicio: 30.0

Altura de tierras sobre clave (m) : 3.540
Densidad terraplen (t/m3) : 2.000

Compactador adyacente (t/m) : 5.0 Compactador en clave (t) : 5.0
K construccion : 0.500
K servicio : 0.500

Coeficientes de seguridad
Hormigon : 1.50 Cargas : 1.60 Acero : 1.15

Resistencia caract. del hormigon : Fck = 250. Kp/cm2
Resistencia caract. del acero : Fyk = 5100. Kp/cm2

CASO DE CARGA 1.1. :
TIERRAS ( 0 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | 0.00000 | -0.07132 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | 0.00000 | -0.14264 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | 0.00000 | -0.14264 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | 0.00000 | -0.14264 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | 0.00000 | -0.14264 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | 0.00000 | -0.14264 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | 0.00000 | -0.14264 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | 0.00000 | -0.14264 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | 0.00000 | -0.14264 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | 0.00000 | -0.14264 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | 0.00000 | -0.14264 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | 0.00000 | -0.14264 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | 0.00000 | -0.14264 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | 0.00000 | -0.14264 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | 0.00000 | -0.14264 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | 0.00000 | -0.14264 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | 0.00000 | -0.07132 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.229E+01 | 0.719E+00 | 0.198E-06 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.220E+01 | 0.517E+00 | 0.196E+00 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.210E+01 | 0.327E+00 | 0.328E+00 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.198E+01 | 0.161E+00 | 0.403E+00 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.186E+01 | 0.201E-01 | 0.430E+00 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.173E+01 | -0.951E-01 | 0.416E+00 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.159E+01 | -0.185E+00 | 0.369E+00 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.145E+01 | -0.249E+00 | 0.299E+00 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.132E+01 | -0.290E+00 | 0.211E+00 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.120E+01 | -0.308E+00 | 0.115E+00 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.108E+01 | -0.305E+00 | 0.162E-01 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.980E+00 | -0.284E+00 | -0.786E-01 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.893E+00 | -0.247E+00 | -0.164E+00 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.823E+00 | -0.197E+00 | -0.235E+00 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.772E+00 | -0.137E+00 | -0.289E+00 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.740E+00 | -0.702E-01 | -0.322E+00 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.720E+00 | -0.835E-03 | -0.333E+00 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | -0.331461E-03 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | 0.103801E-03 | 0.378247E-05 | -0.310201E-03 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | 0.193782E-03 | 0.158541E-04 | -0.253369E-03 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | 0.260592E-03 | 0.313537E-04 | -0.174052E-03 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | 0.299708E-03 | 0.441518E-04 | -0.836697E-04 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | 0.310846E-03 | 0.482566E-04 | 0.809464E-05 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | 0.297120E-03 | 0.388962E-04 | 0.933169E-04 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | 0.264034E-03 | 0.132472E-04 | 0.165832E-03 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | 0.218414E-03 | -0.291967E-04 | 0.221197E-03 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | 0.167388E-03 | -0.865929E-04 | 0.256618E-03 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | 0.117474E-03 | -0.155013E-03 | 0.270852E-03 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | 0.738652E-04 | -0.228941E-03 | 0.264081E-03 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | 0.399497E-04 | -0.301927E-03 | 0.237754E-03 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | 0.170798E-04 | -0.367328E-03 | 0.194416E-03 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | 0.460376E-05 | -0.419047E-03 | 0.137511E-03 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | 0.132216E-06 | -0.452191E-03 | 0.711720E-04 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E+00 | -0.463603E-03 | 0.000000E+00 |

CASO DE CARGA 1.1. :
TIERRAS ( 25 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | -0.40756 | -0.11136 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | -1.04643 | -0.37222 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | -0.65251 | -0.33901 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | -0.01363 | -0.14947 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | 0.00000 | -0.14264 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | 0.00000 | -0.14264 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | 0.00000 | -0.14264 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | 0.00000 | -0.14264 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | 0.00000 | -0.14264 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | 0.00000 | -0.14264 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | 0.00000 | -0.14264 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | 0.00000 | -0.14264 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | 0.00000 | -0.14264 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | 0.00000 | -0.14264 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | 0.00000 | -0.14264 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | 0.00000 | -0.14264 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | 0.00000 | -0.07132 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.276E+01 | -0.123E+01 | -0.429E-07 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.245E+01 | -0.392E+00 | -0.257E+00 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.221E+01 | 0.272E+00 | -0.249E+00 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.207E+01 | 0.443E+00 | -0.848E-01 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.197E+01 | 0.300E+00 | 0.323E-01 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.187E+01 | 0.172E+00 | 0.105E+00 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.176E+01 | 0.671E-01 | 0.141E+00 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.165E+01 | -0.152E-01 | 0.148E+00 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.154E+01 | -0.758E-01 | 0.132E+00 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.143E+01 | -0.116E+00 | 0.997E-01 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.133E+01 | -0.137E+00 | 0.582E-01 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.125E+01 | -0.141E+00 | 0.129E-01 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.117E+01 | -0.131E+00 | -0.314E-01 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.111E+01 | -0.109E+00 | -0.704E-01 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.107E+01 | -0.780E-01 | -0.101E+00 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.104E+01 | -0.406E-01 | -0.120E+00 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.102E+01 | -0.782E-03 | -0.126E+00 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.536078E-04 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.153193E-04 | -0.228262E-05 | 0.256982E-04 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.144800E-04 | -0.352129E-05 | -0.291932E-04 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | 0.211874E-05 | -0.645589E-06 | -0.653783E-04 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | 0.241001E-04 | 0.595822E-05 | -0.710729E-04 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | 0.435373E-04 | 0.139041E-04 | -0.561391E-04 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | 0.560509E-04 | 0.201645E-04 | -0.293740E-04 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | 0.601864E-04 | 0.219894E-04 | 0.200644E-05 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | 0.566471E-04 | 0.175235E-04 | 0.323401E-04 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | 0.474958E-04 | 0.613298E-05 | 0.574603E-04 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | 0.354031E-04 | -0.115300E-04 | 0.746097E-04 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | 0.230050E-04 | -0.336825E-04 | 0.823269E-04 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | 0.491138E-05 | -0.506776E-04 | 0.692529E-04 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | 0.829065E-06 | -0.995953E-04 | 0.506783E-04 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.393111E-06 | -0.112032E-03 | 0.267350E-04 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E+00 | -0.116366E-03 | 0.000000E+00 |

CASO DE CARGA 1.1. :
TIERRAS ( 50 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | -0.36643 | -0.10732 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | -0.71706 | -0.28266 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | -0.70963 | -0.42651 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | -0.79098 | -0.63162 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | -0.46575 | -0.48371 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | -0.04004 | -0.18211 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | -0.00628 | -0.15017 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | 0.00000 | -0.14264 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | 0.00000 | -0.14264 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | 0.00000 | -0.14264 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | 0.00000 | -0.14264 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | 0.00000 | -0.14264 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | 0.00000 | -0.14264 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | 0.00000 | -0.14264 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | 0.00000 | -0.14264 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | 0.00000 | -0.14264 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | 0.00000 | -0.07132 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.361E+01 | -0.151E+01 | -0.230E-06 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.329E+01 | -0.109E+01 | -0.412E+00 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.296E+01 | -0.636E+00 | -0.691E+00 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.260E+01 | -0.482E-01 | -0.815E+00 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.230E+01 | 0.490E+00 | -0.721E+00 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.215E+01 | 0.640E+00 | -0.504E+00 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.208E+01 | 0.537E+00 | -0.316E+00 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.201E+01 | 0.426E+00 | -0.164E+00 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.194E+01 | 0.328E+00 | -0.457E-01 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.187E+01 | 0.246E+00 | 0.440E-01 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.181E+01 | 0.180E+00 | 0.110E+00 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.175E+01 | 0.128E+00 | 0.158E+00 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.170E+01 | 0.871E-01 | 0.191E+00 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.166E+01 | 0.565E-01 | 0.213E+00 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.163E+01 | 0.334E-01 | 0.227E+00 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.161E+01 | 0.154E-01 | 0.235E+00 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.160E+01 | -0.656E-03 | 0.237E+00 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.514608E-03 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.160296E-03 | -0.990091E-05 | 0.469917E-03 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.291659E-03 | -0.312438E-04 | 0.350246E-03 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.375161E-03 | -0.538467E-04 | 0.186829E-03 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.404589E-03 | -0.658776E-04 | 0.200913E-04 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.388567E-03 | -0.597197E-04 | -0.112947E-03 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.343333E-03 | -0.340508E-04 | -0.201961E-03 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.283224E-03 | 0.903840E-05 | -0.254017E-03 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.219149E-03 | 0.655509E-04 | -0.276756E-03 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.158733E-03 | 0.130557E-03 | -0.276932E-03 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.106712E-03 | 0.198877E-03 | -0.260161E-03 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.655278E-04 | 0.265562E-03 | -0.231000E-03 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.357230E-04 | 0.326218E-03 | -0.193057E-03 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.164457E-04 | 0.377178E-03 | -0.149120E-03 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.583266E-05 | 0.415590E-03 | -0.101296E-03 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.133795E-05 | 0.439436E-03 | -0.511771E-04 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E-00 | 0.447517E-03 | 0.000000E+00 |

CASO DE CARGA 1.1. :
TIERRAS ( 75 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | -0.44581 | -0.11512 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | -0.85192 | -0.30692 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | -0.77531 | -0.44808 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | -0.70816 | -0.57017 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | -0.66010 | -0.68898 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | -0.64742 | -0.83754 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | -0.39002 | -0.62832 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | -0.09380 | -0.29168 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | -0.03743 | -0.21340 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | -0.00737 | -0.15891 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | 0.00000 | -0.14264 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | 0.00000 | -0.14264 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | 0.00000 | -0.14264 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | 0.00000 | -0.14264 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | 0.00000 | -0.14264 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | 0.00000 | -0.14264 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | 0.00000 | -0.07132 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.518E+01 | -0.194E+01 | -0.369E-06 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.481E+01 | -0.153E+01 | -0.550E+00 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.442E+01 | -0.112E+01 | -0.972E+00 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.402E+01 | -0.690E+00 | -0.126E+01 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.361E+01 | -0.205E-00 | -0.141E+01 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.321E+01 | 0.381E-00 | -0.139E+01 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.290E-01 | 0.901E-00 | -0.117E+01 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.276E+01 | 0.109E-01 | -0.820E-00 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.272E+01 | 0.104E-01 | -0.478E-00 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.271E+01 | 0.922E-00 | -0.163E+00 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.271E+01 | 0.780E-00 | 0.107E-00 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.270E+01 | 0.636E-00 | 0.331E+00 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.270E+01 | 0.500E-00 | 0.511E+00 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.269E+01 | 0.370E-00 | 0.648E+00 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.269E+01 | 0.244E-00 | 0.745E+00 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.268E-01 | 0.121E-00 | 0.803E+00 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.268E-01 | -0.429E-03 | 0.822E-00 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E+00 | 0.101114E-02 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.316602E-03 | -0.184833E-04 | 0.951408E-03 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.593225E-03 | -0.622536E-04 | 0.786197E-03 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.800203E-03 | -0.116649E-03 | 0.543776E-03 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.920015E-03 | -0.161892E-03 | 0.253879E-03 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.948177E-03 | -0.177421E-03 | -0.501379E-04 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.778713E-03 | -0.635788E-04 | -0.543786E-03 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.630563E-03 | 0.685335E-04 | -0.684698E-03 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.473855E-03 | 0.239023E-03 | -0.754265E-03 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.327842E-03 | 0.433290E-03 | -0.760350E-03 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.205180E-03 | 0.634856E-03 | -0.712780E-03 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.112492E-03 | 0.827128E-03 | -0.621412E-03 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.508506E-04 | 0.994716E-03 | -0.495624E-03 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.167128E-04 | 0.112452E-02 | -0.344387E-03 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.295243E-05 | 0.120656E-02 | -0.176363E-03 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E-00 | 0.123461E-02 | 0.000000E+00 |

CASO DE CARGA 1.1. :
TIERRAS ( 85 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | -0.48603 | -0.11907 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | -0.92848 | -0.32166 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | -0.84200 | -0.47407 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | -0.75951 | -0.60040 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | -0.68679 | -0.70939 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | -0.63092 | -0.81632 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | -0.60213 | -0.94925 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | -0.36603 | -0.70797 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | -0.10579 | -0.34929 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | -0.05236 | -0.26532 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | -0.01700 | -0.19005 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | -0.00244 | -0.15078 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | 0.00000 | -0.14264 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | 0.00000 | -0.14264 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | 0.00000 | -0.14264 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | 0.00000 | -0.14264 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | 0.00000 | -0.07132 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.629E+01 | -0.201E+01 | 0.953E-06 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.590E+01 | -0.164E+01 | -0.578E+00 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.549E+01 | -0.126E-01 | -0.104E+01 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.506E+01 | -0.865E+00 | -0.138E-01 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.462E+01 | -0.436E+00 | -0.159E+01 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.419E+01 | 0.551E-01 | -0.165E+01 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.379E+01 | 0.649E+00 | -0.155E+01 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.349E+01 | 0.117E-01 | -0.124E+01 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.337E+01 | 0.136E+01 | -0.808E+00 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.336E+01 | 0.131E-01 | -0.378E+00 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.337E+01 | 0.118E+01 | 0.232E-01 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.340E+01 | 0.100E+01 | 0.373E+00 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.342E+01 | 0.801E-00 | 0.659E-00 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.344E+01 | 0.598E-00 | 0.881E+00 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.346E+01 | 0.397E-00 | 0.104E+01 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.347E+01 | 0.198E-00 | 0.113E-01 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.347E+01 | -0.238E-03 | 0.116E-01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E+00 | 0.119872E-02 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.375783E-03 | -0.220375E-04 | 0.113593E-02 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.708981E-03 | -0.748428E-04 | 0.960521E-03 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.966924E-03 | -0.142644E-03 | 0.698548E-03 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.112566E-02 | -0.203526E-03 | 0.377015E-03 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.118588E-02 | -0.233446E-03 | 0.254450E-04 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.114336E-02 | -0.210683E-03 | -0.322332E-03 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.101869E-02 | -0.120851E-03 | -0.625472E-03 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.840778E-03 | 0.377173E-04 | -0.847972E-03 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.641912E-03 | 0.254203E-03 | -0.976752E-03 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.449617E-03 | 0.510180E-03 | -0.101528E-02 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.283983E-03 | 0.782668E-03 | -0.972299E-03 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.156640E-03 | 0.104724E-02 | -0.860302E-03 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.709740E-04 | 0.128068E-02 | -0.693177E-03 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.232205E-04 | 0.146300E-02 | -0.484894E-03 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.398633E-05 | 0.157883E-02 | -0.249268E-03 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E-00 | 0.161853E-02 | 0.000000E-00 |

CASO DE CARGA 1.1. :
TIERRAS ( 95 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | -0.52867 | -0.12326 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | -1.01103 | -0.33769 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | -0.91771 | -0.50384 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | -0.82519 | -0.63971 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | -0.73787 | -0.75083 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | -0.66022 | -0.84609 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | -0.59693 | -0.93923 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | -0.55341 | -1.05200 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | -0.34084 | -0.78891 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | -0.11723 | -0.42341 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | -0.06962 | -0.34609 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | -0.03486 | -0.26817 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | -0.01256 | -0.19882 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | -0.00225 | -0.15523 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | 0.00000 | -0.14264 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | 0.00000 | -0.14264 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | 0.00000 | -0.07132 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.773E+01 | -0.191E-01 | 0.135E-05 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.733E+01 | -0.159E+01 | -0.553E-00 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.692E+01 | -0.127E+01 | -0.100E+01 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.646E+01 | -0.934E-00 | -0.136E+01 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.600E+01 | -0.573E+00 | -0.160E+01 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.554E+01 | -0.164E+00 | -0.172E+01 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.510E+01 | 0.314E+00 | -0.170E+01 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.471E+01 | 0.890E+00 | -0.152E+01 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.443E+01 | 0.139E+01 | -0.114E+01 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.432E+01 | 0.156E-01 | -0.639E+00 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.432E+01 | 0.150E+01 | -0.148E+00 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.434E+01 | 0.136E+01 | 0.313E+00 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.439E+01 | 0.116E+01 | 0.718E+00 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.444E+01 | 0.892E+00 | 0.105E+01 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.447E-01 | 0.599E+00 | 0.128E+01 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.450E+01 | 0.300E-00 | 0.143E+01 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.451E+01 | 0.851E-04 | 0.147E+01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E+00 | 0.127014E-02 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.398509E-03 | -0.239966E-04 | 0.121010E-02 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.755745E-03 | -0.812170E-04 | 0.104098E-02 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.103924E-02 | -0.156276E-03 | 0.784794E-03 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.122693E-02 | -0.227311E-03 | 0.464307E-03 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.130817E-02 | -0.269474E-03 | 0.104362E-03 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.128431E-02 | -0.258806E-03 | -0.266860E-03 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.116855E-02 | -0.176517E-03 | -0.616460E-03 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.984984E-03 | -0.137225E-04 | -0.904802E-03 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.766283E-03 | 0.223791E-03 | -0.109752E-02 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.545725E-03 | 0.516936E-03 | -0.118285E-02 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.349639E-03 | 0.839154E-03 | -0.116493E-02 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.195112E-03 | 0.115989E-02 | -0.105309E-02 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.892197E-04 | 0.144816E-02 | -0.861649E-03 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.294205E-04 | 0.167614E-02 | -0.608803E-03 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.511014E-05 | 0.182210E-02 | -0.314714E-03 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E-00 | 0.187231E-02 | 0.000000E+00 |

CASO DE CARGA 1.2. : TIERRAS + COMPACTADOR EN CLAVE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | -0.48624 | -0.11909 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | -0.91841 | -0.31863 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | -0.80823 | -0.45925 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | -0.69587 | -0.55990 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | -0.58496 | -0.62231 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | -0.47877 | -0.64953 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | -0.38016 | -0.64574 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | -0.29142 | -0.61604 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | -0.21425 | -0.56622 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | -0.14967 | -0.50246 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | -0.09802 | -0.43111 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | -0.05897 | -0.35836 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | -0.03153 | -0.28995 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | -0.01415 | -0.23101 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | -0.00478 | -0.18573 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | -0.00096 | -0.15727 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | -0.00006 | -2.57378 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.929E+01 | 0.255E+00 | 0.466E-07 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.909E+01 | 0.308E+00 | 0.891E-01 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.887E+01 | 0.340E+00 | 0.195E+00 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.859E-01 | 0.339E-00 | 0.305E+00 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.827E+01 | 0.316E-00 | 0.410E+00 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.795E+01 | 0.273E-00 | 0.505E+00 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.764E-01 | 0.209E-00 | 0.583E-00 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.735E-01 | 0.119E-00 | 0.638E+00 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.708E+01 | -0.512E-02 | 0.659E+00 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.685E-01 | -0.171E+00 | 0.634E+00 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.664E+01 | -0.385E+00 | 0.550E+00 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.645E+01 | -0.650E-00 | 0.390E+00 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.627E+01 | -0.962E-00 | 0.138E+00 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.609E-01 | -0.132E-01 | -0.220E+00 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.590E+01 | -0.170E-01 | -0.697E+00 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.569E-01 | -0.210E-01 | -0.130E+01 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.547E-01 | -0.250E-01 | -0.203E-01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | -0.405098E-03 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | 0.127969E-03 | 0.891903E-06 | -0.395422E-03 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | 0.249048E-03 | 0.135218E-04 | -0.364573E-03 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | 0.355226E-03 | 0.348393E-04 | -0.310310E-03 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | 0.439018E-03 | 0.595692E-04 | -0.232692E-03 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | 0.494443E-03 | 0.805219E-04 | -0.133356E-03 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | 0.517735E-03 | 0.891563E-04 | -0.152474E-04 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | 0.507847E-03 | 0.763586E-04 | 0.117255E-03 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | 0.466796E-03 | 0.334495E-04 | 0.257954E-03 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | 0.399789E-03 | -0.465547E-04 | 0.398301E-03 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | 0.315060E-03 | -0.167428E-03 | 0.526861E-03 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | 0.223268E-03 | -0.328034E-03 | 0.628912E-03 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | 0.136329E-03 | -0.520573E-03 | 0.686263E-03 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | 0.655972E-04 | -0.729015E-03 | 0.677386E-03 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | 0.193894E-04 | -0.927966E-03 | 0.577875E-03 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.627237E-07 | -0.108228E-02 | 0.361244E-03 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E-00 | -0.114769E-02 | 0.000000E+00 |

| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 3: pésimo): | 2 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.00020 |
| t/m límite según A.C.I.: | 2590. |
| t/m2 en acero: | 51000. |
| t/m2 en hormigón: | 2500. |
| minoración acero: | 1.150 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.915 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.850 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.040 |
| rec medio (m): | 0.040 |
| nº de barras: | 3 |
| separación entre barras (m): | 0.333 |
| diámetro de las barras (m): | 0.01600 |
| sección de acero (cm2): | 6.032 |
| canto (m): | 0.180 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 2203. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00018 |

armado para situación pésima durante construcción: compactador en clave, nudo 25: 2,03 t·m/m
Tomamos la carga como el 85% de las permanentes (valor desfavorable)
Tomamos axil c. (valor desfavorable) flexión simple

CASO DE CARGA 2.2.1. :
TIERRAS + PAVIMENTO + SOBRECARGAS PUNTUALES DE FERROCARRIL

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | -1.07377 | -0.17682 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | -2.09057 | -0.54980 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | -1.96928 | -0.92146 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | -1.83519 | -1.25149 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | -1.69202 | -1.53987 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | -1.54318 | -1.78792 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | -1.39167 | -1.99808 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | -1.23995 | -2.17362 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | -1.08992 | -2.31836 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | -0.94283 | -2.43635 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | -0.79936 | -2.53146 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | -0.65965 | -2.60715 |
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | -0.52339 | -2.66621 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | -0.39002 | -2.71065 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | -0.25883 | -2.74176 |

Contención de envuelta cara: cerco a 0,25

1 m: 4 ϕ 16, $\frac{0,25}{3,18} = 1,26$ ϕ 8;
en 2,5 m necesitamos
2,5 · 1,26: 3,1 ramas de ϕ 8: colocamos c
2+2 ϕ 8 a 0,25

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | -0.12907 | -2.76023 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | -0.03222 | -1.38318 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.326E+02 | 0.457E-01 | 0.221E-05 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.326E+02 | 0.350E+01 | 0.128E-01 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.325E+02 | 0.243E+01 | 0.222E+01 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.321E+02 | 0.138E-01 | 0.282E+01 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.314E+02 | 0.397E-00 | 0.310E-01 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.306E-02 | -0.470E-00 | 0.307E+01 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.297E+02 | -0.119E-01 | 0.280E-01 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.286E+02 | -0.175E-01 | 0.232E-01 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.276E+02 | -0.214E-01 | 0.169E-01 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.265E-02 | -0.234E-01 | 0.962E-00 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.255E-02 | -0.238E-01 | 0.200E+00 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.246E-02 | -0.225E-01 | -0.546E-00 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.238E+02 | -0.199E+01 | -0.123E-01 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.231E+02 | -0.160E-01 | -0.181E+01 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.226E+02 | -0.112E-01 | -0.224E+01 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.223E+02 | -0.577E-00 | -0.252E+01 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.221E+02 | -0.819E-02 | -0.261E-01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | -0.234610E-02 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | 0.735845E-03 | 0.170082E-04 | -0.220715E-02 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | 0.138141E-02 | 0.934397E-04 | -0.182705E-02 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | 0.187007E-02 | 0.196302E-03 | -0.127960E-02 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | 0.216524E-02 | 0.282117E-03 | -0.637270E-03 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | 0.225947E-02 | 0.306536E-03 | 0.324135E-04 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | 0.217049E-02 | 0.232586E-03 | 0.669719E-03 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | 0.193523E-02 | 0.368173E-04 | 0.122485E-02 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | 0.160242E-02 | -0.287050E-03 | 0.165935E-02 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | 0.122496E-02 | -0.727100E-03 | 0.194681E-02 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | 0.852651E-03 | -0.125465E-02 | 0.207299E-02 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | 0.526219E-03 | -0.182777E-02 | 0.203548E-02 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | 0.272971E-03 | -0.239630E-02 | 0.184281E-02 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | 0.104535E-03 | -0.290774E-02 | 0.151332E-02 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | 0.167135E-04 | -0.331340E-02 | 0.107359E-02 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.863601E-05 | -0.357390E-02 | 0.556656E-03 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E+00 | -0.366368E-02 | 0.000000E+00 |

CASO DE CARGA 2.2.2. :
TIERRAS + PAVIMENTO + SOBRECARGA UNIFORME DE FERROCARRIL

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.23000 | 0.00000 | -1.28406 | -0.19748 |
| 10 | 3.21445 | 0.31659 | -2.50636 | -0.63143 |
| 11 | 3.16794 | 0.63014 | -2.37321 | -1.08184 |
| 12 | 3.09092 | 0.93762 | -2.22281 | -1.48628 |
| 13 | 2.98413 | 1.23607 | -2.05914 | -1.84356 |
| 14 | 2.84861 | 1.52261 | -1.88600 | -2.15389 |
| 15 | 2.68565 | 1.79449 | -1.70688 | -2.41872 |
| 16 | 2.49682 | 2.04909 | -1.52487 | -2.64057 |
| 17 | 2.28395 | 2.28395 | -1.34254 | -2.82279 |
| 18 | 2.04909 | 2.49682 | -1.16193 | -2.96936 |
| 19 | 1.79449 | 2.68565 | -0.98451 | -3.08457 |
| 20 | 1.52261 | 2.84861 | -0.81115 | -3.17281 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 21 | 1.23607 | 2.98413 | -0.64215 | -3.23831 |
| 22 | 0.93762 | 3.09092 | -0.47734 | -3.28487 |
| 23 | 0.63014 | 3.16794 | -0.31607 | -3.31569 |
| 24 | 0.31660 | 3.21445 | -0.15736 | -3.33318 |
| 25 | 0.00000 | 3.23000 | -0.03925 | -1.66942 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | -0.394E+02 | 0.557E-01 | 0.177E-05 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | -0.395E+02 | 0.425E+01 | 0.156E-01 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | -0.393E+02 | 0.293E+01 | 0.269E-01 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | -0.389E+02 | 0.164E+01 | 0.341E-01 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | -0.381E+02 | 0.447E+00 | 0.373E-01 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | -0.371E-02 | -0.603E+00 | 0.370E-01 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | -0.360E+02 | -0.147E-01 | 0.335E-01 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | -0.347E+02 | -0.213E+01 | 0.276E-01 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | -0.335E+02 | -0.258E-01 | 0.200E-01 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | -0.322E+02 | -0.281E-01 | 0.113E-01 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | -0.310E+02 | -0.284E+01 | 0.215E-00 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | -0.298E+02 | -0.268E-01 | -0.673E-00 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | -0.289E+02 | -0.235E+01 | -0.148E+01 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | -0.281E+02 | -0.188E+01 | -0.216E+01 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | -0.275E+02 | -0.132E+01 | -0.268E-01 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.272E+02 | -0.675E-00 | -0.300E-01 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | -0.269E+02 | -0.899E-02 | -0.310E+01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.2300 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | -0.282509E-02 |
| 10 | 3.2144 | 0.3166 | 0.885995E-03 | 0.203816E-04 | -0.265623E-02 |
| 11 | 3.1679 | 0.6301 | 0.166238E-02 | 0.112157E-03 | -0.219496E-02 |
| 12 | 3.0909 | 0.9376 | 0.224866E-02 | 0.235350E-03 | -0.153207E-02 |
| 13 | 2.9841 | 1.2361 | 0.260109E-02 | 0.337454E-03 | -0.756219E-03 |
| 14 | 2.8486 | 1.5226 | 0.271127E-02 | 0.365141E-03 | 0.504109E-04 |
| 15 | 2.6856 | 1.7945 | 0.260132E-02 | 0.274223E-03 | 0.815564E-03 |
| 16 | 2.4968 | 2.0491 | 0.231629E-02 | 0.370052E-04 | 0.147947E-02 |
| 17 | 2.2840 | 2.2840 | 0.191526E-02 | -0.353451E-03 | 0.199648E-02 |
| 18 | 2.0491 | 2.4968 | 0.146192E-02 | -0.882262E-03 | 0.233581E-02 |
| 19 | 1.7945 | 2.6856 | 0.101596E-02 | -0.151462E-02 | 0.248151E-02 |
| 20 | 1.5226 | 2.8486 | 0.625835E-03 | -0.220012E-02 | 0.243185E-02 |
| 21 | 1.2361 | 2.9841 | 0.323819E-03 | -0.287888E-02 | 0.219803E-02 |
| 22 | 0.9376 | 3.0909 | 0.123375E-03 | -0.348857E-02 | 0.180263E-02 |
| 23 | 0.6301 | 3.1679 | 0.191620E-04 | -0.397159E-02 | 0.127757E-02 |
| 24 | 0.3166 | 3.2144 | -0.106353E-04 | -0.428151E-02 | 0.662023E-03 |
| 25 | 0.0000 | 3.2300 | 0.000000E+00 | -0.438828E-02 | 0.000000E+00 |

| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 3: pésimo): | 2 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.00020 |
| t/m límite según A.C.I.: | 2590. |
| t/m2 en acero: | 51000. |
| t/m2 en hormigón: | 2500. |
| minoración acero: | 1.150 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.895 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.040 |
| rec medio (m): | 0.040 |
| nº de barras: | 2 |
| separación entre barras (m): | 0.500 |

| | |
|---|---|
| diámetro de las barras (m): | 0.01600 |
| sección de acero (cm2): | 4.021 |
| canto (m): | 0.180 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 2872. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00014 |

el armado por proceso constructivo es superflue Tomaremos 4 ϕ 16 pud como dicen.

diseño de zapata

| | |
|---|---|
| Fck (Kp/cm2): | 250.000 |
| Suelo (Kp/cm2): | 2.000 |
| Suelo+h (Kp/cm2): | 2.120 |
| Carga hastial (t/ml): | 39.345 |
| Base de dovela (m): | 0.180 |
| Flecha (m): | 3.230 |
| Cobertura (m): | 3.540 |
| Densidad (t/m3): | 2.000 |

| zarp.del | tras. | total | canto total |
|---|---|---|---|
| 1.236 | 2.169 | 3.405 | 0.600 |

cargas verticales (t/ml)

| tierras | dovela | zapata | totales |
|---|---|---|---|
| 4.734 | 39.345 | 5.106 | 72.185 |

tor eje dovela (t·m/ml)

| tierras | dovela | zapata | reacción |
|---|---|---|---|
| 31.326 | 0.000 | 2.382 | -33.675 |

| | |
|---|---|
| flector (t·m/ml) = | 12.936 |
| cortante (t/ml) = | 16.146 |

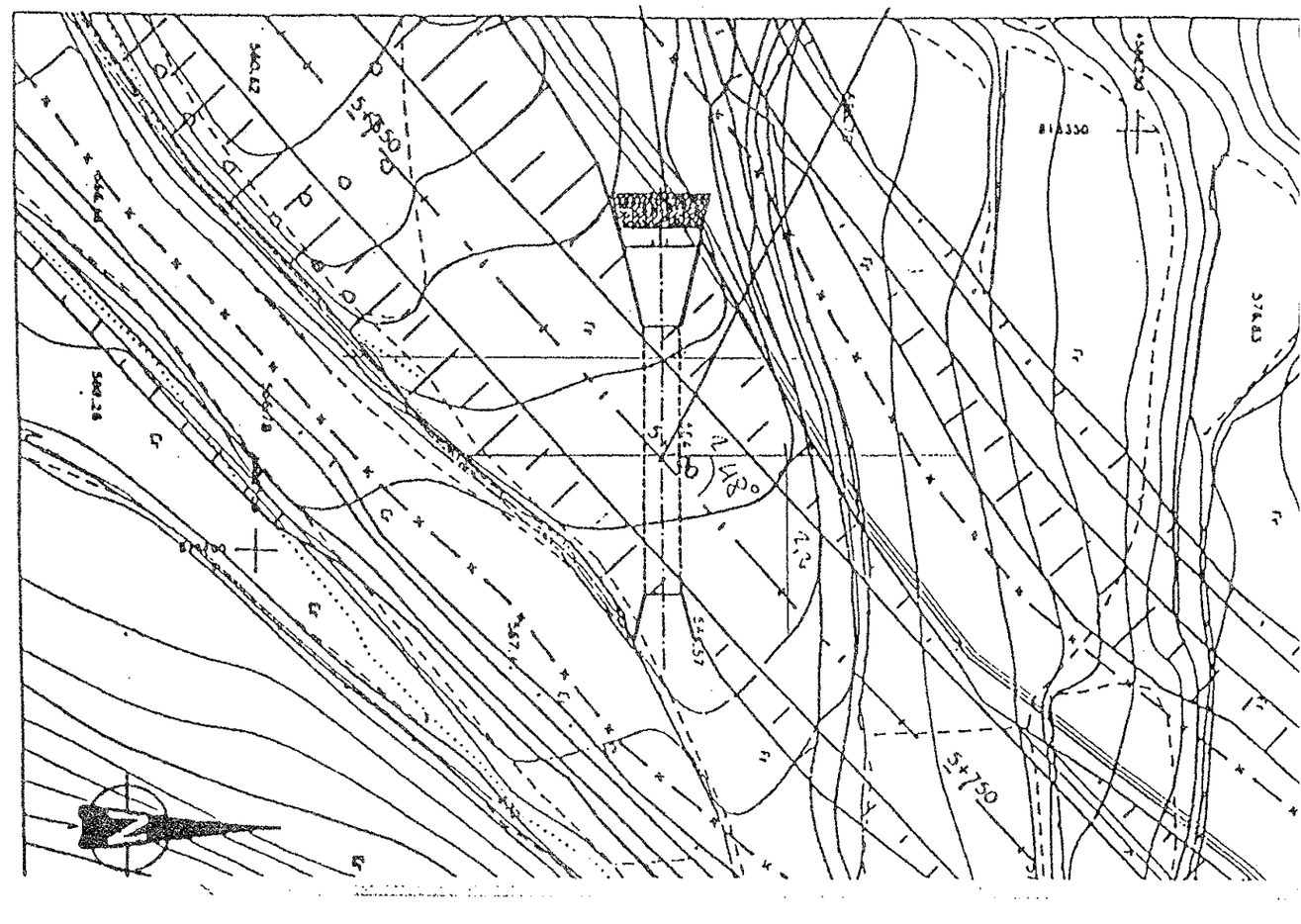
| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 3: pésimo): | 2 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.00020 |
| t/m límite según A.C.I.: | 2590. |
| t/m2 en acero: | 51000. |
| t/m2 en hormigón: | 2500. |
| minoración acero: | 1.150 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.761 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.050 |
| rec medio (m): | 0.050 |
| nº de barras: | 7 |
| separación entre barras (m): | 0.143 |
| diámetro de las barras (m): | 0.01600 |
| sección de acero (cm2): | 14.074 |
| canto (m): | 0.500 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1867. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00019 |

Carga anormal por tren ~ asimetría en zona de embocadilla situada

PI-ASIMETRICA

GENERATED JOINT COORDINATES

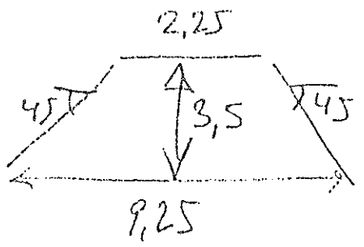
| JOINT | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | 3.230 | .000 | .000 |
| 2 | 3.214 | .000 | .317 |
| 3 | 3.168 | .000 | .630 |
| 4 | 3.091 | .000 | .938 |
| 5 | 2.984 | .000 | 1.236 |
| 6 | 2.849 | .000 | 1.523 |
| 7 | 2.686 | .000 | 1.794 |
| 8 | 2.497 | .000 | 2.049 |
| 9 | 2.284 | .000 | 2.284 |
| 10 | 2.049 | .000 | 2.497 |
| 11 | 1.794 | .000 | 2.686 |
| 12 | 1.523 | .000 | 2.849 |
| 13 | 1.236 | .000 | 2.984 |
| 14 | .938 | .000 | 3.091 |
| 15 | .630 | .000 | 3.168 |
| 16 | .317 | .000 | 3.214 |
| 17 | .000 | .000 | 3.230 |
| 18 | -.317 | .000 | 3.214 |
| 19 | -.630 | .000 | 3.168 |
| 20 | -.938 | .000 | 3.091 |
| 21 | -1.236 | .000 | 2.984 |
| 22 | -1.523 | .000 | 2.849 |
| 23 | -1.794 | .000 | 2.686 |
| 24 | -2.049 | .000 | 2.497 |
| 25 | -2.284 | .000 | 2.284 |
| 26 | -2.497 | .000 | 2.049 |
| 27 | -2.686 | .000 | 1.794 |
| 28 | -2.849 | .000 | 1.523 |
| 29 | -2.984 | .000 | 1.236 |
| 30 | -3.091 | .000 | .938 |
| 31 | -3.168 | .000 | .630 |
| 32 | -3.214 | .000 | .317 |
| 33 | -3.230 | .000 | .000 |
| 34 | 4.905 | .000 | .000 |
| 35 | 4.878 | .000 | .421 |
| 36 | 4.836 | .000 | .840 |
| 37 | 4.773 | .000 | 1.254 |
| 38 | 4.688 | .000 | 1.660 |
| 39 | 4.578 | .000 | 2.054 |
| 40 | 4.428 | .000 | 2.433 |
| 41 | 4.259 | .000 | 2.788 |
| 42 | 4.026 | .000 | 3.109 |
| 43 | 3.716 | .000 | 3.382 |
| 44 | 3.309 | .000 | 3.593 |
| 45 | 2.830 | .000 | 3.752 |
| 46 | 2.305 | .000 | 3.870 |
| 47 | 1.755 | .000 | 3.954 |
| 48 | 1.196 | .000 | 4.004 |
| 49 | .641 | .000 | 4.017 |
| 50 | .103 | .000 | 3.988 |
| 51 | -.406 | .000 | 3.909 |
| 52 | -.891 | .000 | 3.788 |



Cálculo anillo Nro 1:

Angulo
recto → 90°
OD ⇒ 178°

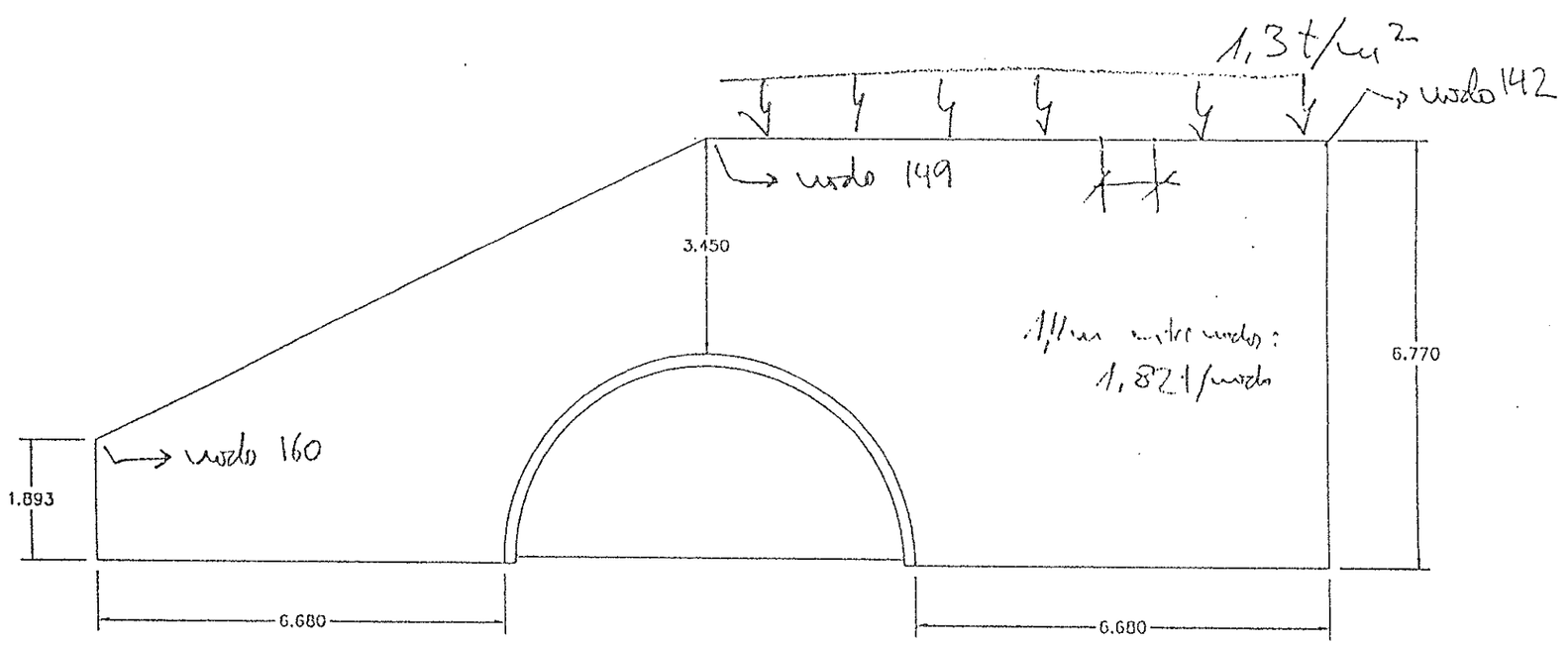
Carga vertical a nivel de clave: 12 t/m

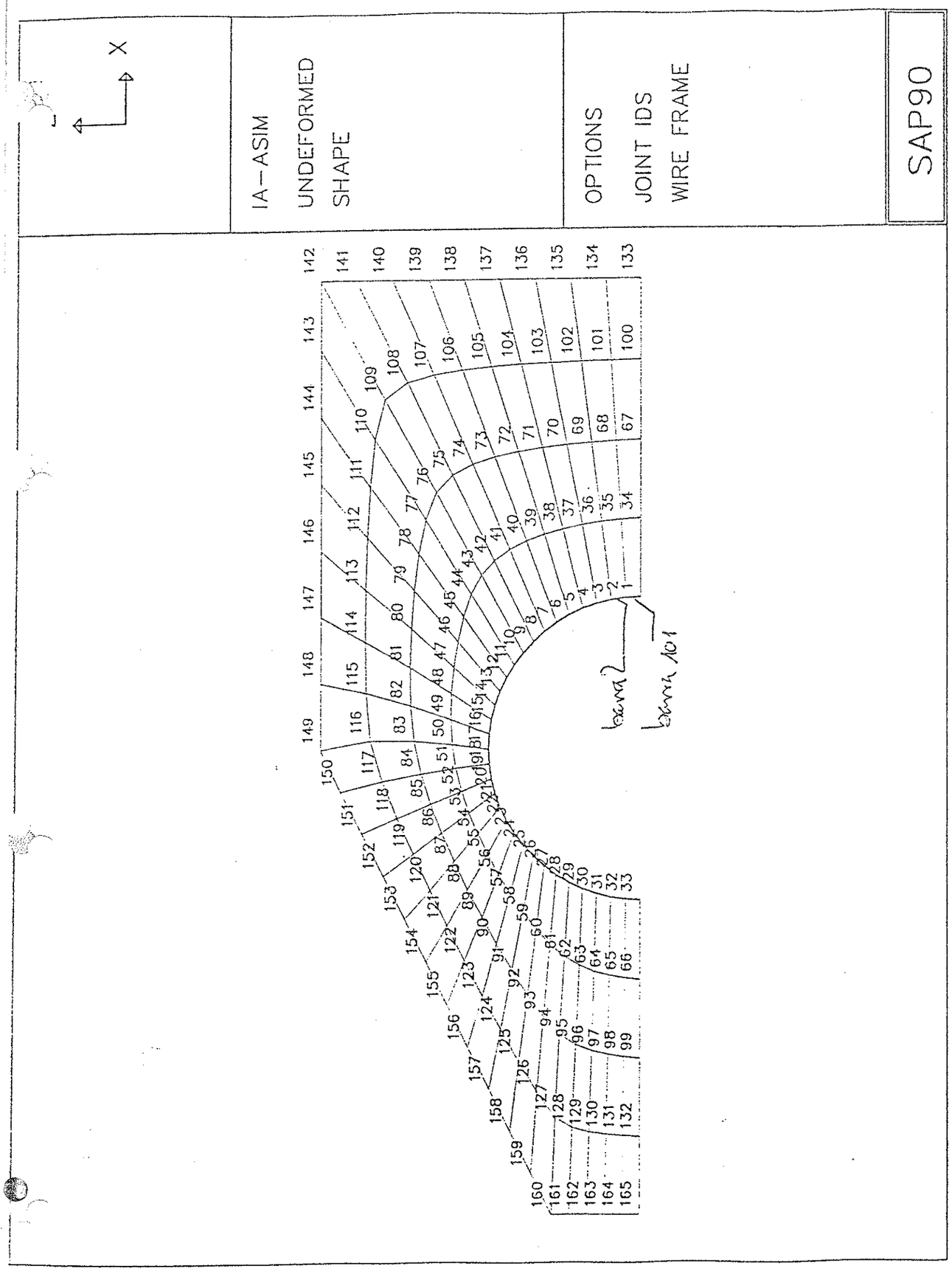



19 t/m = N min

7,6 t/m = N max

12 t/m / 9,25 m = 1,3 t/m²








PI-ASIMETRICA

GENERATED JOINT COORDINATES

| JOINT | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 53 | -1.358 | .000 | 3.634 |
| 54 | -1.812 | .000 | 3.451 |
| 55 | -2.252 | .000 | 3.243 |
| 56 | -2.678 | .000 | 3.014 |
| 57 | -3.088 | .000 | 2.765 |
| 58 | -3.476 | .000 | 2.498 |
| 59 | -3.835 | .000 | 2.216 |
| 60 | -4.153 | .000 | 1.921 |
| 61 | -4.413 | .000 | 1.615 |
| 62 | -4.601 | .000 | 1.302 |
| 63 | -4.730 | .000 | .983 |
| 64 | -4.815 | .000 | .658 |
| 65 | -4.870 | .000 | .330 |
| 66 | -4.905 | .000 | .000 |
| 67 | 6.580 | .000 | .000 |
| 68 | 6.556 | .000 | .529 |
| 69 | 6.523 | .000 | 1.055 |
| 70 | 6.479 | .000 | 1.578 |
| 71 | 6.418 | .000 | 2.095 |
| 72 | 6.337 | .000 | 2.602 |
| 73 | 6.228 | .000 | 3.094 |
| 74 | 6.074 | .000 | 3.561 |
| 75 | 5.845 | .000 | 3.984 |
| 76 | 5.478 | .000 | 4.329 |
| 77 | 4.897 | .000 | 4.553 |
| 78 | 4.182 | .000 | 4.697 |
| 79 | 3.398 | .000 | 4.791 |
| 80 | 2.582 | .000 | 4.850 |
| 81 | 1.758 | .000 | 4.876 |
| 82 | .947 | .000 | 4.864 |
| 83 | .177 | .000 | 4.795 |
| 84 | -.520 | .000 | 4.646 |
| 85 | -1.170 | .000 | 4.443 |
| 86 | -1.793 | .000 | 4.204 |
| 87 | -2.401 | .000 | 3.941 |
| 88 | -2.996 | .000 | 3.659 |
| 89 | -3.579 | .000 | 3.362 |
| 90 | -4.147 | .000 | 3.051 |
| 91 | -4.696 | .000 | 2.728 |
| 92 | -5.214 | .000 | 2.396 |
| 93 | -5.678 | .000 | 2.057 |
| 94 | -6.050 | .000 | 1.715 |
| 95 | -6.277 | .000 | 1.374 |
| 96 | -6.412 | .000 | 1.033 |
| 97 | -6.493 | .000 | .690 |
| 98 | -6.544 | .000 | .345 |
| 99 | -6.580 | .000 | .000 |
| 100 | 8.255 | .000 | .000 |
| 101 | 8.241 | .000 | .638 |
| 102 | 8.224 | .000 | 1.274 |
| 103 | 8.200 | .000 | 1.909 |
| 104 | 8.168 | .000 | 2.540 |

PI-ASIMETRICA

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

| JOINT | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 105 | 8.125 | .000 | 3.166 |
| 106 | 8.062 | .000 | 3.781 |
| 107 | 7.967 | .000 | 4.378 |
| 108 | 7.800 | .000 | 4.935 |
| 109 | 7.456 | .000 | 5.397 |
| 110 | 6.617 | .000 | 5.593 |
| 111 | 5.604 | .000 | 5.692 |
| 112 | 4.523 | .000 | 5.748 |
| 113 | 3.417 | .000 | 5.779 |
| 114 | 2.306 | .000 | 5.788 |
| 115 | 1.212 | .000 | 5.766 |
| 116 | .177 | .000 | 5.682 |
| 117 | -.680 | .000 | 5.438 |
| 118 | -1.475 | .000 | 5.133 |
| 119 | -2.245 | .000 | 4.800 |
| 120 | -3.002 | .000 | 4.451 |
| 121 | -3.751 | .000 | 4.091 |
| 122 | -4.494 | .000 | 3.723 |
| 123 | -5.227 | .000 | 3.349 |
| 124 | -5.948 | .000 | 2.968 |
| 125 | -6.646 | .000 | 2.583 |
| 126 | -7.296 | .000 | 2.196 |
| 127 | -7.831 | .000 | 1.813 |
| 128 | -8.047 | .000 | 1.446 |
| 129 | -8.147 | .000 | 1.085 |
| 130 | -8.201 | .000 | .723 |
| 131 | -8.232 | .000 | .362 |
| 132 | -8.255 | .000 | .000 |
| 133 | 9.930 | .000 | .000 |
| 134 | 9.930 | .000 | .748 |
| 135 | 9.930 | .000 | 1.496 |
| 136 | 9.930 | .000 | 2.243 |
| 137 | 9.930 | .000 | 2.991 |
| 138 | 9.930 | .000 | 3.739 |
| 139 | 9.930 | .000 | 4.487 |
| 140 | 9.931 | .000 | 5.234 |
| 141 | 9.931 | .000 | 5.982 |
| 142 | 9.931 | .000 | 6.730 |
| 143 | 8.512 | .000 | 6.730 |
| 144 | 7.093 | .000 | 6.730 |
| 145 | 5.675 | .000 | 6.730 |
| 146 | 4.256 | .000 | 6.730 |
| 147 | 2.837 | .000 | 6.730 |
| 148 | 1.419 | .000 | 6.730 |
| 149 | .000 | .000 | 6.730 |
| 150 | -.903 | .000 | 6.290 |
| 151 | -1.806 | .000 | 5.851 |
| 152 | -2.708 | .000 | 5.411 |
| 153 | -3.611 | .000 | 4.971 |
| 154 | -4.514 | .000 | 4.531 |
| 155 | -5.417 | .000 | 4.092 |
| 156 | -6.320 | .000 | 3.652 |



PI-ASIMETRICA

G E N E R A T E D J O I N T C O O R D I N A T E S

| JOINT | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 157 | -7.223 | .000 | 3.212 |
| 158 | -8.125 | .000 | 2.772 |
| 159 | -9.028 | .000 | 2.333 |
| 160 | -9.931 | .000 | 1.893 |
| 161 | -9.931 | .000 | 1.514 |
| 162 | -9.931 | .000 | 1.136 |
| 163 | -9.930 | .000 | .757 |
| 164 | -9.930 | .000 | .379 |
| 165 | -9.930 | .000 | .000 |

PI-ASIMETRICA

S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

| PROP ID | AREA | TORSIONAL INERTIA | MOMENTS OF INERTIA I33 | I22 | SHEAR AREAS A2 | A3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .180E+00 | .17236E-02 | .48600E-03 | .15000E-01 | .150E+00 | .150E+00 |

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

| PROP ID | MODULUS OF ELASTICITY | SHEAR MODULUS | WEIGHT PER UNIT LEN | MASS PER UNIT LEN | THERMAL EXPANSION |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .2500E-07 | .9615E-06 | .4500E-00 | .0000E-00 | .0000E-00 |

A S O L I D C O N T R O L D A T A

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

| MAT ID | NUMBER TEMPS | WEIGHT PER UNIT VOL | MASS PER UNIT VOL | REFERENCE ANGLE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | .2000E+01 | .0000E+00 | .000 |

M A T E R I A L P R O P E R T I E S

| MAT ID | TEMP ID | TEMP | MODULUS OF ELASTICITY R-DIR | S-DIR | T-DIR | POISSONS RATIO R-DIR | S-DIR | T-DIR | SHEAR MOD R-S PLANE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | .00 | .3000E+04 | .3000E-04 | .3000E-04 | .300 | .300 | .300 | .1154E+04 |

J O I N T L O A D S

| JOINT | LOAD | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 142 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.117E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E+00 |
| 143 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.117E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E+00 |
| 144 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.117E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E+00 |
| 145 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.117E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E+00 |
| 146 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.117E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E+00 |
| 147 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.117E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E+00 |
| 148 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.117E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E+00 |
| 149 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.117E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E+00 |

Cargas de peso propio para ancho unitario al nivel de coronación de la bóveda: 1.17 t para nudos separados 0.9 m.

(*)



PI-ASIMETRICA

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

| ELT ID | LOAD COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -44.401 | | | |
| | | .000 | -4.004 | .000 | | | | |
| | | .317 | -4.011 | -1.270 | | | | |
| | | .317 | | | -44.258 | | | |
| 102 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -43.317 | | | |
| | | .000 | -1.860 | -1.270 | | | | |
| | | .317 | -1.881 | -1.863 | | | | |
| | | .317 | | | -43.176 | | | |
| 103 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -41.801 | | | |
| | | .000 | -.359 | -1.863 | | | | |
| | | .317 | -.393 | -1.982 | | | | |
| | | .317 | | | -41.663 | | | |
| 104 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -39.855 | | | |
| | | .000 | .679 | -1.982 | | | | |
| | | .317 | .631 | -1.775 | | | | |
| | | .317 | | | -39.721 | | | |
| 105 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -37.553 | | | |
| | | .000 | 1.357 | -1.775 | | | | |
| | | .317 | 1.297 | -1.354 | | | | |
| | | .317 | | | -37.424 | | | |
| 106 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -34.990 | | | |
| | | .000 | 1.752 | -1.354 | | | | |
| | | .317 | 1.679 | -.810 | | | | |
| | | .317 | | | -34.868 | | | |
| 107 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -32.270 | | | |
| | | .000 | 1.911 | -.810 | | | | |
| | | .317 | 1.826 | -.218 | | | | |
| | | .317 | | | -32.155 | | | |
| 108 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -29.505 | | | |
| | | .000 | 1.865 | -.218 | | | | |
| | | .317 | 1.769 | .358 | | | | |
| | | .317 | | | -29.399 | | | |
| 109 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -26.836 | | | |

PI-ASIMETRICA

FRAME ELEMENT FORCES

| ELT ID | LOAD COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | .000 | 1.654 | .358 | | | | |
| | | .317 | 1.548 | .865 | | | | |
| | | .317 | | | -26.740 | | | |
| 110 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -24.431 | | | |
| | | .000 | 1.335 | .865 | | | | |
| | | .317 | 1.221 | 1.270 | | | | |
| | | .317 | | | -24.346 | | | |
| 111 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -22.470 | | | |
| | | .000 | .996 | 1.270 | | | | |
| | | .317 | .874 | 1.567 | | | | |
| | | .317 | | | -22.397 | | | |
| 112 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -20.973 | | | |
| | | .000 | .668 | 1.567 | | | | |
| | | .317 | .539 | 1.758 | | | | |
| | | .317 | | | -20.912 | | | |
| 113 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -19.907 | | | |
| | | .000 | .339 | 1.758 | | | | |
| | | .317 | .205 | 1.844 | | | | |
| | | .317 | | | -19.859 | | | |
| 114 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -19.243 | | | |
| | | .000 | -.002 | 1.844 | | | | |
| | | .317 | -.140 | 1.822 | | | | |
| | | .317 | | | -19.208 | | | |
| 115 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -18.964 | | | |
| | | .000 | -.353 | 1.822 | | | | |
| | | .317 | -.494 | 1.688 | | | | |
| | | .317 | | | -18.943 | | | |
| 116 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -19.054 | | | |
| | | .000 | -.693 | 1.688 | | | | |
| | | .317 | -.835 | 1.445 | | | | |
| | | .317 | | | -19.047 | | | |
| 117 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -19.492 | | | |
| | | .000 | -.995 | 1.445 | | | | |
| | | .317 | -1.138 | 1.107 | | | | |
| | | .317 | | | -19.499 | | | |



PI-ASIMETRICA

FRAME ELEMENT FORCES

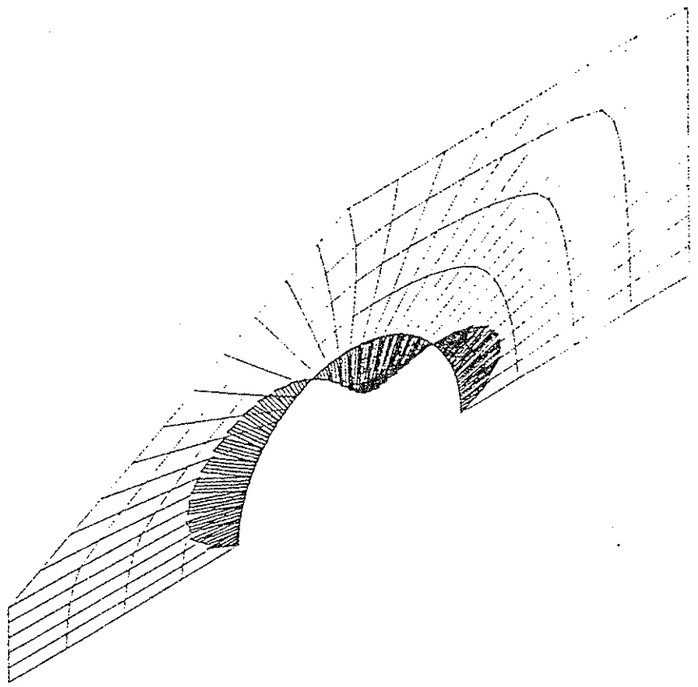
| ELT ID | LOAD COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -20.236 | | | |
| | | .000 | -1.232 | 1.107 | | | | |
| | | .317 | -1.374 | .694 | | | | |
| | | .317 | | | -20.257 | | | |
| 119 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -21.227 | | | |
| | | .000 | -1.384 | .694 | | | | |
| | | .317 | -1.522 | .234 | | | | |
| | | .317 | | | -21.262 | | | |
| 120 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -22.393 | | | |
| | | .000 | -1.433 | .234 | | | | |
| | | .317 | -1.568 | -.242 | | | | |
| | | .317 | | | -22.441 | | | |
| 121 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -23.666 | | | |
| | | .000 | -1.383 | -.242 | | | | |
| | | .317 | -1.511 | -.701 | | | | |
| | | .317 | | | -23.727 | | | |
| 122 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -24.987 | | | |
| | | .000 | -1.254 | -.701 | | | | |
| | | .317 | -1.377 | -1.118 | | | | |
| | | .317 | | | -25.060 | | | |
| 123 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -26.319 | | | |
| | | .000 | -1.096 | -1.118 | | | | |
| | | .317 | -1.211 | -1.483 | | | | |
| | | .317 | | | -26.404 | | | |
| 124 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -27.643 | | | |
| | | .000 | -.954 | -1.483 | | | | |
| | | .317 | -1.060 | -1.802 | | | | |
| | | .317 | | | -27.739 | | | |
| 125 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -28.950 | | | |
| | | .000 | -.847 | -1.802 | | | | |
| | | .317 | -.943 | -2.086 | | | | |
| | | .317 | | | -29.056 | | | |
| 126 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -30.224 | | | |

PI-ASIMETRICA

FRAME ELEMENT FORCES

| ELT | LOAD ID | COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | .000 | -.754 | -2.086 | | | | |
| | | | .317 | -.839 | -2.339 | | | | |
| | | | .317 | | | -30.359 | | | |
| 127 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -31.423 | | | |
| | | | .000 | -.606 | -2.339 | | | | |
| | | | .317 | -.679 | -2.542 | | | | |
| | | | .317 | | | -31.546 | | | |
| 128 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -32.452 | | | |
| | | | .000 | -.295 | -2.542 | | | | |
| | | | .317 | -.356 | -2.646 | | | | |
| | | | .317 | | | -32.581 | | | |
| 129 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -33.144 | | | |
| | | | .000 | .298 | -2.646 | | | | |
| | | | .317 | .250 | -2.559 | | | | |
| | | | .317 | | | -33.278 | | | |
| 130 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -33.396 | | | |
| | | | .000 | 1.232 | -2.559 | | | | |
| | | | .317 | 1.198 | -2.174 | | | | |
| | | | .317 | | | -33.534 | | | |
| 131 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -33.169 | | | |
| | | | .000 | 2.550 | -2.174 | | | | |
| | | | .317 | 2.529 | -1.369 | | | | |
| | | | .317 | | | -33.310 | | | |
| 132 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -32.474 | | | |
| | | | .000 | 4.322 | -1.369 | | | | |
| | | | .317 | 4.315 | .000 | | | | |
| | | | .317 | | | -32.617 | | | |

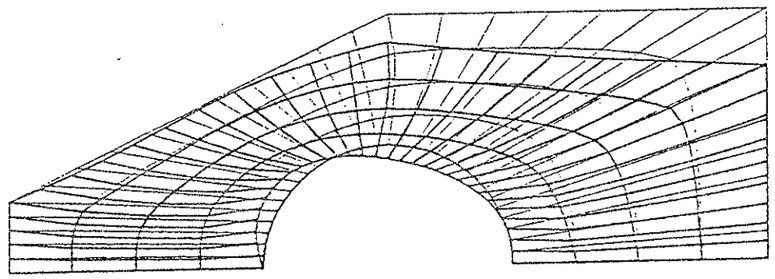
Sostituire con 1Φ16 passo 8 (fessura 0,26 mm)



IA-ASIM
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 1

MIN < 128>
-.2646E+01
AT .32
MAX < 113>
.1844E+01
AT .32

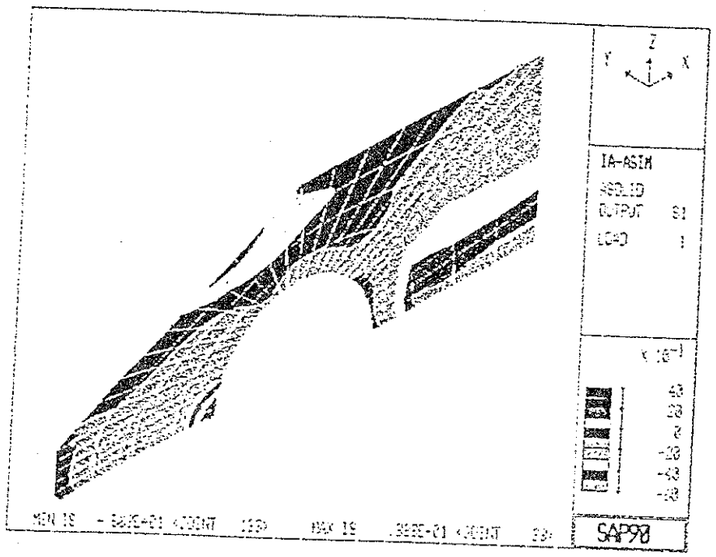
SAP90

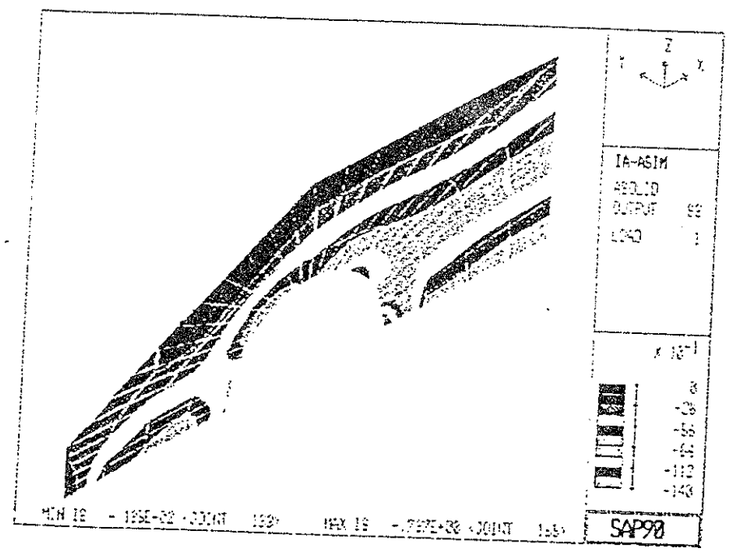


IA-ASIM
DEFORMED
SHAPE
LOAD 1

MINIMA
X -.4293E-02
Y .0000E+00
Z -.1388E-01
MAXIMA
X .6184E-03
Y .0000E+00
Z .8129E-03

SAP90




(*) se repite el cálculo para una presión equivalente y modelo reparado 1,4 m: situación final rehabilitada en cálculo a continuación.

PI-4SIMETRICA

F R A M E  E L E M E N T  F O R C E S

| ELT ID | LOAD COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -46.032 | | | |
| | | .000 | -4.152 | .000 | | | | |
| | | .317 | -4.159 | -1.317 | | | | |
| | | .317 | | | -45.590 | | | |
| 102 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -44.592 | | | |
| | | .000 | -1.923 | -1.317 | | | | |
| | | .317 | -1.944 | -1.930 | | | | |
| | | .317 | | | -44.751 | | | |
| 103 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -43.303 | | | |
| | | .000 | -.360 | -1.930 | | | | |
| | | .317 | -.395 | -2.050 | | | | |
| | | .317 | | | -43.164 | | | |
| 104 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -41.367 | | | |
| | | .000 | .721 | -2.050 | | | | |
| | | .317 | .673 | -1.829 | | | | |
| | | .317 | | | -41.133 | | | |
| 105 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -38.860 | | | |
| | | .000 | 1.429 | -1.829 | | | | |
| | | .317 | 1.368 | -1.386 | | | | |
| | | .317 | | | -38.732 | | | |
| 106 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -36.181 | | | |
| | | .000 | 1.843 | -1.386 | | | | |
| | | .317 | 1.770 | -.813 | | | | |
| | | .317 | | | -36.059 | | | |
| 107 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -33.327 | | | |
| | | .000 | 2.011 | -.813 | | | | |
| | | .317 | 1.926 | -.159 | | | | |
| | | .317 | | | -33.223 | | | |
| 08 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -30.444 | | | |
| | | .000 | 1.966 | -.159 | | | | |
| | | .317 | 1.870 | .419 | | | | |
| | | .317 | | | -30.339 | | | |
| 109 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -27.552 | | | |



PI-4SIMETRICA

F R A M E  E L E M E N T  F O R C E S

| ELT ID | LOAD COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | .000 | 1.748 | .419 | | | | |
| | | .317 | 1.642 | .956 | | | | |
| | | .317 | | | -27.556 | | | |
| 110 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -25.135 | | | |
| | | .000 | 1.413 | .956 | | | | |
| | | .317 | 1.299 | 1.386 | | | | |
| | | .317 | | | -25.050 | | | |
| 111 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -23.084 | | | |
| | | .000 | 1.053 | 1.386 | | | | |
| | | .317 | .931 | 1.701 | | | | |
| | | .317 | | | -23.010 | | | |
| 112 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -21.520 | | | |
| | | .000 | .697 | 1.701 | | | | |
| | | .317 | .568 | 1.901 | | | | |
| | | .317 | | | -21.460 | | | |
| 113 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -20.414 | | | |
| | | .000 | .335 | 1.901 | | | | |
| | | .317 | .201 | 1.986 | | | | |
| | | .317 | | | -20.366 | | | |
| 114 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -19.740 | | | |
| | | .000 | -.042 | 1.986 | | | | |
| | | .317 | -.180 | 1.951 | | | | |
| | | .317 | | | -19.705 | | | |
| 115 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -19.478 | | | |
| | | .000 | -.426 | 1.951 | | | | |
| | | .317 | -.567 | 1.794 | | | | |
| | | .317 | | | -19.457 | | | |
| 116 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -19.611 | | | |
| | | .000 | -.794 | 1.794 | | | | |
| | | .317 | -.937 | 1.519 | | | | |
| | | .317 | | | -19.604 | | | |
| 117 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -20.112 | | | |
| | | .000 | -1.117 | 1.519 | | | | |
| | | .317 | -1.259 | 1.143 | | | | |
| | | .317 | | | -20.119 | | | |

PI-ASIMETRICA

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

| ELT | LOAD ID | COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -30.931 | | | |
| | | | .000 | -1.364 | 1.143 | | | | |
| | | | .317 | -1.505 | .665 | | | | |
| | | | .317 | | | -30.951 | | | |
| 119 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -22.000 | | | |
| | | | .000 | -1.514 | .668 | | | | |
| | | | .317 | -1.653 | .185 | | | | |
| | | | .317 | | | -22.035 | | | |
| 120 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -23.239 | | | |
| | | | .000 | -1.550 | .186 | | | | |
| | | | .317 | -1.684 | -.327 | | | | |
| | | | .317 | | | -23.287 | | | |
| 121 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -24.571 | | | |
| | | | .000 | -1.475 | -.327 | | | | |
| | | | .317 | -1.604 | -.815 | | | | |
| | | | .317 | | | -24.622 | | | |
| 122 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -25.933 | | | |
| | | | .000 | -1.316 | -.815 | | | | |
| | | | .317 | -1.439 | -1.251 | | | | |
| | | | .317 | | | -26.006 | | | |
| 123 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -27.286 | | | |
| | | | .000 | -1.129 | -1.251 | | | | |
| | | | .317 | -1.243 | -1.627 | | | | |
| | | | .317 | | | -27.381 | | | |
| 124 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -28.612 | | | |
| | | | .000 | -.961 | -1.627 | | | | |
| | | | .317 | -1.067 | -1.949 | | | | |
| | | | .317 | | | -28.708 | | | |
| 125 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -29.905 | | | |
| | | | .000 | -.836 | -1.949 | | | | |
| | | | .317 | -.932 | -2.229 | | | | |
| | | | .317 | | | -30.011 | | | |
| 126 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -31.150 | | | |



PI-ASIMETRICA

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

| ELT | LOAD ID | COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | .000 | -.730 | -2.229 | | | | |
| | | | .317 | -.814 | -2.473 | | | | |
| | | | .317 | | | -31.265 | | | |
| 127 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -32.307 | | | |
| | | | .000 | -.572 | -2.473 | | | | |
| | | | .317 | -.646 | -2.666 | | | | |
| | | | .317 | | | -32.429 | | | |
| 128 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -33.291 | | | |
| | | | .000 | -.252 | -2.666 | | | | |
| | | | .317 | -.314 | -2.756 | | | | |
| | | | .317 | | | -33.410 | | | |
| 129 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -33.906 | | | |
| | | | .000 | .352 | -2.756 | | | | |
| | | | .317 | .304 | -2.652 | | | | |
| | | | .317 | | | -34.040 | | | |
| 130 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -34.081 | | | |
| | | | .000 | 1.304 | -2.652 | | | | |
| | | | .317 | 1.269 | -2.244 | | | | |
| | | | .317 | | | -34.219 | | | |
| 131 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -33.767 | | | |
| | | | .000 | 2.645 | -2.244 | | | | |
| | | | .317 | 2.624 | -1.409 | | | | |
| | | | .317 | | | -33.908 | | | |
| 132 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -32.979 | | | |
| | | | .000 | 4.449 | -1.409 | | | | |
| | | | .317 | 4.442 | .000 | | | | |
| | | | .317 | | | -33.121 | | | |

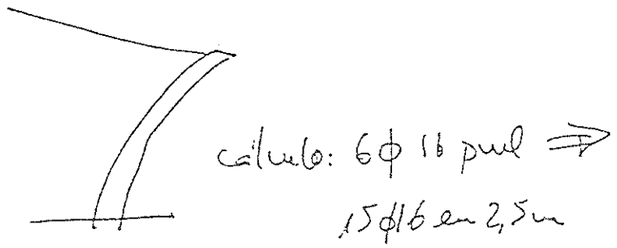
estructuralmente sirve siendo superfluo el anuedo de diseño.

ménsula pésima con 1 t/ml

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en ménsula (m) |
|---|---|---|---|
| 2.762 | 3.017 | 2.241 | 0.000 |
| 1.902 | 2.610 | 2.140 | 0.317 |
| 1.231 | 1.861 | 1.893 | 0.630 |
| 0.729 | 1.237 | 1.572 | 0.938 |
| 0.383 | 0.728 | 1.206 | 1.236 |
| 0.156 | 0.306 | 0.808 | 1.523 |
| 0.089 | 0.065 | 0.489 | 1.794 |
| 0.030 | 0.010 | 0.296 | 2.049 |

| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 3: pésimo): | 3 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.00020 |
| t/m límite según A.C.I.: | 2590. |
| t/m2 en acero: | 51000. |
| t/m2 en hormigón: | 2500. |
| minoración acero: | 1.150 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.637 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.040 |
| rec medio (m): | 0.040 |
| nº de barras: | 6 |
| separación entre barras (m): | 0.167 |
| diámetro de las barras (m): | 0.01600 |
| sección de acero (cm2): | 12.064 |
| canto (m): | 0.180 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1416. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00017 |

OH-FC 5+7.



cálculo: 6φ16 pul ⇒
15φ16 en 2,5m
Diseño: 16φ16+2φ25

mensulas restantes

compactador adyacente: 1.00 t/m

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 1.684 | 1.480 | 2.241 | 0.000 |
| 1.246 | 1.280 | 2.140 | 0.317 |
| 0.871 | 0.913 | 1.893 | 0.630 |
| 0.564 | 0.607 | 1.572 | 0.938 |
| 0.328 | 0.357 | 1.206 | 1.236 |
| 0.176 | 0.150 | 0.808 | 1.523 |
| 0.087 | 0.032 | 0.489 | 1.794 |
| 0.030 | 0.005 | 0.296 | 2.049 |

| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 3: pésimo): | 3 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.00020 |
| t/m límite según A.C.I.: | 2590. |
| t/m2 en acero: | 51000. |
| t/m2 en hormigón: | 2500. |
| minoración acero: | 1.150 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.802 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.040 |
| rec medio (m): | 0.040 |
| nº de barras: | 5 |
| separación entre barras (m): | 0.200 |
| diámetro de las barras (m): | 0.01200 |
| sección de acero (cm2): | 5.655 |
| canto (m): | 0.180 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1897. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00016 |

pul: 5φ12 → 13φ12 en 2.5m

Diseño: 11φ12 y 2φ25
2.5m

D:\FFREDA\ ESQ-FF-1

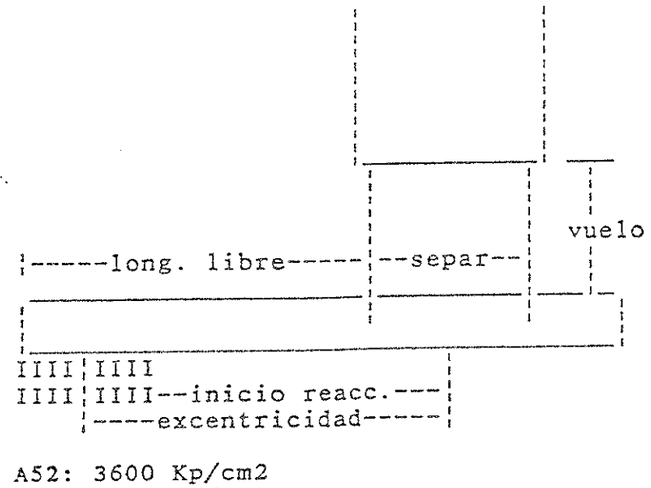
PANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS

| suelo (t/m2) | vert. (t) | vuelco (t·m) |
|---|---|---|
| 10.000 | 2.894 | 1.222 |

| separ. (m) | vuelo dovela (m) | |
|---|---|---|
| 0.080 | 0.250 | 2.500 |

Acero A 42 en esquís
Pandeo de redondos suponiendo
apoyo simple en extremos y
tomando coeficientes de tabla para acero
A 42 agrupados de 10 en 10, mayorando
por 1.5.
Soldadura de espesor de garganta mínimo 6.4 mm

parámetros no convencionales:




A52: 3600 Kp/cm2
A42: 2600 Kp/cm2
A37: 2400 Kp/cm2

compresión en conjunto de barras delanteras (t): 16.722
esbeltez= 11.200 w= 1.000
( 2 pares de redondos del 25)

| carga, flector por esquí (t) | (t·m) |
|---|---|
| .447 | 0.611 |

diseño del upn 180:

| long.apoyo (m) | excentr (m) | ini_reacc (m) |
|---|---|---|
| 0.536 | 0.422 | 0.154 |

| long.libre (m) | flector (t·m) | cortante (t) |
|---|---|---|
| 0.650 | 0.553 | 1.447 |

sigma de comparación mayorada (t/m2): 6116.368

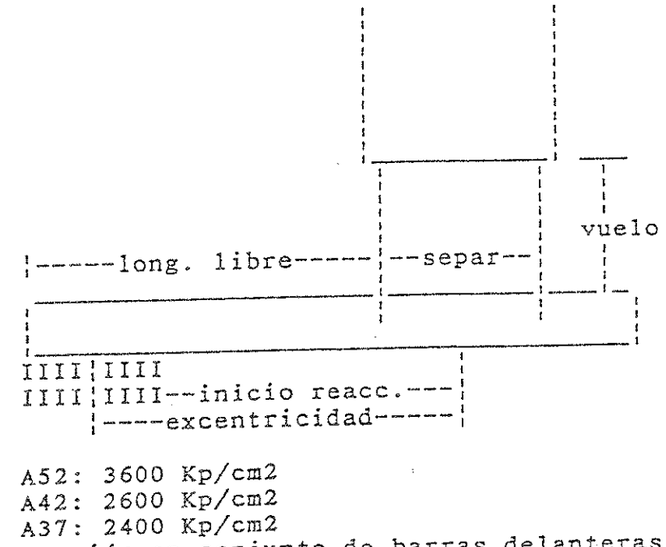
PANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS

| suelo (t/m2) | vert. (t) | vuelco (t·m) |
|---|---|---|
| 10.000 | 1.713 | 0.285 |

| separ. (m) | vuelo dovela (m) | |
|---|---|---|
| 0.080 | 0.250 | 2.500 |

Acero A 42 en esquís
Pandeo de redondos suponiendo
apoyo simple en extremos y
tomando coeficientes de tabla para acero
A 42 agrupados de 10 en 10, mayorando
por 1.5.
Soldadura de espesor de garganta mínimo 6.4 mm

parámetros no convencionales:




A52: 3600 Kp/cm2
A42: 2600 Kp/cm2
A37: 2400 Kp/cm2

compresión en conjunto de barras delanteras (t): 4.419
esbeltez= 11.200 w= 1.000
( 2 pares de redondos del 25)

| carga, flector por esquí (t) | (t·m) |
|---|---|
| 0.857 | 0.142 |

diseño del upn 180:

| long.apoyo (m) | excentr (m) | ini_reacc (m) |
|---|---|---|
| 0.317 | 0.166 | 0.008 |

| long.libre (m) | flector (t·m) | cortante (t) |
|---|---|---|
| 0.285 | 0.110 | 0.769 |

sigma de comparación mayorada (t/m2): 1769.032

D:\PREDA\BACH-1

suponemos modulación constante 2.50000000
restamos 5 cm a todas las barras
separación entre barras de biapoyada: 0.26666668
separación entre barras de ménsulas: 0.26666668

| DOVELA BARRA | | ALTURA (m) | INTERIOR (L.PASO) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) | EXTERIOR (L.TIERRA) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I1 | 1 | 2.237 | 12 | 2.431 | 0.000 | 2·16 | 2.412 | 0.000 |
| I1 | 2 | 2.148 | 25 | 2.308 | 0.000 | 25 | 2.292 | 0.000 |
| I1 | 3 | 2.059 | 12 | 2.190 | 0.000 | 2·16 | 2.176 | 0.000 |
| I1 | 4 | 1.970 | 12 | 2.075 | 0.000 | 2·16 | 2.064 | 0.000 |
| I1 | 5 | 1.881 | 12 | 1.963 | 0.000 | 2·16 | 1.954 | 0.000 |
| I1 | 6 | 1.793 | 12 | 1.854 | 0.000 | 2·16 | 1.846 | 0.000 |
| I1 | 7 | 1.704 | 12 | 1.748 | 0.000 | 2·16 | 1.741 | 0.000 |
| I1 | 8 | 1.615 | 12 | 1.644 | 0.000 | 2·16 | 1.638 | 0.000 |
| I1 | 9 | 1.526 | 25 | 1.541 | 0.000 | 25 | 1.537 | 0.000 |
| I1 | 10 | 1.437 | 12 | 1.441 | 0.000 | 2·16 | 1.437 | 0.000 |
| I2 | 1 | 1.404 | 12 | 1.404 | 0.000 | 2·12 | 1.400 | 0.000 |
| I2 | 2 | 1.315 | 25 | 1.305 | 0.000 | 25 | 1.303 | 0.000 |
| I2 | 3 | 1.226 | 12 | 1.208 | 0.000 | 2·12 | 1.206 | 0.000 |
| I2 | 4 | 1.137 | 12 | 1.113 | 0.000 | 2·12 | 1.111 | 0.000 |
| I2 | 5 | 1.048 | 12 | 1.018 | 0.000 | 12 | 1.017 | 0.000 |
| I2 | 6 | 0.959 | 12 | 0.924 | 0.000 | 12 | 0.923 | 0.000 |
| I2 | 7 | 0.870 | 12 | 0.832 | 0.000 | 12 | 0.831 | 0.000 |
| I2 | 8 | 0.781 | 12 | 0.740 | 0.000 | 12 | 0.739 | 0.000 |
| I2 | 9 | 0.693 | 25 | 0.648 | 0.000 | 25 | 0.648 | 0.000 |
| I2 | 10 | 0.604 | 12 | 0.557 | 0.000 | 12 | 0.557 | 0.000 |

CERCOS

| DOVELA | TERNAS DOBLES | TERNAS SIMPLES | FI (mm) |
|---|---|---|---|
| I1 | 6 | 2 | 8 |
| I2 | 3 | 2 | 8 |

suponemos modulación constante 2.50000000
restamos 5 cm a todas las barras
separación entre barras de biapoyada: 0.26666668
separación entre barras de ménsulas: 0.26666668

| DOVELA BARRA | | ALTURA (m) | INTERIOR (L.PASO) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) | EXTERIOR (L.TIERRA) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | 1 | 2.220 | 12 | 2.408 | 0.000 | 2·12 | 2.389 | 0.000 |
| D | 2 | 2.043 | 25 | 2.168 | 0.000 | 25 | 2.155 | 0.000 |
| D | 3 | 1.865 | 12 | 1.943 | 0.000 | 2·12 | 1.933 | 0.000 |
| D | 4 | 1.687 | 12 | 1.728 | 0.000 | 2·12 | 1.722 | 0.000 |
| D | 5 | 1.509 | 12 | 1.523 | 0.000 | 12 | 1.518 | 0.000 |
| D | 6 | 1.331 | 12 | 1.324 | 0.000 | 12 | 1.321 | 0.000 |
| D | 7 | 1.154 | 12 | 1.131 | 0.000 | 12 | 1.129 | 0.000 |
| D | 8 | 0.976 | 12 | 0.942 | 0.000 | 12 | 0.941 | 0.000 |
| D | 9 | 0.798 | 25 | 0.757 | 0.000 | 25 | 0.756 | 0.000 |
| D | 10 | 0.620 | 12 | 0.574 | 0.000 | 12 | 0.574 | 0.000 |

CERCOS

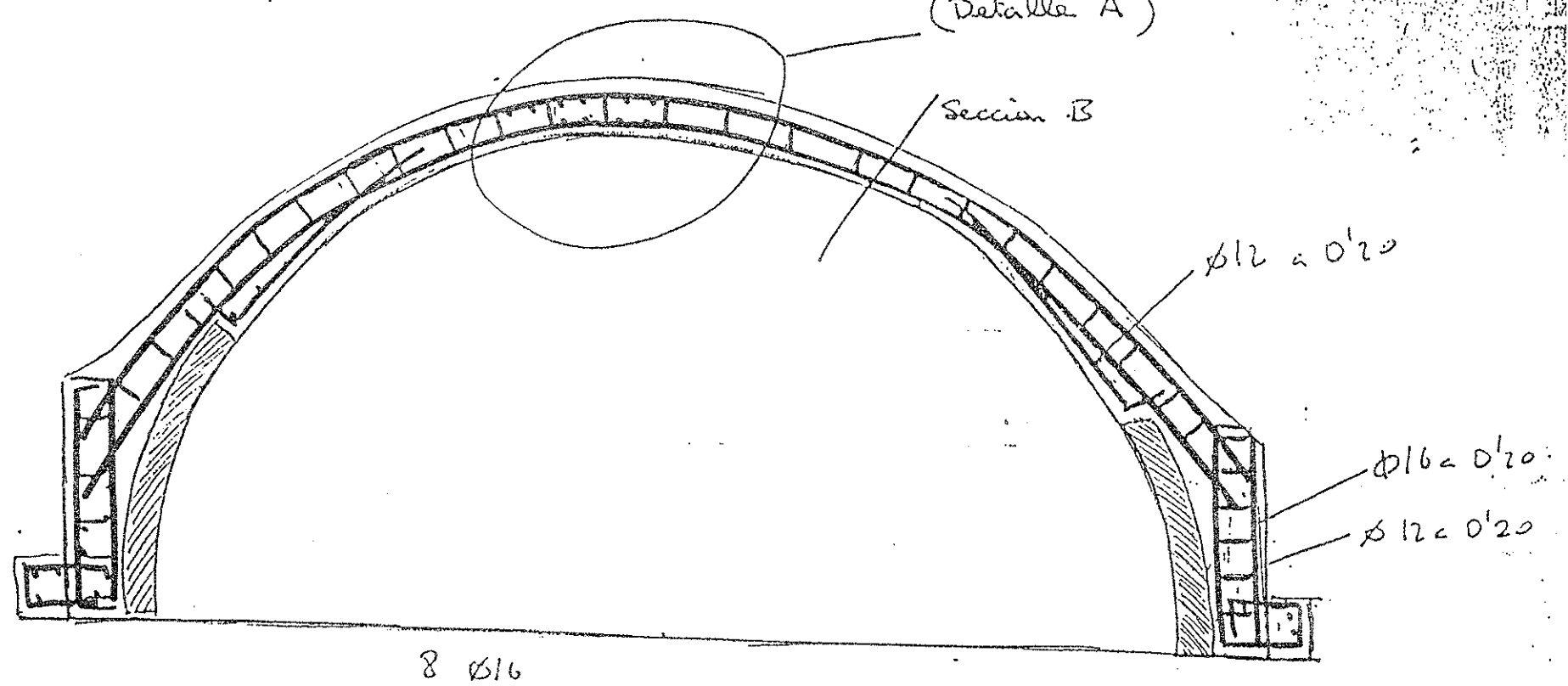
| DOVELA | TERNAS DOBLES | TERNAS SIMPLES | FI (mm) |
|---|---|---|---|
| D | 3 | 4 | 8 |

OBRA DE DRENAJE 5.00

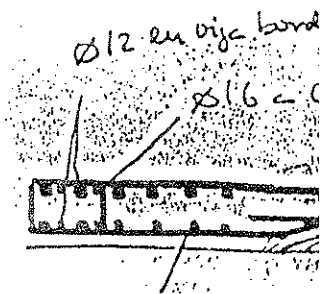
detalle armadura

"revestido" piso de

flauta

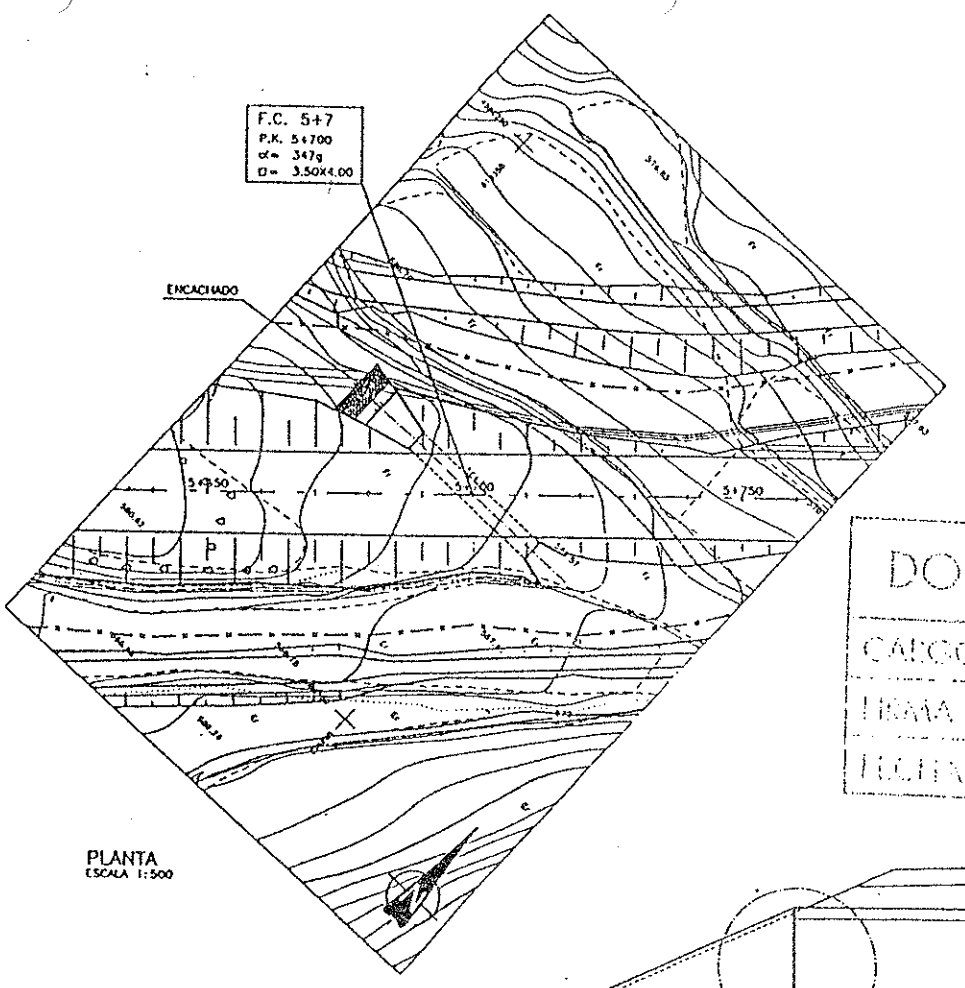


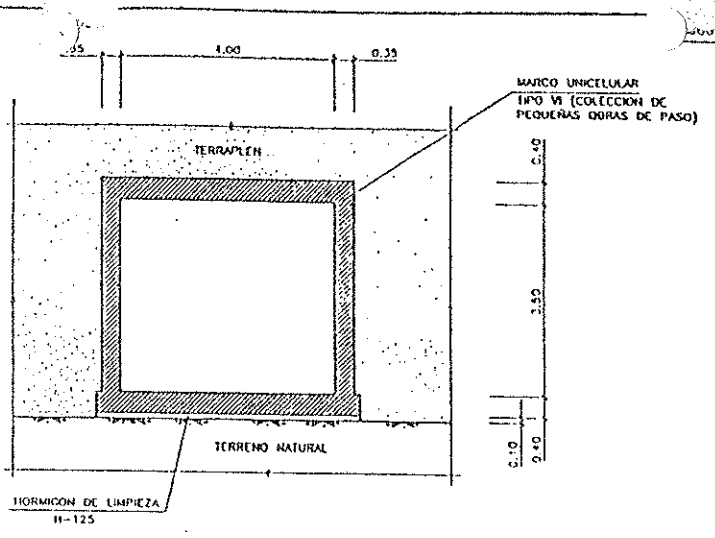

Detalle vigas borde
(Seccion B)




PIB-001 REVISION 0

DISEÑO OH - FC 5+7



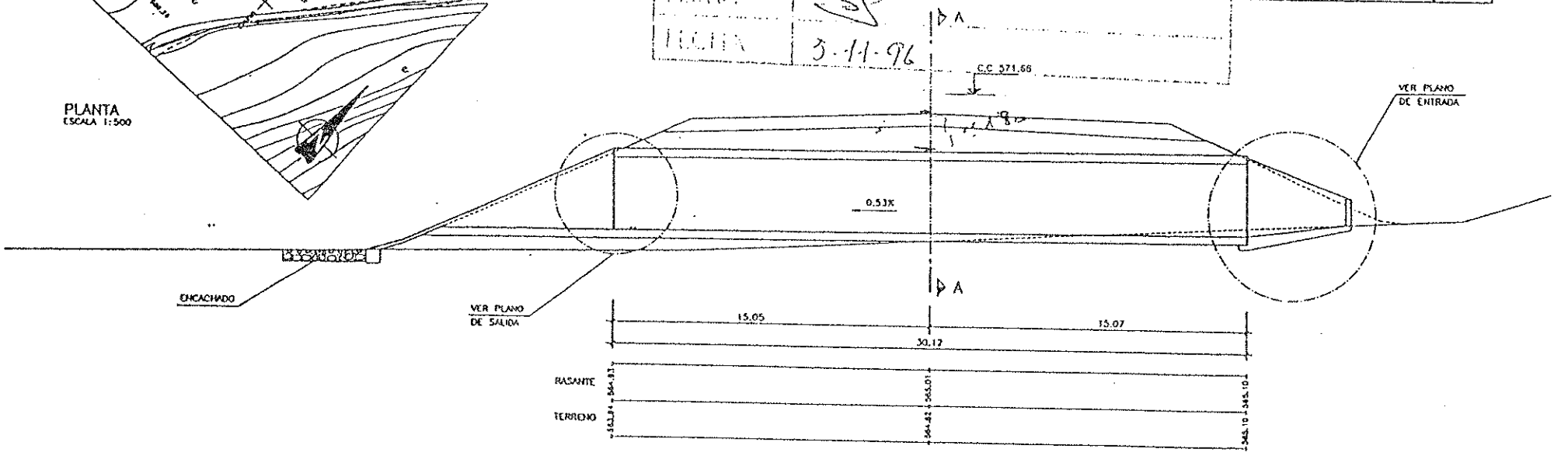

SECCION A-A
ESCALA 1:50

DOCUMENTO CONTROLADO

| | |
|---|---|
| CARGO | |
| FIRMA | SP |
| FECHA | 3-11-96 |

O.O.5+7

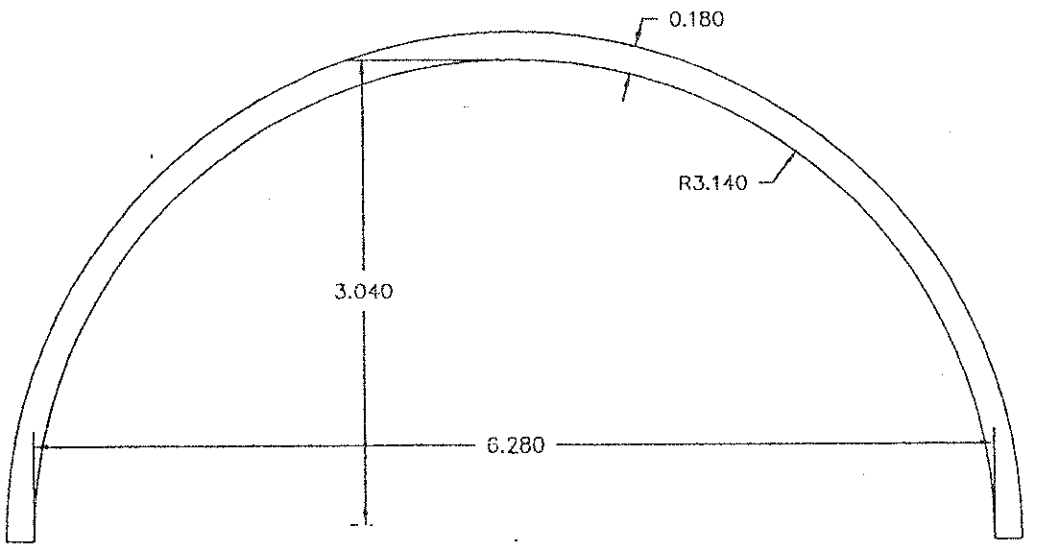
| | COORDENADAS | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| ENTRADA | 618352.10 | 4582174.84 | 565.71 |
| SALIDA | 618329.83 | 4582195.11 | 565.07 |




SECCION LONGITUDINAL
ESCALA 1:100

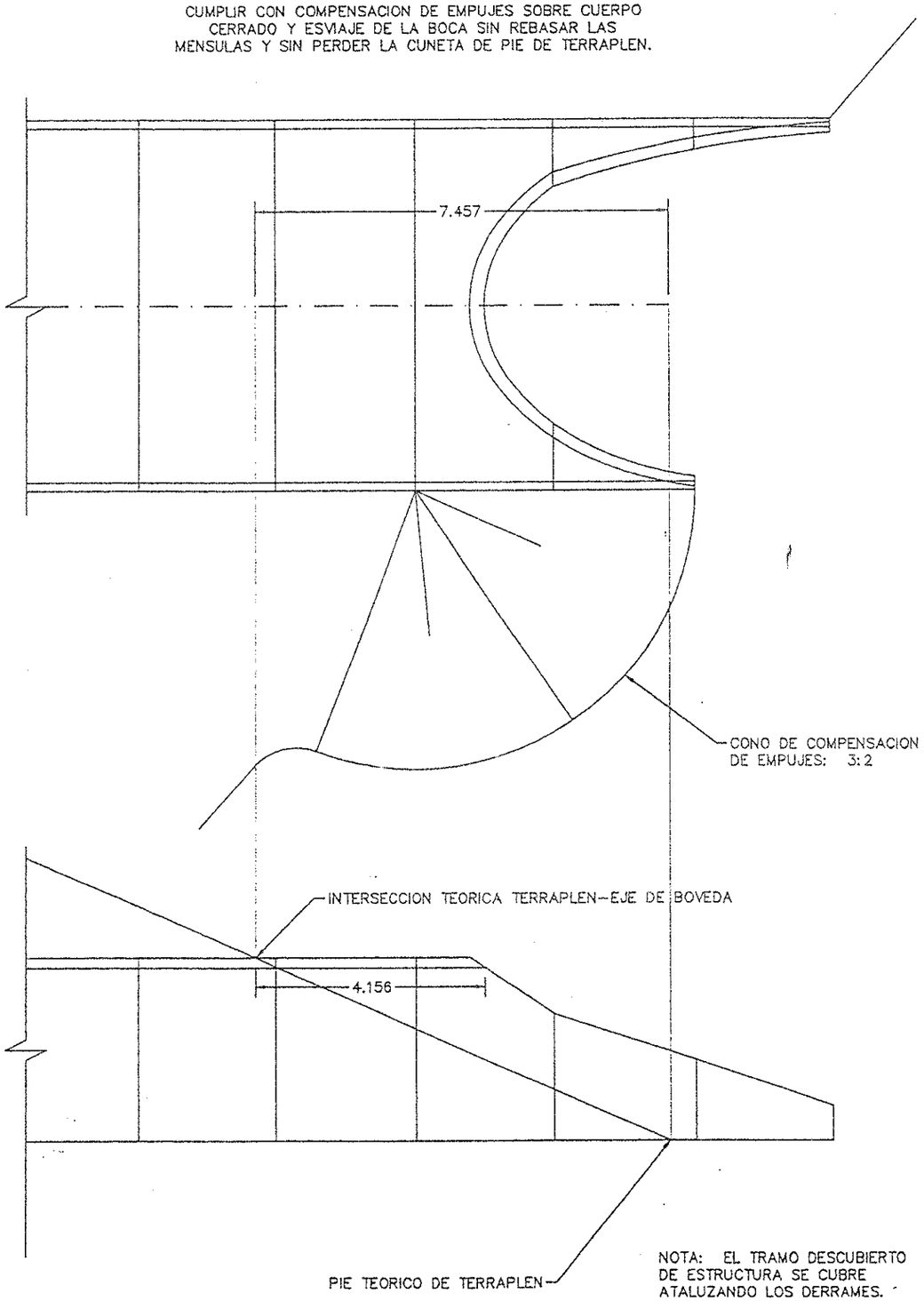
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Política Territorial y Obras Públicas. Secretaría General para los Ferrocarriles de Transporte Ferroviario. Dirección General de Infraestructuras del Transporte Ferroviario. | TITULO DEL PROYECTO: LINEA MADRID-ZARAGOZA TRAMO: CALATAYUD-RICLA. SUBTRAMO 1A | AUTOR DEL PROYECTO: IBERINSA. VÍCTOR MOLINO LAVAD | ESCALA ORIGINAL: VARIAS (NUMÉRICA / GRÁFICA) | FECHA: MAYO 1995 | Nº DE PLANO: 4.2 / Nº DE HOJA: 6 DE 7 | TITULO DEL PLANO: DRENAJE TRANSVERSAL OH - FC 5+7 |

OH-FC 5+7
SECCION TIPO CUERPO CENTRAL
ESCALA 1:50



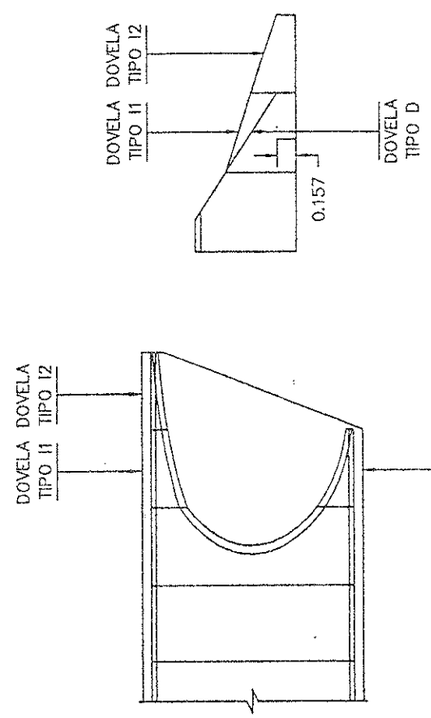
OH-FC 5+7
DETALLE DE EMBOQUILLES
ESCALA 1:100

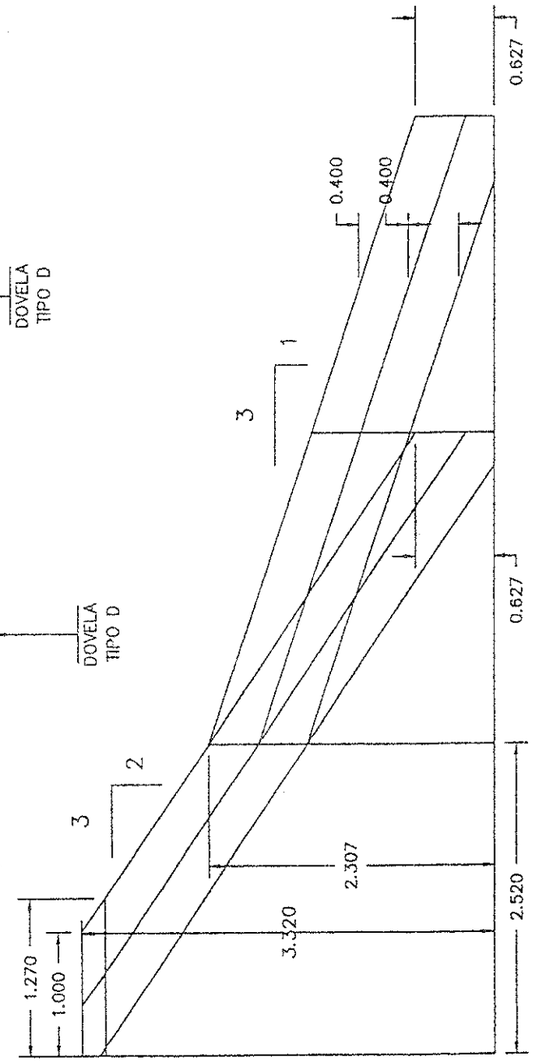
MUY IMPORTANTE: RETRANQUEAR EL EMBOQUILLE PARA CUMPLIR CON COMPENSACION DE EMPUJES SOBRE CUERPO CERRADO Y ESVIAJE DE LA BOCA SIN REBASAR LAS MENSULAS Y SIN PERDER LA CUNETA DE PIE DE TERRAPLEN.




NOTA: EL TRAMO DESCUBIERTO DE ESTRUCTURA SE CUBRE ATALUZANDO LOS DERRAMES.

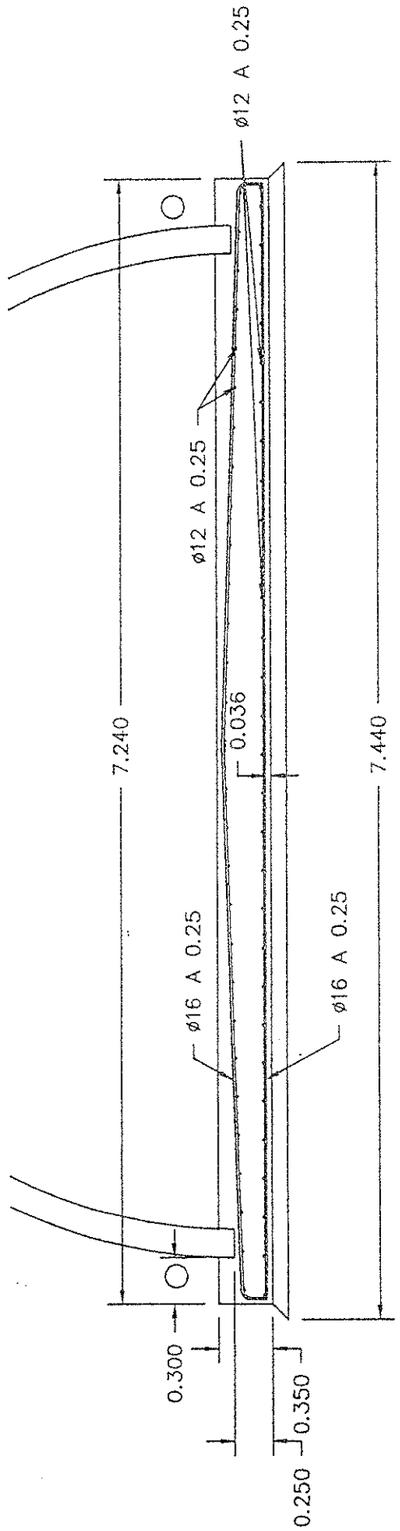
OH-FC 5+7
DEFINICION DOVELAS DE PICO DE FLAUTA



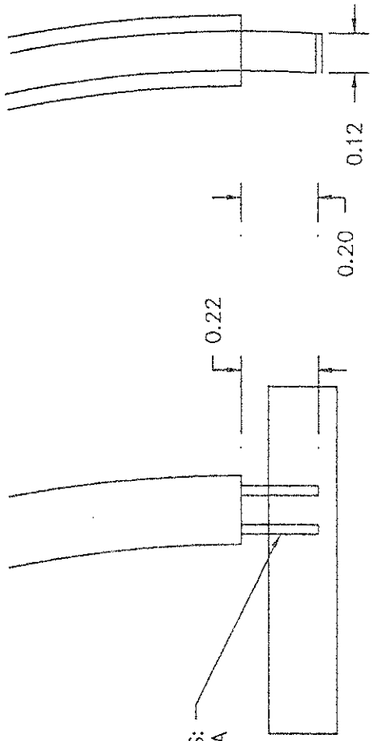



OH-FC 5+7
SOLERA DE PICO DE FLAUTA Y ESPERAS DE MENSULAS
ESCALA 1:40 / SIN ESCALA

CIMENTACION DE MENSULAS

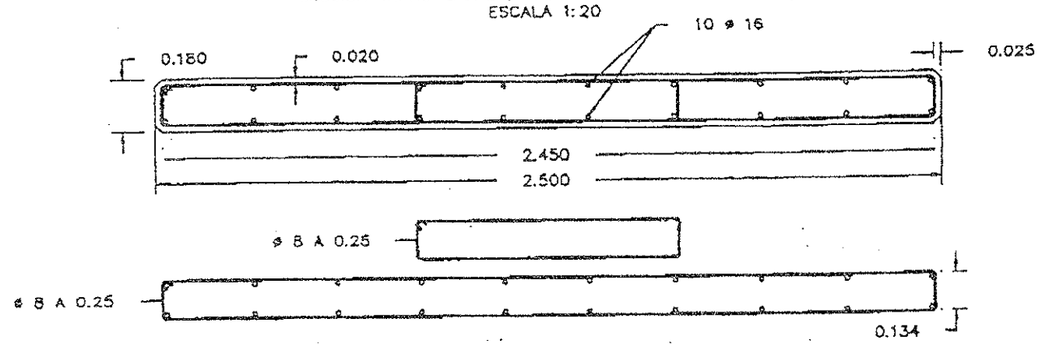



SOPORTE DURANTE CONSTRUCCION



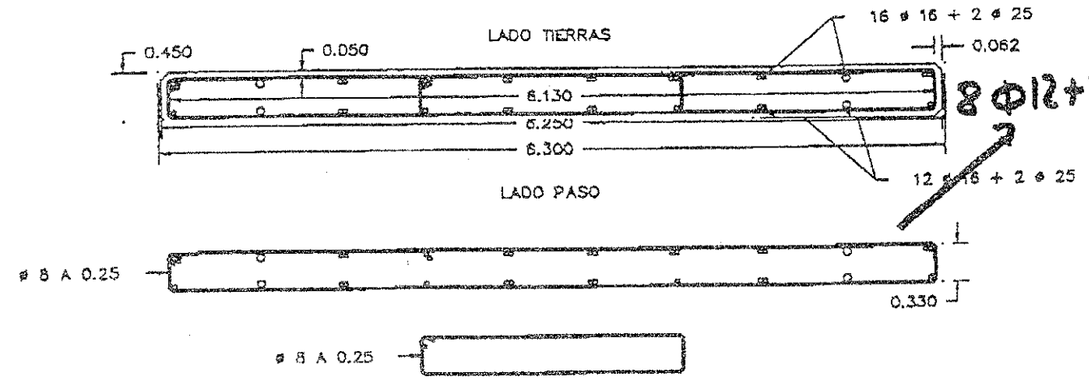

OH-FC 5+7
SECCIONES TRANSVERSALES DE ARMADO
ESCALA 1:100

DOVELAS BIAPOYADAS
SECCION TRANSVERSAL (ARMADO CONSTANTE SIMETRICO)
ESCALA 1:20

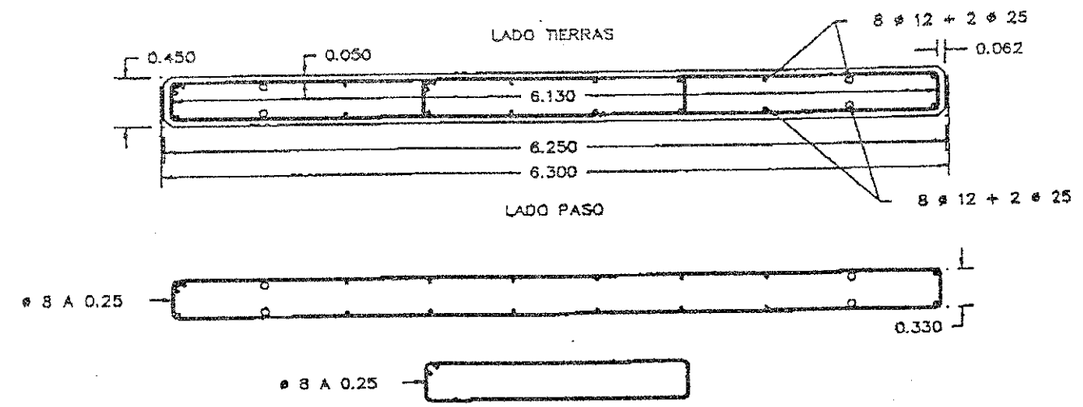



DOVELAS MENSULA
SECCION TRANSVERSAL
ESCALA 1:20

DOVELAS TIPO I1



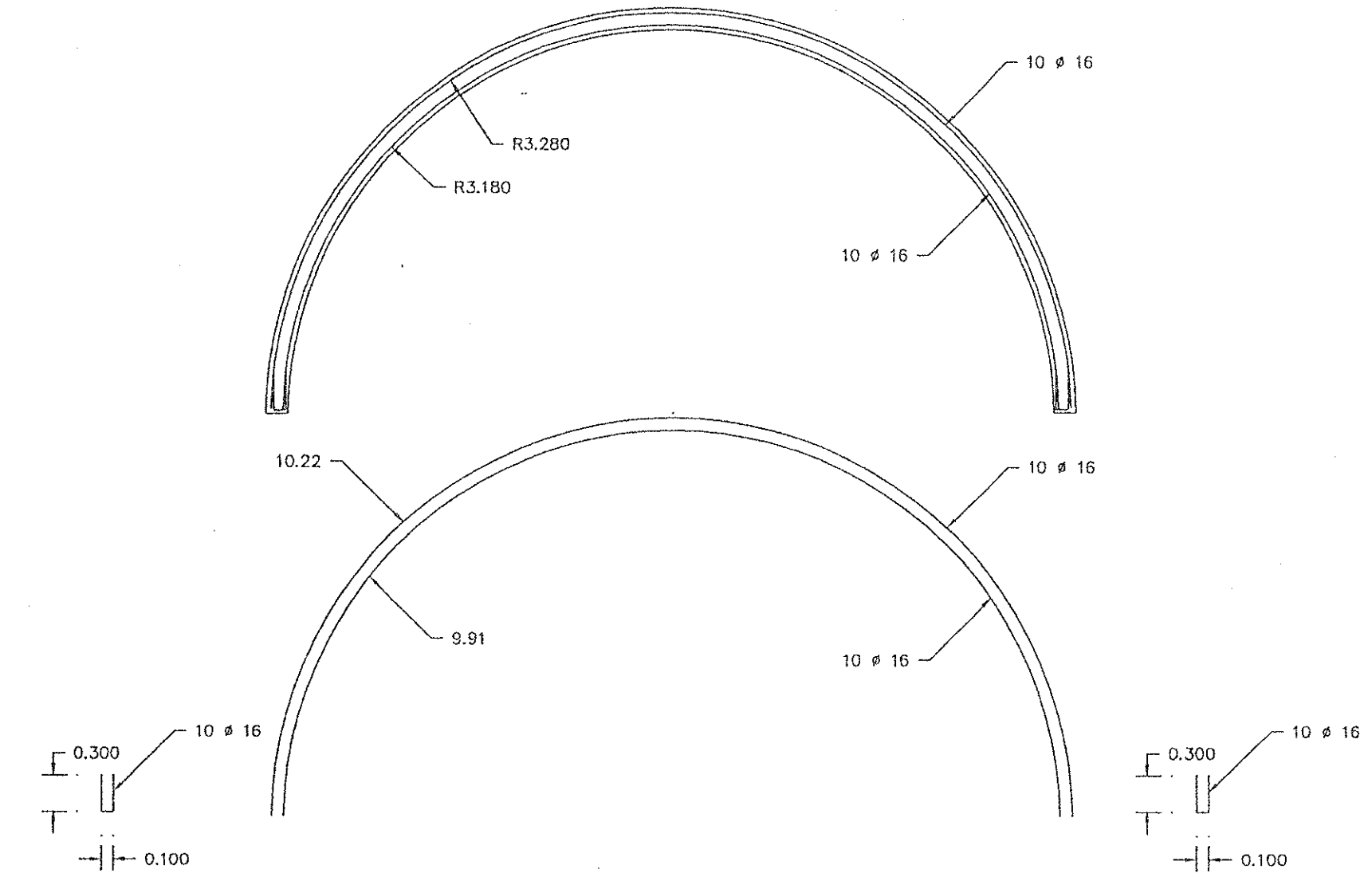

DOVELAS TIPOS I2 Y D



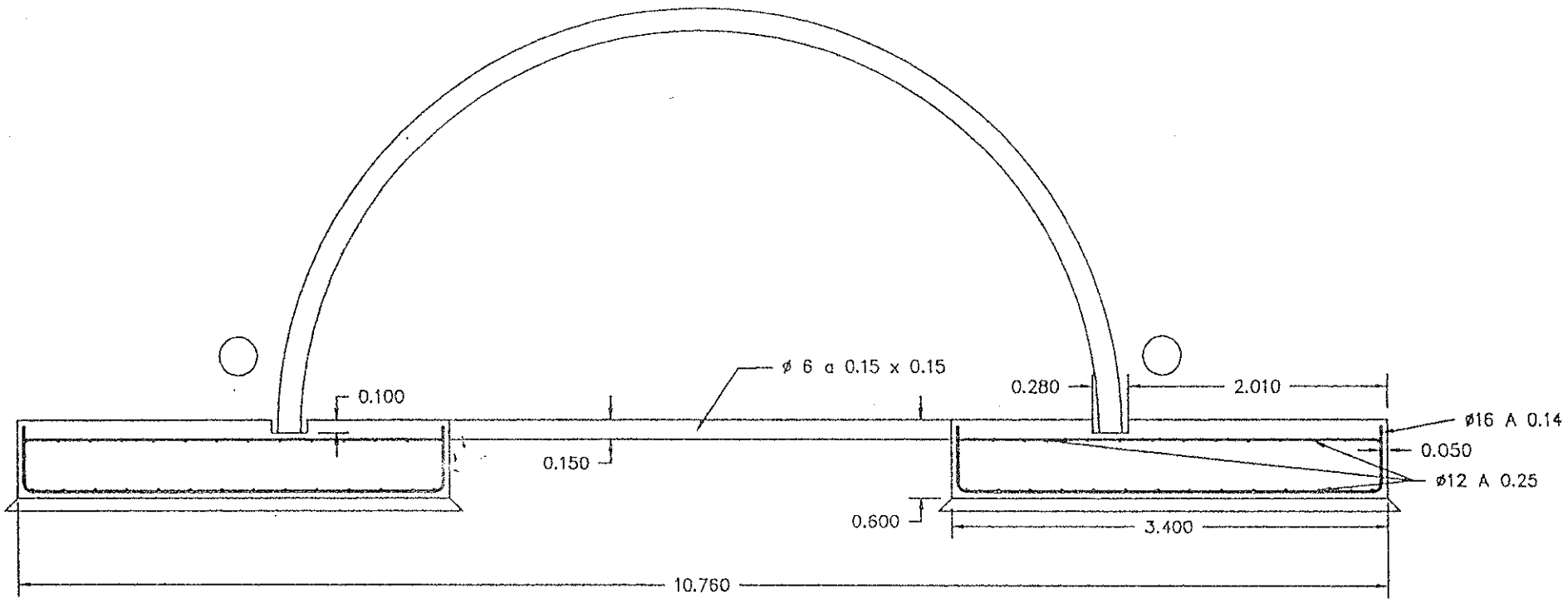



05/02 '97 12:08 N° TX/RX1504 P.002

OH–FC 5+7
RADIOS Y DESARROLLOS DE LAS ARMADURAS PRINCIPALES
ESCALA 1:50

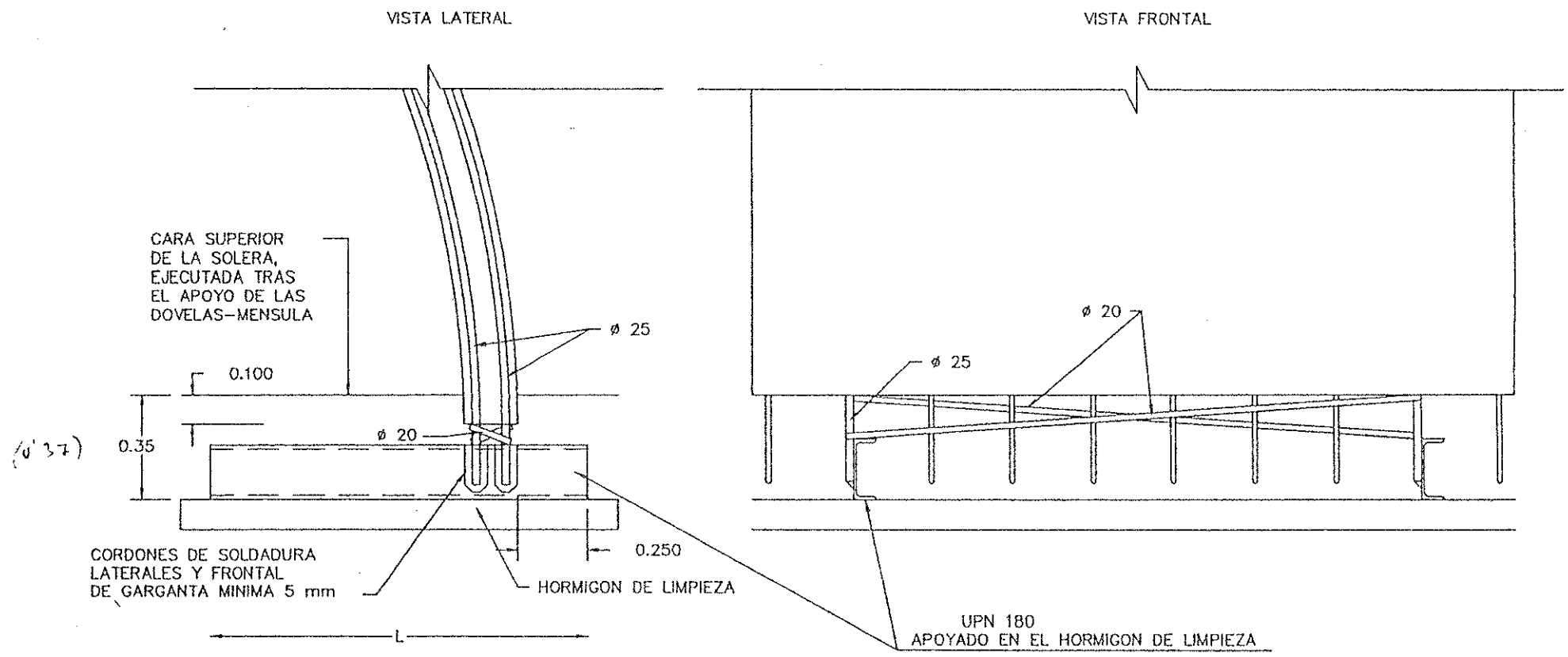



OH – FC 5+7
SECCION TIPO Y ARMADURAS DE ZAPATAS
ESCALA 1:50




SE PROPONE DISPONER UNA SOLERA PARA PROTECCION DE LA EROSION.

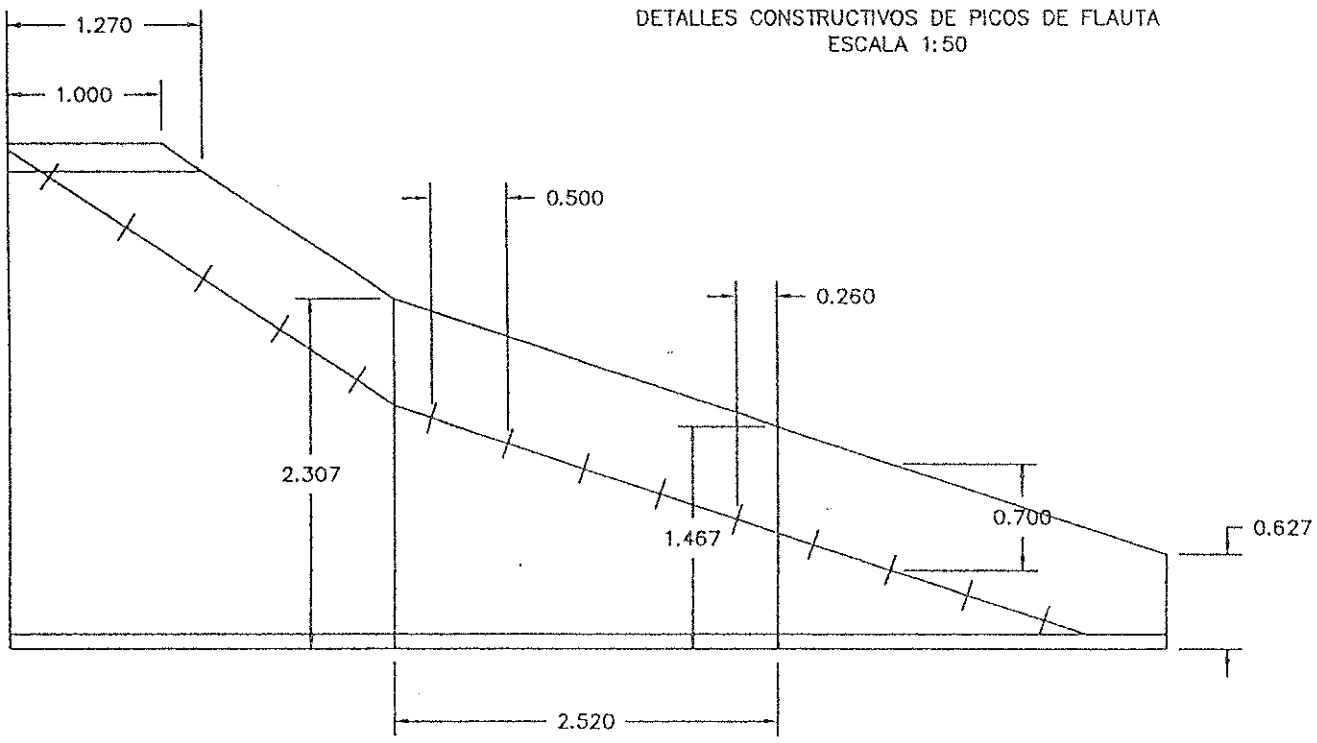
OH–FC 5+7
BASES DE MENSULAS

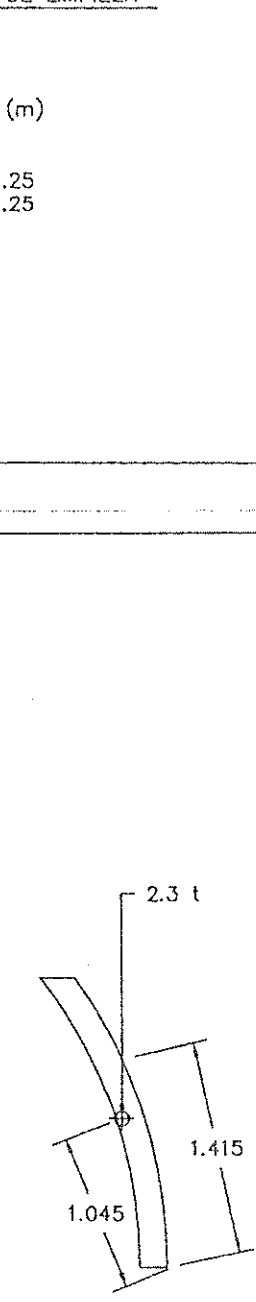


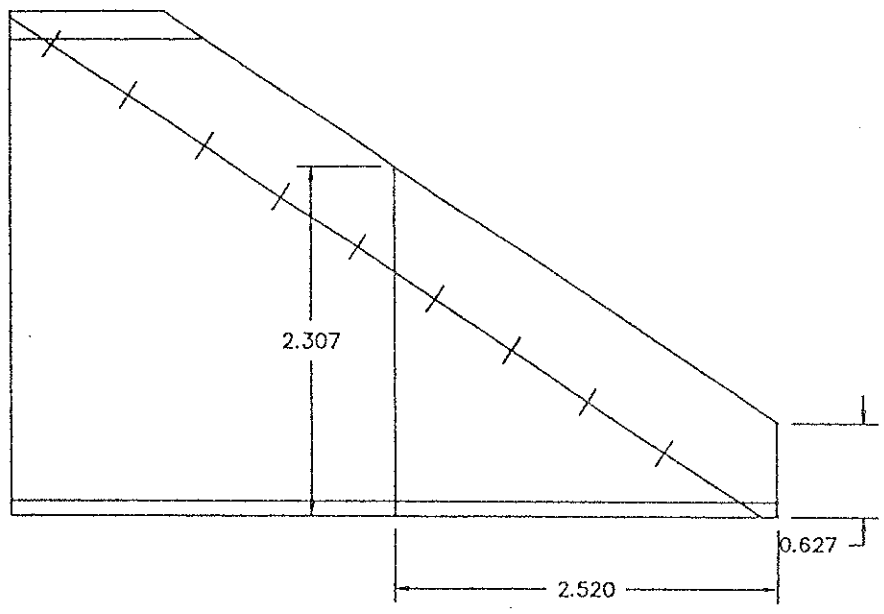

| CIMENTACION | DOVELA TIPO | ARMADURA PRINCIPAL (LADO TIERRAS) | ARMADURA PRINCIPAL (LADO PASO) | CONFIGURACION ESQUIES | L (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| SOLERA | I1 | 2 ø 25 + 16 ø 16 | 2 ø 25 + 8 ø 12 | 2 UPN 180 | 1.25 |
| SOLERA | I2 Y D | 2 ø 25 + 8 ø 12 | 2 ø 25 + 8 ø 12 | 2 UPN 180 | 1.25 |

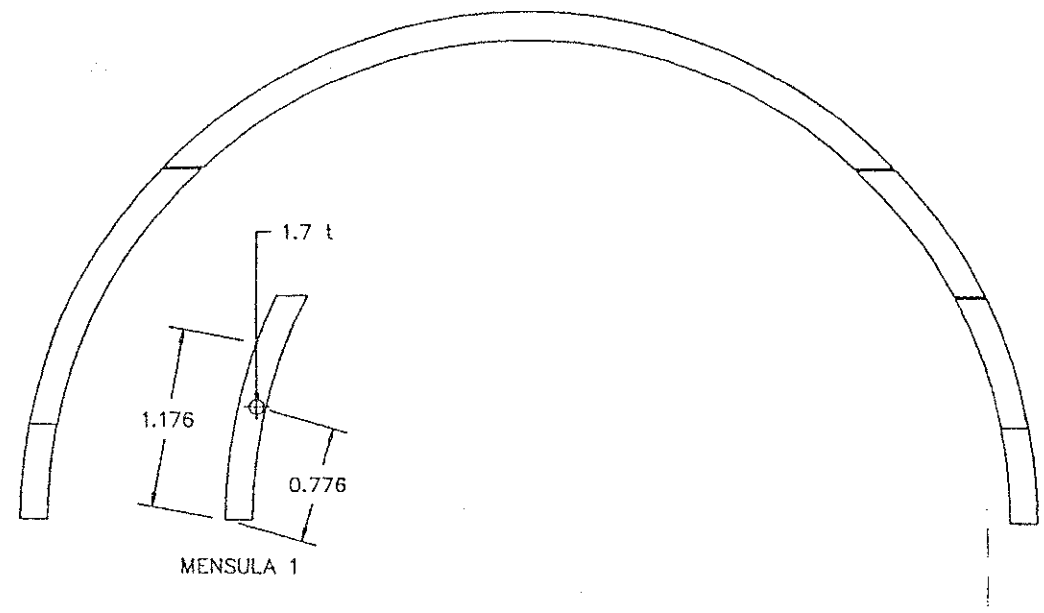
CERCOS: 2 ø 8 A 0.25

OH–FC 5+7
DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PICOS DE FLAUTA
ESCALA 1:50






MENSULA 1

# *Apéndice 8. Sifón en P.K. 3+250*

# APENDICE 8: DOCUMENTOS DE PROYECTO DEL SIFON PK 3+250

INTRODUCCIÓN

CÁLCULO

ARMADO

CROQUIS GALERÍA SIFÓN

LISTADO DE ORDENADOR

# CALCULO SIFON P.K. 3+300

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

NOTA INTERNA

SERVICIO TECNICO
C/ Acanto núm. 22 - 28045-MADRID

Tlf: 539 01 97
Fax: 527 34 70

A: JOSE LUIS AMILIBIA (UTE CALATAYUD I-A)

De: VICTOR FLOREZ (S.T. OBRAS HIDRAULICAS)

Copia a:

Fecha: 3 de julio de 1997 Número:

Referencia: SIFON EN GALERIA BAJO EL AVE

Adjunto te envío el anejo de cálculos mecánicos de la galería y el croquis de armado.

Se adjunta también la lista de documentos en vigor.

Un saludo,

fdo: Víctor Flórez

| FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION | SERVICIO TECNICO<br>LISTA DE DOCUMENTOS EN VIGOR Impreso P-04-5 | HOJA 1 DE 1 | |
|---|---|---|---|
| | | DEPARTAMENTO O.H. | |

OBRA: UTE CALATAYUD I-A

Nº: 1 / 0704 / 0208

REV.: 1

FECHA: 03/ 07/ 97

| Nº DOC. | TITULO | REV. | FECHA | ESTADO | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|
| S.1.0 | ANEJO CALCULO SIFON EN GALERIA BAJO EL FERROCARRIL | 0 | 03/07/97 | | |
| CROQUIS 1 | ARMADO DE GALERIA | 1 | 03/07/97 | | Incluido en S.1.0 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | |

| FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION | SERVICIO TECNICO<br>INFORME<br>Impreso P-530-01-2 | HOJA 1 DE | REV |
|---|---|---|---|
| | | DEPARTAMENTO O.H. | |

OBRA: UTE CALATAYUD I-A

Nº: 1 / 0704/ 0208

Nº DOCUMENTO: S.1.0

TITULO DEL DOCUMENTO: ANEJO DE CALCULO DE SIFON EN GALERIA BAJO EL FERROCARRIL DEL AVE

| REVISION | FECHA | MOTIVO DE LA EDICION | EMITIDO | VERIFICADO |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 03/07/97 | CONSTRUCCION | Víctor Flórez | Rafael López |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO

FCC

UTE CALATAYUD 1-A

FECHA

Hoja 1 de

GALERIA PARA PASO EN SIFON BAJO VIAS DEL AVE

## 1. Introducción:

En el presente informe se calcula la estructura de la galería de paso bajo el ferrocarril (AVE) para la UTE CALATAYUD. La galería tiene un gálibo interior de 1.30x0.80

Dicha galería lleva las veces de sifón de unexión entre dos tramos en lámina libre a ambos lados de las vías.

El cálculo se realiza mediante el programa ARCO de J. Díaz del Valle, con el empleo de un entramado matricial simulando la acción de la presión interior del agua.

## 2. Cálculo

Las cargas básicas empleadas son:

1- Peso propio
2- Carga de tierras
3- Carga de tráfico
4- Presión interior de agua

## 2.1. Peso propio

Se considera una galería de dimensiones interiores 1,30 x 0,80 m, con un espesor del arco y hastiales de 0,25 m y una losa inferior de 0,30 m de espesor.

La densidad del hormigón armado es de 2,5 Tn/m³.

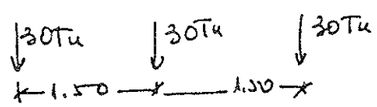
## 2.2. Carga de tierras

La correspondiente a una altura de tierras sobre la clave de 8,50 m (desde exterior de la clave)

## 2.3. Carga de tráfico

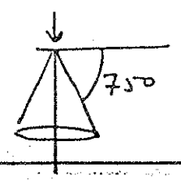
Para el dimensionamiento de la galería se emplea la carga pésima de entre las que figuran en la Instrucción de puentes de Ferrocarril y la UIC.

En este caso, para la galería, es pésimo el tren de cargas de RENFE:




por vía

Esta carga distribuida entre ambos carriles y con un reparto a 75°




PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO



es equivalente a una carga uniforme (a 2,50 m de profundidad) de 11,2 Tn/m² (incluido el coeficiente de impacto).

## 2.4. Carga de presión de agua

Dado que respecto al canal se baja del orden de 10 m (según datos de obra), consideramos una carga de agua de (10+1,30) metros (≃ 11,3 T/m²)

## 2.5. Sistema de cálculo

Ya que el programa empleado no admite cargas de presión interior se realiza un artificio consistente en considerar la presión exterior de un terreno de densidad 1 T/m³ con una altura de 11,30 m sobre la base de la galería. Para que la acción en la solera sea continua se simula un terreno de cimentación con balasto nulo.

Por otra parte se calcula sólo para peso propio con balasto k=0, con objeto de restar los esfuerzos así obtenidos de los de carga exterior de agua, para conseguir unos valores correspondientes a la presión interior.

PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO

FECHA

Hoja 4 de .....

Es decir:

- Presión exterior de (10 m.c.a + 1.30) de agua con k=0
+ Peso propio con balasto (k=0)
= Presión interior.

En este sistema podemos realizar todos los cálculos con el programa Arco.

Se ha supuesto además arco de pórtico circular empotrado en la losa inferior.

Las combinaciones de cálculo examinadas son:

C1 = Peso propio + Peso tierras + Tren FFCC.

C2 = Peso propio + Peso tierras + Tren FFCC + Presión interior

C3 = Peso propio + Peso tierras + Presión interior.

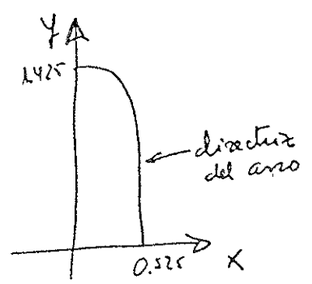
Para el armado de la galería se consideran la envolvente de esfuerzos pésimos en cada sentido.

Se adjuntan a continuación los listados de esfuerzos máximos para cada combinación.

Para la ubicación de dichos esfuerzos se consideran unos ejes XY con X=0 Y=0 en la base del eje del arco.

PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO

## SIFON EN GALERIA (1.30x0.80)




**ESFUERZOS EN ARCO**
ALTURA DE RELLENO SOBRE CLAVE 2.50 m
ESPESOR DEL ARCO 0.25 m
AXIL (+) compresion
MOMENTO (+) segun directriz

| | | | HIPOTESIS SERVICIO SIN AGUA TIERRAS+TREN | | | HIPOTESIS SERVICIO EN CARGA TIERRAS+TREN | | | HIPOTESIS SERVICIO EN CARGA SIN TREN | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SECC Nº | X (m) | Y (m) | AXIL (T/m) | CORTA (T/m) | FLECT (mT/m) | AXIL (T/m) | CORTA (T/m) | FLECT (mT/m) | AXIL (T/m) | CORTA (T/m) | FLECTOR (mT/m) |
| 1 | 0.525 | 0.000 | 9.545 | -1.015 | -0.618 | 4.291 | 7.260 | 1.890 | -1.589 | 6.906 | 2.110 |
| 2 | 0.525 | 0.036 | 9.534 | -0.972 | -0.583 | 4.268 | 7.100 | 1.634 | -1.612 | 6.746 | 1.866 |
| 3 | 0.525 | 0.072 | 9.511 | -0.886 | -0.551 | 4.245 | 6.780 | 1.391 | -1.635 | 6.426 | 1.636 |
| 4 | 0.525 | 0.108 | 9.489 | -0.801 | -0.522 | 4.223 | 6.461 | 1.158 | -1.657 | 6.107 | 1.416 |
| 5 | 0.525 | 0.144 | 9.466 | -0.717 | -0.496 | 4.200 | 6.142 | 0.937 | -1.680 | 5.788 | 1.207 |
| 6 | 0.525 | 0.180 | 9.444 | -0.634 | -0.474 | 4.178 | 5.823 | 0.727 | -1.702 | 5.470 | 1.011 |
| 7 | 0.525 | 0.216 | 9.421 | -0.551 | -0.454 | 4.155 | 5.506 | 0.528 | -1.725 | 5.153 | 0.824 |
| 8 | 0.525 | 0.252 | 9.399 | -0.469 | -0.437 | 4.133 | 5.189 | 0.342 | -1.747 | 4.836 | 0.651 |
| 9 | 0.525 | 0.288 | 9.376 | -0.388 | -0.423 | 4.110 | 4.872 | 0.167 | -1.770 | 4.519 | 0.489 |
| 10 | 0.525 | 0.324 | 9.354 | -0.307 | -0.412 | 4.088 | 4.557 | 0.002 | -1.792 | 4.203 | 0.336 |
| 11 | 0.525 | 0.360 | 9.331 | -0.227 | -0.404 | 4.065 | 4.242 | -0.151 | -1.815 | 3.888 | 0.196 |
| 12 | 0.525 | 0.396 | 9.309 | -0.149 | -0.398 | 4.043 | 3.926 | -0.291 | -1.837 | 3.573 | 0.068 |
| 13 | 0.525 | 0.432 | 9.286 | -0.070 | -0.396 | 4.020 | 3.612 | -0.422 | -1.860 | 3.258 | -0.049 |
| 14 | 0.525 | 0.468 | 9.264 | 0.007 | -0.396 | 3.998 | 3.298 | -0.541 | -1.882 | 2.944 | -0.156 |
| 15 | 0.525 | 0.504 | 9.241 | 0.084 | -0.399 | 3.975 | 2.985 | -0.648 | -1.905 | 2.631 | -0.250 |
| 16 | 0.525 | 0.540 | 9.219 | 0.159 | -0.405 | 3.953 | 2.672 | -0.744 | -1.927 | 2.319 | -0.333 |
| 17 | 0.525 | 0.576 | 9.196 | 0.234 | -0.413 | 3.930 | 2.359 | -0.829 | -1.950 | 2.006 | -0.406 |
| 18 | 0.525 | 0.612 | 9.174 | 0.309 | -0.424 | 3.908 | 2.048 | -0.903 | -1.972 | 1.694 | -0.467 |
| 19 | 0.525 | 0.648 | 9.151 | 0.382 | -0.438 | 3.885 | 1.736 | -0.965 | -1.995 | 1.383 | -0.516 |
| 20 | 0.525 | 0.684 | 9.129 | 0.455 | -0.454 | 3.863 | 1.426 | -1.017 | -2.017 | 1.072 | -0.556 |
| 21 | 0.525 | 0.720 | 9.106 | 0.527 | -0.473 | 3.840 | 1.116 | -1.057 | -2.040 | 0.762 | -0.583 |
| 22 | 0.525 | 0.756 | 9.084 | 0.598 | -0.495 | 3.818 | 0.806 | -1.086 | -2.062 | 0.453 | -0.599 |
| 23 | 0.525 | 0.792 | 9.061 | 0.669 | -0.519 | 3.795 | 0.497 | -1.103 | -2.085 | 0.143 | -0.603 |
| 24 | 0.525 | 0.828 | 9.039 | 0.738 | -0.546 | 3.773 | 0.188 | -1.111 | -2.107 | -0.165 | -0.598 |
| 25 | 0.525 | 0.864 | 9.016 | 0.807 | -0.575 | 3.750 | -0.120 | -1.106 | -2.130 | -0.473 | -0.581 |
| 26 | 0.525 | 0.900 | 9.017 | 0.592 | -0.606 | 3.713 | -0.545 | -1.090 | -2.175 | -0.713 | -0.552 |
| 27 | 0.524 | 0.933 | 9.012 | 0.092 | -0.628 | 3.620 | -1.067 | -1.063 | -2.261 | -0.866 | -0.519 |
| 28 | 0.521 | 0.966 | 8.955 | -0.405 | -0.633 | 3.468 | -1.564 | -1.018 | -2.366 | -0.998 | -0.481 |
| 29 | 0.516 | 0.998 | 8.837 | -0.889 | -0.622 | 3.257 | -2.040 | -0.959 | -2.485 | -1.118 | -0.441 |
| 30 | 0.509 | 1.031 | 8.662 | -1.351 | -0.596 | 2.989 | -2.487 | -0.883 | -2.618 | -1.226 | -0.394 |
| 31 | 0.499 | 1.062 | 8.432 | -1.785 | -0.554 | 2.667 | -2.900 | -0.792 | -2.763 | -1.321 | -0.345 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 0.488 | 1.093 | 8.151 | -2.185 | -0.499 | 2.295 | -3.271 | -0.689 | -2.920 | -1.399 | -0.292 | 0 |
| 33 | 0.475 | 1.124 | 7.825 | -2.544 | -0.432 | 1.880 | -3.596 | -0.575 | -3.086 | -1.462 | -0.238 | 0 |
| 34 | 0.460 | 1.153 | 7.460 | -2.857 | -0.353 | 1.430 | -3.868 | -0.450 | -3.257 | -1.507 | -0.181 | 0 |
| 35 | 0.443 | 1.181 | 7.061 | -3.121 | -0.265 | 0.948 | -4.084 | -0.317 | -3.435 | -1.533 | -0.123 | 0 |
| 36 | 0.425 | 1.209 | 6.636 | -3.331 | -0.169 | 0.443 | -4.240 | -0.178 | -3.615 | -1.540 | -0.065 | 0 |
| 37 | 0.405 | 1.235 | 6.190 | -3.484 | -0.067 | -0.079 | -4.333 | -0.034 | -3.796 | -1.528 | -0.005 | 0 |
| 38 | 0.383 | 1.259 | 5.733 | -3.580 | 0.039 | -0.608 | -4.365 | 0.111 | -3.975 | -1.498 | 0.052 | 0 |
| 39 | 0.359 | 1.283 | 5.271 | -3.617 | 0.147 | -1.138 | -4.331 | 0.256 | -4.151 | -1.447 | 0.109 | 0 |
| 40 | 0.335 | 1.305 | 4.812 | -3.594 | 0.255 | -1.661 | -4.234 | 0.399 | -4.322 | -1.380 | 0.164 | 0 |
| 41 | 0.309 | 1.325 | 4.363 | -3.514 | 0.362 | -2.168 | -4.074 | 0.539 | -4.485 | -1.293 | 0.216 | 0 |
| 42 | 0.281 | 1.343 | 3.932 | -3.377 | 0.465 | -2.652 | -3.853 | 0.672 | -4.638 | -1.190 | 0.266 | 0 |
| 43 | 0.253 | 1.360 | 3.525 | -3.188 | 0.562 | -3.107 | -3.577 | 0.796 | -4.780 | -1.071 | 0.312 | 0 |
| 44 | 0.224 | 1.375 | 3.149 | -2.948 | 0.653 | -3.525 | -3.246 | 0.911 | -4.909 | -0.938 | 0.353 | 0 |
| 45 | 0.193 | 1.388 | 2.810 | -2.664 | 0.735 | -3.900 | -2.867 | 1.014 | -5.023 | -0.791 | 0.390 | 0 |
| 46 | 0.162 | 1.399 | 2.513 | -2.339 | 0.807 | -4.228 | -2.446 | 1.104 | -5.123 | -0.633 | 0.422 | 0 |
| 47 | 0.131 | 1.409 | 2.263 | -1.980 | 0.867 | -4.501 | -1.989 | 1.179 | -5.204 | -0.466 | 0.449 | 0 |
| 48 | 0.098 | 1.416 | 2.064 | -1.593 | 0.915 | -4.719 | -1.502 | 1.239 | -5.269 | -0.291 | 0.470 | 0 |
| 49 | 0.066 | 1.421 | 1.919 | -1.184 | 0.950 | -4.875 | -0.991 | 1.282 | -5.313 | -0.109 | 0.485 | 0 |
| 50 | 0.033 | 1.424 | 1.830 | -0.760 | 0.971 | -4.970 | -0.465 | 1.308 | -5.340 | 0.076 | 0.494 | 0 |
| 51 | 0.000 | 1.425 | 1.816 | -0.216 | 0.979 | -4.993 | -0.256 | 1.318 | -5.352 | -0.082 | 0.497 | 0 |

**ESFUERZOS EN LA LOSA**

ESPESOR EN SOLERA 0.30 m

HASTIALES EMPOTRADOS

| | HIPOTESIS SERVICIO SIN AGUA TIERRAS+TREN | | | HIPOTESIS SERVICIO EN CARGA TIERRAS+TREN | | | HIPOTESIS SERVICIO EN CARGA SIN TREN | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X (m) | FLECT (mT/m) | CORTA (T/m) | REACC (T/m) | FLECT (mT/m) | CORTA (T/m) | REACC (T/m) | FLECT (mT/m) | CORTA (T/m) | REACCION (T/m) |
| 0.525 | 0.618 | 9.545 | 18.294 | -1.890 | 4.302 | 8.307 | 0.398 | 3.665 | 7.011 |
| 0.472 | 0.142 | 8.585 | 18.268 | -2.104 | 3.866 | 8.281 | 0.215 | 3.297 | 7.005 |
| 0.42 | -0.284 | 7.627 | 18.241 | -2.296 | 3.432 | 8.254 | 0.052 | 2.930 | 6.998 |
| 0.367 | -0.659 | 6.670 | 18.215 | -2.464 | 3.000 | 8.228 | -0.092 | 2.562 | 6.991 |
| 0.315 | -0.984 | 5.714 | 18.191 | -2.611 | 2.568 | 8.204 | -0.217 | 2.196 | 6.985 |
| 0.262 | -1.259 | 4.760 | 18.169 | -2.734 | 2.138 | 8.182 | -0.323 | 1.829 | 6.978 |
| 0.21 | -1.484 | 3.807 | 18.150 | -2.836 | 1.709 | 8.163 | -0.409 | 1.463 | 6.973 |
| 0.157 | -1.659 | 2.854 | 18.135 | -2.915 | 1.280 | 8.148 | -0.476 | 1.097 | 6.968 |
| 0.105 | -1.783 | 1.902 | 18.124 | -2.970 | 0.853 | 8.137 | -0.524 | 0.731 | 6.965 |
| 0.052 | -1.858 | 0.951 | 18.117 | -3.003 | 0.426 | 8.130 | -0.553 | 0.366 | 6.963 |
| 0 | -1.883 | 0.000 | 18.115 | -3.014 | 0.000 | 8.128 | -0.563 | 0.000 | 6.962 |

FECHA

Hojo (8) de .....

# 3. Armado

## 3.1. Materials

Hormigón de resistencia característica $f_{ck} = 175 kp/cm^2$

Acero de límite elástico $f_{yk} = 4200 kp/cm^2$

Coeficiente de minoración : $\gamma_h = 1.50$

$\gamma_s = 1.15$

Coeficiente de mayoración de acciones $\gamma_f = 1.50$

Recubrimiento de las armaduras 4 cm.

## 3.2. Armaduras necesarias. Según EH-91

Para espesor 0,25 m : $h = 0,25$ ; $r = 0,04$

$d = 0,21$

$V_c = 245$ Tn

$V_{cd} = 51,45$ Tn. ;

Mínima cuantía : $0,04 V_c \Rightarrow A_{s\,min} = 2,68 cm^2$

Se calcula la armadura necesaria a flexión o flexión compuesta (ya que la presión interior puede provocar tracciones importantes).

No se considera el axil de compresión que descarga los esfuerzos en el arco.

Se adjuntan a continuación los listados de armadura necesaria en el arco.

PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO

(9)

CALCULO DE CAPACIDADES MECANICAS

TRACCION Y FLEXION COMPUESTA (Torroja,pag.205)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| fck (kp/cm2) = | 175 | | | |
| GAMMA = | 1.5 | fcd = | 1166.67 | tn/m2 |
| fyk (kp/cm2) = | 4200 | | | |
| GAMMA = | 1.15 | fyd = | 3652.17 | kg/cm2 |
| B(m) = | 1 | d = | 0.21 | m |
| RECUB (cm) = | 4 | Uc = | 245.00 | tn |
| h (m) = | 0.25 | Uc.d = | 51.45 | m.tn |

ESFUERZOS

GAMMA = 1.5

| SECCION | MOMENTO m*Tn | AXIL Tn | M/N m | d-d' m | | A1(cm2) TRACCION COMP | A1(cm2) FLEXION COMP | A1(cm2) min 0.04*Uc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS 1 | | SERVICIO SIN AGUA | | TIERRAS + TREN | | | | |
| . | 0.62 | 0.01 | 61.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.20 | 2.68 |
| . | 0.58 | 0.01 | 58.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.13 | 2.68 |
| . | 0.55 | 0.01 | 55.100 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.06 | 2.68 |
| . | 0.52 | 0.01 | 52.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.01 | 2.68 |
| . | 0.50 | 0.01 | 49.600 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.96 | 2.68 |
| . | 0.47 | 0.01 | 47.400 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.91 | 2.68 |
| . | 0.45 | 0.01 | 45.400 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.88 | 2.68 |
| . | 0.44 | 0.01 | 43.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.84 | 2.68 |
| . | 0.42 | 0.01 | 42.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.81 | 2.68 |
| . | 0.41 | 0.01 | 41.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.79 | 2.68 |
| . | 0.40 | 0.01 | 40.400 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.78 | 2.68 |
| . | 0.40 | 0.01 | 39.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.77 | 2.68 |
| . | 0.40 | 0.01 | 39.600 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.76 | 2.68 |
| . | 0.40 | 0.01 | 39.600 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.76 | 2.68 |
| . | 0.40 | 0.01 | 39.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.77 | 2.68 |
| . | 0.41 | 0.01 | 40.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.78 | 2.68 |
| . | 0.41 | 0.01 | 41.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.80 | 2.68 |
| . | 0.42 | 0.01 | 42.400 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.82 | 2.68 |
| . | 0.44 | 0.01 | 43.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.84 | 2.68 |
| . | 0.45 | 0.01 | 45.400 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.88 | 2.68 |
| . | 0.47 | 0.01 | 47.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.91 | 2.68 |
| . | 0.50 | 0.01 | 49.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.96 | 2.68 |
| . | 0.52 | 0.01 | 51.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.00 | 2.68 |
| . | 0.55 | 0.01 | 54.600 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.05 | 2.68 |
| . | 0.58 | 0.01 | 57.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.11 | 2.68 |
| . | 0.61 | 0.01 | 60.600 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.17 | 2.68 |
| . | 0.63 | 0.01 | 62.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.22 | 2.68 |
| . | 0.63 | 0.01 | 63.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.23 | 2.68 |
| . | 0.62 | 0.01 | 62.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.20 | 2.68 |
| . | 0.60 | 0.01 | 59.600 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.15 | 2.68 |
| . | 0.55 | 0.01 | 55.400 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.07 | 2.68 |
| . | 0.50 | 0.01 | 49.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.96 | 2.68 |
| . | 0.43 | 0.01 | 43.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.83 | 2.68 |
| . | 0.35 | 0.01 | 35.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.68 | 2.68 |
| . | 0.27 | 0.01 | 26.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.51 | 2.68 |
| . | 0.17 | 0.01 | 16.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.32 | 2.68 |
| . | 0.07 | 0.01 | 6.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.13 | 2.68 |
| + | 0.04 | 0.01 | 3.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.08 | 2.68 |
| + | 0.15 | 0.01 | 14.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.28 | 2.68 |
| + | 0.26 | 0.01 | 25.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.49 | 2.68 |
| + | 0.36 | 0.01 | 36.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.70 | 2.68 |
| + | 0.47 | 0.01 | 46.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.90 | 2.68 |
| + | 0.56 | 0.01 | 56.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.09 | 2.68 |
| + | 0.65 | 0.01 | 65.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.26 | 2.68 |
| + | 0.74 | 0.01 | 73.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.43 | 2.68 |
| + | 0.81 | 0.01 | 80.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.57 | 2.68 |
| + | 0.87 | 0.01 | 86.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.69 | 2.68 |
| + | 0.92 | 0.01 | 91.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.78 | 2.68 |
| + | 0.95 | 0.01 | 95.000 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.85 | 2.68 |
| + | 0.97 | 0.01 | 97.100 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.90 | 2.68 |
| + | 0.98 | 0.01 | 97.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.91 | 2.68 |

(10)

CALCULO DE CAPACIDADES MECANICAS

TRACCION Y FLEXION COMPUESTA (Torroja,pag.205)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| fck (kp/cm2) = | 175 | | | |
| GAMMA = | 1.5 | fcd = | 1166.67 | tn/m2 |
| fyk (kp/cm2) = | 4200 | | | |
| GAMMA = | 1.15 | fyd = | 3652.17 | kg/cm2 |
| | | | | |
| B(m) = | 1 | d = | 0.21 | m |
| RECUB (cm) = | 4 | Uc = | 245.00 | tn |
| h (m) = | 0.25 | Uc.d = | 51.45 | m.tn |

ESFUERZOS

GAMMA = 1.5

| SECCION | MOMENTO m*Tn | AXIL Tn | M/N m | d-d' m | | A1(cm2) TRACCION COMP | A1(cm2) FLEXION COMP | A1(cm2) min 0.04*Uc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS 2 | | SERVICIO EN CARGA | | TIERRAS + TREN | | | | |
| + | 1.89 | 0.01 | 189.000 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.79 | 2.68 |
| + | 1.63 | 0.01 | 163.400 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.25 | 2.68 |
| + | 1.39 | 0.01 | 139.100 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.75 | 2.68 |
| + | 1.16 | 0.01 | 115.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.27 | 2.68 |
| + | 0.94 | 0.01 | 93.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.83 | 2.68 |
| + | 0.73 | 0.01 | 72.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.41 | 2.68 |
| + | 0.53 | 0.01 | 52.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.02 | 2.68 |
| + | 0.34 | 0.01 | 34.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.66 | 2.68 |
| + | 0.17 | 0.01 | 16.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.32 | 2.68 |
| + | 0.00 | 0.01 | 0.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.01 | 2.68 |
| - | 0.15 | 0.01 | 15.100 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.29 | 2.68 |
| - | 0.29 | 0.01 | 29.100 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.56 | 2.68 |
| - | 0.42 | 0.01 | 42.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.81 | 2.68 |
| - | 0.54 | 0.01 | 54.100 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.04 | 2.68 |
| - | 0.65 | 0.01 | 64.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.25 | 2.68 |
| - | 0.74 | 0.01 | 74.400 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.44 | 2.68 |
| - | 0.83 | 0.01 | 82.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.61 | 2.68 |
| - | 0.90 | 0.01 | 90.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.76 | 2.68 |
| - | 0.97 | 0.01 | 96.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.88 | 2.68 |
| - | 1.02 | 0.01 | 101.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.99 | 2.68 |
| - | 1.06 | 0.01 | 105.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.07 | 2.68 |
| - | 1.09 | 0.01 | 108.600 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.13 | 2.68 |
| - | 1.10 | 0.01 | 110.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.16 | 2.68 |
| - | 1.11 | 0.01 | 111.100 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.18 | 2.68 |
| - | 1.11 | 0.01 | 110.600 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.17 | 2.68 |
| - | 1.09 | 0.01 | 109.000 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.14 | 2.68 |
| - | 1.06 | 0.01 | 106.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.08 | 2.68 |
| - | 1.02 | 0.01 | 101.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.99 | 2.68 |
| - | 0.96 | 0.01 | 95.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.87 | 2.68 |
| - | 0.88 | 0.01 | 88.300 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.72 | 2.68 |
| - | 0.79 | 0.01 | 79.200 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.54 | 2.68 |
| - | 0.69 | 0.01 | 68.900 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.34 | 2.68 |
| - | 0.58 | 0.01 | 57.500 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.11 | 2.68 |
| - | 0.45 | 0.01 | 45.000 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.87 | 2.68 |
| - | 0.32 | 0.01 | 31.700 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.61 | 2.68 |
| - | 0.18 | 0.01 | 17.800 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.34 | 2.68 |
| - | 0.03 | 0.08 | 0.430 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.08 | 2.68 |
| + | 0.11 | 0.61 | 0.183 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.36 | 2.68 |
| + | 0.26 | 1.14 | 0.225 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.77 | 2.68 |
| + | 0.40 | 1.66 | 0.240 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.17 | 2.68 |
| + | 0.54 | 2.17 | 0.249 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.57 | 2.68 |
| + | 0.67 | 2.65 | 0.253 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.95 | 2.68 |
| + | 0.80 | 3.11 | 0.256 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.30 | 2.68 |
| + | 0.91 | 3.53 | 0.258 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.63 | 2.68 |
| + | 1.01 | 3.90 | 0.260 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.92 | 2.68 |
| + | 1.10 | 4.23 | 0.261 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.18 | 2.68 |
| + | 1.18 | 4.50 | 0.262 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.39 | 2.68 |
| + | 1.24 | 4.72 | 0.263 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.57 | 2.68 |
| + | 1.28 | 4.88 | 0.263 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.69 | 2.68 |
| + | 1.31 | 4.97 | 0.263 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.76 | 2.68 |
| + | 1.32 | 4.99 | 0.264 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.79 | 2.68 |

(11)

CALCULO DE CAPACIDADES MECANICAS

TRACCION Y FLEXION COMPUESTA (Torroja,pag.205)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| fck (kp/cm2) = | 175 | | | |
| GAMMA = | 1.5 | fcd = | 1166.67 | tn/m2 |
| fyk (kp/cm2) = | 4200 | | | |
| GAMMA = | 1.15 | fyd = | 3652.17 | kg/cm2 |
| | | | | |
| B(m) = | 1 | d = | 0.21 | m |
| RECUB (cm) = | 4 | Uc = | 245.00 | tn |
| h (m) = | 0.25 | Uc.d = | 51.45 | m.tn |

ESFUERZOS

GAMMA = 1.5

| SECCION | MOMENTO m*Tn | AXIL Tn | M/N m | d-d' m | | A1(cm2) TRACCION COMP | A1(cm2) FLEXION COMP | A1(cm2) min 0.04*Uc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS 3 | | SERVICIO EN CARGA | | | | | | |
| + | 2.11 | 1.59 | 1.328 | 0.170 | FLEX. COM | | 4.62 | 2.68 |
| + | 1.87 | 1.61 | 1.158 | 0.170 | FLEX. COM | | 4.11 | 2.68 |
| + | 1.64 | 1.64 | 1.001 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.64 | 2.68 |
| + | 1.42 | 1.66 | 0.855 | 0.170 | FLEX. COM | | 3.19 | 2.68 |
| + | 1.21 | 1.68 | 0.718 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.77 | 2.68 |
| + | 1.01 | 1.70 | 0.594 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.38 | 2.68 |
| + | 0.82 | 1.73 | 0.478 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.02 | 2.68 |
| + | 0.65 | 1.75 | 0.373 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.68 | 2.68 |
| + | 0.49 | 1.77 | 0.276 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.38 | 2.68 |
| + | 0.34 | 1.79 | 0.188 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.09 | 2.68 |
| + | 0.20 | 1.82 | 0.108 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.82 | 2.68 |
| + | 0.07 | 1.84 | 0.037 | 0.170 | TRAC. CO | 0.54 | | 2.68 |
| - | 0.05 | 1.86 | 0.026 | 0.170 | TRAC. CO | 0.50 | | 2.68 |
| - | 0.16 | 1.88 | 0.083 | 0.170 | TRAC. CO | 0.76 | | 2.68 |
| - | 0.25 | 1.91 | 0.131 | 0.170 | FLEX. COM | | 0.95 | 2.68 |
| - | 0.33 | 1.93 | 0.173 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.11 | 2.68 |
| - | 0.41 | 1.95 | 0.208 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.26 | 2.68 |
| - | 0.47 | 1.97 | 0.237 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.38 | 2.68 |
| - | 0.52 | 2.00 | 0.259 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.48 | 2.68 |
| - | 0.56 | 2.02 | 0.276 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.57 | 2.68 |
| - | 0.58 | 2.04 | 0.286 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.62 | 2.68 |
| - | 0.60 | 2.06 | 0.290 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.66 | 2.68 |
| - | 0.60 | 2.09 | 0.289 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.67 | 2.68 |
| - | 0.60 | 2.11 | 0.284 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.67 | 2.68 |
| - | 0.58 | 2.13 | 0.273 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.64 | 2.68 |
| - | 0.55 | 2.18 | 0.254 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.60 | 2.68 |
| - | 0.52 | 2.26 | 0.230 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.55 | 2.68 |
| - | 0.48 | 2.37 | 0.203 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.51 | 2.68 |
| - | 0.44 | 2.49 | 0.177 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.46 | 2.68 |
| - | 0.39 | 2.62 | 0.150 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.40 | 2.68 |
| - | 0.35 | 2.76 | 0.125 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.34 | 2.68 |
| - | 0.29 | 2.92 | 0.100 | 0.170 | FLEX. COM | | 1.28 | 2.68 |
| - | 0.24 | 3.09 | 0.077 | 0.170 | TRAC. CO | 1.21 | | 2.68 |
| - | 0.18 | 3.26 | 0.056 | 0.170 | TRAC. CO | 1.11 | | 2.68 |
| - | 0.12 | 3.44 | 0.036 | 0.170 | TRAC. CO | 1.00 | | 2.68 |
| - | 0.07 | 3.62 | 0.018 | 0.170 | TRAC. CO | 0.90 | | 2.68 |
| - | 0.00 | 3.80 | 0.001 | 0.170 | TRAC. CO | 0.79 | | 2.68 |
| + | 0.05 | 3.97 | 0.013 | 0.170 | TRAC. CO | 0.94 | | 2.68 |
| + | 0.11 | 4.15 | 0.026 | 0.170 | TRAC. CO | 1.12 | | 2.68 |
| + | 0.16 | 4.32 | 0.038 | 0.170 | TRAC. CO | 1.28 | | 2.68 |
| + | 0.22 | 4.49 | 0.048 | 0.170 | TRAC. CO | 1.44 | | 2.68 |
| + | 0.27 | 4.64 | 0.057 | 0.170 | TRAC. CO | 1.60 | | 2.68 |
| + | 0.31 | 4.78 | 0.065 | 0.170 | TRAC. CO | 1.74 | | 2.68 |
| + | 0.35 | 4.91 | 0.072 | 0.170 | TRAC. CO | 1.86 | | 2.68 |
| + | 0.39 | 5.02 | 0.078 | 0.170 | TRAC. CO | 1.97 | | 2.68 |
| + | 0.42 | 5.12 | 0.082 | 0.170 | TRAC. CO | 2.07 | | 2.68 |
| + | 0.45 | 5.20 | 0.086 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.15 | 2.68 |
| + | 0.47 | 5.27 | 0.089 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.21 | 2.68 |
| + | 0.49 | 5.31 | 0.091 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.25 | 2.68 |
| + | 0.49 | 5.34 | 0.093 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.27 | 2.68 |
| + | 0.50 | 5.35 | 0.093 | 0.170 | FLEX. COM | | 2.28 | 2.68 |

La mínima geométrica será:

$A_{s\,min\,geom\acute{e}t} = 2‰$ horizontal $= 2{,}5\ cm^2/cara$

$= 1{,}2‰$ vertical. $= 1{,}5\ cm^2/cara$

Estos valores son inferiores a la cuantía mínima.

Ley envolvente de momentos

Según se aprecia en los 2 gráficos adjuntos todas las combinaciones intervienen en la confección de mápiles en el arco (tanto positivos como negativos).

Momentos positivos en arco.

El máximo corresponde al arranque del arco con un $M_f^+$ de 2,11 mT que supone una armadura necesaria de $4{,}62\ cm^2$.

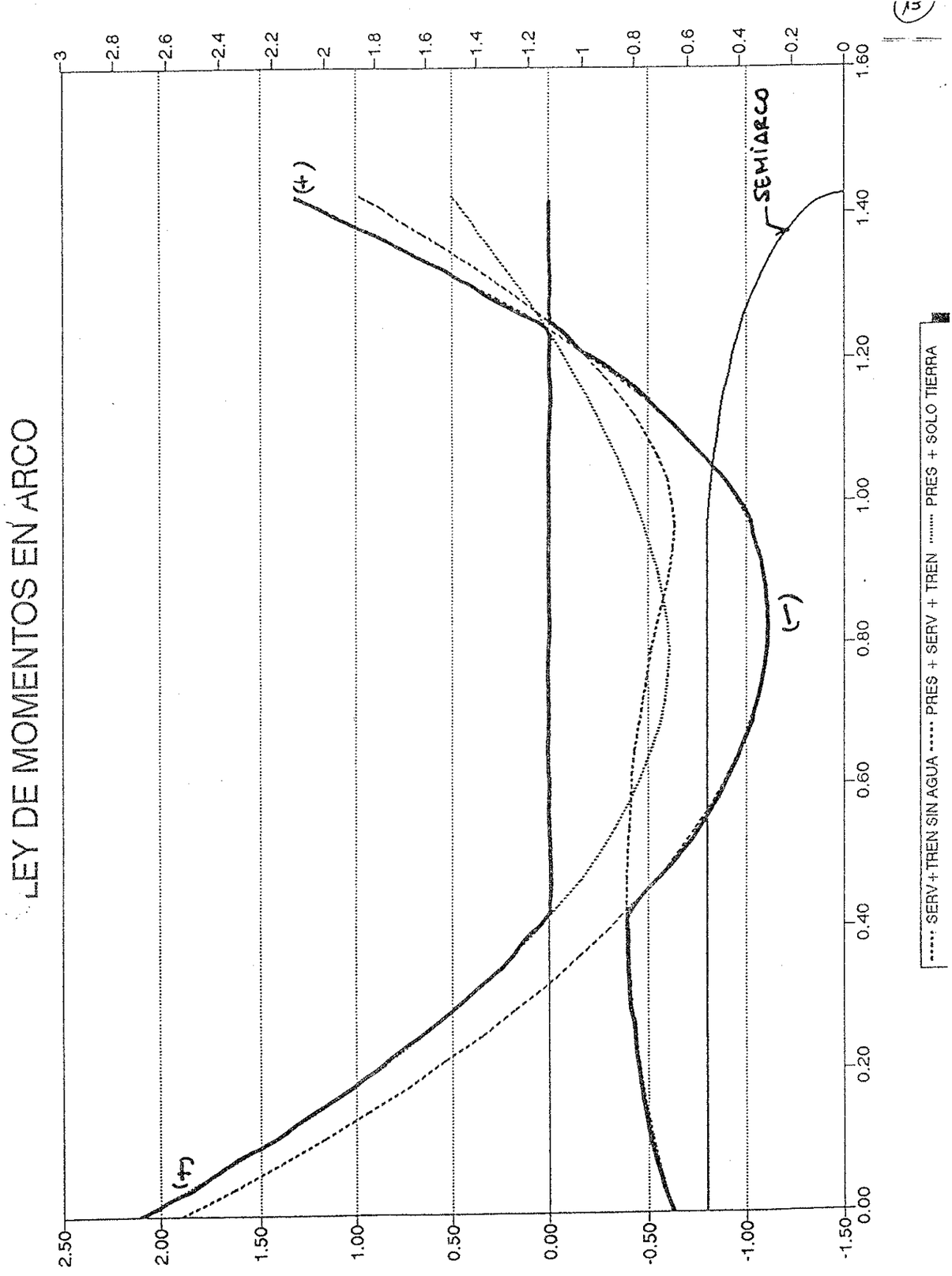
Para momentos inferiores a 1,21 mT (a 0,15 m de la directriz) ya domina la cuantía mínima $= 2{,}68\ cm^2$

El otro máximo se encuentra en la clave del tubo, para un momento de 1,32 mT donde se requieren $3{,}79\ cm^2$ de armadura

Momento negativo en arco.

Son máximos a 0,80 m de altura del hastial (desde la directriz) pero en ningún caso requieren armadura superior a la mínima ($2{,}68\ cm^2$).

PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO



## Momentos positivos en losa

Practicamente toda la losa está con momentos negativos para las hipótesis consideradas, a excepción de unos pequeños momentos en el arranque del arco.

## Momentos negativos en losa

Son los de mayor entidad, llegando a valores de $-3,014$ mT en el centro del vano.

Para armar hay que tener en cuenta la tracción concomitante en caso de existir que corresponde al cortante en el arranque del arco.

Se obtiene en este caso una armadura mínima de $5,46\ cm^2$ para $h = 0,30$ m y distribución de la tracción entre ambas caras de la losa.

## Comprobación de cortante

Para $f_{ck} = 175\ kp/cm^2$ $\gamma_h = 1,50$

$f_{yk} = 4200\ kp/cm^2$ $\gamma_s = 1,15$

$r_{recub} = 4$ cm

$h = 0,25 \longrightarrow V_{cu} = 11,34$ T

$h = 0,30 \longrightarrow V_{cu} = 14,04$ T

El cortante máximo a 1 canto de la directriz $V_{max} = 5,189$ Tn

$\longrightarrow V_d = 7,78$ Tn $< V_{cu}$ para el arco

PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO

(15)

LEY DE MOMENTOS EN LOSA

(+) (−)

1.00 0.50 0.00 -0.50 -1.00 -1.50 -2.00 -2.50 -3.00 -3.50

0.60 0.50 0.40 0.30 0.20 0.10 0.00

----- SERVICIO+PRESION ..... PRES + SOLO TIERRA

----- TIERRAS+TREN

El cortante máximo en la losa, considerado a 1 canto de la directriz es $V_{max} = 4,70$ Tn $\rightarrow V_d = 7.05 < V_{cu}$ de losa.

Por tanto no es necesaria de forma estricta armadura de cortante

Estribos por directriz curva

Según el artículo 51 de la EH-91, es necesario disponer cercos o estribos para soportar las componente radiales cuando existen tracciones en paramentos cóncavos y tracciones en los convexos.

Debe de cumplirse:

$$A_{st} \times f_{td} \geq \frac{s}{r} A_s f_{yd}.$$

y

$$A_{st} \cdot f_{td} \geq \frac{s'}{r'} \cdot A's \cdot f_{yc,d}$$

Siendo:

$A_{st}$ = sección del estribo
$f_{td}$ = resistencia a tracción del acero
$f_{yc,d}$ = " " compresión del acero
$s$ y $s'$ = separaciones entre cercos
$r$ y $r'$ = radios de curvatura
$A_s$ y $A_s'$ = sección de armadura de tracción y compresión

PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO





En estas condiciones, para barras de $\phi 8$ mm de diámetro, se colocarán: en anchura (longitudinal a la galería) cada 0,20 m y a ser posible al tresbolillo, y en directriz cada 0,15 m.

Lo lo cual tendremos $\frac{1}{0,20} \times \frac{1}{0,15} = 33 \lfloor \phi 8 / m^2$ de bóveda

Fisuración en el arco

Se calcula la anchura de fisura característica para la peor hipótesis. (Arranque del arco hipótesis 3).

$A_{necesaria} = 4,62$ cm$^2$ ; con $\gamma_c = 1.5$ ; $\gamma_s = 1.15$
$\gamma_f = 1.5$

$A$ dispuesta: $(6\phi 8 + 3\phi 12)/m$

Se obtiene una anchura de fisura $W_k = 0,08$ mm $< 0,1$ mm con lo cual se da por válida la armadura dispuesta a efectos de fisuración controlada.

PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO

## CALCULO ANCHURA CARACTERISTICA DE FISURA

Anchura de fisura Wk = 1,7*Sm*Esm — s/ EH-91 , art 44 y MONTOYA pag 444..

Sm = separacion media de fisuras en la zona del recubrimiento

Esm = alargamiento medio de la armadura,teniendo en cuenta el hormigón

### Sm = 2C + 0,2 S + k1*k2 (diam*Ac,eficaz/As)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C = recubrimiento armadura ..... | c | 40 | mm | |
| S = distancia entre barras ..... | s | 111 | mm | < 15 diam = 120 mm |
| diam = diametro de las barras ..... | diam | 8 | mm | |
| B = anchura de la sección. ..... | b | 1000 | mm | |
| H = canto de la sección ..... | h | 250 | mm | |
| k1 0,40 para barras corrugadas..... | cte1 | 0,4 | | |
| k2 0,125 en flexión simple ..... | cte2 | 0,125 | | |
| Ac,eficaz = B*(C + 7,5*diam) ..... | | 108000 | mm2 | |
| ficaz < H/4 en vigas planas o losas y muros..... | | 108 | mm | |
| | Ac,eficaz | 62500 | mm2 | |
| As, armadura total en Ac,eficaz ..... | | 641 | mm2 | |
| | Sm | 143,20 | mm | |

### Esm = Ts/Es*(1-k2/(k1*2,3*(Ts/Tsr-1))) > 0,40*Ts/Es

Ts = tensión de servicio de la armadura

Ts = fyk/(Gs*Gf)* As,nec/As,real

| | | |
|---|---|---|
| fyk | 4200 | kp/cm2 |
| Gs | 1,15 | |
| Gf | 1,5 | |
| As,nec | 4,82 | cm2 |
| As,real | 6,41 | cm2 |
| Ts | 1754,87 | kp/cm2 |

= b*h^2/6*(fct,m/0,90dAs)

fct,m = 1,5 fct,k = 0,68*(fck)^(2/3)

| | | |
|---|---|---|
| fck | 175 | kp/cm2 |
| fct,m | 21,27 | kp/cm2 |
| Tsr | 1829,26 | kp/cm2 |
| cte3 | 0,5 | |
| Es | 2,1E+06 | kp/cm2 |

Esm = 3,42E-04 > 3,34E-04

Wk = 0,58 mm

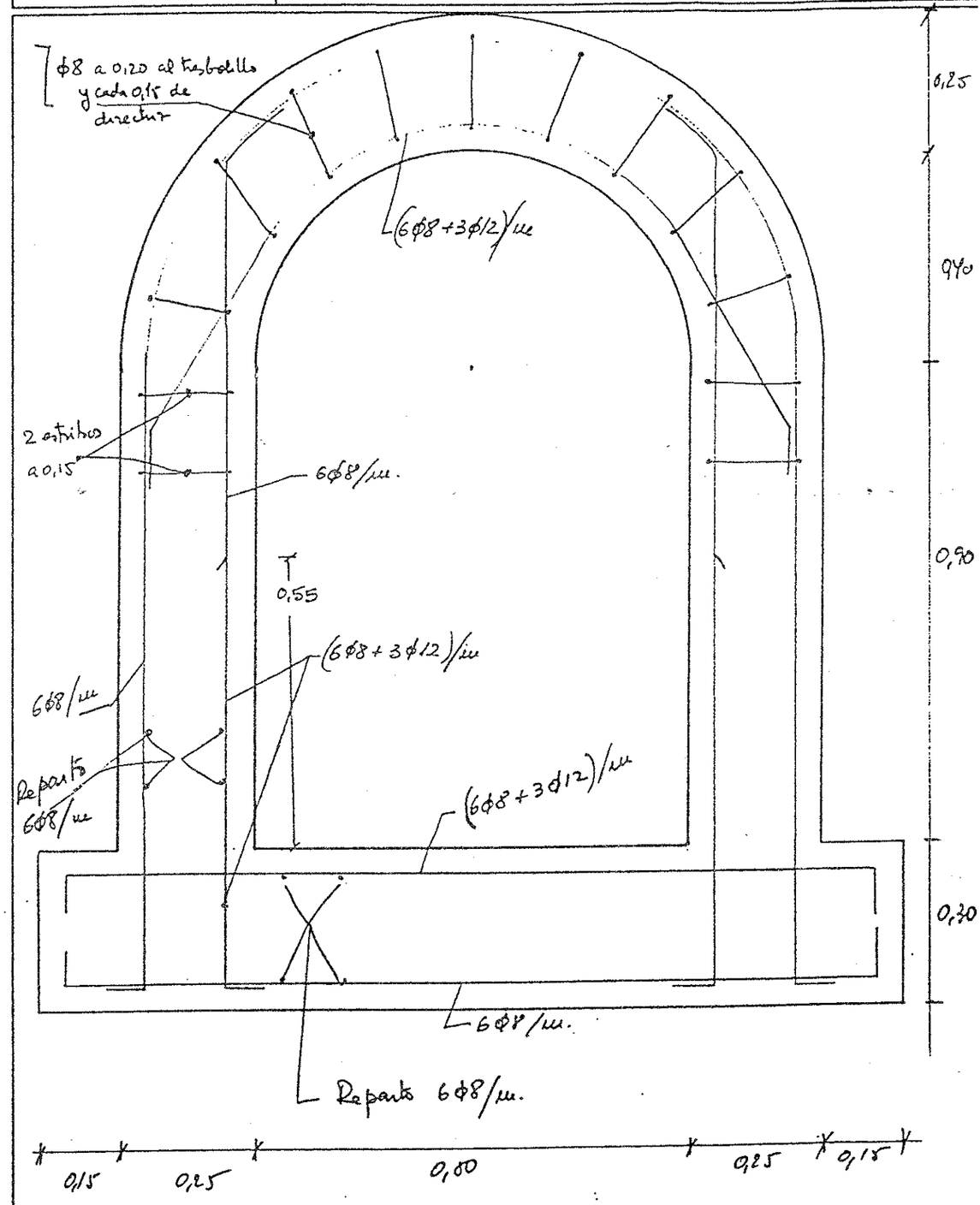
PAPEL ECOLOGICO 100% LIBRE DE CLORO

FCC

CROQUIS GALERIA SIFON

FECHA

Hoja ..... de .....




| REV. | FECHA | MOTIVO DE LA EDICION | ESTADO | REVISADO | VERIFICADO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.07.98 | Validez construcción | cons. | | |

SERVICIO TECNICO — DEPARTAMENTO OBRAS HIDRAULICAS

nº: CROQUIS Nº ARMADO GALERIA

$f_{ck}$ = 175 kp/cm²; $\gamma_f$ = 1,50

$f_{yk}$ = 4200 kp/cm²; $\gamma_s$ = 1,15

$\gamma_{hormigon}$ = 1,50

Recubrimiento = 4cm.

IBM

Ordenador Personal

PROGRAMA

ARCO

CALCULO DE ARCOS,PASOS INFERIORES Y GALERIAS ENTERRADAS

(C) Copyright J.Diaz del Valle, 1988

PROYECTO : UTE CALATAYUD

Referencia ..... :

Fecha ..... : 06-30-1997

SIFON AVE. SOLO PESO PROPIO

## DATOS DE LA ESTRUCTURA

NUMERO DE SEGMENTOS ..... = 50
SALTO ..... = 1

TIPO DE GEOMETRIA :

TIPO 0 : POLIGONAL ARBITRARIA DADA POR COORDENADAS
TIPO 1 : ARCO CIRCULAR DEFINIDO POR .....: f,a
TIPO 2 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR.....: f,a
TIPO 3 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR .....: a,c,b
TIPO 4 : PARABOLA CON y'(0)<>0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 5 : CUBICA CON y'(0)=0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 6 : PORTICO CIRCULAR DEFINIDO POR .....:f,a,H,B
TIPO 7 : CURVA GENERAL DEFINIDA POR PUNTOS DE PASO
TIPO 8 : GEOMETRIA ANTERIOR ALMACENADA EN FICHERO DE DATOS

2a = CUERDA , f = FLECHA , (c,b) = COORDENADAS DE UN PUNTO

TIPO = 8

TIPO DE CONDICIONES DE APOYO :

TIPO 0 : TRIARTICULADO (EN APOYOS Y CLAVE)
TIPO 1 : BIARTICULADO (EN APOYOS)
TIPO 2 : EMPOTRADO EN EXTREMOS
TIPO 3 : EMPOTRADO EN EXTREMOS CON ROTULA EN CLAVE
TIPO 4 : EMPOTRADO ELASTICAMENTE
TIPO 5 : ATIRANTADO EN EXTREMOS

TIPO = 2

ESPESOR DEL ARCO ..... = 0.250 m
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ..... = 2.50 t/m3
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON ..... fck = 175 Kp/cm²
ALTURA DE TIERRAS DESDE LA BASE ..... = 0.00 m
PESO ESPECIFICO DE LAS TIERRAS ..... = 1.80 t/m3
COEFICIENTE EMPUJE TIERRAS ..... = 0.33
SOBRECARGA q ..... = 0.00 t/m²

CARGAS CONCENTRADAS EN LOS NUDOS : NINGUNA

COEFICIENTE DE MAYORACION DE LAS CARGAS ..... ¥f = 1.00

EXISTE LOSA DE CIMENTACION :

SOBRECARGA DE LA LOSA DE CIMENTACION ..... Q = 0.00 t/m²
CANTO DE LA LOSA DE CIMENTACION ..... t = 0.30 m
COEFICIENTE DE BALASTO DEL TERRENO ..... K = 0 t/m3

## ESFUERZOS EN EL ARCO

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.525 | 0.000 | 1.067 | -0.075 | -0.120 | 0.250 |
| 2 | 0.525 | 0.036 | 1.044 | -0.075 | -0.117 | 0.250 |
| 3 | 0.525 | 0.072 | 1.022 | -0.075 | -0.114 | 0.250 |
| 4 | 0.525 | 0.108 | 0.999 | -0.075 | -0.112 | 0.250 |
| 5 | 0.525 | 0.144 | 0.977 | -0.075 | -0.109 | 0.250 |
| 6 | 0.525 | 0.180 | 0.954 | -0.075 | -0.106 | 0.250 |
| 7 | 0.525 | 0.216 | 0.932 | -0.075 | -0.104 | 0.250 |
| 8 | 0.525 | 0.252 | 0.909 | -0.075 | -0.101 | 0.250 |
| 9 | 0.525 | 0.288 | 0.887 | -0.075 | -0.098 | 0.250 |
| 10 | 0.525 | 0.324 | 0.864 | -0.075 | -0.096 | 0.250 |
| 11 | 0.525 | 0.360 | 0.842 | -0.075 | -0.093 | 0.250 |
| 12 | 0.525 | 0.396 | 0.819 | -0.075 | -0.090 | 0.250 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 0.525 | 0.432 | 0.797 | -0.075 | -0.087 | 0.250 |
| 14 | 0.525 | 0.468 | 0.774 | -0.075 | -0.085 | 0.250 |
| 15 | 0.525 | 0.504 | 0.752 | -0.075 | -0.082 | 0.250 |
| 16 | 0.525 | 0.540 | 0.729 | -0.075 | -0.079 | 0.250 |
| 17 | 0.525 | 0.576 | 0.707 | -0.075 | -0.077 | 0.250 |
| 3 | 0.525 | 0.612 | 0.684 | -0.075 | -0.074 | 0.250 |
| 19 | 0.525 | 0.648 | 0.662 | -0.075 | -0.071 | 0.250 |
| 20 | 0.525 | 0.684 | 0.639 | -0.075 | -0.069 | 0.250 |
| 21 | 0.525 | 0.720 | 0.617 | -0.075 | -0.066 | 0.250 |
| 22 | 0.525 | 0.756 | 0.594 | -0.075 | -0.063 | 0.250 |
| 23 | 0.525 | 0.792 | 0.572 | -0.075 | -0.060 | 0.250 |
| 24 | 0.525 | 0.828 | 0.549 | -0.075 | -0.058 | 0.250 |
| 25 | 0.525 | 0.864 | 0.527 | -0.075 | -0.055 | 0.250 |
| 26 | 0.525 | 0.900 | 0.502 | -0.091 | -0.052 | 0.250 |
| 27 | 0.524 | 0.933 | 0.475 | -0.120 | -0.049 | 0.250 |
| 28 | 0.521 | 0.966 | 0.446 | -0.147 | -0.045 | 0.250 |
| 29 | 0.516 | 0.998 | 0.416 | -0.170 | -0.041 | 0.250 |
| 30 | 0.509 | 1.031 | 0.385 | -0.190 | -0.035 | 0.250 |
| 31 | 0.499 | 1.062 | 0.353 | -0.207 | -0.029 | 0.250 |
| 32 | 0.488 | 1.093 | 0.320 | -0.220 | -0.022 | 0.250 |
| 33 | 0.475 | 1.124 | 0.287 | -0.231 | -0.015 | 0.250 |
| 34 | 0.460 | 1.153 | 0.255 | -0.238 | -0.007 | 0.250 |
| 35 | 0.443 | 1.181 | 0.222 | -0.242 | 0.001 | 0.250 |
| 36 | 0.425 | 1.209 | 0.190 | -0.242 | 0.009 | 0.250 |
| 37 | 0.405 | 1.235 | 0.159 | -0.240 | 0.017 | 0.250 |
| 38 | 0.383 | 1.259 | 0.129 | -0.235 | 0.025 | 0.250 |
| 39 | 0.359 | 1.283 | 0.101 | -0.227 | 0.032 | 0.250 |
| 40 | 0.335 | 1.305 | 0.073 | -0.217 | 0.040 | 0.250 |
| 41 | 0.309 | 1.325 | 0.048 | -0.204 | 0.047 | 0.250 |
| 42 | 0.281 | 1.343 | 0.025 | -0.189 | 0.054 | 0.250 |
| 43 | 0.253 | 1.360 | 0.003 | -0.172 | 0.060 | 0.250 |
| 44 | 0.224 | 1.375 | -0.016 | -0.153 | 0.066 | 0.250 |
| 45 | 0.193 | 1.388 | -0.032 | -0.132 | 0.071 | 0.250 |
| 46 | 0.162 | 1.399 | -0.046 | -0.110 | 0.075 | 0.250 |
| 47 | 0.131 | 1.409 | -0.057 | -0.087 | 0.079 | 0.250 |
| 48 | 0.098 | 1.416 | -0.066 | -0.063 | 0.082 | 0.250 |
| 49 | 0.066 | 1.421 | -0.072 | -0.038 | 0.084 | 0.250 |
| 50 | 0.033 | 1.424 | -0.075 | -0.013 | 0.085 | 0.250 |
| 51 | 0.000 | 1.425 | -0.075 | -0.002 | 0.085 | 0.250 |

R = 0.10778E+01  M = -.11986E+00  H = -.74994E-01  V = 0.43059E-05m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 1.725  LONGITUD DE TRANSPORTE = 1.519

LOSA DE CIMENTACION SOBRE TERRENO ELASTICO

| X (m) | W (mm) | GIRO (1000xrad) | FLECTOR (txm/m) | CORTANTE (t/m) | REACCION (t/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.525 | %2052882.380 | 0.183 | 0.120 | 1.078 | 2.053 |
| 0.472 | %2052882.380 | 0.181 | 0.066 | 0.970 | 2.053 |
| 0.420 | %2052882.380 | 0.181 | 0.018 | 0.862 | 2.053 |
| 0.367 | %2052882.380 | 0.183 | -0.024 | 0.755 | 2.053 |
| 0.315 | %2052882.120 | 0.182 | -0.061 | 0.647 | 2.053 |
| 0.262 | %2052882.380 | 0.183 | -0.092 | 0.539 | 2.053 |
| 0.210 | %2052882.620 | 0.184 | -0.118 | 0.431 | 2.053 |
| 0.157 | %2052882.380 | 0.184 | -0.138 | 0.323 | 2.053 |
| 0.105 | %2052882.620 | 0.187 | -0.152 | 0.216 | 2.053 |
| 0.052 | %2052882.620 | 0.187 | -0.160 | 0.108 | 2.053 |
| -0.000 | %2052882.380 | 0.188 | -0.163 | 0.000 | 2.053 |

IBM

Ordenador Personal

P R O G R A M A

A R C O

CALCULO DE ARCOS,PASOS INFERIORES Y GALERIAS ENTERRADAS

(C) Copyright J.Diaz del Valle, 1988

P R O Y E C T O : UTE CALATAYUD

Referencia ..... :

Fecha ..... : 06-30-1997

SIFON AVE. SOLO TIERRAS

D A T O S  D E  L A  E S T R U C T U R A

NUMERO DE SEGMENTOS ..... = 50
SALTO ..... = 1

TIPO DE GEOMETRIA :

TIPO 0 : POLIGONAL ARBITRARIA DADA POR COORDENADAS

TIPO 1 : ARCO CIRCULAR DEFINIDO POR .....: f,a
TIPO 2 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR.....: f,a
TIPO 3 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR .....: a,c,b
TIPO 4 : PARABOLA CON y'(0)<>0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 5 : CUBICA CON y'(0)=0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 6 : PORTICO CIRCULAR DEFINIDO POR .....:f,a,H,B
TIPO 7 : CURVA GENERAL DEFINIDA POR PUNTOS DE PASO
TIPO 8 : GEOMETRIA ANTERIOR ALMACENADA EN FICHERO DE DATOS

2a = CUERDA , f = FLECHA , (c,b) = COORDENADAS DE UN PUNTO

TIPO = 6

FLECHA .....f = 0.525 m
CUERDA ..... 2a = 1.050 m
ALTURA ..... H = 0.900 m

TIPO DE CONDICIONES DE APOYO :

TIPO 0 : TRIARTICULADO (EN APOYOS Y CLAVE)
TIPO 1 : BIARTICULADO (EN APOYOS)
TIPO 2 : EMPOTRADO EN EXTREMOS
TIPO 3 : EMPOTRADO EN EXTREMOS CON ROTULA EN CLAVE
TIPO 4 : EMPOTRADO ELASTICAMENTE
TIPO 5 : ATIRANTADO EN EXTREMOS

TIPO = 2

ESPESOR DEL ARCO ..... = 0.250 m
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ..... = 2.50 t/m3
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON ..... fck = 175 Kp/cm²
ALTURA DE TIERRAS DESDE LA BASE ..... = 4.05 m
PESO ESPECIFICO DE LAS TIERRAS ..... = 1.80 t/m3
COEFICIENTE EMPUJE TIERRAS ..... = 0.33
SOBRECARGA q ..... = 0.00 t/m²

CARGAS CONCENTRADAS EN LOS NUDOS : NINGUNA

COEFICIENTE DE MAYORACION DE LAS CARGAS ..... ¥f = 1.00

EXISTE LOSA DE CIMENTACION :

SOBRECARGA DE LA LOSA DE CIMENTACION ..... Q = 0.00 t/m²
CANTO DE LA LOSA DE CIMENTACION ..... t = 0.30 m
COEFICIENTE DE BALASTO DEL TERRENO ..... K = 5000 t/m3

## E S F U E R Z O S E N E L A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.525 | 0.000 | 3.665 | -1.369 | -0.398 | 0.250 |
| 2 | 0.525 | 0.036 | 3.654 | -1.326 | -0.351 | 0.250 |
| 3 | 0.525 | 0.072 | 3.631 | -1.240 | -0.306 | 0.250 |
| 4 | 0.525 | 0.108 | 3.609 | -1.155 | -0.264 | 0.250 |
| 5 | 0.525 | 0.144 | 3.586 | -1.071 | -0.226 | 0.250 |
| 6 | 0.525 | 0.180 | 3.564 | -0.987 | -0.190 | 0.250 |
| 7 | 0.525 | 0.216 | 3.541 | -0.904 | -0.158 | 0.250 |
| 8 | 0.525 | 0.252 | 3.519 | -0.822 | -0.128 | 0.250 |
| 9 | 0.525 | 0.288 | 3.496 | -0.741 | -0.101 | 0.250 |
| 10 | 0.525 | 0.324 | 3.474 | -0.661 | -0.078 | 0.250 |
| 11 | 0.525 | 0.360 | 3.451 | -0.581 | -0.057 | 0.250 |
| 12 | 0.525 | 0.396 | 3.429 | -0.502 | -0.039 | 0.250 |
| 13 | 0.525 | 0.432 | 3.406 | -0.424 | -0.023 | 0.250 |
| 14 | 0.525 | 0.468 | 3.384 | -0.347 | -0.011 | 0.250 |
| 15 | 0.525 | 0.504 | 3.361 | -0.270 | -0.001 | 0.250 |
| 16 | 0.525 | 0.540 | 3.339 | -0.194 | 0.006 | 0.250 |
| 17 | 0.525 | 0.576 | 3.316 | -0.119 | 0.010 | 0.250 |
| 18 | 0.525 | 0.612 | 3.294 | -0.045 | 0.012 | 0.250 |
| 19 | 0.525 | 0.648 | 3.271 | 0.029 | 0.011 | 0.250 |
| 20 | 0.525 | 0.684 | 3.249 | 0.101 | 0.007 | 0.250 |
| 21 | 0.525 | 0.720 | 3.226 | 0.173 | 0.001 | 0.250 |
| 22 | 0.525 | 0.756 | 3.204 | 0.245 | -0.008 | 0.250 |
| 23 | 0.525 | 0.792 | 3.181 | 0.315 | -0.019 | 0.250 |
| 24 | 0.525 | 0.828 | 3.159 | 0.385 | -0.033 | 0.250 |
| 25 | 0.525 | 0.864 | 3.136 | 0.454 | -0.050 | 0.250 |
| 26 | 0.525 | 0.900 | 3.129 | 0.424 | -0.068 | 0.250 |
| 27 | 0.524 | 0.933 | 3.131 | 0.293 | -0.084 | 0.250 |
| 28 | 0.521 | 0.966 | 3.121 | 0.161 | -0.096 | 0.250 |
| 29 | 0.516 | 0.998 | 3.095 | 0.033 | -0.104 | 0.250 |
| 30 | 0.509 | 1.031 | 3.055 | -0.090 | -0.107 | 0.250 |
| 31 | 0.499 | 1.062 | 3.002 | -0.206 | -0.107 | 0.250 |
| 32 | 0.488 | 1.093 | 2.936 | -0.313 | -0.102 | 0.250 |
| 33 | 0.475 | 1.124 | 2.859 | -0.410 | -0.095 | 0.250 |
| 34 | 0.460 | 1.153 | 2.773 | -0.496 | -0.084 | 0.250 |
| 35 | 0.443 | 1.181 | 2.678 | -0.570 | -0.071 | 0.250 |
| 36 | 0.425 | 1.209 | 2.578 | -0.631 | -0.056 | 0.250 |
| 37 | 0.405 | 1.235 | 2.473 | -0.679 | -0.038 | 0.250 |
| 38 | 0.383 | 1.259 | 2.366 | -0.713 | -0.020 | 0.250 |
| 39 | 0.359 | 1.283 | 2.258 | -0.733 | -0.000 | 0.250 |
| 40 | 0.335 | 1.305 | 2.151 | -0.740 | 0.020 | 0.250 |
| 41 | 0.309 | 1.325 | 2.046 | -0.733 | 0.039 | 0.250 |
| 42 | 0.281 | 1.343 | 1.946 | -0.714 | 0.059 | 0.250 |
| 43 | 0.253 | 1.360 | 1.852 | -0.682 | 0.078 | 0.250 |
| 44 | 0.224 | 1.375 | 1.765 | -0.640 | 0.095 | 0.250 |
| 45 | 0.193 | 1.388 | 1.687 | -0.588 | 0.111 | 0.250 |
| 46 | 0.162 | 1.399 | 1.618 | -0.526 | 0.125 | 0.250 |
| 47 | 0.131 | 1.409 | 1.560 | -0.457 | 0.137 | 0.250 |
| 48 | 0.098 | 1.416 | 1.514 | -0.382 | 0.146 | 0.250 |
| 49 | 0.066 | 1.421 | 1.481 | -0.302 | 0.153 | 0.250 |
| 50 | 0.033 | 1.424 | 1.460 | -0.219 | 0.157 | 0.250 |
| 51 | 0.000 | 1.425 | 1.457 | -0.042 | 0.158 | 0.250 |

R = 0.36652E+01 M = -.39826E+00 H = -.13689E+01 V = 0.11338E-04m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 1.725 LONGITUD DE TRANSPORTE = 1.519

## LOSA DE CIMENTACION SOBRE TERRENO ELASTICO

| X (m) | W (mm) | GIRO (1000xrad) | FLECTOR (txm/m) | CORTANTE (t/m) | REACCION (t/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.525 | 1.402 | -0.023 | 0.398 | 3.665 | 7.011 |
| 0.472 | 1.401 | -0.025 | 0.215 | 3.297 | 7.005 |
| 0.420 | 1.400 | -0.027 | 0.052 | 2.930 | 6.998 |
| 0.367 | 1.398 | -0.026 | -0.092 | 2.562 | 6.991 |
| 0.315 | 1.397 | -0.025 | -0.217 | 2.196 | 6.985 |
| 0.262 | 1.396 | -0.022 | -0.323 | 1.829 | 6.978 |
| 0.210 | 1.395 | -0.019 | -0.409 | 1.463 | 6.973 |
| 0.157 | 1.394 | -0.015 | -0.476 | 1.097 | 6.968 |
| 0.105 | 1.393 | -0.010 | -0.524 | 0.731 | 6.965 |
| 0.052 | 1.393 | -0.005 | -0.553 | 0.365 | 6.963 |
| -0.000 | 1.392 | 0.000 | -0.563 | -0.000 | 6.962 |

IBM

Ordenador Personal

PROGRAMA

ARCO

CALCULO DE ARCOS,PASOS INFERIORES Y GALERIAS ENTERRADAS

(C) Copyright J.Diaz del Valle, 1988

P R O Y E C T O : UTE CALATAYUD

Referencia ..... :

Fecha ..... : 06-30-1997

SIFON AVE. TIERRA+TRAFICO FFCC

D A T O S D E L A E S T R U C T U R A

NUMERO DE SEGMENTOS ..... = 50
SALTO ..... = 1

TIPO DE GEOMETRIA :

TIPO 0 : POLIGONAL ARBITRARIA DADA POR COORDENADAS
TIPO 1 : ARCO CIRCULAR DEFINIDO POR .....: f,a
TIPO 2 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR.....: f,a
TIPO 3 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR .....: a,c,b
TIPO 4 : PARABOLA CON y'(0)<>0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 5 : CUBICA CON y'(0)=0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 6 : PORTICO CIRCULAR DEFINIDO POR .....:f,a,H,B
TIPO 7 : CURVA GENERAL DEFINIDA POR PUNTOS DE PASO
TIPO 8 : GEOMETRIA ANTERIOR ALMACENADA EN FICHERO DE DATOS

2a = CUERDA , f = FLECHA , (c,b) = COORDENADAS DE UN PUNTO

TIPO = 8

TIPO DE CONDICIONES DE APOYO :

TIPO 0 : TRIARTICULADO (EN APOYOS Y CLAVE)
TIPO 1 : BIARTICULADO (EN APOYOS)
TIPO 2 : EMPOTRADO EN EXTREMOS
TIPO 3 : EMPOTRADO EN EXTREMOS CON ROTULA EN CLAVE
TIPO 4 : EMPOTRADO ELASTICAMENTE
TIPO 5 : ATIRANTADO EN EXTREMOS

TIPO = 2

ESPESOR DEL ARCO ..... = 0.250 m
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ..... = 2.50 t/m3
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON ..... fck = 175 Kp/cm²
ALTURA DE TIERRAS DESDE LA BASE ..... = 4.05 m
PESO ESPECIFICO DE LAS TIERRAS ..... = 1.80 t/m3
COEFICIENTE EMPUJE TIERRAS ..... = 0.33
SOBRECARGA q ..... = 11.20 t/m²

CARGAS CONCENTRADAS EN LOS NUDOS : NINGUNA

COEFICIENTE DE MAYORACION DE LAS CARGAS ..... ¥f = 1.00

EXISTE LOSA DE CIMENTACION :

SOBRECARGA DE LA LOSA DE CIMENTACION ..... Q = 0.00 t/m²
CANTO DE LA LOSA DE CIMENTACION ..... t = 0.30 m
COEFICIENTE DE BALASTO DEL TERRENO ..... K = 5000 t/m3

E S F U E R Z O S E N E L A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.525 | 0.000 | 9.545 | -1.015 | -0.618 | 0.250 |
| 2 | 0.525 | 0.036 | 9.534 | -0.972 | -0.583 | 0.250 |
| 3 | 0.525 | 0.072 | 9.511 | -0.886 | -0.551 | 0.250 |
| 4 | 0.525 | 0.108 | 9.489 | -0.801 | -0.522 | 0.250 |
| 5 | 0.525 | 0.144 | 9.466 | -0.717 | -0.496 | 0.250 |
| 6 | 0.525 | 0.180 | 9.444 | -0.634 | -0.474 | 0.250 |
| 7 | 0.525 | 0.216 | 9.421 | -0.551 | -0.454 | 0.250 |
| 8 | 0.525 | 0.252 | 9.399 | -0.469 | -0.437 | 0.250 |
| 9 | 0.525 | 0.288 | 9.376 | -0.388 | -0.423 | 0.250 |
| 10 | 0.525 | 0.324 | 9.354 | -0.307 | -0.412 | 0.250 |
| 11 | 0.525 | 0.360 | 9.331 | -0.227 | -0.404 | 0.250 |
| 12 | 0.525 | 0.396 | 9.309 | -0.149 | -0.398 | 0.250 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 0.525 | 0.432 | 9.286 | -0.070 | -0.396 | 0.250 |
| 14 | 0.525 | 0.468 | 9.264 | 0.007 | -0.396 | 0.250 |
| 15 | 0.525 | 0.504 | 9.241 | 0.084 | -0.399 | 0.250 |
| 16 | 0.525 | 0.540 | 9.219 | 0.159 | -0.405 | 0.250 |
| 17 | 0.525 | 0.576 | 9.196 | 0.234 | -0.413 | 0.250 |
| 18 | 0.525 | 0.612 | 9.174 | 0.309 | -0.424 | 0.250 |
| 19 | 0.525 | 0.648 | 9.151 | 0.382 | -0.438 | 0.250 |
| 20 | 0.525 | 0.684 | 9.129 | 0.455 | -0.454 | 0.250 |
| 21 | 0.525 | 0.720 | 9.106 | 0.527 | -0.473 | 0.250 |
| 22 | 0.525 | 0.756 | 9.084 | 0.598 | -0.495 | 0.250 |
| 23 | 0.525 | 0.792 | 9.061 | 0.669 | -0.519 | 0.250 |
| 24 | 0.525 | 0.828 | 9.039 | 0.738 | -0.546 | 0.250 |
| 25 | 0.525 | 0.864 | 9.016 | 0.807 | -0.575 | 0.250 |
| 26 | 0.525 | 0.900 | 9.017 | 0.592 | -0.606 | 0.250 |
| 27 | 0.524 | 0.933 | 9.012 | 0.092 | -0.628 | 0.250 |
| 28 | 0.521 | 0.966 | 8.955 | -0.405 | -0.633 | 0.250 |
| 29 | 0.516 | 0.998 | 8.837 | -0.889 | -0.622 | 0.250 |
| 30 | 0.509 | 1.031 | 8.662 | -1.351 | -0.596 | 0.250 |
| 31 | 0.499 | 1.062 | 8.432 | -1.785 | -0.554 | 0.250 |
| 32 | 0.488 | 1.093 | 8.151 | -2.185 | -0.499 | 0.250 |
| 33 | 0.475 | 1.124 | 7.825 | -2.544 | -0.432 | 0.250 |
| 34 | 0.460 | 1.153 | 7.460 | -2.857 | -0.353 | 0.250 |
| 35 | 0.443 | 1.181 | 7.061 | -3.121 | -0.265 | 0.250 |
| 36 | 0.425 | 1.209 | 6.636 | -3.331 | -0.169 | 0.250 |
| 37 | 0.405 | 1.235 | 6.190 | -3.484 | -0.067 | 0.250 |
| 38 | 0.383 | 1.259 | 5.733 | -3.580 | 0.039 | 0.250 |
| 39 | 0.359 | 1.283 | 5.271 | -3.617 | 0.147 | 0.250 |
| 40 | 0.335 | 1.305 | 4.812 | -3.594 | 0.255 | 0.250 |
| 41 | 0.309 | 1.325 | 4.363 | -3.514 | 0.362 | 0.250 |
| 42 | 0.281 | 1.343 | 3.932 | -3.377 | 0.465 | 0.250 |
| 43 | 0.253 | 1.360 | 3.525 | -3.188 | 0.562 | 0.250 |
| 44 | 0.224 | 1.375 | 3.149 | -2.948 | 0.653 | 0.250 |
| 45 | 0.193 | 1.388 | 2.810 | -2.664 | 0.735 | 0.250 |
| 46 | 0.162 | 1.399 | 2.513 | -2.339 | 0.807 | 0.250 |
| 47 | 0.131 | 1.409 | 2.263 | -1.980 | 0.867 | 0.250 |
| 48 | 0.098 | 1.416 | 2.064 | -1.593 | 0.915 | 0.250 |
| 49 | 0.066 | 1.421 | 1.919 | -1.184 | 0.950 | 0.250 |
| 50 | 0.033 | 1.424 | 1.830 | -0.760 | 0.971 | 0.250 |
| 51 | 0.000 | 1.425 | 1.816 | -0.216 | 0.979 | 0.250 |

R = 0.95452E+01  M = -.61795E+00  H = -.10155E+01  V = 0.48314E-04m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 1.725  LONGITUD DE TRANSPORTE = 1.519

LOSA DE CIMENTACION SOBRE TERRENO ELASTICO

| X (m) | W (mm) | GIRO (1000xrad) | FLECTOR (txm/m) | CORTANTE (t/m) | REACCION (t/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.525 | 3.659 | -0.097 | 0.618 | 9.545 | 18.294 |
| 0.472 | 3.654 | -0.101 | 0.142 | 8.585 | 18.268 |
| 0.420 | 3.648 | -0.100 | -0.284 | 7.627 | 18.241 |
| 0.367 | 3.643 | -0.096 | -0.659 | 6.670 | 18.215 |
| 0.315 | 3.638 | -0.088 | -0.984 | 5.714 | 18.191 |
| 0.262 | 3.634 | -0.078 | -1.259 | 4.760 | 18.169 |
| 0.210 | 3.630 | -0.065 | -1.484 | 3.807 | 18.150 |
| 0.157 | 3.627 | -0.050 | -1.659 | 2.854 | 18.135 |
| 0.105 | 3.625 | -0.034 | -1.783 | 1.902 | 18.124 |
| 0.052 | 3.623 | -0.017 | -1.858 | 0.951 | 18.117 |
| -0.000 | 3.623 | 0.000 | -1.883 | -0.000 | 18.115 |

IBM

Ordenador Personal

P R O G R A M A

A R C O

CALCULO DE ARCOS,PASOS INFERIORES Y GALERIAS ENTERRADAS

(C) Copyright J.Diaz del Valle, 1988

P R O Y E C T O :  UTE CALATAYUD

Referencia ..... :

Fecha ..... :  06-30-1997

SIFON AVE. AGUA INTERIOR (EXTERIOR (-))

D A T O S  D E  L A  E S T R U C T U R A

NUMERO DE SEGMENTOS ..... = 50
SALTO ..... = 1

TIPO DE GEOMETRIA :

TIPO 0 : POLIGONAL ARBITRARIA DADA POR COORDENADAS

TIPO 1 : ARCO CIRCULAR DEFINIDO POR .....: f,a
TIPO 2 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR.....: f,a
TIPO 3 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR .....: a,c,b
TIPO 4 : PARABOLA CON y'(0)<>0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 5 : CUBICA CON y'(0)=0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 6 : PORTICO CIRCULAR DEFINIDO POR .....:f,a,H,B
TIPO 7 : CURVA GENERAL DEFINIDA POR PUNTOS DE PASO
TIPO 8 : GEOMETRIA ANTERIOR ALMACENADA EN FICHERO DE DATOS

2a = CUERDA , f = FLECHA , (c,b) = COORDENADAS DE UN PUNTO

TIPO = 8

TIPO DE CONDICIONES DE APOYO :

TIPO 0 : TRIARTICULADO (EN APOYOS Y CLAVE)
TIPO 1 : BIARTICULADO (EN APOYOS)
TIPO 2 : EMPOTRADO EN EXTREMOS
TIPO 3 : EMPOTRADO EN EXTREMOS CON ROTULA EN CLAVE
TIPO 4 : EMPOTRADO ELASTICAMENTE
TIPO 5 : ATIRANTADO EN EXTREMOS

TIPO = 2

ESPESOR DEL ARCO ..... = 0.250 m
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ..... = 2.50 t/m3
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON ..... fck = 175 Kp/cm²
ALTURA DE TIERRAS DESDE LA BASE ..... = 11.30 m
PESO ESPECIFICO DE LAS TIERRAS ..... = 1.00 t/m3
COEFICIENTE EMPUJE TIERRAS ..... = 1.00
SOBRECARGA q ..... = 0.00 t/m²

CARGAS CONCENTRADAS EN LOS NUDOS : NINGUNA

COEFICIENTE DE MAYORACION DE LAS CARGAS ..... ¥f = 1.00

EXISTE LOSA DE CIMENTACION :

SOBRECARGA DE LA LOSA DE CIMENTACION ..... Q = 0.00 t/m²
CANTO DE LA LOSA DE CIMENTACION ..... t = 0.30 m
COEFICIENTE DE BALASTO DEL TERRENO ..... K = 0 t/m3

## E S F U E R Z O S E N E L A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.525 | 0.000 | 6.321 | -8.350 | -2.628 | 0.250 |
| 2 | 0.525 | 0.036 | 6.310 | -8.147 | -2.334 | 0.250 |
| 3 | 0.525 | 0.072 | 6.288 | -7.741 | -2.056 | 0.250 |
| 4 | 0.525 | 0.108 | 6.265 | -7.337 | -1.792 | 0.250 |
| 5 | 0.525 | 0.144 | 6.243 | -6.934 | -1.542 | 0.250 |
| 6 | 0.525 | 0.180 | 6.220 | -6.532 | -1.307 | 0.250 |
| 7 | 0.525 | 0.216 | 6.198 | -6.132 | -1.086 | 0.250 |
| 8 | 0.525 | 0.252 | 6.175 | -5.733 | -0.880 | 0.250 |
| 9 | 0.525 | 0.288 | 6.153 | -5.335 | -0.688 | 0.250 |
| 10 | 0.525 | 0.324 | 6.130 | -4.939 | -0.510 | 0.250 |
| 11 | 0.525 | 0.360 | 6.108 | -4.544 | -0.346 | 0.250 |
| 12 | 0.525 | 0.396 | 6.085 | -4.150 | -0.197 | 0.250 |
| 13 | 0.525 | 0.432 | 6.063 | -3.757 | -0.061 | 0.250 |
| 14 | 0.525 | 0.468 | 6.040 | -3.366 | 0.060 | 0.250 |
| 15 | 0.525 | 0.504 | 6.018 | -2.976 | 0.167 | 0.250 |
| 16 | 0.525 | 0.540 | 5.995 | -2.588 | 0.260 | 0.250 |
| 17 | 0.525 | 0.576 | 5.973 | -2.200 | 0.339 | 0.250 |
| 18 | 0.525 | 0.612 | 5.950 | -1.814 | 0.405 | 0.250 |
| 19 | 0.525 | 0.648 | 5.928 | -1.429 | 0.456 | 0.250 |
| 20 | 0.525 | 0.684 | 5.905 | -1.046 | 0.494 | 0.250 |
| 21 | 0.525 | 0.720 | 5.883 | -0.664 | 0.518 | 0.250 |
| 22 | 0.525 | 0.756 | 5.860 | -0.283 | 0.528 | 0.250 |
| 23 | 0.525 | 0.792 | 5.838 | 0.097 | 0.524 | 0.250 |
| 24 | 0.525 | 0.828 | 5.815 | 0.475 | 0.507 | 0.250 |
| 25 | 0.525 | 0.864 | 5.793 | 0.852 | 0.476 | 0.250 |
| 26 | 0.525 | 0.900 | 5.806 | 1.046 | 0.432 | 0.250 |
| 27 | 0.524 | 0.933 | 5.867 | 1.039 | 0.386 | 0.250 |
| 28 | 0.521 | 0.966 | 5.933 | 1.012 | 0.340 | 0.250 |
| 29 | 0.516 | 0.998 | 5.996 | 0.981 | 0.296 | 0.250 |
| 30 | 0.509 | 1.031 | 6.058 | 0.946 | 0.252 | 0.250 |
| 31 | 0.499 | 1.062 | 6.118 | 0.908 | 0.209 | 0.250 |
| 32 | 0.488 | 1.093 | 6.176 | 0.866 | 0.168 | 0.250 |
| 33 | 0.475 | 1.124 | 6.232 | 0.821 | 0.128 | 0.250 |
| 34 | 0.460 | 1.153 | 6.285 | 0.773 | 0.090 | 0.250 |
| 35 | 0.443 | 1.181 | 6.335 | 0.721 | 0.053 | 0.250 |
| 36 | 0.425 | 1.209 | 6.383 | 0.667 | 0.018 | 0.250 |
| 37 | 0.405 | 1.235 | 6.428 | 0.609 | -0.016 | 0.250 |
| 38 | 0.383 | 1.259 | 6.470 | 0.550 | -0.047 | 0.250 |
| 39 | 0.359 | 1.283 | 6.510 | 0.487 | -0.077 | 0.250 |
| 40 | 0.335 | 1.305 | 6.546 | 0.423 | -0.104 | 0.250 |
| 41 | 0.309 | 1.325 | 6.579 | 0.356 | -0.130 | 0.250 |
| 42 | 0.281 | 1.343 | 6.609 | 0.287 | -0.153 | 0.250 |
| 43 | 0.253 | 1.360 | 6.635 | 0.217 | -0.174 | 0.250 |
| 44 | 0.224 | 1.375 | 6.658 | 0.145 | -0.192 | 0.250 |
| 45 | 0.193 | 1.388 | 6.678 | 0.071 | -0.208 | 0.250 |
| 46 | 0.162 | 1.399 | 6.695 | -0.003 | -0.222 | 0.250 |
| 47 | 0.131 | 1.409 | 6.707 | -0.078 | -0.233 | 0.250 |
| 48 | 0.098 | 1.416 | 6.717 | -0.154 | -0.242 | 0.250 |
| 49 | 0.066 | 1.421 | 6.722 | -0.231 | -0.248 | 0.250 |
| 50 | 0.033 | 1.424 | 6.725 | -0.308 | -0.252 | 0.250 |
| 51 | 0.000 | 1.425 | 6.734 | 0.038 | -0.254 | 0.250 |

R = 0.63215E+01 M = -.26276E+01 H = -.83499E+01 V = 0.56568E-05m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 1.725 LONGITUD DE TRANSPORTE = 1.519

## LOSA DE CIMENTACION SOBRE TERRENO ELASTICO

| X (m) | W (mm) | GIRO (1000xrad) | FLECTOR (txm/m) | CORTANTE (t/m) | REACCION (t/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.525 | %12040173.000 | 1.071 | 2.628 | 6.321 | 12.040 |
| 0.472 | %12040173.000 | 1.046 | 2.312 | 5.689 | 12.040 |
| 0.420 | %12040173.000 | 1.023 | 2.030 | 5.057 | 12.040 |
| 0.367 | %12040173.000 | 1.018 | 1.781 | 4.425 | 12.040 |
| 0.315 | %12040172.000 | 0.995 | 1.566 | 3.793 | 12.040 |
| 0.262 | %12040173.000 | 0.983 | 1.383 | 3.161 | 12.040 |
| 0.210 | %12040174.000 | 0.972 | 1.234 | 2.529 | 12.040 |
| 0.157 | %12040173.000 | 0.952 | 1.118 | 1.897 | 12.040 |
| 0.105 | %12040174.000 | 0.952 | 1.035 | 1.265 | 12.040 |
| 0.052 | %12040174.000 | 0.938 | 0.985 | 0.633 | 12.040 |
| -0.000 | %12040174.000 | 0.923 | 0.968 | 0.000 | 12.040 |

# *Apéndice 9. Pantallas Antirruido*

# APENDICE 9: DOCUMENTOS DE CALCULO DE LAS PANTALLAS ANTI-RUIDO DE PK 2+733 A PK 3+212

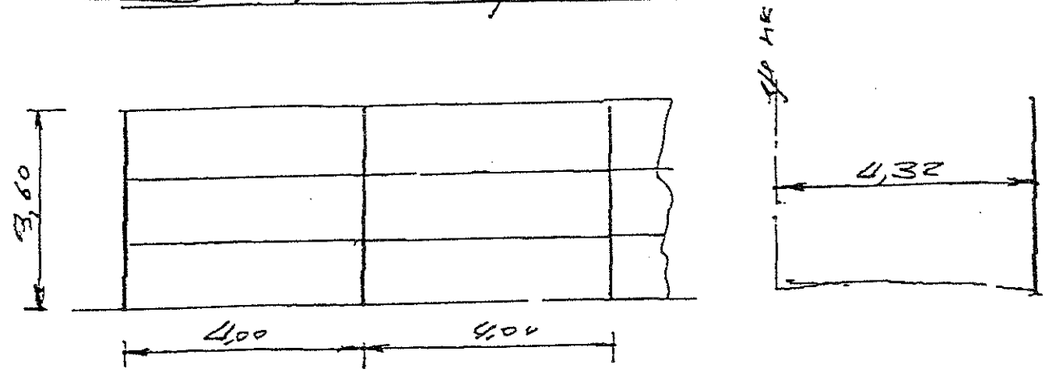
SOPORTES

CALATAYUD RICLA: TRAMO 1A

ESTRUCTURA PARA BARRERA ANTIRUIDOS

FCC | UTE. Calatayud. 1-A | FECHA Febr-99
Barras extruidos. | Hoja 1 de .....

# SOPORTES.




Esfuerzo horizontal de viento, según Instrucción de Puentes MOPT.

$$f_o = 154 \times (2 - 0{,}7\lambda) \quad ; \quad \lambda = L.$$

$$f_o = 200 \text{ kp/m}^2$$

Paso del tren: Según Eurocódigo 1: "Basis of design and actions on structures." Art. 6.6.2 Superficies verticales simples paralelas a la vía (barreras antiruido).

El paso del tren produce una onda de presión depresión de valor $\pm q_{1k}$

Los valores característicos, obtenidos del ábaco correspondiente, en función de la distancia del eje de vía más próximo a la barrera:

c) Tren tipo AVE ó TGV, circulando a 300 km/h.

$$q_{1k} = \pm 0{,}60 \times 0{,}65 = \pm 0{,}39 \text{ kN/m}^2 =$$
$$= \pm 39 \text{ kp/m}^2$$

PAPEL ECOLÓGICO 100% LIBRE DE CLORO





FCC | UTE. Calatayud 1-A | FECHA Febrero-99
Barras extruidos | Hoja 2 de .....

b) Tren tipo TALGO circulando a 250 km/h.

$$q_{1k} = \pm 0{,}85 \times 0{,}45 = 0{,}38 \text{ kN/m}^2 = 38 \text{ kp/m}^2$$

Dada su similitud, redondeamos a $\pm 40$ kp/m².

Esfuerzos sobre los pies derechos:

$$4{,}00 \times [0{,}200 + 0{,}040) = 0{,}96 \text{ tn/m}^2$$

Momento en el arranque:

$$M = 0{,}96 \times 3{,}60^2/2 = 6{,}22 \text{ m·tn}$$

$$Md = 1{,}5 \times 6{,}22 = 9{,}33 \text{ m·tn}$$

$$W \geq 9{,}33 \times 10^5 / 2600 = 359 \text{ cm}^3$$

IPE-180 ; $W = 426 \text{ cm}^3$

Flecha en coronación:

$$f = \frac{9{,}6 \times 360^4 \times 10}{8 \times 2{,}1 \times 10^6 \times 3630} = 25 \text{ mm.}$$

Esta flecha parece excesiva y produciría un alto grado de vibración con las fluctuaciones del viento.

Estimamos que esta flecha no debería pasar de los 10 mm. $\Leftrightarrow$ L/350.

Si HEB-200 ; $I = 5700 \text{ cm}^4$ ; $f = 17$ mm.

Si HEB-220 ; $I = 8090 \text{ cm}^4$ ; $f = 12$ mm.

Si HEB-240 ; $I = 11.260 \text{ cm}^4$ ; $f = 9$ mm.

que es la que propongo.

PAPEL ECOLÓGICO 100% LIBRE DE CLORO

FCC | UTE Calatayud 1-A | FECHA Febrero-99
Barras antivuelco | Hoja 3 de .....

En ausencia de viento, el paso del tren produce en la barra: $\sigma_{1x} = \pm 40$ kg/cm²

$p = 4 \times 0{,}040 = 0{,}160$ t/ml.

Flechas en vertical valen:

HEB-180: $f = \frac{1{,}6 \times 360^4 \times 10}{8 \times 2{,}1 \times 10^6 \times 3830} = \pm 4$ mm.

HEB-200: $f = 3$ mm.

HEB-220: $f = 2$ mm.

HEB-240: $f = 1{,}4$ mm.

El peso de tren, que es un esfuerzo estático deja prácticamente imperturbables a los HEB-240.

El peso de la barra incide sobre la zapata pero no sobre el soporte:

Calculo de la base del soporte

Momento en el empotramiento

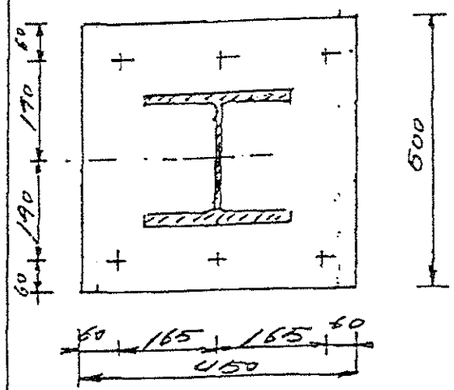
$M = 6{,}22$ m·t.

Componente en barras anclaje:

$T = \frac{6{,}22}{0{,}38} \pm \frac{1}{3} = \pm 5{,}46$ t.

$T_d = 1{,}5 \times 5{,}46 = 8{,}19$ t.

barra roscada M-20 de acero S-235 como mínimo.




Espesor de la chapa:

$M_d = 3 \times 8{,}18 \times 0{,}07 = 1{,}72$ m·t = $1{,}72 \times 10^5$ cm·kp.

$W = 1{,}72 \times 10^5 / 2.600 = 66\,cm^3$

$66 = \frac{45 \times e^2}{6}$ ; $e = 30$ mm.

PAPEL ECOLÓGICO 100% LIBRE DE CLORO

Mod. D28

FCC | UTE Calatayud 1-A | FECHA Febrero-99
Barras antivuelco | Hoja 4 de .....

Zapata de 2,00 × 2,40 × 0,80 m.

$N_1 = 4{,}00 \times 3{,}60 \times 0{,}15 \times 2{,}50 = 5{,}40$ t
$N_2 = 2{,}00 \times 2{,}40 \times 0{,}80 \times 2{,}5 = 9{,}60$ t
$N = 15{,}00$ t

$\vec{H} = 0{,}96 \times 3{,}60 = 3{,}46$ t.

$M = 6{,}22 + 3{,}46 \times 0{,}80 = 8{,}99$ m·t

$\sigma = \frac{15{,}00}{2 \times 2{,}4} \pm \frac{8{,}99 \times 6}{2{,}00 \times 2{,}40^2} = \begin{cases} 8 \text{ t/m}^2 \\ -2 \text{ "} \end{cases}$

$C_v = \frac{15 \times 1{,}20}{8{,}99} = 2{,}00$

$C_{des} = \frac{15 \times tg\,30^\circ}{3{,}46} = 2{,}5$

Armadura: $M = 8 \times 1{,}10^2/2 = 4{,}84$ m·t
$M_d = 7{,}74$ m·t

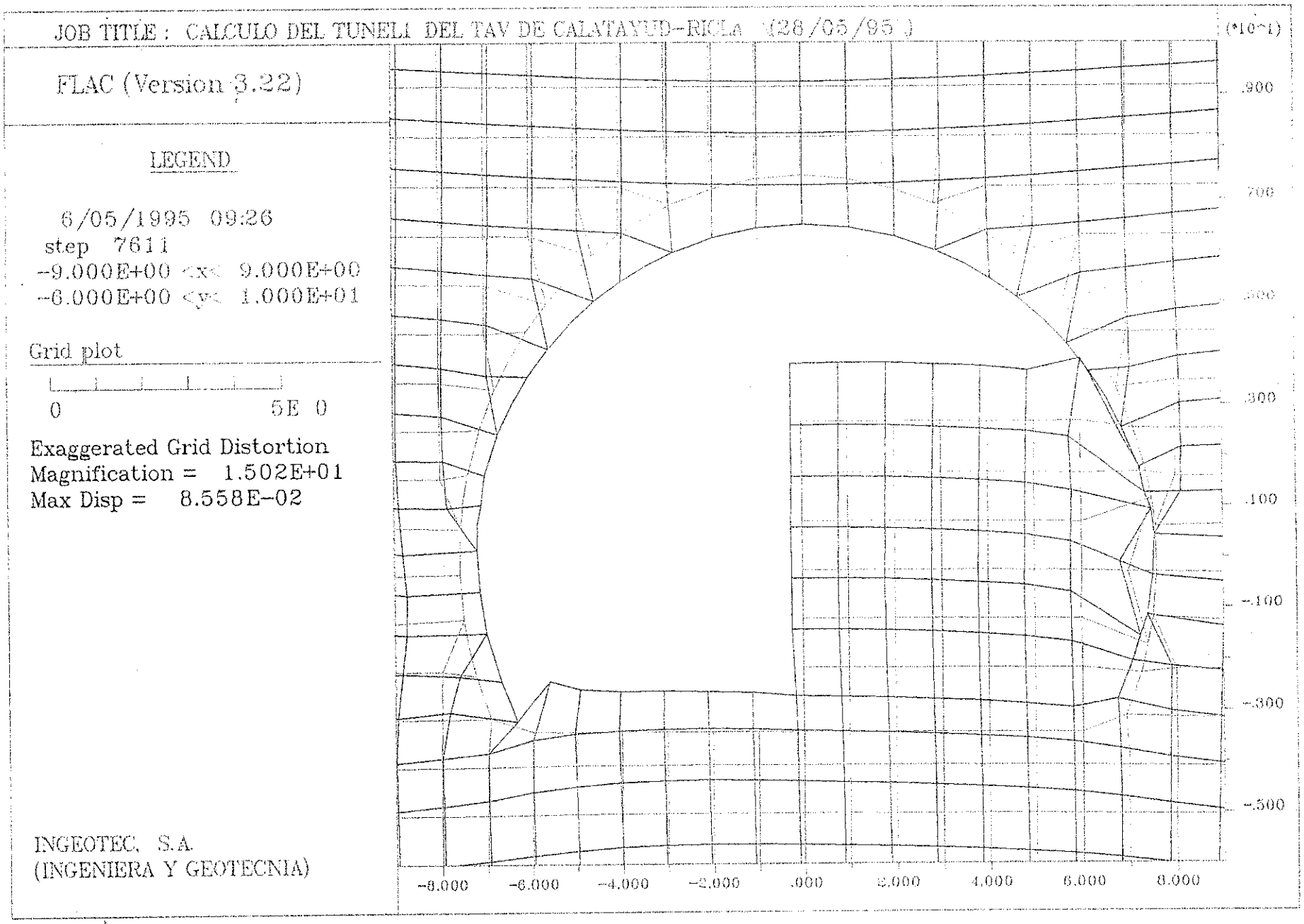
H-200; $b = 1{,}00$ m; $d = 0{,}75$ m; $H_c = 100$ t

$H_s = 0{,}04 H_c = 4$ t ∴ $A_s = 9{,}02$ cm²/ml

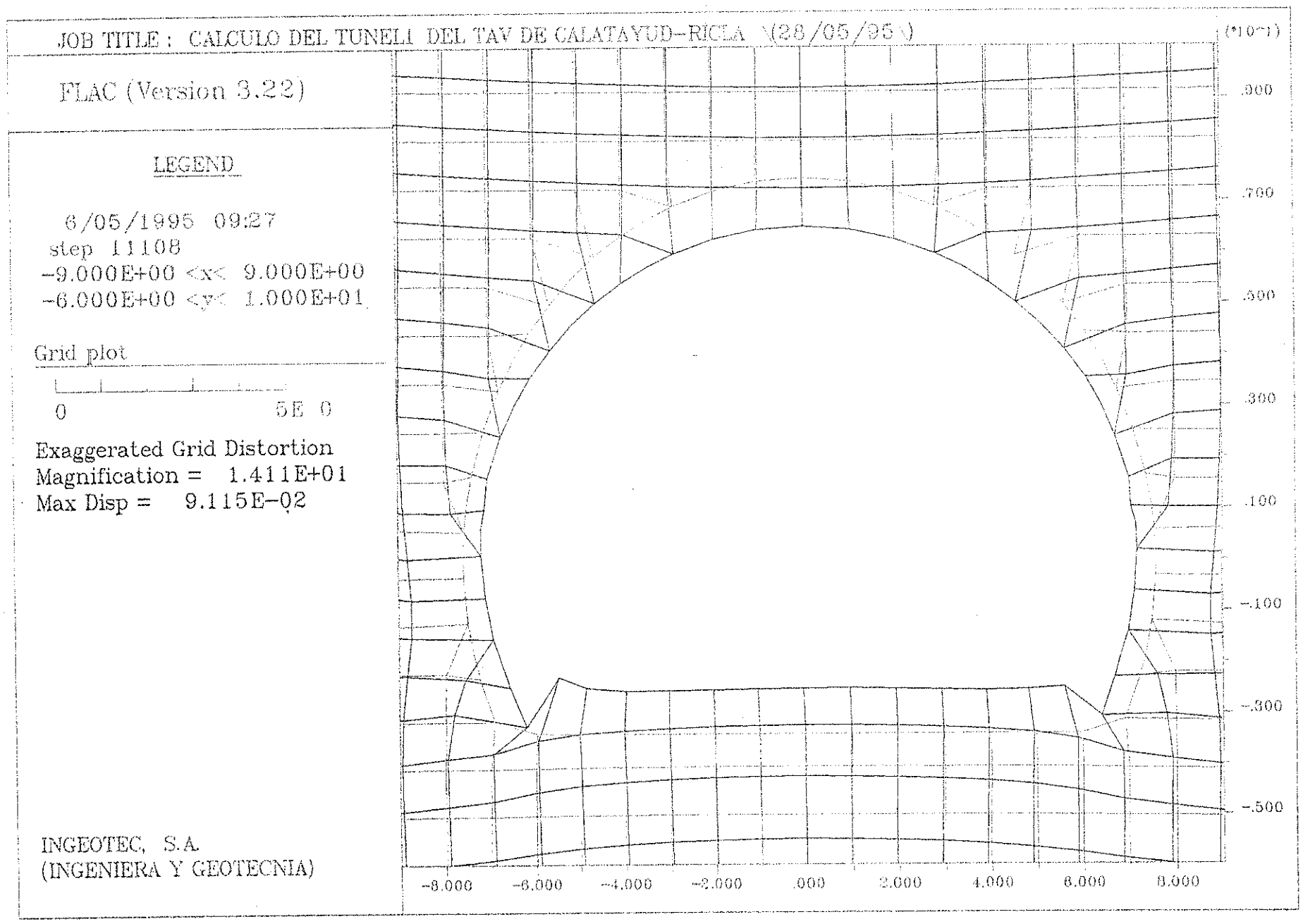
retícula de 5Φ16 pml.

PAPEL ECOLÓGICO 100% LIBRE DE CLORO

Mod. D28




DEFORMADA EXAGERADA. EXCAVADO EL AVANCE Y HASTIAL IZQUIERDO




DEFORMADA EXAGERADA. EXCAVACIÓN DE LA SECCIÓN COMPLETA

# ANEXO 4: INFORMES ESPECÍFICOS DE SOSTENIMIENTO Y REVESTIMIENTO

# RECONSIDERACION DEL SOSTENIMIENTO DEL TUNEL DE MARIVELLA

LINEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID - ZARAGOZA
TRAMO CALATAYUD - RICLA
SUBTRAMO I-A

# RECONSIDERACIÓN DEL SOSTENIMIENTO DEL TUNEL DE MARIVELLA

INDICE


0.- INTRODUCCION

1.- ASPECTOS GENERALES

2.- GEOTECNIA DEL TÚNEL

3.- CALCULOS DE LOS SOSTENIMIENTOS

3.1.- PLANTEAMIENTO GENERAL DEL CALCULO

3.1.1.- BASES DE CALCULO DE LAS DEMANDAS DE SOSTENIMIENTO

3.1.2.- CUANTIFICACION DE LOS SOSTENIMIENTOS

3.2.- SOSTENIMIENTOS DEL PROYECTO

3.3.- CALCULO DE SOSTENIMIENTOS

4.- CONCLUSIONES

5.- CONTRASTE DEL MODELO DE RESISTENCIAS

6.- CALCULOS ORDENADOR

## 0.- INTRODUCCIÓN

La obra del subtramo IA, del Sector Calatayud-Ricla de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Zaragoza, incluye la construcción del túnel de Marivella 620 metros de longitud, encontrándose, en el momento actual, iniciada la perforación del Avance por el lado Norte, y en preparación el emboquille del lado Sur.

A la vista de la calidad de los terrenos que se han puesto de manifiesto durante estos trabajos se plantea la reconsideración del sostenimiento definido en el proyecto, ya que, por lo menos aparentemente, resulta claramente conservador.

Al mismo tiempo se aprovecha para hacer algunas consideraciones sobre determinados aspectos del proyecto del túnel, que afectan a su concepción y que pudieran ser sometidos también a algún tipo de reconsideración.

## 1.- ASPECTOS GENERALES

La profundidad máxima del túnel es de 40 metros y la sección interior libre es de 110 $m^2$ aproximadamente, lo cual se consigue mediante una sección circular de un único radio de 7 metros, el cual está situado a 2,35 metros sobre la cabeza de carril.

El túnel se sitúa en un tramo con pendiente, en sentido ascendente del 8‰, y la terminación interior se realiza por medio de un anillo de revestimiento formado con 25 cm de hormigón encofrado.

### Impermeabilización

En el caso del túnel de Marivella se proyecta la impermeabilización continua del túnel para no afectar al régimen hidrológico del macizo, ya que el túnel se sitúa bajo el nivel freático y por utilizarse éste para el abastecimiento de viviendas de la zona. El sistema utilizado sin embargo se localiza exclusivamente a la zona de la bóveda del anillo y no en la solera, y además, aunque se utiliza una lámina estanca de PVC de 2 mm como base, se le adosa un geotextil con funciones entendemos que resistentes aunque también se especifica que ha de tener capacidad drenante para evitar subpresiones sobre el anillo. Por otra parte al pie de las láminas, en ambos hastiales, se disponen sendos tubos de recogida del agua tras las láminas, que se conectan periódicamente al sistema de drenaje del túnel.





Con este sistema resulta evidente que no se garantiza el fin pretendido de no afectar el régimen hidrológico del entorno, ya que en sí mismo no constituye un sistema de estanqueidad, sino exclusivamente de impermeabilización y drenaje del trasdós del anillo de revestimiento.

Por otra parte no se indica en el proyecto qué se debe hacer con las captaciones primarias que haya que efectuar en el caso de que aparezcan surgencias importantes en el túnel ya que con el planteamiento de no afectar al régimen hidrogeológico no se podrían desaguar al drenaje general del túnel. Una posible solución sería la de captar las aguas, solo provisionalmente y cuando sea imprescindible para poder efectuar la construcción, anulando los desagües posteriormente.

Si finalmente se decidiera realizar una impermeabilización estanca el revestimiento del túnel debiera ser capaz de soportar una cierta presión de agua del freático.

La concepción de la lámina de impermeabilidad resulta técnicamente correcta, con la salvedad antes comentadas en cuanto a que no garantiza la estanqueidad teóricamente requerida, si bien deberían tenerse en cuenta las siguientes indicaciones:

- El geotextil de refuerzo y drenaje deberá ir colocado del lado del sostenimiento.
- Resulta imprescindible el aplicar tratamientos de regularización sobre cualquier tipo de elementos que sobresalgan del paramento (cabezas de bulones, presillas de cerchas, troqueles de chapas, etc.).
- Los tratamientos de inyección del anillo del revestimiento se verán fuertemente condicionados por la presencia de la lámina, ya que los taladros posteriores en la clave la perforarían destruyendo la estanqueidad de un elemento tan costoso, por lo que deberán preverse los sistemas necesarios para evitar este problema.

### Revestimiento

Se define el acabado del túnel mediante la aplicación de un anillo de revestimiento de hormigón encofrado de 25 cm de espesor, espesor muy considerable y de gran capacidad de soporte si el diseño garantiza su colaboración estructural, lo que ha de ser estudiado con detenimiento.

Este revestimiento se arma sistemáticamente con un mallazo de # 150 x 150 x 9 mm, colocado a 15 cm del paramento visto, justificándose esta armadura para evitar la fisuración y la caída de trozos que pudieran llegar a desprenderse durante la explotación.



076

En este sentido queremos indicar que la posición del mallazo posiblemente no resulte eficaz para evitar la aparición de fisuras, ya que para ello sería más efectiva una armaduras de piel, ya que es allí donde se inicia la fisuración de retracción que es la más usual.

En nuestra opinión puede resultar más efectivo y desde luego más barato, el extremar las precauciones que disminuya la aparición tales fenómenos (dosificaciones, curados, etc.), así como la creación de retallos transversales en la superficie del anillo, cada 3-3,5 metros, de manera que se concentren en ellos las fisuras, evitándose la distribución errática y en placas que en caso contrario pueden llegar a adoptar.

En cuanto al desprendimiento de trozos hemos de señalar que son fenómenos poco usuales en los túneles debido a la disposición radial de las juntas y fisuras, y al acodalamiento y estado de compresión del anillo.

De hecho de acuerdo con la experiencia obtenida a lo largo del mantenimiento de muchos túneles, incluidos los de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla, los desprendimientos suelen ser muy superficiales y con su origen en otros tipos de juntas con una disposición oblicua respecto del paramento (juntas frías, fisuras por esfuerzos de desencofrado, rebabas en el solape entre carros, etc.). En estos casos los trozos son tan superficiales que su desprendimiento posiblemente no sea impedido por una armadura tan profunda.

Drenaje

El drenaje longitudinal del túnel se asegura mediante un colector situado en el eje de la calzada, de tipo rectangular y sección amplia (1,67 x 0,97 m), al que vierten tanto las aguas de escorrentía superficial que alcancen la plataforma. Este drenaje es a todas luces excesivo, dada la longitud del túnel, constituyendo un debilitamiento injustificado de la sección que dificulta cualquier solución de solera para arriostramiento de los pies del revestimiento, que en nuestra opinión constituye un objetivo prioritario en este caso.

Método de ejecución

Los túneles incluidos en el presente subtramo se plantean bajo la filosofía, criterios y elementos del conocido como Nuevo Método Austriaco (NMA), el cual entendemos que resulta totalmente adecuado con las particularidades que a continuación se comentan.

Dicho sistema consiste, básicamente, en la aplicación de sostenimientos ligeros de forma inmediata tras la excavación, los cuales permiten la disipación de gran parte de la





energía potencial del macizo que se libera tras la perforación, haciendo mínimas las necesidades de sostenimiento.

Se permite, con este método, la plastificación controlada de una corona del terreno encajante del túnel, que sin embargo y por otra parte, colabora a la estabilidad de la sección movilizando su resistencia residual a lo largo de las superficies de las cuñas de rotura que podrían llegar a movilizarse en dicha corona.

El sostenimiento que se aplica con este método en el borde de la excavación actúa aportando una presión interior en el túnel que produce un estado de confinamiento radial sobre el terreno del entorno, el cual debe ser suficiente para conseguir, junto con la colaboración ya mencionada de la propia corona de roca plastificada, la estabilidad de la sección.

En la práctica de este método han de emplearse elementos de sostenimiento que cumplan diversas características de idoneidad, como son la rapidez en su colocación y la capacidad de admitir deformaciones, más o menos importantes, manteniendo una cierta capacidad de trabajo, así como la posibilidad de que su cuantía pueda ser modificada de manera fácil y efectiva para adaptar las cuantías a las demandas reales de los terrenos, incluso con posterioridad a un primer dimensionamiento si se comprobara la insuficiencia del mismo.

Formando parte de la filosofía del método resulta imprescindible efectuar durante la ejecución de las obras la auscultación del comportamiento del conjunto terreno-sostenimiento, lo que exige como mínimo en el control de la deformación radial de las secciones (convergencias), con lo que se comprueba la idoneidad de los sostenimientos colocados. Esta auscultación permite el análisis no solo de la necesidad de efectuar refuerzos en los sostenimientos, aumentando la cuantía de cualquiera de los elementos mencionados en caso necesario, si no también el posible aligeramiento en los tramos siguientes, si se constatara el exceso de las dotaciones empleadas.

La optimización máxima del método pasa por el planteamiento del refuerzo o fortificación del túnel en dos etapas (sostenimiento y revestimiento), confiándose a la segunda la estabilidad suficiente para el largo plazo, mientras que en la de primera, con el sostenimiento, se ha de facilitar la pérdida de parte de la energía potencial del macizo.

En ambas etapas, los coeficientes de seguridad alcanzados han de ser los adecuados para el tipo de situación que representan.

## 2.- GEOTECNIA DEL TÚNEL

El proyecto se basa en un documento geológico-geotécnico desarrollado por la empresa INTECSA, como resultado de un contrato específico adjudicado por la DGITF y que constituye, en sí mismo, el cuerpo del Anejo nº 4 del Proyecto.

Básicamente y de manera muy resumida los terrenos afectados por la construcción del túnel son brechas con matriz areno-arcillosa algo cementada, con niveles lenticulares limo-arenosos.

La disposición estructural es subhorizontal y masiva, y el nivel freático podría situarse a la altura media de la galería, por lo que es factible la presencia de agua con poca carga.

En cuanto a la calificación de los terrenos se evaluaba por medio de la clasificación de Lauffer, anotándose como Clase D correspondiente a Roca alterada, blanda y débil.

La caracterización de lo que podríamos llamar como roca matriz de la formación viene dada por los siguientes parámetros característicos:

### Resistencia a la Compresión Simple

Se dispone de 13 ensayos con valores muy dispares (0,7 a 177 Kp/cm$^2$) indicativo de una cementación muy variable o de una afección de la mecánica del sondeo diferente. El valor medio es:

$R_c$ = 55 Kp/cm$^2$

### Deformabilidad

Se estima unos valores, dependiendo de la cementación, entre 1.000 a 100.000 Kp/cm$^2$, con un valor medio de:

Em = 10.000-15.000 Kp/cm$^2$

### Resistencia al corte

Se han efectuado ensayos de corte con los siguientes resultados:

Cohesión= 2,98-0 Kp/cm$^2$ (media 1.51)





Ángulo roz= 36-21° (media 30)

El ángulo de rozamiento en testigo lijado un una muestra es de 26°.

## ESTIMACIÓN DE LA LEY DE COMPORTAMIENTO RESISTENTE

La evaluación de los parámetros que gobiernan el comportamiento geotécnico del macizo se plantea basándose en el índice RMR (Rock Mass Rating) en el que se apoya el sistema de clasificación de Bieniawski, modificado en el año 1979, a partir del cual se pueden asignar las leyes o modelos establecidos por HOEK y BROWN (1980), en el cual la curva de resistencia del macizo se define mediante una fórmula del tipo:

$$\sigma_1=\sigma_3*\sqrt{m*R_c*\sigma_3+s*R_c^2}$$

siendo:
$\sigma_1$ ... tensión principal mayor
$\sigma_3$ ... tensión principal menor
$R_c$ ... resistencia a la compresión de la roca matriz
m,s .. constantes características del macizo

Estas leyes, como antes se ha dicho, son utilizadas en el proyecto si bien conviene hacer algunas matizaciones interesantes al respecto, que no suelen ser tomadas en cuenta en muchos casos.

Como aspecto de mayor interés mencionaremos en primer lugar que las leyes así definidas son representativas solamente para situaciones tensionales menores de un cierto valor, a partir del cual la resistencia del macizo está gobernada por otro tipo de comportamiento, el cual puede llegar a ser equivalente al de la roca matriz que constituye el macizo. Se justifica este hecho en razón de que a partir de un determinado valor de la tensión normal sobre el plano de corte, se coarta o impide la posibilidad de dilatancia, por lo que la rotura ha de interesar, en mayor o menor medida, a la propia roca matriz, siendo entonces las características de ésta las que condicionan el comportamiento resistente del macizo, de forma cada vez más acentuada conforme aumenta el valor de dicha tensión normal.

Se suele aceptar que el punto a partir del que se produce el cambio de comportamiento resistente, es decir aquél en el que el macizo pasa a tener un comportamiento similar al de la roca matriz que lo forma, o lo que es equivalente, cuando dejan de tener influencia las discontinuidades del macizo, viene a coincidir con el de intersección de la curva de resistencia

del macizo con una recta que, pasando por el origen de coordenadas, forma un ángulo de 39° con el eje de abcisas (MOGI, 1966). Todo ello en una representación típica del diagrama de Mohr.

Por otra parte, esta situación suele producirse para un valor de la tensión normal igual a la resistencia a la compresión de la roca matriz (LADANYI y ARCHAMBAULT. 1972).

Las leyes de resistencia de los modelos de HOECK y BROWN, fueron obtenidas sin considerar los ensayos realizados con estados tensionales superiores a la zona de transición del comportamiento frágil al dúctil, limitación que se concretó por los autores de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$\sigma_1 < \sigma_3 < \sigma_1/3{,}4$$

Por tanto dichas leyes, aplicadas de manera directa, en función de la naturaleza del material y del índice RMR, solo debe hacerse para situaciones en las que la gama de tensiones coincida con la limitada por la expresión anterior, debiendo adoptarse, a partir del punto de intersección con la recta que representa este criterio, otra que según diversos autores debería ser de tipo rectilíneo. Para tensiones aún mayores, superando el límite indicado por MOGI, la resistencia del macizo llegaría a igualar a la de la propia roca matriz.

En definitiva se tiene que la ley de resistencia completa para un macizo rocoso, esta representada por tres curvas distintas, dependiendo del tramo de tensiones principales a que se le someta:

- una ley curva del tipo de las del modelo de Hoeck & Brown, para solicitaciones tensionales en la gama baja.
- otra ley curva, del mimo tipo indicado anteriormente o similar correspondiente a la roca matriz, para la gama de tensiones altas (criterio de Mogi)
- una de transición entre las anteriores, de tipo recto según diversos autores, para la gama de tensiones intermedias.

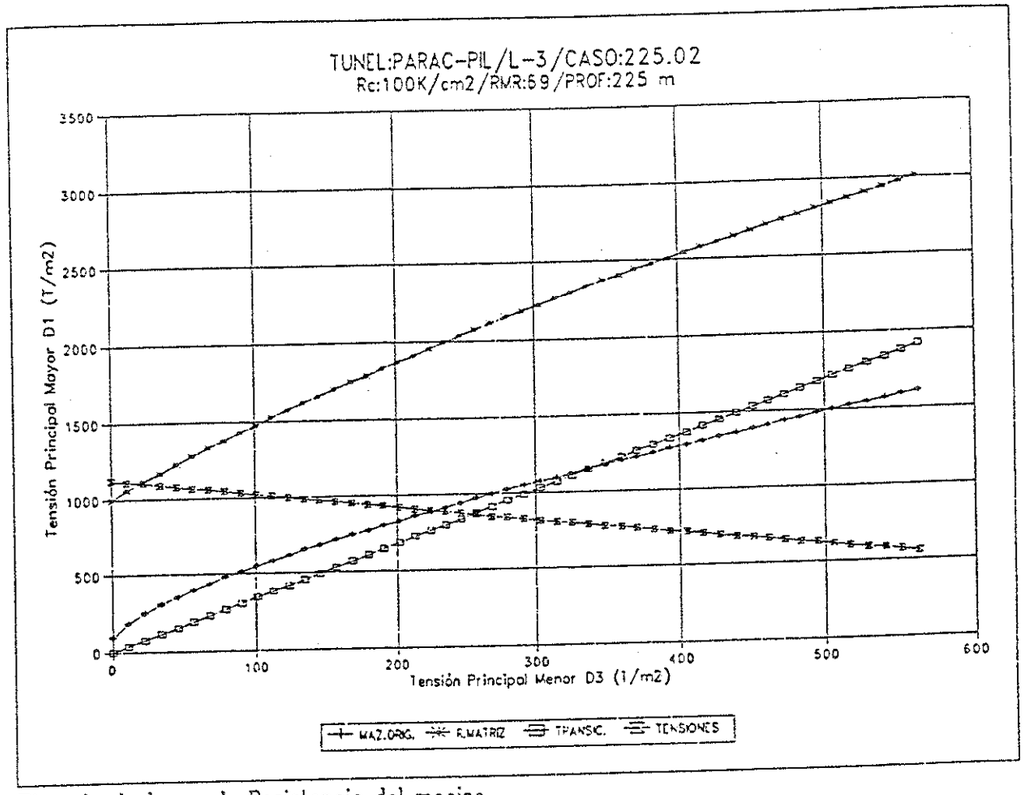
Por ora parte la valoración de la ley de resistencia de la roca matriz puede hacerse de acuerdo con los diferentes modelos establecidos al efecto por distintos autores (FAIRHURST, etc.), si bien también es posible hacerlo con los mismos modelos de HOECK y BROWN, teniendo en cuenta los criterios que al respecto fueron establecidos por dichos autores en su estudio, entre los que solamente resaltaremos el hecho de que el parámetro "m", que interviene





en la ley de resistencia, depende exclusivamente de las características de la roca matriz, y el "s" solamente de las del macizo, siendo igual a 1 en el caso de un espécimen de roca intacta.

En definitiva en cada caso sometido a estudio se ha desarrollado el análisis mencionado anteriormente, de acuerdo con la sistemática que viene reflejada en el gráfico que se acompaña




Ejemplo de Leyes de Resistencia del macizo

a continuación, en el que se representan las tres leyes de comportamiento citadas junto con la ley de tensiones que se tiene en el entorno del túnel como consecuencia de la excavación, si no se alcanza la plastificación (estado elástico).

En cuanto a los parámetros deformacionales se suelen utilizar algunos de los métodos empíricos establecidos por diversos autores, como el de los mencionados HOECK y BROWN o el de SERAFIM y PEREIRA (1983).



079

Contraste del modelo empírico de Hoeck&Brown

Con el fin de comprobar la adecuación del modelo de Hoeck&Brown a los datos de resistencia deducidos de los ensayos de corte efectuados para el proyecto, se han obtenido los parámetros c y $\phi$ equivalentes para un RMR de 85 y las gamas de tensiones normales similares a los de los ensayos de laboratorio, obteniendose los siguientes valores, para rocas de tipo arenoso, y resistencias a la compresión simple de magnitud variable dentro del rango menor del intervalo deducido en la investigación efectuada.

| Res. Compresión Rc (Kp/cm²) | Tensión normal $\sigma_n$ (Kp/cm²) | Cohesión C (Kp/cm²) | Ángulo Rozam. $\phi°$ |
|---|---|---|---|
| 5 | 4,38 | 1,05 | 32.1 |
| 5 | 6,47 | 1,36 | 29,22 |
| 10 | 4.48 | 1,38 | 37,3 |
| 10 | 6,63 | 1,76 | 34,23 |
| 10 | 7,69 | 1,93 | 33,09 |
| 15 | 4,54 | 1,64 | 40,47 |
| 15 | 6,72 | 2,07 | 37,32 |
| 20 | 4,58 | 1,88 | 42,71 |
| 20 | 6,78 | 2,34 | 39,55 |
| 25 | 4,61 | 2,1 | 44,43 |
| 25 | 7,93 | 2,81 | 40,09 |

Los impresos correspondientes a los cálculos de estos parámetros se incluyen en el apartado correspondiente al final del presente informe, comprobándose que los valores de c y $\phi$ tienen una buena correspondencia con los deducidos de los ensayos, coincidiendo sensiblemente la en la gama de terrenos con resistencias a la compresión más bajas (5-10 Kp/cm²), lo que es lógico ya que el ensayo aplicado es un ensayo de suelos.

Por otra parte los ángulos de rozamiento que se obtienen en los ensayos ( 26-31°) coinciden con los más bajos de los obtenidos por cálculo, lo que también es coherente, ya que para el ensayo de corte se habrán seleccionado además de los testigos de menor resistencia a la compresión los de granulometría mas fina, ya que en caso contrario no podrían tallarse las muestras.



A la vista de todo lo antes comentado resulta adecuada la consideración para el cálculo de la resistencia de los terrenos afectados por el túnel de Marivella, de la ley de Hoeck&Brown para rocas de tipo arenoso, con un RMR de 85 y un espécimen de roca matriz prácticamente intacto.

Como caso más desfavorable, claramente el lado de la seguridad, consideraremos un valor de la resistencia a la compresión de 5-10 Kp/cm², siendo el valor medio considerado en el proyecto de 55 Kp/cm².

Abundando en esta consideración hemos de resaltar que los terrenos puestos de manifiesto por las excavaciones efectuadas hasta el momento confirman el carácter conservador de tales hipótesis, mostrando un predominio de los materiales con granulometría más gruesa y con altos valores de resistencia a la compresión.

## 3.- CÁLCULO DE LOS SOSTENIMIENTOS

A partir de los datos antes comentados fruto de reconsideración de los datos geotécnicos del proyecto, se ha procedido al cálculo de los sostenimientos necesarios lo que se hará de acuerdo con la metodología que se indica en los apartados siguientes.

### 3.1.-PLANTEAMIENTO GENERAL DEL CÁLCULO

Tal y como se ha comentado al comienzo del informe el método de ejecución planteado (NMA) se considera totalmente adecuado a la problemática del túnel, si bien, como allí se adelantó, la fortificación debe plantearse en dos etapas, correspondientes al sostenimiento y revestimiento.

Se deben rechazar por tanto la idea de que la función resistente es encomendada, exclusivamente, al sostenimiento, siendo el revestimiento un elemento puramente funcional y estético, cuando por su espesor y calidad, su capacidad resistente es mayor que la de aquél.

En ambas etapas los coeficientes de seguridad han de ser los adecuados al tipo de situación para el que se definen, y su concepción se basa en los siguientes principios básicos:

- Disposición de un *sostenimiento* ligero y flexible en la primera etapa tras la excavación, basado fundamentalmente en bulones, con los siguientes objetivos:

  - Obtener un coeficiente de seguridad suficiente a corto plazo.

- Conseguir un sostenimiento eficaz incluso en etapas intermedias de la construcción durante los que no existe arriostramiento de los pies de los hastiales, y sin que se hayan de prescribir grandes requerimientos en cuanto a la calidad del apoyo de los arcos.

- Permitir la deformación controlada de convergencias que demande el terreno, sin que ello suponga el riesgo de pérdidas bruscas de capacidad portante del sostenimiento, admitiendo la posibilidad de aplicar refuerzos progresivos en caso necesario.

- Admitir la posibilidad de aplicar cuantías distintas de los elementos de sostenimiento en zonas diferentes de una misma sección del túnel, en función de la distribución de los terrenos.

- Facilitar la ejecución de la Destroza evitando en gran medida el problema de los descalces del sostenimiento del Avance.

- Posteriormente, una vez excavado el túnel en Avance y Destroza se construye el *revestimiento* de hormigón encofrado de alta calidad, el cual, convenientemente diseñado, aporta las siguientes ventajas.

- Proporcionar el coeficiente de seguridad adecuado a las condiciones de largo plazo, permitiendo incluso cubrir las hipótesis más pesimistas de deterioro de los bulones y/o de cargas de agua

- Permite la construcción de este elemento tan fundamental con la calidad más adecuada ya que se facilita el empleo de los medios y fases precisos, independizándose el proceso de los condicionantes de estabilidad de la excavación.

- Garantiza la durabilidad del conjunto de los elementos de fortificación del túnel, ya que la gran compacidad del anillo de revestimiento confiere esta cualidad a sí mismo y al resto de los elementos y terrenos sobre los que se coloca.

- Mejora de impermeabilidad general del túnel y por tanto disminuye la necesidad del empleo de láminas, y, en caso de emplearse, se asegura mejor su funcionalidad y mantenimiento, al quedar recubiertas por el anillo de revestimiento.



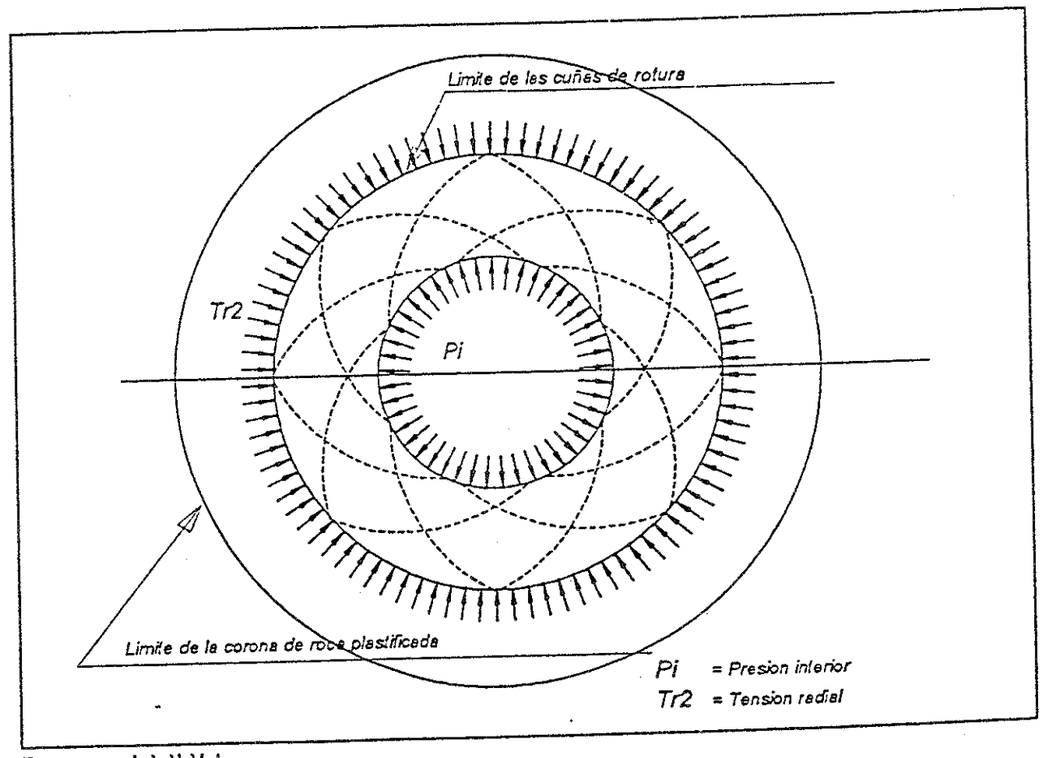


3.1.1.- Bases de cálculo de las demandas de sostenimiento

Cualquier proceso de cálculo para evaluar los sostenimientos a aplicar durante la excavación de un túnel debe enfocar dos cuestiones fundamentales: por un lado la cuantificación del comportamiento resistente del macizo afectado, aspecto ya desarrollado con anterioridad en este informe y, por otro, el establecimiento de un modelo matemático para el estudio del complejo fenómeno tenso-deformacional que tiene lugar durante el proceso de excavación.

A continuación se desarrolla, de una manera simplificada y resumida, las bases de cálculo que se emplean en el estudio de la problemática de los sostenimientos, así como para el establecimiento de los criterios para la posible adaptación de los mismos a la realidad de los terrenos durante la ejecución del túnel.

Para la evaluación de las necesidades de sostenimiento se utiliza en el proyecto el método de las denominadas LÍNEAS CARACTERÍSTICAS también denominado por otros autores como método de CONVERGENCIA-CONFINAMIENTO.




Esquema del N.M.A.

Mediante este método se analiza el estado tensional que se produce en el terreno del entorno del túnel cuando es sometido a las cargas que actúan sobre él, las cuales son evaluadas en función de su profundidad respecto a la superficie de terreno, y se le aplica además una presión interior radial, equivalente a la que el sostenimiento y la propia corona de roca plastificada son capaces de aportar (ver figura adjunta).

El estado tensional resultante del conjunto de estas acciones, se compara con la resistencia del macizo original, expresada por una determinada ley, comprobándose en cada punto del terreno si se sobrepasa o no dicha resistencia, produciéndose en caso afirmativo la plastificación del terreno.

La formulación de dicho estado en las zonas elástica y plastificada, introduciendo las condiciones de borde en el perfil de la excavación y en el contacto entre ambas zonas, permite calcular el espesor de la corona plastificada que se formará para cada presión interior supuesta. A partir de estos datos se puede realizar el cálculo deformacional correspondiente, del que se obtiene la convergencia radial esperada en el contacto de la zona plástica con la elástica y en el borde de la excavación.

Se denomina LÍNEA CARACTERÍSTICA a cualquiera de las leyes que relacionan las presiones interiores posibles (variando entre cero y la presión original) con las correspondientes deformaciones radiales resultante en la superficie del túnel, o con los radios de plastificación o con el espesor de esta zona.

La formulación completa del método fue desarrollada por el profesor LADANYI en el artículo "Use of the long-term streng concert in the determination of ground presure on tunnel linings", con la simplificación de suponer la excavación circular, para aprovechar la facilidad de cálculo que supone la simetría radial, y la de adoptar la hipótesis de HEIM en cuanto el estado tensional natural, es decir el previo al efecto de la excavación. La validez de ambas simplificaciones está abundantemente sancionada en la práctica para el estudio y definición de las demandas de sostenimiento en los túneles.

El empleo de métodos de cálculo más sofisticados resulta, muchas veces, inútil desde el punto de vista práctico, dada la imposibilidad real de llegar a conocer y a modelizar de forma fiable el complejo mecanismo que gobierna el proceso en un macizo real, tanto en su geometría física como en cuanto al comportamiento geotécnico de los materiales y de las discontinuidades que lo componen.





El proceso de cálculo que se aplica en nuestro caso para el análisis de las demandas de sostenimiento se basa en el desarrollo matemático propuesto por HOEK y BROWN en la publicación de ambos autores sobre el tema de las "Excavaciones Subterráneas en Roca".

Este método se apoya en la formulación desarrollada por LADANYI en su artículo mencionado anteriormente, e introduciendo como modelo de resistencia del macizo, intacto o plastificado, las leyes establecidas por estos mismos autores que se mencionaron anteriormente.

En cuanto a la deformación del arco de roca plastificada se considera que tiene lugar manteniendo constante su volumen.

Para la determinación de las características resistentes de los macizos se parte de la naturaleza del material que lo compone y de su RMR, debiendo estimarse por tanto este índice para el estado intacto y para el plastificado.

Siendo básicamente correcto el proceso de cálculo empleado entendemos que habría sido necesario introducir algunas precisiones para la mayor validez del modelo.

En primer lugar resaltaremos la necesidad de llegar a determinar la situación tensional que inevitablemente y de forma natural se va produciendo en el terreno conforme se produce la aproximación del frente de excavación del túnel, ya que ello resulta fundamental si tenemos en cuenta que el sostenimiento estricto solamente debe soportar una presión que, en cualquier caso, será igual o menor que la que se tiene de forma natural en el momento del paso del frente.

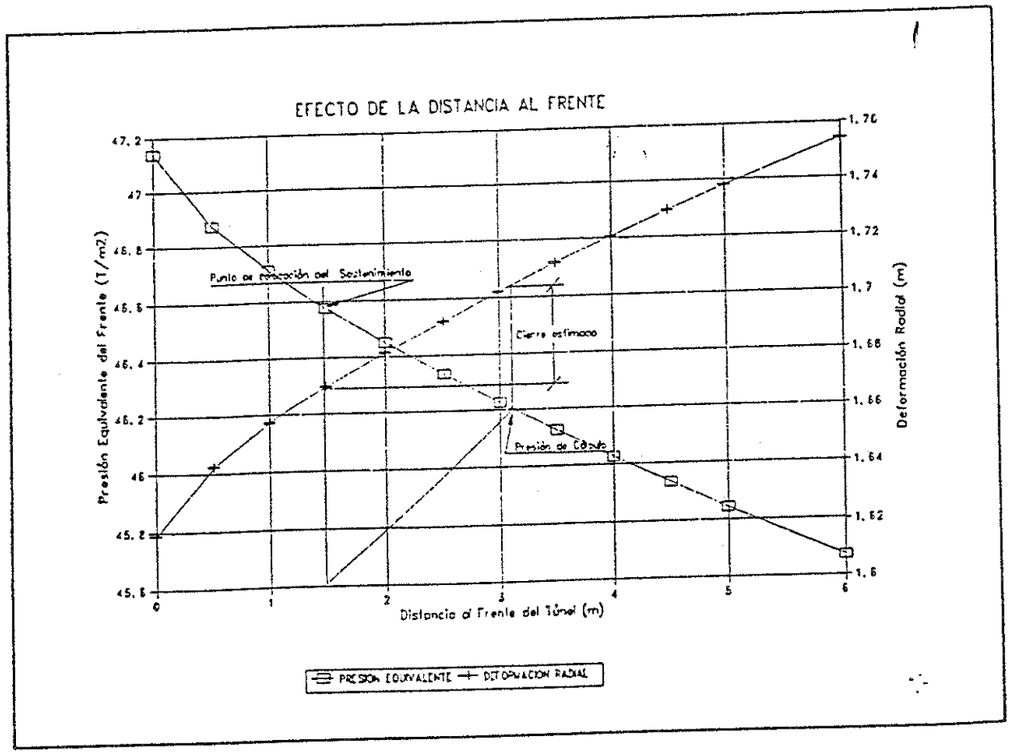
Como es conocido la influencia del frente de avance de un túnel es un problema tridimensional que afecta al tramo del mismo que esta comprendido entre dos puntos situados, aproximadamente, a una distancia de dos diámetros a ambos lados de dicho frente. De alguna manera el terreno del frente actúa a modo de una entibación con reacción variable en función de la distancia al mismo.

Por delante del frente se va produciendo la decompresión del macizo y la pérdida de la presión de entibación equivalente que aquél produce, más acentuada conforme se aproxima el mismo y especialmente si se alcanza la plastificación. Del mismo modo una vez que ya se ha producido el paso del frente, en la zona del túnel próxima al mismo, el efecto es similar pudiéndose considerarse que también aporta una cierta presión interior estabilizadora, que disminuye conforme aumenta el alejamiento.

Este hecho tiene una gran y beneficiosa influencia sobre la demanda de sostenimiento de un túnel, ya que supone que durante la excavación de un túnel y por delante del frente, se produce una importante disipación de la energía potencial del macizo que no ha de ser, por tanto, soportada por el sostenimiento.

De hecho en determinadas condiciones de profundidad y de calidad del macizo se produce la plastificación de éste por delante del frente, lo que, por otra parte, tiene una gran influencia a la hora de interpretar los datos geotécnicos de los terrenos que se pueden observar en los frentes de trabajo durante la ejecución.

Aplicando este criterio en el cálculo se ha de obtener, para cada caso objeto de estudio, la deformación que se produce en la posición del frente y a distintas distancias del mismo, pudiendo obtenerse curvas del tipo de la que se incluye en la figura que se adjunta a continuación, en la que se representa una situación correspondiente a una distancia del frente de 1,5 metros.




Conocidos los valores de las presiones y deformaciones que se tiene en las proximidades del túnel de forma natural, se puede determinar la máxima presión que deberá resistir el sostenimiento una vez se establezca la distancia del frente a la que se coloca





(normalmente la longitud del pase). Lógicamente la presión estricta de cálculo deberá ser algo menor ya que el sostenimiento deberá adquirir una cierta deformación antes de movilizar su capacidad resistente.

Por otra parte las deformaciones de cierre (convergencia) que se tendrán pueden deducirse por diferencia entre la que, en la Línea Característica, corresponde a la presión de cálculo y la que ya ha sufrido naturalmente el túnel en ese punto antes de que sea aplicado el sostenimiento.

A partir de los datos de demandas de sostenimiento deducidas por el método anterior el cálculo de la cuantía de los elementos necesarios para aportarla, pueden obtenerse de acuerdo con el método propuesto por los profesores RABCEWICZ Y GOLSER, en su publicación **"Principles of dimensioning the supporting system for the new austrian tunnelling method"**.

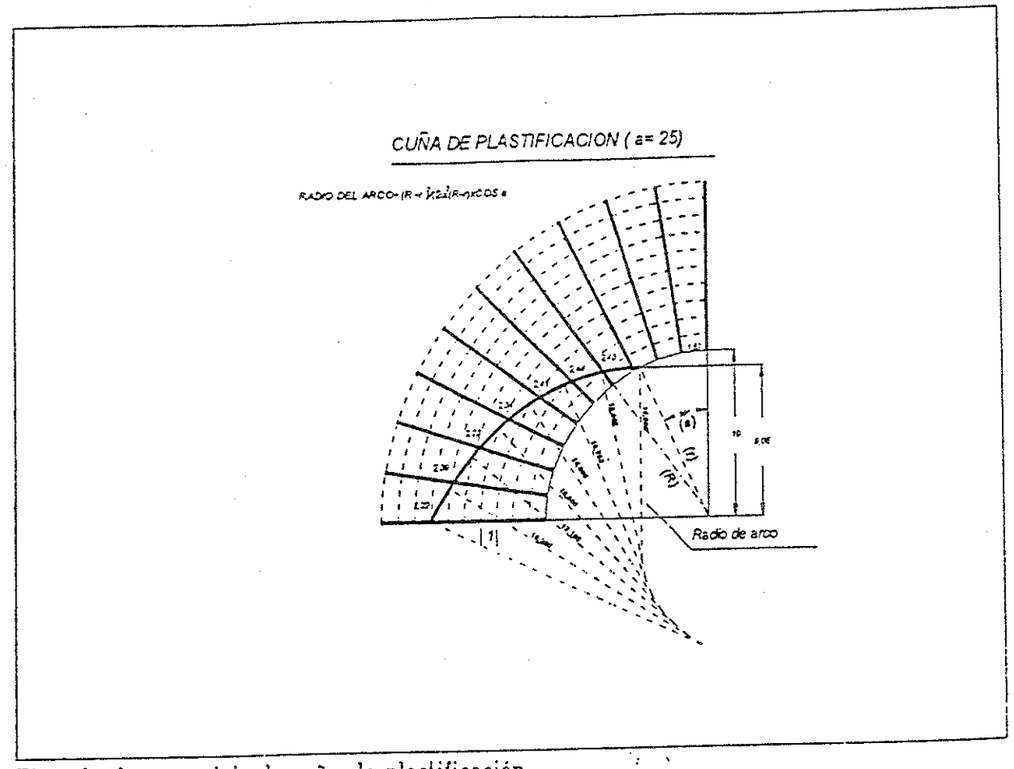
Con este método se calcula la resistencia que oponen los distintos elementos de sostenimiento y el propio arco de roca plastificada, frente a la rotura a cortante por empuje de las cuñas de plastificación que se forman en el entorno del túnel.

### 3.1.2.- Cuantía de los elementos de sostenimiento

El cálculo de los elementos de sostenimiento necesario para conseguir las presiones interiores determinadas de acuerdo con el método descrito en el apartado anterior, se efectúa de acuerdo con el método propuesto por los profesores RABCEWICZ Y GOLSER, en su publicación "Principles of dimensioning the supporting system for the new austrian tunnelling method".

Con este método se calcula la resistencia que oponen los elementos de sostenimiento y el propio arco de roca plastificada frente a la rotura a cortante por el empuje de cuñas de plastificación en ambos hastiales o en clave. Los esfuerzos calculados se reparten en la proyección vertical de la cuña para obtener la presión interior última que es capaz de aportar el sostenimiento y la mencionada cuña de roca.

En la figura adjunta se representa esquemáticamente un ejemplo del modelo gráfico empleado para la determinación de las características geométricas de la cuña, para un radio de túnel de 10 metros y un ángulo de 25°. Igualmente se representa una distribución típica de bulones, así como los diferentes espesores de la corona de roca plastificada. Se incluyen los datos de cálculo correspondientes para cada espesor de corona plastificada.




Ejemplo de geometria de cuña de plastificación

La formulación de la resistencia de cada elemento del sostenimiento es la siguiente:

Hormigón proyectado

$$P_{hip}=\frac{e*\tau_{hp}}{sen\alpha*(\frac{b}{2})}$$

donde:
e = espesor de la capa de hormigón
$\tau_{hp}$ = resistencia al corte del hormigón
$\alpha$ = ángulo de corte
b = altura de la cuña

Cerchas





$$P_{ic}=\frac{A\times\tau_c}{\sin\alpha\times(\frac{b}{2})}$$

siendo:

A = Área de la sección de la cercha
$\tau_c$ = resistencia efectiva de la cercha a cortante

Bulones pasivos

$$P_{ib}\times m\times n=l\times d\times\pi\times(c+\sigma_n\times tang\varphi)+F\times\sigma_r\leq s\times\sigma_e$$

donde:

l = Longitud de los bulones
d = Diámetro del bulbo de inyección del bulón
c y φ = Parámetros residuales en el contacto del bulbo de inyección con el terreno
$\sigma_n$ = Tensión normal media en el bulón
F = Área del plato del bulón
σr = Presión radial en el borde del túnel
s = Sección de la barra del bulón
$\sigma_e$ = Tensión límite del acero
m y n = Separación horizontal y vertical entre bulones

Como puede comprobarse la carga de trabajo de este tipo de bulones se consigue a través del plato, por la presión del sostenimiento, y por la movilización de la resistencia residual en el contacto del cilindro de inyección del bulón con el terreno. En cuanto a su capacidad tiene, como es lógico, el límite de la resistencia a la tracción de la propia barra del bulón y depende de la tensión normal media que actúa a lo largo de la barra, por lo que para su cálculo se ha de partir de la situación tensional creada en cada caso en estudio.

Arco de roca plastificada

$$P_{ir}=\frac{S\times\tau_r\times\cos\psi}{(\frac{b}{2})}-\frac{S\times\sigma_n\times sen\psi}{(\frac{b}{2})}$$

donde

S = Longitud de la línea de intersección de la cuña con la corona de roca plastificada.

$\tau_r$ = Resistencia al corte de la roca plastificada.

$\psi$ = Ángulo medio, con la horizontal, de la línea de corte de la cuña con la corona plastificada.

$\sigma_n$ = Tensión normal media en la línea de corte de la cuña con la corona plastificada.

Como puede comprobarse la resistencia de la cuña de roca plastificada depende del campo tensional creado en la corona de roca afectada y, a su vez, éste es influido por la presión interior requerida, por lo que el proceso de cálculo ha de hacerse por aproximaciones sucesivas.

El método seguido se basa en calcular para una determinada presión interior estabilizadora el estado tensional creado y, a partir de éste, la resistencia de la parte de la cuña que corta al arco de roca plastificada. Una vez hecha la evaluación de la equivalencia de esta resistencia a presión interior en el túnel, la diferencia con la de cálculo sería la parte que deberá ser soportada por el sostenimiento, con el coeficiente de seguridad que se desee.

Toda esta elaboración se presenta en salidas impresas de ordenador, en la que se incorporan los datos fundamentales del cálculo y los resultados correspondientes, todo ello para la solución de sostenimiento finalmente adoptada, evitando la profusión de los tanteos intermedios necesarios para llegar a ella.

En las salidas numéricas del programa informático de cálculo utilizado se incluyen los resultados obtenidos con las formulaciones anteriores para las distintas cuantías de los elementos de sostenimiento aplicados en cada caso.

Por otra parte se obtiene una aproximación a la deformación esperada si se considera que solamente actúa la presión interior aportada por los bulones y la del sostenimiento simplemente apoyado en su pie. Con ello se cuantifica la estabilidad en una situación en la que





no se disponga de solera como elemento de arriostramiento entre los pies del arco de sostenimiento, o en las etapas intermedias de construcción, antes de que se haya ejecutado.

En estas situaciones no se puede contar con la posibilidad de que los elementos de tipo arco del sostenimiento puedan movilizar toda su capacidad a cortante que es la hipótesis de rotura con la que se calcula dicha capacidad de acuerdo con las formulaciones anteriormente expuestas, por lo que es preciso efectuar este tipo de análisis con el fin de determinar, cuando menos, la urgencia en la aplicación de este elemento.

## 3.2.- SOSTENIMIENTOS DE PROYECTO

Básicamente el túnel se plantea en el anejo nº 4 del proyecto con al método BERNOLD

Sostenimiento B-1.- Se usa en todo el túnel menos en los tramos iniciales de cada boca.

- Capa de sellado de 3 cm de Hormigón Proyectado
- Chapas Bernold de 2 mm de espesor, colocadas en la forma convencional, es decir, con la entibación a partir de cerchas recuperables
- 25 cm de hormigón bombeado tras la chapa
- Dos bulones por hastial de la fase de Avance

Sostenimiento B2.- Se aplica en los primeros 30 metros de cada emboquille, consiste en los siguientes elementos:

- Capa de sellado de 3 cm de H.P.
- Chapas Bernold de 2 mm.
- 25 cm de hormigón bombeado
- Dos bulones por hastial de la fase de Avance
- Contrabóveda de 30 cm de espesor

Por tanto las dos secciones son idénticas con la adición de la contrabóveda en los tramos de emboquille.

## 3.3.- CÁLCULO DE SOSTENIMIENTOS

Con el fin de estudiar la posible casuistica de los terrenos del túnel de ha planteado en el presente informe una serie de cálculos, con valores del índice RMR de 85 y para macizos prácticamente intactos (parámetro "s" igual a uno).

En cuanto a la resistencia a la compresión simple, se han adoptado valores crecientes de 5 hasta 20 Kp/cm², lo que constituye sin duda una hipótesis altamente conservadora a la vista de los terrenos encontrados hasta la fecha.

En todos los casos se ha considerado una montera de 40 metros, que es la máxima del túnel en todo su trazado.

En el cálculo se han considerado bulones con una capacidad máxima de 10 Tm, independiente de la presión que el terreno ejerce sobre el bulbo, debido a que se utilizan del tipo Swellex.

Los resultados de los cálculos se resumen en el cuadro siguiente:

| CASO | Rc Kp/cm2 | Pi Kp/cm2 | Cierre Máximo (mm) | BÓVEDA | | | HASTIALES | | | REV. C.S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | H.P. (cm) | Bulones (uds/m²) | C.S. | H.P. (cm) | Bulones (uds/m²) | C.S. | |
| 8500 | 5 | 0 | 58 | 12 | 1 | 1,199 | 0 | 0 | 7,985 | 1,996 |
| 8501 | 10 | 0 | 12 | 12 | 1 | 1,255 | 0 | 0 | 12,182 | 2,091 |
| 8502 | 15 | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 1,63 | Estable | — | — | 7,973 |
| 8503 | 20 | 0 | Elást. | | | | | | | |

En los cálculos se incluye el valor mínimo del coeficiente de seguridad (en la zona bóveda) del túnel tras la construcción del revestimiento definitivo, suponiendo la pérdida total la capacidad de los bulones

Se comprueba de los resultados reflejados en el cuadro resumen que, en todos los casos, la excavación sostenida es estable incluso sin contar con el arriostramiento de los pies de hastiales, por lo que no son de temer procesos de desestabilización en las etapas constructivas ni, por tanto, la adopción de medidas extraordinarias de este tipo en la etapa de Destroza.

Igualmente se comprueba que no se precisa ningún sostenimiento en la zona de hastiales.

Por otra parte, el coeficiente de seguridad que se alcanza con el revestimiento debidamente arriostrado en su pie, incluso sin contar la colaboración de los bulones, es en todos los casos prácticamente igual o superior a 2.





## 4.- CONCLUSIONES

A la vista de los cálculos efectuados se puede comprobar que en el túnel de Marivella, es autoportante siempre que la resistencia de la roca predominante sea igual o mayor de 20 Kp/cm², y la incidencia de diaclasado sea prácticamente inexistente.

Si la resistencia a la compresión es del orden de 15 Kp/cm², solamente se precisa aplicar un sostenimiento en la bóveda a base de un bulonado de 0,5 uds/m² del tipo Swellex, estimándose que será suficiente una longitud de 3 metros para poder contar con una capacidad de 10 Tm con la que se agotaría la del bulón.

Con resistencias de 5-10 Kp/cm² el sostenimiento necesario sería de 12 cm de Hormigón Proyectado y un bulonado de 1 ud/m² del mismo tipo anterior.

Como antes se ha comentado en ninguno de los casos anteriores resulta estrictamente necesario aplicar ningún sostenimiento en la zona de hastiales (Destroza).

A la vista de los resultados de los cálculos comentados, y si tenemos en cuenta la calidad de los terrenos que se han podido observar hasta la fecha en ambas bocas, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- Se evitara, salvo que resulte imprescindible, la utilización de cerchas, dado que posteriormente se deberían continuar en la Destroza lo que representa un coste innecesario.

- Los sostenimientos recomendables son los formados por combinaciones de hormigón proyectado de 250 Kp/cm² con la adición de fibras metálicas y bulones, siendo recomendables los del tipo Swellex. La longitud mínima necesaria se estima en 3 metros, salvo que en las pruebas correspondientes se compruebe que no se alcanza la tensión de 10 T.

- Si la resistencia de la roca del macizo alcanza los 20 Kp/cm², el túnel permanece en estado elástico, por lo que no se precisa aplicar ningún tipo de sostenimiento.

- Mientras la calidad de la roca, evaluada en términos de Resistencia a la compresión simple, se mantenga en el entorno de los 15 Kp/cm² el sostenimiento a aplicar en Avance será el formado por 0,5 uds de bulón por metro cuadrado (separación transversal de 2 metros en aureolas transversales cada metro de túnel).



086

- Si la resistencia de los materiales llegara a ser de 5-10 Kp/cm², el sostenimiento en Avance será:

  - 10-12 cm de Hormigón Proyectado H-250 (con fibras)
  - Un bulón por metro cuadrado del tipo Swellex como en el caso antes citado.

- Estas cuantías se podrán aplicar por zonas diferenciadas a lo largo del perfil del Avance del túnel, es decir dando distintos tratamientos allí donde se aprecie diferentes calidades de roca.

- Como puede verse el aspecto determinante de la demanda de sostenimiento es la Resistencia a la Compresión Simple de la roca matriz, por lo que será muy importante ir ajustando, durante la obra, la valoración de este parámetro, bien sea mediante ensayos directos o mediante determinaciones indirectas.

- Prácticamente el único riesgo que puede presentarse durante la construcción del túnel es el de la aparición de bolsadas o estratos de materiales de tipo granular, sin cohesión y con acusada permeabilidad, especialmente en presencia de agua, en cuyo caso podrían llegar a requerirse la utilización de medios especiales adecuados a esta difícil problemática (piquetes, enfilajes, inyecciones, cerchas, etc.).

- En el momento actual de la boca Norte, y hasta no tener más datos del terreno y del comportamiento del conjunto terreno-sostenimiento, se recomienda la adopción de un sostenimiento a base de:

  - 5 cm de Hormigón Proyectado.
  - 0,5 uds de bulón por metro cuadrado tipo Swellex (separación transversal de 2 metros en aureolas transversales cada metro de túnel).

Madrid, 10 de Mayo de 1997





CONTRASTE DEL MODELO DE RESISTENCIA

iCYFSA

CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA
DE MACIZOS ROCOSOS
DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

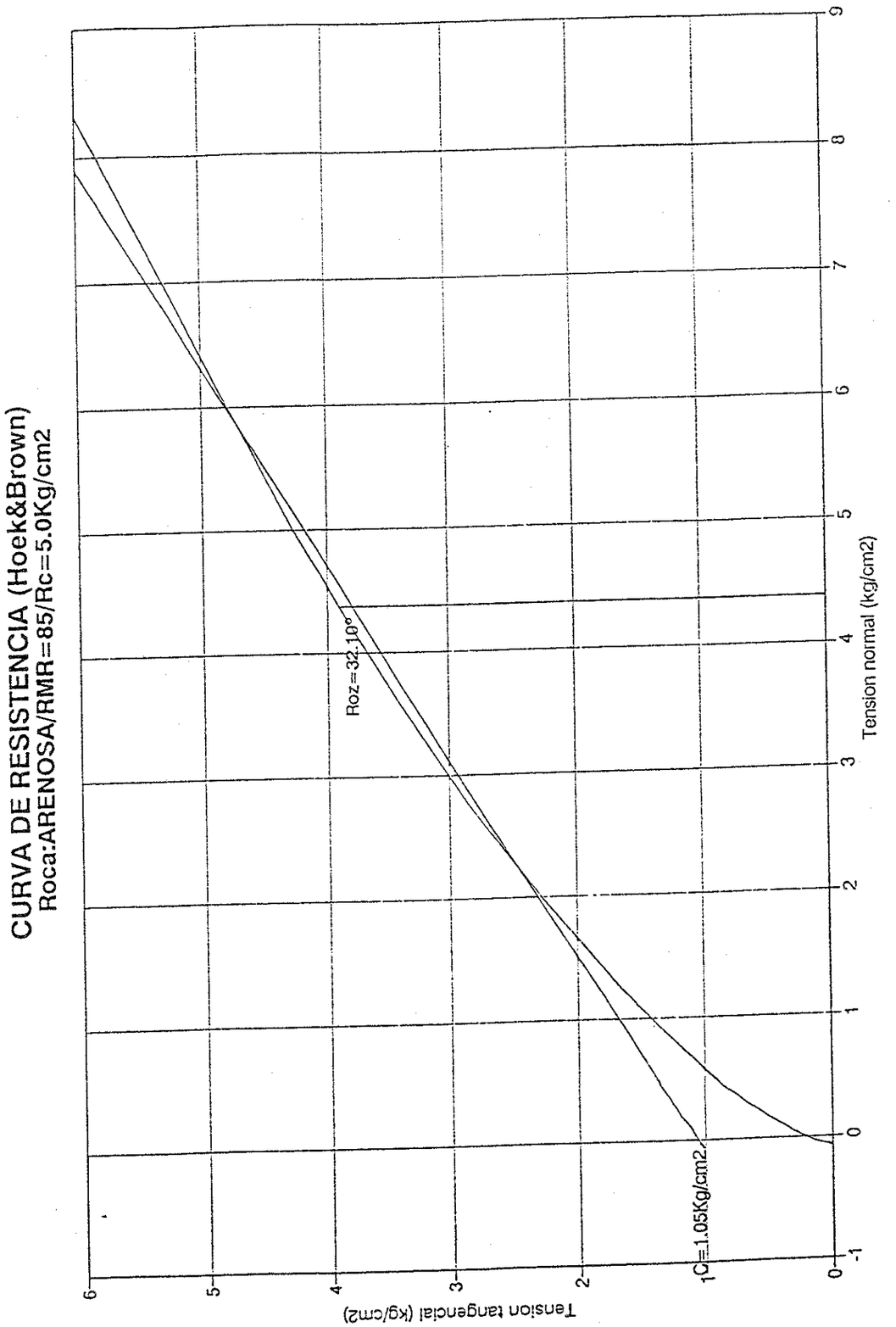
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 1.05 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 32.10 | º | C(r.mtz) | 1.44 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 32.10 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR ..... | 85 | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 5.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 20.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 4.38 | Kg/cm2 |

| | | |
|---|---|---|
| R.TAN.H& 3.7951 | /CH<>FIb 1.2691 | /FI(b)EQUIVALENTE 40.94 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA
DE MACIZOS ROCOSOS
DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

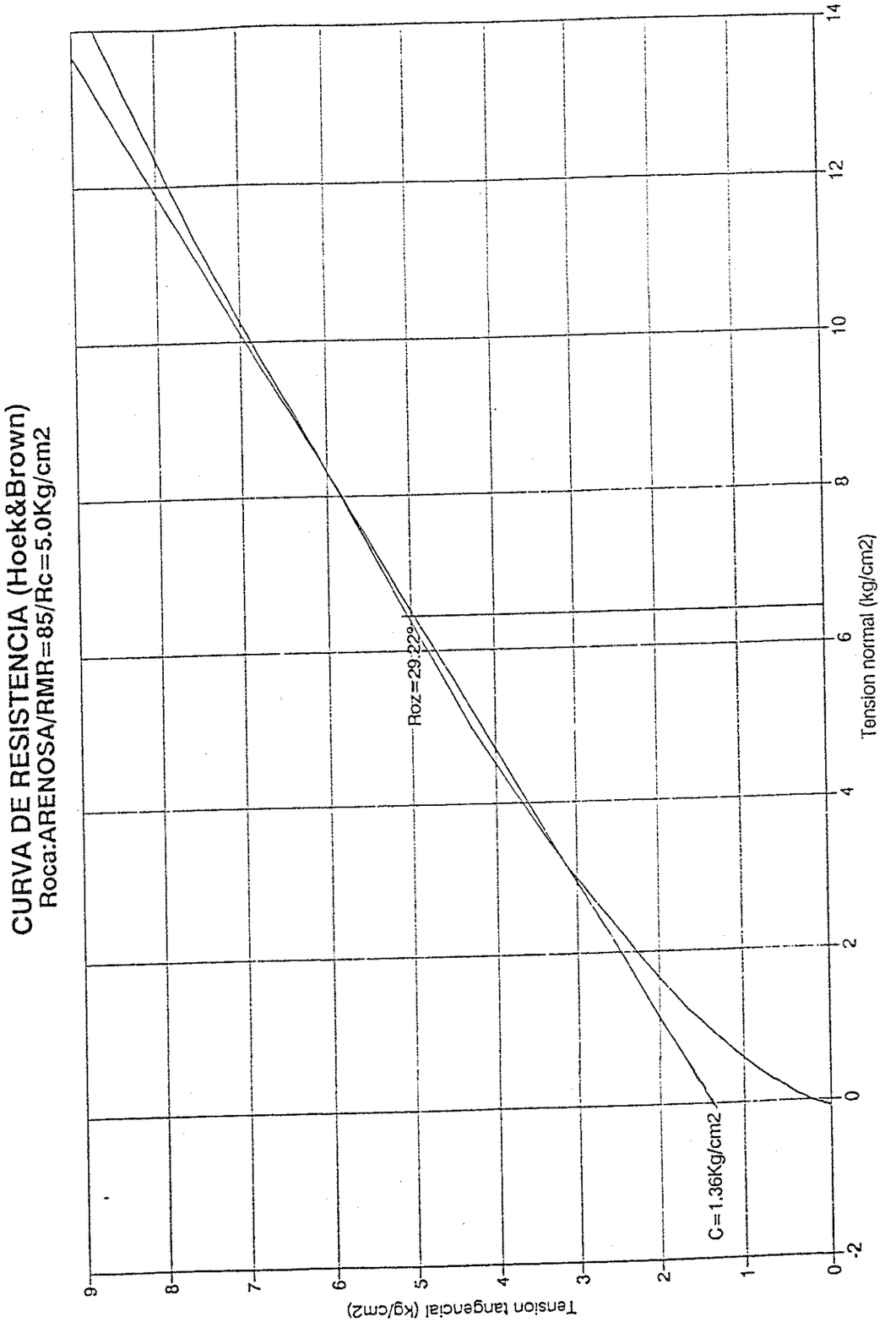
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 1.36 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 29.22 | º | C(r.mtz) | 1.44 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 29.22 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR ..... | 85 | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 5.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 30.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 6.47 | Kg/cm2 |

| | | |
|---|---|---|
| R.TAN.H& 4.9762 | /CH<>FIb 1.2411 | /FI(b)EQUIVALENTE 37.57 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



iCYFSA

## CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA DE MACIZOS ROCOSOS DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

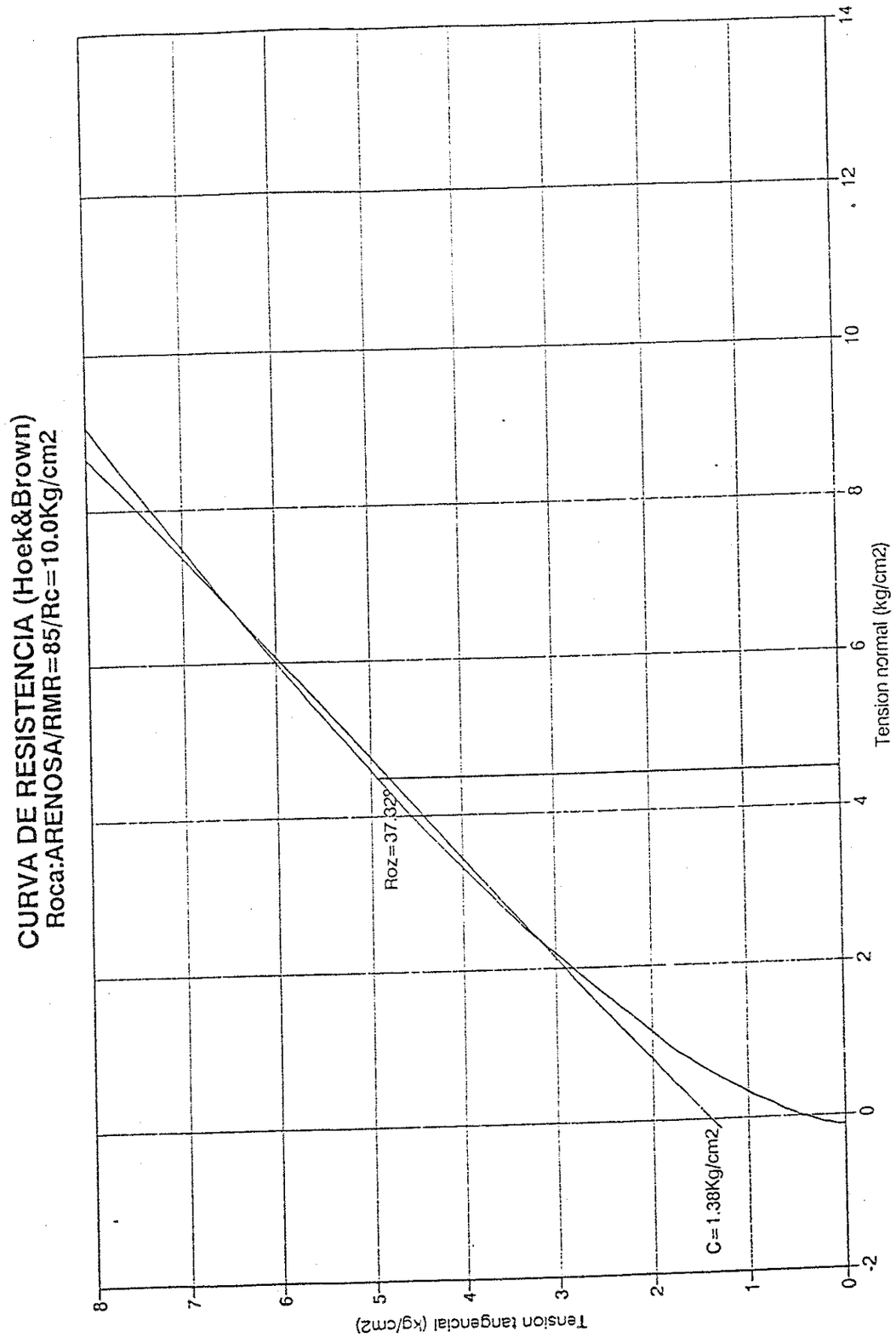
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 1.38 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 37.32 | º | C(r.mtz) | 2.89 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 37.32 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR .....85 | | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 10.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 20.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 4.48 | Kg/cm2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R.TAN.H& 4.7949 | /CH<>FIb 2.2079 | /FI(b)EQUIVALENTE | 46.94 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



iCYFSA

CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA
DE MACIZOS ROCOSOS
DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

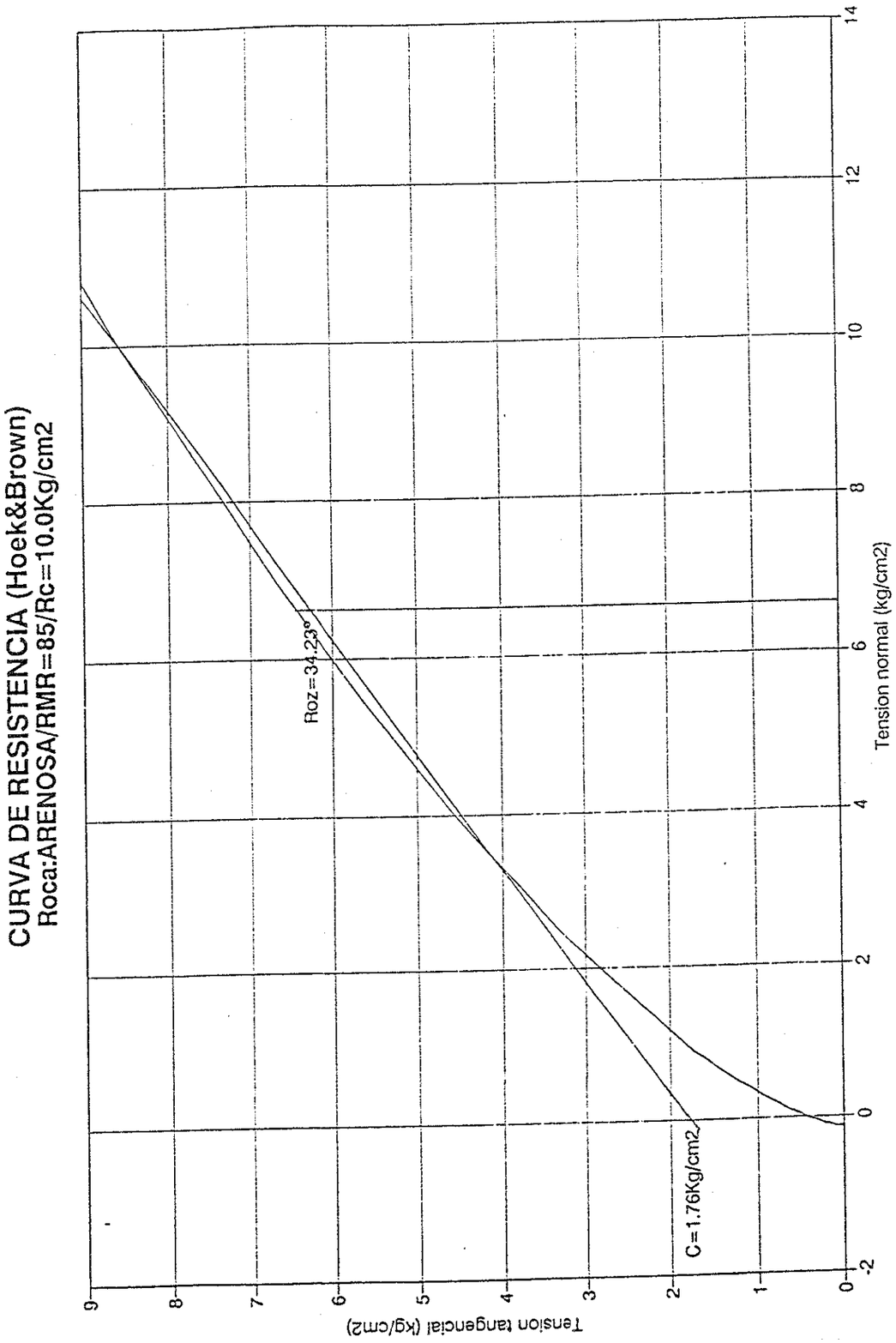
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 1.76 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 34.23 | º | C(r.mtz) | 2.89 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 34.23 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR .....| 85 | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 10.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 30.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 6.63 | Kg/cm2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R.TAN.H& | 6.2684 | /CH<>FIb | 2.4411 | /FI(b)EQUIVALENTE | 43.40 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



iCYFSA

CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA
DE MACIZOS ROCOSOS
DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

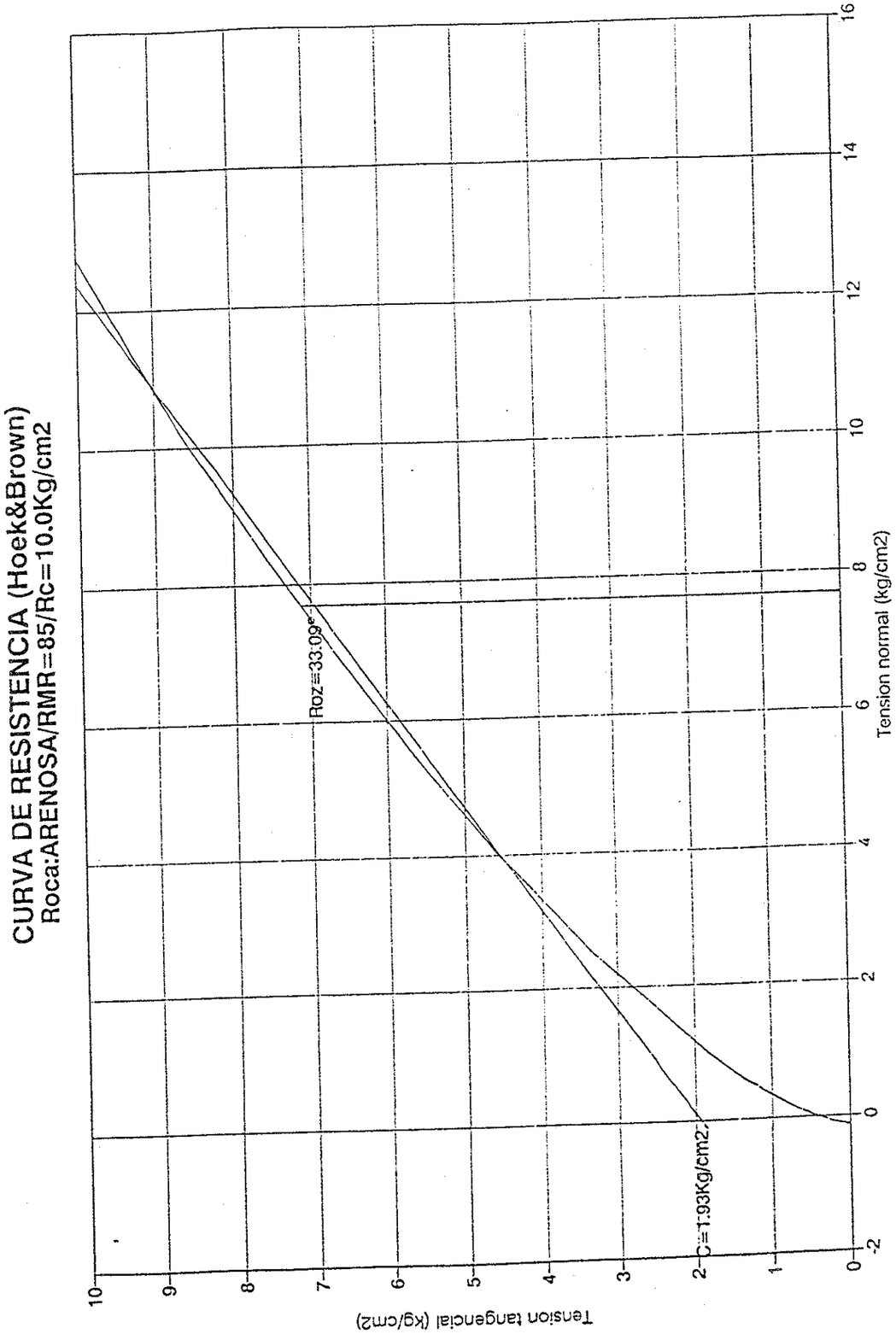
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 1.93 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 33.09 | º | C(r.mtz) | 2.89 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 33.09 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR .....85 | | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 10.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 35.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 7.69 | Kg/cm2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R.TAN.H& | 6.9446 | /CH<>FIb 2.5031 | /FI(b)EQUIVALENTE 42.07 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



iCYFSA

CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA
DE MACIZOS ROCOSOS
DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

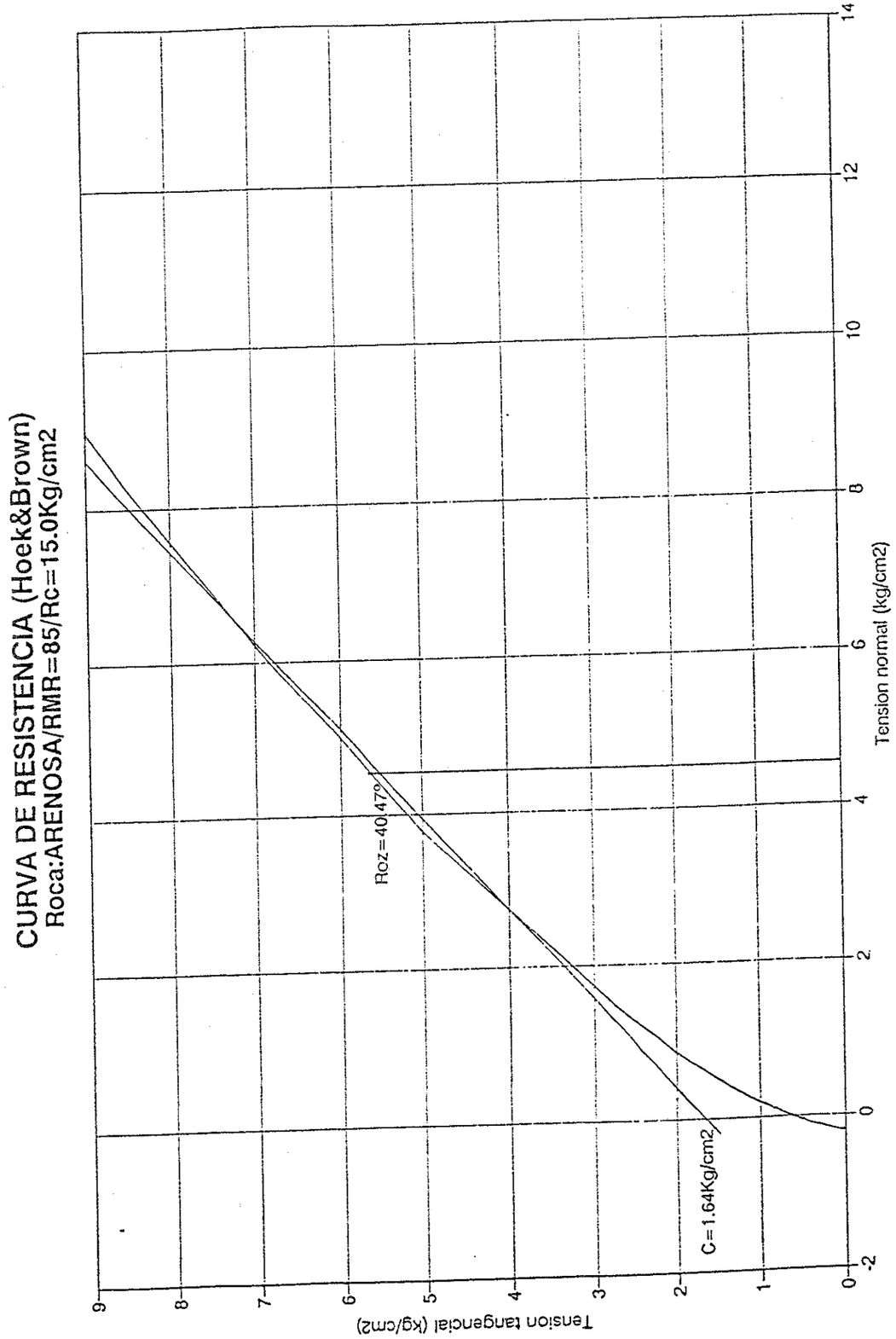
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 1.64 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 40.47 | º | C(r.mtz) | 4.33 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 40.47 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR .....85 | | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 15.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 20.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 4.54 | Kg/cm2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R.TAN.H& 5.5170 | /CH<>FIb 2.8957 | /FI(b)EQUIVALENTE | 50.55 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



# CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA DE MACIZOS ROCOSOS DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

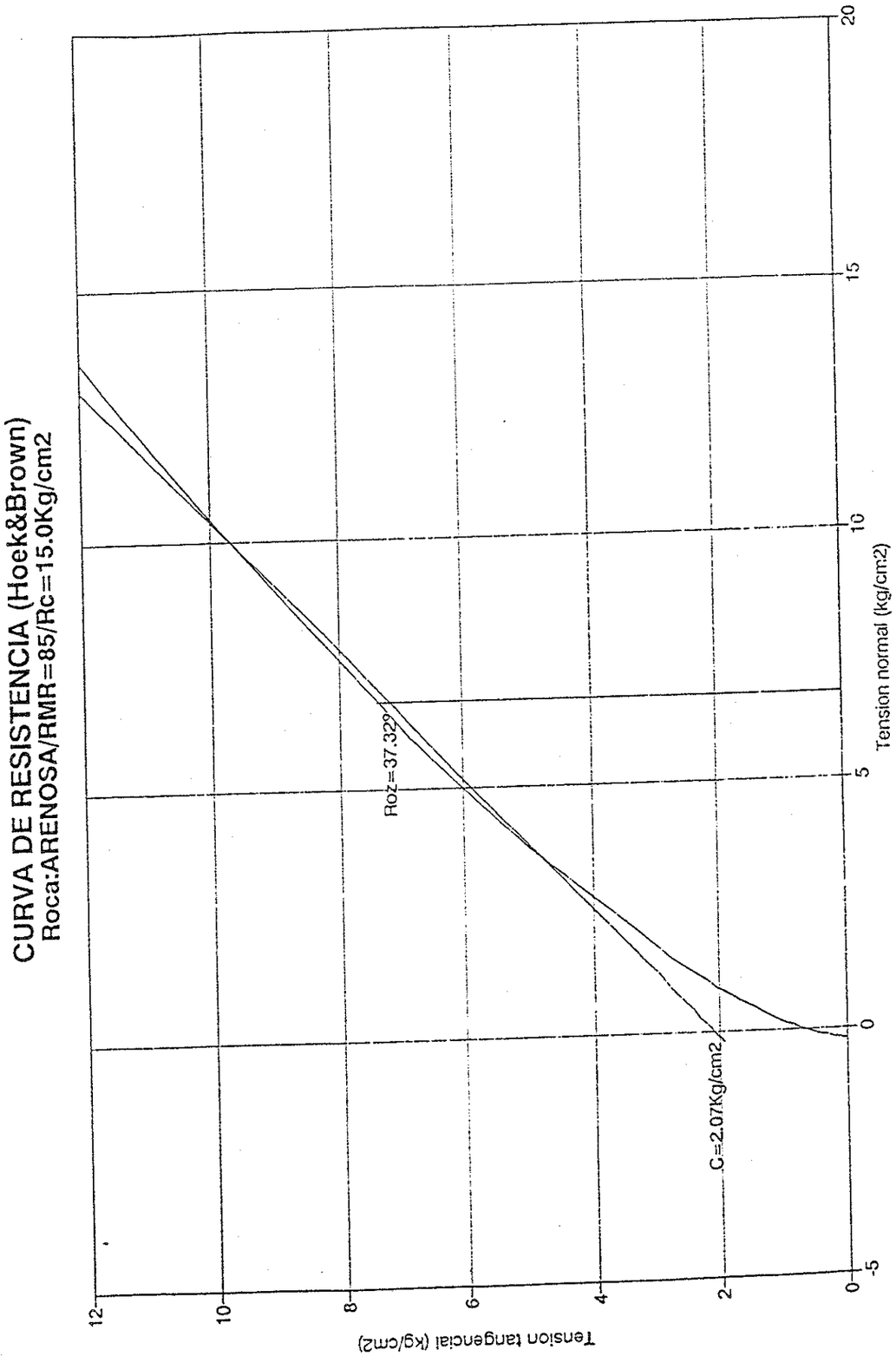
## DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 2.07 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 37.32 | º | C(r.mtz) | 4.33 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 37.32 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR .....85 | | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 15.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 30.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 6.72 | Kg/cm2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R.TAN.H& 7.1924 | /CH<>FIb 3.3118 | /FI(b)EQUIVALENTE | 46.94 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



iCYFSA

CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA
DE MACIZOS ROCOSOS
DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

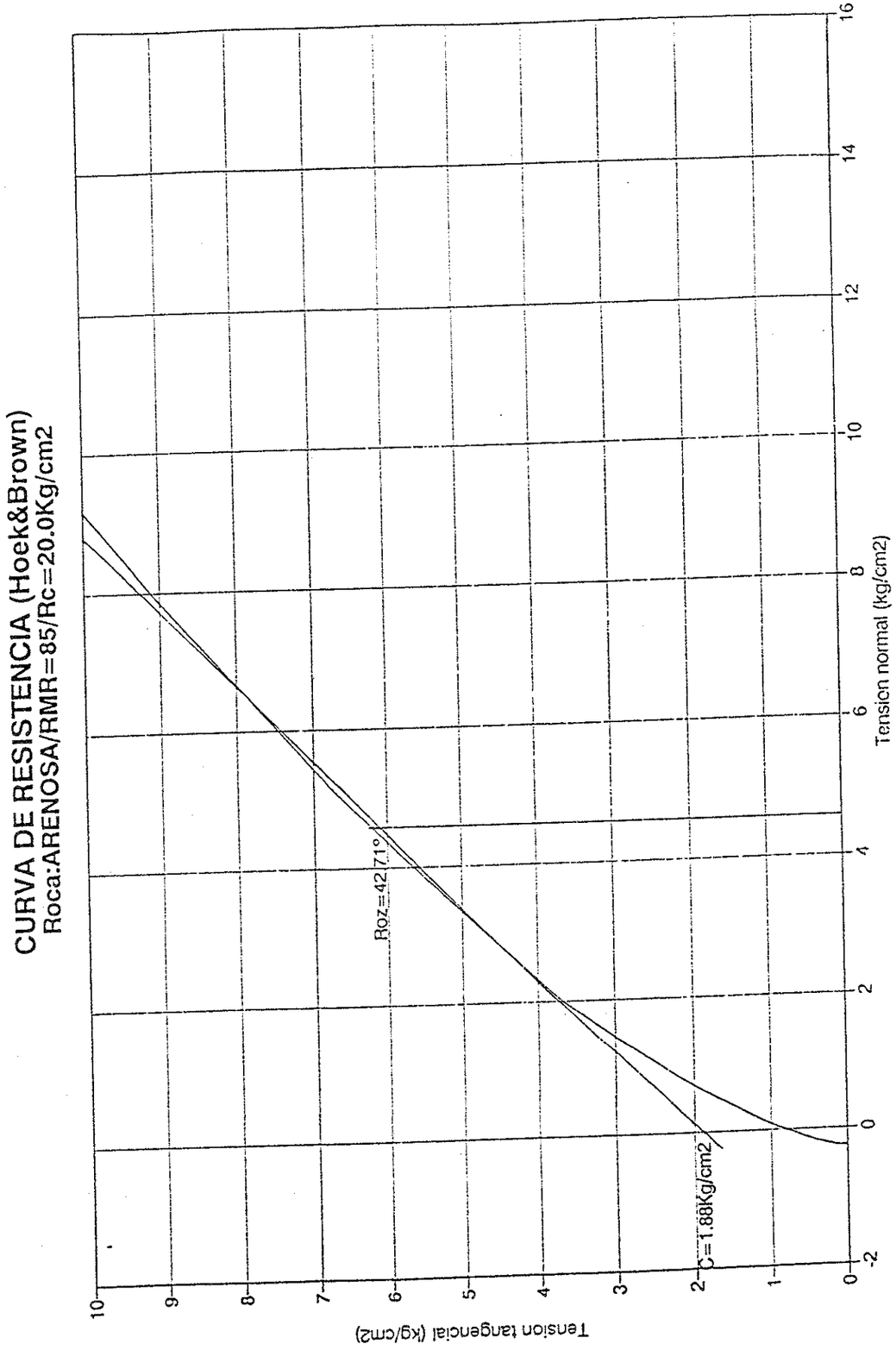
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 1.88 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 42.71 | º | C(r.mtz) | 5.77 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 42.70 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR .....| 85 | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 20.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 20.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 4.58 | Kg/cm2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| R.TAN.H& | 6.1084 | /CH<>FIb 3.4641 | /FI(b)EQUIVALENTE 53.14 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



iCYFSA

CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA
DE MACIZOS ROCOSOS
DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

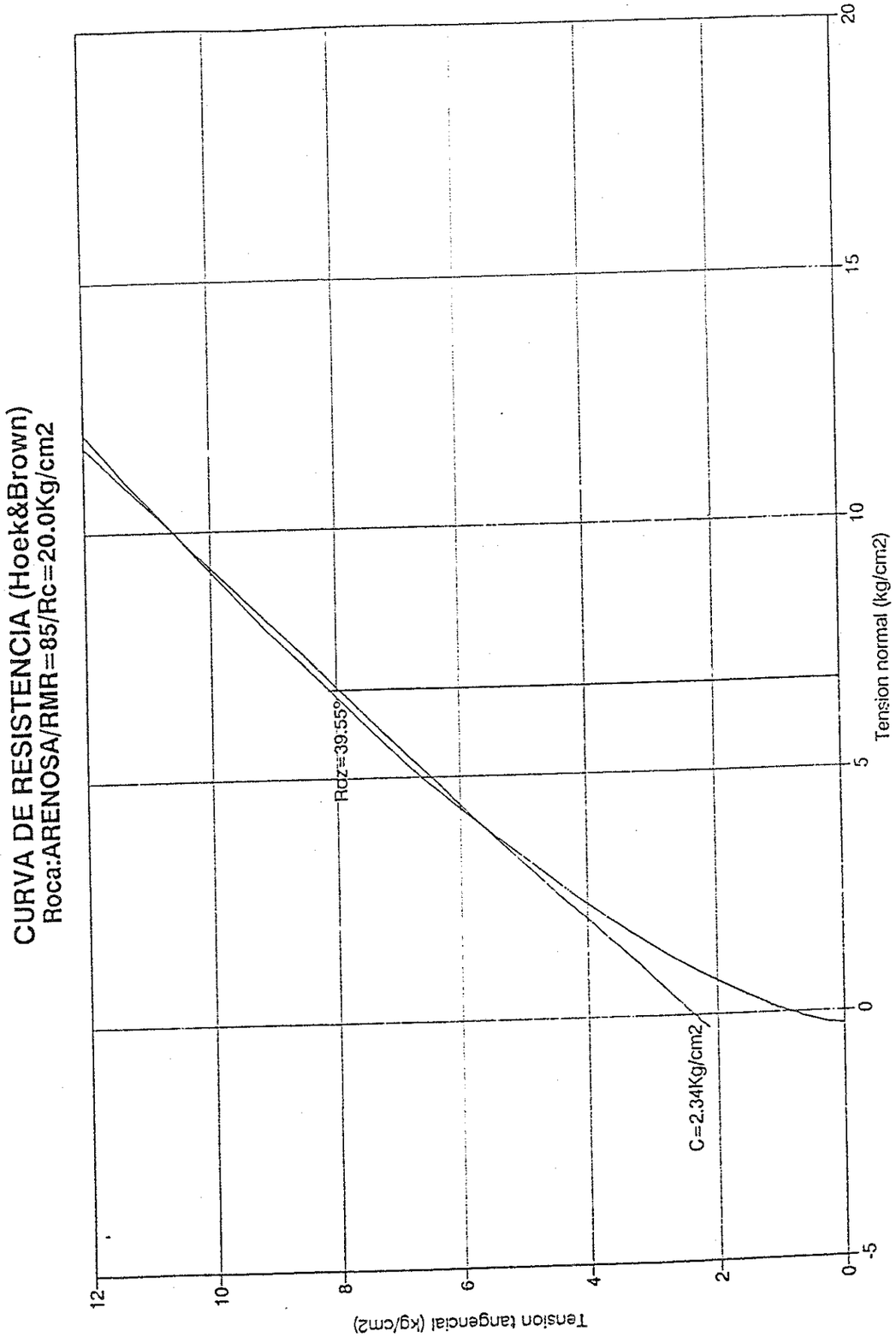
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 2.34 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 39.55 | º | C(r.mtz) | 5.77 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 39.55 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR .....85 | | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 20.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 30.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 6.78 | Kg/cm2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R.TAN.H& | 7.9422 | /CH<>FIb | 4.0250 | /FI(b)EQUIVALENTE | 49.49 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



# CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA DE MACIZOS ROCOSOS DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

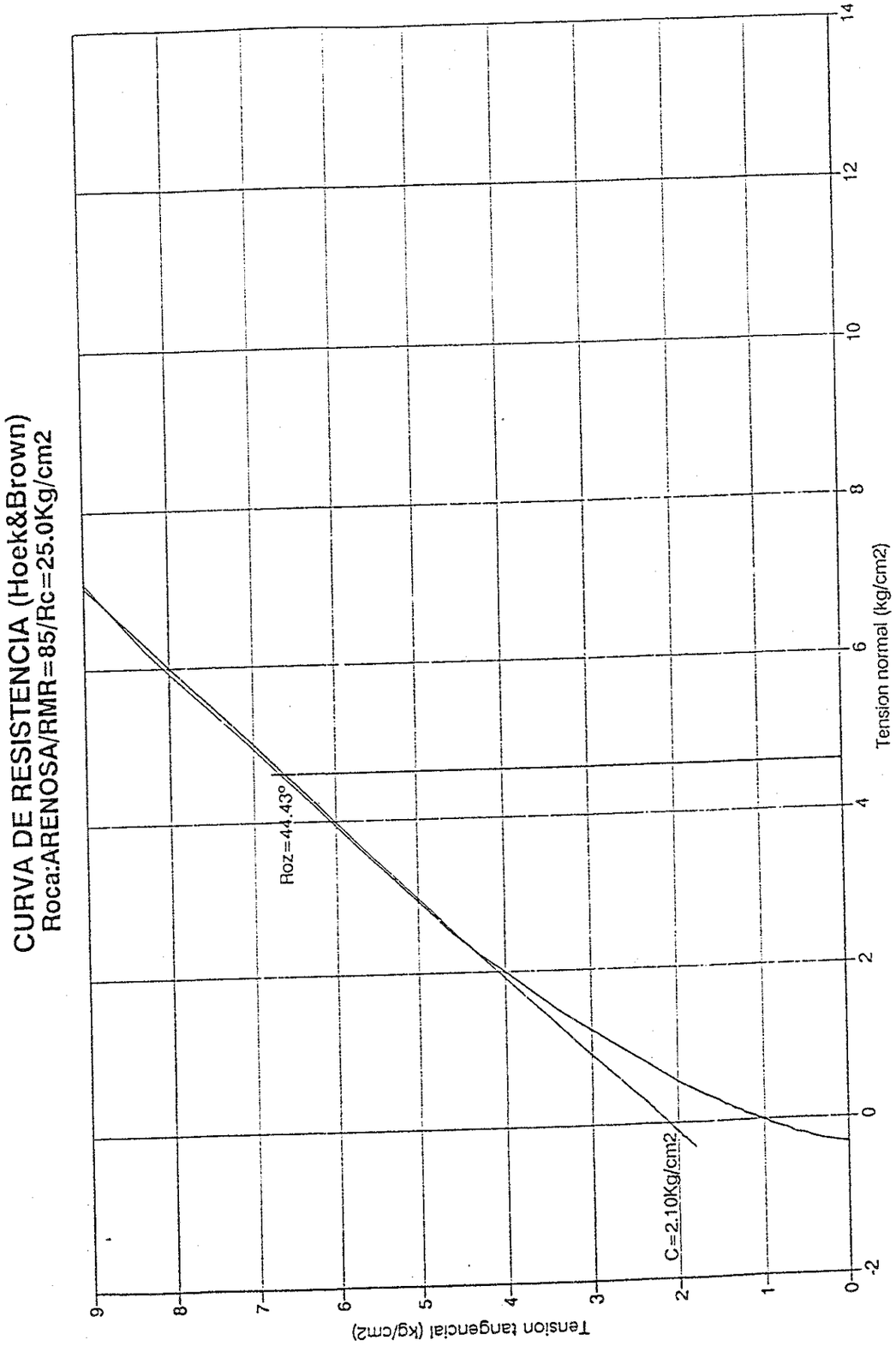
## DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 2.10 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 44.43 | º | C(r.mtz) | 7.22 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 44.43 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR ..... | 85 | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 25.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 20.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 4.61 | Kg/cm2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R.TAN.H& | 6.6224 | /CH<>FIb | 3.9610 | /FI(b)EQUIVALENTE | 55.16 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



CALCULO DE LA CURVA DE RESISTENCIA
DE MACIZOS ROCOSOS
DE ACUERDO CON LAS LEYES DE HOEK & BROWN

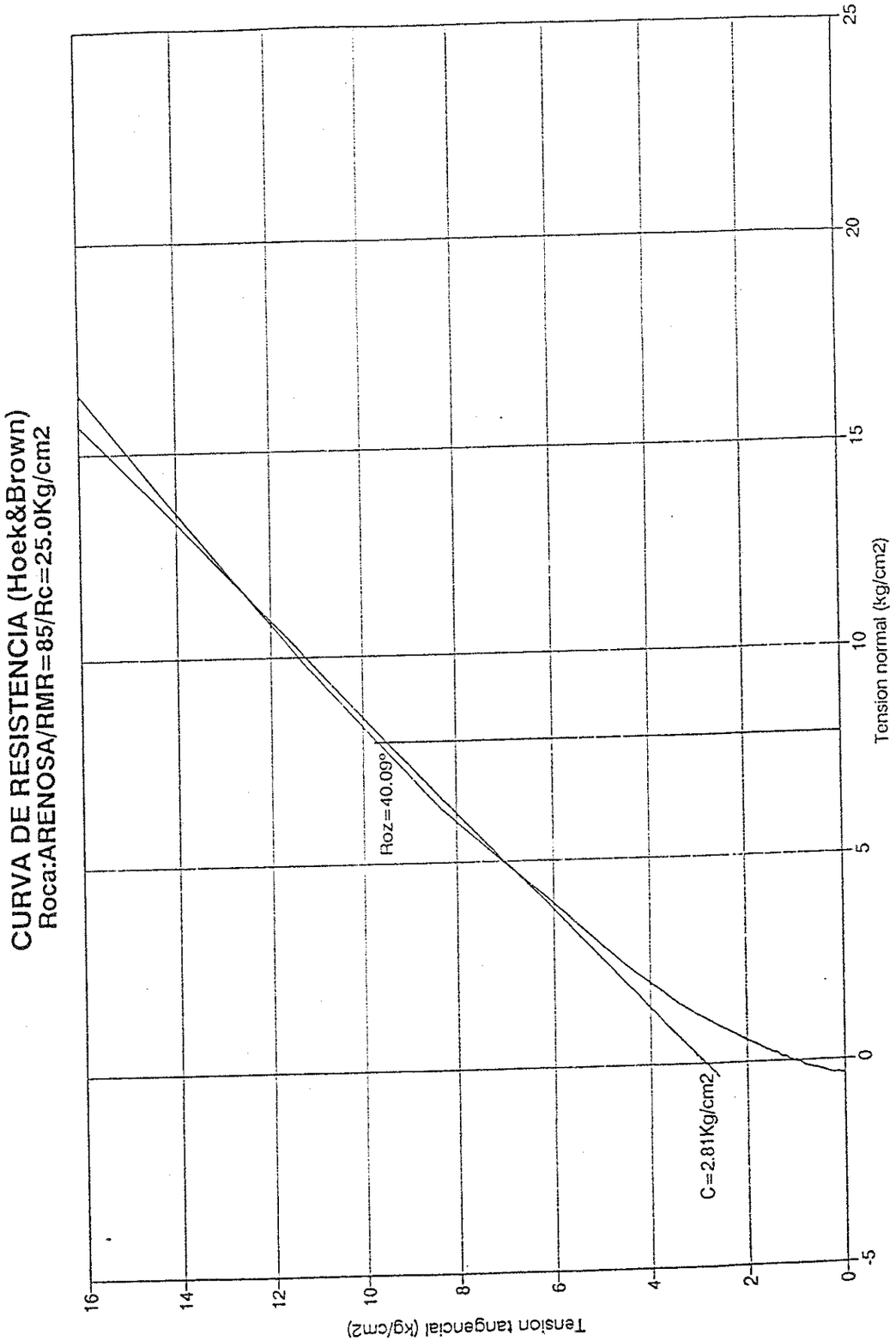
DEFINICION DEL PROYECTO Y DE LA FORMACION

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| LUGAR: CALATAYUD | | | FORMAC.: MIOCENO | ROCA: | CONGLOM. |
| COHESION..... | 2.81 | Kg/cm2 | Fi(bsco) | 30.00 | º |
| ANG.ROZA..... | 40.09 | º | C(r.mtz) | 7.22 | Kg/cm2 |
| | | | Fi(est.) | 40.09 | º |

| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE ROCA ..... | ARENOSA | |
| RMR .....85 | | |
| RESISTENCIA COMPRESION DE LA ROCA MATRIZ.... | 25.00 | Kg/cm2 |
| DENSIDAD DEL MATERIAL ..... | 2.50 | Ton/m3 |
| PROFUNDIDAD DEL PUNTO ..... | 35.00 | metros |
| TENSION NORMAL ..... | 7.93 | Kg/cm2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R.TAN.H& | 9.4914 | /CH<>FIb | 4.9112 | /FI(b)EQUIVALENTE | 50.11 |

TNS.TANG TNS.NORM TNS.TANG



CÁLCULOS DE ORDENADOR



## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | MARIVELLA | | CASO: | 85.00 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | CONGLOMERADOS | | | | | | | | |
| RMR..... | 85 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 26.0 | ° >> | D1/D3= | 2.561 | | |
| RES.COMPRESION..... | 50.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 424,853 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 424,853 | T/M2 | Em (H&B)= | 7,000,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.30 | | Em (Serafin)= | 7,500,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 7.50000 | | TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>> | | AR | <RMR CA | 65 | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 1.00000 | | RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | 65 | | 65 | CARBON | CA |
| CONST. Mr..... | 1.50000 | | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | 65 | | | ARCILLO | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00400 | | RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | 90 | | | ARENOS | AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 40 | M | PROFUND. MI | 15 | M | | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN ME | 100.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN.. | 37.5 | T/M2 | | | I.G.GRUE | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 7.25 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 36.43 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 36 | T/M2 | PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.P (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 17.400 | | PLASTICA | 0.09759 | 1.35% | 26.571 | 19.321 | 266.50% | 0.005 |
| 1.214 | 18.614 | | PLASTICA | 0.06086 | 0.84% | 22.224 | 14.974 | 206.54% | 0.004 |
| 2.429 | 19.829 | | PLASTICA | 0.04698 | 0.65% | 20.117 | 12.867 | 177.47% | 0.004 |
| 3.643 | 21.043 | | PLASTICA | 0.03844 | 0.53% | 18.608 | 11.358 | 156.66% | 0.004 |
| 4.858 | 22.258 | | PLASTICA | 0.03246 | 0.45% | 17.414 | 10.164 | 140.19% | 0.003 |
| 6.072 | 23.472 | | PLASTICA | 0.02797 | 0.39% | 16.421 | 9.171 | 126.49% | 0.003 |
| 7.287 | 24.687 | | PLASTICA | 0.02446 | 0.34% | 15.569 | 8.319 | 114.74% | 0.003 |
| 8.501 | 25.901 | | PLASTICA | 0.02163 | 0.30% | 14.822 | 7.572 | 104.44% | 0.003 |
| 9.716 | 27.027 | | PLASTICA | 0.01930 | 0.27% | 14.158 | 6.908 | 95.28% | 0.003 |
| 10.930 | 26.743 | | PLASTICA | 0.01734 | 0.24% | 13.561 | 6.311 | 87.04% | 0.003 |
| 12.145 | 26.597 | | PLASTICA | 0.01568 | 0.22% | 13.018 | 5.768 | 79.56% | 0.003 |
| 13.359 | 26.568 | 0.151 | PLASTICA | 0.01419 | 0.20% | 12.522 | 5.272 | 72.71% | 0.002 |
| 14.574 | 26.638 | 2.509 | PLASTICA | 0.01167 | 0.16% | 12.066 | 4.816 | 66.43% | 0.002 |
| 15.788 | 26.794 | 4.782 | PLASTICA | 0.01004 | 0.14% | 11.645 | 4.395 | 60.61% | 0.002 |
| 17.002 | 27.023 | 6.982 | PLASTICA | 0.00857 | 0.12% | 11.252 | 4.002 | 55.20% | 0.002 |
| 18.217 | 27.318 | 9.116 | PLASTICA | 0.00738 | 0.10% | 10.885 | 3.635 | 50.14% | 0.002 |
| 19.431 | 27.671 | 11.191 | PLASTICA | 0.00639 | 0.09% | 10.542 | 3.292 | 45.40% | 0.002 |
| 20.646 | 28.076 | 13.215 | PLASTICA | 0.00558 | 0.08% | 10.219 | 2.969 | 40.95% | 0.002 |
| 21.860 | 28.529 | 15.192 | PLASTICA | 0.00490 | 0.07% | 9.914 | 2.664 | 36.75% | 0.002 |
| 23.075 | 29.023 | 17.126 | PLASTICA | 0.00432 | 0.06% | 9.627 | 2.377 | 32.79% | 0.002 |
| 24.289 | 29.556 | 19.022 | PLASTICA | 0.00383 | 0.05% | 9.355 | 2.105 | 29.03% | 0.002 |
| 25.504 | 30.125 | 20.883 | PLASTICA | 0.00341 | 0.05% | 9.097 | 1.847 | 25.47% | 0.002 |
| 26.718 | 30.725 | 22.711 | PLASTICA | 0.00305 | 0.04% | 8.852 | 1.602 | 22.09% | 0.002 |
| 27.933 | 31.356 | 24.509 | PLASTICA | 0.00274 | 0.04% | 8.618 | 1.368 | 18.87% | 0.002 |
| 29.147 | 32.013 | 26.281 | PLASTICA | 0.00247 | 0.03% | 8.396 | 1.146 | 15.80% | 0.002 |
| 30.361 | 32.696 | 28.027 | PLASTICA | 0.00223 | 0.03% | 8.183 | 0.933 | 12.87% | 0.002 |
| 31.576 | 33.403 | 29.749 | PLASTICA | 0.00203 | 0.03% | 7.980 | 0.730 | 10.07% | 0.002 |
| 32.790 | 34.131 | 31.449 | PLASTICA | 0.00184 | 0.03% | 7.786 | 0.536 | 7.39% | 0.002 |
| 34.005 | 34.880 | 33.129 | PLASTICA | 0.00168 | 0.02% | 7.600 | 0.350 | 4.83% | 0.001 |
| 35.219 | 35.648 | 34.791 | PLASTICA | 0.00154 | 0.02% | 7.421 | 0.171 | 2.36% | 0.001 |
| 36.434 | 36.434 | 36.434 | PLASTICA | 0.00141 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | 0.00% | 0.001 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: MARIVELLA CASO: 85.00
ROCA: CONGLO | RMR: 85.000

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 40.000 | M | Po..... | 100.00 | T/M2 | Tr1..... | 0.000 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 | Tt1..... | 3.162 |
| RADIO DEL TUNEL: | 7.25 | M | | | | Tr2..... | 10.619 36.434 |
| | | | | | | Tt2..... | 39.017 |
| ESPESOR COR.PLASTI | 19.321 | ESPES.PLAST. CALCULO | | 6.960 | | CONST.M | 1.271 |
| Mr..... | 1.50000 | M..... | 7.50000 | | | TtMEDIA.. | 5.310 |
| Sr..... | 0.00400 | S..... | 1.00000 | | | TtMEDIA.. | 21.090 |
| Rc..... | 50.000 | T/M2 | | | | << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | |
| | | | | | | TENS.NO | 16.446 |
| | | | | | | RES.TAN | 8.021 T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 11.878 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 6.960 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑ 27.503 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 26.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) 17.449

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE D >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-C | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (0.735) | 0.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 9.117 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC. 0.000 | PRES. APORTADA ROC 0.000

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTA | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) > | 0.735 | 0.000 | 0.098 | 19.3 | m |
| TECHO (T/m2) >> | 18.135 | 17.400 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >> | 0.735 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST 0.002 m
RAZON DE HOMOTECI 6.07

| DISTANCIA AL FRENT | DEFORMA ELASTP.( | P.EQ.HAS (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECHO (T/m2) | CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.026 | 5.984 | 0.028 | 23.384 | 0.000 |
| 0.500 | 0.033 | 4.813 | 0.033 | 22.213 | 4.366 |
| 1.000 | 0.035 | 4.266 | 0.035 | 21.666 | 6.781 |
| 1.500 | 0.037 | 3.853 | 0.037 | 21.253 | 9.004 |
| 2.000 | 0.039 | 3.525 | 0.039 | 20.925 | 10.672 |
| 2.500 | 0.041 | 3.267 | 0.041 | 20.667 | 12.347 |
| 3.000 | 0.042 | 3.069 | 0.042 | 20.469 | 13.795 |
| 3.500 | 0.044 | 2.867 | 0.043 | 20.267 | 15.230 |
| 4.000 | 0.045 | 2.678 | 0.045 | 20.078 | 16.662 |
| 4.500 | 0.046 | 2.501 | 0.046 | 19.901 | 18.099 |
| 5.000 | 0.048 | 2.370 | 0.047 | 19.770 | 19.222 |
| 6.000 | 0.050 | 2.180 | 0.049 | 19.580 | 20.964 |



# iCYFSA

TUNEL: MARIVELLA CASO: 85.00
ROCA: CONGLO / RMR: 85 /PROFUND 40.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 26.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 1.883 | 14.181 | 8.672 | 0.650 | 0.650 |
| 2.500 | 2.583 | 16.855 | 10.009 | 1.227 | 1.227 |
| 3.000 | 3.343 | 19.491 | 11.327 | 1.656 | 1.656 |
| 3.500 | 4.155 | 22.089 | 12.625 | 2.167 | 2.167 |
| 4.000 | 5.009 | 24.647 | 13.905 | 2.727 | 2.727 |
| 4.500 | 5.898 | 27.168 | 15.165 | 3.346 | 3.346 |
| 5.000 | 6.817 | 29.649 | 16.406 | 4.022 | 4.022 |
| 5.500 | 7.761 | 32.093 | 17.628 | 4.754 | 4.754 |
| 6.000 | 8.724 | 34.499 | 18.831 | 5.540 | 5.540 |
| 6.500 | 9.705 | 36.869 | 20.015 | 6.379 | 6.379 |
| 7.500 | 11.704 | 41.501 | 22.331 | 8.212 | 8.212 |
| 8.000 | 12.718 | 43.765 | 23.464 | 9.204 | 9.204 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA CASO:85.00 ROCA:CONGLOMERADOS RMR:85 PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 11.743 | 0.000 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 T/m2 | | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 0.0 | 12.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 5.871 | 11.743 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLER >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.098 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.058 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 3.525 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.81% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.735 | 18.135 | 0.735 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 5.871 | 21.743 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 7.985 | 1.199 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.039 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | (0.007) | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.029 | metros | >> Pi Sost.= | 5.871 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 5.871 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m |




# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA CASO:85.00 ROCA:CONGLOMERADOS RMR:85 PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 36.207 | 24.464 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 T/m2 | | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 25.0 | 37.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 30.335 | 36.207 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLER >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72.547 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

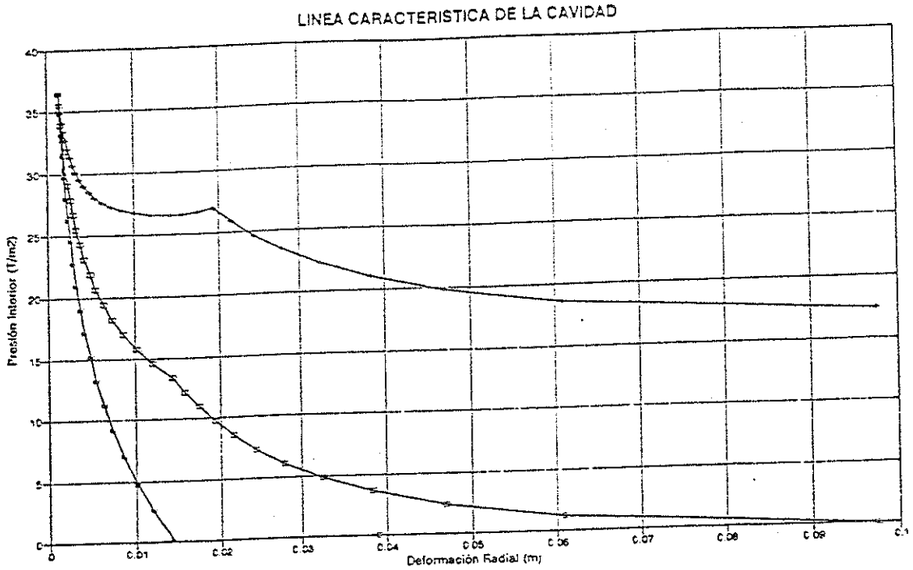
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.098 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.058 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 3.525 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.81% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.735 | 18.135 | 0.735 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 30.335 | 36.207 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 41.257 | 1.996 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72,547 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.039 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.058 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.002 | metros | >> Pi Sost.= | 30.335 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 30.335 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m |

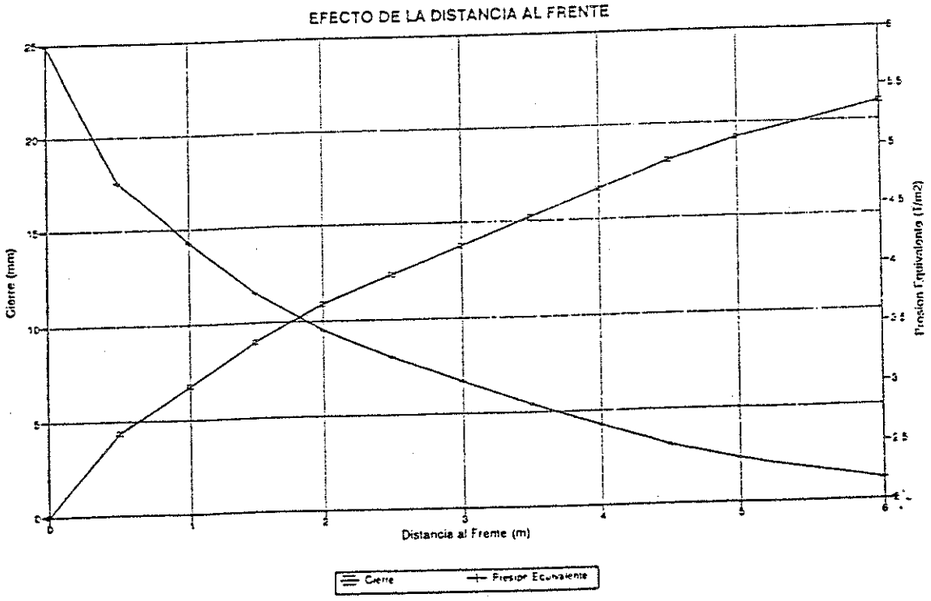
# iCYFSA

TUNEL..... MARIVELLA  CASO..... 85.00
TIPO DE ROCA..... CONGLOMERADOS  PROFUND..... 40  RMR..... 85

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE

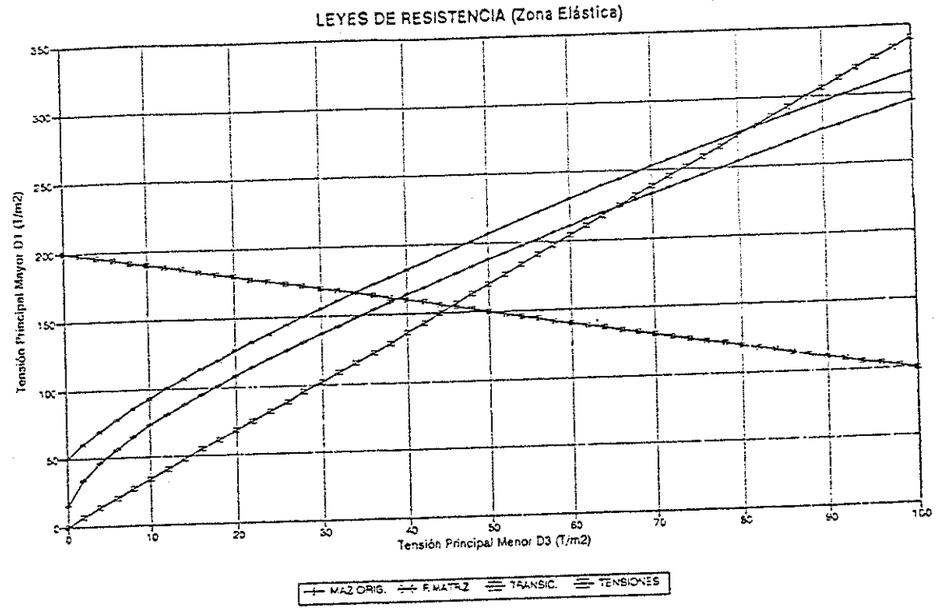




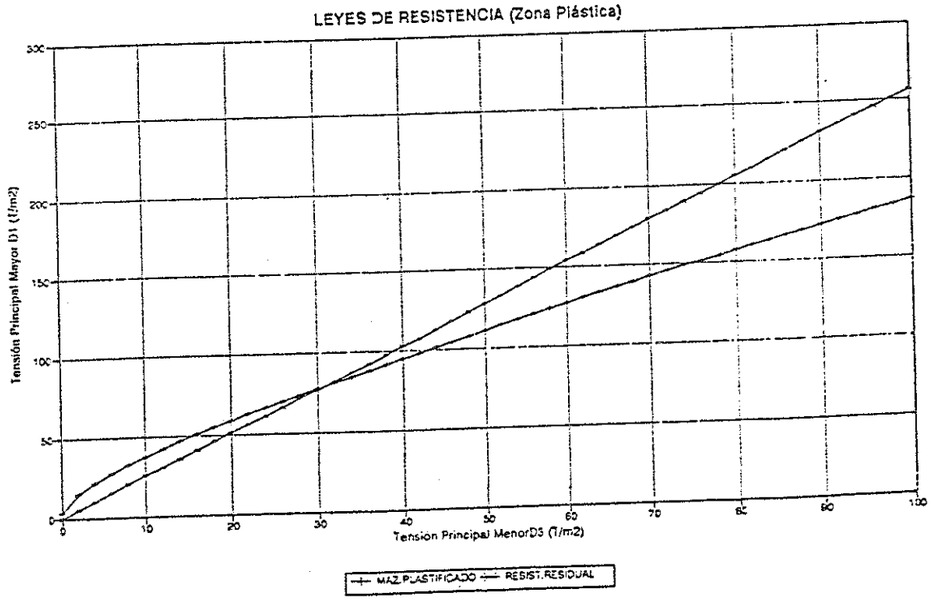

# iCYFSA

TUNEL..... MARIVELLA  CASO..... 85.00
TIPO DE ROCA..... CONGLOMERADOS  PROFUND..... 40  RMR..... 85

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



# iCYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | MARIVELLA | | CASO: | 85.01 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | CONGLOMERADOS | | | | | | | |
| RMR..... | 65 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 26.0 | ° >> | D1/D3= | 2.551 | |
| RES.COMPRESION..... | 100.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 600,833 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 600,833 | T/M2 | Em (H&B)= | 7,000,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.30 | | Em (Serafin)= | 7,500,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 7.50000 | | TIPO DE ROCA> > > > > > > > > > > | | AR | <RMR CA | | |
| CONST. S ..... | 1.00000 | | RMR DEL MACIZO ORIGINAL> > > > | | 65 | 65 | | |
| CONST. Mr..... | 1.50000 | | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | 65 | 65 | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00400 | | RMR DE LA ROCA MATRIZ > > > > > | | 90 | | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 40 | M | PROFUND. MI | 15 | M | | | |
| PRESION ORIGEN ME | 100.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN.. | 37.5 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 7.25 | M | | | | | | |

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBON | CA |
| ARCILLO | AC |
| ARENOS | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE | IG |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 20.43 | T/M2 | | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | INTERVALO | 1.000 | | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 25 | T/M2 | Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) | |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.P (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 16.637 | | PLASTICA | 0.02456 | 0.34% | 13.963 | 6.713 | 92.59% | 0.002 |
| 0.833 | 14.774 | | PLASTICA | 0.01974 | 0.27% | 12.809 | 5.559 | 76.67% | 0.002 |
| 1.667 | 13.878 | | PLASTICA | 0.01526 | 0.21% | 12.121 | 4.871 | 67.19% | 0.002 |
| 2.500 | 13.396 | | PLASTICA | 0.01183 | 0.16% | 11.598 | 4.348 | 59.98% | 0.002 |
| 3.333 | 13.145 | | PLASTICA | 0.00959 | 0.13% | 11.167 | 3.917 | 54.03% | 0.002 |
| 4.167 | 13.047 | | PLASTICA | 0.00800 | 0.11% | 10.796 | 3.546 | 48.91% | 0.002 |
| 5.000 | 13.060 | | PLASTICA | 0.00681 | 0.09% | 10.469 | 3.219 | 44.40% | 0.002 |
| 5.833 | 13.158 | | PLASTICA | 0.00589 | 0.08% | 10.176 | 2.926 | 40.35% | 0.002 |
| 6.667 | 13.322 | 0.011 | PLASTICA | 0.00515 | 0.07% | 9.909 | 2.659 | 36.67% | 0.002 |
| 7.500 | 13.542 | 1.458 | PLASTICA | 0.00455 | 0.06% | 9.664 | 2.414 | 33.30% | 0.002 |
| 8.333 | 13.808 | 2.659 | PLASTICA | 0.00406 | 0.06% | 9.437 | 2.187 | 30.17% | 0.002 |
| 9.167 | 14.113 | 4.221 | PLASTICA | 0.00364 | 0.05% | 9.226 | 1.976 | 27.26% | 0.002 |
| 10.000 | 14.452 | 5.548 | PLASTICA | 0.00329 | 0.05% | 9.029 | 1.779 | 24.54% | 0.002 |
| 10.833 | 14.820 | 6.647 | PLASTICA | 0.00298 | 0.04% | 8.843 | 1.593 | 21.98% | 0.002 |
| 11.667 | 15.215 | 8.119 | PLASTICA | 0.00272 | 0.04% | 8.668 | 1.418 | 19.55% | 0.001 |
| 12.500 | 15.633 | 9.367 | PLASTICA | 0.00249 | 0.03% | 8.502 | 1.252 | 17.27% | 0.001 |
| 13.333 | 16.071 | 10.595 | PLASTICA | 0.00229 | 0.03% | 8.344 | 1.094 | 15.09% | 0.001 |
| 14.167 | 16.529 | 11.804 | PLASTICA | 0.00211 | 0.03% | 8.194 | 0.944 | 13.02% | 0.001 |
| 15.000 | 17.004 | 12.995 | PLASTICA | 0.00195 | 0.03% | 8.051 | 0.801 | 11.05% | 0.001 |
| 15.833 | 17.494 | 14.172 | PLASTICA | 0.00181 | 0.02% | 7.914 | 0.664 | 9.16% | 0.001 |
| 16.667 | 17.999 | 15.334 | PLASTICA | 0.00169 | 0.02% | 7.783 | 0.533 | 7.35% | 0.001 |
| 17.500 | 18.518 | 16.482 | PLASTICA | 0.00157 | 0.02% | 7.657 | 0.407 | 5.61% | 0.001 |
| 18.333 | 19.048 | 17.619 | PLASTICA | 0.00147 | 0.02% | 7.536 | 0.286 | 3.94% | 0.001 |
| 19.167 | 19.590 | 18.744 | PLASTICA | 0.00137 | 0.02% | 7.419 | 0.169 | 2.33% | 0.001 |
| 20.000 | 20.142 | 19.858 | PLASTICA | 0.00129 | 0.02% | 7.307 | 0.057 | 0.78% | 0.001 |
| 20.833 | 20.833 | 20.833 | ELASTICA | 0.00124 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |
| 21.667 | 21.667 | 21.667 | ELASTICA | 0.00123 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |
| 22.500 | 22.500 | 22.500 | ELASTICA | 0.00122 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |
| 23.333 | 23.333 | 23.333 | ELASTICA | 0.00120 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |
| 24.167 | 24.167 | 24.167 | ELASTICA | 0.00119 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |
| 25.000 | 25.000 | 25.000 | ELASTICA | 0.00118 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |



# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | MARIVELLA | | CASO: | 85.01 | | | | |
| ROCA: | CONGLO | RMR: | 85.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 40.000 | M | Po..... | 100.00 | T/M2 | Tri..... | 0.000 | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 | Ti1..... | 6.325 | |
| RADIO DEL TUNEL: | 7.25 | M | | | | Tr2..... | 20.432 | 20.432 |
| | | | | | | Ti2..... | 76.153 | |
| ESPESOR COR.PLASTI | 6.713 | ESPES.PLAST. CALCULO | | 6.713 | | CONST.M | 0.796 | |
| Mr..... | 1.50000 | M..... | | 7.50000 | | TrMEDIA.. | 10.216 | |
| Sr..... | 0.00400 | S..... | | 1.00000 | | TiMEDIA.. | 41.239 | |
| Rc..... | 100.000 | T/M2 | | | | << EN CUÑA PLASTIFICADA> > | | |
| | | | | | | TENS.NO | 32.022 | |
| | | | | | | RES.TAN | 15.618 | T/M2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 11.878 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35° |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 6.960 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑ | 26.523 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 | <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) |
| Fi..... | 25.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) 17.449 |

| RESIST. ARCO ROCA> > | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RESIST. ARCO ROCA> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA FASE D | | | >>>>>> |
| DESARROLLO SEMI-C | (0.482) | 0.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 8.794 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC. 0.000 | PRES. APORTADA ROC 0.000

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTA | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) > | 0.482 | 0.000 | 0.025 | 6.7 | m |
| TECHO (T/m2) > > | 17.319 | 16.837 | | | m |
| SOLERA (T/m2) > > | 0.482 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST | 0.002 | m |
| RAZON DE HOMOTECI | 2.16 | |

| DISTANCIA AL FRENT | DEFORMA ELASTP.( | P.EQ.HAS (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECHO (T/m2) | CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.007 | 4.781 | 0.007 | 13.048 | 0.000 |
| 0.500 | 0.009 | 3.475 | 0.009 | 13.119 | 2.189 |
| 1.000 | 0.011 | 2.977 | 0.010 | 13.230 | 3.354 |
| 1.500 | 0.012 | 2.616 | 0.011 | 13.349 | 4.371 |
| 2.000 | 0.012 | 2.377 | 0.012 | 13.449 | 5.150 |
| 2.500 | 0.013 | 2.204 | 0.013 | 13.534 | 5.776 |
| 3.000 | 0.014 | 2.050 | 0.013 | 13.619 | 6.384 |
| 3.500 | 0.014 | 1.912 | 0.014 | 13.704 | 6.979 |
| 4.000 | 0.015 | 1.786 | 0.015 | 13.789 | 7.565 |
| 4.500 | 0.015 | 1.671 | 0.015 | 13.874 | 8.144 |
| 5.000 | 0.016 | 1.569 | 0.016 | 13.939 | 8.585 |
| 6.000 | 0.016 | 1.444 | 0.017 | 14.054 | 9.428 |

# iCYFSA

TUNEL: MARIVELLA CASO: 85.01
ROCA: CONGLO / RMR: 85 /PROFUND 40.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 25.000 | º | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | T:2 | T:2 | T:MEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 3.766 | 28.353 | 17.344 | 1.701 | 1.701 |
| 2.500 | 5.165 | 33.710 | 20.017 | 2.454 | 2.454 |
| 3.000 | 6.657 | 38.982 | 22.653 | 3.332 | 3.332 |
| 3.500 | 8.310 | 44.177 | 25.251 | 4.333 | 4.333 |
| 4.000 | 10.018 | 49.295 | 27.810 | 5.454 | 5.454 |
| 4.500 | 11.797 | 54.335 | 30.330 | 6.692 | 6.692 |
| 5.000 | 13.635 | 59.298 | 32.812 | 8.044 | 8.044 |
| 5.500 | 15.521 | 64.186 | 35.255 | 9.508 | 9.508 |
| 6.000 | 17.449 | 68.998 | 37.661 | 11.080 | 10.000 |
| 6.500 | 19.410 | 73.737 | 40.031 | 12.758 | 10.000 |
| 7.500 | 20.432 | 76.153 | 41.239 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 20.432 | 76.153 | 41.239 | 10.000 | 10.000 |



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA CASO:85.01 ROCA:CONGLOMERADOS RMR:85 PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005500 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 11.743 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
| ESPESOR (cm) >>>> | 0.0 | 12.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 5.871 | 11.743 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.482 | 17.319 | 0.482 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 5.871 | 21.743 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 12.182 | 1.255 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | (0.005) | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.006 | metros | >> Pi Sost.= | 5.871 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 5.871 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA  CASO:85.01  ROCA:CONGLOMERADOS  RMR:85  PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 36.207 | 24.464 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. 1,657 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 25.0 | 37.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 30.335 | 36.207 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72,547 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 9.665 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

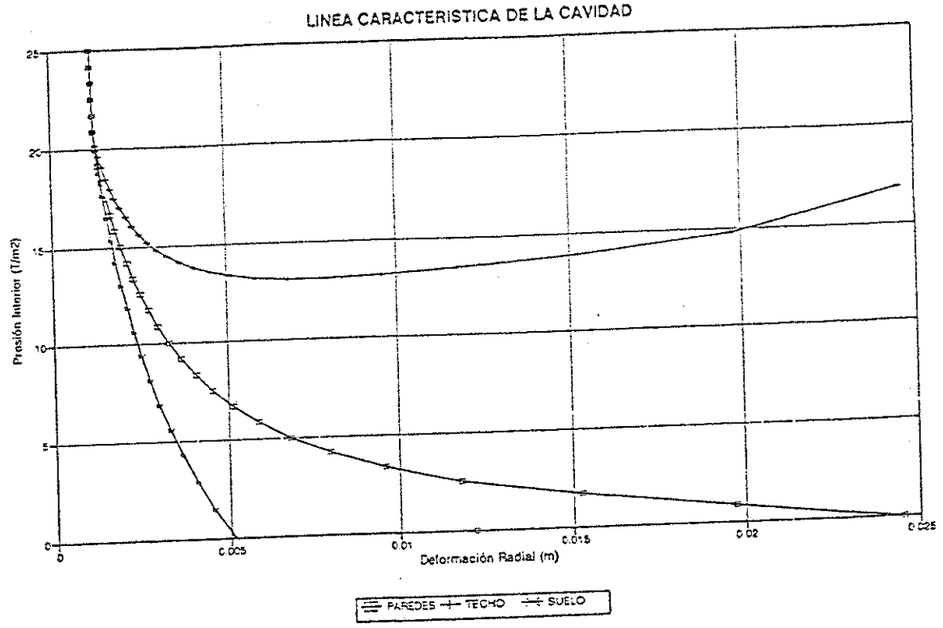
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.482 | 17.319 | 0.482 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 30.335 | 36.207 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 62.940 | 2.091 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72,547 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= | 30.335 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 30.335 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m |



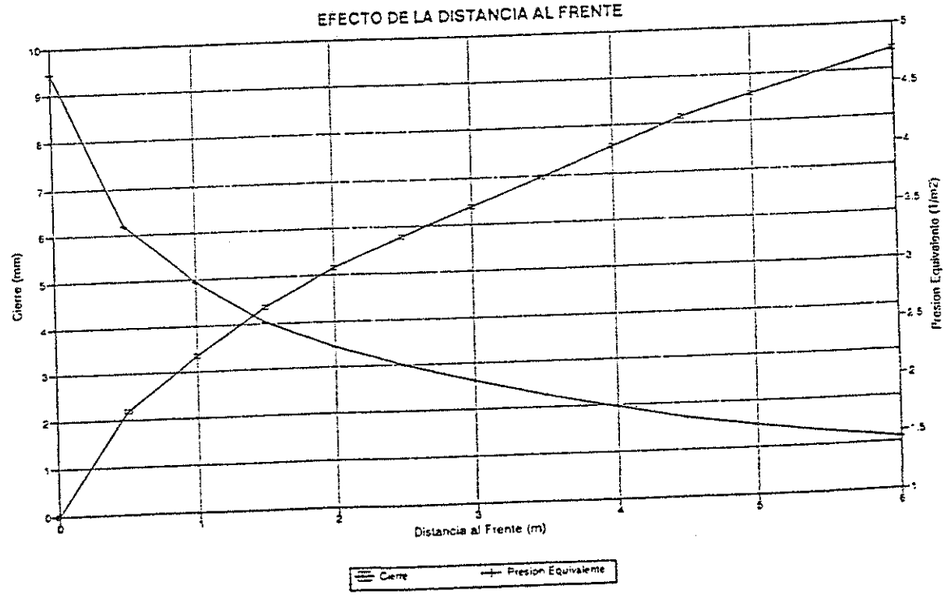
# iCYFSA

TUNEL..... MARIVELLA  CASO..... 85.01  RMR..... 85
TIPO DE ROCA..... CONGLOMERADOS  PROFUND..... 40

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD

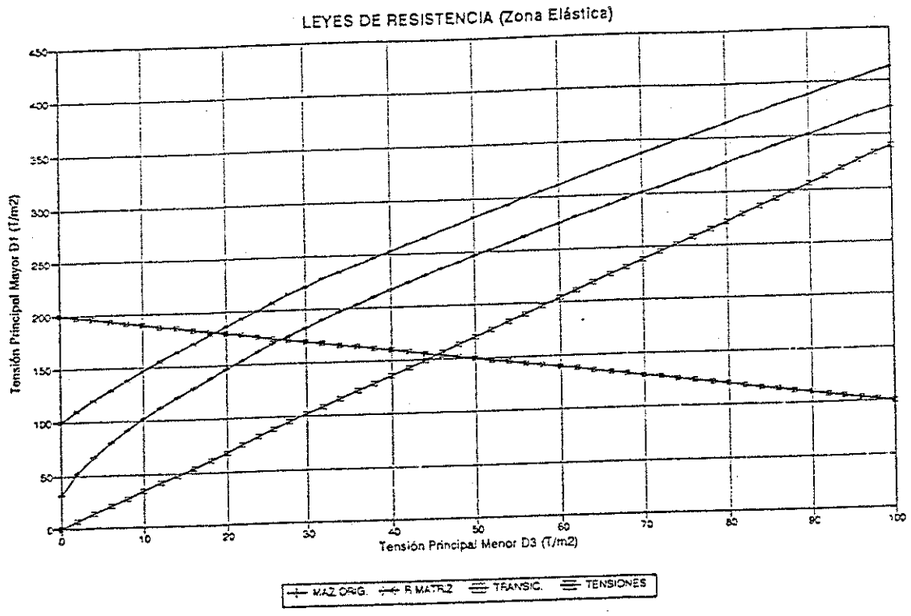


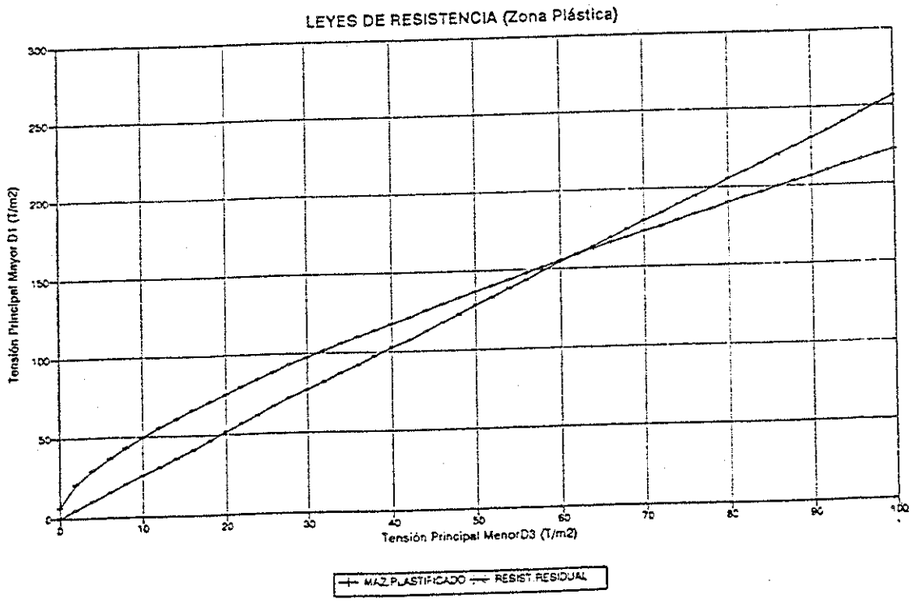

EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



## iCYFSA

TUNEL..... MARIVELLA CASO..... 85.01
TIPO DE ROCA..... CONGLOMERADOS PROFUND..... 40 RMR..... 85






## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | MARIVELLA | | CASO: | 85.02 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | CONGLOMERADOS | | | | | | | |
| RMR..... | 85 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 26.0 | ° >> | D1/D3= | 2.561 | |
| RES.COMPRESION..... | 150.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 735,867 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 735,867 | T/M2 | Em (H&B)= | 7,000,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.30 | | Em (Serafin)= | 7,500,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 7.50000 | | TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 1.00000 | | RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | 85 | 85 | CARBON | CA |
| CONST. Mr..... | 1.50000 | | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | 65 | 65 | ARCILLO | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00400 | | RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | 90 | | ARENOS | AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 40 | M | PROFUND. MI | 15 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN ME | 100.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN.. | 37.5 | T/M2 | | I.G.GRUE | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 7.25 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 9.27 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 9 | T/M2 | PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.P (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 7.088 | | PLASTICA | 0.00585 | 0.08% | 10.061 | 2.831 | 39.05% | 0.002 |
| 0.300 | 6.712 | | PLASTICA | 0.00505 | 0.07% | 9.811 | 2.561 | 35.33% | 0.002 |
| 0.600 | 6.484 | | PLASTICA | 0.00450 | 0.06% | 9.601 | 2.351 | 32.42% | 0.002 |
| 0.900 | 6.340 | | PLASTICA | 0.00408 | 0.06% | 9.423 | 2.173 | 29.98% | 0.002 |
| 1.200 | 6.251 | | PLASTICA | 0.00374 | 0.05% | 9.268 | 2.018 | 27.84% | 0.001 |
| 1.500 | 6.204 | | PLASTICA | 0.00346 | 0.05% | 9.129 | 1.879 | 25.92% | 0.001 |
| 1.800 | 6.187 | | PLASTICA | 0.00323 | 0.04% | 9.003 | 1.753 | 24.18% | 0.001 |
| 2.100 | 6.195 | | PLASTICA | 0.00302 | 0.04% | 8.887 | 1.637 | 22.57% | 0.001 |
| 2.400 | 6.224 | | PLASTICA | 0.00284 | 0.04% | 8.778 | 1.528 | 21.08% | 0.001 |
| 2.700 | 6.270 | | PLASTICA | 0.00269 | 0.04% | 8.677 | 1.427 | 19.68% | 0.001 |
| 3.000 | 6.331 | | PLASTICA | 0.00254 | 0.04% | 8.581 | 1.331 | 18.36% | 0.001 |
| 3.300 | 6.404 | 0.196 | PLASTICA | 0.00242 | 0.03% | 8.491 | 1.241 | 17.11% | 0.001 |
| 3.600 | 6.489 | 0.711 | PLASTICA | 0.00230 | 0.03% | 8.405 | 1.155 | 15.93% | 0.001 |
| 3.900 | 6.584 | 1.216 | PLASTICA | 0.00219 | 0.03% | 8.323 | 1.073 | 14.80% | 0.001 |
| 4.200 | 6.688 | 1.712 | PLASTICA | 0.00210 | 0.03% | 8.244 | 0.994 | 13.71% | 0.001 |
| 4.500 | 6.799 | 2.201 | PLASTICA | 0.00201 | 0.03% | 8.169 | 0.919 | 12.68% | 0.001 |
| 4.800 | 6.918 | 2.682 | PLASTICA | 0.00192 | 0.03% | 8.097 | 0.847 | 11.68% | 0.001 |
| 5.100 | 7.044 | 3.156 | PLASTICA | 0.00185 | 0.03% | 8.027 | 0.777 | 10.72% | 0.001 |
| 5.400 | 7.176 | 3.624 | PLASTICA | 0.00178 | 0.02% | 7.960 | 0.710 | 9.79% | 0.001 |
| 5.700 | 7.314 | 4.086 | PLASTICA | 0.00171 | 0.02% | 7.895 | 0.645 | 8.90% | 0.001 |
| 6.000 | 7.456 | 4.544 | PLASTICA | 0.00165 | 0.02% | 7.832 | 0.582 | 8.03% | 0.001 |
| 6.300 | 7.604 | 4.996 | PLASTICA | 0.00159 | 0.02% | 7.771 | 0.521 | 7.19% | 0.001 |
| 6.600 | 7.756 | 5.444 | PLASTICA | 0.00153 | 0.02% | 7.712 | 0.462 | 6.37% | 0.001 |
| 6.900 | 7.912 | 5.888 | PLASTICA | 0.00148 | 0.02% | 7.655 | 0.405 | 5.58% | 0.001 |
| 7.200 | 8.073 | 6.327 | PLASTICA | 0.00143 | 0.02% | 7.599 | 0.349 | 4.81% | 0.001 |
| 7.500 | 8.237 | 6.763 | PLASTICA | 0.00139 | 0.02% | 7.545 | 0.295 | 4.06% | 0.001 |
| 7.800 | 8.404 | 7.196 | PLASTICA | 0.00134 | 0.02% | 7.492 | 0.242 | 3.33% | 0.001 |
| 8.100 | 8.575 | 7.625 | PLASTICA | 0.00130 | 0.02% | 7.440 | 0.190 | 2.62% | 0.001 |
| 8.400 | 8.749 | 8.051 | PLASTICA | 0.00126 | 0.02% | 7.390 | 0.140 | 1.92% | 0.001 |
| 8.700 | 8.926 | 8.474 | PLASTICA | 0.00123 | 0.02% | 7.340 | 0.090 | 1.25% | 0.001 |
| 9.000 | 9.106 | 8.894 | PLASTICA | 0.00119 | 0.02% | 7.292 | 0.042 | 0.58% | 0.001 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: MARIVELLA  CASO: 85.02
ROCA: CONGLO | RMR: 85.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 40.000 | M | Po..... | 100.00 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 7.25 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTI | 2.681 | ESPES.PLAST. CALCULO | | 2.681 | |
| Mr..... | 1.50000 | M..... | 7.50000 | | |
| Sr..... | 0.00400 | S..... | 1.00000 | | |
| Rc..... | 150.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | |
| Tt1..... | 9.487 | |
| Tr2..... | 9.269 | 9.269 |
| Tt2..... | 55.913 | |
| CONST.M | 0.605 | |
| TtMEDIA.. | 4.635 | |
| TtMEDIA.. | 32.700 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA> > | | |
| TENS.NO | 22.552 | |
| RES.TAN | 11.000 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 11.678 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 6.950 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑ 11.185 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 26.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) 17.449

RESIST. ARCO ROCA> >

| RESIST. ARCO ROCA> | T/m2 > > | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA FASE D | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-C | 4.019 | 0.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 3.721 | 4.019 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC. 0.000 | PRES. APORTADA ROC 4.019

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTA | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) > | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 2.8 | m |
| TECHO (T/m2) > > | 3.068 | 3.068 | | | m |
| SOLERA (T/m2) > > | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST 0.001 m
RAZON DE HOMOTECI 0.63

| DISTANCIA AL FRENT | DEFORMA ELASTP.( | P.EQ.HAS (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECHO (T/m2) | CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.002 | 5.771 | 0.002 | 7.347 | 0.000 |
| 0.500 | 0.003 | 2.429 | 0.003 | 6.228 | 1.133 |
| 1.000 | 0.003 | 1.614 | 0.003 | 6.154 | 1.675 |
| 1.500 | 0.004 | 1.183 | 0.004 | 6.255 | 2.064 |
| 2.000 | 0.004 | 0.918 | 0.004 | 6.333 | 2.360 |
| 2.500 | 0.004 | 0.744 | 0.004 | 6.406 | 2.587 |
| 3.000 | 0.004 | 0.605 | 0.004 | 6.481 | 2.793 |
| 3.500 | 0.005 | 0.515 | 0.005 | 6.538 | 2.940 |
| 4.000 | 0.005 | 0.440 | 0.005 | 6.592 | 3.072 |
| 4.500 | 0.005 | 0.376 | 0.005 | 6.643 | 3.194 |
| 5.000 | 0.005 | 0.321 | 0.005 | 6.692 | 3.306 |
| 6.000 | 0.005 | 0.253 | 0.005 | 6.758 | 3.455 |



# iCYFSA

TUNEL: MARIVELLA  CASO: 85.02
ROCA: CONGLO / RMR: 85 /PROFUND 40.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 26.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 5.650 | 42.544 | 26.015 | 2.551 | 2.551 |
| 2.500 | 7.748 | 50.565 | 30.026 | 3.661 | 3.661 |
| 3.000 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 4.610 | 4.610 |
| 3.500 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |
| 4.000 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |
| 4.500 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |
| 5.000 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |
| 5.500 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |
| 6.000 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |
| 6.500 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |
| 7.500 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 9.269 | 55.913 | 32.700 | 10.000 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:85.02 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:65 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>> TH | MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> 0.0026650 m2
SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 metros

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. 1,667 T/m2 | RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.500 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.006 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 3.000 metros | CIERRE>> | 0.001 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 0.623 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.02% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 3.068 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2) | 0.000 | 5.000 | 0.000 |
| COEF.DE SEGURIDAD | ERR | 1.630 | ERR |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.004 metros | | |
| CIERRE SIN SOLERA | (0.003) metros | Sost.sin sol> | 2.500 T/m2 |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.002 metros | >> Pi Sost.= | 0.000 T/m2 |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 4.019 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 4.019 T/m2 |

Compres.hastiales = 0.000 T/m2
Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:85.02 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:65 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>> TH | MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> 0.0026650 m2
SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 metros

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 24.464 | 24.464 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. 1,667 T/m2 | RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 25.0 | 25.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 24.464 | 24.464 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72,547 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.006 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 3.000 metros | CIERRE>> | 0.001 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 0.605 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.02% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |

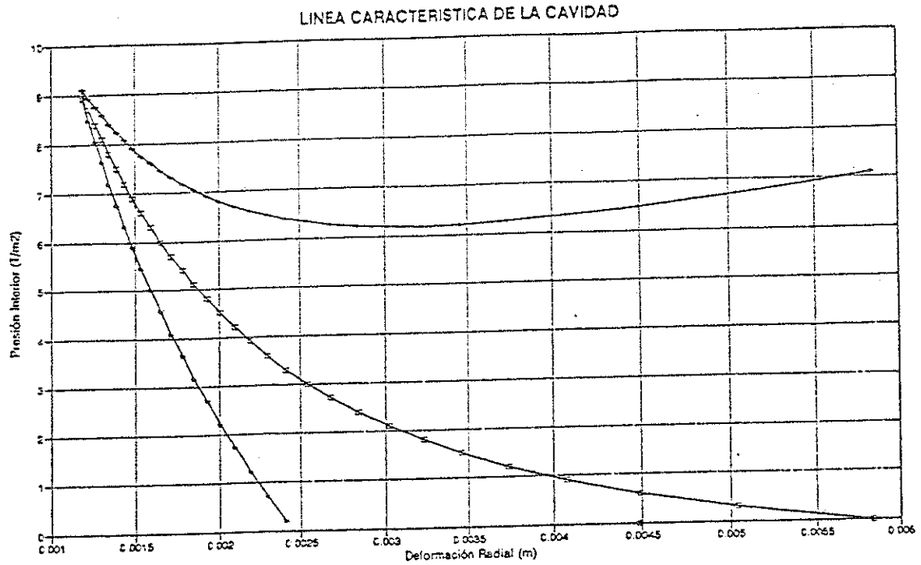
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 3.068 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2) | 24.464 | 24.464 | 0.000 |
| COEF.DE SEGURIDAD | ERR | 7.973 | ERR |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72,547 | T/m2 | |
| DEFORMACION INICIA | 0.004 | metros | |
| CIERRE SIN SOLERA | (0.002) | metros | Sost.sin sol> 0.000 T/m2 |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= 24.464 T/m2 |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = 4.019 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = 28.483 T/m2 |

Compres.hastiales = 0.000 T/m2
Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m

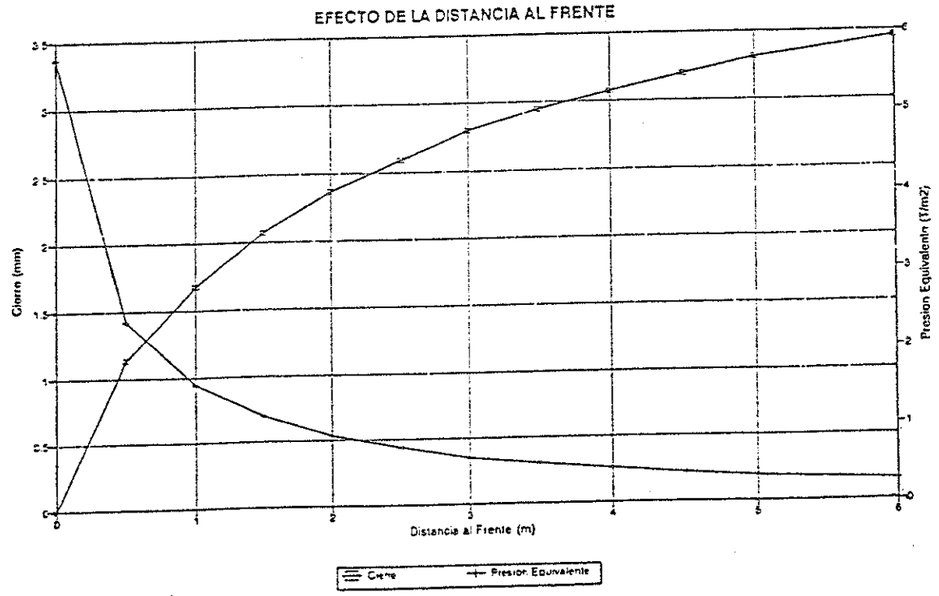
# ¡CYFSA

TUNEL..... MARIVELLA CASO..... 85.02
TIPO DE ROCA..... CONGLOMERADOS PROFUND..... 40 RMR..... 85

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE

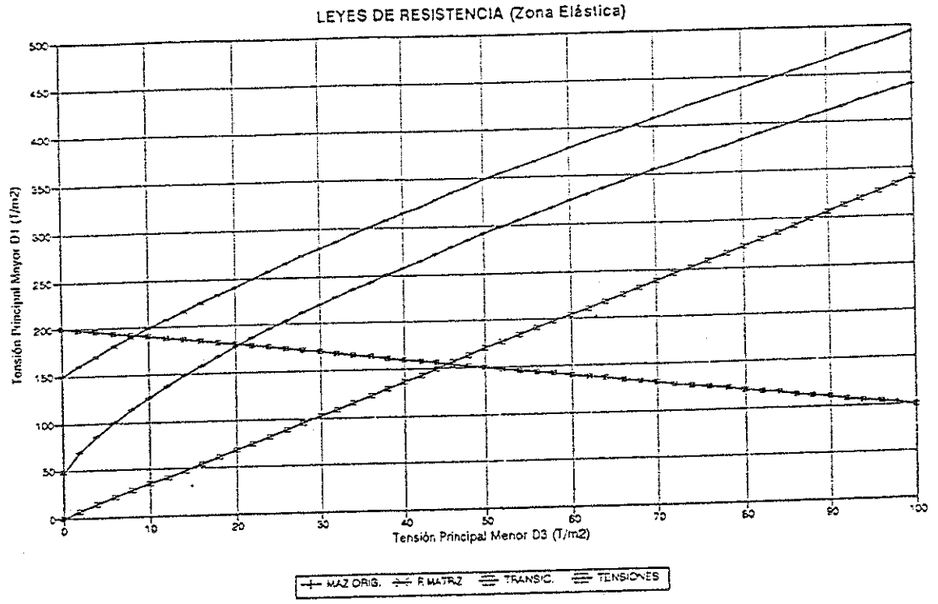




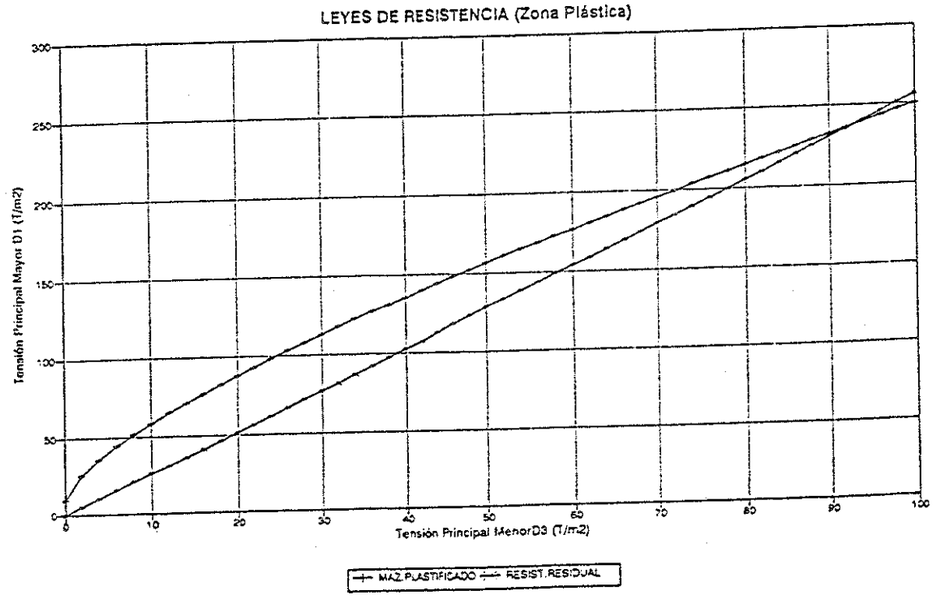

# ¡CYFSA

TUNEL..... MARIVELLA CASO..... 85.02
TIPO DE ROCA..... CONGLOMERADOS PROFUND..... 40 RMR..... 85

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



# iCYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | MARIVELLA | | CASO: | 85.03 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | CONGLOMERADOS | | | | | | | |
| RMR..... | 85 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básí.mac.> | 26.0 | ° >> | D1/D3= | 2.561 | |
| RES.COMPRESION..... | 200.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 849,706 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 849,706 | T/M2 | Em (H&B)= | 7,000,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.30 | | Em (Serafin)= | 7,500,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 7.50000 | | TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>> | | AR | <RMR CA | | |
| CONST. S ..... | 1.00000 | | RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | 85 | 85 | | |
| CONST. Mr..... | 1.50000 | | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | 65 | 65 | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00400 | | RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | 90 | | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 40 | M | PROFUND. MI | 15 | M | | | |
| PRESION ORIGEN ME | 100.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN.. | 37.5 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 7.25 | M | | | | | | |

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBON | CA |
| ARCILLO | AC |
| ARENOS | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE | IG |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 0.00 | T/M2 | | | | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | INTERVALO | 1.000 | | | | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 16 | T/M2 | PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) | | | |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.P (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | | PLASTICA | 0.00111 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | 0.00% | 0.001 |
| 0.533 | 0.533 | 0.533 | ELASTICA | 0.00110 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |
| 1.067 | 1.067 | 1.067 | ELASTICA | 0.00110 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |
| 1.600 | 1.600 | 1.600 | ELASTICA | 0.00109 | 0.02% | 7.250 | 0.000 | | |
| 2.133 | 2.133 | 2.133 | ELASTICA | 0.00109 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 2.667 | 2.667 | 2.667 | ELASTICA | 0.00108 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 3.200 | 3.200 | 3.200 | ELASTICA | 0.00107 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 3.733 | 3.733 | 3.733 | ELASTICA | 0.00107 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 4.267 | 4.267 | 4.267 | ELASTICA | 0.00106 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 4.800 | 4.800 | 4.800 | ELASTICA | 0.00106 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 5.333 | 5.333 | 5.333 | ELASTICA | 0.00105 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 5.867 | 5.867 | 5.867 | ELASTICA | 0.00104 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 6.400 | 6.400 | 6.400 | ELASTICA | 0.00104 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 6.933 | 6.933 | 6.933 | ELASTICA | 0.00103 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 7.467 | 7.467 | 7.467 | ELASTICA | 0.00103 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 8.000 | 8.000 | 8.000 | ELASTICA | 0.00102 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 8.533 | 8.533 | 8.533 | ELASTICA | 0.00101 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 9.067 | 9.067 | 9.067 | ELASTICA | 0.00101 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 9.600 | 9.600 | 9.600 | ELASTICA | 0.00100 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 10.133 | 10.133 | 10.133 | ELASTICA | 0.00100 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 10.667 | 10.667 | 10.667 | ELASTICA | 0.00099 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 11.200 | 11.200 | 11.200 | ELASTICA | 0.00098 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 11.733 | 11.733 | 11.733 | ELASTICA | 0.00098 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 12.267 | 12.267 | 12.267 | ELASTICA | 0.00097 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 12.800 | 12.800 | 12.800 | ELASTICA | 0.00097 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 13.333 | 13.333 | 13.333 | ELASTICA | 0.00096 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 13.867 | 13.867 | 13.867 | ELASTICA | 0.00096 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 14.400 | 14.400 | 14.400 | ELASTICA | 0.00095 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 14.933 | 14.933 | 14.933 | ELASTICA | 0.00094 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 15.467 | 15.467 | 15.467 | ELASTICA | 0.00094 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |
| 16.000 | 16.000 | 16.000 | ELASTICA | 0.00093 | 0.01% | 7.250 | 0.000 | | |



# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | MARIVELLA | | CASO: | 85.03 | | | | |
| ROCA: | CONGLO | \| RMR: | 85.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 40.000 | M | Po..... | 100.00 | T/M2 | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 7.25 | M | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTI | 0.000 | | ESPES.PLAST. CALCULO | 0.000 | | | | |
| Mr..... | 1.50000 | | M..... | 7.50000 | | | | |
| Sr..... | 0.00400 | | S..... | 1.00000 | | | | |
| Rc..... | 200.000 | T/M2 | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | | |
| Ti1..... | 12.649 | | |
| Tr2..... | 0.000 | 0.000 | |
| Ti2..... | 12.649 | | |
| CONST.M | 0.500 | | |
| TrMEDIA.. | 0.000 | | |
| TiMEDIA.. | 12.649 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 7.255 | | |
| RES.TAN | 3.539 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 11.676 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°) | |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 6.960 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑ | 0.000 | ° | |
| PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA | | | |
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| Fi..... | 26.000 | ° DIAMETRO BARRA (mm) | 17.449 |

| RESIST. ARCO ROCA>> | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RESIST. ARCO ROCA> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE D | | | >>>>>> |
| DESARROLLO SEMI-C | 0.013 | 0.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 0.021 | 0.013 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC. | 0.000 | PRES. APORTADA ROC | 0.013 |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTA | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) > | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.0 | m |
| TECHO (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST | 0.001 | m |
| RAZON DE HOMOTECI | 0.14 | |

| DISTANCIA AL FRENT | DEFORMA ELASTP.( | P.EQ.HAS (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECHO (T/m2) | CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | ERR | ERR | ERR | 0.000 |
| 0.500 | 0.001 | ERR | ERR | ERR | ERR |
| 1.000 | 0.001 | 15.885 | 0.001 | 15.885 | ERR |
| 1.500 | 0.001 | 9.731 | 0.001 | 9.731 | ERR |
| 2.000 | 0.001 | 6.261 | 0.001 | 6.261 | ERR |
| 2.500 | 0.001 | 4.167 | 0.001 | 4.167 | ERR |
| 3.000 | 0.001 | 2.647 | 0.001 | 2.647 | ERR |
| 3.500 | 0.001 | 1.988 | 0.001 | 1.988 | ERR |
| 4.000 | 0.001 | 1.415 | 0.001 | 1.415 | ERR |
| 4.500 | 0.001 | 1.025 | 0.001 | 1.025 | ERR |
| 5.000 | 0.001 | 0.755 | 0.001 | 0.755 | ERR |
| 6.000 | 0.001 | 0.418 | 0.001 | 0.418 | ERR |

# iCYFSA

TUNEL: MARIVELLA CASO: 85.03
ROCA: CONGLO / RMR: 85 /PROFUND 40.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 26.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Ti2 | Ti2 | TIMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm.(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 2.500 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 3.000 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 3.500 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 4.000 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 4.500 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 5.000 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 5.500 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 6.000 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 6.500 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 7.000 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 0.000 | 12.649 | 12.649 | 10.000 | 10.000 |



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA CASO.85.03 ROCA:CONGLOMERADOS RMR:85 PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003550 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
| ESPESOR (cm) >>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLER >>>>>> | >>>>>> | | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>> | 3.000 | 3.000 | 3.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.250 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 2.500 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

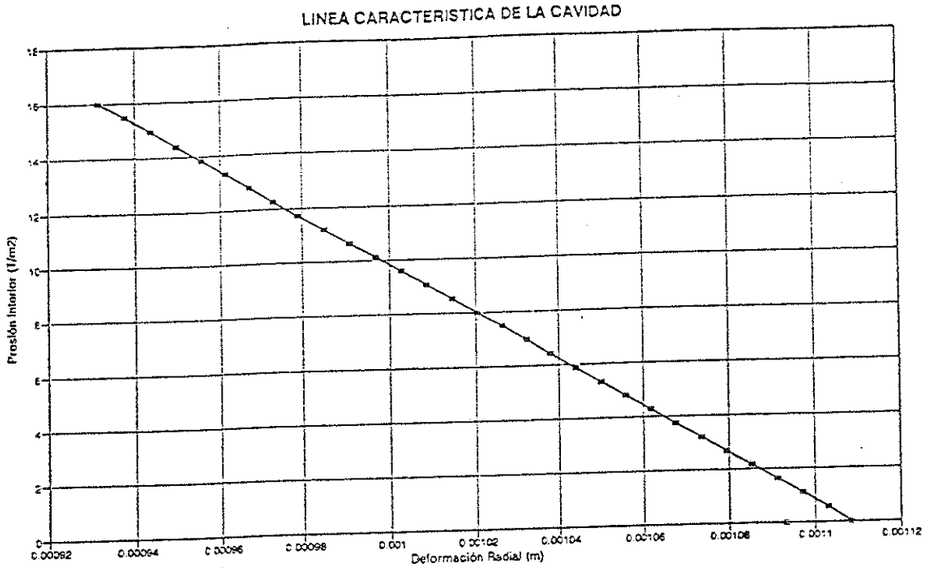
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.001 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 4.000 | metros | CIERRE>> | 0.000 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 1.415 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.00% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 0.000 | 2.500 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | ERR | ERR | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.001 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.000 | metros | Sost.sin sol> | 1.250 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= | 0.000 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.013 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 0.013 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m |

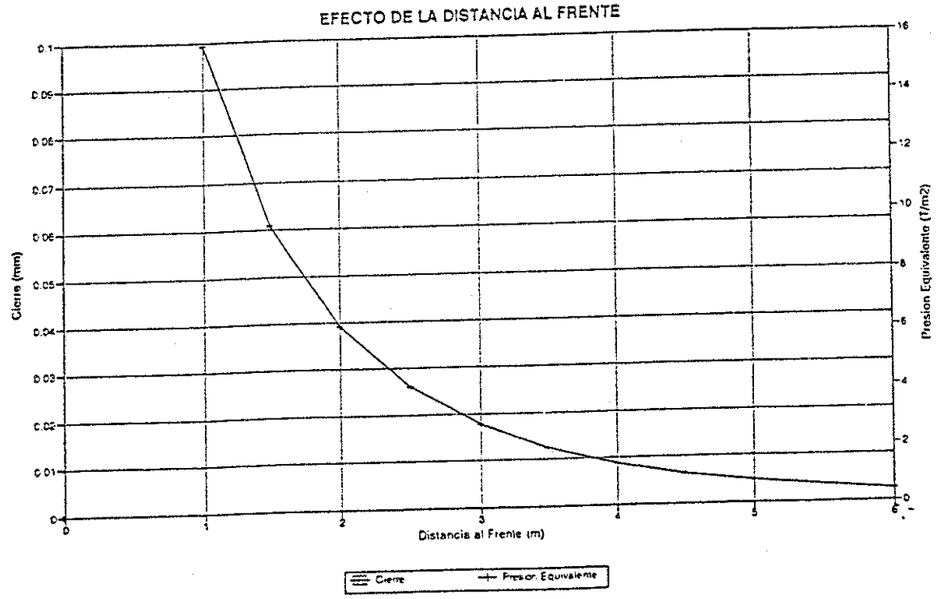
# iCYFSA

TUNEL..... MARIVELLA CASO..... 85.03
TIPO DE ROCA..... CONGLOMERADOS PROFUND..... 40 RMR..... 85

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE

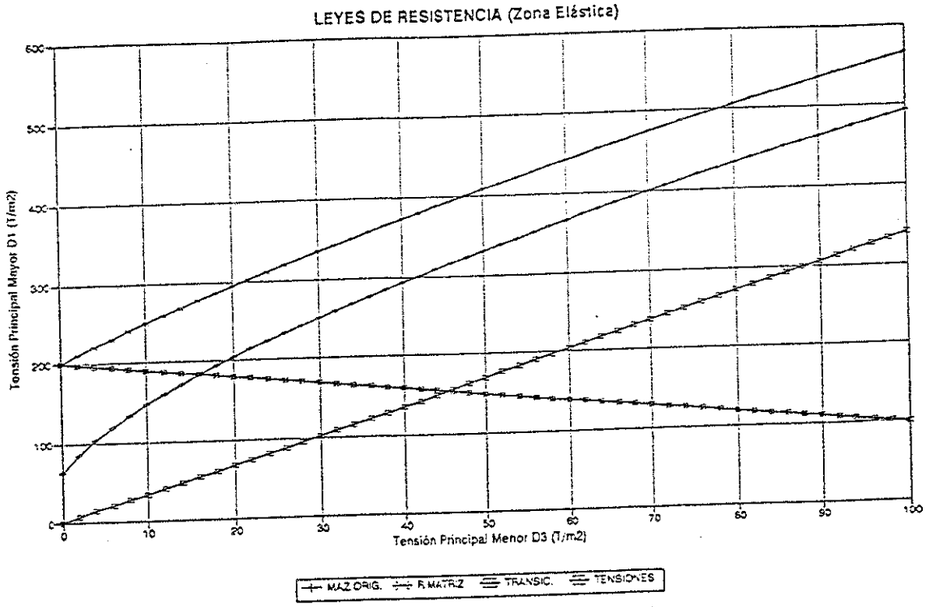




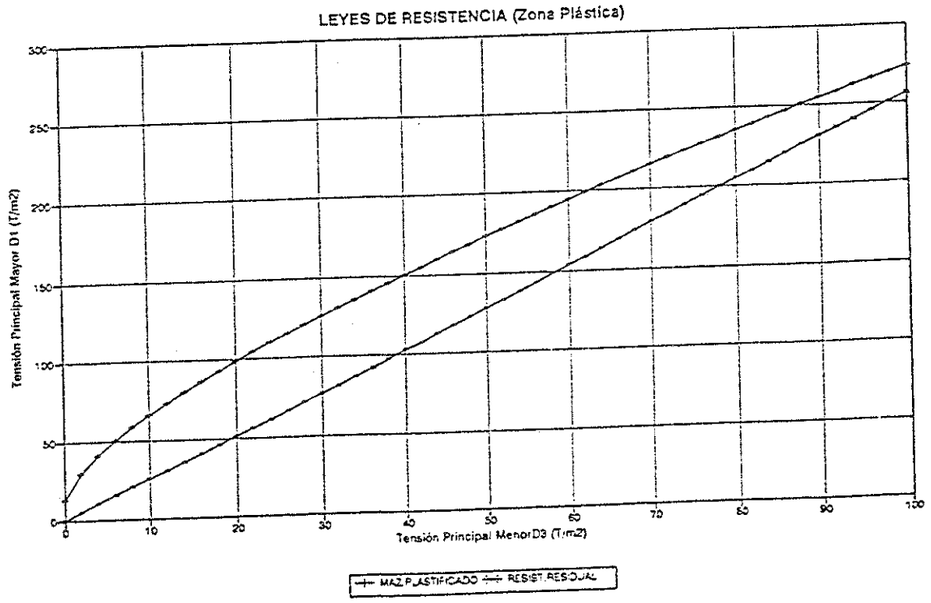

# iCYFSA

TUNEL..... MARIVELLA CASO..... 85.03
TIPO DE ROCA..... CONGLOMERADOS PROFUND..... 40 RMR..... 85

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



# RECONSIDERACION DEL REVESTIMIENTO DEL TUNEL DE MARIVELLA

# RECONSIDERACIÓN DEL REVESTIMIENTO DEL TUNEL DE MARIVELLA

INDICE


1.- INTRODUCCION

2.- DATOS DEL PROYECTO

3.- COMPORTAMIENTO REAL

3.1.- DATOS GEOTECNICOS

3.2.- DATOS DE COMPORTAMIENTO TERRENO-SOSTENIMIENTO

4.- RECOMENDACIONES PARA LA OBRA PENDIENTE

4.1.- DESTROZA

4.2.- REVESTIMIENTO

5.- CALCULOS COMPLEMENTARIOS

6.- ENSAYOS POINT - LOAD SOBRE MUESTRAS DEL TUNEL DE MARIVELLA

# TÚNEL DE MARIVELLA
# INFORME DE SITUACIÓN TRAS LA FINALIZACIÓN DEL AVANCE

## 1.- INTRODUCCIÓN

Una vez calado el Avance del Túnel de Marivella se plantea la conveniencia de reconsiderar diversas cuestiones de la obra pendiente a la luz del conjunto de la información obtenida durante la construcción, y que ha sido recogida en diversos documentos.

Estos documentos son, básicamente, los siguientes:

- Proyecto de Construcción.
- Informe especial sobre el Sostenimiento del túnel de Marivella (GETINSA-INARSA-INGEOTEC, Mayo 1997).
- Reconsideración del Sostenimiento del Túnel de Marivella (ICYFSA, Mayo 1997).
- Informe sobre ensayos de inmersión tipo LUTTON sobre muestras del Túnel de Marivella (GETINSA-INARSA-INGEOTEC, Junio 1997).
- Propuesta de tratamientos de solera en los túneles de Paracuellos y Marivella (ICYFSA, Agosto 1997).

Al margen de lo anterior se dispone también de las informaciones siguientes:

- Datos del historial de Convergencias, a lo largo de todo el túnel.
- Datos topográficos de perfiles de excavación resultantes en la fase de Avance.

## 2.- DATOS DEL PROYECTO

El estudio geológico geotécnico del proyecto describe los materiales atravesados por el túnel como conglomerados heterométricos, de subredondeados a subangulosos, pertenecientes al Mioceno Inferior-Medio, y con una estructura subhorizontal.





La resistencia a la compresión simple del material se acotaba entre valores de 10 y 100 Kp/cm² dependiendo del grado de cementación.

Los parámetros resistentes para los tramos menos cementados oscilaron en los ensayos de corte efectuados entre los siguientes valores:

Ángulo de rozamiento= 21-36°
Cohesión = 0-2,8 Kp/cm²

Por tanto el comportamiento del terreno se presuponía en el proyecto como asimilable al de un suelo compacto o a una roca floja, definiéndose un sostenimiento tipo BERNOLD con 25 cm de hormigón y chapa de 2 mm. El pase máximo que se estableció en 2,5 metros, previéndose el empleo casi sistemático de una capa de sellado con Hormigón Proyectado de 3 cm de espesor.

Adicionalmente en ambas bocas se definió un tratamiento de protección a base de coronas de paraguas formadas con columnas de Jet-Grouting de 15 metros de longitud.

El proceso de cálculo aplicado en el proyecto se basa en un modelo de diferencias finitas desarrollado sobre la base del programa FLAC con los siguientes datos de entrada, en lo que al terreno se refiere de:

| | | |
|---|---|---|
| E | = 60.000 Kp/cm ² | (Módulo) |
| RCS | = 150 Kp/cm² | (Resistencia a la Compresión Simple) |
| Cohesión | = 0,9 Kp/cm² | |
| Ang.Roz. | = 27° | |

Como conclusión del cálculo, las deformaciones esperadas fueron de 7 cm en el sentido horizontal y de 12 cm en la vertical.

## 3.- COMPORTAMIENTO REAL

En los apartados siguientes se comentan de forma muy breve los resultados obtenidos durante la ejecución del Avance, durante el cual se decidió el cambio del sostenimiento proyectado (BERNOLD) que se venía aplicando durante los primeros metros del lado Norte.

## 2.1.- DATOS GEOTÉCNICOS

Durante la excavación del Avance se ha podido constatar una buena concordancia entre los terrenos previstos y descritos en el proyecto, con los realmente atravesados en LA obra.

En términos cuantitativos los únicos datos existentes son los de determinación indirecta de la resistencia a la compresión simple efectuados por la Asistencia Técnica (GETINSA-INARSA-INGEOTEC), por medio del ensayo Point Load Test (PLT).

Las dos campañas efectuadas se recogen en sendos informes, de fechas Mayo y Junio de 1997, correspondiendo el primero de ellos a 10 muestras, siete de ellas tomadas en el frente del P.K. 4+856 del túnel y tres en la trinchera sur.

Todas las muestras obtenidas del túnel se describen como conglomerados de cementación débil (tres casos) o como suelo detríticos cohesivo (cuatro casos), y los de la boca Sur como margas o areniscas.

Los valores mínimos deducidos para la resistencia a la compresión simple de las muestras en "rama", aplicado un coeficiente de paso posiblemente conservador en muchos casos, oscilan entre 21 y 98 Kp/cm$^2$, con un valor medio de 42,89 Kp/cm$^2$ para las muestras del túnel y entre 88 y 281 $^{Kp/cm2}$ para la trinchera sur.

Se observa por tanto una buena concordancia entre los valores manejados en el proyecto con los obtenidos en esta campaña.

Un dato interesante a resaltar de estos ensayos es el hecho de que en las muestras con resistencia superior a 50 Kp/cm$^2$, la rotura corta algunos de los clastos de mayor tamaño, mientras que con valores menores la rotura los contornea.

Este hacho parece indicar que parte de los granos más gruesos contenidos en el conglomerado podrían tener una resistencia a la compresión simple menor de 50 $^{Kp/cm2}$ y mayor de 27 Kp/cm$^2$.

En cuanto a la campaña de Junio de 1997 el número de muestras tomadas en frente del P.K. 4+834,9 fue de doce, describiéndose todas como suelo detrítico cohesivo, y de las que dos no pudieron ser ensayadas al deshacerse durante el transporte.





Los valores mínimos de resistencia a la compresión simple deducidos en los ensayos PLT realizados, oscilaron entre 20 y 35 Kp/cm$^2$, con un valor medio de 27,83 Kp/cm$^2$.

A la vista de todo lo anterior se puede decir que la concordancia es muy buena de los datos obtenidos con los esperados en el proyecto, apreciándose en el interior del túnel una pérdida de cementación respecto de las bocas.

No obstante de los ensayos realizados parece deducirse un valor característico mínimo de la resistencia a la compresión simple en el entorno de 20 Kp/cm$^2$, que debemos considerar como muy conservador en cualquier caso, dado el método empleado y si tenemos en cuenta, además, que las muestras se toman de un frente volado y afectado por la decompresión.

## 3.2.- DATOS DE COMPORTAMIENTO TERRENO-SOSTENIMIENTO

Como ya se comentó, el sostenimiento previsto en el anejo de cálculo del proyecto, consistente en un anillo BERNOLD DE 20 cm de hormigón H-250 debería haber sufrido un movimiento de cierre total tras el proceso de excavación, de 7 cm en horizontal y de 12 cm en vertical, para unos parámetros característicos del terreno de:

RCS = 150 $^{Kp/cm2}$
E = 60.000 $^{Kp/cm2}$
C = 0,9 $^{Kp/cm2}$
AR = 27°

En la realidad, el sostenimiento general aplicado en la práctica totalidad del Avance del túnel ha sido de unos 12 cm de Hormigón Proyectado con fibras y un bulonaje de cuantía 0,5 uds/m$^2$ y longitud de 4 metros (Tipo Swellex).

Solamente cuando se ha apreciado la presencia en la zona de bóveda de vetas más arenosas y con cohesión débil, se ha procedido a aplicar un refuerzo adicional de bulones, hasta alcanzar una cuantía total de 1 ud/m$^2$, así como a la incorporación de un mallazo.

Este tratamiento de refuerzo se ha aplicado con continuidad entre los P.K. 4+683 y 4+702.

La definición de estos sostenimientos fue el objeto del informe de ICYFSA emitido en Mayo de 1997, bajo el título de *Reconsideración del Sostenimiento del Túnel de Marivella* y de las dos notas posteriores que se mencionaron en la relación de documentación disponible sobre el tema.

A modo de recordatorio las características de resistencia que se manejaron en los cálculos de dicho informe se asimilaron a una ley de tipo curvo obtenida del modelo de Hoeck y Brown, correspondiente a una roca sin juntas (RMR = 85) y con una resistencia a la compresión simple muy baja (RCS = 5-25 Kp/cm$^2$).

En dicho informe se realizó un análisis comparativo de los parámetros de rozamiento y cohesión equivalentes al modelo no lineal antes citado, con los valores obtenidos mediante ensayos de corte en el proyecto y que se mencionaron al comienzo del informe.

Como conclusión de este análisis se dedujo la existencia de una buena concordancia entre los parámetros equivalentes al modelo curvo con un RMR de 85 y una RCS de 5 Kp/cm$^2$, lo que es totalmente coherente con el conjunto de los datos disponibles, si tenemos en cuenta que tales ensayos son típicos de materiales tipo suelo y de granulometría fina, por lo que solo se realizarían sobre los peores materiales de la zona.

Consecuentemente, los cálculos que sirvieron de base del citado informe de ICYFSA, cubrieron una gama de materiales con valores de resistencia RCS comprendidos entre 5 y 20 Kp/cm$^2$.

Dimensionado el sostenimiento por el método de la *Convergencia-Confinamiento*, teniendo en cuenta el efecto del frente como se comenta en la memoria técnica del informe, se concluye que el sostenimiento necesario para cada caso sería:

RCS < 10 Kp/cm$^2$

- 12 cm de H.P. en bóveda
- 1 bulón/m$^2$ en bóveda

10 Kp/cm$^2$ < RCS < 15 Kp/cm$^2$

- 5 cm de H.P. en bóveda





- 0,5 bulones/m$^2$ en bóveda

15 Kp/cm$^2$ < RCS < 20 Kp/cm$^2$

- 0,5 bulones/m$^2$ en bóveda

RCS > 20 Kp/cm$^2$

Autoestable. No se precisa ningún sostenimiento

En todos estos casos el coeficiente de seguridad mínimo del sostenimiento se tiene en la zona de bóveda y está comprendido entre 1,2 para una RCS de 5 kp/cm$^2$ y 1,63 para 15 kp/cm$^2$.

El cierre teórico de cálculo para los sostenimientos antes definidos es nulo, por lo que en la realidad se debría producir exclusivamente el que resulte necesario para que entren en carga los elementos que lo componen, hasta alcanzar la reacción que da el equilibrio.

En caso de funcionamiento anormal de la hipótesis del párrafo anterior, los movimientos máximos de cierre que se deducen del cálculo teórico, dependen de las características asignadas al terreno y son:

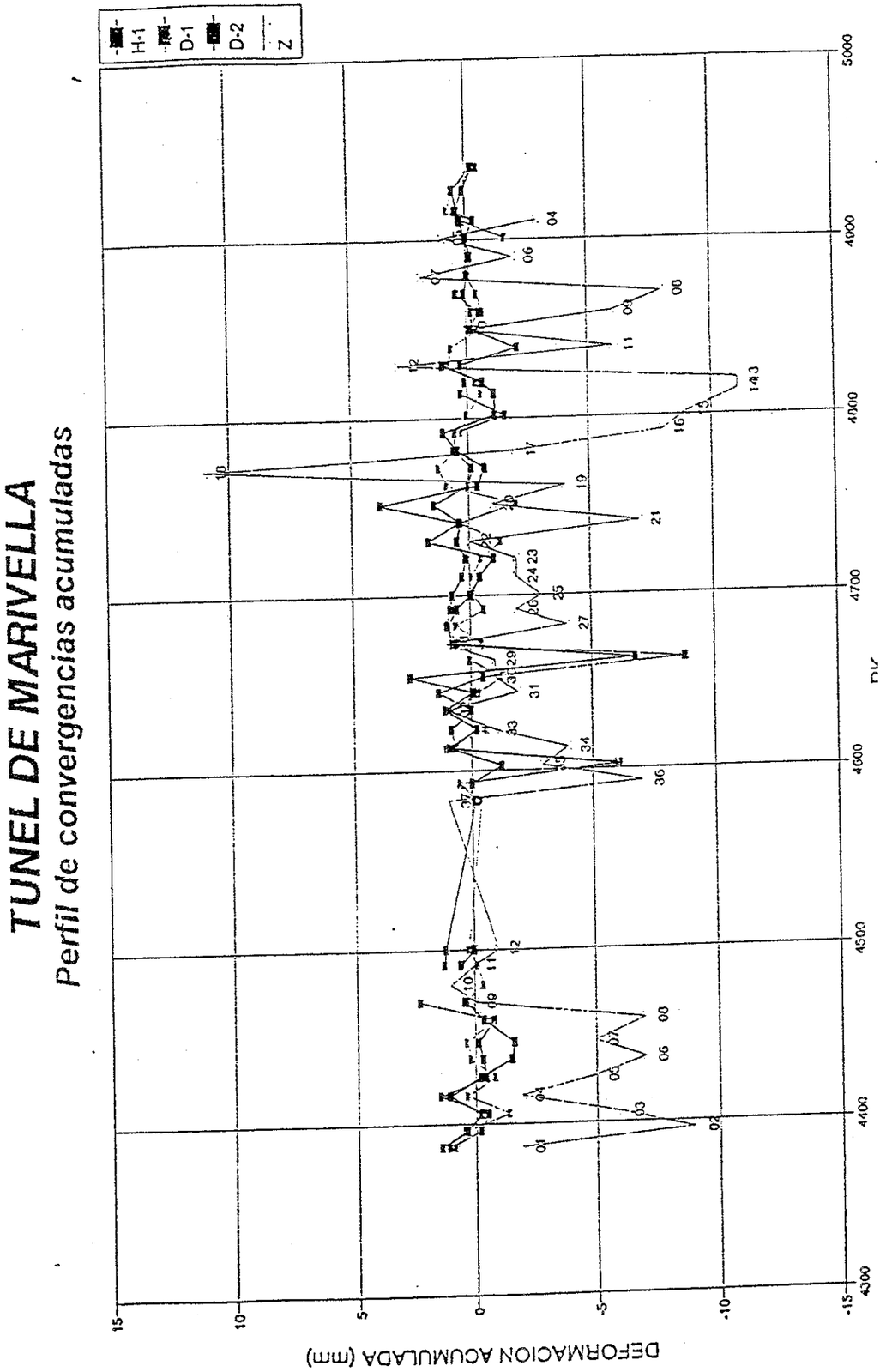
| RCS (kp/cm$^2$) | E (kp/cm$^2$) | Presión Interior (kp/cm$^2$) | Cierre máximo mm (%) |
|---|---|---|---|
| 5 | 42.000 | 0 | 58 (0,81%) |
| 10 | 60.000 | 0 | 12 (0,17%) |
| 15 | 73.500 | 0 | 1 (0,02 %) |
| 20 | 85.000 | Elástico | ----- |

En el cuadro y gráfico adjunto se indican las convergencias registradas hasta la fecha a lo largo de todo el túnel, observándose que los movimientos horizontales medios son prácticamente despreciables (0,07 mm) y muy pequeños en lo que se refiere a los descensos de clave.

CUADRO RESUMEN DE CONVERGENCIAS

TUNEL MARIVELLA

| SECCION | PK | FECHA ULT.LECT. | DEMORA | MOVIMIENTO ACUMULADO H1 | D1 | D2 | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CN001 | 4940.4 | 17/09/97 | 22 | -0.33 | -0.5 | -0.22 | |
| CN002 | 4927.5 | 18/09/97 | 9 | 0.11 | 0.61 | 0.55 | |
| CN003 | 4915.73 | 17/09/97 | 5 | 0.43 | 0.81 | 0.37 | -3 |
| CN004 | 4910.7 | 18/09/97 | 11 | -0.34 | 0.23 | 0.26 | 1 |
| CN005 | 4900.7 | 18/09/97 | 8 | 0 | -1.64 | 0 | -2 |
| CN006 | 4890 | 17/09/97 | 10 | -0.18 | | -0.17 | 2 |
| CN007 | 4880 | 18/09/97 | 19 | -0.03 | 0 | | -8 |
| CN008 | 4870 | 18/09/97 | 9 | 0.09 | -0.45 | 0.45 | -6 |
| CN009 | 4860 | 18/09/97 | 10 | -0.23 | -0.68 | -0.53 | 0 |
| CN010 | 4850 | 18/09/97 | 15.07 | -0.21 | -0.48 | -0.13 | -6 |
| CN011 | 4840 | 18/09/97 | 21.5 | -2.14 | 0.67 | | 3 |
| CN012 | 4830 | 18/09/97 | 23.2 | 0.26 | 0.78 | 1.07 | -11 |
| CN013 | 4820 | 18/09/97 | 13.23 | 0.12 | -0.3 | -0.65 | -11 |
| CN014 | 4814 | 18/09/97 | 10.46 | 0.29 | -0.6 | -1.1 | -9 |
| CN015 | 4802 | 18/09/97 | 2.7 | -1.62 | 0.07 | -1.15 | -8 |
| CN016 | 4792 | 18/09/97 | 24.7 | 0.55 | 0.27 | 1.07 | -2 |
| CN017 | 4782 | 18/09/97 | 14.7 | 0.59 | 0.63 | 0.46 | 11 |
| CN018 | 4772 | 17/09/97 | 4.7 | -0.18 | 1.28 | -0.68 | -4 |
| CN019 | 4762 | 18/09/97 | 13.5 | 0.02 | 0.94 | -0.35 | -1 |
| CN020 | 4751 | 17/09/97 | 2.5 | 1.49 | -2.05 | 3.82 | -7 |
| CN021 | 4741 | 18/09/97 | | 0.37 | 0.45 | 0.42 | 0 |
| CN022 | 4730 | 18/09/97 | 9 | 0.53 | -1.35 | 1.78 | -2 |
| CN023 | 4720.9 | 18/09/97 | 4.5 | 0.17 | -0.46 | -0.99 | -2 |
| CN024 | 4710 | 17/09/97 | 8 | 0.33 | -0.08 | -0.41 | -3 |
| CN025 | 4700 | 17/09/97 | 3.3 | 0.73 | -0.12 | 0.02 | -2 |
| CN026 | 4692 | 17/09/97 | 4.9 | 0.86 | -0.61 | 0.61 | -4 |
| CN027 | 4682 | 17/09/97 | 20.6 | 0.99 | 0.65 | 0.98 | 1 |
| CN028 | 4672 | 17/09/97 | 10.6 | 0.74 | -0.48 | 0.62 | -1 |
| CN029 | 4663 | 17/09/97 | 19.4 | -8.85 | 0.03 | -6.79 | -1 |
| CN030 | 4653 | 17/09/97 | 9.4 | -0.52 | -1.34 | 2.6 | -2 |
| CN031 | 4644.713 | 18/09/97 | 9 | 1.41 | -0.3 | -0.07 | 1 |
| CN032 | 4634.913 | 18/09/97 | 12.9 | -0.01 | 0.79 | 1.12 | -1 |
| CN033 | 4623.831 | 18/09/97 | 10.5 | 0.86 | -0.63 | -0.2 | -4 |
| CN034 | 4613 | 17/09/97 | 29 | 0.72 | 1.11 | 0.94 | -3 |
| CN035 | 4602.5 | 18/09/97 | 10.2 | -6.12 | -6.01 | -1.29 | -7 |
| CN036 | 4592.9 | 18/09/97 | 0 | 0.53 | 0.55 | 0 | 1 |
| CN037 | 4583 | 18/09/97 | 0 | -0.18 | -0.37 | | -1 |
| CS012 | 4500 | 19/09/97 | 34.93 | 1.22 | 0.27 | 0 | 0 |
| CS011 | 4491 | 19/09/97 | 43.93 | 1.26 | -0.1 | 0.6 | 1 |
| CS010 | 4480 | 19/09/97 | 0 | | -0.4 | | 0 |
| CS009 | 4469.95 | 18/09/97 | 11.1 | 2.33 | 0.48 | 0.35 | -7 |
| CS008 | 4459.85 | 18/09/97 | 17.1 | -0.79 | -0.77 | -0.4 | -5 |
| CS007 | 4446.7 | 18/09/97 | 18.3 | -0.18 | 0.37 | -1.65 | -7 |
| CS006 | 4437 | 18/09/97 | 24 | -0.33 | 0.2 | -1.53 | -5 |
| CS005 | 4426.3 | 18/09/97 | 38.7 | -0.48 | -0.87 | -0.23 | -2 |
| CS004 | 4416 | 18/09/97 | 19 | 1.5 | 0.38 | 1.13 | -6 |
| CS003 | 4405.97 | 18/09/97 | 7.2 | -0.52 | -1.44 | -0.23 | -9 |
| CS002 | 4396.06 | 18/09/97 | 17.1 | -0.22 | 0.47 | 0.36 | -2 |
| CS001 | 4386.02 | 18/09/97 | 27.1 | 1.12 | 0.89 | 1.45 | -1 |
| | | | MAX | 2.33 | 1.28 | 3.82 | 11 |
| | | | MIN | -8.85 | -6.01 | -6.79 | -11 |
| | | | MED | -0.07837 | -0.18571 | 0.046122 | -2.73469 |



Si nos detenemos en los valores más acusados, observamos que sólo en dos ocasiones las convergencias horizontales han superado los 5 mm, mientras que los mayores descensos de clave han rondado los 10 mm, sin que nunca coincidan, curiosamente, ambas situaciones en una misma sección.

Como conclusión de todo lo anterior cabe decir que las convergencias medidas denotan una gran estabilidad a lo largo de todo el túnel, lo que indica, muy probablemente, que el sostenimiento no ha sido solicitado en la práctica totalidad del túnel. El terreno, por tanto, ha debido ser bastante mejor que el antes previsto (RCS= 10 Kp/cm$^2$).

No obstante, si partimos de los valores máximos de convergencia y efectuamos una comparación con las expectativas deducidas del cálculo, tenemos que los descensos de clave en el entorno de los 10 mm podrían corresponder con la deformación máxima que podría esperarse para un terreno caracterizado por una RCS de 10 kp/cm$^2$ y una presión interior nula, lo que supondría que el sostenimiento no ha llegado a transmitir prácticamente ninguna acción contra el terreno por alguna causa. La más probable sería la de falta de reacción de los bulones en la placa.

Como conclusión tendriamos por tanto que los terrenos afectados por la excavación del túnel tienen, de manera prácticamente general, una RCS superior a 10 Kp/cm$^2$, y sólo de forma muy local se podría haber presentado dicho valor, coincidiendo con las zonas en que los descensos de clave han sido próximos al centímetro o los horizontales a 5 mm.

De acuerdo con esta calidad mínima de terreno y de los cálculos realizados en su momento, el sostenimiento necesario en la zona de bóveda (Avance) sería de:

- 12 cm de Hormigón Proyectado
- 1 bulón/m$^2$

Con este sostenimiento el coeficiente de seguridad mínimo que se tiene es de 1,255, el cual pasaría a ser de 2,09 con el revestimiento definitivo de 25 cm y considerando la pérdida total de efectividad de los bulones a largo plazo.

A la vista de todo lo anterior si estimamos, conservadoramente, que el terreno podría tener una RCS característica próxima a 10 Kp/cm$^2$ solo en los tramos donde los movimientos hayan sido superiores a 5 mm, antes de comenzar la Destrozas se deberá





garantizar que en tales tramos la dotación mínima de bulones es de 1 ud/m$^2$, y que el hormigón proyectado tiene 12 cm de espesor, debiendo completarse en caso contrario

Estas zonas se localizan en:

| | |
|---|---|
| - 4+860 - 4+870 | (10 m) |
| - 4+802 - 4+830 | (28 m) |
| - 4+597 - 4+607 | (10 m) |
| - 4+658 - 4+668 | (10 m) |
| . 4+437 - 4+470 | (33 m) |
| - 4+406 - 4+416 | (10 m) |

## 4.- ACTUACIONES EN LA OBRA PENDIENTE

### 4.1.- Destroza

En cuanto a la obra pendiente de la Destroza, salvo que durante la misma se corten terrenos muy diferentes de los afectados durante el Avance, se puede asegurar que con unos materiales con una RCS mínima de 10 Kp/cm$^2$, no se precisa ningún sostenimiento en los hastiales de la Destroza.

No obstante se considera conveniente comenzar los trabajos aplicando un sostenimiento mínimo de:

- 5 cm de hormigón proyectado con fibras
- 4 bulones en cada hastial (I ud/m$^2$)

Con ello se garantiza un correcto comportamiento del túnel frente a cualquier imprevisto que pudieran aparecer en la zona de Destroza.

Si durante el desarrollo de los trabajos se observa un comportamiento acorde con el observado durante el Avance, se podrá reducir la cuantía de los bulones al menos a la mitad.

En caso de afectar en la Destroza a materiales tipo arenosos o limosos con baja cementación podrá llegar a ser necesario aumentar la capa de hormigón proyectado hasta un total de 10 cm.

En cuanto a las fases de ejecución de la Destroza, se pueden hacer los siguientes comentarios.

- Teóricamente la Destroza es autoportante por lo que no existe ninguna limitación en cuanto a la longitud de pase, ni en lo relativo a la posibilidad de efectuar la excavación en una sola fase.

- No obstante dadas las bajas características geotécnicas de los materiales, es preciso adoptar una serie de precauciones que faciliten la aplicación de medidas correctoras en el caso de que se llegara a desencadenar algún proceso de desestabilización.

Por este motivo, además de la medida de adoptar inicialmente una cuantía mínima de sostenimiento con carácter sistemático (5 cm de H.P. y 0,5 bulones/$m^2$) las fases de ejecución se atendrán al siguiente proceso.

- La excavación de la sección completa de la Destroza se podrá hacer con cualquier medio, con la única precaución de que la zona de un metro junto a los hastiales se extraiga mecánicamente para no dañar el terreno y conseguir un perfil ajustado al diseño teórico.

- La longitud del pase mínimo en Destroza no superará los 10 metros, debiendo acortarse en caso de que se aprecien problemas anormales.

- La eliminación de las zonas de borde junto alos hastiales se hará mecánicamente (preferiblemente con martillo picador) colocando a continuación el sostenimiento mínimo indicado (5 cm de H.P. y 0,5 - 1 bulón/$m^2$).

- La solera del túnel se dejará alta respecto de su situación teórica (aprox. 0,5 metros), para que el efecto del tráfico no alcance la rasante definitiva.

- No es imprescindible hechar la solera de hormigón en fase de Destroza siendo preferible que la misma se realice en fase de revestimiento, con lo que se asegura una calidad idónea.





- Durante la Destroza se medirán diariamente todas las las secciones de convergencia del Avance que se sitúen 50 metros por delante del frente, completándose posteriormente las mismas con las cuerdas de Destroza.

4.2.- Revestimiento

Ele Revestimiento definitivo de la sección se proyecta con un espesor de 25 cm, con lo que se consigue un coeficiente de seguridad a rotura última del conjunto sostenimiento-revestimiento de 2,091, en la hipótesis de pérdida total del efecto de los bulones a largo plazo.

El cálculo de esta situación se incluyó en el informe de ICYFSA de fecha Mayo de 1997 como caso 85.01, correspondiente a un terreno caracterizado por una resistencia a la compresión simple RCS de 10 Kp/$cm^2$, que es el peor que podría corresponder con las mayores convergencias registradas durante el Avence del túnel, como ya se ha comentado.

Si se considera una mínima carga de agua sobre el trsdós del revestimiento, el coeficiente de seguridad se aproxima rápidamenrte a la unidad, por lo que resulta imprescindible el conseguir un eficiente drenaje de dicho trasdós. Para ello se propone la utilización de láminas de PVC alveoladas (Tipo DELTA), convenientemente avacuadas por el pie de cada hastial.

Con el fin de evaluar otros posibles soluciones se han efectuado algunos cálculos complementarios para el caso del terreno de 10 Kp/$cm^2$ pero con distintos espsores de revestimiento, obteniéndose los siguinetes resultados:

| *Espesor Revestim. (cm)* | *EN SECO* | *CON CARGA DE AGUA* | |
|---|---|---|---|
| | *Coef. Seguridad (sin bulones)* | *Carga de Agua (T/m2)* | *Coef. Seguridad* |
| 25 | 2,091 | 3 | 1,204 |
| 30 | 2,373 | 7 | 1,207 |
| 35 | 2,656 | 11 | 1,209 |
| 40 | 2,938 | 15 | 1,211 |

En el cálculo del coeficiente con carga de agua se prescinde del hormigón del sostenimiento, ya que se supone que el agua actuaría sobre el revestimiento.

Como puede observarse, para el espesor teórico del proyecto, la carga de agua admisible en el trasdós del revestimiento (contacto ssotenimiento-revestimiento) por fallo del drenaje, es muy pequeña, por lo que en este caso ha de garantizarse la eficiencia del sistema a largo plazo.

Si el espesor del anillo es mayor la carga de agua admisible, manteniendo un coeficiente de seguridad próximo a 1,2, aumenta de forma considerable.

Por tanto para evaluar la situación final del túnel en cuanto al coeficiente de seguridad en el improbable caso de fallo del sistema de drenaje, y también en estado seco, se debería partir del espesor real de hormigón resultante tras la excavación, por los sobreanchos producidos, pudiendo adoptarse medidas correctoras o complementarias en los puntos en los que se tengan espesores estrictos si mereciera la pena.

Madrid, 21 de septiembre de 1997

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:85.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:85 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026550 | m2 | |
| SEPARACION >>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002655 |
| TH-29 | 0.003660 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 11.743 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON | 0.25 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 0.0 | 12.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 5.871 | 11.743 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | ===== |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.482 | 17.319 | 0.482 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 5.871 | 21.743 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 12.182 | 1.255 | 0.000 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | (0.005) | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.006 | metros | >> Pi Sost.= | 5.871 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 5.871 | T/m2 | Mom.edm.horm.arco | 0.000 T x m |



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:85.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:85 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026550 | m2 | |
| SEPARACION >>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002655 |
| TH-29 | 0.003660 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 36.207 | 24.464 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON | 0.25 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 25.0 | 37.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 30.335 | 36.207 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72.547 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | ===== |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.482 | 17.319 | 0.482 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 30.335 | 36.207 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 62.940 | 2.091 | 0.000 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72.547 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= | 30.335 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 30.335 | T/m2 | Mom.edm.horm.arco | 0.000 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:65.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:65 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003550 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005500 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 24.464 | 24.464 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 25.0 | 25.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 24.464 | 24.464 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72,547 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 9.665 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 3.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 3.462 | 20.319 | 3.462 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 24.464 | 24.464 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 7.026 | 1.204 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 72,547 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= | 24.464 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 24.464 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m |



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:65.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:65 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003550 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005500 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 41.099 | 29.357 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 30.0 | 42.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 35.228 | 41.099 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.068 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 67,562 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 11.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.462 | 17.319 | 0.462 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 35.228 | 41.099 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 73.092 | 2.373 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 67,562 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= | 35.228 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 35.228 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco 0.000 T x m |

Página:1

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:E5.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:E5 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003650 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005500 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 29.357 | 29.357 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 30.0 | 30.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 29.357 | 29.357 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 67.562 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SE ADOPTA MAXIMO.POR SER SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 11.333 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 7.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.482 | 24.319 | 7.482 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 29.357 | 29.357 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 3.924 | 1.207 | 0.000 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 67.562 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= | 29.357 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 29.357 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco | 0.000 T x m |



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:E5.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:E5 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003650 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005500 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 45.992 | 34.249 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 35.0 | 47.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 40.121 | 45.992 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.078 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 102.750 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 12.999 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.482 | 17.319 | 0.482 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 40.121 | 45.992 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 83.244 | 2.656 | 0.000 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 102.750 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= | 40.121 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 40.121 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco | 0.000 T x m |

. Página:1

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:85.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:85 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003660 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 34.249 | 34.249 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
| ESPESOR (cm) >>>> | 35.0 | 35.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 34.249 | 34.249 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLER >>>>>> | >>>>>> | 0.078 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 102,750 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 12.999 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 metros | CIERRE>> | 0.012 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 11.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 11.462 | 28.319 | 11.462 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 34.249 | 34.249 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 2.983 | 1.209 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 102,750 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 metros | Sost.sin sol> | 0.000 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 metros | >> Pi Sost.= | 34.249 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 0.000 T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 | |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 34.249 T/m2 | Mom.adm.horm.arco | 0.000 T x m | |



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO:85.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:85 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003660 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 50.885 | 39.142 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
| ESPESOR (cm) >>>> | 40.0 | 52.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 45.013 | 50.885 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLER >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 116,113 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M | 14.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 metros | CIERRE>> | 0.012 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.482 | 17.319 | 0.482 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 45.013 | 50.885 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 93.395 | 2.938 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 118,113 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 metros | Sost.sin sol> | 0.000 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 metros | >> Pi Sost.= | 45.013 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 0.000 T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 | |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 45.013 T/m2 | Mom.adm.horm.arco | 0.000 T x m | |

. Página:1

# ¡CYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:MARIVELLA | CASO 85.01 | ROCA:CONGLOMERADOS | RMR:85 | PROF.= 40.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMIC | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003660 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑ | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.142 | 39.142 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>> | 40.0 | 40.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) > | 39.142 | 39.142 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLER | >>>>>> | >>>>>> | 0.088 | m << (para movilizar el sostenimiento e cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 118,113 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>> ********** T/m2

| | HASTIALE | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SE ADOPTA MAXIMO POR SER SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

HILERA MIN.PIE BUL/M 14.666 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie

DEF. UNITARIA MAX.> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)

RIGIDEZ >>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.025 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.> | 2.000 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST. | 2.377 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.17% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 15.000 | T/m2 | | | | |

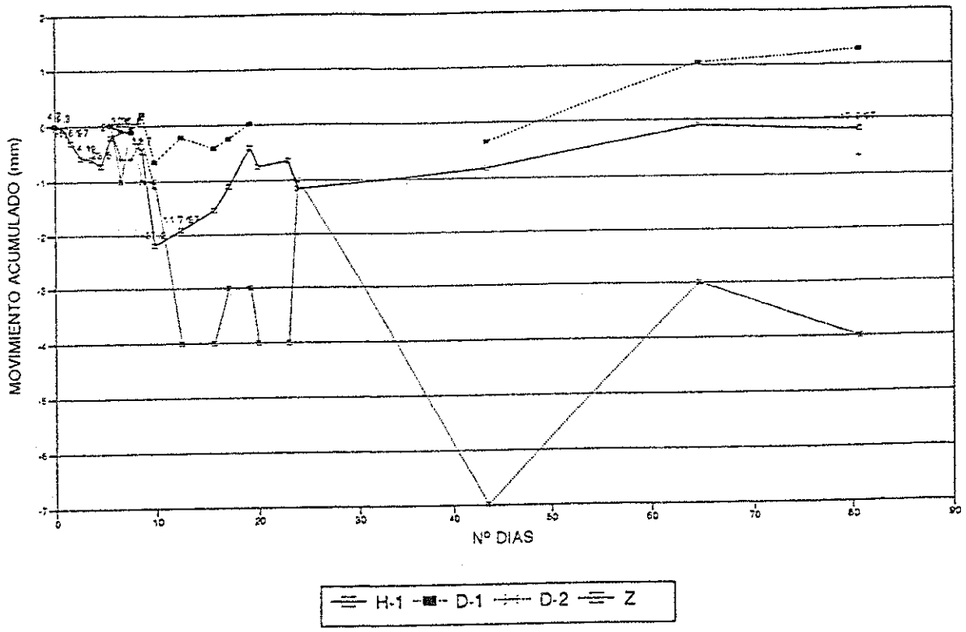
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 15.462 | 32.319 | 15.462 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2) | 39.142 | 39.142 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD | 2.528 | 1.211 | 0.000 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>> | 118,113 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIA | 0.012 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA | 0.012 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. | 0.001 | metros | >> Pi Sost.= | 39.142 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTE | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.000 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 39.142 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco | 0.000 T x m |



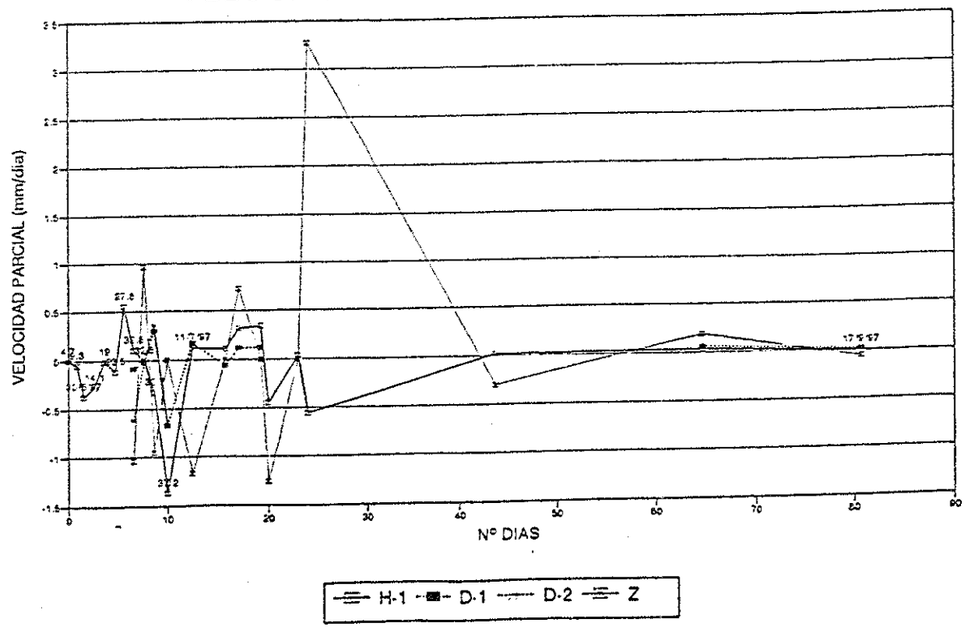
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

*Seccion: CN18 PK: 4772.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0*

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



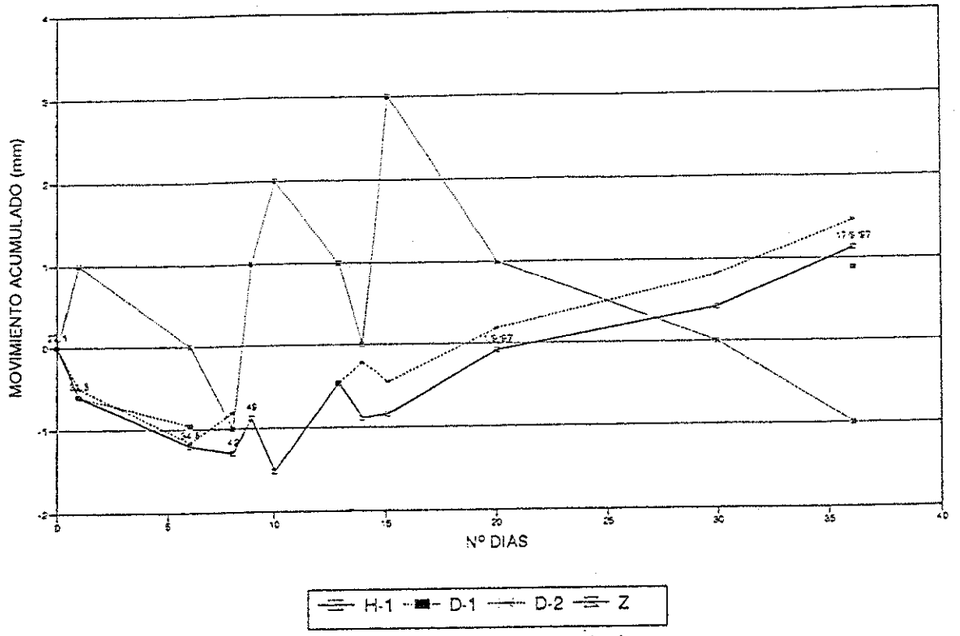

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



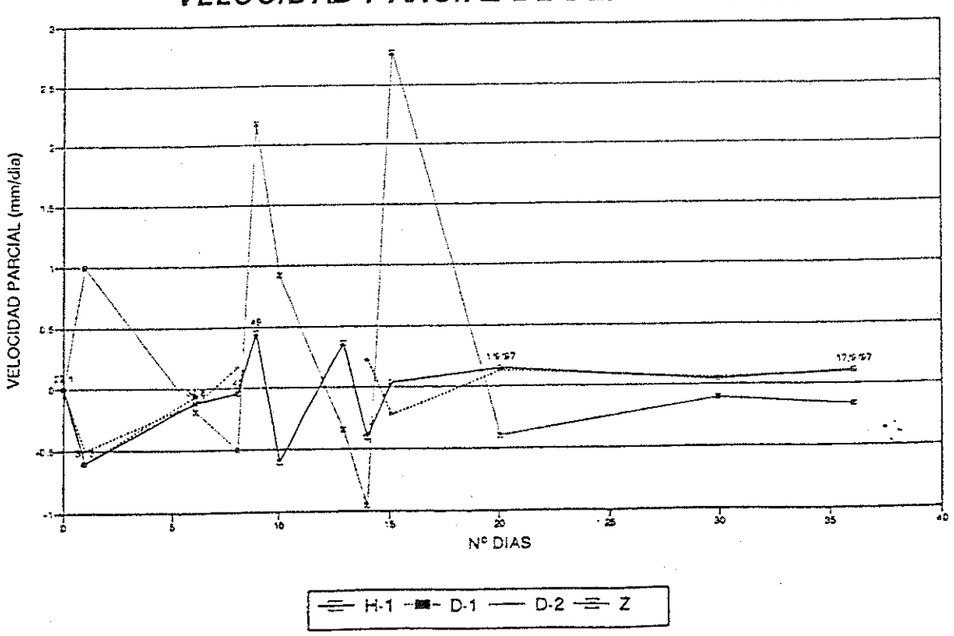
## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CS001 PK: 4386.02 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



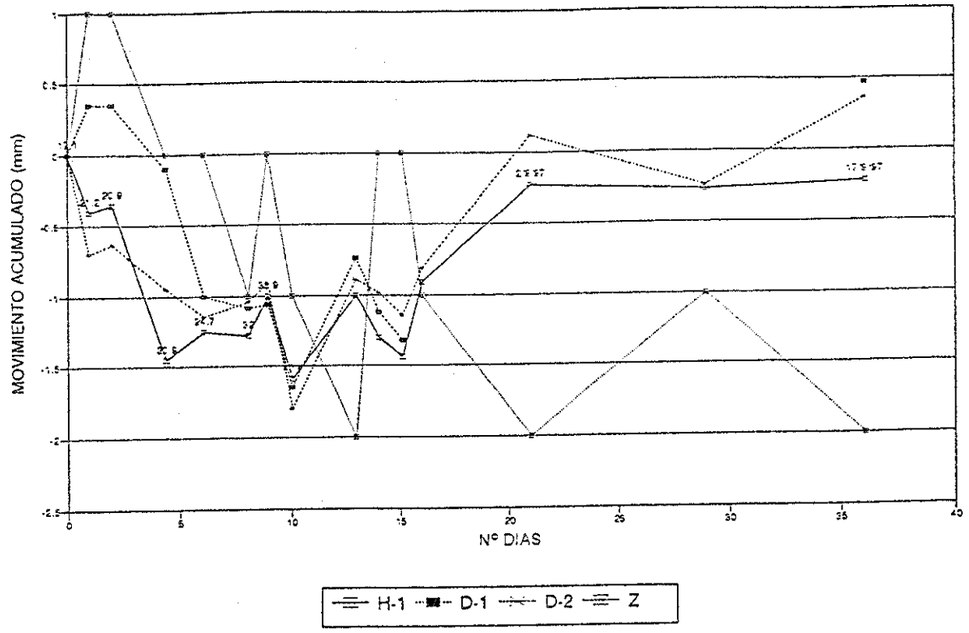

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



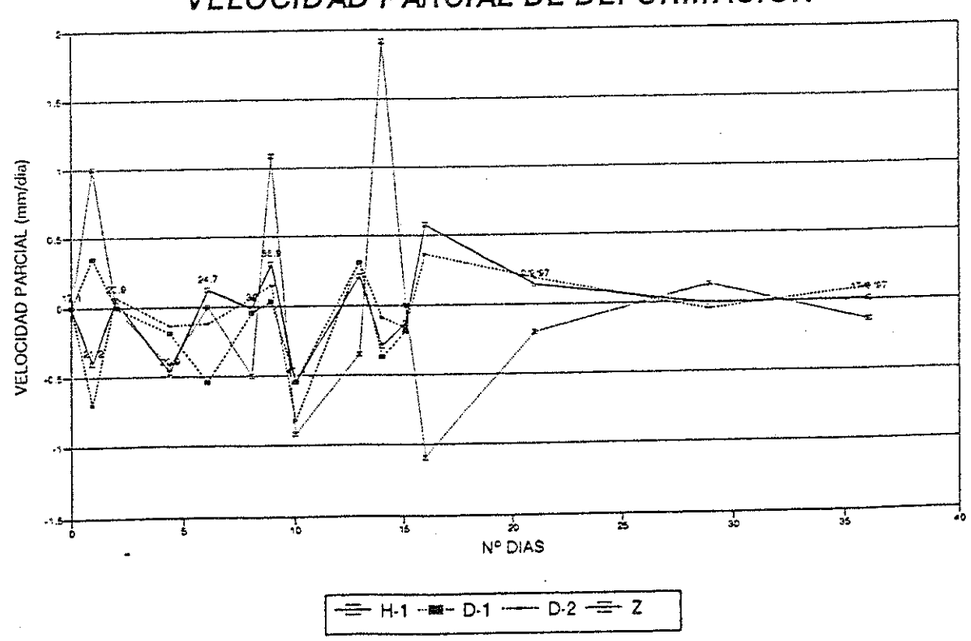

## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CS002 PK: 4396.06 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



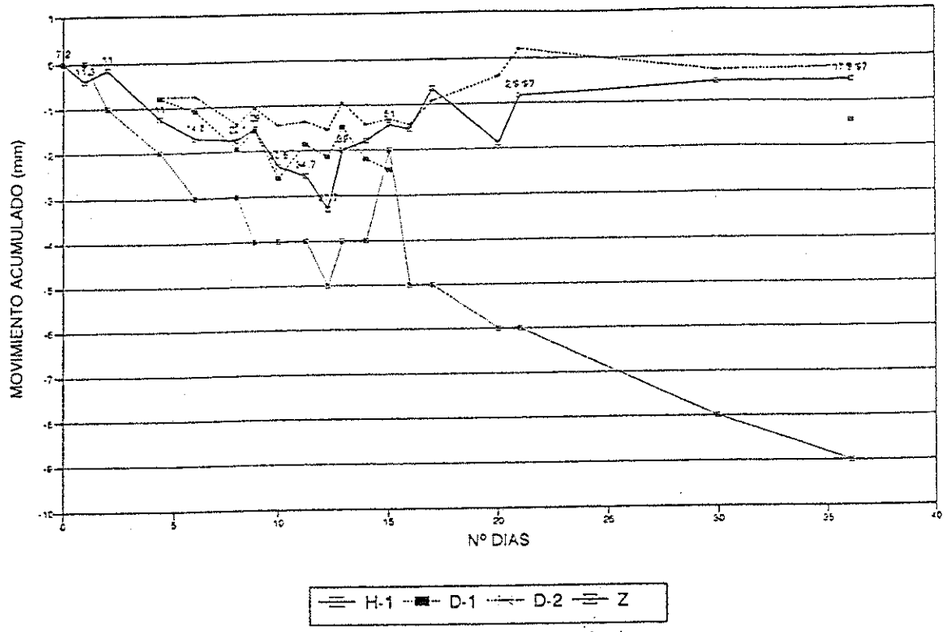

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



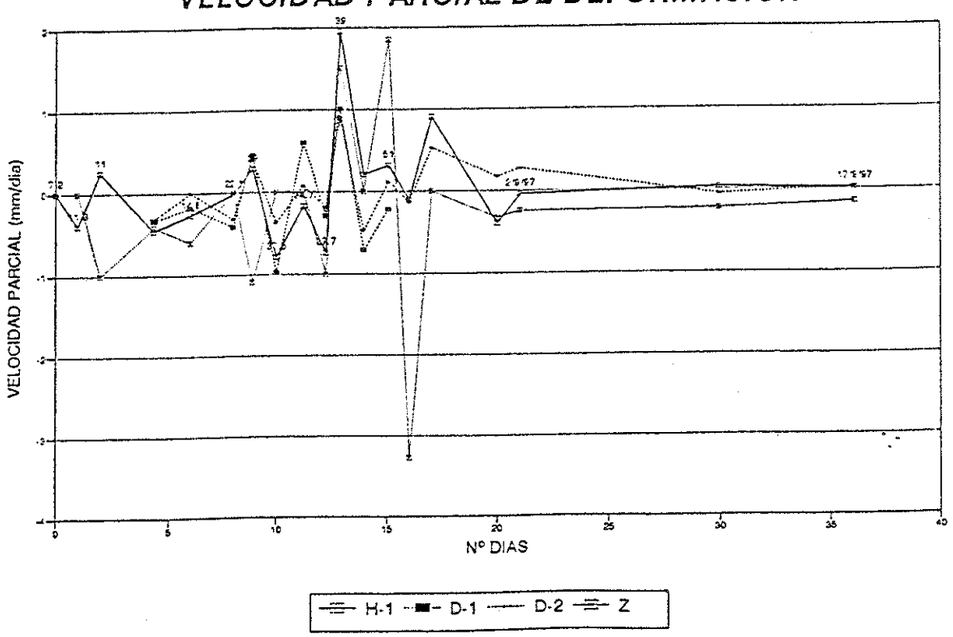
## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

*Seccion: CS003 PK: 4405.97 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0*

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



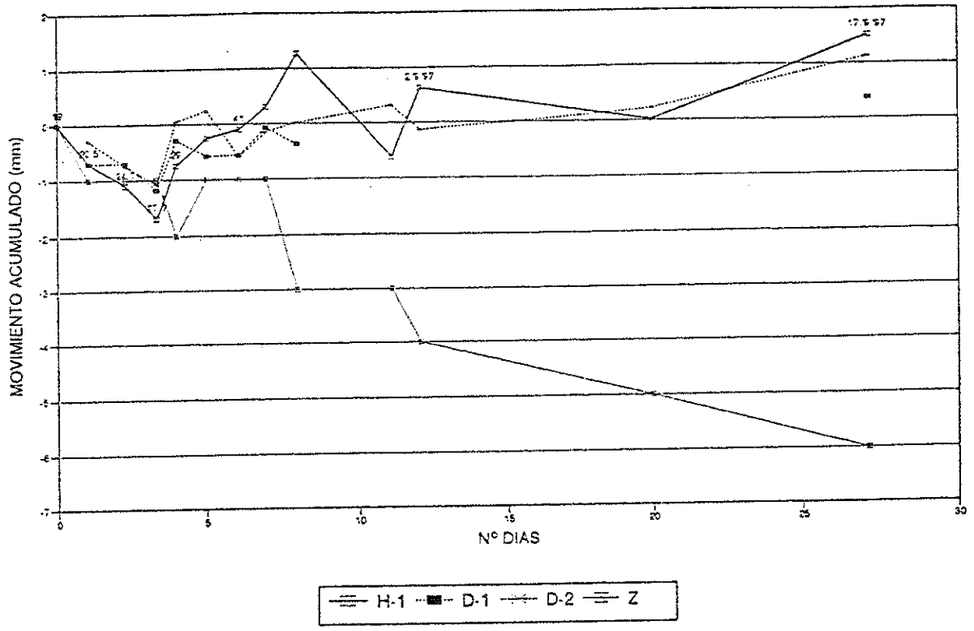

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



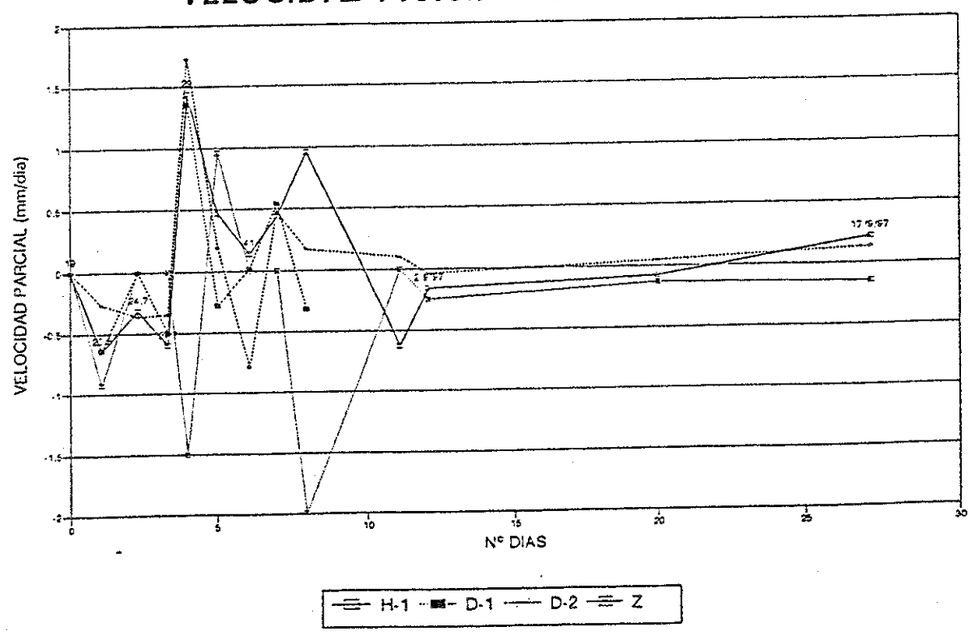

## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

*Seccion: CS004 PK: 4416.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0*

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



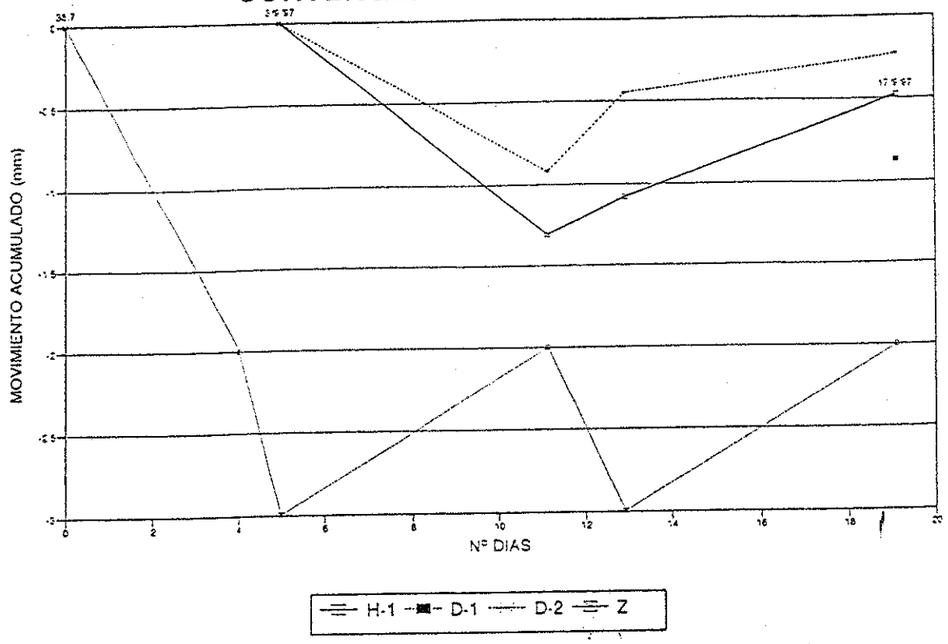

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



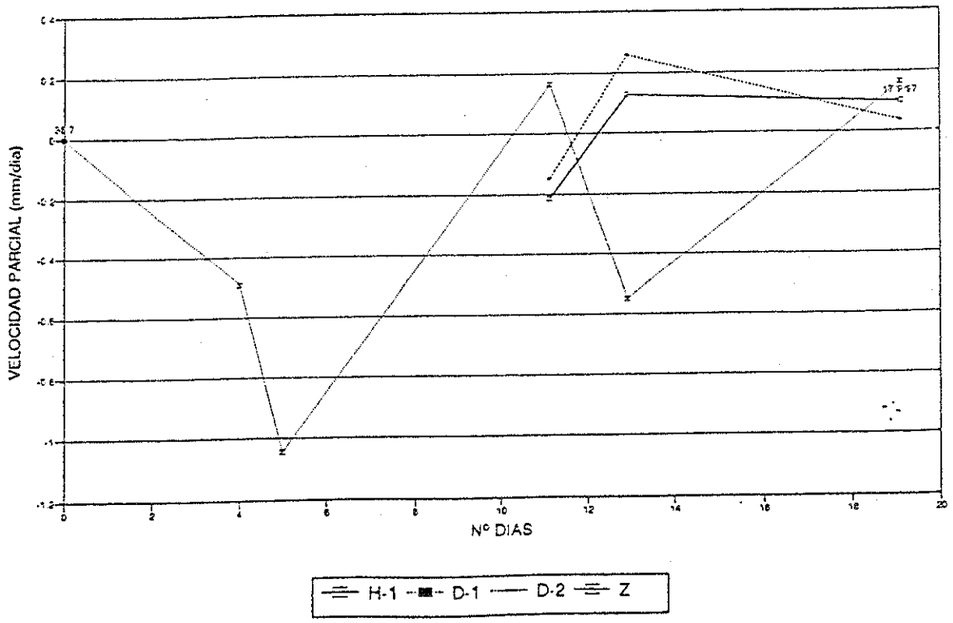
## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

*Seccion: CS005 PK: 4426.30 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0*

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



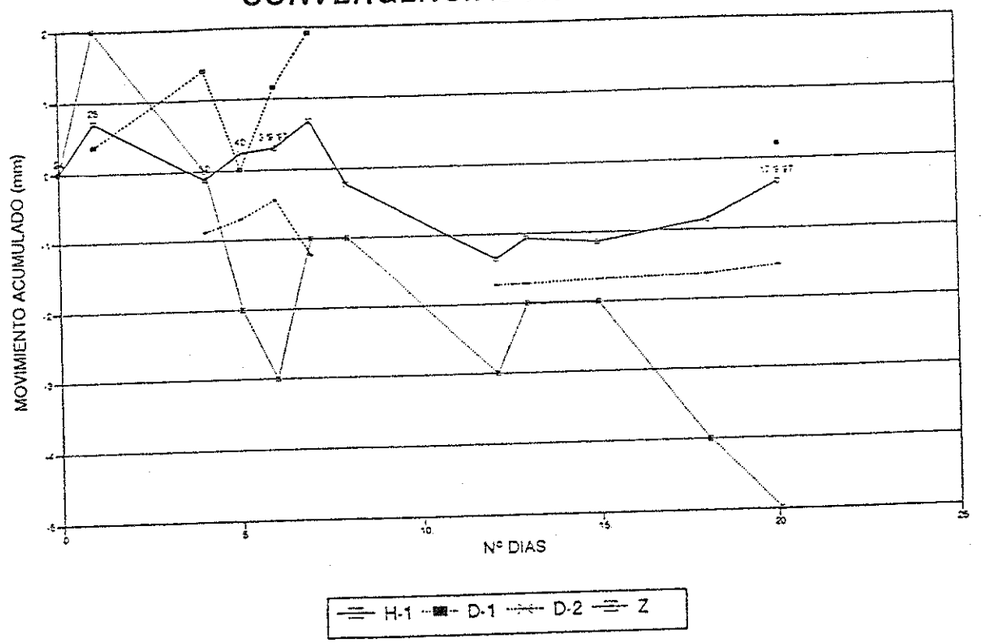

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



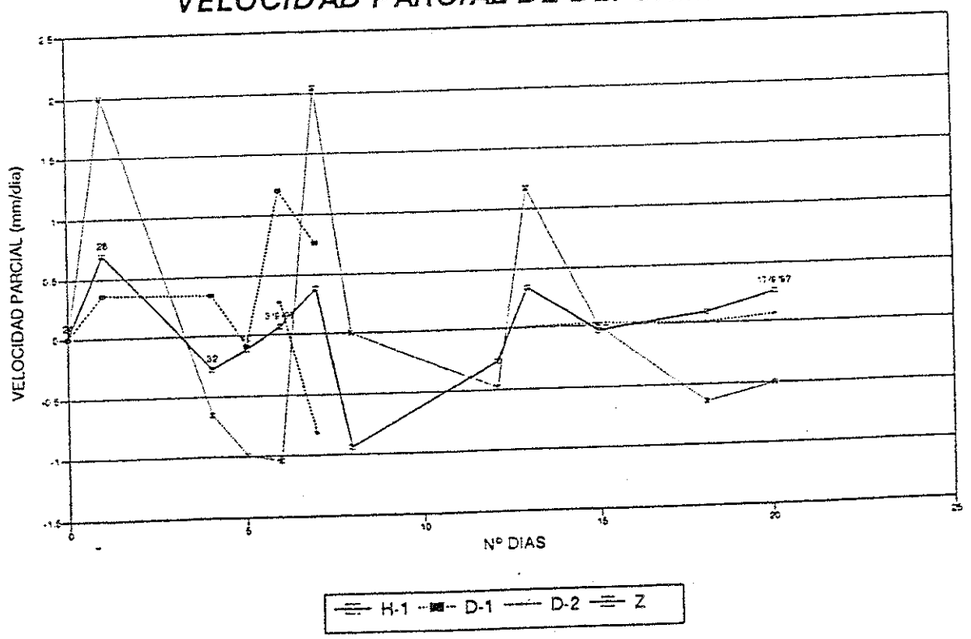

## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

*Seccion: CS006 PK: 4437.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0*

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



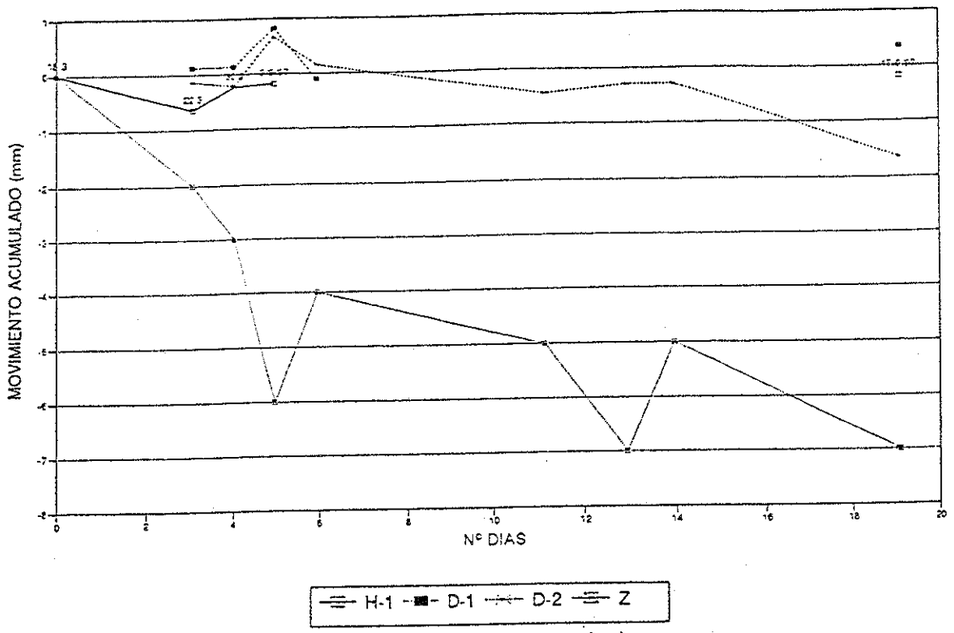

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



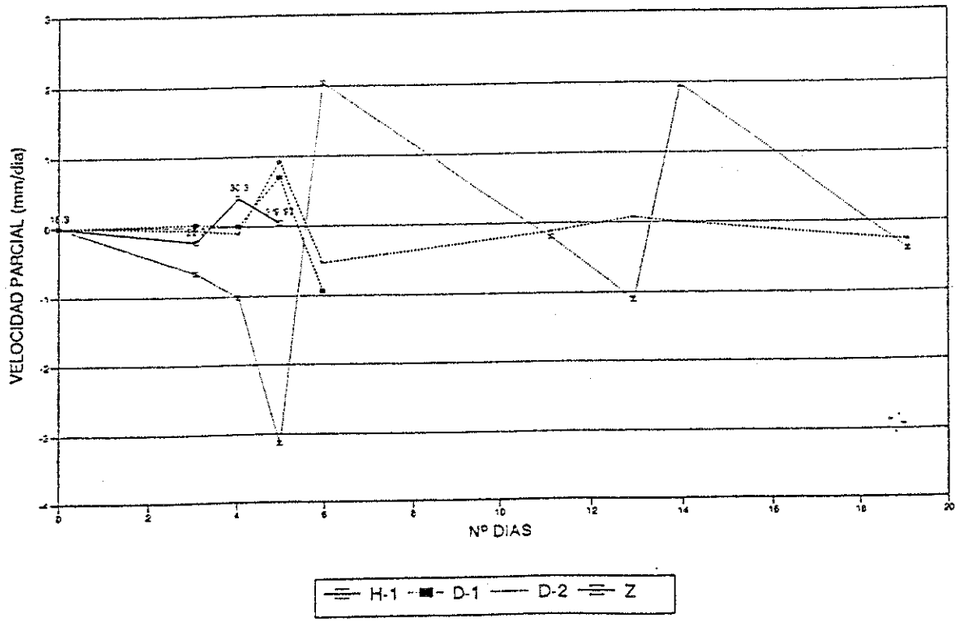
## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

*Seccion: CS007 PK: 4446.70 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0*

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



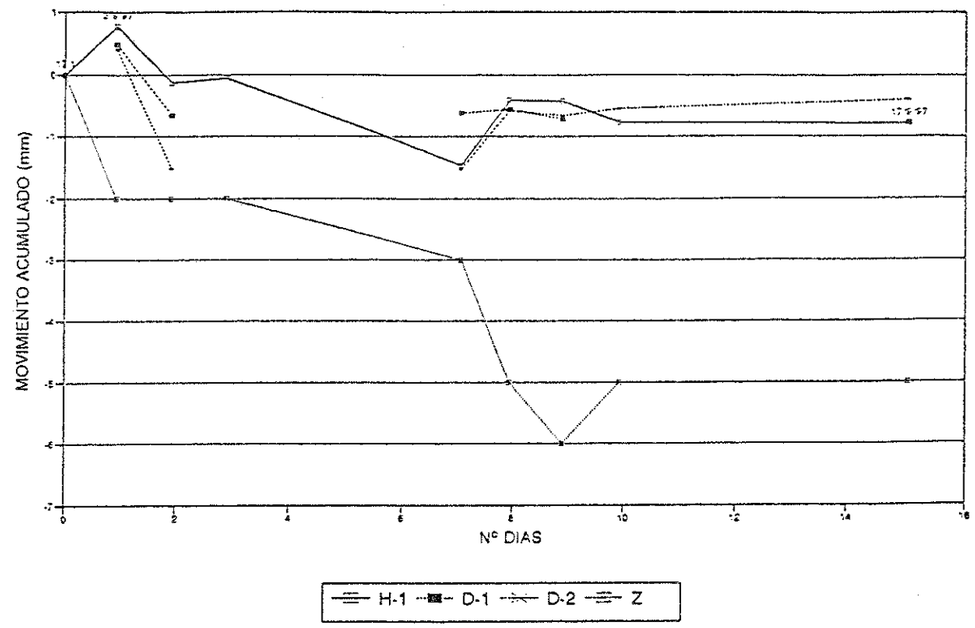

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



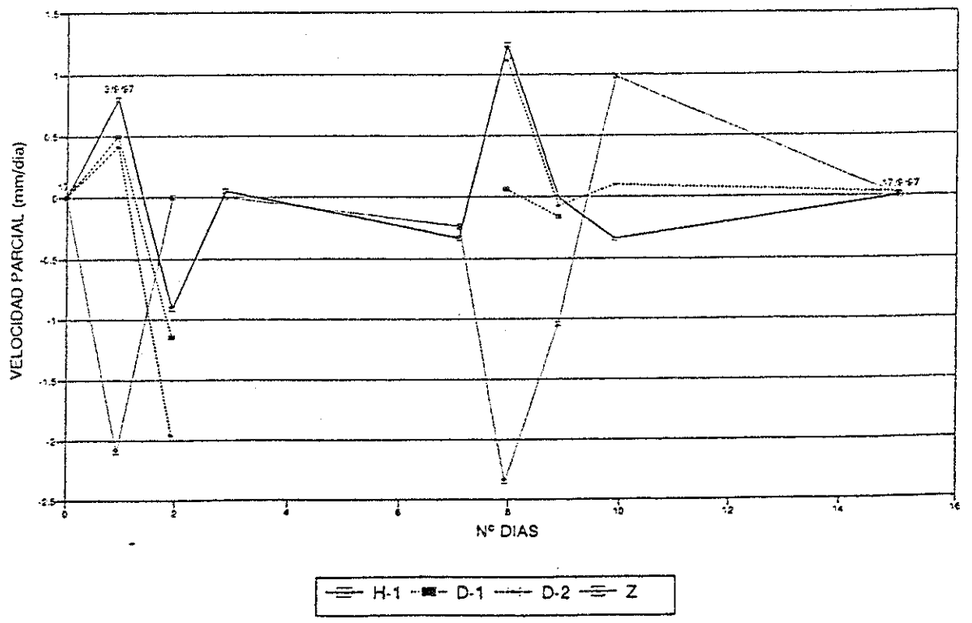

## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

*Seccion: CS008 PK: 4459.85 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0*

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



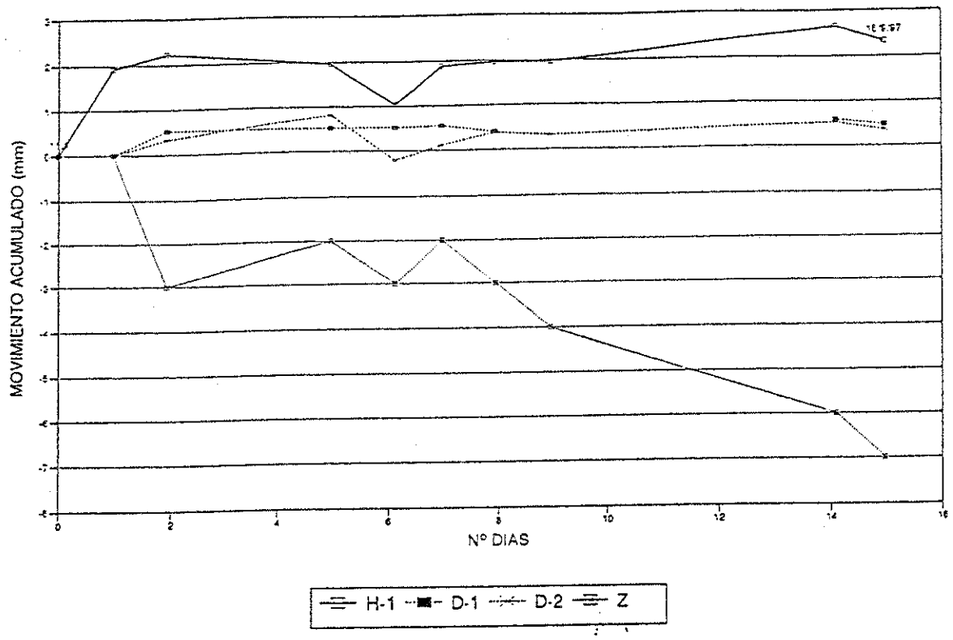

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



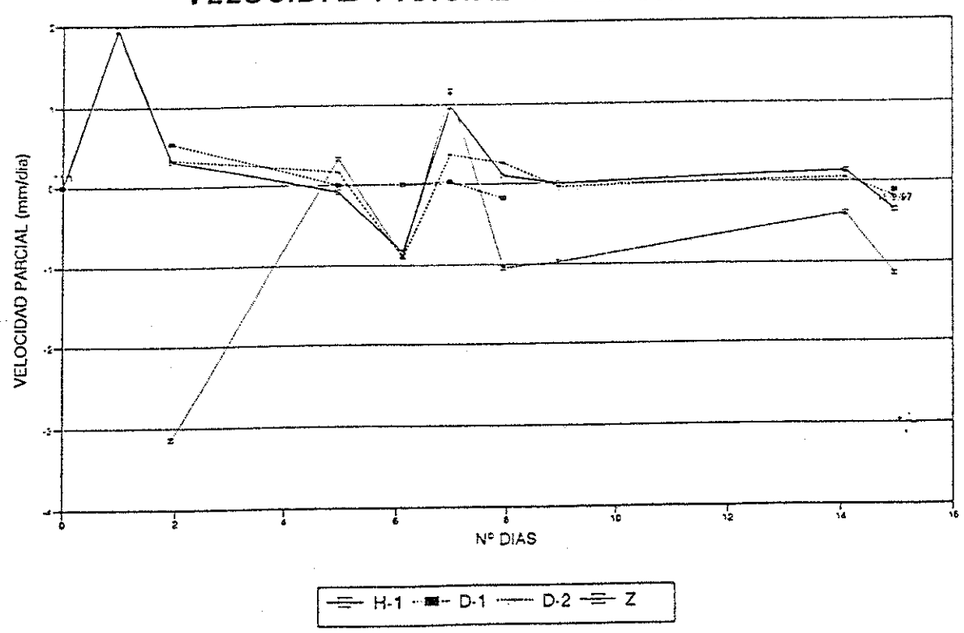
## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CS009 PK: 4469.95 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



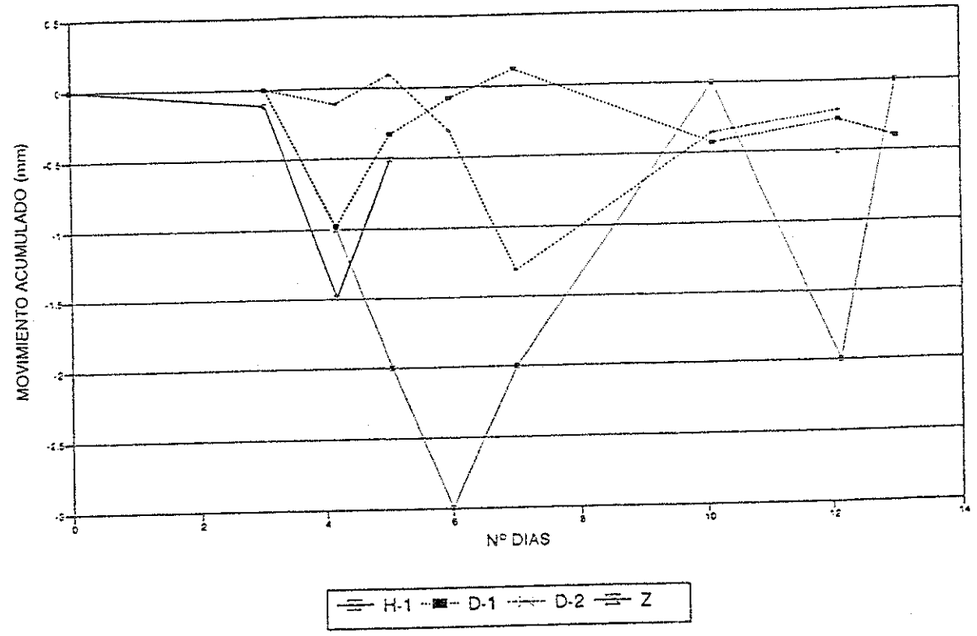

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



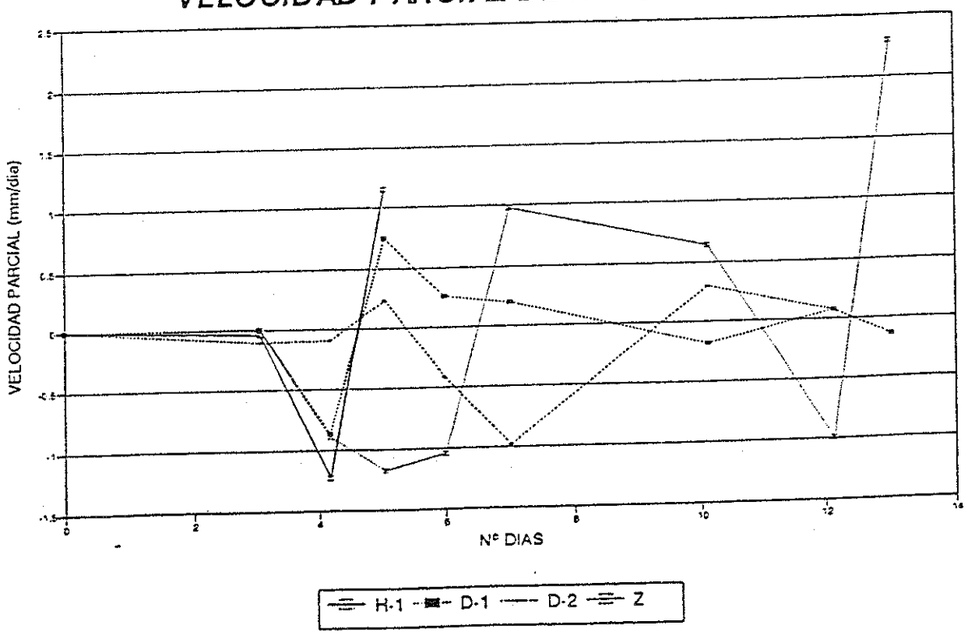

## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CS010 PK: 4480.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



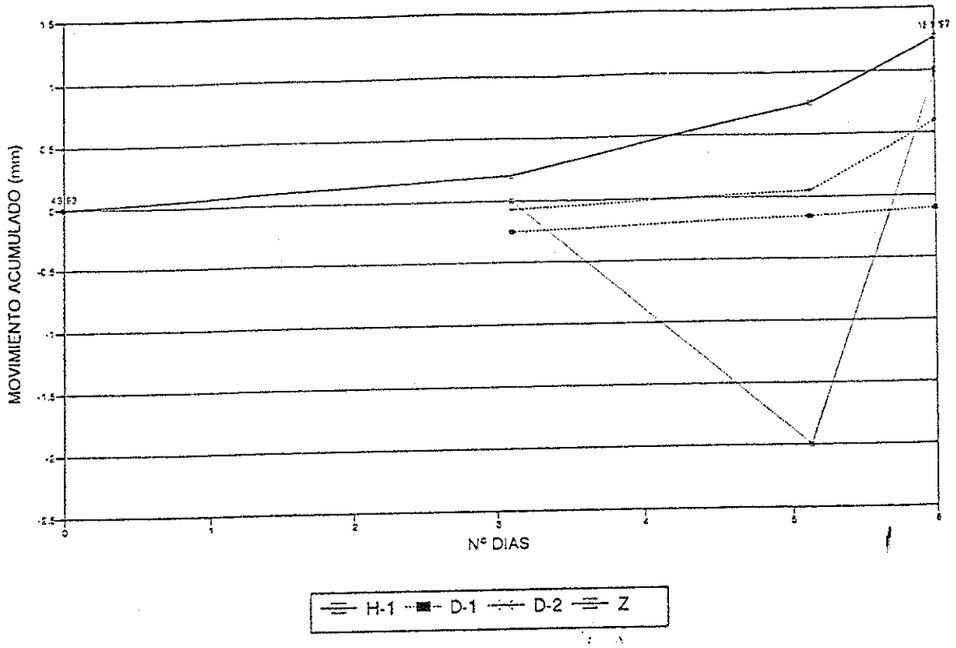

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



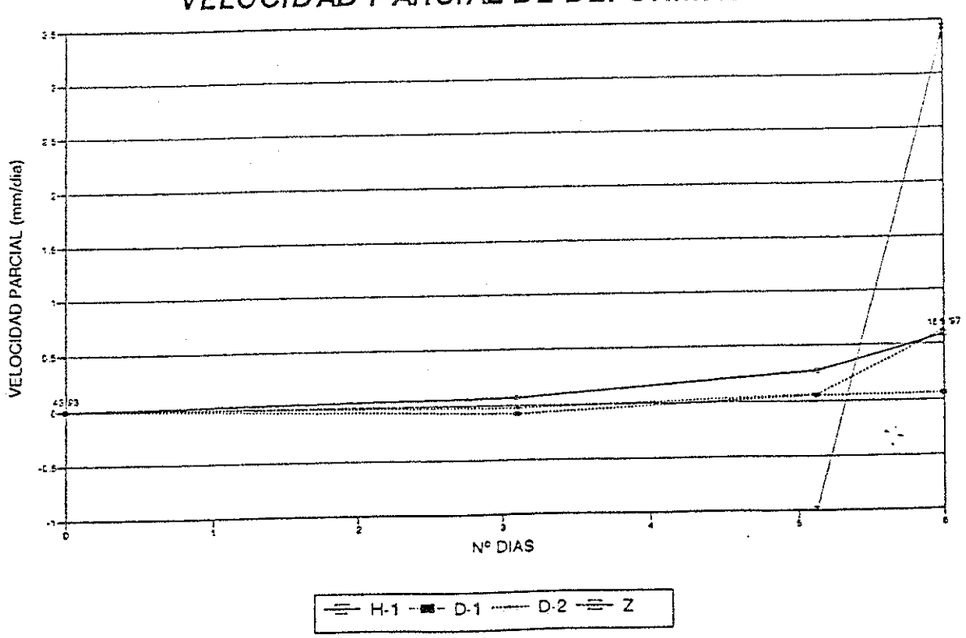
## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CS011 PK: 4491.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



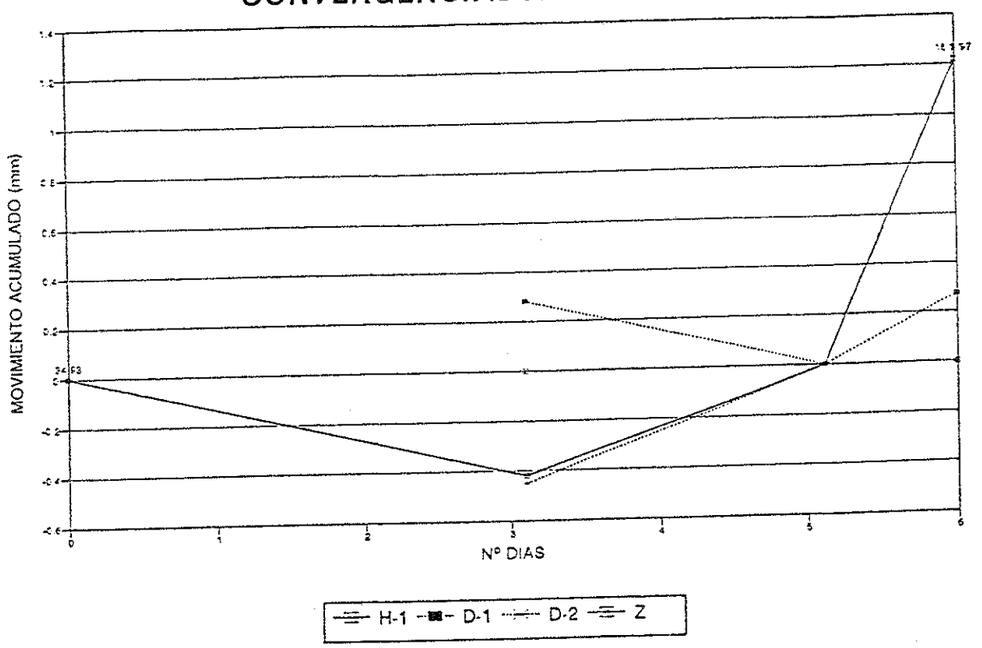

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



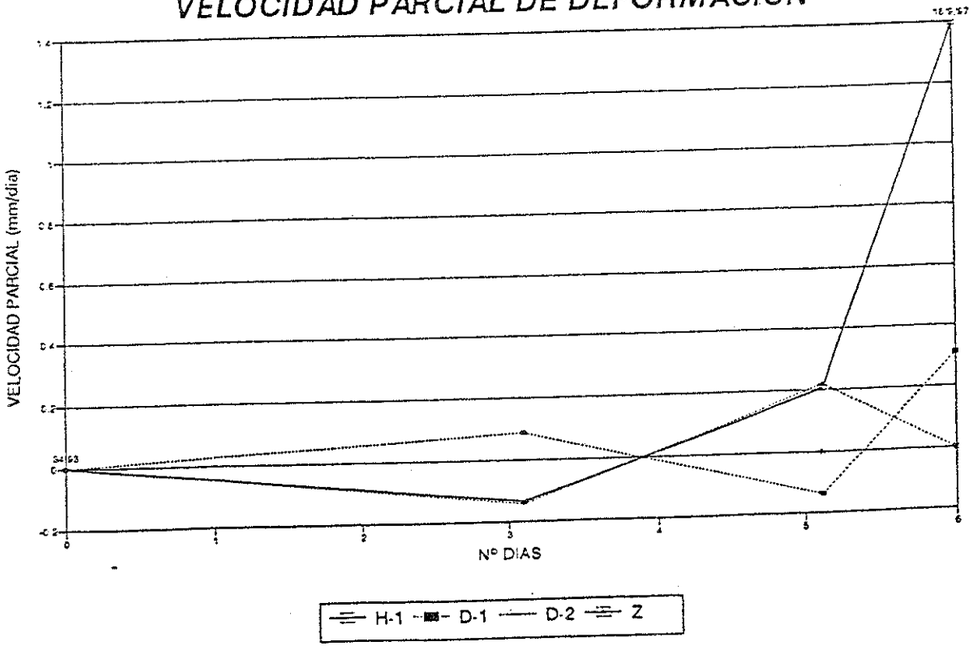

## BOCA SUR DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CS012 PK: 4500.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



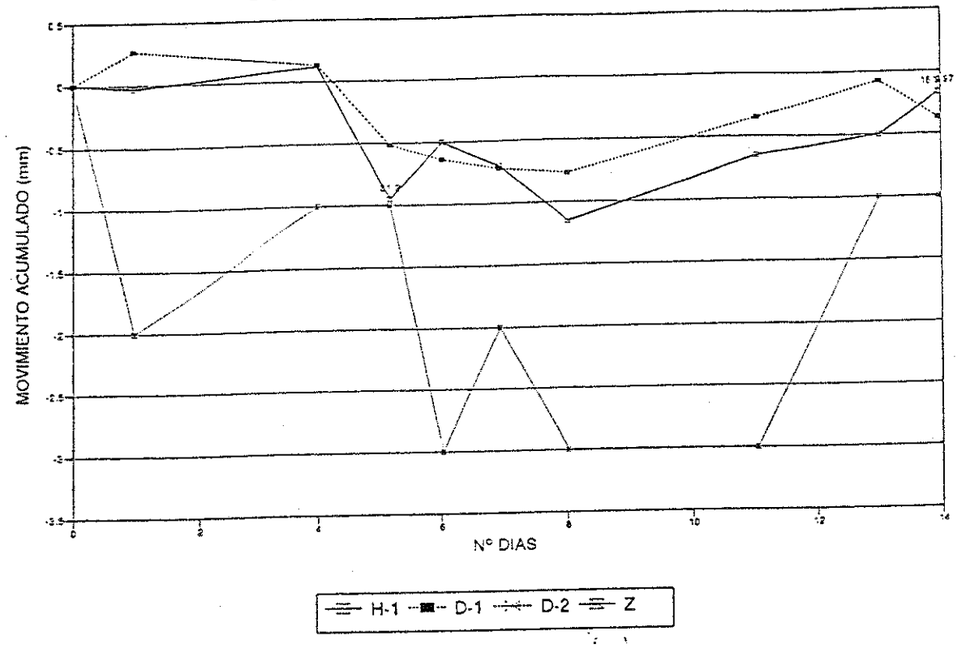

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



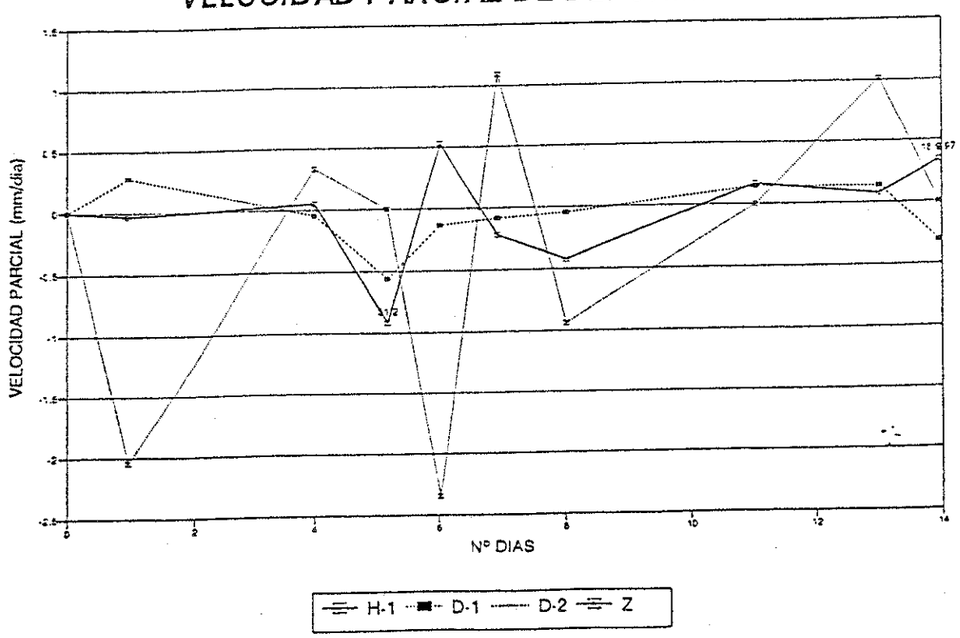
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN37 PK: 4583.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



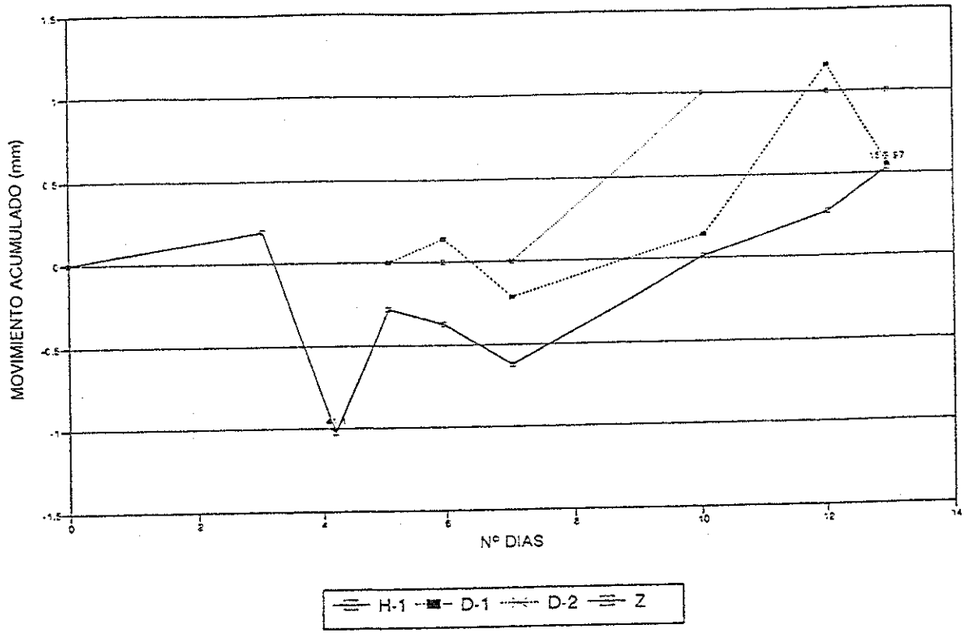

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



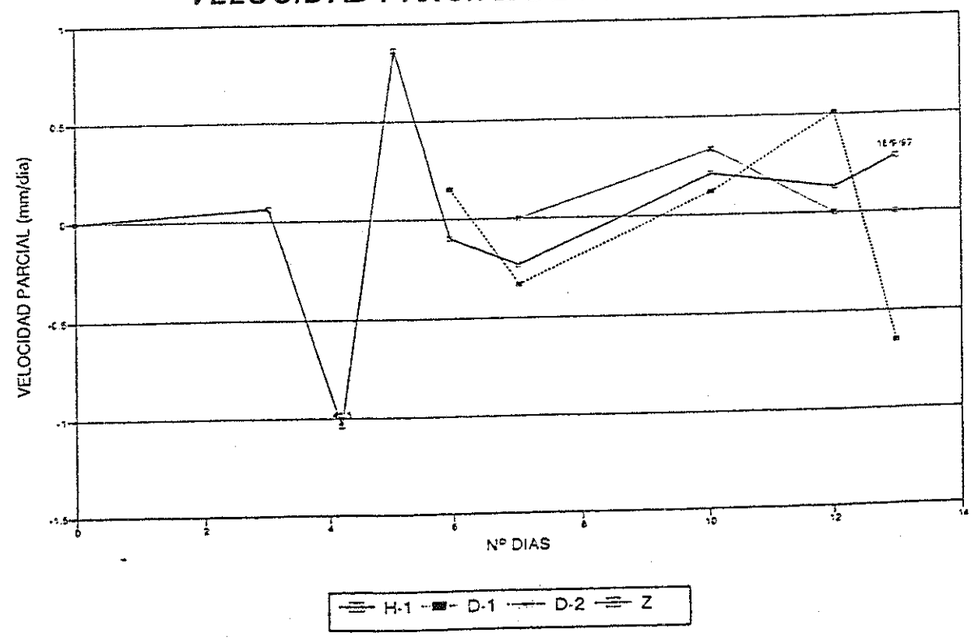

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN36 PK: 4592.90 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



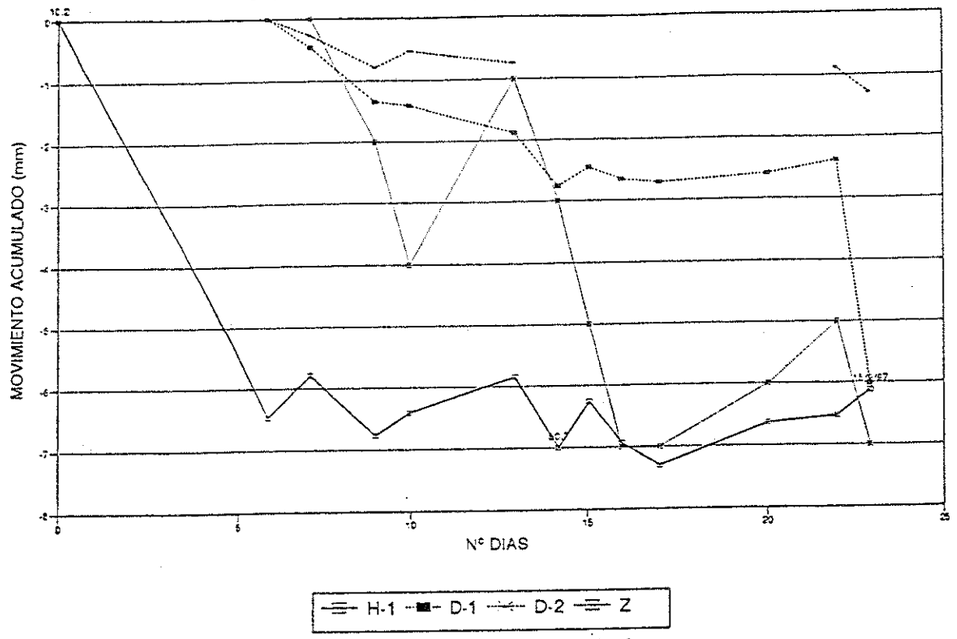

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



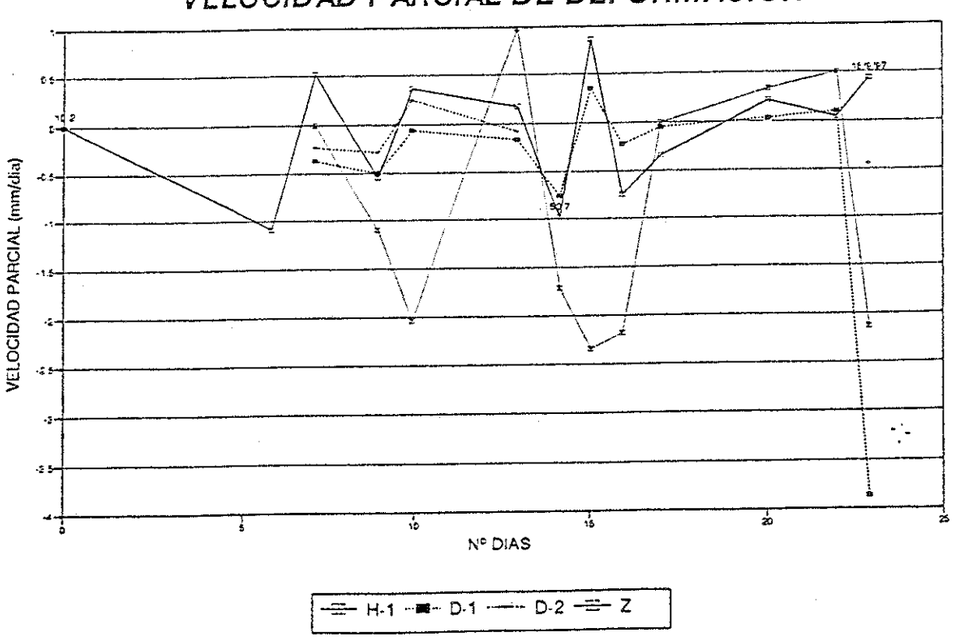
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN35 PK: 4602.50 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



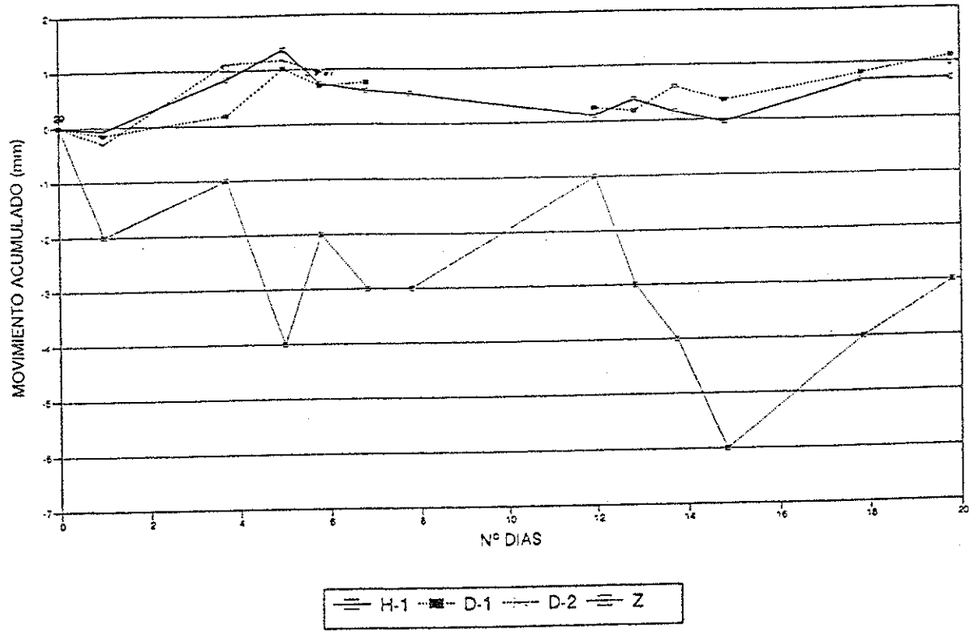

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



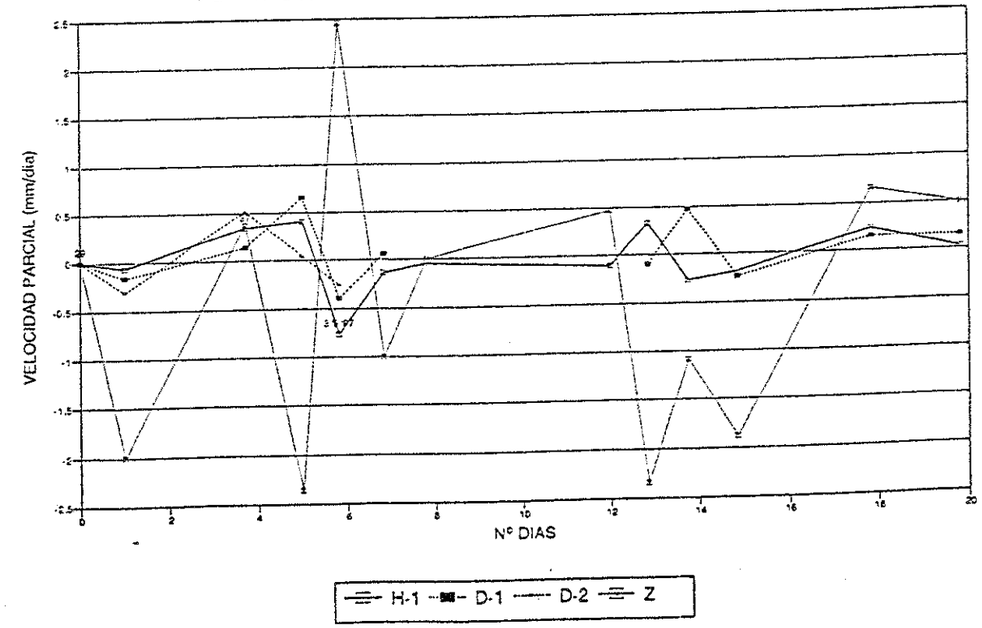

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN34 PK: 4613.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



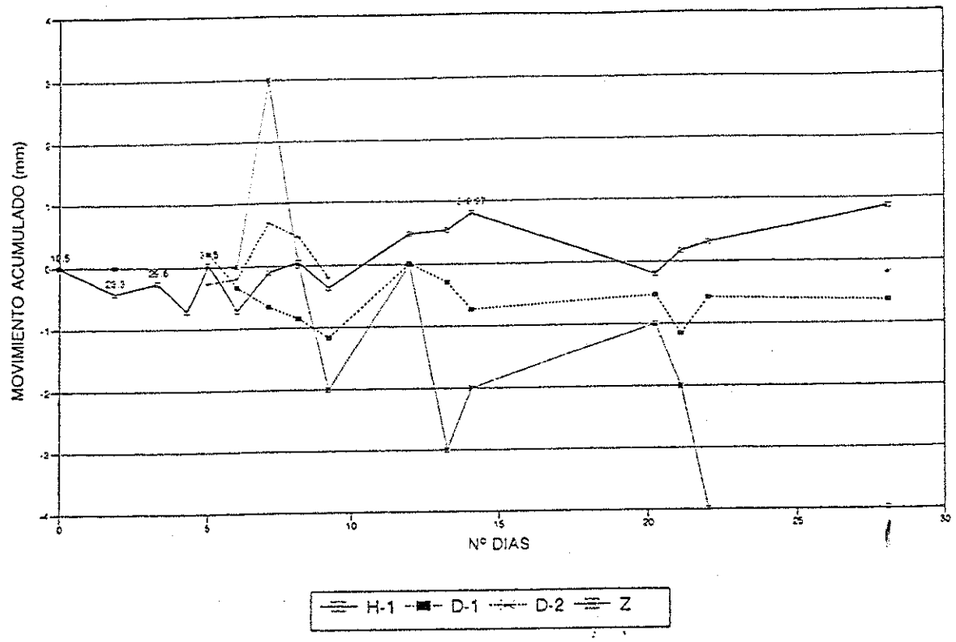

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



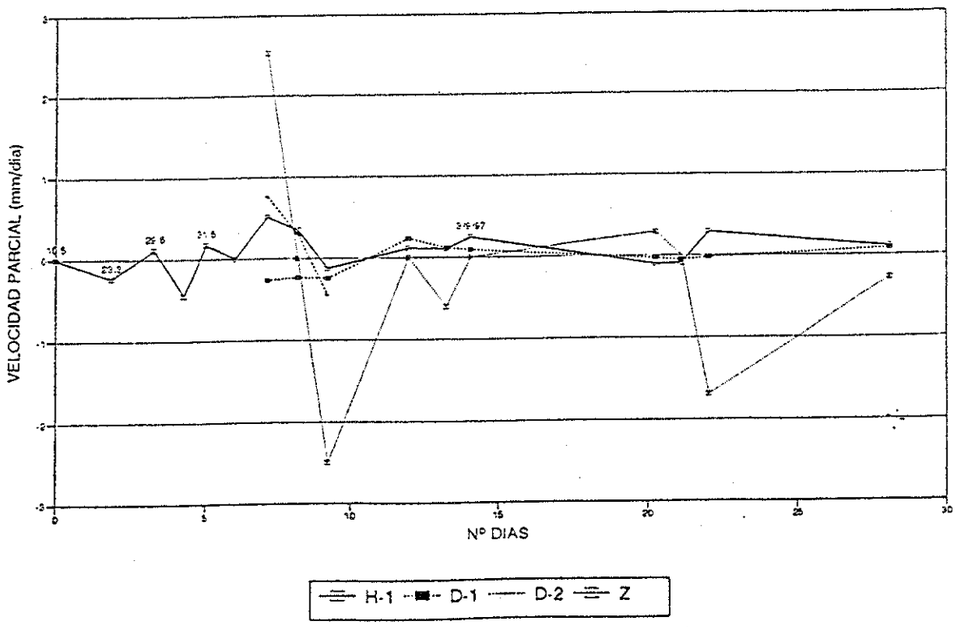
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN33 PK: 4623.83 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



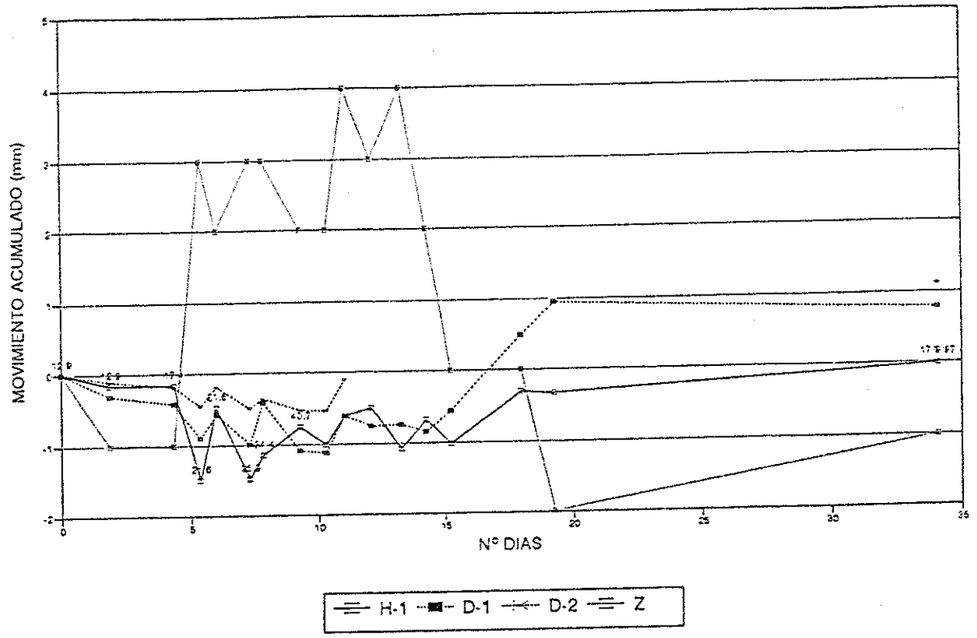

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



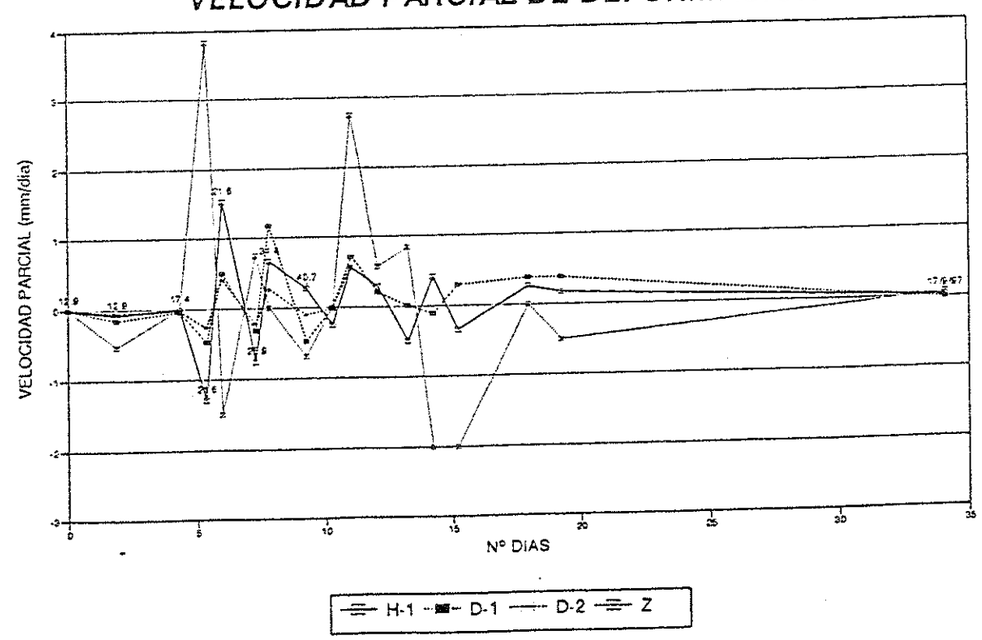

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN32 PK: 4634.91 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



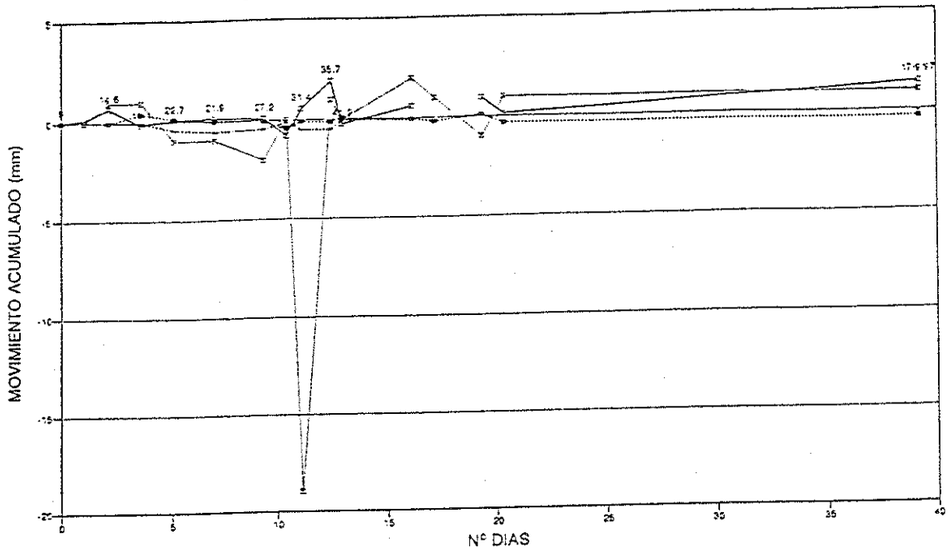

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



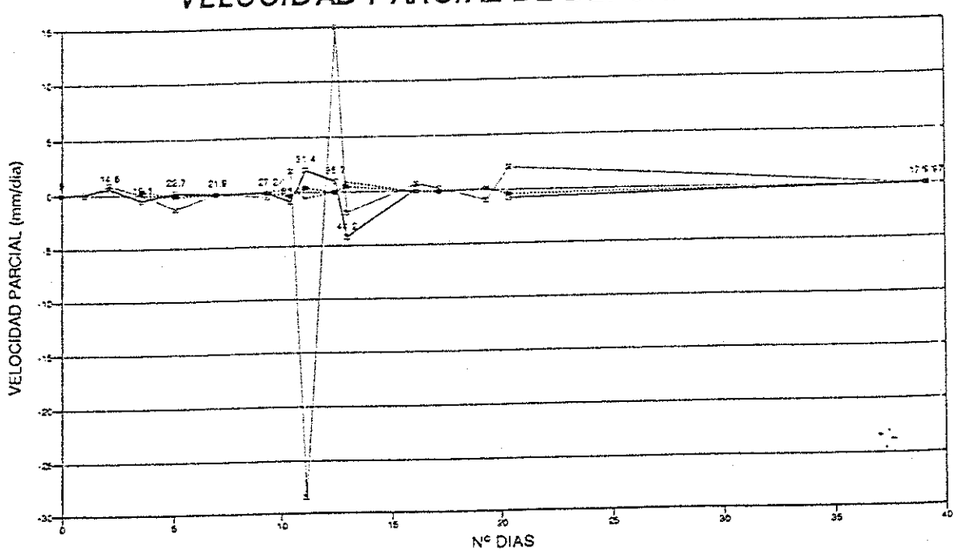
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN31 PK: 4644.71 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



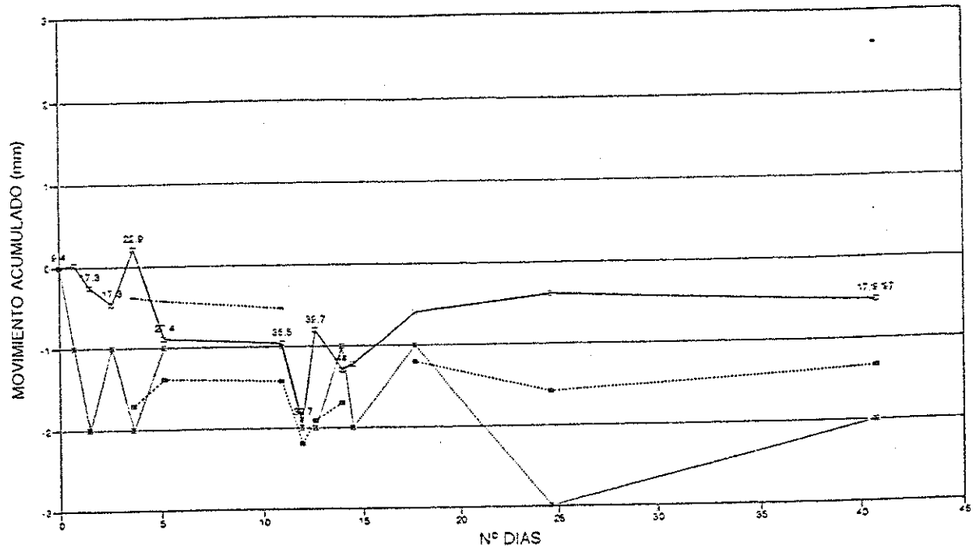

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



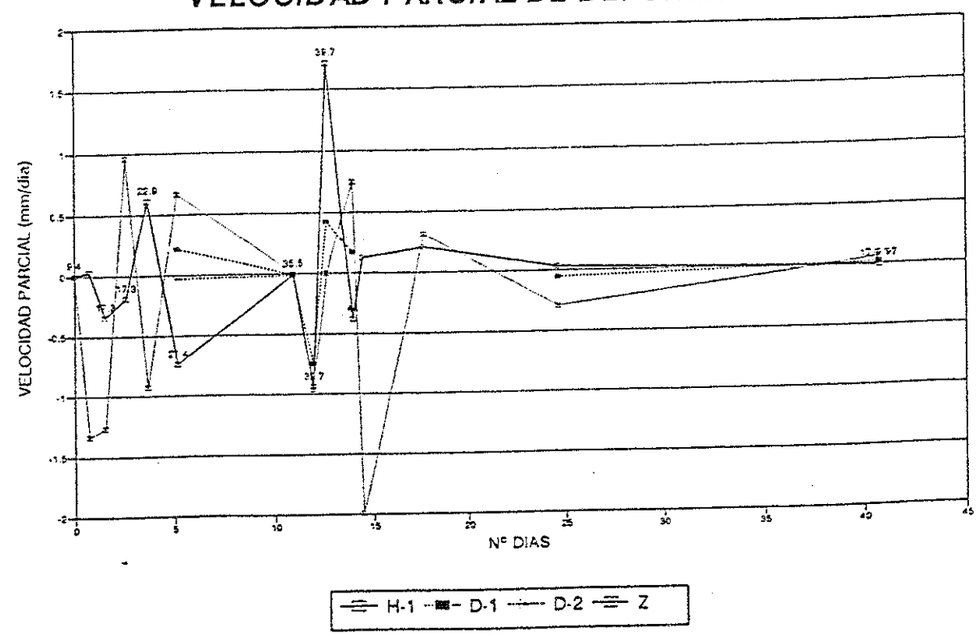

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN30 PK: 4653.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



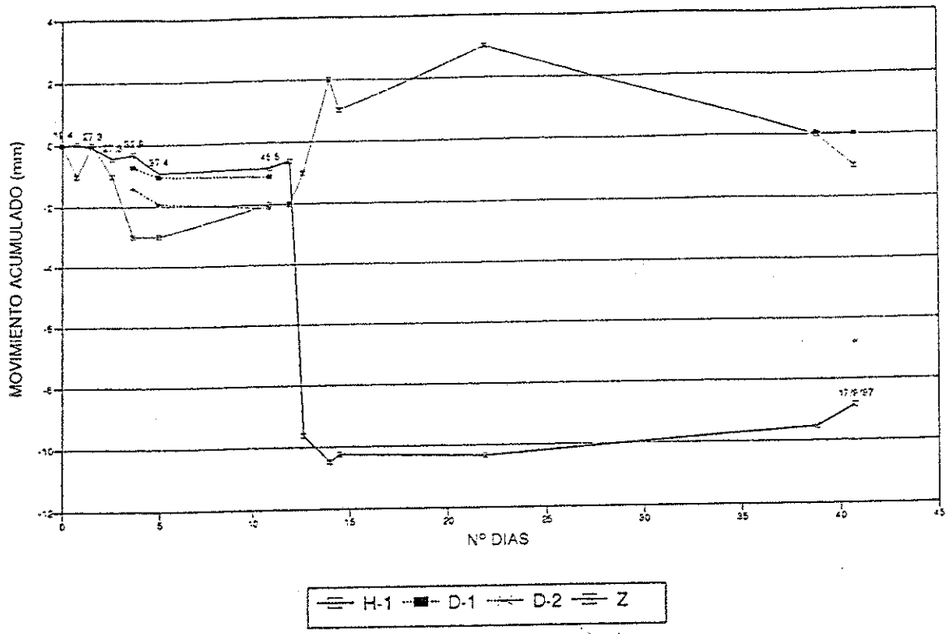

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



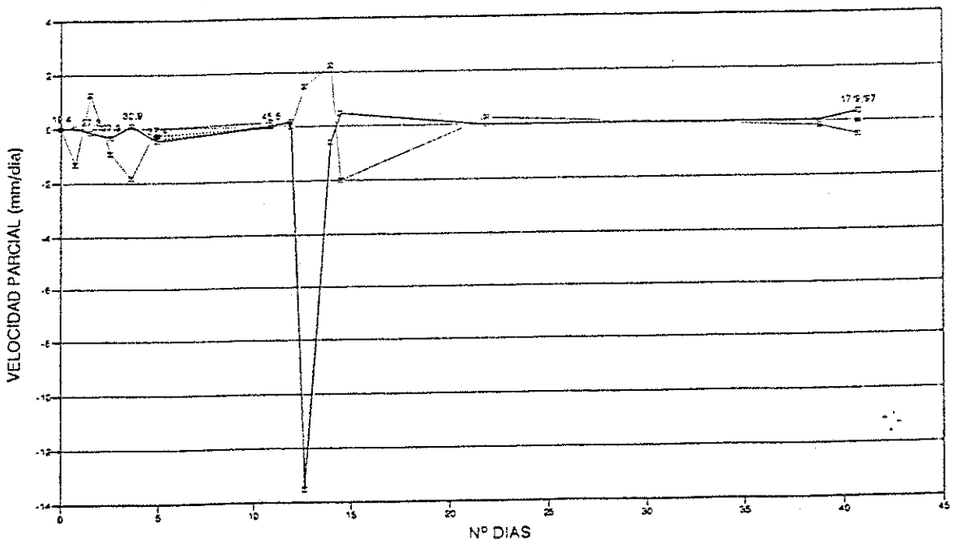
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN29 PK: 4663.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



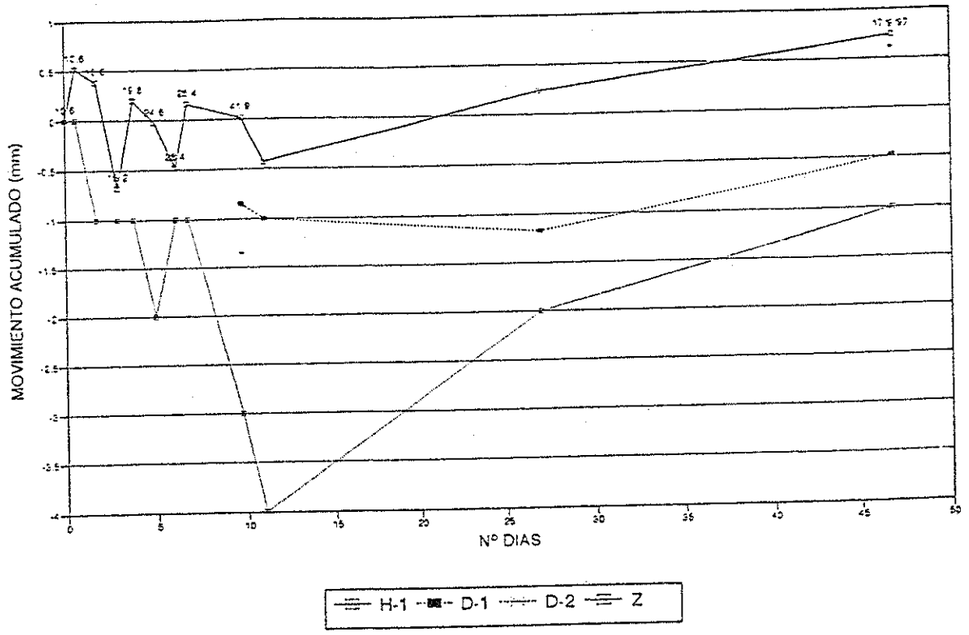

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



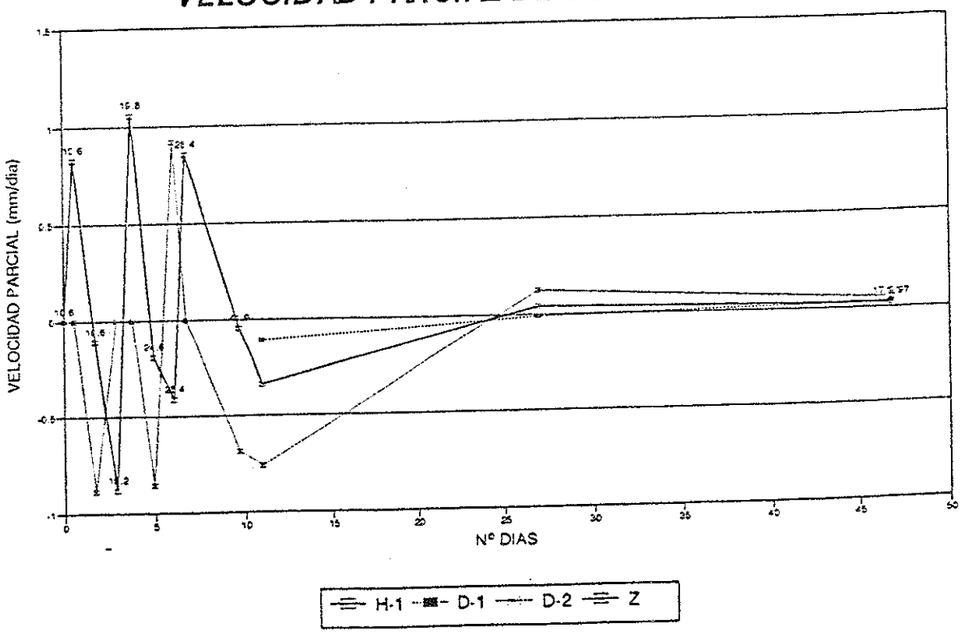

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN28 PK: 4672.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



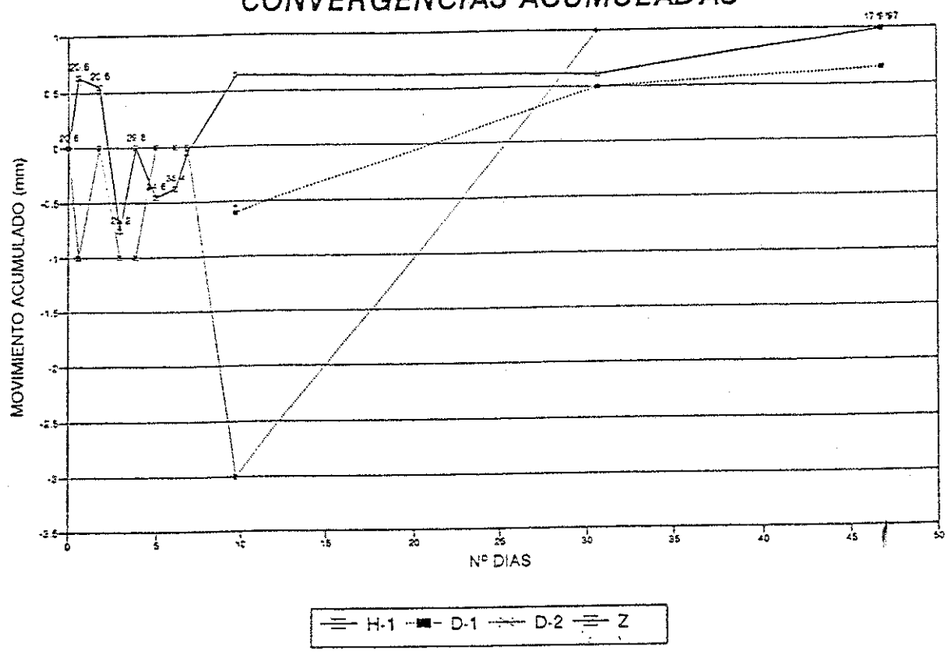

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



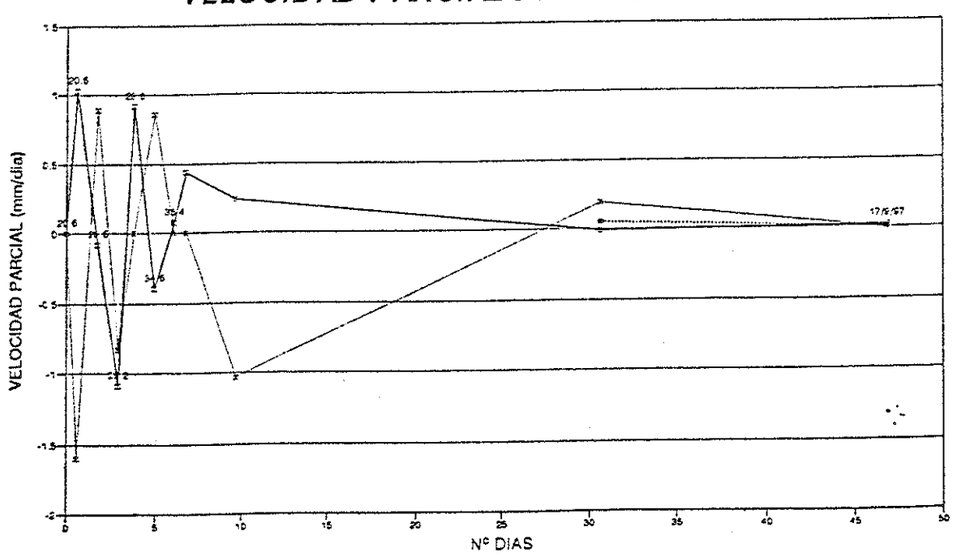
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN27 PK: 4682.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



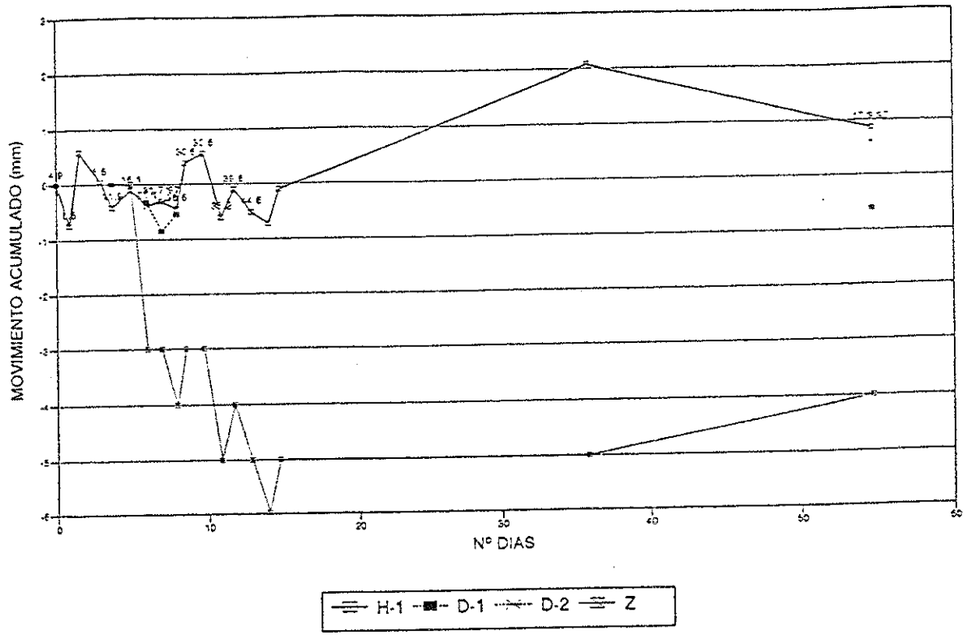

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



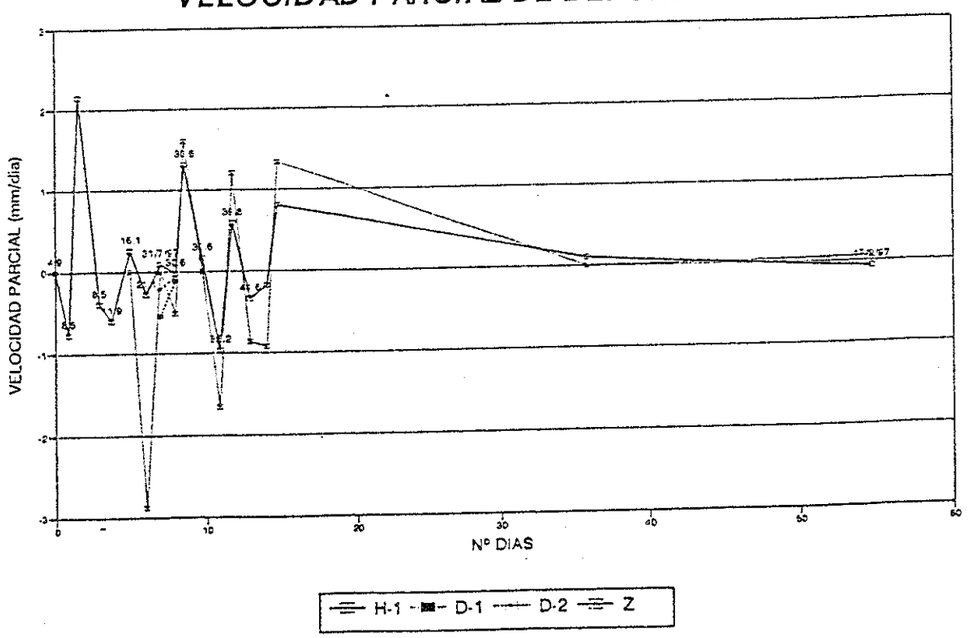

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN26 PK: 4692.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



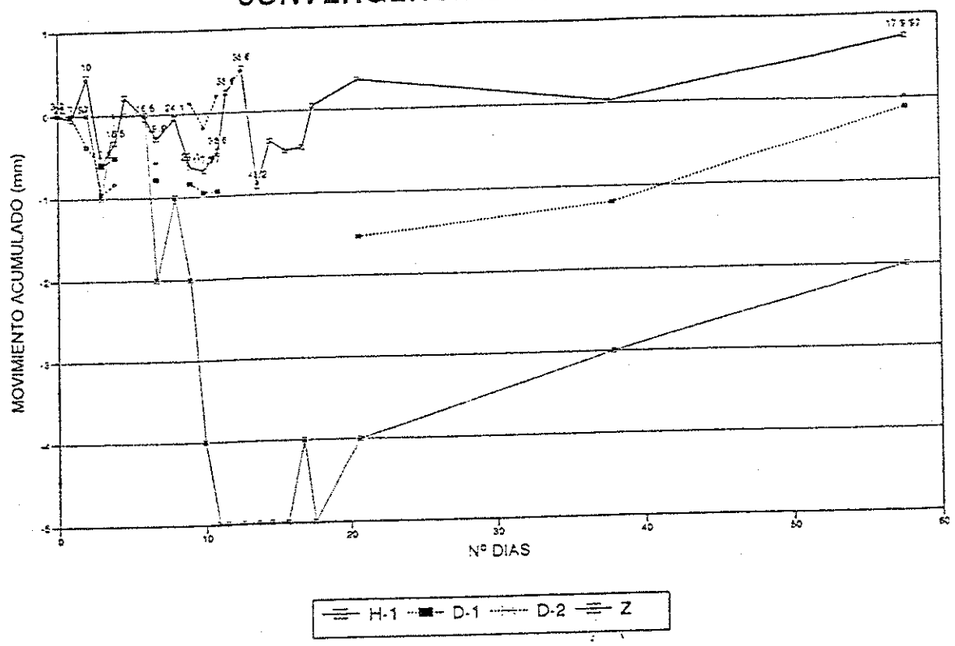

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



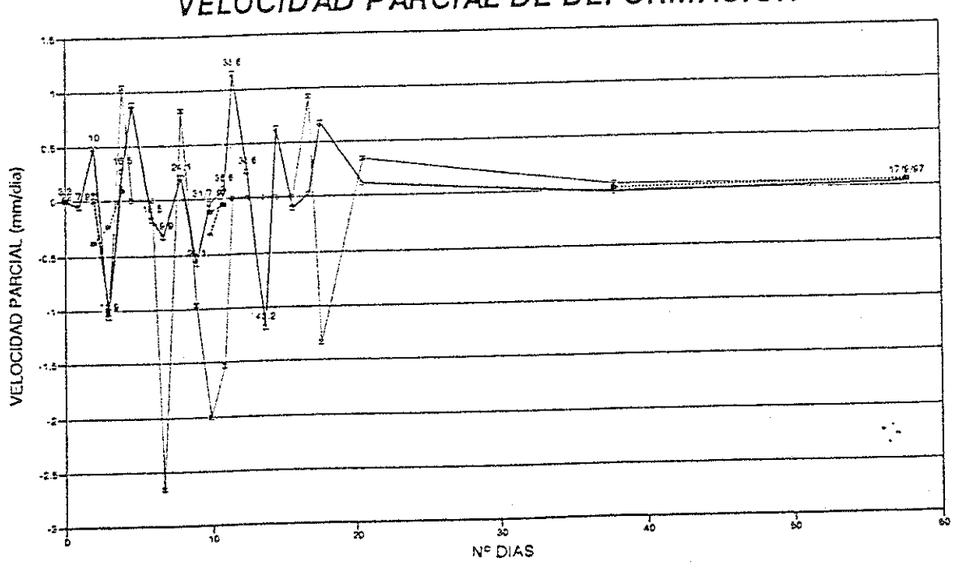
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN25 PK: 4700.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



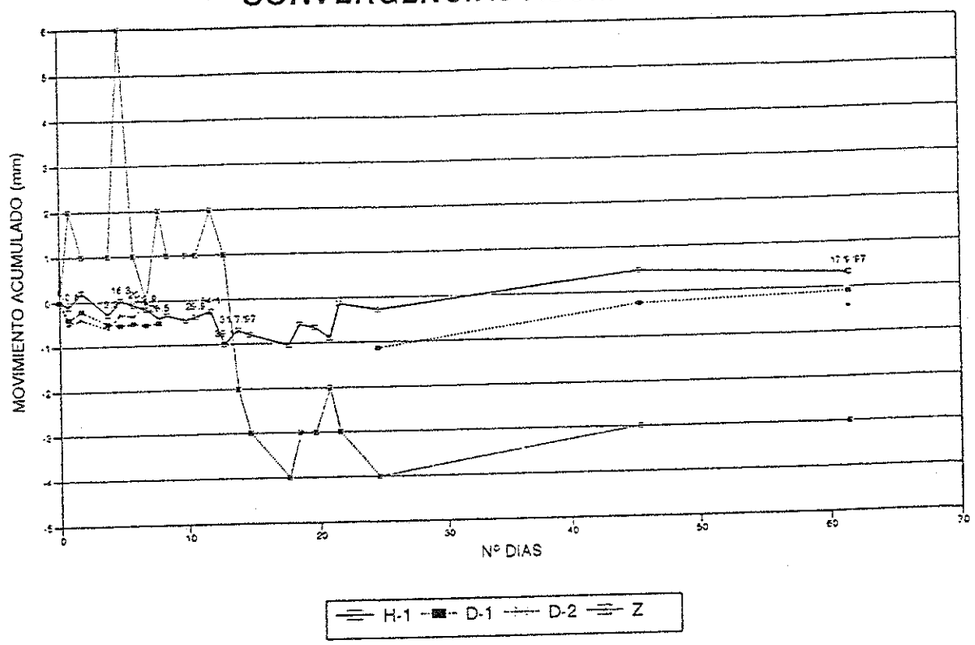

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



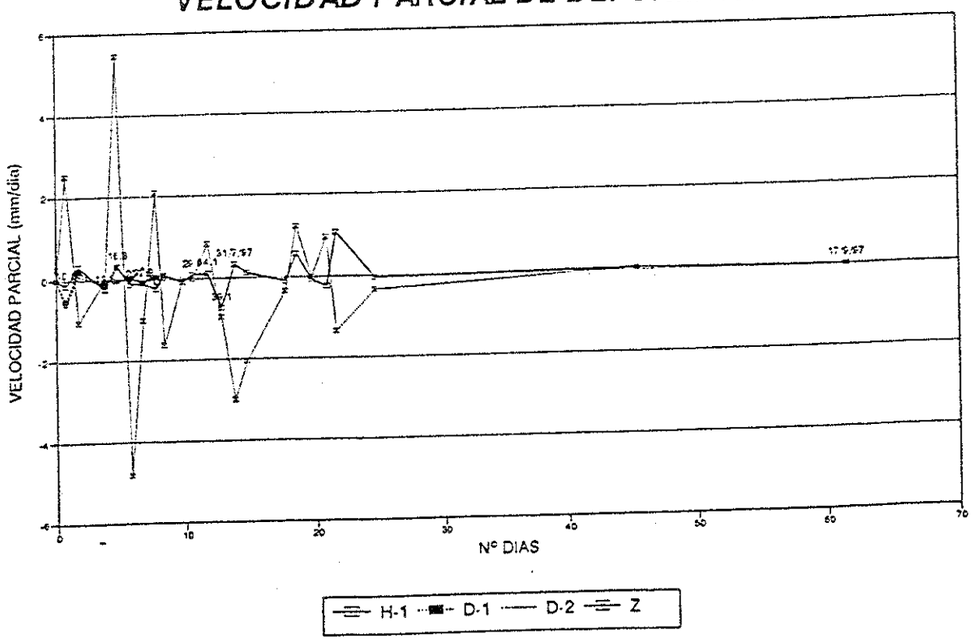

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN24 PK: 4710.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



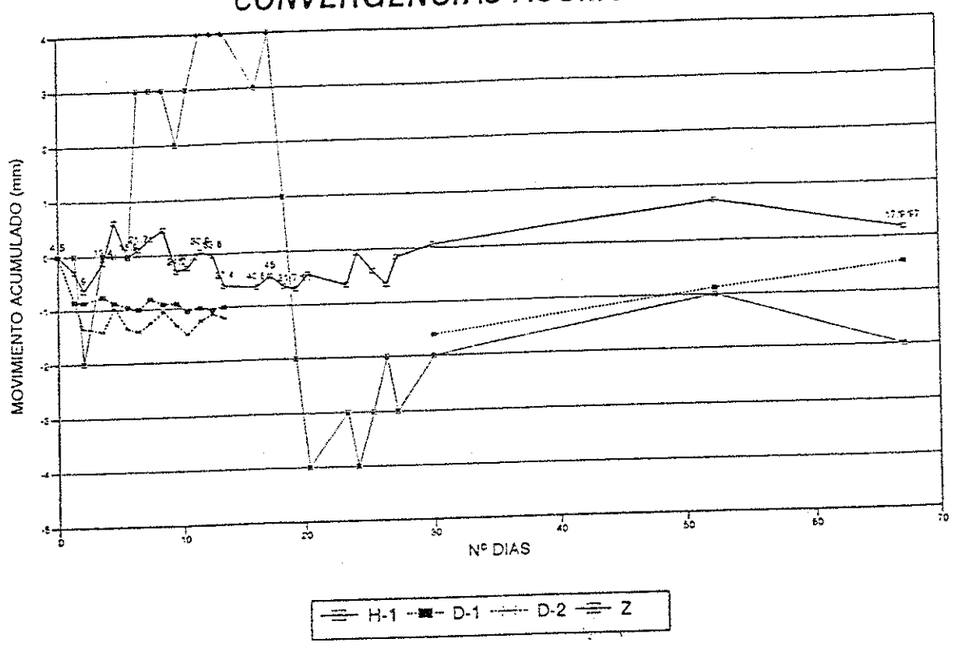

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



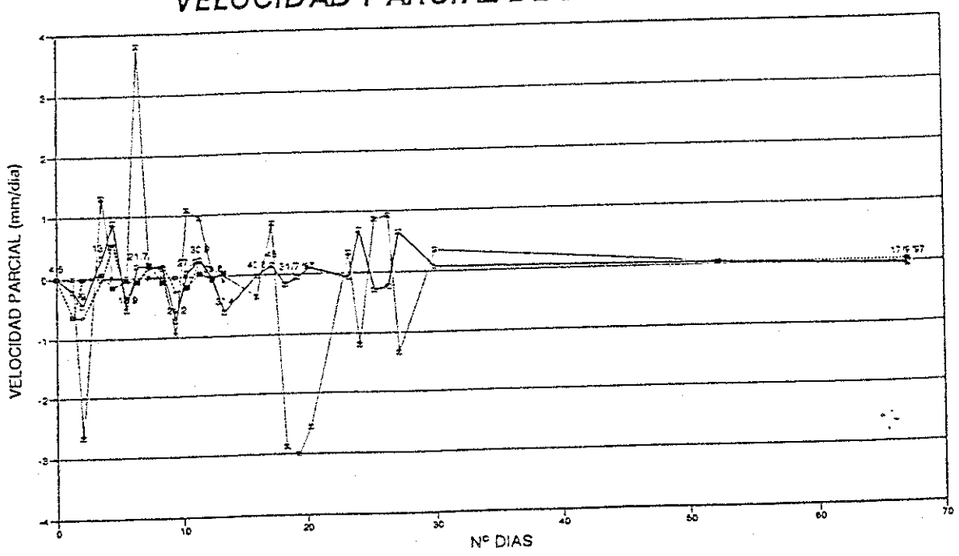
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN23 PK: 4720.90 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



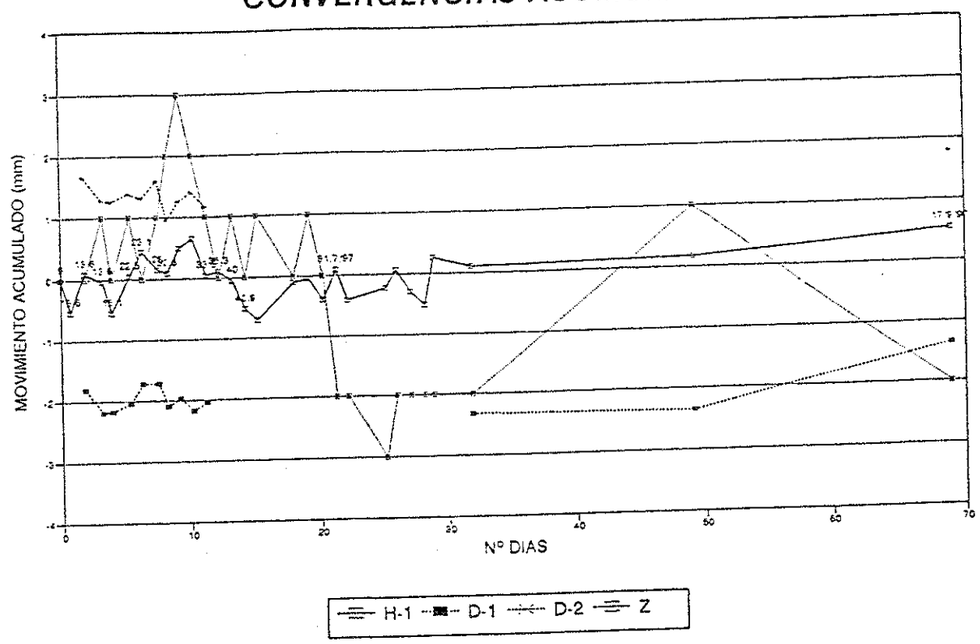

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



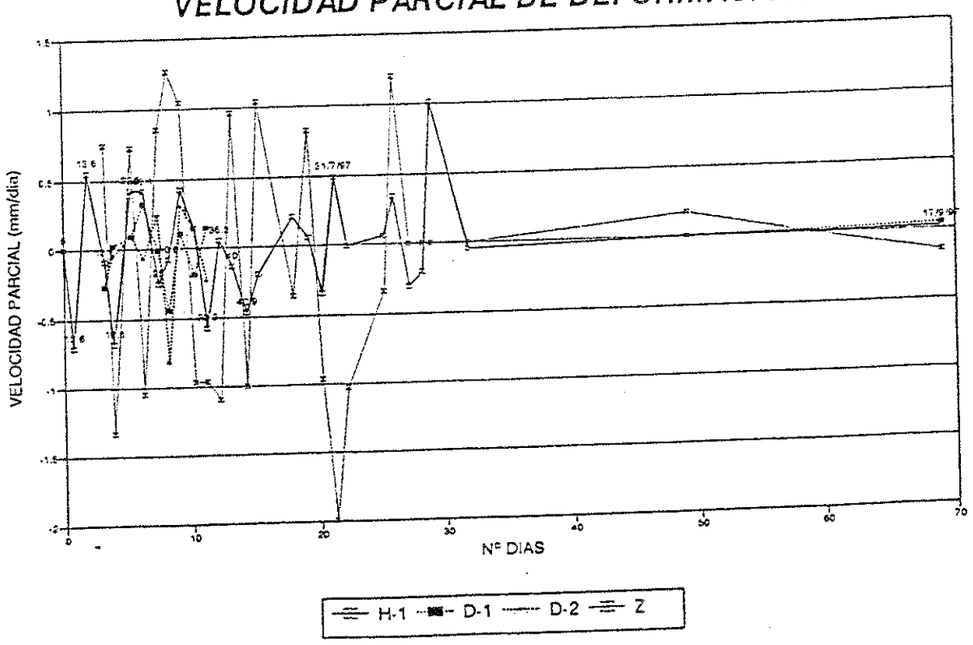

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN22 PK: 4730.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



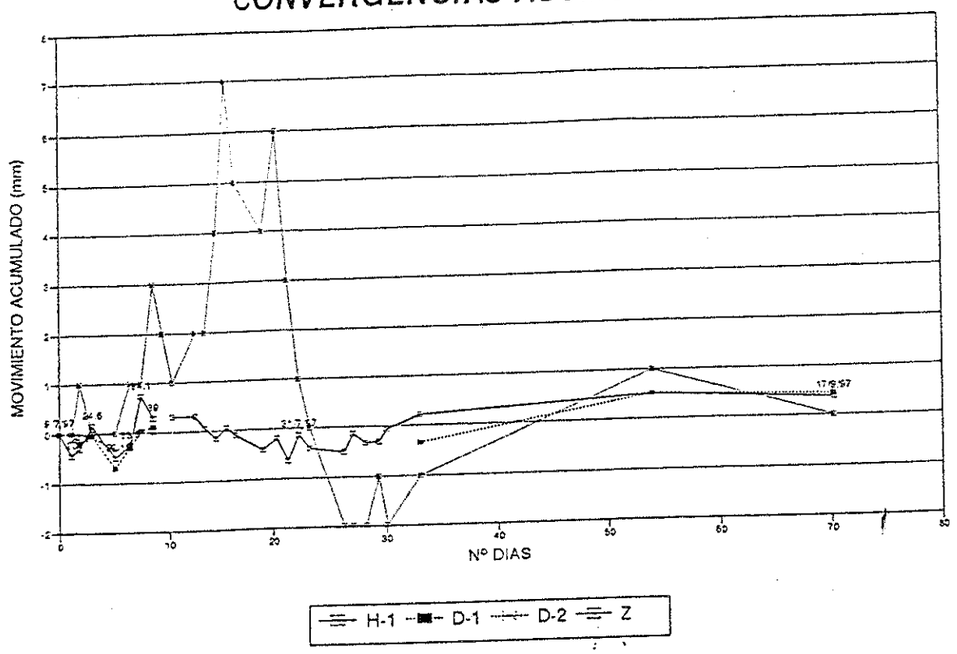

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



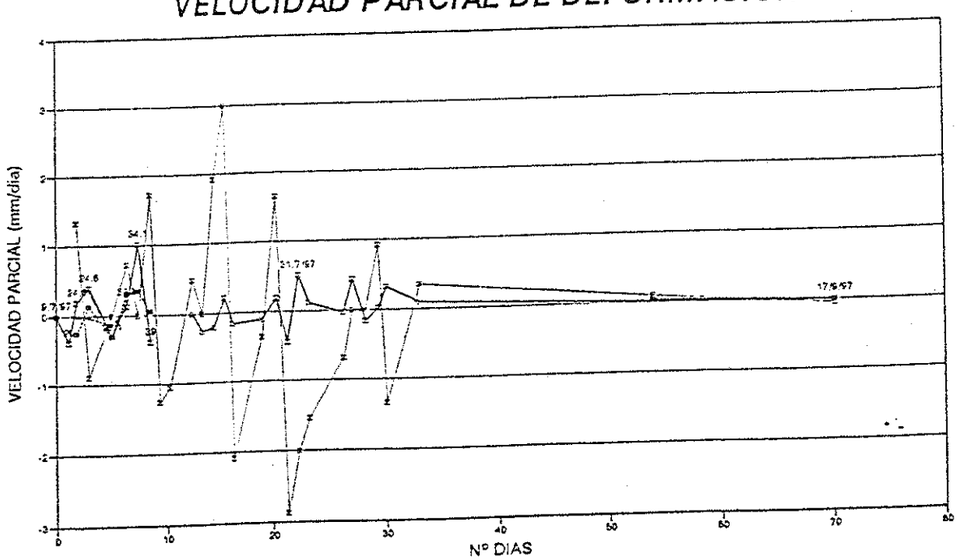
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN21 PK: 4741.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



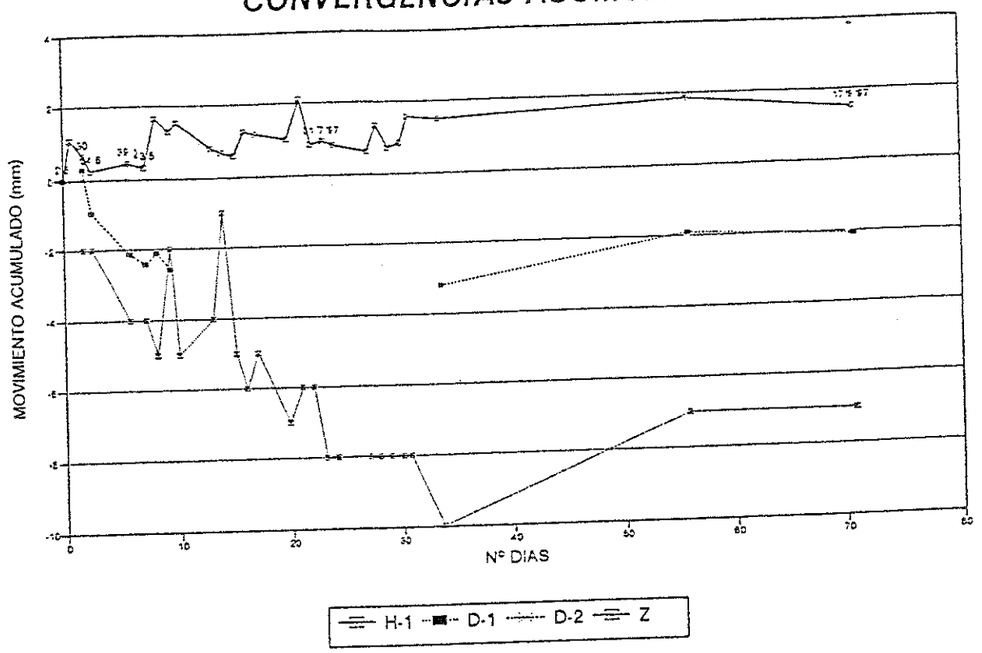

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



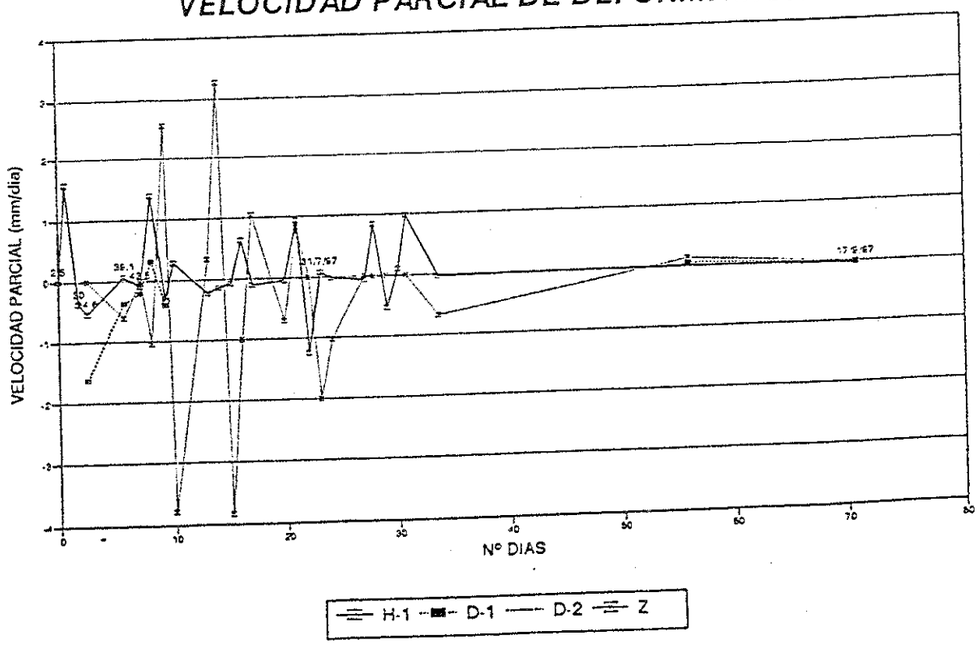

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN20 PK: 4751.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



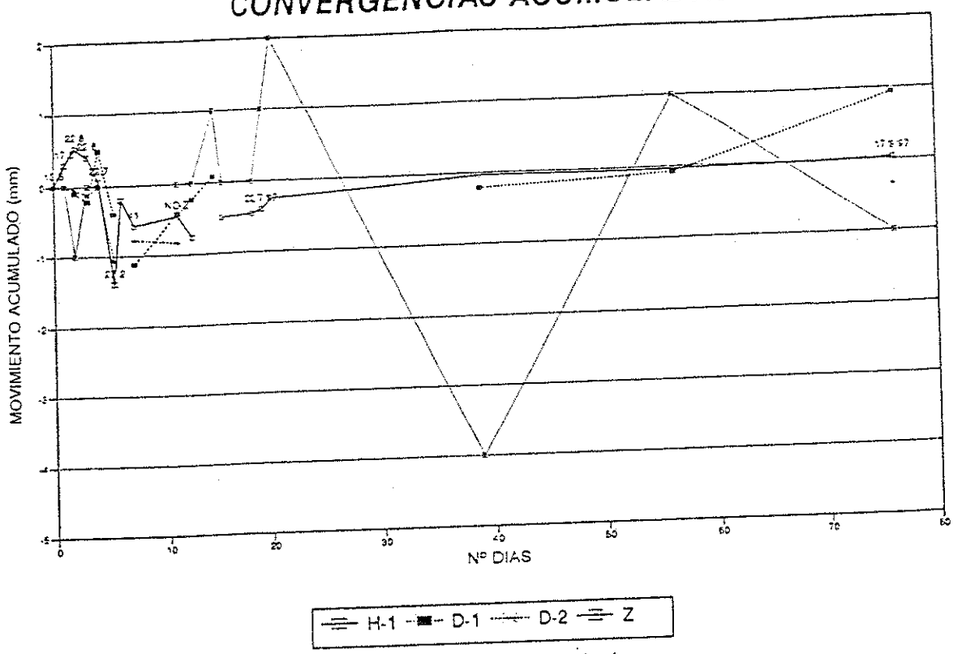

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



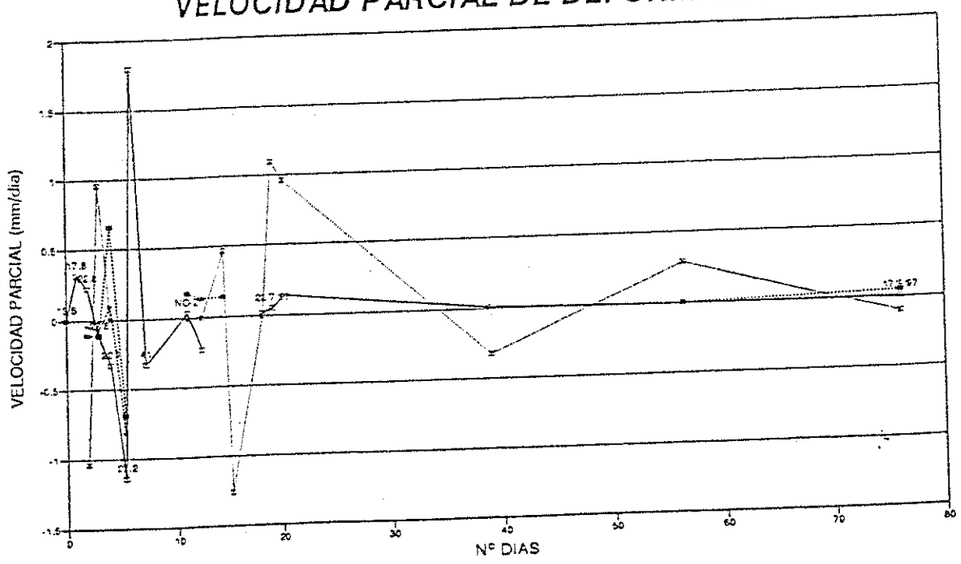
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN19 PK: 4762.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



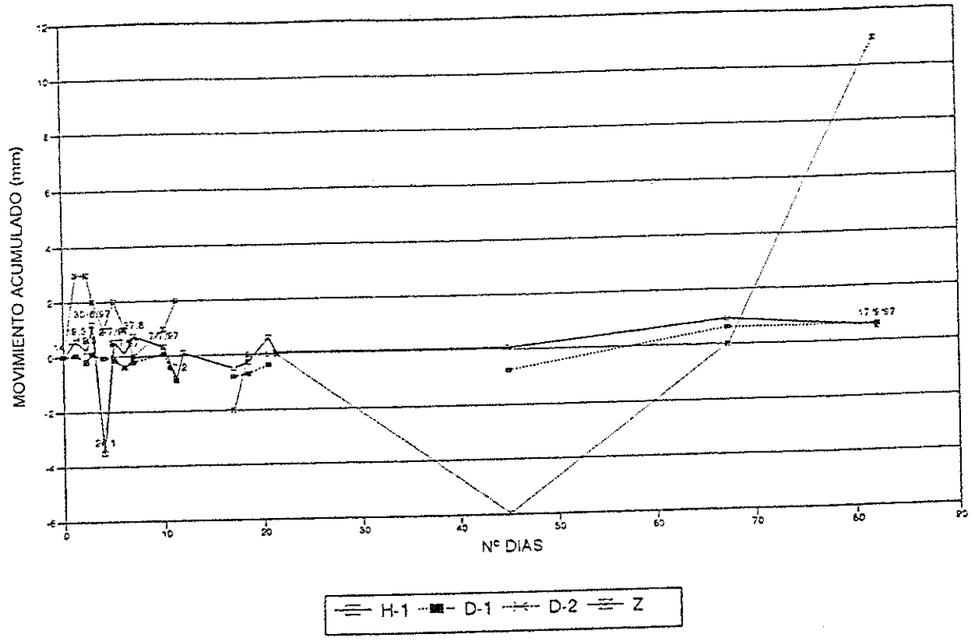

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



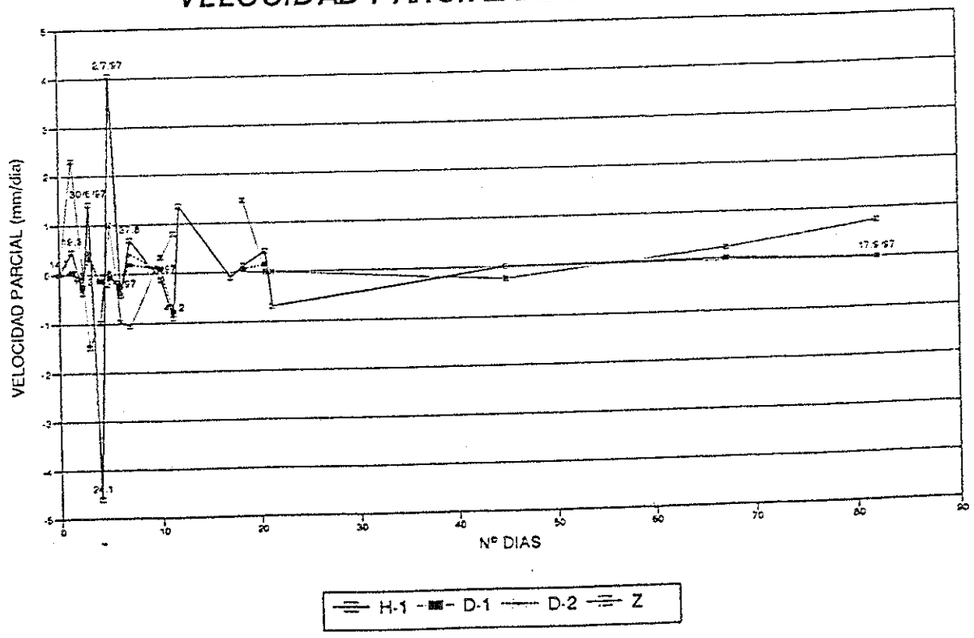

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN17 PK: 4782.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



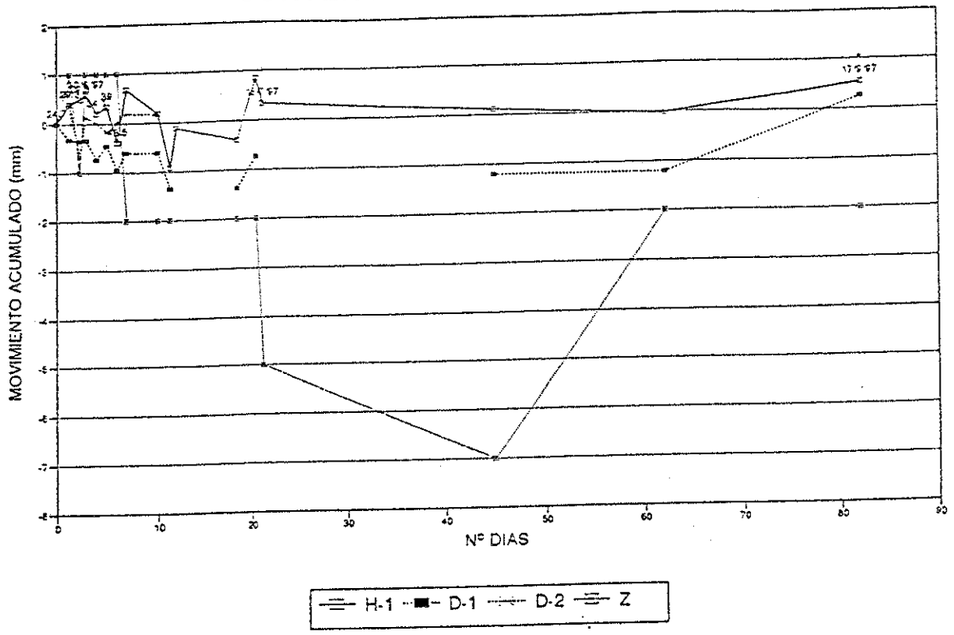

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



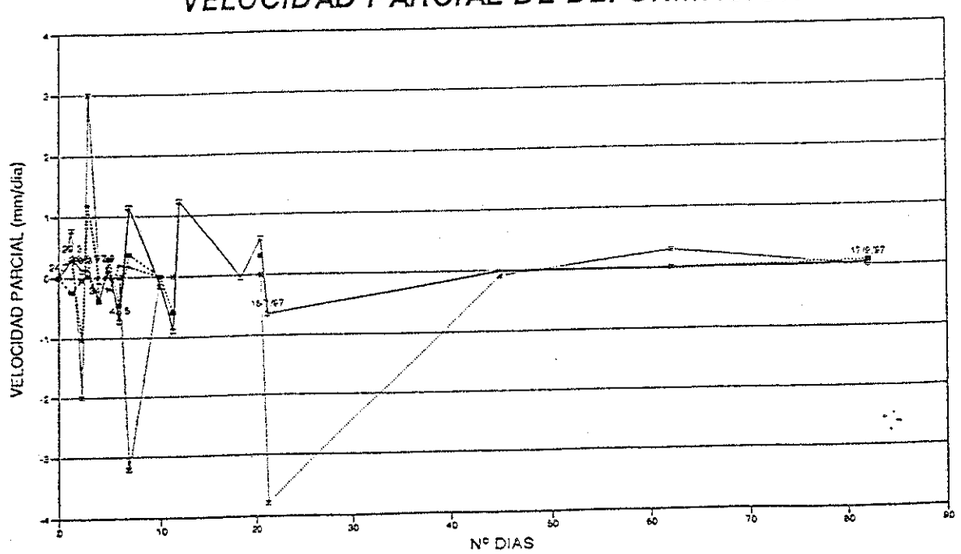
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN16 PK: 4792.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



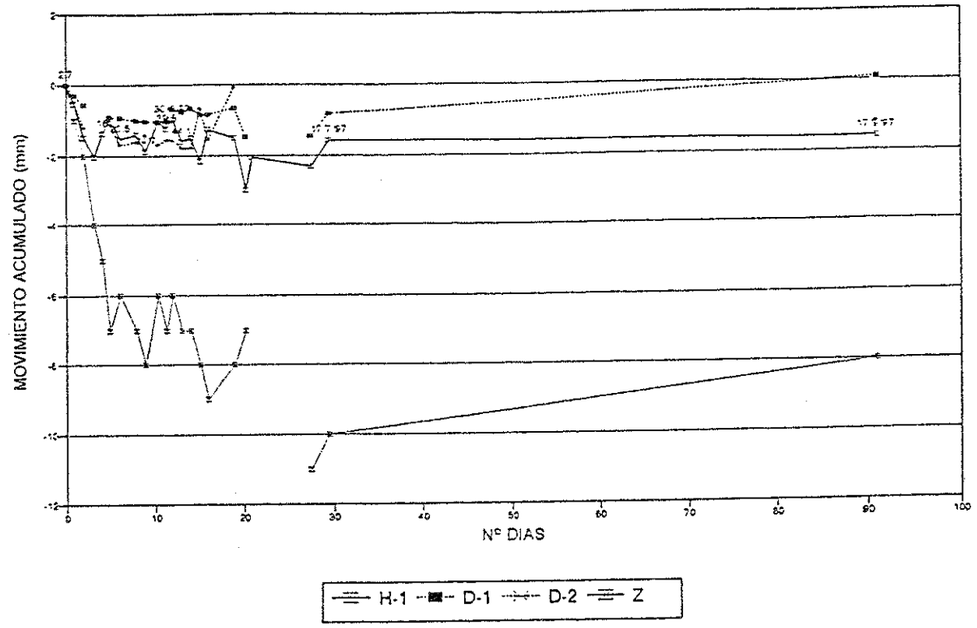

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



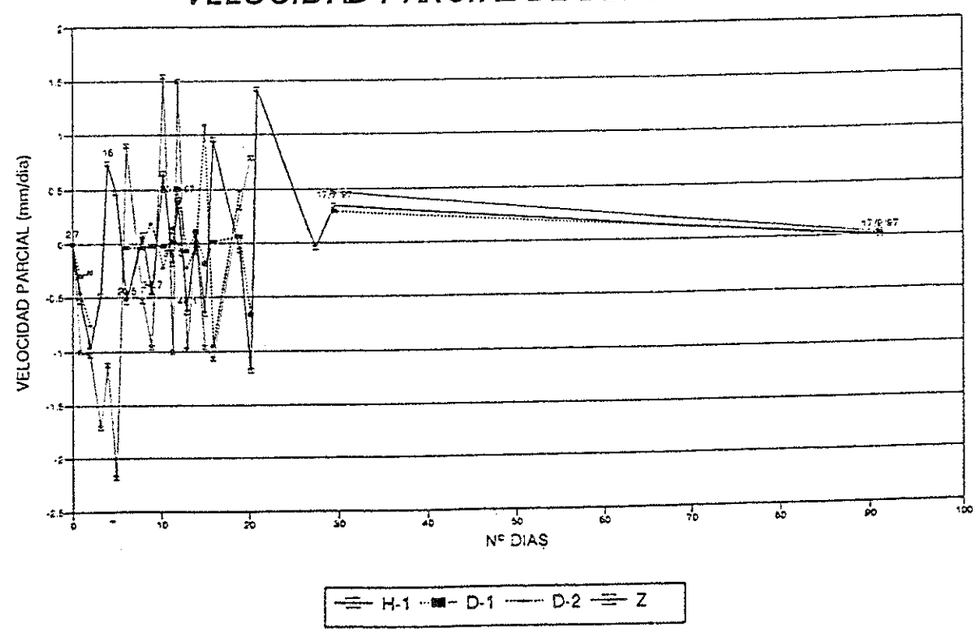

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN15 PK: 4802.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



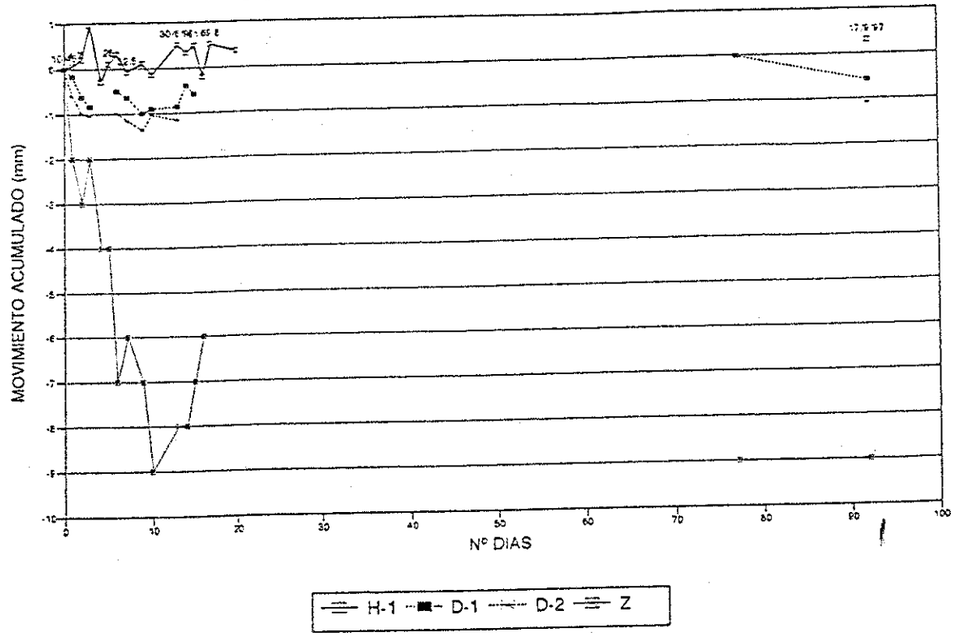

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



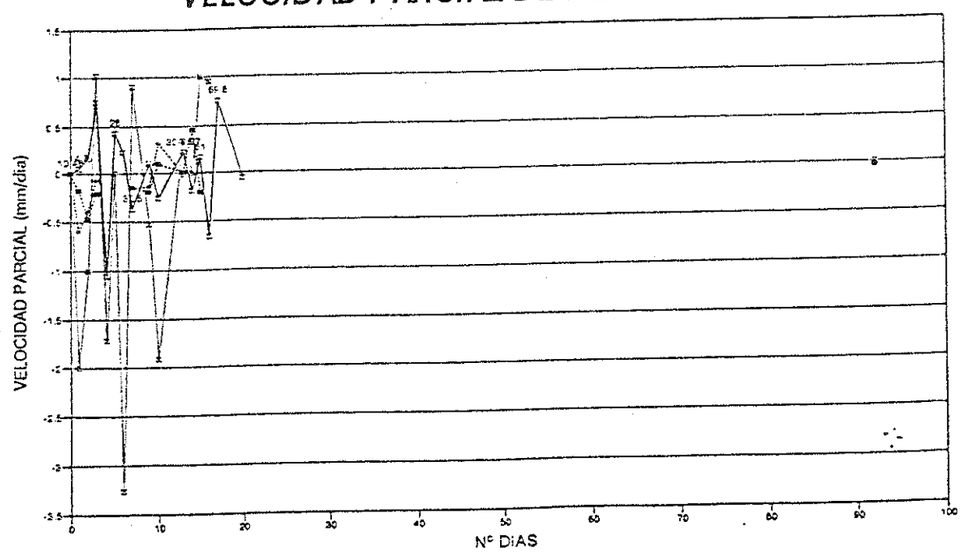
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN14 PK: 4814.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



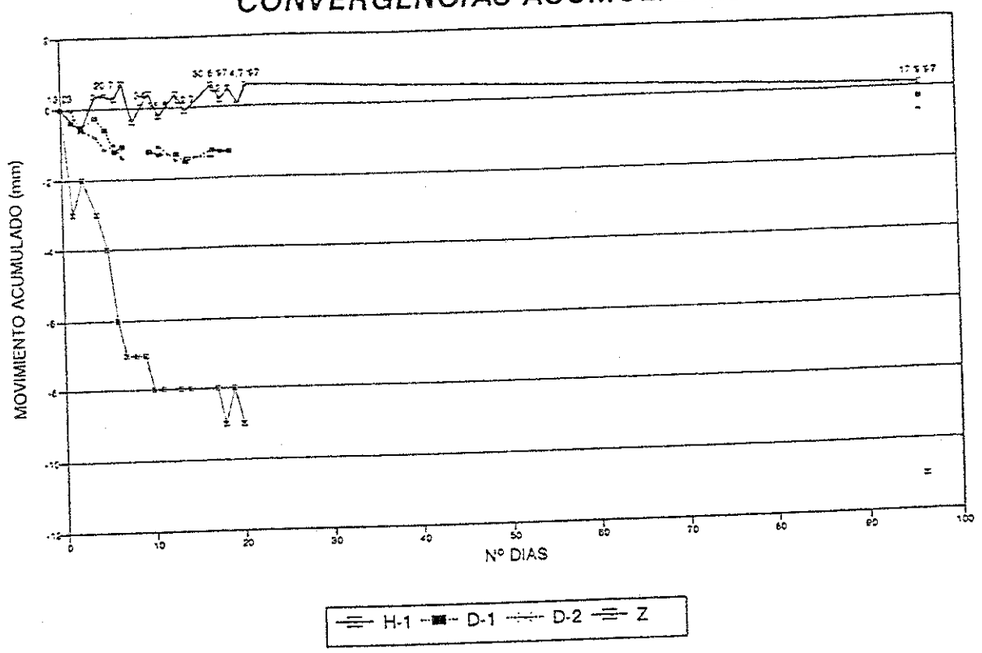

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



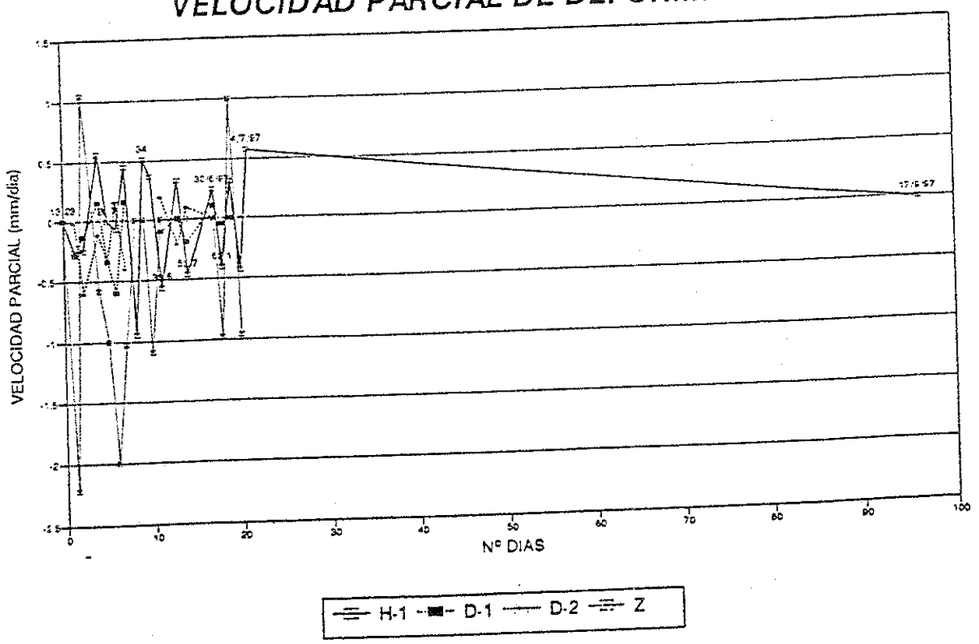

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN13 PK: 4820.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



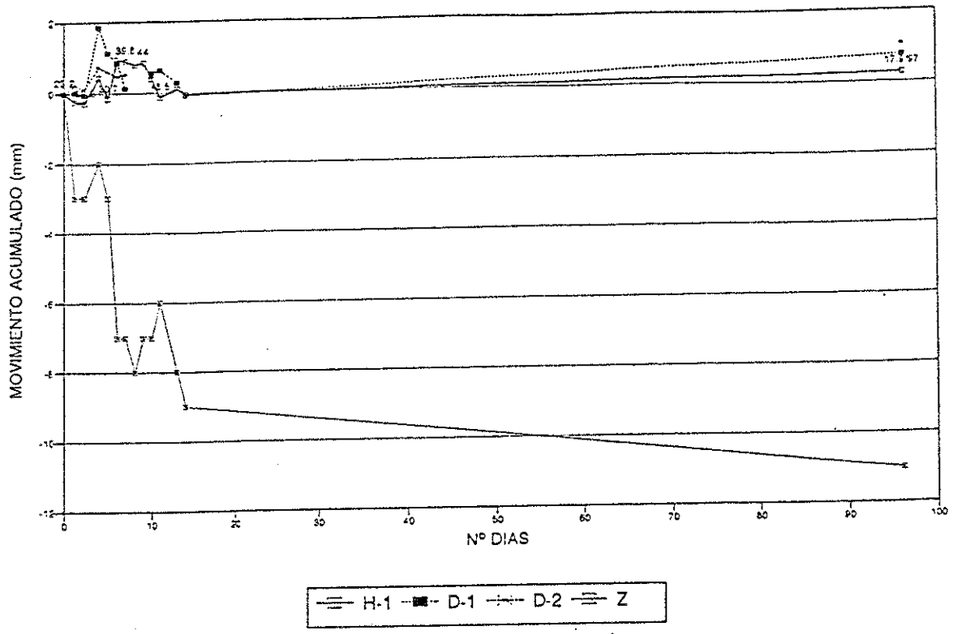

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



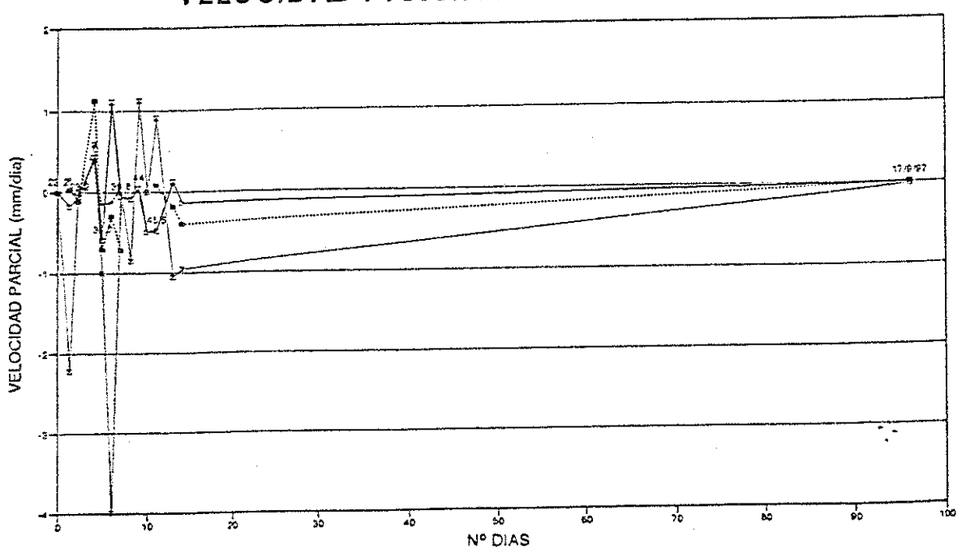
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN12 PK: 4830.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



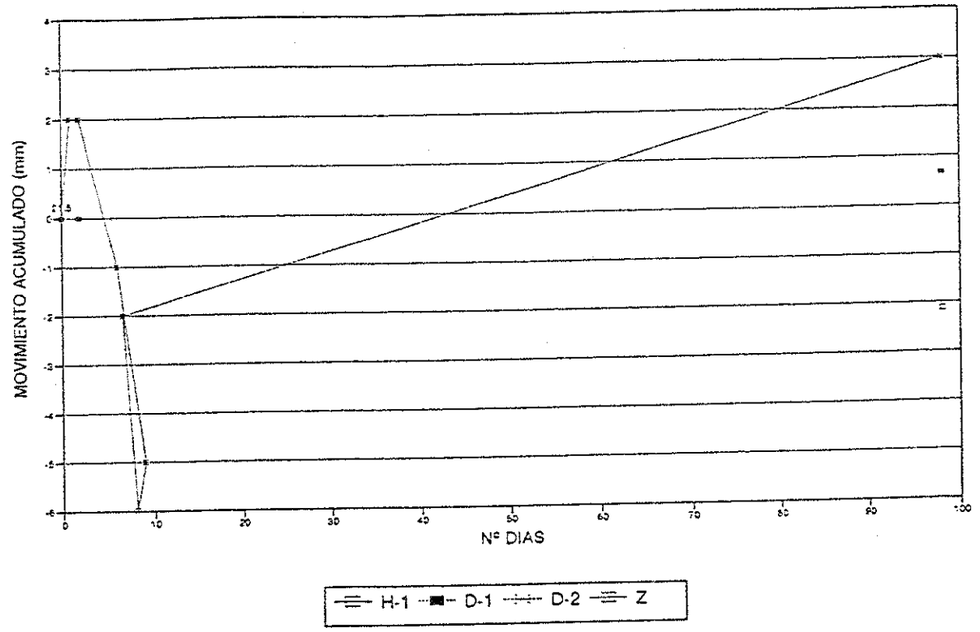

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



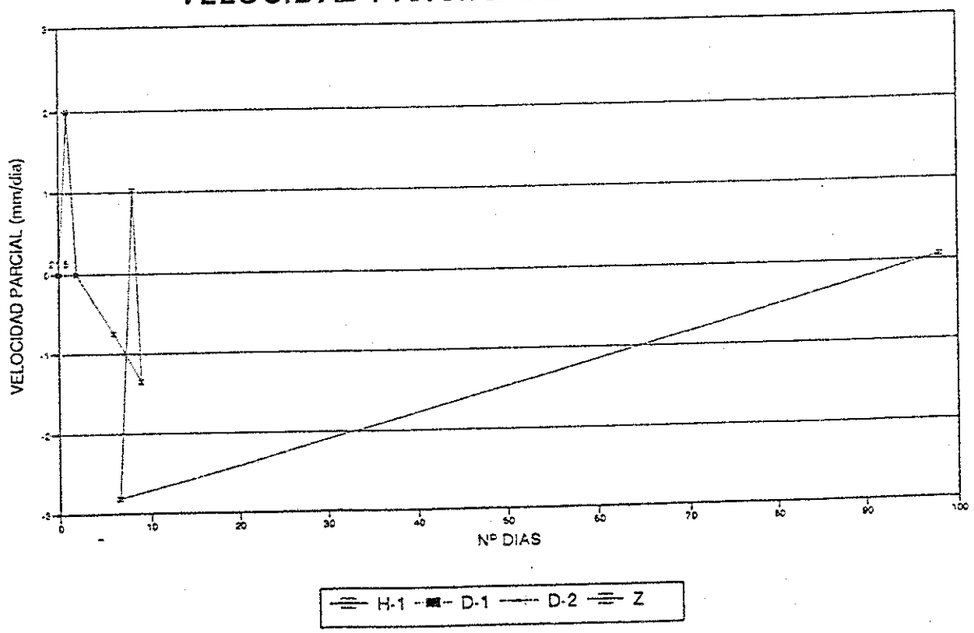

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN11 PK: 4840.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



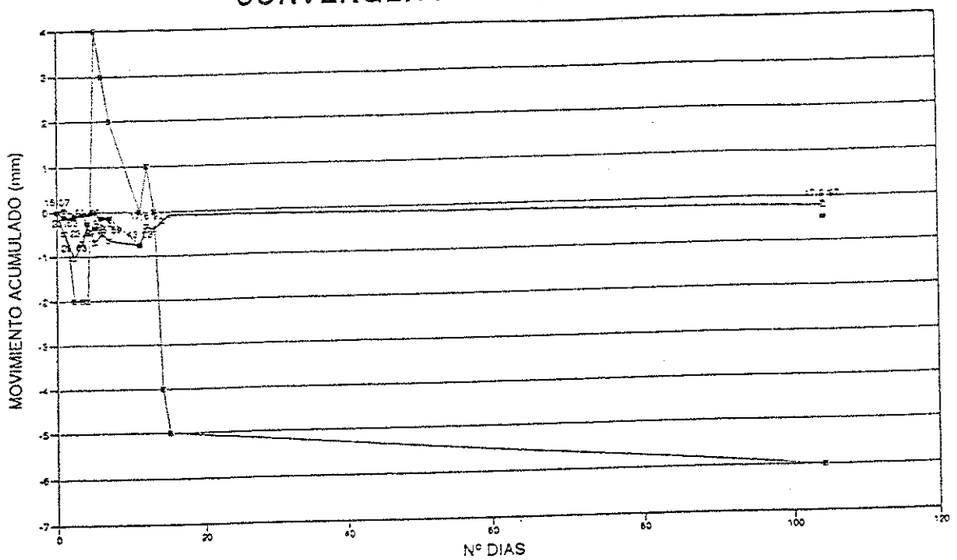

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



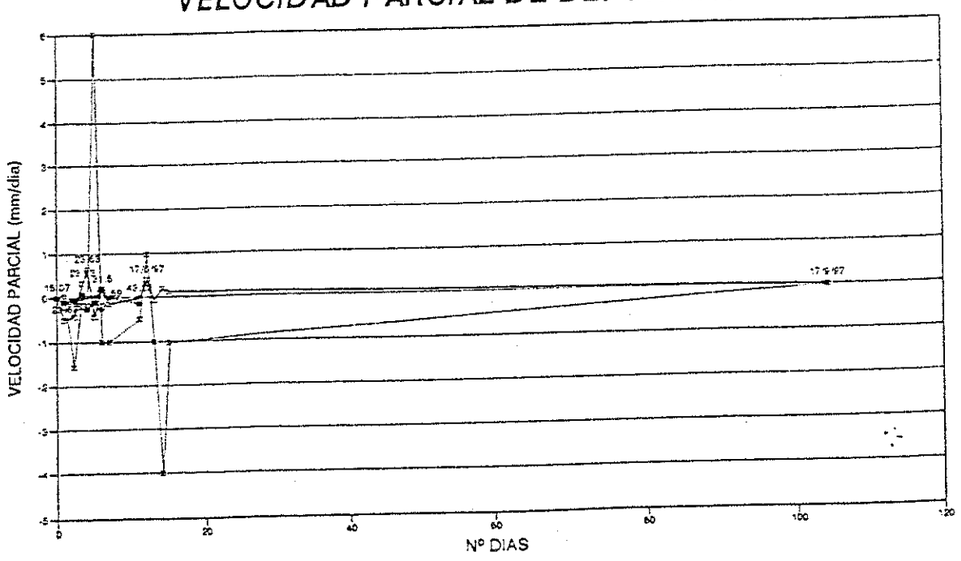
# BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN10 PK: 4850.00 Roca: Congl RMR: 0 Sosten. 0

## CONVERGENCIAS ACUMULADAS



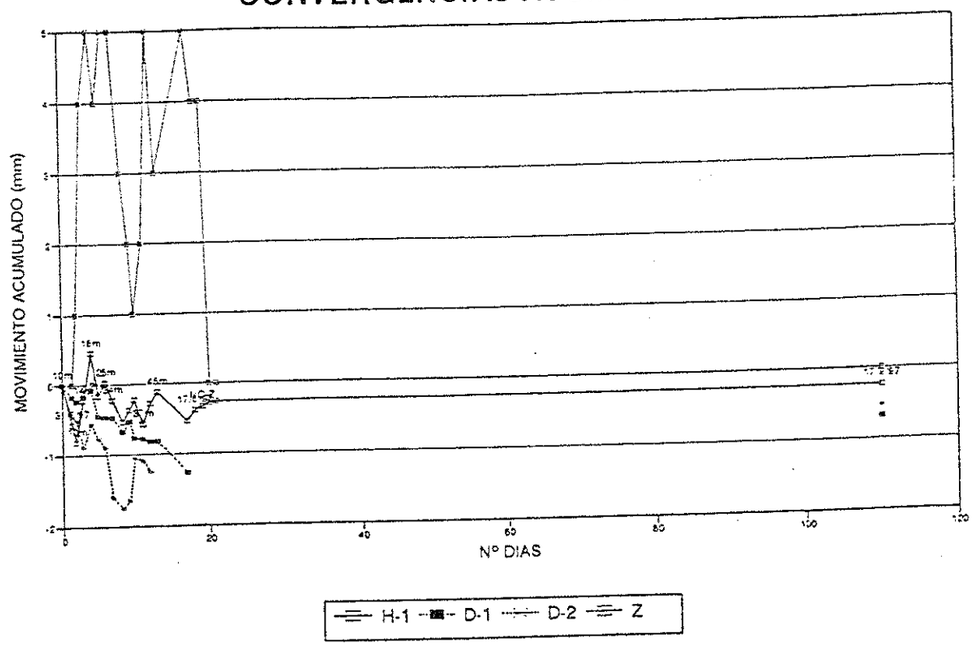

## VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



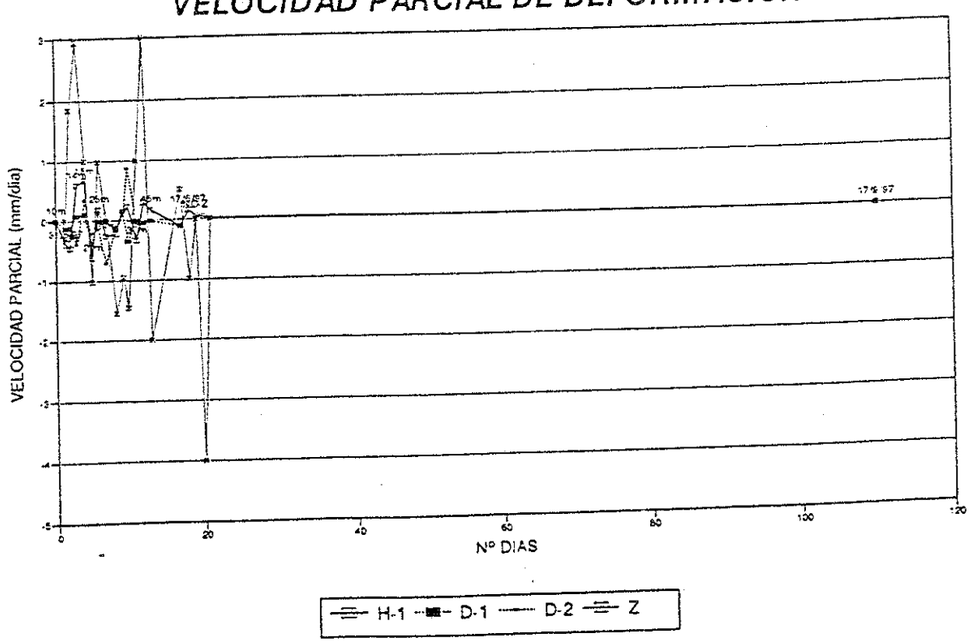

# BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN9 PK: 4860.00 Roca: Congl. RMR: 0 Sosten. 0

## CONVERGENCIAS ACUMULADAS



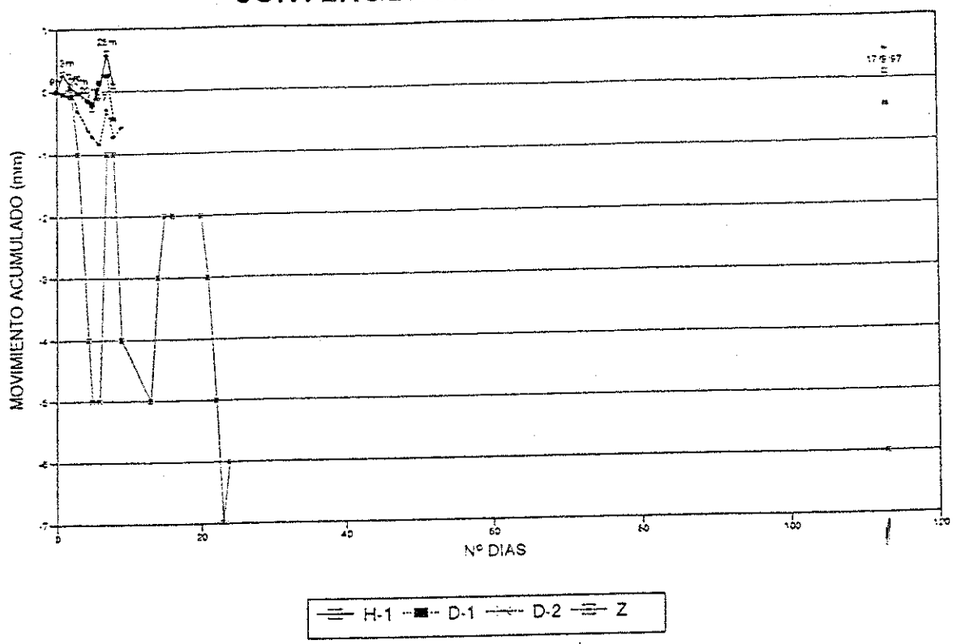

## VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



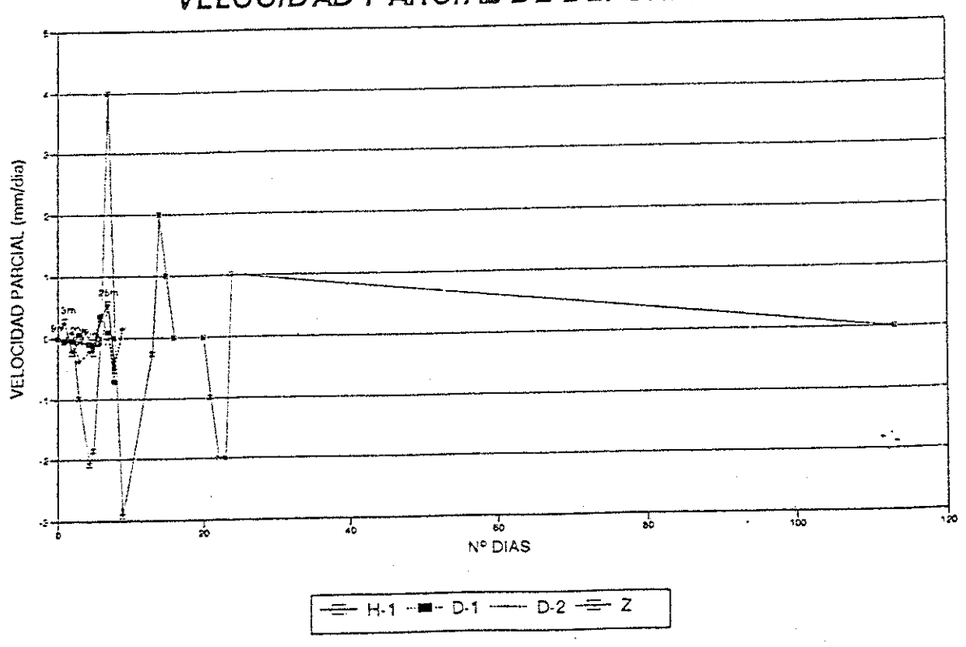
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN8 PK: 4870.00 Roca: Congl. RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



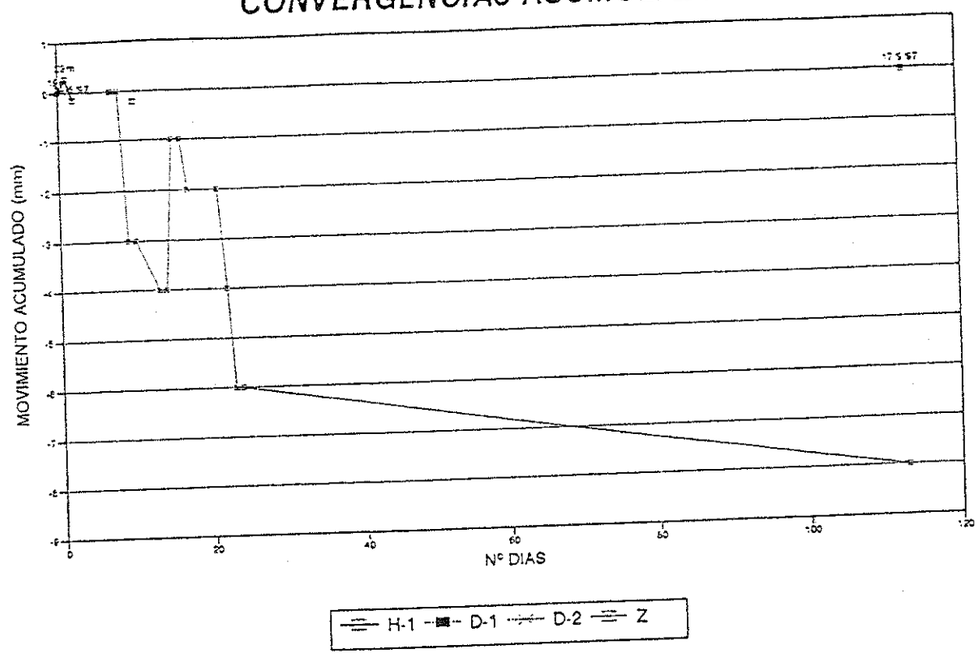

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



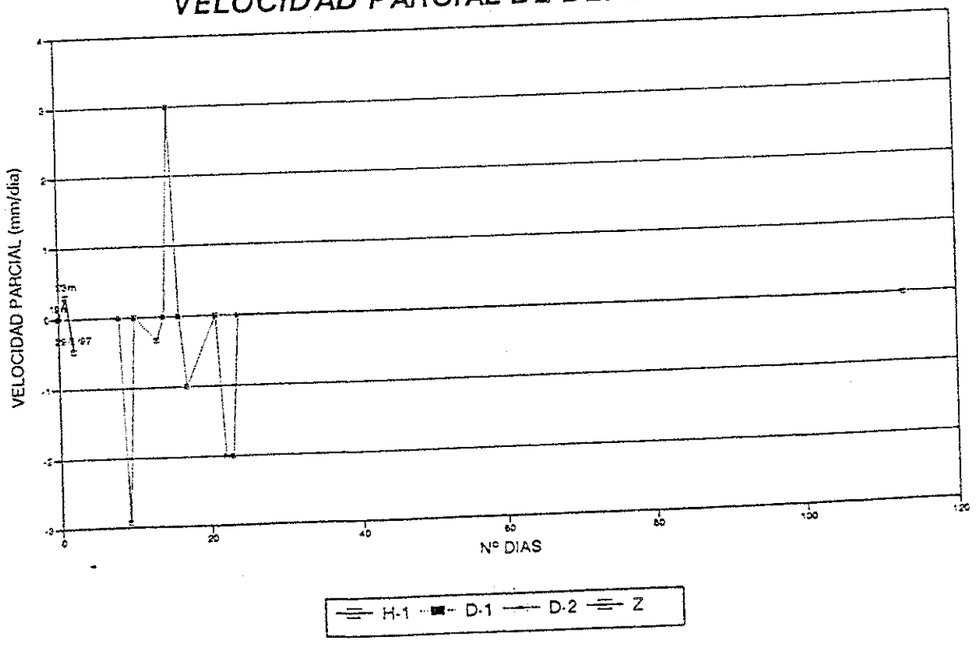

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN7 PK: 4880.00 Roca: Congl. RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



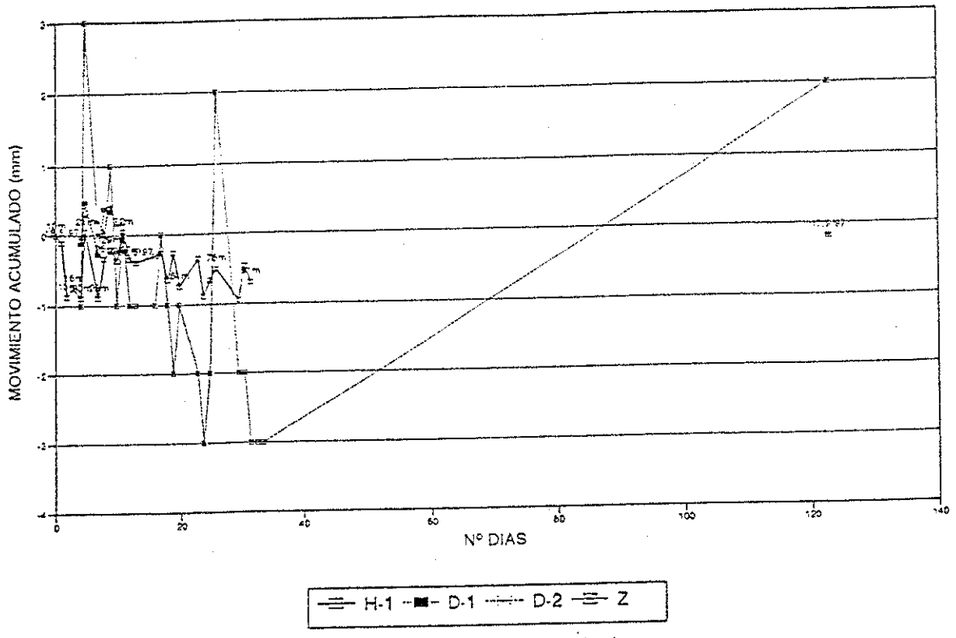

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



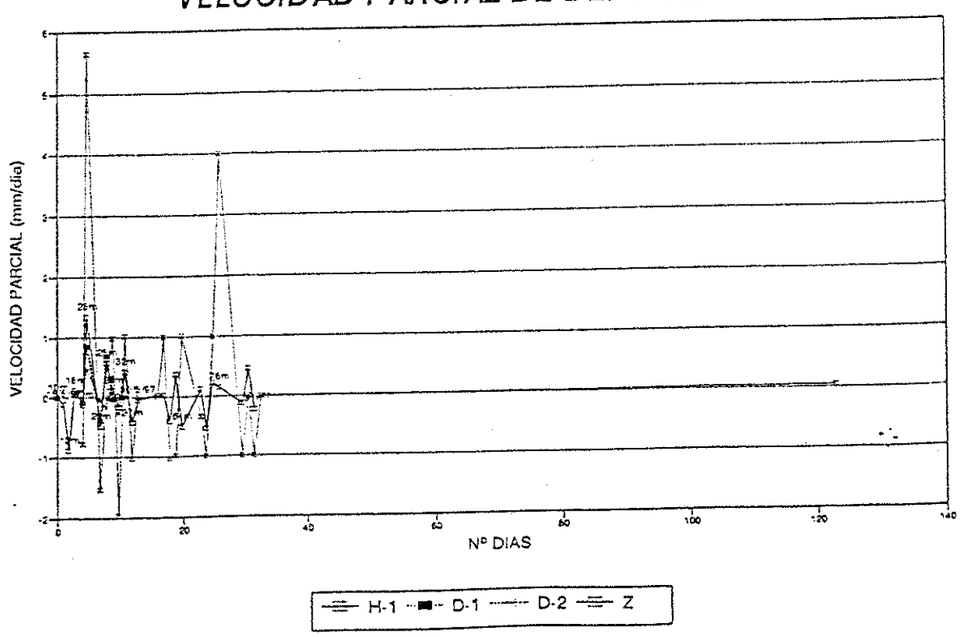
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN6 PK: 4890.00 Roca: Congl. RMR: 0 Sosten. 0

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



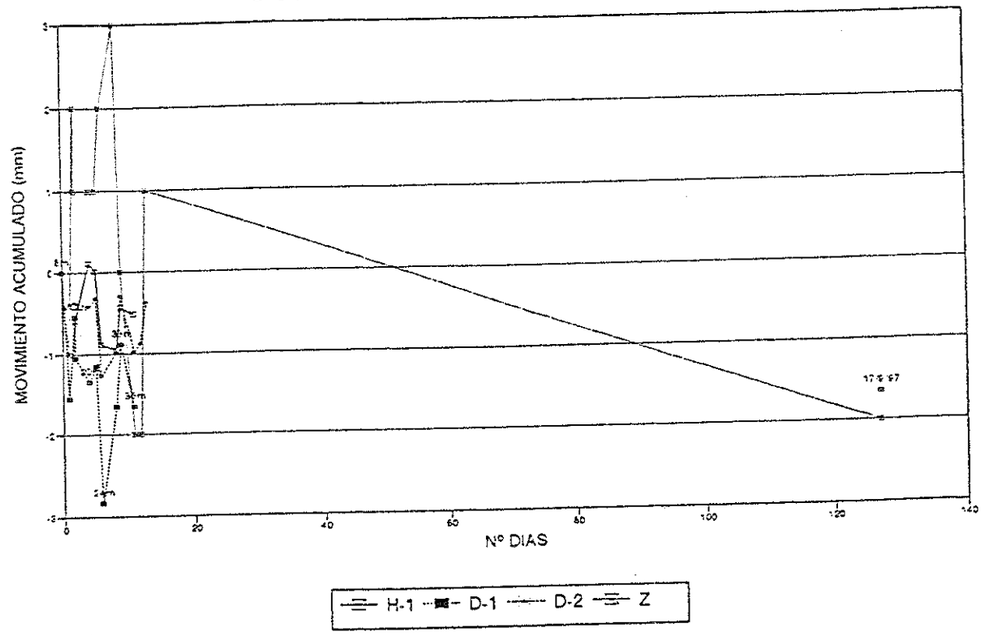

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



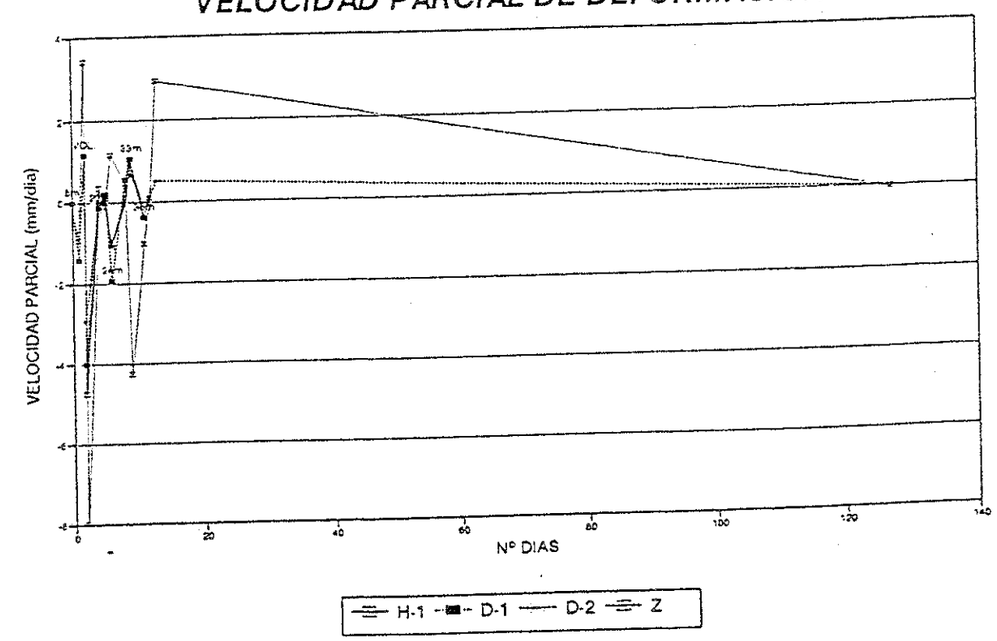

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN5 PK: 4900.70

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



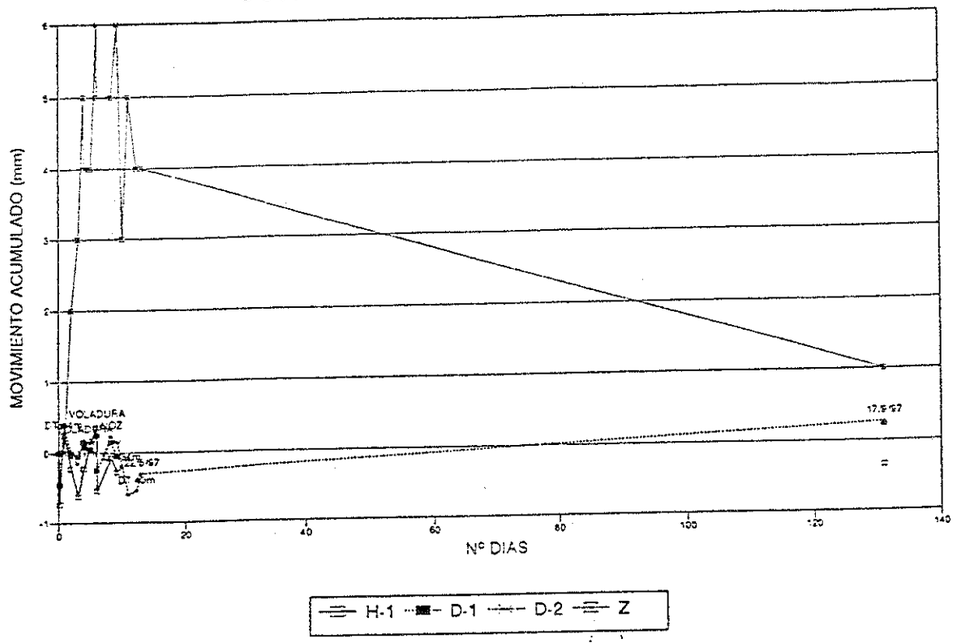

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



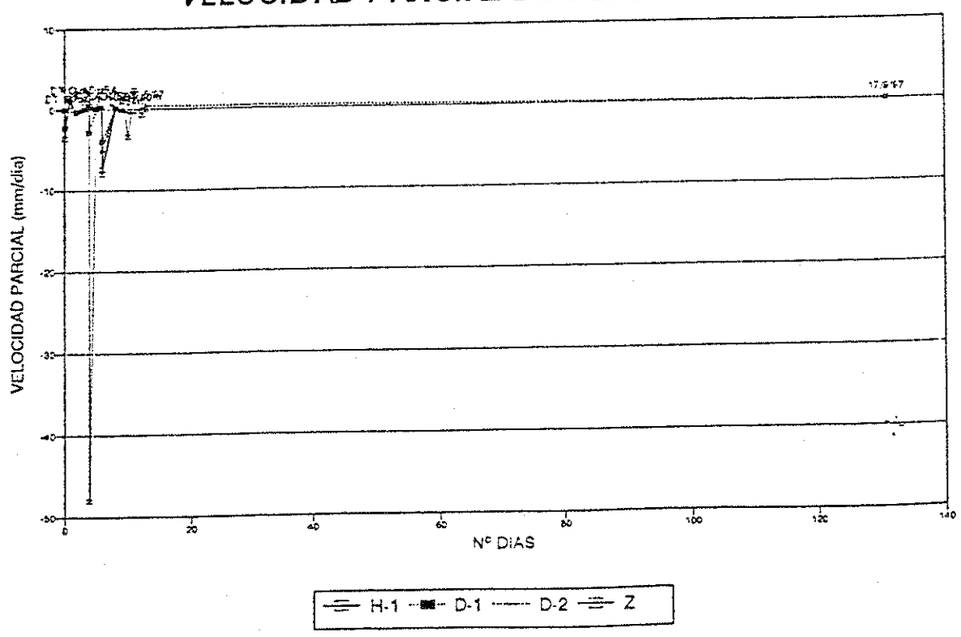
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN4 PK: 4910.70

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



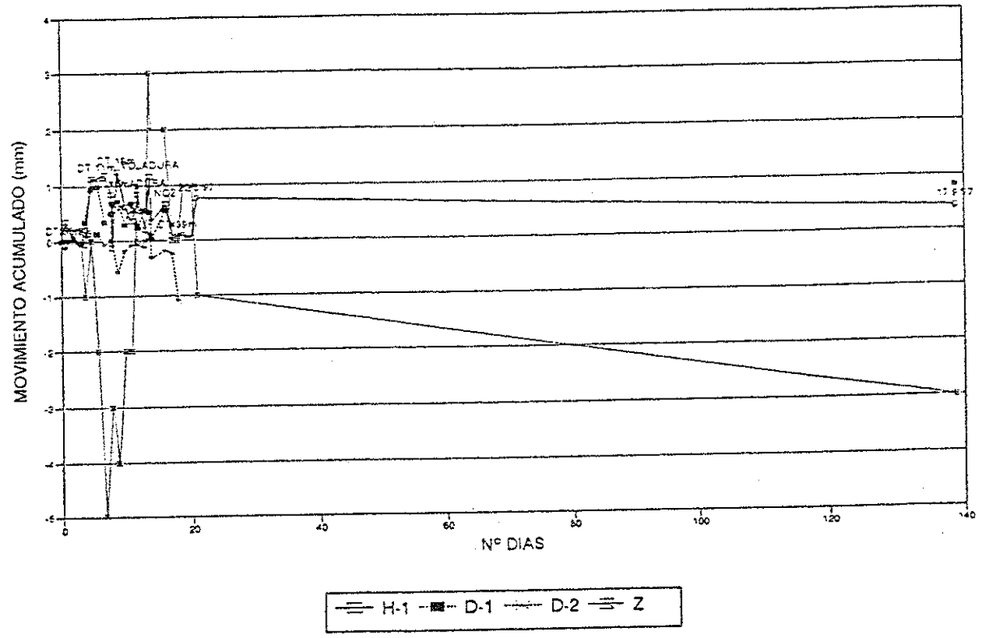

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



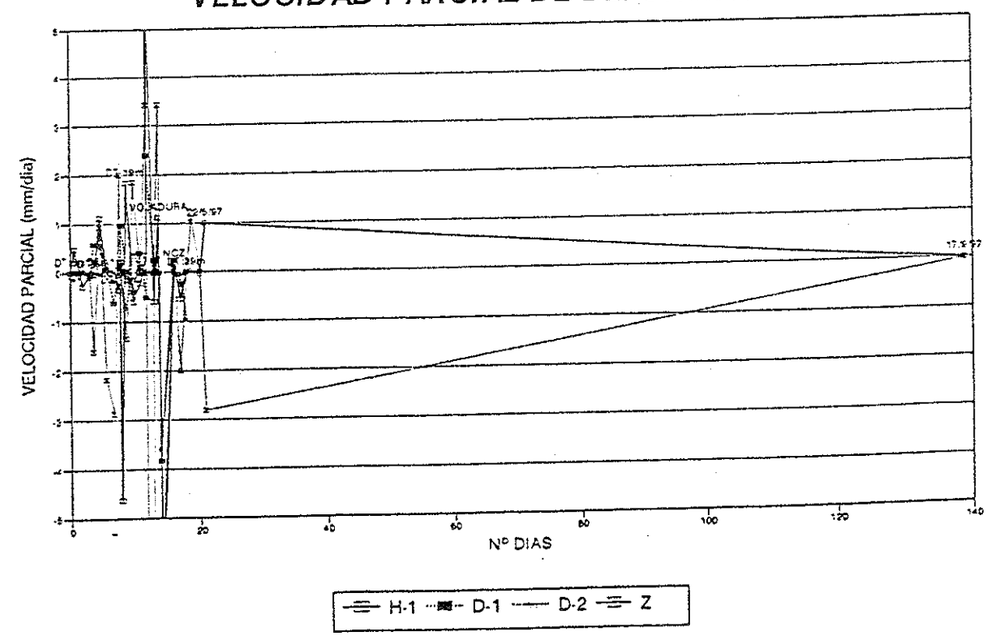

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN3 PK: 4915.73

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



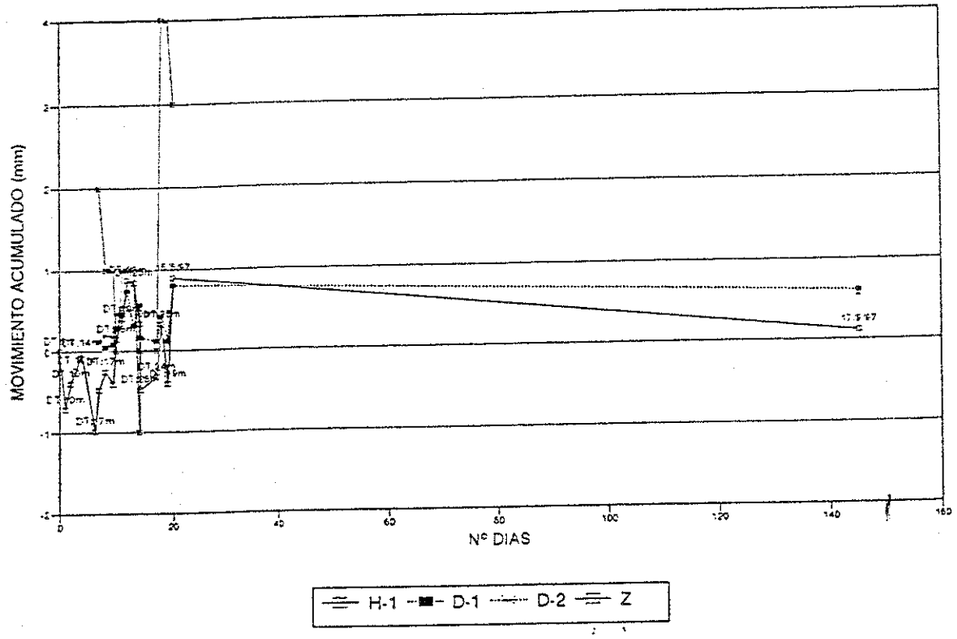

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



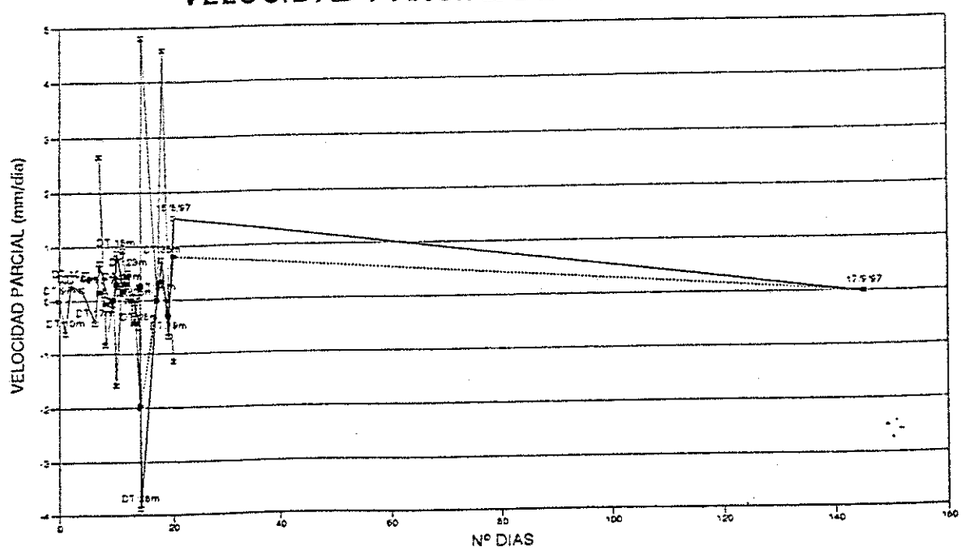
## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccion: CN2 PK: 4927.50

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS



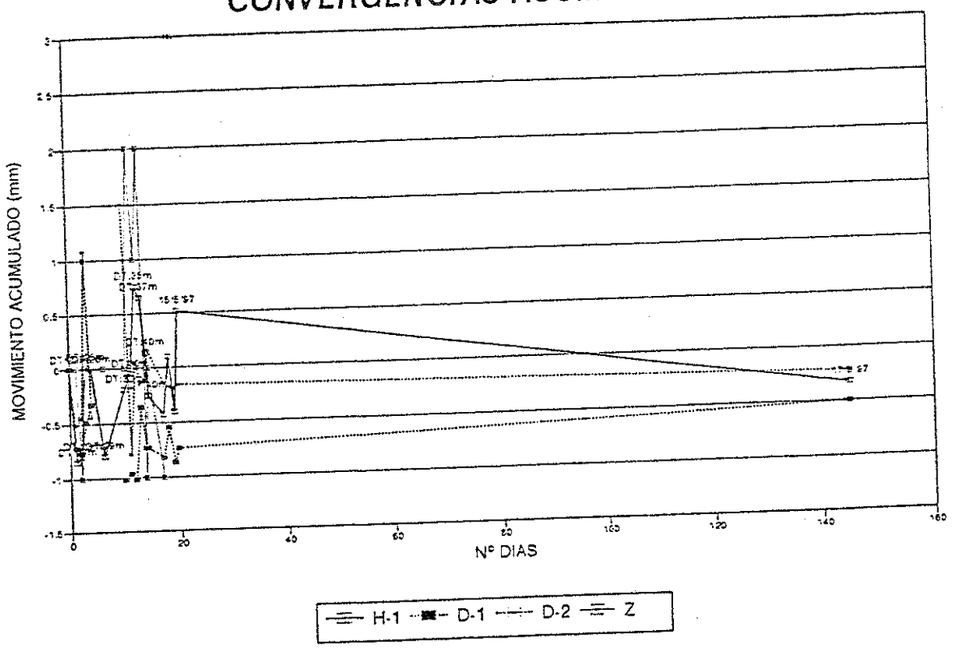

### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION



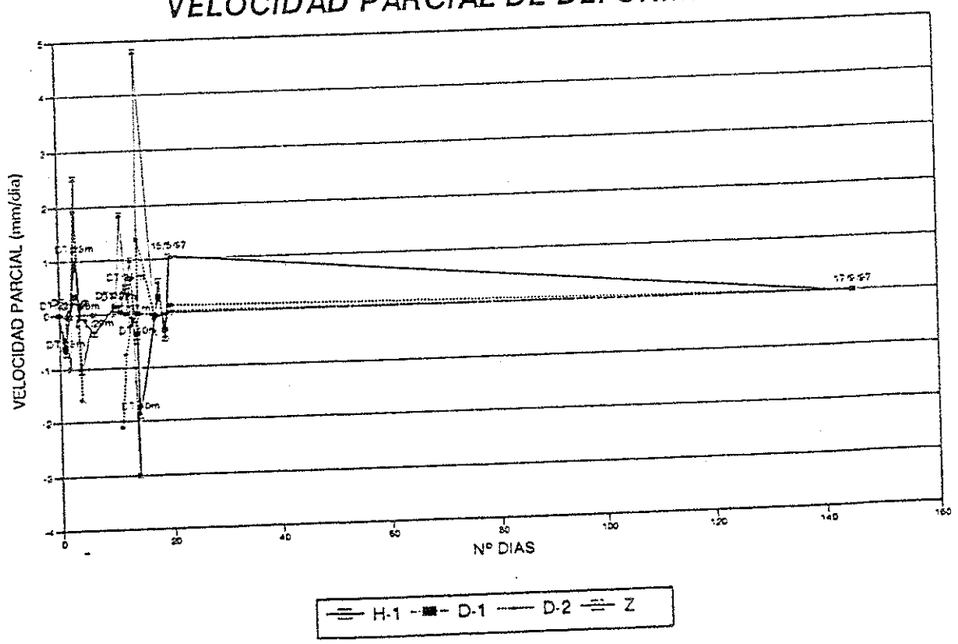

## BOCA NORTE DEL TUNEL DE MARIVELLA

Seccio CN1 PK: 4940.40

### CONVERGENCIAS ACUMULADAS




### VELOCIDAD PARCIAL DE DEFORMACION

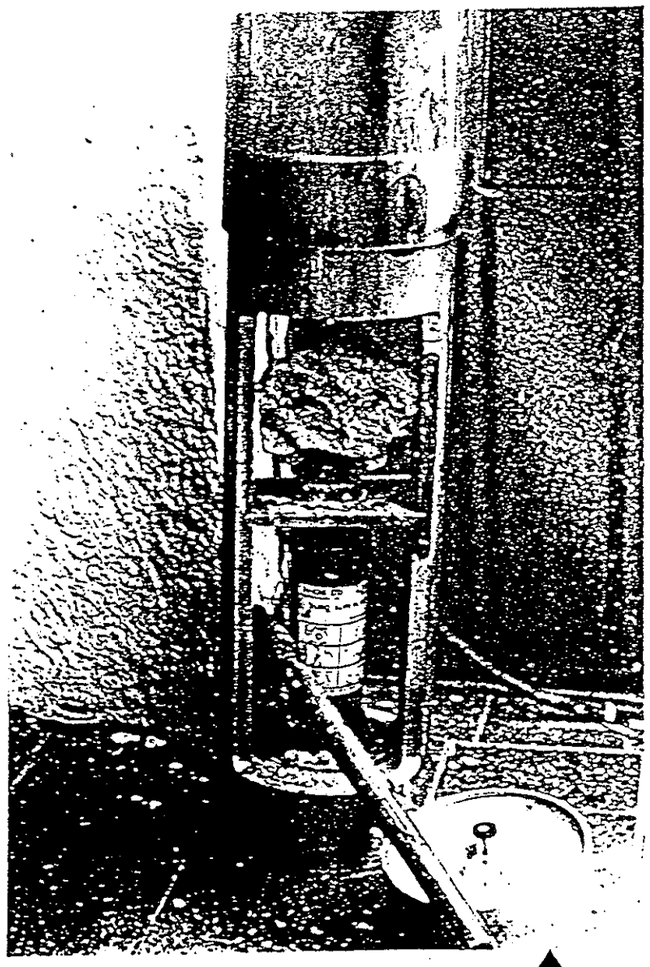


Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte
Dirección General de Ferrocarriles y Transportes por Carretera

# LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA

## TRAMO CALATAYUD-RICLA. SUBTRAMO 1A

### ENSAYOS POINT LOAD SOBRE MUESTRAS DEL TÚNEL DE MARIVELLA



getinsa INARSA INGEOTEC S.A.

Mayo de 1997

## 1.INTRODUCCIÓN

A petición de GEINGE U.T.E; ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN DE OBRA DEL SUBTRAMO 1 A, DEL TRAMO CALATAYUD-RICLA DEL T.A.V.,se han realizado ensayos de carga puntual para determinar la resistencia en muestras tomadas en el frente de excavación del túnel de Marivella, en el P.K. 4+856 , a 100 m. desde la boca norte, y en la trinchera Sur del mismo, en el P.K. 4+390 (Mayo de 1997).

El ensayo se ha efectuado con una prensa ROBERTSON de 5 Tn de carga máxima. La compresión puntual es aplicada mediante dos puntas cónicas (con un ángulo de cono de 60°) de acero, rematadas con unas semiesferas de 5 mm de radio. La carga se aplica mediante un gato de aceite accionado a mano y se miden tanto la fuerza que produce la rotura de la probeta como la distancia entre las puntas.

El ensayo puede realizarse sobre varios tipos de probeta (testigo de sondeo o bloque irregular) y con diferente orientación del eje de carga con respecto al eje largo de la muestra (diametral o axial), realizándose las correcciones oportunas para que el parámetro de resistencia obtenido sea equivalente en las distintas muestras ensayadas.

El objetivo de este primer informe de ensayos point-load es la determinación del rango de valores de resistencia y la variabilidad que presentan los materiales atravesados por el túnel de Marivella, con el fin de valorar las necesidades de realización de ensayos de carga puntual, suficientes para realizar una caracterización geomecánica contínua de los terrenos atravesados por el túnel, a la vista de las distintas fácies típicas presentes (principalmente en cuanto al grado de cementación).

Matriz limoarcillosa de color ocre amarillento.

Muestra 4

Ortoconglomerado arenolimoso polimíctico, con esqueleto constituido por clastos de pizarra y cuarcita. Mal seleccionado. Esqueleto polimodal (0,5-7 cm.). Cemento pelicular ferruginoso y calcáreo y silíceo, en mosaico. Estructura masiva. Matriz arenolimosa de color ocre.

Muestra 5

Ortoconglomerado arenoarcilloso monomíctico, de cuarcita, con algún canto de filita. Cementación (calcárea y silícea) media. Selección baja. Esqueleto polimodal, entre 0,5 y 5,5 cm. Centil: 5,5 cm. Humedad natural media-alta.

Muestra 6

Ortoconglomerado limoarcilloso polimíctico con esqueleto constituido por gravas de pizarra y cuarcita. Presenta alta cohesividad y cementación débil. Moda esqueleto: 1 cm. Centil: 4,5 cm. Selección media. Estructura masiva. Alta humedad natural. Matriz limoarcillosa de color ocre amarillento.

Muestra 7

Ortoconglomerado arenoarcilloso polimíctico, con esqueleto constituido por gravas de cuarcita y pizarra (con predominio de cuarcita). Presenta alta cohesión y cementación débil. Estructura masiva. Selección baja. Polimodal (0,5 a 7 cm). Centil 7 cm. Humedad natural alta.

Muestra 5 A

Marga limoarenosa. Fracción limo compuesta principalmente por cuarzo, cementado por esparita de $CO_3Ca$. Centil de los terrígenos 3,5 mm. Roca masiva y compacta, con cementación media a fuerte, con disyunción en capas concéntricas. Alta humedad natural. Color gris azulado claro y ocre rojizo en veteado alternante, por procesos de marmorización. sin contenido fosilífero.

Muestra 6 A

Marga limosa. Fracción limo compuesta principalmente por cuarzo. Contiene frecuentes terrígenos (fragmentos de pizarra, arenisca, cuarcita, etc...), subredondeados a redondeados, dispersos en la matriz margosa, de tamaño arena gruesa a muy gruesa y ocasional grava fina (centil 9 mm.). Localmente, en pasadas de espesor milimétrico, el contenido en arena es superior al 50 % (areniscas). Cementación fuerte de esparita de carbonato cálcico. Roca compacta y masiva, sin estructuras sinsedimentarias. Color blanco sucio, grisáceo, algo verdoso. Sin fósiles.

Muestra 6 B

Arenisca calcárea o marga arenosa, de grano fino a muy grueso (baja granoselección), con fracción arena media-gruesa más frecuente, (fragmentos de pizarra y cuarcita), practicamente en contacto. Centil 10 mm. Cementación carbonática fuerte. Color blanco y ocre-rosado por zonas. Roca compacta y masiva, sin estructuras sinsedimentarias.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS

En el siguiente cuadro figuran los resultados obtenidos en el ensayo point-load:

| Muestra | L (mm) | D (mm) | W (mm) | De (mm) | F | P (KN) | Is (MPa) | Is50(MPa) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 65 | 70 | 112.5 | 100.1351 | 1.3667 | 12 | 1.1967 | 1.6356 | Conglomerado de cementación media-débil |
| 2 | 65 | 60 | 110 | 91.6642 | 1.313 | 2 | 0.238 | 0.3124 | Suelo detrítico cohesivo |
| 3 | 55 | 70 | 95 | 92.0178 | 1.3155 | 2 | 0.2362 | 0.3107 | Suelo detrítico cohesivo |
| 4 | 50 | 80 | 80 | 90.2716 | 1.3043 | 6.5 | 0.7976 | 1.0403 | Conglomerado de cementación débil |
| 5 | 95 | 85 | 100 | 104.0329 | 1.3902 | 7 | 0.6467 | 0.899 | Conglomerado de cementación débil |
| 6 | 55 | 80 | 95 | 98.3712 | 1.3558 | 3.25 | 0.3358 | 0.4553 | Suelo detrítico cohesivo |
| 7 | 60 | 80 | 70 | 84.4414 | 1.2659 | 2 | 0.2804 | 0.355 | Suelo detrítico cohesivo |
| 5 A | 130 | 105 | 115 | 123.99 | 1.5045 | 6 | 0.3902 | 0.5871 | Marga limoarenosa |
| 6 A | 110 | 58 | 67.5 | 70.6 | 1.1678 | 8 | 1.605 | 1.8743 | Marga limosa |
| 6B | 120 | 49 | 90 | 74.93 | 1.1994 | 4 | 0.7124 | 0.8545 | Arenisca calcárea |

Las muestras ensayadas tienen carácter masivo (sin imbricación, gradación, estratificación, ni laminaciones), por lo que los resultados del ensayo no dependen de la orientación del eje de presión, no siendo necesario determinar el índice de anisotropía.

No existe un factor invariable de correlación entre la resistencia a compresión simple y el parámetro Is(50) obtenido en los ensayos de carga puntual, sino que este depende del tipo de roca ensayada.

En general, por nuestra experiencia, la relación R.C.S/Is(50) son, para distintos tipos de rocas, las siguientes:

| LITOLOGÍA | R.C.S | R.C.S/Is(50) |
|---|---|---|
| Roca ígnea compacta | media-alta | 20-25 |
| Rocas metamórficas foliadas | media-alta | 16-22 |
| Rocas metamórficas foliadas | baja | 12-16 |
| Rocas calcáreas bien cementadas | media-alta | 18-24 |
| Rocas sedimentarias bien cementadas | baja | 10-15 |
| Rocas sedimentarias mal cementadas | baja | 6-10 |

Estos factores de correlación varían ligeramente con respecto al valor fijo de 25 propuesto por BIENIAWSKI para rocas masivas y compactas.

En cualquier caso hay que tener en cuenta los distintos factores que pueden influir en el resultado obtenido (litología, relación entre la orientación de la carga aplicada y la orientación de los planos de debilidad de la roca, tipo de rotura,etc...), a la hora de correlacionar distintos ensayos.

Aplicando respectivamente los rangos de factor de correlación Co/Is(50) 6-10, correspondiente a "rocas sedimentarias mal cementadas", para las muestras 1-7 y 15-18 (entre "calcárea bien cementada" y "sedimentaria bien cementada"), para las muestras 5 A, 6 A y 6 B, los valores de resistencia a compresión deducidos a

partir de los ensayos point-load, son los siguientes:

| MUESTRA | R.C.S. MÍNIMA ($kg/cm^2$) | R.C.S. MÁXIMA ($Kg/cm^2$) |
|---|---|---|
| 1 | 98,136 | 163,56 |
| 2 | 18,744 | 31,24 |
| 3 | 18,642 | 31,07 |
| 4 | 62,418 | 104,03 |
| 5 | 53,94 | 89,90 |
| 6 | 27,318 | 45,53 |
| 7 | 21,03 | 35,50 |
| 5 A | 88,065 | 105,678 |
| 6 A | 281,145 | 337,374 |
| 6 B | 128,175 | 153,81 |

Se observa que las muestras 2, 3, 6 y 7, correspondientes a suelos o roca muy blanda, detríticos, cohesivos, sin cementación o con cementación local muy débil en torno a los clastos mayores del esqueleto, presentan resistencias comprendidas entre 18 y 27 $Kg/cm^2$ (tomando como factor de correlación 6) y entre 31 y 45 $Kg/cm^2$ con factor de correlación 10.

Las muestras 4 y 5, correspondientes a ortoconglomerados débilmente cementados, presentan valores de RCS deducidos comprendidos entre 54-62 $Kg/cm^2$ (factor de correlación 6) y 90-104 $Kg/cm^2$ (factor de correlación 10).

En la muestra 1, correspondiente a una parabrecha con cementación media, se ha obtenido un valor de RCS comprendido entre 98 y 165 $Kg/cm^2$, según el factor de correlación utilizado.

Por último, las muestras 5 A y 6 B corresponden a margas arenosas y/o limoarenosas, con R.C.S deducidas comprendidas entre 88 y 154 $Kg/cm^2$, mientras que la muestra 6 A es una marga o margocaliza fuertemente cementada, obteniéndose una resistencia de 281-337 $kg/cm^2$. Hay que indicar que las fácies carbonatadas de las que se han extraido las muestras 5 A, 6 A y 6 B, afloran en las trincheras de la boca sur a cota límite avance-destroza, no siendo atravesadas probablemente por el túnel, o unicamente de forma muy local.

Hay que indicar que mientras que en las muestras 2, 3, 6 y 7 la superficie de rotura sigue los contornos de los clastos mayores a favor de una cementación incipiente pelicular ferruginosa y/o carbonática y silícea, en mosaico, y puede ser neta o múltiple, en las muestras 1, 4 y 5, esta rompe la muestra en dos fragmentos equidimensionales a través de la matriz y de cantos de cuarcita sanos, indicando una menor diferencia de competencia relativa entre el esqueleto y la pasta , debido al grado de cementación de las mismas,adquirido durante la diagénesis.

Para confirmar éstos resultados, que parecen tener una clara relación con el grado de cementación y con la relación porcentual entre el esqueleto (gravas de cuarcita y pizarra) y la pasta (matriz de arena y finos, y cemento carbonático, silíceo y ferruginoso), que presentan las distintas fácies que aparecen en el frente de excavación, es conveniente la toma sistemática de muestras y rotura por carga puntual de las mismas como uno de los factores necesarios para la caracterización geomecánica de los terrenos atravesados por el túnel, y para determinar la frecuencia de aparición de las distintas fácies, con grado de cementación y estructura variables.

De este modo, se irán ensayando al menos una muestra representativa de cada tipo de fácies que aparezca en los frentes de excavación diarios, siempre que presenten un grado de cementación y/o cohesión mínimo que permita la realización del mismo, lo que posibilitará, a la vista de los levantamientos geológicos

realizados por el geólogo de la asistencia técnica, una estimación del porcentaje de terrenos con distintas resistencias típicas que aparecen en el frente, así como su ubicación en la sección.

# FICHAS DE ENSAYO

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 1 | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque irregular de L 6,5 cm.; W 11,25 cm. y diámetro 7 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

P.K. 4+856

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Parabrecha arenolimosa calcárea, polimíctica, con esqueleto constituido por gravas de cuarcita y pizarra sanas a algo meteorizadas. Moda esqueleto: 3-5 mm. Centil: 3 cm. Selección baja-media. Estructura masiva (sin imbricaciones, laminación, etc...). Matriz constituida por arena y limo, de color ocre. Cemento ferruginoso pelicular y silíceo y carbonático, en mosaico. Cementación media (roca moderadamente consistente).

## ROTURA

Rompe a 12 KN. en 4 fragmentos 8x7x3 cm.

## OBSERVACIONES

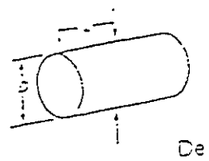
Rompe a través de la matriz y de los clastos mayores del esqueleto.

GEINGE UTE

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUAL

REF. MUESTRA: 1

## ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

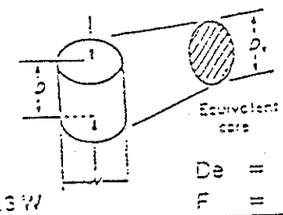


~ D=D
~ D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

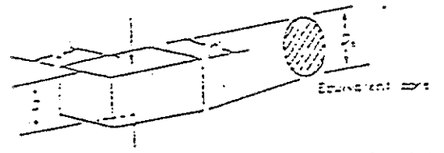



~ D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

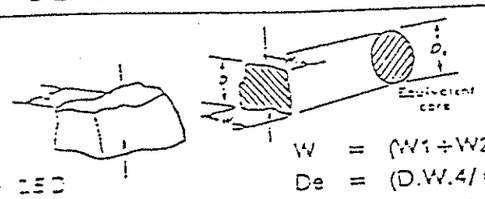



~ D=D
~ D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




~ D=D
~ D > 0,3 W

W = (W1 + W2) / 2
De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

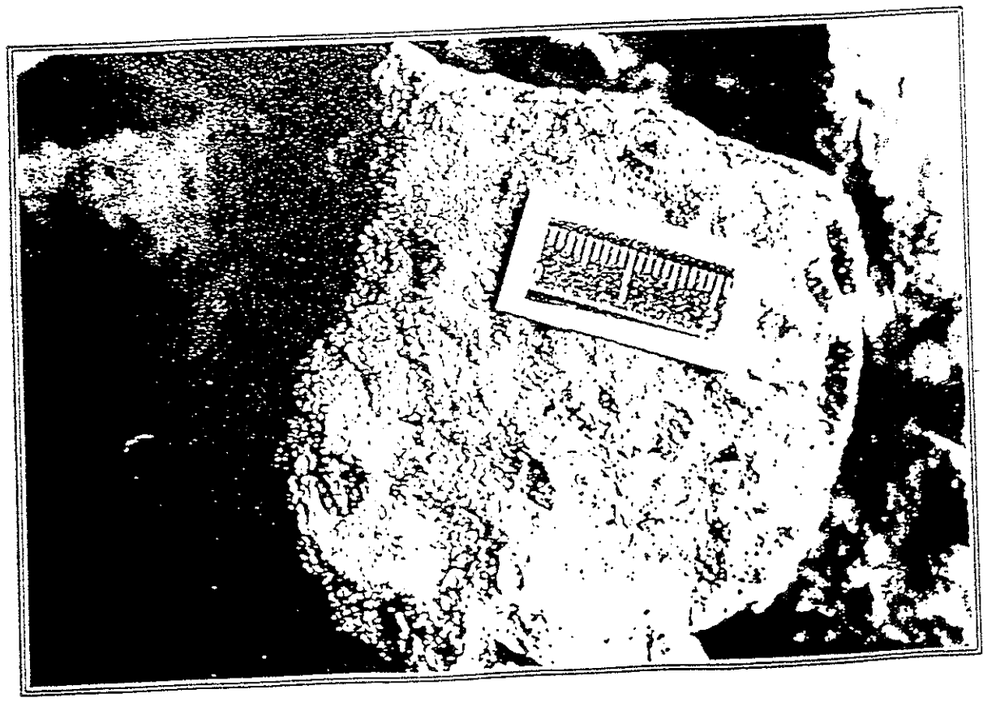
| | | |
|---|---|---|
| L | 65 | mm |
| D | 70 | mm |
| W1 | 100 | mm |
| W2 | 125 | mm |
| W | 112,5 | mm |
| De | 100,1351 | mm |
| F | 1,3667 | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 12 | kN |
| ÍNDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | 1,1967 | Mpa |
| ÍNDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 1,6356 | Mpa |

OBSERVACIONES.

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03

ASPECTO DE LA ROTURA



DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 2 | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque regular de L 6,5 cm.; W 11 cm. y diámetro 6 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

P.K. 4+856

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Orto conglomerado limoarcilloso polimíctico, con esqueleto constituido por cantos de pizarra, cuarcita, caliza y/o dolomía y arenisca. Presenta alta cohesividad y cementación débil. Moda esqueleto: 6-10 mm. Centil esqueleto: 3,5 cm. Selección media-alta. Estructura masiva. Alta humedad natural. Matriz limoarcillosa de color ocre amarillento.

## ROTURA

Rompe a 2 KN. en 2 fragmentos equidimensionales. Rotura neta.

## OBSERVACIONES

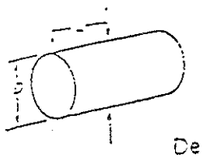
Rompe a través de la matriz y del contorno de los clastos mayores del esqueleto.

-

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUAL

REF. MUESTRA: 2

## ☐ ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

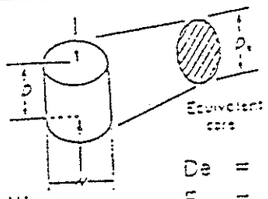


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ☐ ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

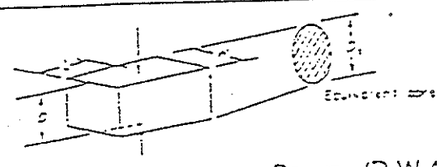



W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ☒ ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

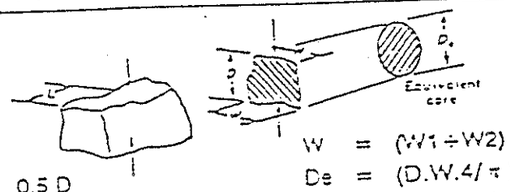



L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | 65 | mm |
| D | 60 | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | 110 | mm |
| De | 91,6642 | mm |
| F | 1,3130 | - |

## ☐ ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

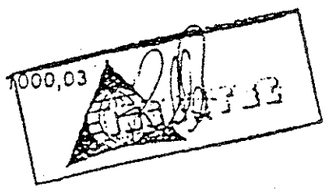
W = (W1 + W2) / 2
De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

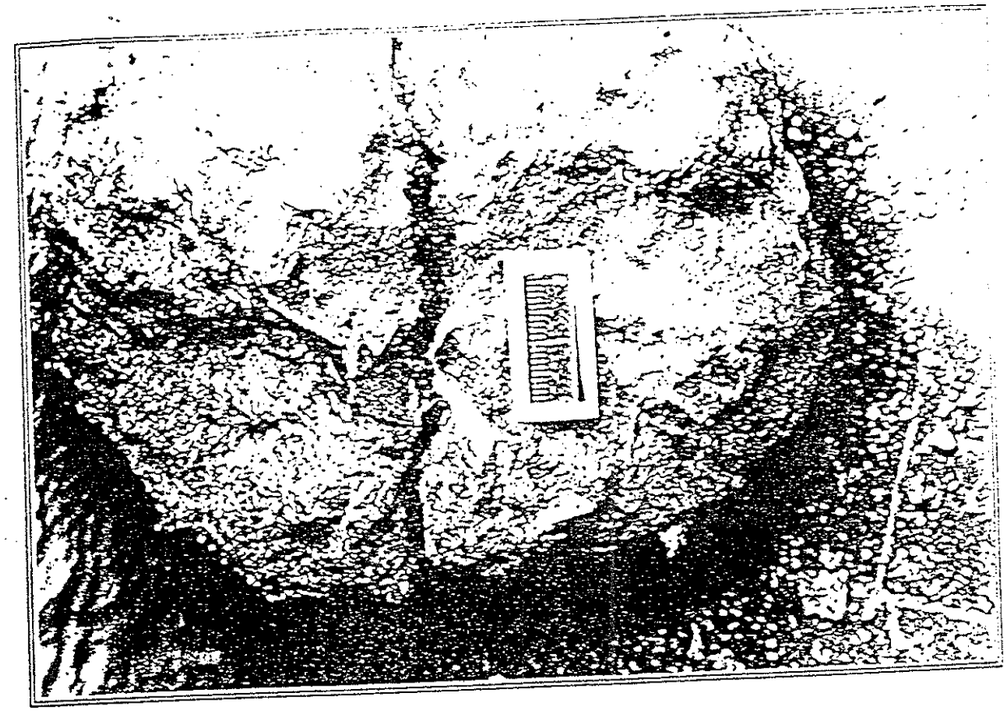
| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 2 | kN |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | 0,2380 | Mpa |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 0,3124 | Mpa |

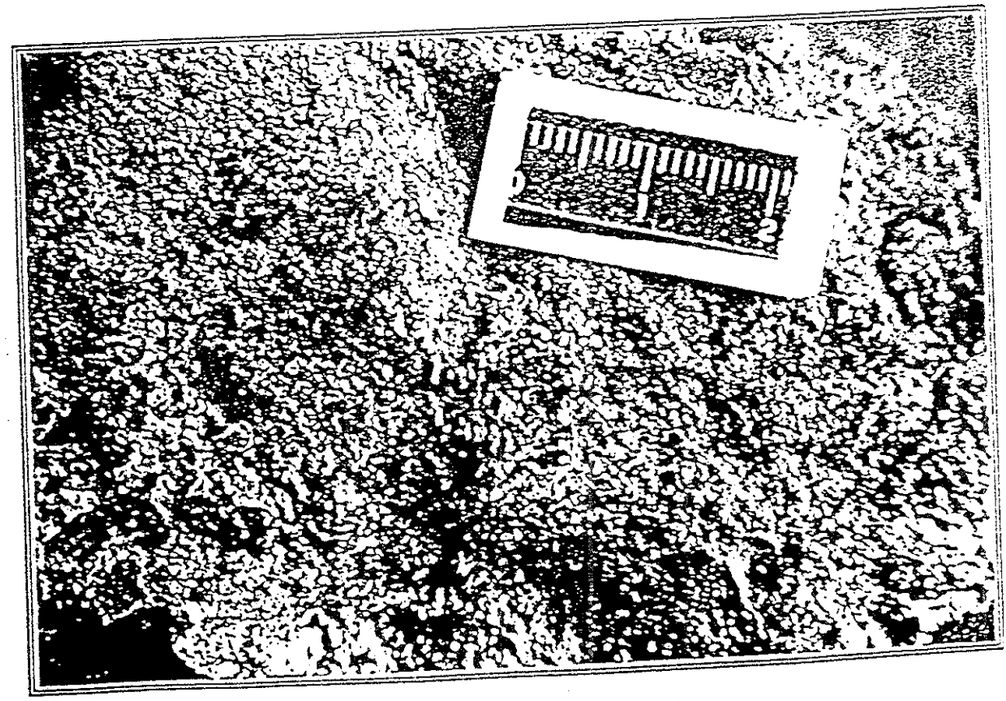
OBSERVACIONES.

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03





ASPECTO DE LA ROTURA



DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 3 | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque irregular de L 5,5 cm.; W 9,5 cm. y diámetro 7 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

P.K. 4+856

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Ortoconglomerado limoarcilloso polimíctico, con esqueleto constituido por cantos de pizarra y cuarcita, principalmente. Presenta alta cohesividad y cementación débil. Moda esqueleto: 6-10 mm. Centil esqueleto: 6 cm. Selección media. Estructura interna masiva, sin imbricación de los clastos. Alta humedad natural. Matriz limoarcillosa de color ocre amarillento.

## ROTURA

Rompe a 2 KN. a favor de contorno de grava de cuarcita de 6x5x2 cm. Rompe en un fragmento principal de 12x8x6 cm. y 4 de 6x5x2 cm.

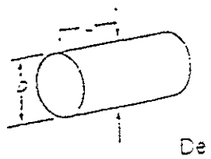
## OBSERVACIONES

Rompe a través de la matriz y del contorno de los clastos mayores del esqueleto.

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUAL

REF. MUESTRA: 3

☐ ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

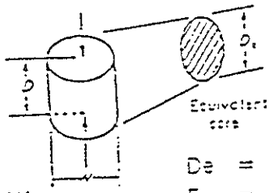


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

☐ ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

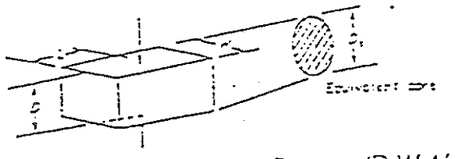



W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

☐ ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

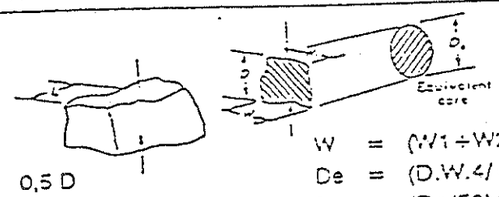



L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

☐ ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

W = (W1 + W2) / 2
De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

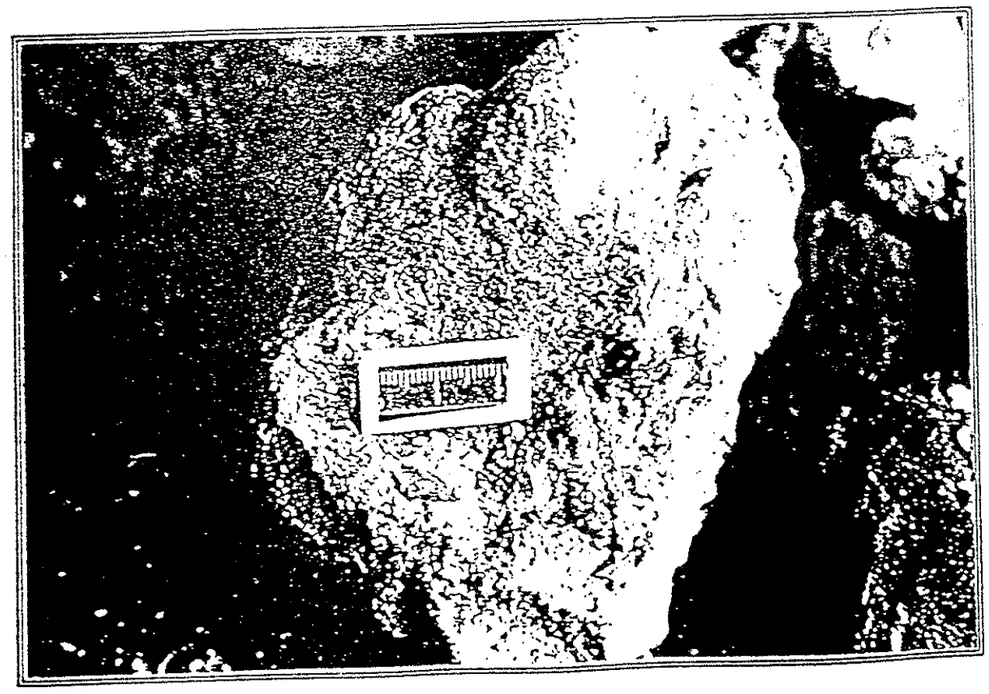
| | | |
|---|---|---|
| L | 55 | mm |
| D | 70 | mm |
| W1 | 100 | mm |
| W2 | 90 | mm |
| W | 95 | mm |
| De | 92,0178 | mm |
| F | 1,3155 | - |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | : | 2 | kN |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | : | 0,2362 | Mpa |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | : | 0,3107 | Mpa |

OBSERVACIONES.

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,00

ASPECTO DE LA ROTURA



DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 4 | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque regular de L 5 cm.; W 8 cm. y diámetro 8 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

P.K. 4+856

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Ortoconglomerado arenolimoso polimíctico, con esqueleto constituido por clastos de pizarra y cuarcita. Baja selección granulométrica. Esqueleto polimodal (0,5-7 cm.). Cemento pelicular ferruginoso, y calcáreo y silíceo, en mosaico. Estructura interna masiva. Matriz arenolimosa de color ocre.

## ROTURA

Rompe a 6,5 KN. en dos fragmentos equidimensionales. Rotura neta generalmente a través del contacto entre matriz y cemento y clastos del esqueleto de 2-4 cm., y, localmente, a través de grava de 3 cm. de cuarcita sana.

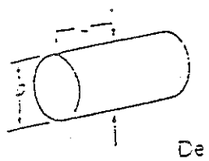
## OBSERVACIONES

INGEOTEC

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUAL

REF MUESTRA: 4

## ☐ ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

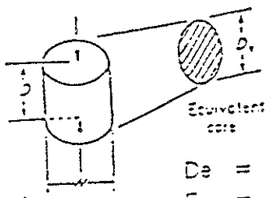


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ☐ ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

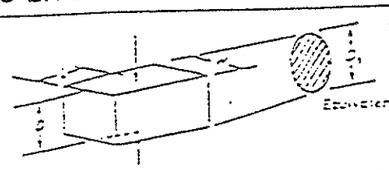



W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ☒ ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

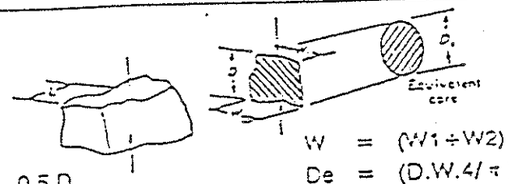



L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | 60 | mm |
| D | 80 | mm |
| W1 | 80 | mm |
| W2 | 80 | mm |
| W | 80 | mm |
| De | 90,2716 | mm |
| F | 1,5043 | - |

## ☐ ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

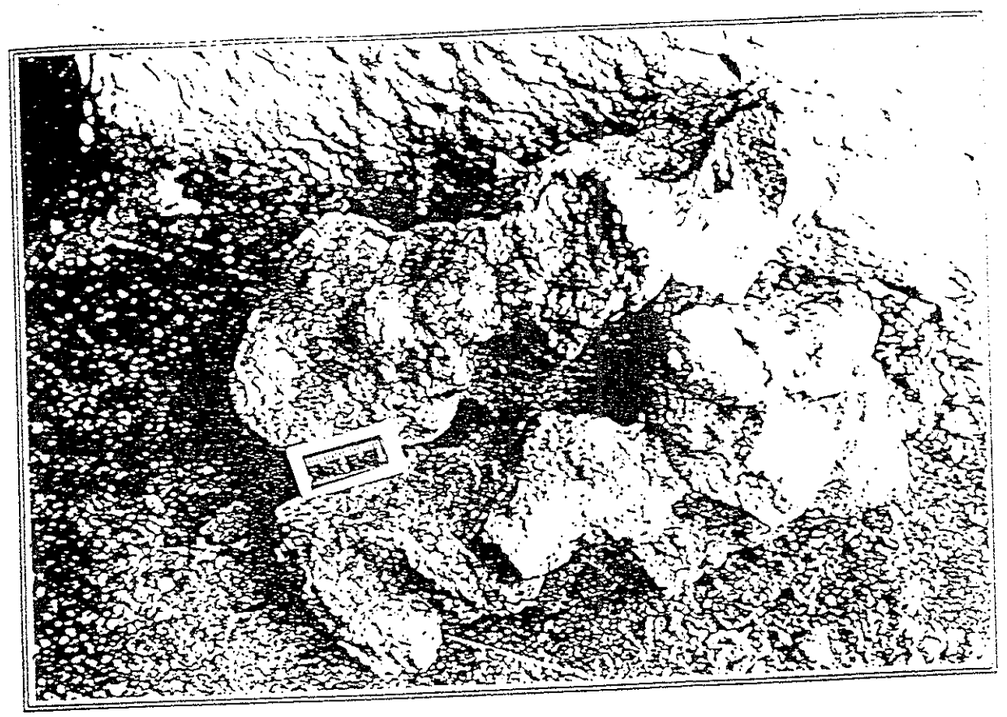
W = (W1 ÷ W2) / 2
De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

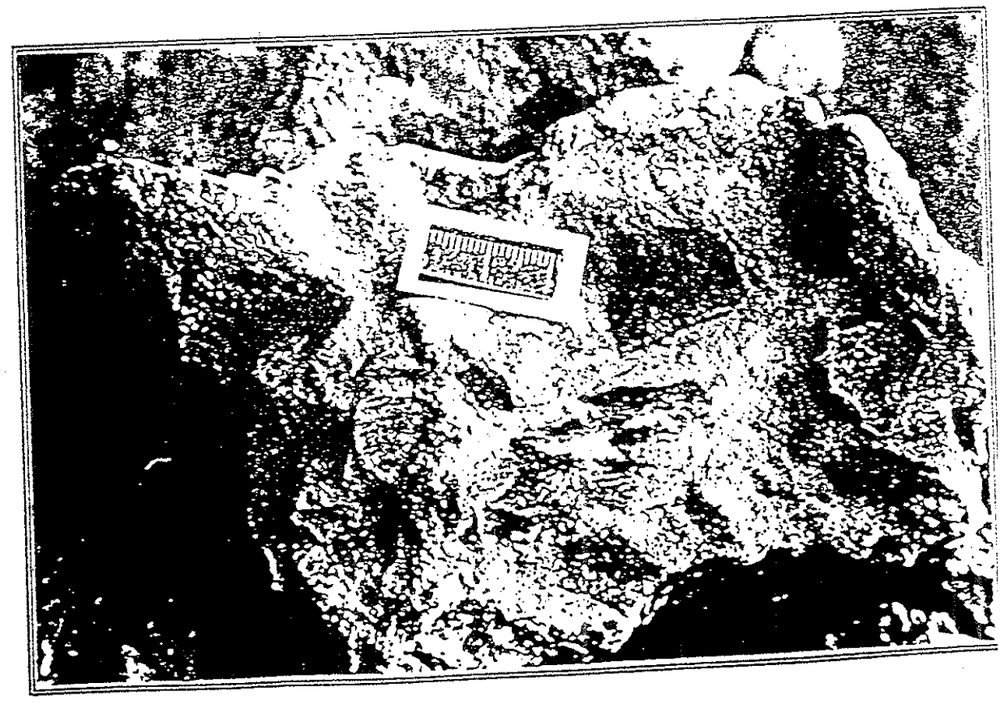
| | | | |
|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 6,5 | kN |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | 0,7976 | Mpa |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 1,0403 | Mpa |

OBSERVACIONES.

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03



ASPECTO DE LA ROTURA



DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 5 | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque regular de L 9,5 cm.; W 10 cm. y diámetro 8,5 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

P.K. 4+856

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Orioconglomerado arenoarcilloso monomíctico, con esqueleto constituido por clastos de cuarcita, con algún canto de pizarra. Baja selección granulométrica. Esqueleto polimodal (0,5-5,5 cm.). Cementación (calcárea y silícea) media. Estructura interna masiva. Matriz arenoarcillosa de color ocre. Humedad natural media-alta.

## ROTURA

Rompe a 7 KN. en dos fragmentos equidimensionales. Rotura neta, atravesando tanto cantos sanos de cuarcita sana de hasta 2 cm., como el contacto entre la matriz y un clasto de 5,5 cm.

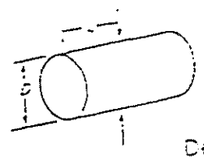
## OBSERVACIONES

GEINGE UTE

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUAL

REF. MUESTRA: 5

☐ ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

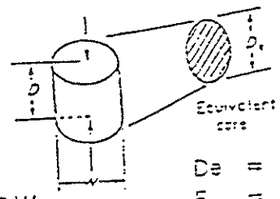


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

☐ ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

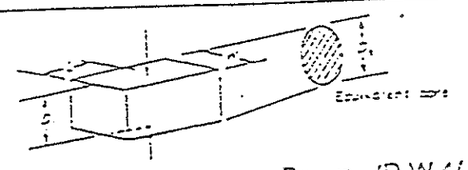



W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

☒ ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

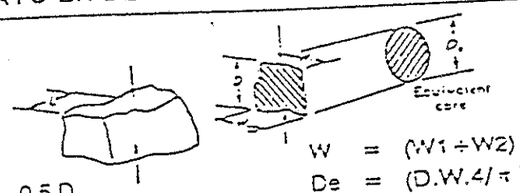



L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | 95 | mm |
| D | 85 | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | 100 | mm |
| De | 101,0329 | mm |
| F | 1,3902 | - |

☐ ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

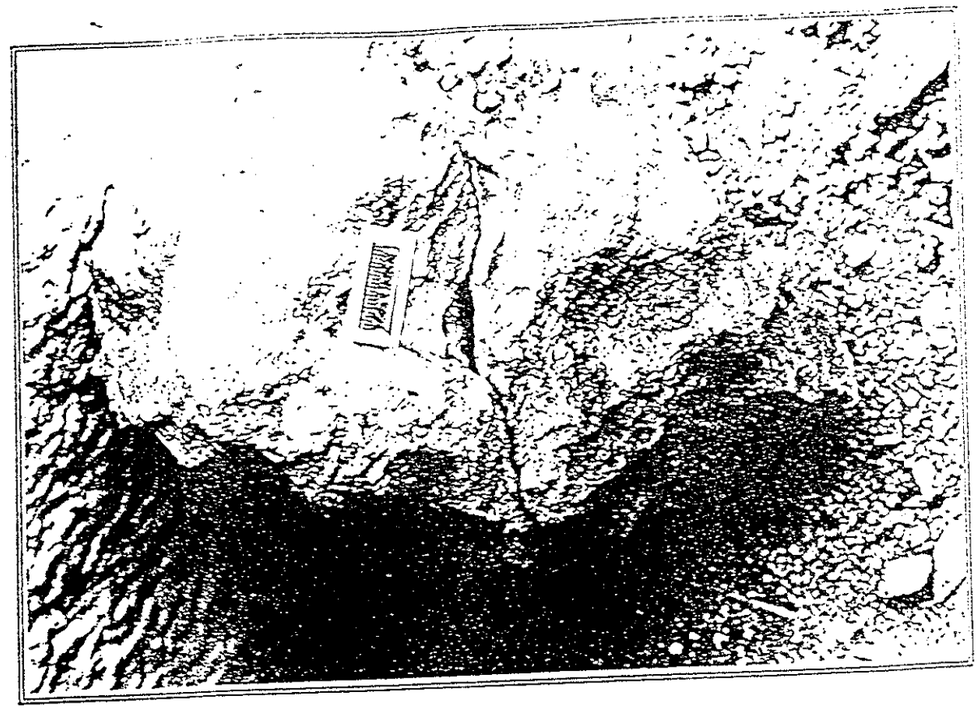
W = (W1 + W2) / 2
De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

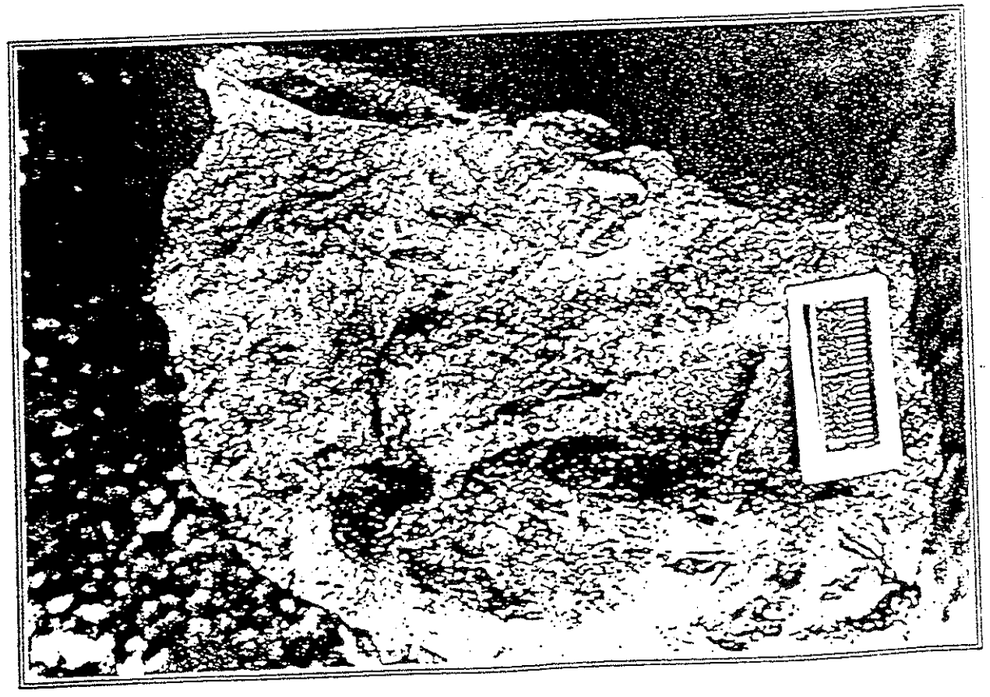
| | | | |
|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 7 | kN |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | 0,6467 | Mpa |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 0,8990 | Mpa |

OBSERVACIONES.

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03



ASPECTO DE LA ROTURA



DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 6 | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque irregular de L 5,5 cm.; W 9,5 cm. y diámetro 8 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

P.K. 4+856

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Onoconglomerado limoarcilloso polimíctico, con esqueleto constituido por gravas de pizarra y cuarcita. Presenta alta cohesión y cementación débil. Selección granulométrica media. Moda esqueleto: 1 cm. Centil. 4,5 cm. Estructura masiva. Alta humedad natural. Matriz limoarcillosa de color ocre amarillento.

## ROTURA

Rompe a 3,25 KN. en dos fragmentos equidimensionales por fractura neta a través de la matriz.

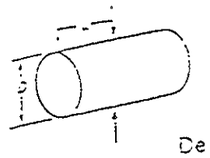
## OBSERVACIONES

-

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUAL

REF. MUESTRA: 6

## ☐ ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

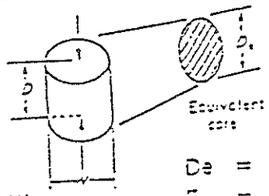


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ☐ ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

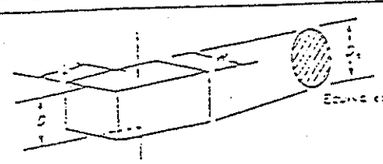


W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ☐ ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

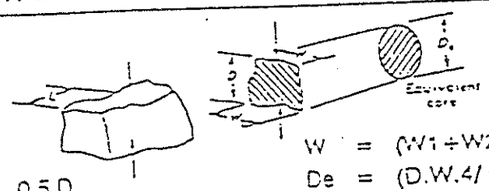


L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ☒ ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR



L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

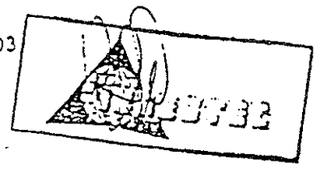
W = (W1 + W2) / 2
De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

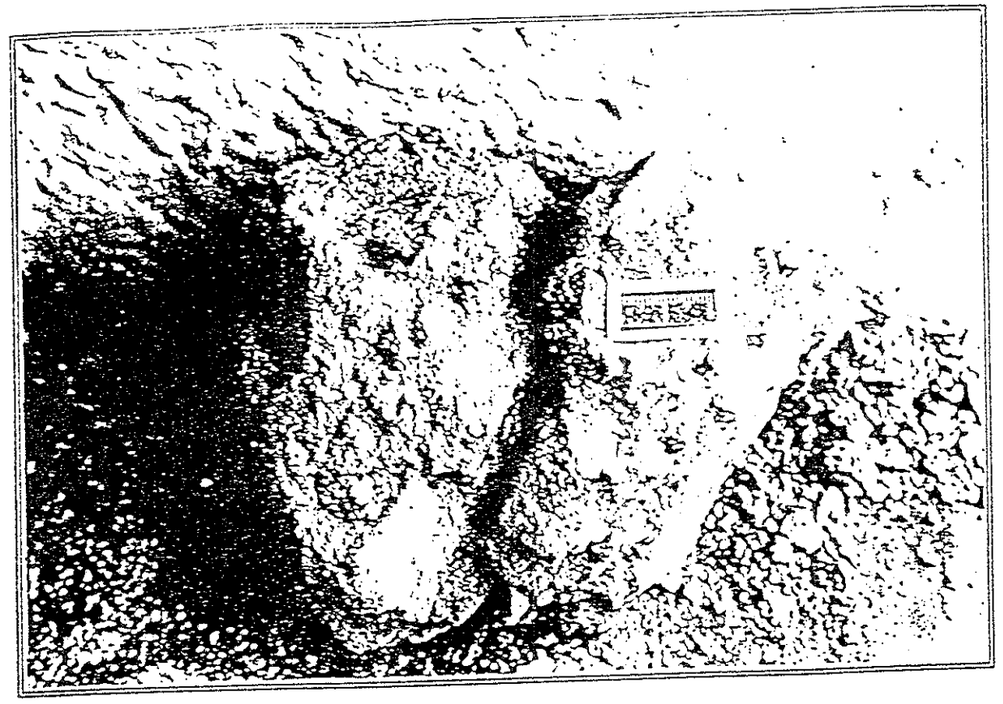
| | | |
|---|---|---|
| L | 55 | mm |
| D | 80 | mm |
| W1 | 100 | mm |
| W2 | 90 | mm |
| W | 95 | mm |
| De | 98,3712 | mm |
| F | 1,3558 | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 3,25 | kN |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | 0,3358 | Mpa |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 0,4553 | Mpa |

OBSERVACIONES.

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03





ASPECTO DE LA ROTURA

DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 7 | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque regular de L 6 cm.; W 7 cm. y diámetro 8 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

P.K. 4+856

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Ortoconglomerado arenoarcilloso polimíctico, con esqueleto constituido por gravas de pizarra y cuarcita (con predominio de cuarcita). Presenta alta cohesión y cementación débil. Selección granulométrica baja. Polimodal (0,5-7 cm.) Estructura masiva. Alta humedad natural.

## ROTURA

Rompe a 2 KN. en dos fragmentos equidimensionales por fractura neta a través de la matriz.

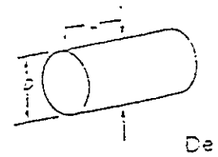
## OBSERVACIONES

GEINGE UTE

## ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUA

REF MUESTRA 7

☐ ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

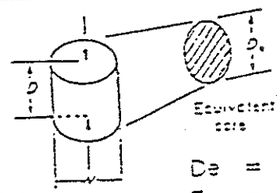


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

☐ ENSAYO AXIÁL EN BLOQUE CILINDRICO

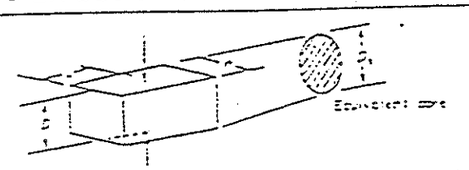



W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

☒ ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

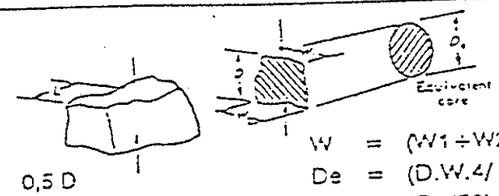



L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | 60 | mm |
| D | 80 | mm |
| W1 | 70 | mm |
| W2 | 70 | mm |
| W | 70 | mm |
| De | 84,4414 | mm |
| F | 1,2659 | - |

☐ ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

W = (W1 + W2) / 2
De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 2 | kN |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | 0,2804 | MPa |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 0,355 | MPa |

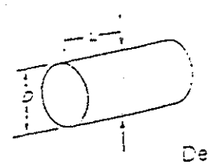
OBSERVACIONES.

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUAL

REF. MUESTRA: 68

## ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

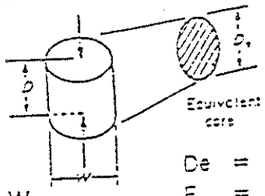


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

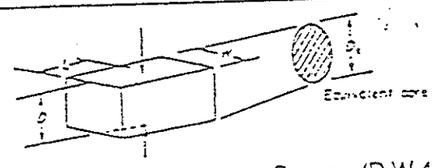



W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

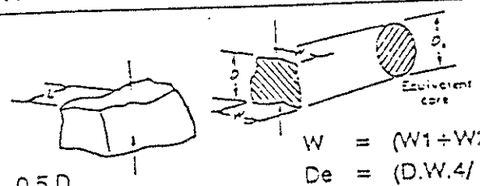



L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## [X] ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

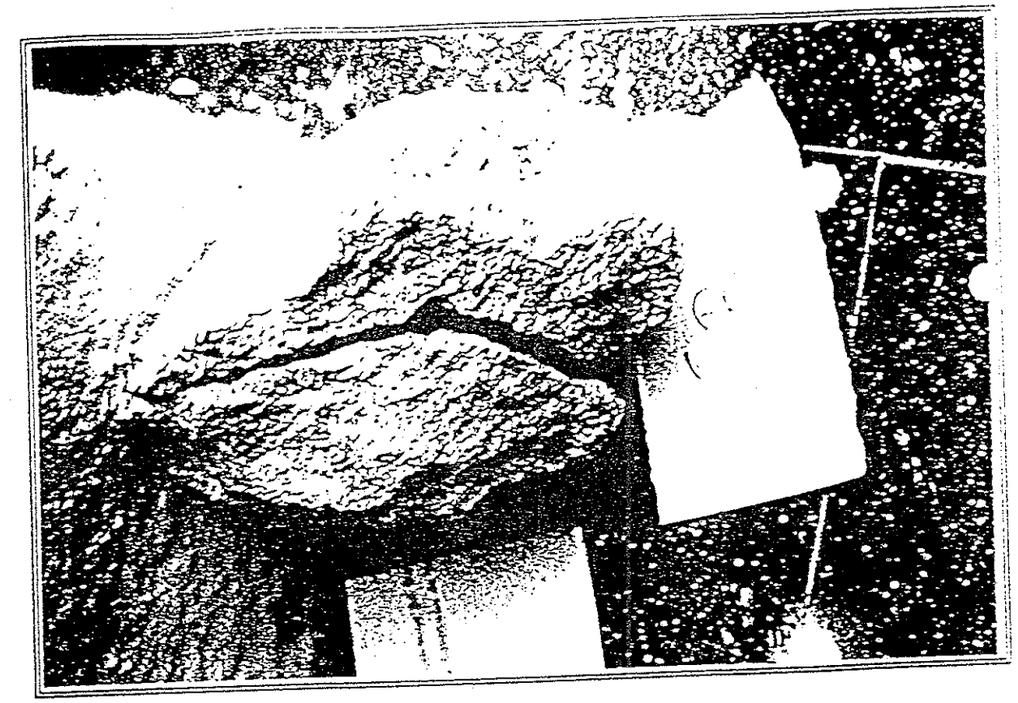
W = (W1 ÷ W2) / 2
De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | 120 | mm |
| D | 49 | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | 90 | mm |
| De | 74,93 | mm |
| F | 1,1994 | - |

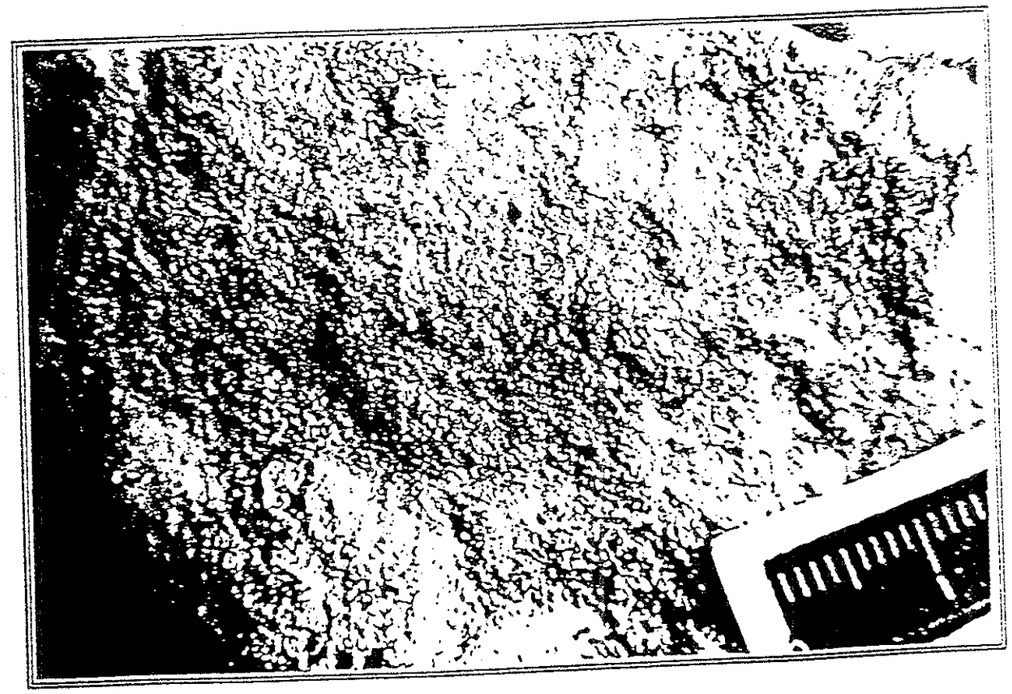
| | | | |
|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 4 | kN |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | 0,7124 | Mpa |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 0,8545 | Mpa |

OBSERVACIONES:

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03



ASPECTO DE LA ROTURA

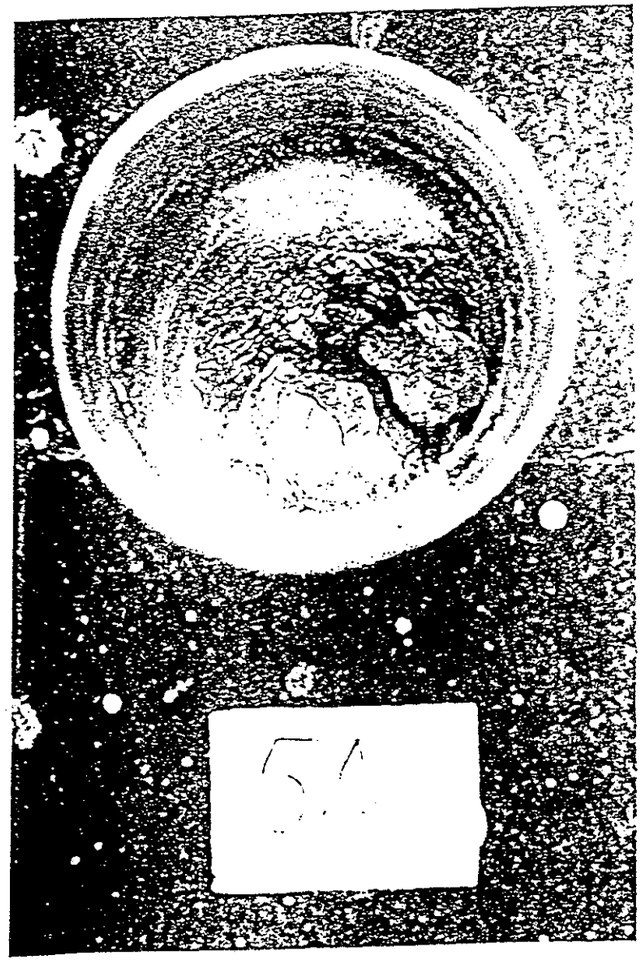


DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte
Dirección General de Ferrocarriles y Transportes por Carretera

# LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA
# TRAMO CALATAYUD-RICLA. SUBTRAMO 1A

## ENSAYOS DE INMERSIÓN TIPO LUTTON SOBRE MUESTRAS DEL TÚNEL DE MARIVELLA



getinsa INARSA Ingenieros S.A.

Junio de 1997

## 1. INTRODUCCIÓN

A petición de GEINGE U.T.E; ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN DE OBRA DEL SUBTRAMO 1 A, DEL TRAMO CALATAYUD-RICLA DEL T.A.V., se han realizado ensayos de inmersión LUTTON para determinar la resistencia a la meteorización (durabilidad), en muestras tomadas en la trinchera sur, P.K. 4+300, (muestras 5A, 5B y 5B') y en el talud frontal, P.K. 4+380 (muestras 6A y 6B) de la boca SO del túnel de Marivella.

Se trata de un ensayo que permite estimar la alterabilidad de las litologías margosas y pizarrosas mediante su inmersión en agua durante 24 horas.

El procedimiento de ensayo es el siguiente:

- Se toman fragmentos irregulares de hasta 50 g. de peso.
- Se desecan a 105° C.
- Se describe y fotografía el estado de la muestra a 1',5',10',30',1h.5h y 24 h.
- Se miden los parámetros físico-químicos del agua (pH, temperatura y gH), al iniciar y finalizar la inmersión de la muestra.

# FICHAS DE ENSAYO

## ENSAYO DE INMERSIÓN LUTTON

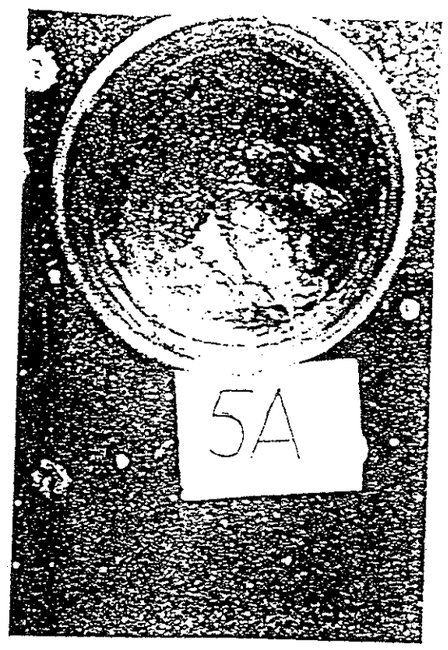
REF. MUESTRA: 5A

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Muestra de 50 g. Marga limoarenosa. Fracción limo compuesta principalmente por cuarzo, practicamente en contacto, cementados por esparita de carbonato cálcico. Centil de los terrígenos 3,5 mm. Roca masiva y compacta, con cementación media a fuerte, con disyunción en capas concéntricas. Alta humedad natural. Color gris azulado claro y ocre rojizo en veteado alternante, por procesos de marmorización. Sin contenido fosilífero.

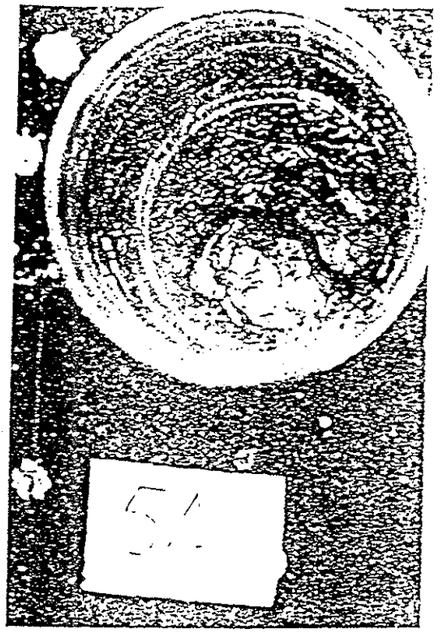
| TIEMPO DE OBSERVACIÓN | ESTADO DE LA MUESTRA |
|---|---|
| 1 min. | Rápida disgregación en masa de partículas arcillo-limosas . Precipitado de 10 g. (20 % de la muestra), quedando cubierto el 50 % del fondo, con espesor medio 3 mm. ( máximo hasta 5 mm.). |
| 5 min. | Continúa rápida disgregación por los bordes de la muestra, con un precipitado de 21 g. (42 % de la muestra), cubriéndose el 60-70 % del fondo, con espesor medio de 5 mm. (máximo 1 cm.). Se abren fisuras (a favor de una de ellas se separa un fragmento de 2 $cm^3$). |
| 10 min. | Disminuye notablemente la velocidad de disgregación, llegando a detenerse aparentemente. Comienza a abrirse una fisura (abertura 0.5 mm.) de lado a lado del fragmento principal de la muestra. |
| 30 min. | Sigue igual. No prosigue la abertura de la fisura abierta a los 10 min. |
| 1 h. | Sigue igual. |
| 5 h. | Sigue igual. |
| 24 h. | Se separa un fragmento de 2x1x0,4 cm. Además, del fragmento principal (de dimensiones 4x2x0.6 cm) se separan 2 fragmentos de 0,8x0,7x0.2 cm. Ha quedado cubierto el 100 % del fondo con espesor máximo 1 cm., y medio 4 mm. Se ha disgregado el 50 % de la muestra en partículas limoarcillosas o agregados de limos y arcillas menores de 1 cm. A las 48 h. sigue igual. |

| CARACTERÍSTICAS DEL AGUA | CARACTERÍSTICAS DEL PRECIPITADO |
|---|---|
| pH INICIAL: 8,0<br><br>pH FINAL: 8,1<br><br>DUREZA INICIAL: 2<br><br>DUREZA FINAL: 4<br><br>TEMPERATURA: 19°C | GRANULOMETRÍA : Partículas individuales correspondientes a la fracción menor de 0,625 mm. (limos y arcillas). Agregados laminares de partículas tamaño limo y arcilla de longitud máxima 1 cm.<br>COMPOSICIÓN: limos y arcillas carbonatados.<br>COLOR: El original de la muestra. Veteado gris y rojizo. Sinsedimentario (facies marmorizadas). |

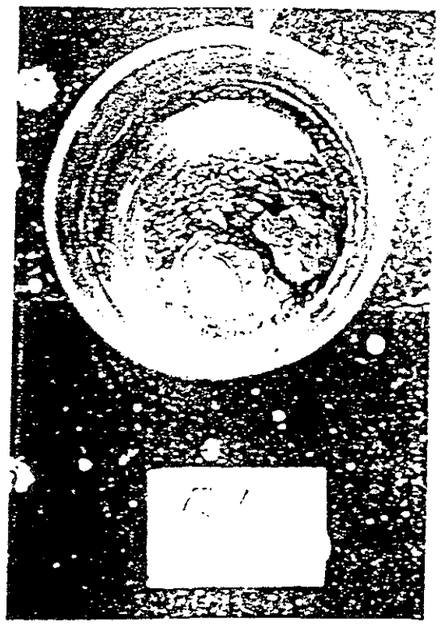
| COMPORTAMIENTO DE LA ROCA | ÍNDICE LUTTON ($I_j$) |
|---|---|
| Desagregación de una pila de láminas | 1 |
| Rotura rápida formando muchos fragmentos | 2 |
| Rotura lenta formando pocos fragmentos | 3 |
| Rotura rápida desarrollando varias fracturas | 4 |
| Rotura lenta desarrollando pocas fracturas | 5 |
| Sin cambios | 6 |



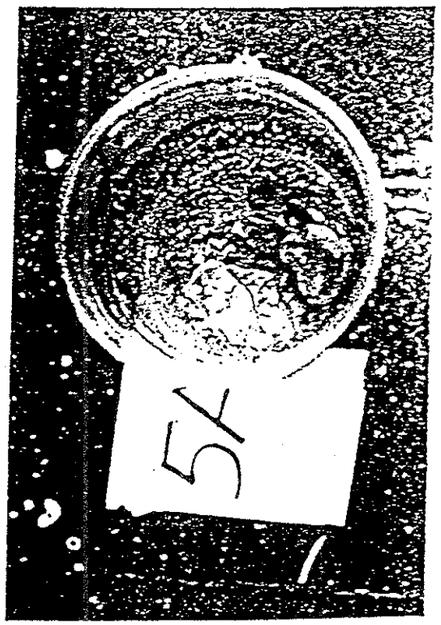

TIEMPO DE INMERSIÓN 10 MIN.



TIEMPO DE INMERSIÓN 30 MIN.



TIEMPO DE INMERSIÓN 1 HORA




TIEMPO DE INMERSIÓN 24 HORAS

# ENSAYO DE INMERSIÓN LUTTON

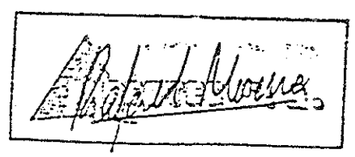
REF. MUESTRA: 5B

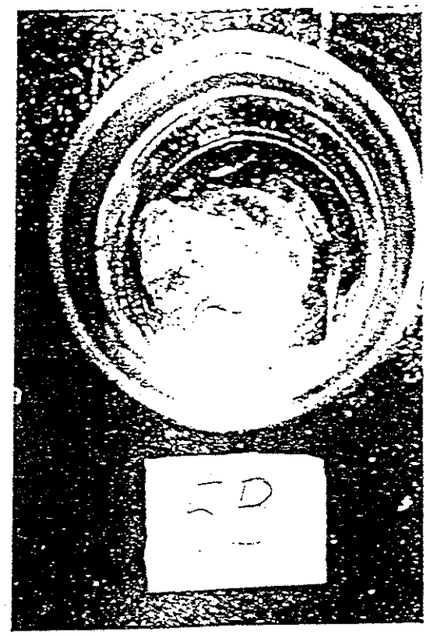
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Muestra de 45 g. Marga arenosa. Fracción arenosa de grano muy fino a fino, compuesta principalmente por cuarzo, practicamente en contacto, cementados fuertemente por esparita de carbonato cálcico. Abundantes granos de arena muy gruesa (1-2 mm.) de pizarra y cuarcita, subredondeados. Centil de los terrígenos 10 mm. Roca masiva y compacta. Baja humedad natural. Baja porosidad. Color blanco, rosado por zonas. Sin fósiles.

| TIEMPO DE OBSERVACIÓN | ESTADO DE LA MUESTRA |
|---|---|
| 1 min. | Se disgregan unas pocas partículas (< 10) de tamaño < 2 mm. Fondo limpio. |
| 5 min. | Sigue igual. No progresa la alteración. |
| 10 min. | Continúa igual. |
| 30 min. | Continúa igual. |
| 1 h. | Sigue igual. |
| 5 h. | Sigue igual. |
| 24 h. | Se han disgregado 5 partículas planas de dimensión máxima 4-10 mm. En el fondo queda un precipitado de 1 $cm^2$, sin espesor (< 1 mm.) de partículas < 0.25 mm. (arena de grano medio). Precipitado de 1 % del total de la muestra. |

| CARACTERÍSTICAS DEL AGUA | CARACTERÍSTICAS DEL PRECIPITADO |
|---|---|
| pH INICIAL: 8,0<br>pH FINAL: 8,1<br>DUREZA INICIAL: 2<br>DUREZA FINAL: 8<br>TEMPERATURA: 19°C | GRANULOMETRÍA : Fracción arenosa escasa (ver descripción del estado de la muestra a las 24 horas)..<br>COMPOSICIÓN: marga arenosa y arenas finas-medias.<br>COLOR: El original de la muestra. Sin alteraciones (no se observan procesos de meteorización química). |

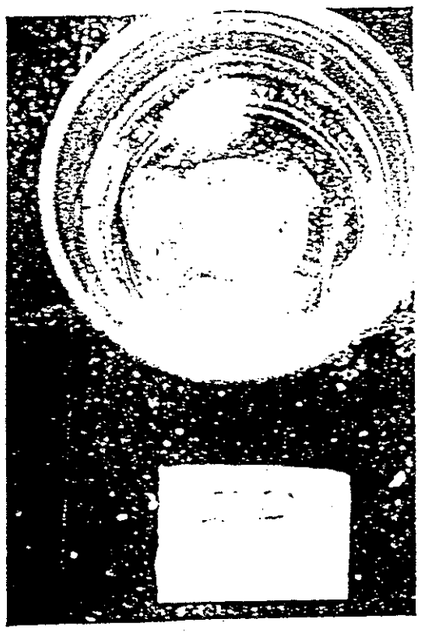
| COMPORTAMIENTO DE LA ROCA | ÍNDICE LUTTON ($I_j$) |
|---|---|
| Desagregación de una pila de láminas | 1 |
| Rotura rápida formando muchos fragmentos | 2 |
| Rotura lenta formando pocos fragmentos | 3 |
| Rotura rápida desarrollando varias fracturas | 4 |
| Rotura lenta desarrollando pocas fracturas | 5 |
| Sin cambios | 6 |



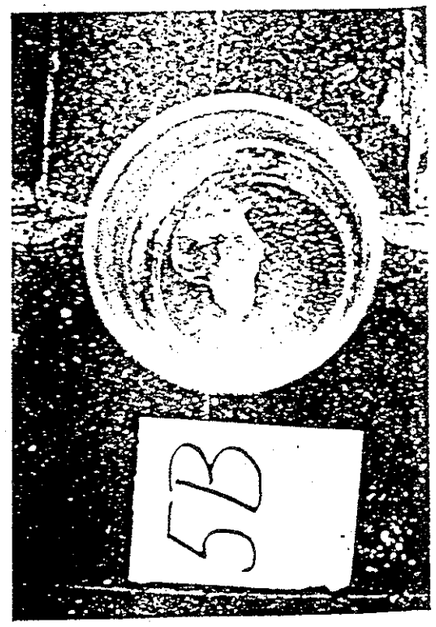



TIEMPO DE INMERSIÓN 10 MIN.

TIEMPO DE INMERSIÓN 30 MIN.



TIEMPO DE INMERSIÓN 1 HORA




TIEMPO DE INMERSIÓN 24 HORAS

# ENSAYO DE INMERSIÓN LUTTON

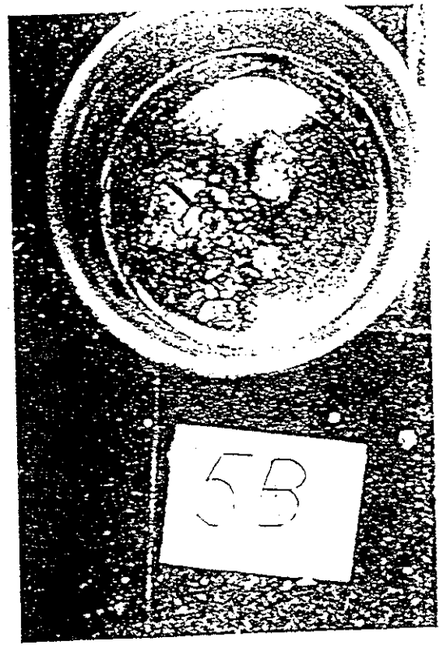
REF. MUESTRA: 5 B'

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Muestra de 55 g. Marga limoarcillosa sin terrígenos (sólo arena fina muy ocasional). Roca masiva y blanda. Alta humedad natural.. Color gris algo verdoso. Sin fósiles.

| TIEMPO DE OBSERVACIÓN | ESTADO DE LA MUESTRA |
|---|---|
| 1 min. | Rápida disgregación en masa de partículas arcillo-limosas . Precipitado de 10 g. (20 % de la muestra), quedando cubierto el 50 % del fondo, con espesor medio 3 mm. ( máximo hasta 5 mm.). Se separa un fragmento de 1 $cm^3$. |
| 5 min. | Progresa la alteración rápidamente, quedando el 40 % de la muestra disgregada en fragmentos milimétricos. El resto se separa en tres fragmentos equidimensionales y otros fragmentos menores, de hasta 1 cm. de dimensión máxima. |
| 10 min. | Entre 5 y 10 minutos ha disminuido notablemente la velocidad de disgregación, quedando tres fragmentos de 2-4 $cm^2$ y otros tres de 1 cm. de dimensión máxima, siendo el resto un precipitado de partículas menores de 2 mm. |
| 30 min. | Quedan tres fragmentos de 2-3x1,5x1 cm., habiéndose disgregado los de 1 cm. en partículas < 2 mm. |
| 1 h. | Prosigue el lento deterioro por los bordes de los fragmentos mayores, que se han reducido ligeramente. |
| 5 h. | Sigue igual. |
| 24 h. | La disgregación ha progresado lentamente, quedando como fragmentos residuales mayores, dos de 2x1x1 cm. El 80 % de la muestra ha quedado reducido a fracción < 4 mm. |

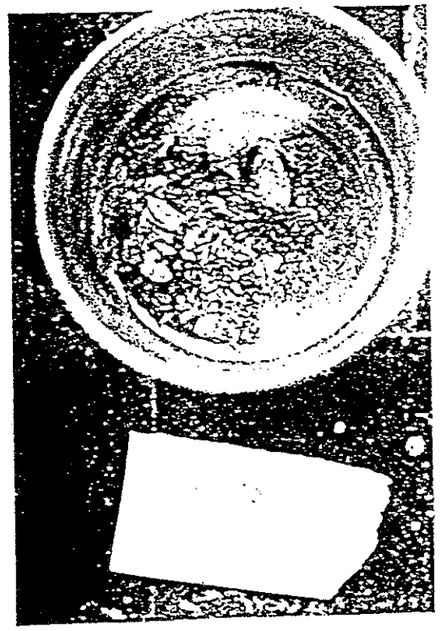
| CARACTERÍSTICAS DEL AGUA | CARACTERÍSTICAS DEL PRECIPITADO |
|---|---|
| pH INICIAL: 8,0<br><br>pH FINAL: 8,1<br><br>DUREZA INICIAL: 2<br><br>DUREZA FINAL: 12<br><br>TEMPERATURA: 19°C | GRANULOMETRÍA : Fragmentos de roca menores de 4 mm. y partículas limoarcillosas individuales.<br>COMPOSICIÓN: Marga limoarcillosa, con escasos terrígenos de fracción arenosa.<br>COLOR: El original de la muestra. |

| COMPORTAMIENTO DE LA ROCA | ÍNDICE LUTTON ($I_j$) |
|---|---|
| Desagregación de una pila de láminas | 1 |
| Rotura rápida formando muchos fragmentos | 2 |
| Rotura lenta formando pocos fragmentos | 3 |
| Rotura rápida desarrollando varias fracturas | 4 |
| Rotura lenta desarrollando pocas fracturas | 5 |
| Sin cambios | 6 |

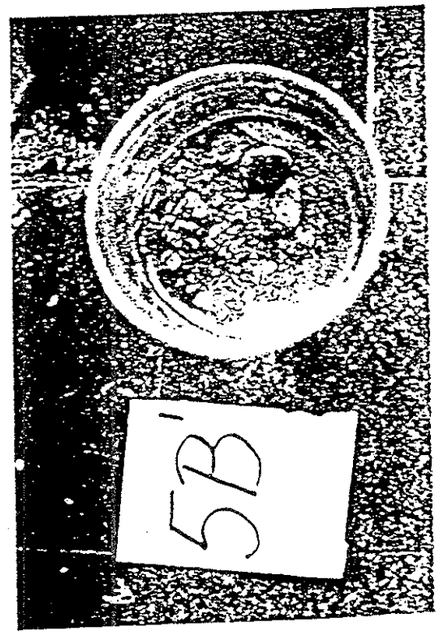



TIEMPO DE INMERSIÓN 10 MIN.

TIEMPO DE INMERSIÓN 30 MIN.



TIEMPO DE INMERSIÓN 1 HORA




TIEMPO DE INMERSIÓN 24 HORAS

# ENSAYO DE INMERSIÓN LUTTON

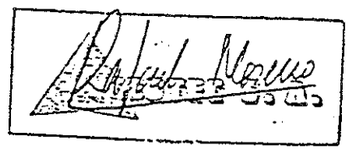
REF. MUESTRA: 6 A

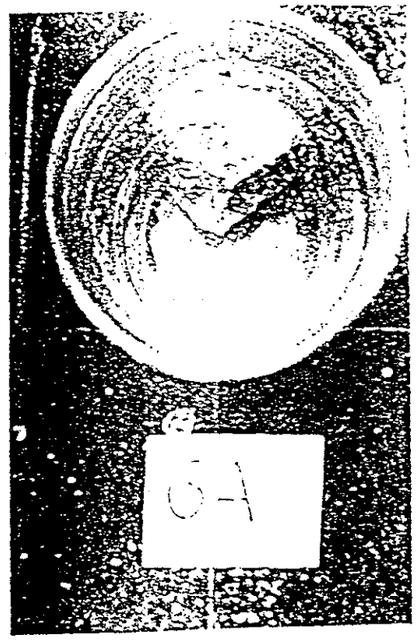
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Muestra de 50 g. Marga limosa. Fracción limo compuesta principalmente por cuarzo. Contiene frecuentes terrígenos de pizarra, arenisca, cuarcita, etc..., subredondeados a redondeados, dispersos en la matriz margosa, de tamaño arena gruesa a muy gruesa y ocasional grava fina (centil 9 mm.). Localmente, en pasadas de espesor milimétrico, el contenido en arena es superior al 50 % (areniscas). Cementación de esparita de carbonato cálcico fuerte. Roca compacta y masiva, sin estructuras sinsedimentarias. Color blanco sucio, grisáceo, algo verdoso. Sin fósiles.

| TIEMPO DE OBSERVACIÓN | ESTADO DE LA MUESTRA |
|---|---|
| 1 min. | Rápida disgregación en masa de partículas arcillo-limosas . Precipitado de 7 g. (14 % de la muestra), quedando cubierto el 25 % del fondo, con espesor medio 3 mm. ( máximo hasta 5 mm.). |
| 5 min. | Cesa la alteración. |
| 10 min. | Sigue igual. 25 % del fondo cubierto de partículas individuales (arena) y fragmentos de roca menores de 2 mm., en capa de espesor medio 3-4 mm. (máximo hasta 6-7 mm.). Comienza a abrirse una fisura lateral con abertura 0,3 mm., dejando fragmento lateral de 2x1x0,5 cm., que permanece unido al resto de la muestra. |
| 30 min. | Sigue igual. No prosigue la alteración. |
| 1 h. | Sigue igual. No prosigue la alteración. |
| 5 h. | Sigue igual. |
| 24 h. | Sigue igual. 25 % del fondo cubierto de partículas individuales (arena) y fragmentos de roca menores de 2 mm., en capa de espesor medio 4-5 mm. (máximo hasta 8 mm.). La fisura abierta a los 10 minutos tiene abertura 0,5-0,7 mm., apareciendo algunas fisuras paralelas de abertura < 0,2 mm. que no llegan a desprender fragmento. |

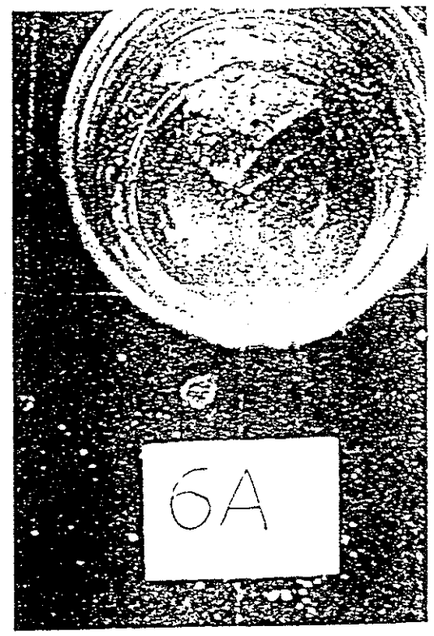
| CARACTERÍSTICAS DEL AGUA | CARACTERÍSTICAS DEL PRECIPITADO |
|---|---|
| pH INICIAL: 8,0<br>pH FINAL: 8,1<br>DUREZA INICIAL: 2<br>DUREZA FINAL: 12<br>TEMPERATURA: 19°C | GRANULOMETRÍA : Fragmentos de roca menores de 2 mm. y fracción limoarenosa.<br>COMPOSICIÓN: Marga limosa, con algunos terrígenos de la fracción arenosa.<br>COLOR: El original de la muestra. |

| COMPORTAMIENTO DE LA ROCA | ÍNDICE LUTTON (I) |
|---|---|
| Desagregación de una pila de láminas | 1 |
| Rotura rápida formando muchos fragmentos | 2 |
| Rotura lenta formando pocos fragmentos | 3 |
| Rotura rápida desarrollando varias fracturas | 4 |
| Rotura lenta desarrollando pocas fracturas | 5 |
| Sin cambios | 6 |

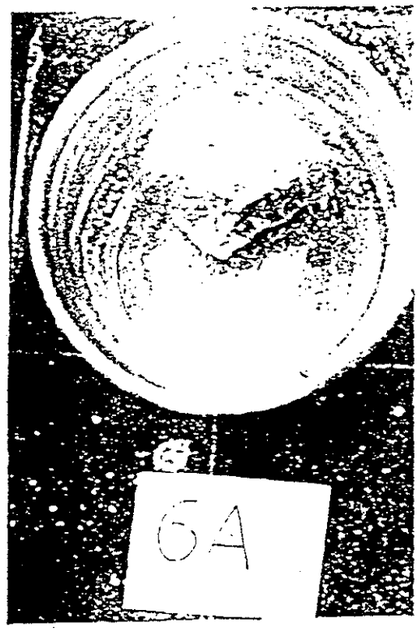




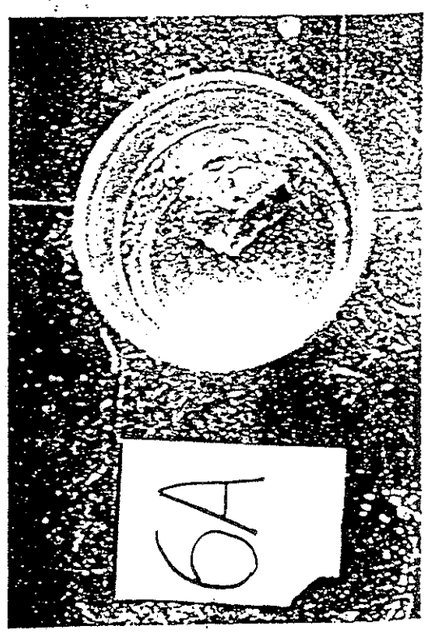

TIEMPO DE INMERSIÓN 10 MIN.




TIEMPO DE INMERSIÓN 30 MIN.




TIEMPO DE INMERSIÓN 1 HORA




TIEMPO DE INMERSIÓN 24 HORAS

# ENSAYO DE INMERSIÓN LUTTON

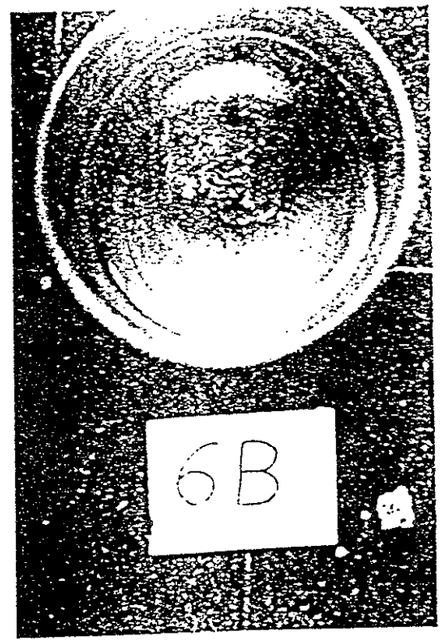
REF. MUESTRA: 6 B

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Muestra de 40 g. Arenisca calcárea o marga arenosa, de grano fino a muy grueso (baja granoselección), con fracción arena media-gruesa más frecuente, de fragmentos de pizarra y cuarcita prácticamente en contacto. Centil 10 mm. Cementación carbonática fuerte. Color blanco y ocre-rosado por zonas. Roca compacta y masiva, sin estructuras sinsedimentarias.

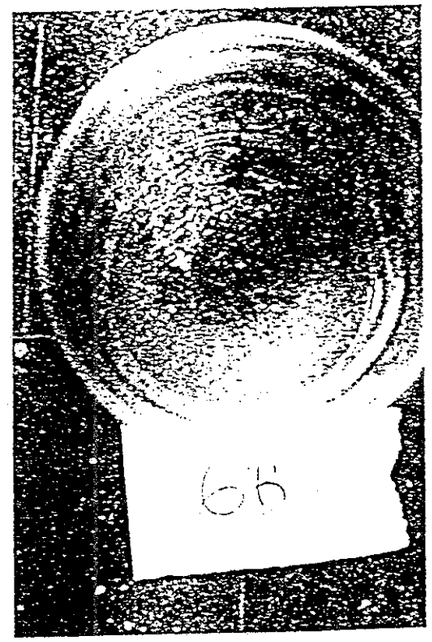
| TIEMPO DE OBSERVACIÓN | ESTADO DE LA MUESTRA |
|---|---|
| 1 min. | Rápida disgregación en masa de partículas arcillo-limosas de la matriz y de arenas del esqueleto . Precipitado de 6 g. (15 % de la muestra), quedando cubierto el 40 % del fondo, con espesor medio 3 mm. ( máximo hasta 5 mm.). |
| 5 min. | Continúa la alteración. Espesor de precipitado hasta 1 cm. (máximo).. Se ha disgregado un 20 % de la muestra. |
| 10 min. | Entre 5 y 10 minutos ha disminuido notablemente el ritmo de alteración. 25-30 % de la muestra disgregado en fracción menor de arena media (esqueleto). |
| 30 min. | 35 % de la muestra disgregado. |
| 1 h. | 40 % de la muestra disgregado. |
| 5 h. | Sigue igual. |
| 24 h. | Se ha disgregado el 50 % de la muestra, en partículas del esqueleto (arenas y ocasionales gravas finas, de 1 a 10 mm.), y en fracción limo-arena muy fina correspondientes a la matriz margosa. |

| CARACTERÍSTICAS DEL AGUA | CARACTERÍSTICAS DEL PRECIPITADO |
|---|---|
| pH INICIAL: 8,0<br>pH FINAL: 8,1<br>DUREZA INICIAL: 2<br>DUREZA FINAL: 3<br>TEMPERATURA: 19°C | GRANULOMETRÍA : Componentes del esqueleto; fracción arena fina a gruesa, y grava fina ocasional, con centil 1 cm. Partículas de limo y arena muy fina procedentes de la meteorización de la matriz.<br>COMPOSICIÓN: limo y arena muy fina de cuarzo y filosilicatos. Fracción arena y grava de pizarra, cuacita, arenisca, etc...<br>COLOR: El original de la muestra. |

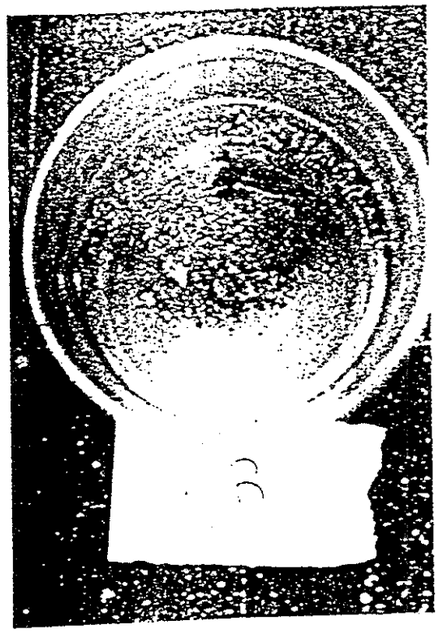
| COMPORTAMIENTO DE LA ROCA | ÍNDICE LUTTON (I) |
|---|---|
| Desagregación de una pila de láminas | 1 |
| Rotura rápida formando muchos fragmentos | 2 |
| Rotura lenta formando pocos fragmentos | 3 |
| Rotura rápida desarrollando varias fracturas | 4 |
| Rotura lenta desarrollando pocas fracturas | 5 |
| Sin cambios | 6 |



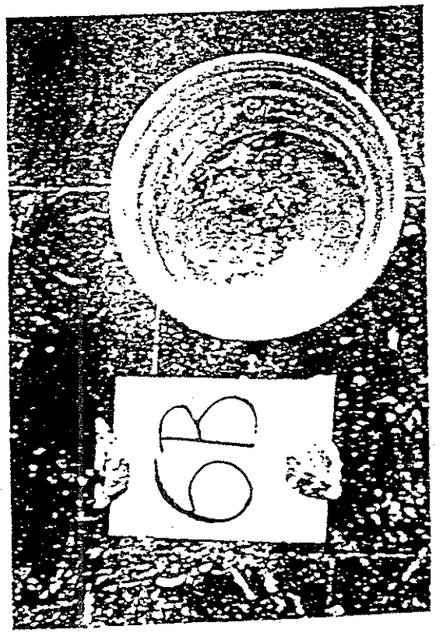

TIEMPO DE INMERSIÓN 10 MIN.



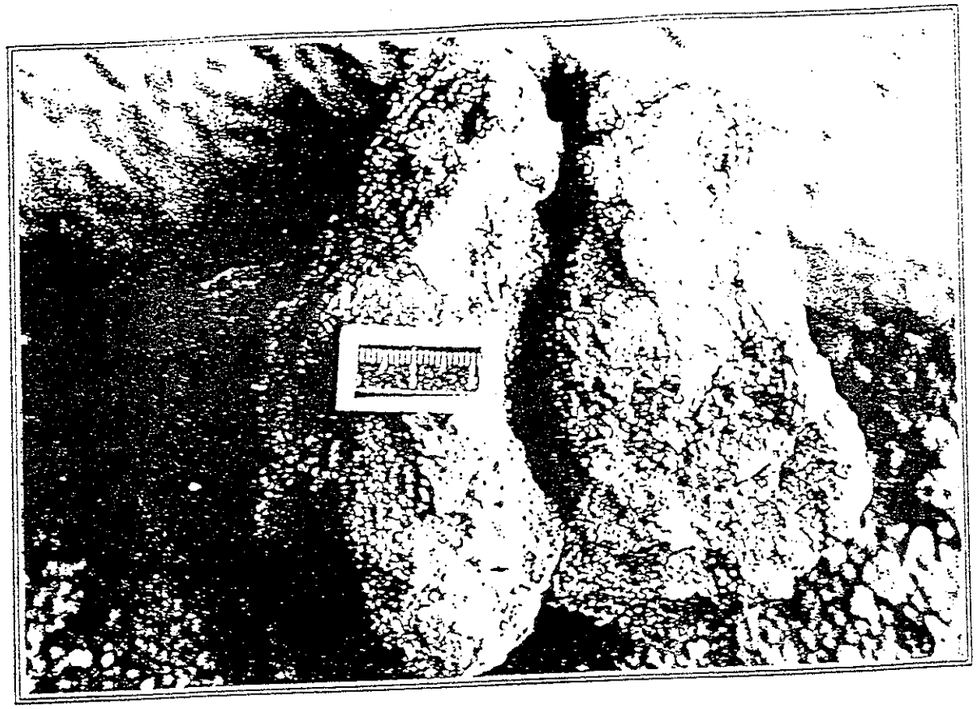

TIEMPO DE INMERSIÓN 30 MIN.



TIEMPO DE INMERSIÓN 1 HORA




TIEMPO DE INMERSIÓN 24 HORAS



ASPECTO DE LA ROTURA

DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 5 A | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque irregular de L 13 cm.; W 11,5 cm. y diámetro 10,5 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

Trinchera boca Sur. P.K. 4+390.

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Marga limoarenosa. Fracción limo compuesta principalmente por cuarzo, practicamente en contacto, cementados por esparita de carbonato cálcico. Centil de los terrígenos: 3,5 mm. Roca masiva y compacta, con cementación media a fuerte. Presenta disyunción en capas concéntricas. Alta humedad natural. Color gris azulado claro y ocre rojizo en veteado alternante e irregular, por procesos de marmorización. Sin contenido fosilífero.

## ROTURA

A 3,5 KN rompe exteriormente dos "lajas" concéntricas de 8x6x1,5 cm. y 7,5x4,5x0,8 cm. Entre 6 y 10 KN rompe en un fragmento principal de 12,5x9x4cm., otros 4 de 6x5x3 cm. y multitud de fragmentos < 4 cm.

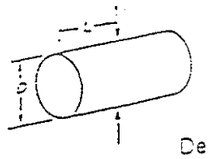
## OBSERVACIONES

Ensayo normal a la fisibilidad sinsedimentaria. Rotura múltiple (no neta). Algo plástica.

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUAL

REF MUESTRA: 5A

## ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

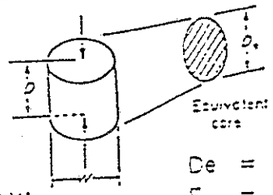


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | 1 | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

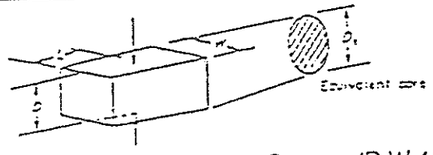



W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

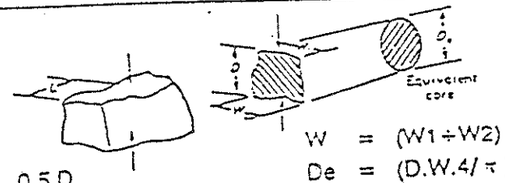



L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | | |
|---|---|---|
| L | | mm |
| D | | mm |
| W1 | | mm |
| W2 | | mm |
| W | | mm |
| De | | mm |
| F | | - |

## ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

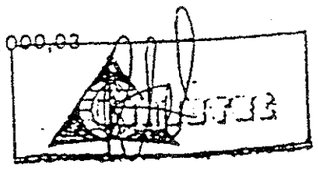
W = (W1 ÷ W2) / 2
De = (D.W.4/ π ) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

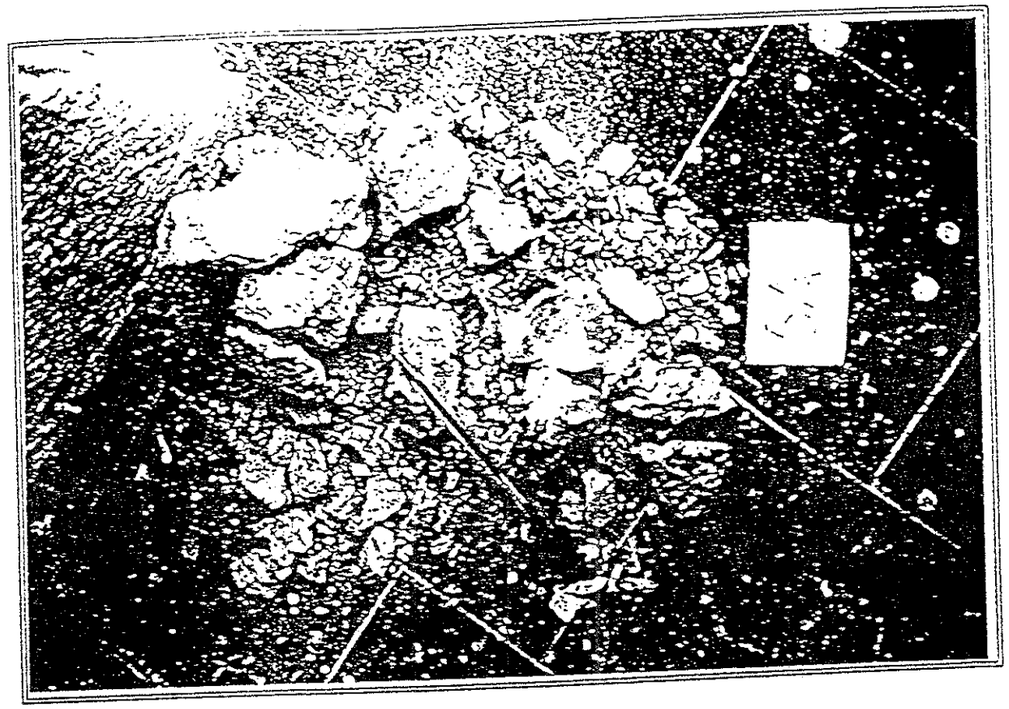
| | | |
|---|---|---|
| L | 130 | mm |
| D | 105 | mm |
| W1 | 120 | mm |
| W2 | 110 | mm |
| W | 115 | mm |
| De | 123,99 | mm |
| F | 1,5045 | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 6 | kN |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De ^ 2 | 0,3902 | Mpa |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 0,6871 | Mpa |

OBSERVACIONES:

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03





ASPECTO DE LA ROTURA

DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 6 A | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque irregular de L 11 cm.; W 6,75 cm. y diámetro 5,8 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

Trinchera boca Sur. P.K. 4+390.

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Marga limosa. Fracción limo compuesta principalmente por cuarzo. Contiene frecuentes terrígenos de pizarra, arenisca, cuarcita, etc... subredondeados a redondeados, dispersos en la matriz margosa, de tamaño arena gruesa a muy gruesa y ocasional grava fina (centil 9 mm.). Localmente, en pasadas de espesor milimétrico, el contenido en arena es superior al 50 % (areniscas). Cementación media-fuerte de esparita de carbonato cálcico. Roca compacta y masiva, sin estructuras sinsedimentarias. Color blanco sucio, grisáceo,algo verdoso. Sin fósiles.

## ROTURA

Rompe a 8 KN. en dos fragmentos equidimensionales por fractura neta a través de la matriz. Superfície de rotura irregular, rugosa y escalonada. Sana, con decoloraciones locales (5 % de la superfície), de color amarillo.

## OBSERVACIONES

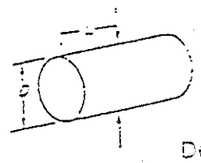
Rotura diametral

GEINGE UTE

# ENSAYO DE COMPRESIÓN PUNTUA

REF. MUESTRA: 6A

☐ ENSAYO DIAMETRAL EN BLOQUE CILINDRICO

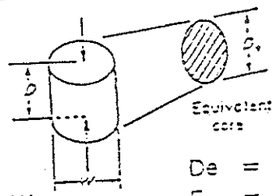


L > 0,50.D
25 < D < 100 mm

De = D
F = (De/50) ^ 0,45

| | |
|---|---|
| L | |
| D | |
| W1 | |
| W2 | |
| W | |
| De | |
| F | |

☐ ENSAYO AXIAL EN BLOQUE CILINDRICO

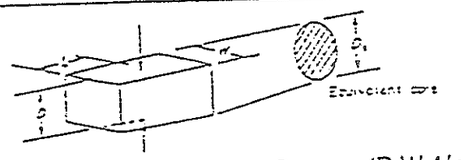



W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | |
|---|---|
| L | |
| D | |
| W1 | |
| W2 | |
| W | |
| De | |
| F | |

☐ ENSAYO EN BLOQUE REGULAR

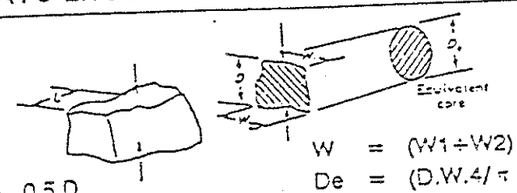



L > 0,50.D
W > D > 0,3 W

De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

| | |
|---|---|
| L | |
| D | |
| W1 | |
| W2 | |
| W | |
| De | |
| F | |

☒ ENSAYO EN BLOQUE IRREGULAR




L > 0,5 D
W > D > 0,3 W

W = (W1+W2) / 2
De = (D.W.4/π) ^ 0,5
F = (De/50) ^ 0,45

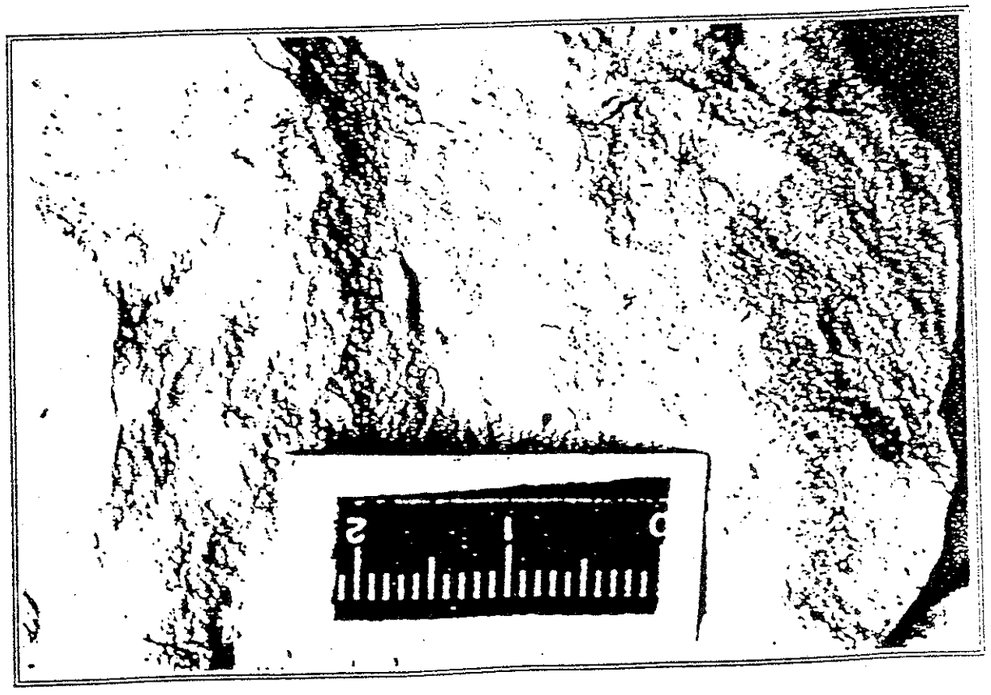
| | |
|---|---|
| L | 110 |
| D | 58 |
| W1 | 75 |
| W2 | 60 |
| W | 67,5 |
| De | 70,60 |
| F | 1,1678 |

| | | |
|---|---|---|
| CARGA DE ROTURA | P | 8 |
| INDICE DE RESISTENCIA SIN CORREGIR | Is = P/De^2 | 1,6050 |
| INDICE DE RESISTENCIA CORREGIDO | Is(50) = F.Is | 1,8743 |

OBSERVACIONES:

Is (Mpa) = Is (kN/mm²) x 1000,03

ASPECTO DE LA ROTURA



DETALLE DE LA SUPERFICIE DE ROTURA Y DE LA MATRIZ

# ENSAYO POINT LOAD

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ref. Muestra | 6 B | Cliente | GEINGE UTE |
| Trabajo nº | 11/97 | Fecha | Mayo 1997 |

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Bloque regular de L 12 cm.; W 9 cm. y diámetro 4,9 cm.

## LOCALIZACIÓN

Túnel de Marivella

Trinchera boca Sur. P.K. 4+390.

## RECONOCIMIENTO DE VISU

Arenisca calcárea o marga arenosa, de grano fino a muy grueso (baja grano selección), con fracción arena media-gruesa más frecuente, de fragmentos de roca (pizarra y cuarcita), practicamente en contacto. Centil 10 mm. Cementación carbonática fuerte. Color blanco y ocre-rosado por zonas. Roca compacta y masiva, sin estructuras sinsedimentarias.

## ROTURA

Rompe a 4 KN. en dos fragmentos equidimensionales. Superfície cubierta de arcilla pardo-rojiza en capa < 0,5 mm.

## OBSERVACIONES

Rotura diametral

## 7.1.5. CÁLCULO DE LOS FALSOS TÚNELES

## 7.1.5. CÁLCULO DE LOS FALSOS TÚNELES

### 7.1.5.1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se describen los cálculos realizados en el dimensionamiento de los falsos túneles a construir en las boquillas del túnel de Marivella. Se han aplicado técnicas de cálculo estructural a la sección adoptada. A continuación se expone el contenido de cada punto del presente informe.

- En el segundo punto se describe la tipología adoptada para las secciones del túnel.
- En el tercer punto se especifican las características de los materiales que se emplearán en el cálculo.
- En el cuarto apartado se describen las características del terreno.
- Los coeficientes de seguridad, tanto de minoración de resistencia como de mayoración de acciones, se justifican en el quinto apartado.
- Se describe en el sexto punto el método de cálculo y el programa empleado para la obtención de esfuerzos en cada sección de la estructura.
- En el apartado 7 se realiza el cálculo de las secciones pésimas del túnel según el método de cálculo descrito en el apartado anterior.
- Finalmente, en el Apéndice 1 se presentan los cálculos con sus correspondientes listados de ordenador.

### 7.1.5.2. TIPOLOGÍA

Con el objeto de estudiar el comportamiento de la sección, el falso túnel se modeliza mediante una estructura reticulada que sigue la directriz de la sección tipo, con el objeto de estudiar su comportamiento y esfuerzos sufridos frente al empuje de tierras. Los espesores son prácticamente constantes, con un espesor considerado de 0,5 m.

### 7.1.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Todos los componentes que se emplean en la ejecución del hormigón, así como los aceros, estarán sujetos a las especificaciones técnicas que sobre los mismos se expone en la EH-91. Las cualidades resistentes que se exigen y han sido consideradas en los cálculos para el hormigón y el acero son:

HORMIGONES

FALSO TÚNEL Hormigón H-350 ( fck=350 Kg/cm$^2$)
Acero AEH-400

### 7.1.5.4. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. HIPÓTESIS DE CARGA

#### 7.1.5.4.1. Características del terreno

Las cargas a las que estará sometida la sección del túnel son las siguientes:

- **Cargas verticales:** peso de las tierras que existe sobre la sección media de cada barra.
- **Cargas horizontales:** empuje horizontal que ejercen las mismas tierras sobre la estructura

Estas acciones dependen de la densidad (cargas verticales) y de las características geotécnicas (cargas horizontales) de los terrenos que constituyen el relleno del falso túnel. En efecto, las cargas verticales dependen directamente de la densidad del terreno y la altura de terreno que carga depende de sus características geotécnicas. Por su parte, la magnitud del empuje horizontal depende de las características geotécnicas de los terrenos a la cota del túnel. Para este empuje horizontal se han considerado dos valores: un coeficiente de 0,5 durante la construcción, y otro de 0,8 a largo plazo.

La modelización del falso túnel se realiza introduciendo unas cargas distribuidas verticales para representar el peso de las tierras sobre la bóveda; y simulando mediante barras de inercia despreciable y área asociada al coeficiente de balasto del terreno, el efecto de coacción ó empuje horizontal de las tierras. Los datos necesarios dependen, como ya se ha expuesto, de las características del terreno consideradas. Se ha considerado una densidad del relleno de 2,00 t/m$^3$.

#### 7.1.5.4.2. Altura de tierras

Para este cálculo se ha considerado una altura de tierras máxima de 10 m sobre clave, o lo que es lo mismo, 20,24 m desde la rasante.

#### 7.1.5.4.3. Hipótesis de carga

Para el dimensionamiento de los túneles se han considerado la hipótesis pésima de carga, que son las siguientes:

- Altura de tierras sobre rasante = 20,24 m (10 m sobre clave, largo plazo)
- Altura de tierras sobre rasante = 6 a 10 m (durante la construcción)

En los cálculos de ordenador se dan los resultados para cada hipótesis de carga, y para cada sección tipo.

### 7.1.5.5. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

#### 7.1.5.5.1. Coeficientes de minoración de materiales

Siguiendo las directrices de la EH-91, y considerando que la ejecución del túnel será controlada a nivel normal, los coeficientes de seguridad adoptados en el análisis y dimensionamiento corresponden a dicho nivel y al método de los estados límites.

- Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón $\gamma_c = 1,5$
- Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón $\gamma_c = 1,15$

#### 7.1.5.5.2. Coeficiente de ponderación de acciones

En la determinación de las alturas de terreno se ha sido pesimista, y la altura tipificada para el cálculo en cada punto es siempre mayor que la altura real de cargas. Por ello se considera innecesario mayorar las acciones. Por tanto el coeficiente adoptado es la unidad ($\gamma_c = 1$).

#### 7.1.5.5.3. Coeficiente de mayoración de esfuerzos

Para el cálculo de las necesidades de armado se ha optado por mayorar los esfuerzos con un coeficiente de 1,35 en esfuerzos causados por acciones permanentes.

### 7.1.5.6. MÉTODO DE CÁLCULO Y PROGRAMA UTILIZADO

El proceso de cálculo del túnel implica las siguientes fases:

- Modelización de la geometría de la sección mediante elementos lineales tipo barra.
- Modelización del terreno en el cálculo de la sección del túnel mediante un coeficiente de empuje horizontal.

- Introducción de cargas verticales sobre bóveda para simular el peso del terreno.

- Obtención de esfuerzos mediante programa de cálculo matricial de estructuras.

La modelización de la geometría se realiza obteniendo la directriz media de la sección y dividiendo ésta en tramos o barras de longitud aproximadamente constante y tomando barras más cortas en el codo ya que la curvatura de la sección hace que su modelización sea más exacta con barras más cortas. A cada barra se asigna un área y una inercia apropiada.

El programa utilizado es de ARCO, de Julián Díaz del Valle, de uso habitual.

### 7.1.5.7. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENT O DE SECCIONES

La sección completa se ha calculado tal y como se ha detallado en el apartado sexto , y cuyos resultados se incluyen en el Apéndice 1.

### 7.1.5.8. ARMADO DE LA SECCIÓN

El armado de la sección se ha realizado mediante las cuantías ofrecidas por el mencionado programa, siguiendo lo indicado en la EH-91. En cualquier caso, se ha realizado el armado a cortante para prevenir ligeras asimetrías en las cargas durante el relleno.

# ANEXO 5: RESULTADOS COMPLETOS DEL CÁLCULO DE ORDENADOR

IBM

Ordenador Personal

```
┌─────────────────┐
│  P R O G R A M A  │
│                 │
│     A R C O     │
└─────────────────┘
```

CALCULO DE ARCOS,PASOS INFERIORES Y GALERIAS ENTERRADAS

(C) Copyright J.Diaz del Valle, 1988

P R O Y E C T O : CALATAYUD - RICLA

Referencia ..... : FT/S1/T1 0.5 H350

Fecha ..... : 16/05/95

FALSO TUNEL. SECCION 1. K=0.5 EN CONSTRUCCION

## D A T O S  D E  L A  E S T R U C T U R A

NUMERO DE SEGMENTOS ..... = 50
SALTO ..... = 1

TIPO DE GEOMETRIA :

TIPO 0 : POLIGONAL ARBITRARIA DADA POR COORDENADAS
TIPO 1 : ARCO CIRCULAR DEFINIDO POR .....: f,a
TIPO 2 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR.....: f,a
TIPO 3 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR .....: a,c,b
TIPO 4 : PARABOLA CON y'(0)<>0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 5 : CUBICA CON y'(0)=0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 6 : PORTICO CIRCULAR DEFINIDO POR .....:f,a,H,B
TIPO 7 : CURVA GENERAL DEFINIDA POR PUNTOS DE PASO
TIPO 8 : GEOMETRIA ANTERIOR ALMACENADA EN FICHERO DE DATOS

2a = CUERDA , f = FLECHA , (c,b) = COORDENADAS DE UN PUNTO

TIPO = 1

FLECHA .....f = 9.995 m
CUERDA ..... 2a = 13.878 m

TIPO DE CONDICIONES DE APOYO :

TIPO 0 : TRIARTICULADO (EN APOYOS Y CLAVE)
TIPO 1 : BIARTICULADO (EN APOYOS)
TIPO 2 : EMPOTRADO EN EXTREMOS
TIPO 3 : EMPOTRADO EN EXTREMOS CON ROTULA EN CLAVE
TIPO 4 : EMPOTRADO ELASTICAMENTE
TIPO 5 : ATIRANTADO EN EXTREMOS

TIPO = 1

ESPESOR DEL ARCO ..... = 0.500 m
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ..... = 2.50 t/m3
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON ..... fck = 350 Kp/cm²
COEFICIENTE DE MINORACION DE fck ..... Øc = 1.50
LIMITE ELASTICO CARACTERISTICO DEL ACERO .... fyk = 4100 Kp/cm²
COEFICIENTE DE MINORACION DE fyk ..... Øs = 1.15



RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS ..... c = 5 cm
SE DISPONEN ARMADURAS MINIMAS DE FLEXOCOMPRESION

PESO ESPECIFICO DE LAS TIERRAS ..... = 2.00 t/m3
COEFICIENTE EMPUJE TIERRAS ..... = 0.50
SOBRECARGA q ..... = 0.00 t/m²

CARGAS CONCENTRADAS EN LOS NUDOS : NINGUNA

COEFICIENTE DE MAYORACION DE LAS CARGAS ..... Øf = 1.00

CASO N° 1 : ALTURA DE TIERRAS = 9.99

## E S F U E R Z O S  E N  E L  A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.939 | 0.000 | 47.537 | -10.395 | 0.000 | 0.500 |
| 2 | 7.034 | 0.269 | 46.537 | -10.997 | 2.626 | 0.500 |
| 3 | 7.118 | 0.542 | 45.054 | -10.327 | 5.076 | 0.500 |
| 4 | 7.191 | 0.818 | 43.703 | -9.605 | 7.336 | 0.500 |
| 5 | 7.254 | 1.097 | 42.485 | -8.847 | 9.393 | 0.500 |
| 6 | 7.306 | 1.377 | 41.399 | -8.068 | 11.239 | 0.500 |
| 7 | 7.348 | 1.660 | 40.445 | -7.282 | 12.872 | 0.500 |
| 8 | 7.378 | 1.944 | 39.618 | -6.505 | 14.292 | 0.500 |
| 9 | 7.397 | 2.229 | 38.914 | -5.749 | 15.504 | 0.500 |
| 10 | 7.406 | 2.514 | 38.327 | -5.027 | 16.516 | 0.500 |
| 11 | 7.403 | 2.800 | 37.830 | -4.350 | 17.341 | 0.500 |
| 12 | 7.390 | 3.085 | 37.340 | -3.718 | 17.991 | 0.500 |
| 13 | 7.365 | 3.369 | 36.799 | -3.124 | 18.477 | 0.500 |
| 14 | 7.329 | 3.653 | 36.213 | -2.562 | 18.810 | 0.500 |
| 15 | 7.283 | 3.935 | 35.588 | -2.024 | 18.995 | 0.500 |
| 16 | 7.226 | 4.214 | 34.933 | -1.508 | 19.041 | 0.500 |
| 17 | 7.158 | 4.492 | 34.254 | -1.007 | 18.951 | 0.500 |
| 18 | 7.079 | 4.766 | 33.559 | -0.521 | 18.731 | 0.500 |
| 19 | 6.990 | 5.037 | 32.855 | -0.046 | 18.382 | 0.500 |
| 20 | 6.890 | 5.305 | 32.150 | 0.417 | 17.909 | 0.500 |
| 21 | 6.780 | 5.569 | 31.451 | 0.871 | 17.315 | 0.500 |
| 22 | 6.660 | 5.828 | 30.764 | 1.313 | 16.601 | 0.500 |
| 23 | 6.531 | 6.082 | 30.096 | 1.742 | 15.773 | 0.500 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 6.391 | 6.331 | 29.452 | 2.157 | 14.833 | 0.500 |
| 25 | 6.242 | 6.575 | 28.838 | 2.556 | 13.787 | 0.500 |
| 26 | 6.084 | 6.812 | 28.257 | 2.934 | 12.638 | 0.500 |
| 27 | 5.916 | 7.044 | 27.713 | 3.290 | 11.395 | 0.500 |
| 28 | 5.740 | 7.269 | 27.210 | 3.619 | 10.063 | 0.500 |
| 29 | 5.556 | 7.486 | 26.749 | 3.918 | 8.650 | 0.500 |
| 30 | 5.363 | 7.697 | 26.332 | 4.184 | 7.167 | 0.500 |
| 31 | 5.162 | 7.900 | 25.959 | 4.412 | 5.622 | 0.500 |
| 32 | 4.953 | 8.095 | 25.630 | 4.600 | 4.027 | 0.500 |
| 33 | 4.737 | 8.282 | 25.345 | 4.744 | 2.395 | 0.500 |
| 34 | 4.514 | 8.460 | 25.102 | 4.842 | 0.737 | 0.500 |
| 35 | 4.285 | 8.630 | 24.900 | 4.891 | -0.933 | 0.500 |
| 36 | 4.049 | 8.790 | 24.735 | 4.889 | -2.600 | 0.500 |
| 37 | 3.807 | 8.942 | 24.604 | 4.835 | -4.251 | 0.500 |
| 38 | 3.559 | 9.084 | 24.505 | 4.729 | -5.870 | 0.500 |
| 39 | 3.306 | 9.216 | 24.433 | 4.570 | -7.442 | 0.500 |
| 40 | 3.048 | 9.339 | 24.385 | 4.358 | -8.954 | 0.500 |
| 41 | 2.785 | 9.451 | 24.357 | 4.095 | -10.391 | 0.500 |
| 42 | 2.519 | 9.554 | 24.344 | 3.783 | -11.739 | 0.500 |
| 43 | 2.248 | 9.645 | 24.344 | 3.424 | -12.984 | 0.500 |
| 44 | 1.975 | 9.727 | 24.352 | 3.022 | -14.114 | 0.500 |
| 45 | 1.698 | 9.798 | 24.364 | 2.579 | -15.118 | 0.500 |
| 46 | 1.419 | 9.858 | 24.377 | 2.101 | -15.986 | 0.500 |
| 47 | 1.138 | 9.907 | 24.389 | 1.592 | -16.708 | 0.500 |
| 48 | 0.855 | 9.946 | 24.397 | 1.056 | -17.279 | 0.500 |
| 49 | 0.571 | 9.973 | 24.399 | 0.501 | -17.690 | 0.500 |
| 50 | 0.285 | 9.989 | 24.394 | -0.070 | -17.939 | 0.500 |
| 51 | 0.000 | 9.995 | 24.387 | 0.291 | -18.022 | 0.500 |

R = 0.41405E+02 M = 0.00000E+00 H = -.25562E+02 V = -.72542E-02m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 14.277 LONGITUD DE TRANSPORTE = 12.168

CASO N° 2 : ALTURA DE TIERRAS = 8.99

E S F U E R Z O S E N E L A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.939 | 0.000 | 37.425 | -11.130 | 0.000 | 0.500 |
| 2 | 7.034 | 0.269 | 36.444 | -11.471 | 2.872 | 0.500 |



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 7.118 | 0.542 | 35.020 | -10.674 | 5.532 | 0.500 |
| 4 | 7.191 | 0.818 | 33.723 | -9.833 | 7.966 | 0.500 |
| 5 | 7.254 | 1.097 | 32.555 | -8.962 | 10.165 | 0.500 |
| 6 | 7.306 | 1.377 | 31.513 | -8.076 | 12.123 | 0.500 |
| 7 | 7.348 | 1.660 | 30.595 | -7.190 | 13.838 | 0.500 |
| 8 | 7.378 | 1.944 | 29.798 | -6.315 | 15.312 | 0.500 |
| 9 | 7.397 | 2.229 | 29.117 | -5.466 | 16.551 | 0.500 |
| 10 | 7.406 | 2.514 | 28.545 | -4.651 | 17.564 | 0.500 |
| 11 | 7.403 | 2.800 | 28.060 | -3.882 | 18.363 | 0.500 |
| 12 | 7.390 | 3.085 | 27.587 | -3.160 | 18.961 | 0.500 |
| 13 | 7.365 | 3.369 | 27.077 | -2.479 | 19.370 | 0.500 |
| 14 | 7.329 | 3.653 | 26.536 | -1.831 | 19.600 | 0.500 |
| 15 | 7.283 | 3.935 | 25.970 | -1.215 | 19.661 | 0.500 |
| 16 | 7.226 | 4.214 | 25.387 | -0.625 | 19.560 | 0.500 |
| 17 | 7.158 | 4.492 | 24.793 | -0.060 | 19.304 | 0.500 |
| 18 | 7.079 | 4.766 | 24.195 | 0.482 | 18.900 | 0.500 |
| 19 | 6.990 | 5.037 | 23.599 | 1.003 | 18.354 | 0.500 |
| 20 | 6.890 | 5.305 | 23.012 | 1.502 | 17.673 | 0.500 |
| 21 | 6.780 | 5.569 | 22.440 | 1.977 | 16.862 | 0.500 |
| 22 | 6.660 | 5.828 | 21.888 | 2.429 | 15.928 | 0.500 |
| 23 | 6.531 | 6.082 | 21.362 | 2.853 | 14.878 | 0.500 |
| 24 | 6.391 | 6.331 | 20.866 | 3.249 | 13.722 | 0.500 |
| 25 | 6.242 | 6.575 | 20.403 | 3.612 | 12.466 | 0.500 |
| 26 | 6.084 | 6.812 | 19.977 | 3.940 | 11.122 | 0.500 |
| 27 | 5.916 | 7.044 | 19.590 | 4.229 | 9.700 | 0.500 |
| 28 | 5.740 | 7.269 | 19.244 | 4.474 | 8.211 | 0.500 |
| 29 | 5.556 | 7.486 | 18.938 | 4.673 | 6.670 | 0.500 |
| 30 | 5.363 | 7.697 | 18.673 | 4.821 | 5.088 | 0.500 |
| 31 | 5.162 | 7.900 | 18.449 | 4.916 | 3.483 | 0.500 |
| 32 | 4.953 | 8.095 | 18.263 | 4.953 | 1.868 | 0.500 |
| 33 | 4.737 | 8.282 | 18.113 | 4.930 | 0.262 | 0.500 |
| 34 | 4.514 | 8.460 | 17.997 | 4.845 | -1.318 | 0.500 |
| 35 | 4.285 | 8.630 | 17.910 | 4.696 | -2.855 | 0.500 |
| 36 | 4.049 | 8.790 | 17.850 | 4.481 | -4.330 | 0.500 |
| 37 | 3.807 | 8.942 | 17.811 | 4.201 | -5.725 | 0.500 |
| 38 | 3.559 | 9.084 | 17.788 | 3.862 | -7.023 | 0.500 |
| 39 | 3.306 | 9.216 | 17.769 | 3.500 | -8.217 | 0.500 |
| 40 | 3.048 | 9.339 | 17.751 | 3.141 | -9.309 | 0.500 |
| 41 | 2.785 | 9.451 | 17.731 | 2.787 | -10.299 | 0.500 |
| 42 | 2.519 | 9.554 | 17.710 | 2.440 | -11.190 | 0.500 |
| 43 | 2.248 | 9.645 | 17.689 | 2.098 | -11.983 | 0.500 |
| 44 | 1.975 | 9.727 | 17.668 | 1.760 | -12.680 | 0.500 |
| 45 | 1.698 | 9.798 | 17.648 | 1.426 | -13.281 | 0.500 |
| 46 | 1.419 | 9.858 | 17.628 | 1.097 | -13.788 | 0.500 |
| 47 | 1.138 | 9.907 | 17.609 | 0.770 | -14.202 | 0.500 |
| 48 | 0.855 | 9.946 | 17.591 | 0.446 | -14.523 | 0.500 |
| 49 | 0.571 | 9.973 | 17.575 | 0.124 | -14.751 | 0.500 |
| 50 | 0.285 | 9.989 | 17.560 | -0.197 | -14.888 | 0.500 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 51 | 0.000 | 9.995 | 17.553 | 0.160 | -14.934 | 0.500 |

R = 0.31621E+02 M = 0.00000E+00 H = -.22905E+02 V = -.68533E-02m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 14.277 LONGITUD DE TRANSPORTE = 12.168

CASO N° 3 : ALTURA DE TIERRAS = 7.99

E S F U E R Z O S E N E L A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.939 | 0.000 | 30.623 | -9.653 | 0.000 | 0.500 |
| 2 | 7.034 | 0.269 | 29.744 | -9.861 | 2.486 | 0.500 |
| 3 | 7.118 | 0.542 | 28.457 | -9.069 | 4.761 | 0.500 |
| 4 | 7.191 | 0.818 | 27.288 | -8.244 | 6.813 | 0.500 |
| 5 | 7.254 | 1.097 | 26.235 | -7.399 | 8.635 | 0.500 |
| 6 | 7.306 | 1.377 | 25.299 | -6.547 | 10.225 | 0.500 |
| 7 | 7.348 | 1.660 | 24.475 | -5.703 | 11.583 | 0.500 |
| 8 | 7.378 | 1.944 | 23.759 | -4.876 | 12.712 | 0.500 |
| 9 | 7.397 | 2.229 | 23.146 | -4.079 | 13.621 | 0.500 |
| 10 | 7.406 | 2.514 | 22.630 | -3.320 | 14.320 | 0.500 |
| 11 | 7.403 | 2.800 | 22.189 | -2.610 | 14.820 | 0.500 |
| 12 | 7.390 | 3.085 | 21.761 | -1.948 | 15.136 | 0.500 |
| 13 | 7.365 | 3.369 | 21.304 | -1.330 | 15.281 | 0.500 |
| 14 | 7.329 | 3.653 | 20.825 | -0.751 | 15.266 | 0.500 |
| 15 | 7.283 | 3.935 | 20.329 | -0.208 | 15.102 | 0.500 |
| 16 | 7.226 | 4.214 | 19.823 | 0.301 | 14.798 | 0.500 |
| 17 | 7.158 | 4.492 | 19.312 | 0.777 | 14.364 | 0.500 |
| 18 | 7.079 | 4.766 | 18.803 | 1.223 | 13.808 | 0.500 |
| 19 | 6.990 | 5.037 | 18.302 | 1.636 | 13.139 | 0.500 |
| 20 | 6.890 | 5.305 | 17.814 | 2.017 | 12.368 | 0.500 |
| 21 | 6.780 | 5.569 | 17.344 | 2.364 | 11.503 | 0.500 |
| 22 | 6.660 | 5.828 | 16.897 | 2.674 | 10.554 | 0.500 |
| 23 | 6.531 | 6.082 | 16.477 | 2.945 | 9.532 | 0.500 |
| 24 | 6.391 | 6.331 | 16.086 | 3.173 | 8.449 | 0.500 |
| 25 | 6.242 | 6.575 | 15.728 | 3.356 | 7.319 | 0.500 |
| 26 | 6.084 | 6.812 | 15.404 | 3.489 | 6.153 | 0.500 |
| 27 | 5.916 | 7.044 | 15.114 | 3.569 | 4.969 | 0.500 |
| 28 | 5.740 | 7.269 | 14.860 | 3.592 | 3.780 | 0.500 |
| 29 | 5.556 | 7.486 | 14.640 | 3.553 | 2.605 | 0.500 |
| 30 | 5.363 | 7.697 | 14.453 | 3.450 | 1.462 | 0.500 |
| 31 | 5.162 | 7.900 | 14.297 | 3.279 | 0.369 | 0.500 |
| 32 | 4.953 | 8.095 | 14.166 | 3.045 | -0.656 | 0.500 |
| 33 | 4.737 | 8.282 | 14.048 | 2.783 | -1.605 | 0.500 |
| 34 | 4.514 | 8.460 | 13.933 | 2.526 | -2.479 | 0.500 |
| 35 | 4.285 | 8.630 | 13.819 | 2.282 | -3.282 | 0.500 |
| 36 | 4.049 | 8.790 | 13.708 | 2.050 | -4.018 | 0.500 |
| 37 | 3.807 | 8.942 | 13.599 | 1.830 | -4.690 | 0.500 |
| 38 | 3.559 | 9.084 | 13.494 | 1.621 | -5.301 | 0.500 |
| 39 | 3.306 | 9.216 | 13.393 | 1.422 | -5.854 | 0.500 |
| 40 | 3.048 | 9.339 | 13.298 | 1.233 | -6.352 | 0.500 |
| 41 | 2.785 | 9.451 | 13.207 | 1.052 | -6.798 | 0.500 |
| 42 | 2.519 | 9.554 | 13.123 | 0.880 | -7.194 | 0.500 |
| 43 | 2.248 | 9.645 | 13.046 | 0.716 | -7.542 | 0.500 |
| 44 | 1.975 | 9.727 | 12.975 | 0.558 | -7.844 | 0.500 |
| 45 | 1.698 | 9.798 | 12.912 | 0.407 | -8.102 | 0.500 |
| 46 | 1.419 | 9.858 | 12.856 | 0.260 | -8.318 | 0.500 |
| 47 | 1.138 | 9.907 | 12.809 | 0.118 | -8.492 | 0.500 |
| 48 | 0.855 | 9.946 | 12.769 | -0.020 | -8.627 | 0.500 |
| 49 | 0.571 | 9.973 | 12.738 | -0.156 | -8.723 | 0.500 |
| 50 | 0.285 | 9.989 | 12.716 | -0.290 | -8.780 | 0.500 |
| 51 | 0.000 | 9.995 | 12.709 | 0.066 | -8.799 | 0.500 |

R = 0.25693E+02 M = 0.00000E+00 H = -.19257E+02 V = -.46018E-02m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 14.277 LONGITUD DE TRANSPORTE = 12.168

CASO N° 4 : ALTURA DE TIERRAS = 6.99

E S F U E R Z O S E N E L A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.939 | 0.000 | 25.788 | -7.198 | 0.000 | 0.500 |
| 2 | 7.034 | 0.269 | 25.046 | -7.350 | 1.822 | 0.500 |
| 3 | 7.118 | 0.542 | 23.929 | -6.641 | 3.453 | 0.500 |
| 4 | 7.191 | 0.818 | 22.918 | -5.910 | 4.887 | 0.500 |
| 5 | 7.254 | 1.097 | 22.009 | -5.171 | 6.121 | 0.500 |
| 6 | 7.306 | 1.377 | 21.202 | -4.435 | 7.153 | 0.500 |
| 7 | 7.348 | 1.660 | 20.492 | -3.714 | 7.987 | 0.500 |
| 8 | 7.378 | 1.944 | 19.875 | -3.018 | 8.629 | 0.500 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.397 | 2.229 | 19.345 | -2.357 | 9.089 | 0.500 |
| 10 | 7.406 | 2.514 | 18.896 | -1.738 | 9.377 | 0.500 |
| 11 | 7.403 | 2.800 | 18.507 | -1.170 | 9.507 | 0.500 |
| 12 | 7.390 | 3.085 | 18.129 | -0.653 | 9.494 | 0.500 |
| 13 | 7.365 | 3.369 | 17.728 | -0.184 | 9.351 | 0.500 |
| 14 | 7.329 | 3.653 | 17.309 | 0.242 | 9.092 | 0.500 |
| 15 | 7.283 | 3.935 | 16.877 | 0.626 | 8.727 | 0.500 |
| 16 | 7.226 | 4.214 | 16.440 | 0.971 | 8.269 | 0.500 |
| 17 | 7.158 | 4.492 | 16.001 | 1.275 | 7.729 | 0.500 |
| 18 | 7.079 | 4.766 | 15.567 | 1.539 | 7.119 | 0.500 |
| 19 | 6.990 | 5.037 | 15.143 | 1.763 | 6.449 | 0.500 |
| 20 | 6.890 | 5.305 | 14.732 | 1.944 | 5.732 | 0.500 |
| 21 | 6.780 | 5.569 | 14.341 | 2.081 | 4.980 | 0.500 |
| 22 | 6.660 | 5.828 | 13.971 | 2.170 | 4.207 | 0.500 |
| 23 | 6.531 | 6.082 | 13.625 | 2.208 | 3.427 | 0.500 |
| 24 | 6.391 | 6.331 | 13.307 | 2.192 | 2.655 | 0.500 |
| 25 | 6.242 | 6.575 | 13.016 | 2.118 | 1.908 | 0.500 |
| 26 | 6.084 | 6.812 | 12.754 | 1.981 | 1.202 | 0.500 |
| 27 | 5.916 | 7.044 | 12.519 | 1.782 | 0.556 | 0.500 |
| 28 | 5.740 | 7.269 | 12.303 | 1.541 | -0.019 | 0.500 |
| 29 | 5.556 | 7.486 | 12.091 | 1.306 | -0.525 | 0.500 |
| 30 | 5.363 | 7.697 | 11.878 | 1.091 | -0.967 | 0.500 |
| 31 | 5.162 | 7.900 | 11.668 | 0.893 | -1.350 | 0.500 |
| 32 | 4.953 | 8.095 | 11.460 | 0.712 | -1.679 | 0.500 |
| 33 | 4.737 | 8.282 | 11.256 | 0.548 | -1.960 | 0.500 |
| 34 | 4.514 | 8.460 | 11.056 | 0.401 | -2.196 | 0.500 |
| 35 | 4.285 | 8.630 | 10.863 | 0.270 | -2.392 | 0.500 |
| 36 | 4.049 | 8.790 | 10.676 | 0.153 | -2.554 | 0.500 |
| 37 | 3.807 | 8.942 | 10.496 | 0.051 | -2.684 | 0.500 |
| 38 | 3.559 | 9.084 | 10.325 | -0.037 | -2.787 | 0.500 |
| 39 | 3.306 | 9.216 | 10.163 | -0.112 | -2.867 | 0.500 |
| 40 | 3.048 | 9.339 | 10.010 | -0.176 | -2.927 | 0.500 |
| 41 | 2.785 | 9.451 | 9.868 | -0.229 | -2.970 | 0.500 |
| 42 | 2.519 | 9.554 | 9.737 | -0.271 | -3.000 | 0.500 |
| 43 | 2.248 | 9.645 | 9.618 | -0.304 | -3.019 | 0.500 |
| 44 | 1.975 | 9.727 | 9.510 | -0.329 | -3.030 | 0.500 |
| 45 | 1.698 | 9.798 | 9.416 | -0.346 | -3.035 | 0.500 |
| 46 | 1.419 | 9.858 | 9.334 | -0.357 | -3.036 | 0.500 |
| 47 | 1.138 | 9.907 | 9.265 | -0.363 | -3.034 | 0.500 |
| 48 | 0.855 | 9.946 | 9.210 | -0.365 | -3.032 | 0.500 |
| 49 | 0.571 | 9.973 | 9.168 | -0.363 | -3.029 | 0.500 |
| 50 | 0.285 | 9.989 | 9.140 | -0.359 | -3.027 | 0.500 |
| 51 | 0.000 | 9.995 | 9.134 | -0.002 | -3.026 | 0.500 |

R = 0.21945E+02 M = 0.00000E+00 H = -.15338E+02 V = -.20897E-02m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 14.277 LONGITUD DE TRANSPORTE = 12.168



CASO N° 5 : ALTURA DE TIERRAS = 5.99

E S F U E R Z O S E N E L A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.939 | 0.000 | 22.383 | -4.285 | 0.000 | 0.500 |
| 2 | 7.034 | 0.269 | 21.796 | -4.437 | 1.026 | 0.500 |
| 3 | 7.118 | 0.542 | 20.864 | -3.866 | 1.900 | 0.500 |
| 4 | 7.191 | 0.818 | 20.022 | -3.287 | 2.617 | 0.500 |
| 5 | 7.254 | 1.097 | 19.267 | -2.711 | 3.179 | 0.500 |
| 6 | 7.306 | 1.377 | 18.598 | -2.148 | 3.587 | 0.500 |
| 7 | 7.348 | 1.660 | 18.008 | -1.609 | 3.848 | 0.500 |
| 8 | 7.378 | 1.944 | 17.493 | -1.101 | 3.969 | 0.500 |
| 9 | 7.397 | 2.229 | 17.047 | -0.633 | 3.962 | 0.500 |
| 10 | 7.406 | 2.514 | 16.663 | -0.213 | 3.840 | 0.500 |
| 11 | 7.403 | 2.800 | 16.324 | 0.155 | 3.616 | 0.500 |
| 12 | 7.390 | 3.085 | 15.990 | 0.469 | 3.306 | 0.500 |
| 13 | 7.365 | 3.369 | 15.636 | 0.733 | 2.925 | 0.500 |
| 14 | 7.329 | 3.653 | 15.267 | 0.949 | 2.486 | 0.500 |
| 15 | 7.283 | 3.935 | 14.888 | 1.118 | 2.003 | 0.500 |
| 16 | 7.226 | 4.214 | 14.505 | 1.241 | 1.489 | 0.500 |
| 17 | 7.158 | 4.492 | 14.122 | 1.318 | 0.957 | 0.500 |
| 18 | 7.079 | 4.766 | 13.744 | 1.347 | 0.422 | 0.500 |
| 19 | 6.990 | 5.037 | 13.376 | 1.327 | -0.104 | 0.500 |
| 20 | 6.890 | 5.305 | 13.021 | 1.255 | -0.606 | 0.500 |
| 21 | 6.780 | 5.569 | 12.682 | 1.129 | -1.067 | 0.500 |
| 22 | 6.660 | 5.828 | 12.363 | 0.946 | -1.473 | 0.500 |
| 23 | 6.531 | 6.082 | 12.062 | 0.706 | -1.807 | 0.500 |
| 24 | 6.391 | 6.331 | 11.774 | 0.436 | -2.061 | 0.500 |
| 25 | 6.242 | 6.575 | 11.485 | 0.180 | -2.239 | 0.500 |
| 26 | 6.084 | 6.812 | 11.194 | -0.054 | -2.347 | 0.500 |
| 27 | 5.916 | 7.044 | 10.902 | -0.265 | -2.391 | 0.500 |
| 28 | 5.740 | 7.269 | 10.612 | -0.454 | -2.379 | 0.500 |
| 29 | 5.556 | 7.486 | 10.323 | -0.622 | -2.315 | 0.500 |
| 30 | 5.363 | 7.697 | 10.038 | -0.768 | -2.206 | 0.500 |
| 31 | 5.162 | 7.900 | 9.757 | -0.894 | -2.058 | 0.500 |
| 32 | 4.953 | 8.095 | 9.482 | -0.999 | -1.878 | 0.500 |
| 33 | 4.737 | 8.282 | 9.213 | -1.086 | -1.669 | 0.500 |
| 34 | 4.514 | 8.460 | 8.953 | -1.153 | -1.439 | 0.500 |
| 35 | 4.285 | 8.630 | 8.701 | -1.202 | -1.192 | 0.500 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | 4.049 | 8.790 | 8.459 | -1.234 | -0.933 | 0.500 |
| 37 | 3.807 | 8.942 | 8.227 | -1.249 | -0.667 | 0.500 |
| 38 | 3.559 | 9.084 | 8.007 | -1.249 | -0.398 | 0.500 |
| 39 | 3.306 | 9.216 | 7.800 | -1.235 | -0.132 | 0.500 |
| 40 | 3.048 | 9.339 | 7.606 | -1.206 | 0.128 | 0.500 |
| 41 | 2.785 | 9.451 | 7.426 | -1.165 | 0.379 | 0.500 |
| 42 | 2.519 | 9.554 | 7.261 | -1.113 | 0.617 | 0.500 |
| 43 | 2.248 | 9.645 | 7.111 | -1.050 | 0.838 | 0.500 |
| 44 | 1.975 | 9.727 | 6.977 | -0.977 | 1.040 | 0.500 |
| 45 | 1.698 | 9.798 | 6.859 | -0.897 | 1.220 | 0.500 |
| 46 | 1.419 | 9.858 | 6.757 | -0.809 | 1.377 | 0.500 |
| 47 | 1.138 | 9.907 | 6.673 | -0.715 | 1.507 | 0.500 |
| 48 | 0.855 | 9.946 | 6.606 | -0.616 | 1.610 | 0.500 |
| 49 | 0.571 | 9.973 | 6.557 | -0.514 | 1.685 | 0.500 |
| 50 | 0.285 | 9.989 | 6.525 | -0.410 | 1.730 | 0.500 |
| 51 | 0.000 | 9.995 | 6.518 | -0.053 | 1.745 | 0.500 |

R = 0.19698E+02 M = 0.00000E+00 H = -.11461E+02 V = 0.19521E-03m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 14.277 LONGITUD DE TRANSPORTE = 12.168

## E N V O L V E N T E S E N E L A R C O

| SEC | M(+) (txm/m) | N(+) (t/m) | M(-) (txm/m) | N(-) (t/m) | QPES (t/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 47.537 | 0.000 | 47.537 | -11.130 |
| 2 | 2.872 | 36.444 | 0.000 | 0.000 | -11.471 |
| 3 | 5.532 | 35.020 | 0.000 | 0.000 | -10.674 |
| 4 | 7.966 | 33.723 | 0.000 | 0.000 | -9.833 |
| 5 | 10.165 | 32.555 | 0.000 | 0.000 | -8.962 |
| 6 | 12.123 | 31.513 | 0.000 | 0.000 | -8.076 |
| 7 | 13.838 | 30.595 | 0.000 | 0.000 | -7.282 |
| 8 | 15.312 | 29.798 | 0.000 | 0.000 | -6.505 |
| 9 | 16.551 | 29.117 | 0.000 | 0.000 | -5.749 |
| 10 | 17.564 | 28.545 | 0.000 | 0.000 | -5.027 |
| 11 | 18.363 | 28.060 | 0.000 | 0.000 | -4.350 |
| 12 | 18.961 | 27.587 | 0.000 | 0.000 | -3.718 |
| 13 | 19.370 | 27.077 | 0.000 | 0.000 | -3.124 |
| 14 | 19.600 | 26.536 | 0.000 | 0.000 | -2.562 |
| 15 | 19.661 | 25.970 | 0.000 | 0.000 | -2.024 |
| 16 | 19.560 | 25.387 | 0.000 | 0.000 | -1.508 |
| 17 | 19.304 | 24.793 | 0.000 | 0.000 | 1.318 |
| 18 | 18.900 | 24.195 | 0.000 | 0.000 | 1.539 |
| 19 | 18.382 | 32.855 | -0.104 | 13.376 | 1.763 |



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 17.909 | 32.150 | -0.606 | 13.021 | 2.017 |
| 21 | 17.315 | 31.451 | -1.067 | 12.682 | 2.364 |
| 22 | 16.601 | 30.764 | -1.473 | 12.363 | 2.674 |
| 23 | 15.773 | 30.096 | -1.807 | 12.062 | 2.945 |
| 24 | 14.833 | 29.452 | -2.061 | 11.774 | 3.249 |
| 25 | 13.787 | 28.838 | -2.239 | 11.485 | 3.612 |
| 26 | 12.638 | 28.257 | -2.347 | 11.194 | 3.940 |
| 27 | 11.395 | 27.713 | -2.391 | 10.902 | 4.229 |
| 28 | 10.063 | 27.210 | -2.379 | 10.612 | 4.474 |
| 29 | 8.650 | 26.749 | -2.315 | 10.323 | 4.673 |
| 30 | 7.167 | 26.332 | -2.206 | 10.038 | 4.821 |
| 31 | 5.622 | 25.959 | -2.058 | 9.757 | 4.916 |
| 32 | 4.027 | 25.630 | -1.878 | 9.482 | 4.953 |
| 33 | 2.395 | 25.345 | -1.960 | 11.256 | 4.930 |
| 34 | 0.737 | 25.102 | -2.479 | 13.933 | 4.845 |
| 35 | 0.000 | 0.000 | -3.282 | 13.819 | 4.891 |
| 36 | 0.000 | 0.000 | -4.330 | 17.850 | 4.889 |
| 37 | 0.000 | 0.000 | -5.725 | 17.811 | 4.835 |
| 38 | 0.000 | 0.000 | -7.023 | 17.788 | 4.729 |
| 39 | 0.000 | 0.000 | -8.217 | 17.769 | 4.570 |
| 40 | 0.128 | 7.606 | -9.309 | 17.751 | 4.358 |
| 41 | 0.379 | 7.426 | -10.391 | 24.357 | 4.095 |
| 42 | 0.617 | 7.261 | -11.739 | 24.344 | 3.783 |
| 43 | 0.838 | 7.111 | -12.984 | 24.344 | 3.424 |
| 44 | 1.040 | 6.977 | -14.114 | 24.352 | 3.022 |
| 45 | 1.220 | 6.859 | -15.118 | 24.364 | 2.579 |
| 46 | 1.377 | 6.757 | -15.986 | 24.377 | 2.101 |
| 47 | 1.507 | 6.673 | -16.708 | 24.389 | 1.592 |
| 48 | 1.610 | 6.606 | -17.278 | 24.397 | 1.056 |
| 49 | 1.685 | 6.557 | -17.690 | 24.399 | -0.514 |
| 50 | 1.730 | 6.525 | -17.939 | 24.394 | -0.410 |
| 51 | 1.745 | 6.518 | -18.022 | 24.387 | 0.291 |

## A R M A D U R A S E N E L A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | Ainterior (cm²/m) | Aexterior (cm²/m) | Acortante (cm²/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.939 | 0.000 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 2 | 7.034 | 0.269 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 3 | 7.118 | 0.542 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 4 | 7.191 | 0.818 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 5 | 7.254 | 1.097 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 6 | 7.306 | 1.377 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 7 | 7.348 | 1.660 | 5.799 | 4.500 | 0.000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 7.378 | 1.944 | 7.032 | 4.500 | 0.000 |
| 9 | 7.397 | 2.229 | 8.001 | 4.500 | 0.000 |
| 10 | 7.406 | 2.514 | 8.749 | 4.500 | 0.000 |
| 11 | 7.403 | 2.800 | 9.312 | 4.500 | 0.000 |
| 12 | 7.390 | 3.085 | 9.731 | 4.500 | 0.000 |
| 13 | 7.365 | 3.369 | 10.031 | 4.500 | 0.000 |
| 14 | 7.329 | 3.653 | 10.227 | 4.500 | 0.000 |
| 15 | 7.283 | 3.935 | 10.328 | 4.500 | 0.000 |
| 16 | 7.226 | 4.214 | 10.343 | 4.500 | 0.000 |
| 17 | 7.158 | 4.492 | 10.274 | 4.500 | 0.000 |
| 18 | 7.079 | 4.766 | 10.123 | 4.500 | 0.000 |
| 19 | 6.990 | 5.037 | 8.666 | 4.500 | 0.000 |
| 20 | 6.890 | 5.305 | 8.460 | 4.500 | 0.000 |
| 21 | 6.780 | 5.569 | 8.168 | 4.500 | 0.000 |
| 22 | 6.660 | 5.828 | 7.788 | 4.500 | 0.000 |
| 23 | 6.531 | 6.082 | 7.314 | 4.500 | 0.000 |
| 24 | 6.391 | 6.331 | 6.741 | 4.500 | 0.000 |
| 25 | 6.242 | 6.575 | 6.062 | 4.500 | 0.000 |
| 26 | 6.084 | 6.812 | 5.271 | 4.500 | 0.000 |
| 27 | 5.916 | 7.044 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 28 | 5.740 | 7.269 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 29 | 5.556 | 7.486 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 30 | 5.363 | 7.697 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 31 | 5.162 | 7.900 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 32 | 4.953 | 8.095 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 33 | 4.737 | 8.282 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 34 | 4.514 | 8.460 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 35 | 4.285 | 8.630 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 36 | 4.049 | 8.790 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 37 | 3.807 | 8.942 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 38 | 3.559 | 9.084 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 39 | 3.306 | 9.216 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 40 | 3.048 | 9.339 | 4.500 | 4.520 | 0.000 |
| 41 | 2.785 | 9.451 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 42 | 2.519 | 9.554 | 4.500 | 5.260 | 0.000 |
| 43 | 2.248 | 9.645 | 4.500 | 6.219 | 0.000 |
| 44 | 1.975 | 9.727 | 4.500 | 7.047 | 0.000 |
| 45 | 1.698 | 9.798 | 4.500 | 7.747 | 0.000 |
| 46 | 1.419 | 9.858 | 4.500 | 8.326 | 0.000 |
| 47 | 1.138 | 9.907 | 4.500 | 8.790 | 0.000 |
| 48 | 0.855 | 9.946 | 4.500 | 9.144 | 0.000 |
| 49 | 0.571 | 9.973 | 4.500 | 9.394 | 0.000 |
| 50 | 0.285 | 9.989 | 4.500 | 9.543 | 0.000 |

IBM

Ordenador Personal

P R O G R A M A

A R C O

CALCULO DE ARCOS,PASOS INFERIORES Y GALERIAS ENTERRADAS

(C) Copyright J.Diaz del Valle, 1988

P R O Y E C T O : CALATAYUD - RICLA

Referencia ..... : FT/S1/T1 - 0.8 H350

Fecha ..... : 16/05/95

FALSO TUNEL. SECCION 1. HT = 10 m.

## D A T O S  D E  L A  E S T R U C T U R A

NUMERO DE SEGMENTOS ..... = 50
SALTO ..... = 1

TIPO DE GEOMETRIA :

TIPO 0 : POLIGONAL ARBITRARIA DADA POR COORDENADAS
TIPO 1 : ARCO CIRCULAR DEFINIDO POR .....: f,a
TIPO 2 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR.....: f,a
TIPO 3 : PARABOLA CON y'(0)=0, DEFINIDA POR .....: a,c,b
TIPO 4 : PARABOLA CON y'(0)<>0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 5 : CUBICA CON y'(0)=0 DEFINIDA POR .....:f,a,c,b
TIPO 6 : PORTICO CIRCULAR DEFINIDO POR .....:f,a,H,B
TIPO 7 : CURVA GENERAL DEFINIDA POR PUNTOS DE PASO
TIPO 8 : GEOMETRIA ANTERIOR ALMACENADA EN FICHERO DE DATOS

2a = CUERDA , f = FLECHA , (c,b) = COORDENADAS DE UN PUNTO

TIPO = 1

FLECHA .....f = 9.995 m
CUERDA ..... 2a = 13.878 m

TIPO DE CONDICIONES DE APOYO :

TIPO 0 : TRIARTICULADO (EN APOYOS Y CLAVE)
TIPO 1 : BIARTICULADO (EN APOYOS)
TIPO 2 : EMPOTRADO EN EXTREMOS
TIPO 3 : EMPOTRADO EN EXTREMOS CON ROTULA EN CLAVE
TIPO 4 : EMPOTRADO ELASTICAMENTE
TIPO 5 : ATIRANTADO EN EXTREMOS

TIPO = 1

ESPESOR DEL ARCO ..... = 0.500 m
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ..... = 2.50 t/m3
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL HORMIGON ..... fck = 350 Kp/cm²
COEFICIENTE DE MINORACION DE fck ..... Øc = 1.50
LIMITE ELASTICO CARACTERISTICO DEL ACERO .... fyk = 4100 Kp/cm²
COEFICIENTE DE MINORACION DE fyk ..... Øs = 1.15



RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS ..... c = 5 cm
SE DISPONEN ARMADURAS MINIMAS DE FLEXOCOMPRESION

ALTURA DE TIERRAS DESDE LA BASE ..... = 20.24 m
PESO ESPECIFICO DE LAS TIERRAS ..... = 2.00 t/m3
COEFICIENTE EMPUJE TIERRAS ..... = 0.80
SOBRECARGA q ..... = 0.00 t/m²

CARGAS CONCENTRADAS EN LOS NUDOS : NINGUNA

COEFICIENTE DE MAYORACION DE LAS CARGAS ..... Øf = 1.00

## E S F U E R Z O S  E N  E L  A R C O

| SEC | X (m) | Y (m) | AXIL (t/m) | CORTANTE (t/m) | FLECTOR (txm/m) | ESPESOR (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.939 | 0.000 | 208.583 | -10.998 | 0.000 | 0.500 |
| 2 | 7.034 | 0.269 | 206.554 | -14.931 | 1.987 | 0.500 |
| 3 | 7.118 | 0.542 | 203.247 | -14.605 | 3.917 | 0.500 |
| 4 | 7.191 | 0.818 | 200.279 | -14.073 | 5.728 | 0.500 |
| 5 | 7.254 | 1.097 | 197.665 | -13.379 | 7.370 | 0.500 |
| 6 | 7.306 | 1.377 | 195.411 | -12.565 | 8.804 | 0.500 |
| 7 | 7.348 | 1.660 | 193.523 | -11.675 | 10.005 | 0.500 |
| 8 | 7.378 | 1.944 | 192.002 | -10.749 | 10.959 | 0.500 |
| 9 | 7.397 | 2.229 | 190.844 | -9.831 | 11.663 | 0.500 |
| 10 | 7.406 | 2.514 | 190.042 | -8.961 | 12.128 | 0.500 |
| 11 | 7.403 | 2.800 | 189.539 | -8.173 | 12.374 | 0.500 |
| 12 | 7.390 | 3.085 | 189.132 | -7.484 | 12.428 | 0.500 |
| 13 | 7.365 | 3.369 | 188.673 | -6.885 | 12.315 | 0.500 |
| 14 | 7.329 | 3.653 | 188.161 | -6.369 | 12.062 | 0.500 |
| 15 | 7.283 | 3.935 | 187.599 | -5.927 | 11.688 | 0.500 |
| 16 | 7.226 | 4.214 | 186.987 | -5.553 | 11.214 | 0.500 |
| 17 | 7.158 | 4.492 | 186.329 | -5.239 | 10.658 | 0.500 |
| 18 | 7.079 | 4.766 | 185.627 | -4.980 | 10.035 | 0.500 |
| 19 | 6.990 | 5.037 | 184.886 | -4.770 | 9.361 | 0.500 |
| 20 | 6.890 | 5.305 | 184.107 | -4.602 | 8.648 | 0.500 |
| 21 | 6.780 | 5.569 | 183.297 | -4.473 | 7.906 | 0.500 |
| 22 | 6.660 | 5.828 | 182.458 | -4.375 | 7.147 | 0.500 |
| 23 | 6.531 | 6.082 | 181.596 | -4.306 | 6.376 | 0.500 |
| 24 | 6.391 | 6.331 | 180.714 | -4.263 | 5.603 | 0.500 |
| 25 | 6.242 | 6.575 | 179.819 | -4.240 | 4.834 | 0.500 |
| 26 | 6.084 | 6.812 | 178.914 | -4.235 | 4.073 | 0.500 |
| 27 | 5.916 | 7.044 | 178.003 | -4.245 | 3.325 | 0.500 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 5.740 | 7.269 | 177.093 | -4.269 | 2.594 | 0.500 |
| 29 | 5.556 | 7.486 | 176.187 | -4.303 | 1.882 | 0.500 |
| 30 | 5.363 | 7.697 | 175.289 | -4.346 | 1.192 | 0.500 |
| 31 | 5.162 | 7.900 | 174.405 | -4.397 | 0.527 | 0.500 |
| 32 | 4.953 | 8.095 | 173.537 | -4.454 | -0.112 | 0.500 |
| 33 | 4.737 | 8.282 | 172.691 | -4.518 | -0.724 | 0.500 |
| 34 | 4.514 | 8.460 | 171.869 | -4.585 | -1.307 | 0.500 |
| 35 | 4.285 | 8.630 | 171.075 | -4.659 | -1.861 | 0.500 |
| 36 | 4.049 | 8.790 | 170.312 | -4.735 | -2.384 | 0.500 |
| 37 | 3.807 | 8.942 | 169.584 | -4.815 | -2.877 | 0.500 |
| 38 | 3.559 | 9.084 | 168.893 | -4.898 | -3.338 | 0.500 |
| 39 | 3.306 | 9.216 | 168.241 | -4.985 | -3.767 | 0.500 |
| 40 | 3.048 | 9.339 | 167.631 | -5.076 | -4.165 | 0.500 |
| 41 | 2.785 | 9.451 | 167.064 | -5.169 | -4.529 | 0.500 |
| 42 | 2.519 | 9.554 | 166.544 | -5.266 | -4.859 | 0.500 |
| 43 | 2.248 | 9.645 | 166.070 | -5.365 | -5.156 | 0.500 |
| 44 | 1.975 | 9.727 | 165.646 | -5.468 | -5.419 | 0.500 |
| 45 | 1.698 | 9.798 | 165.271 | -5.574 | -5.648 | 0.500 |
| 46 | 1.419 | 9.858 | 164.947 | -5.683 | -5.842 | 0.500 |
| 47 | 1.138 | 9.907 | 164.675 | -5.794 | -6.001 | 0.500 |
| 48 | 0.855 | 9.946 | 164.456 | -5.909 | -6.126 | 0.500 |
| 49 | 0.571 | 9.973 | 164.290 | -6.027 | -6.215 | 0.500 |
| 50 | 0.285 | 9.989 | 164.177 | -6.147 | -6.268 | 0.500 |
| 51 | 0.000 | 9.995 | 164.238 | 0.062 | -6.285 | 0.500 |

R = 0.19315E+03 M = 0.00000E+00 H = -.79504E+02 V = -.22531E-02m

LONGITUD DEL SEMIARCO = 14.277 LONGITUD DE TRANSPORTE = 12.168

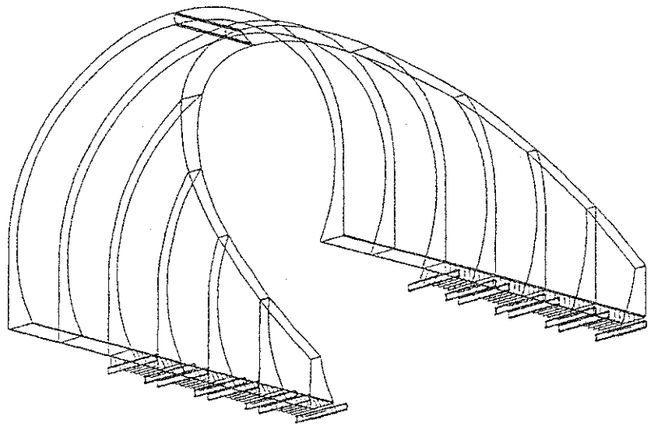
## ARMADURAS EN EL ARCO

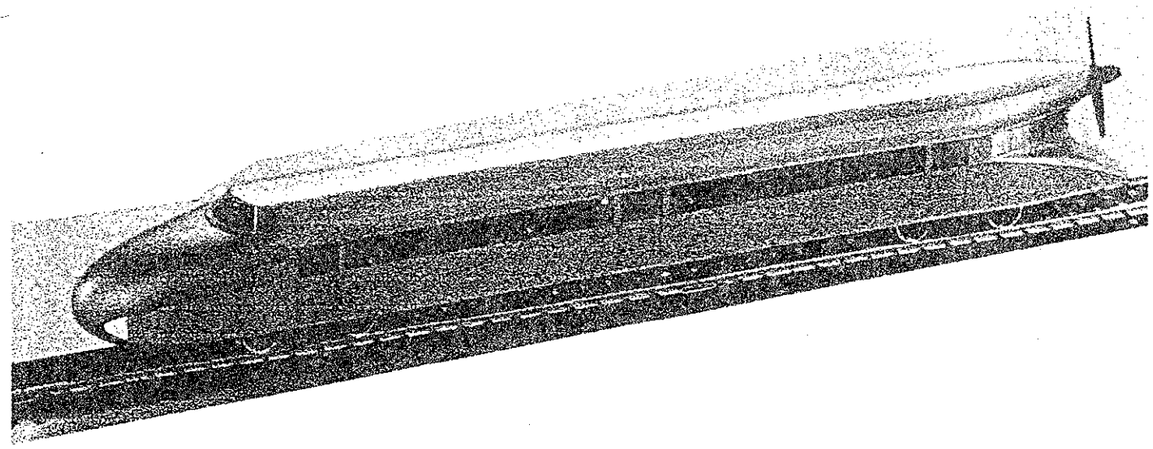
| SEC | X (m) | Y (m) | Ainterior (cm²/m) | Aexterior (cm²/m) | Acortante (cm²/m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.939 | 0.000 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 2 | 7.034 | 0.269 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 3 | 7.118 | 0.542 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 4 | 7.191 | 0.818 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 5 | 7.254 | 1.097 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 6 | 7.306 | 1.377 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 7 | 7.348 | 1.660 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 8 | 7.378 | 1.944 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 9 | 7.397 | 2.229 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 10 | 7.406 | 2.514 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 11 | 7.403 | 2.800 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 7.390 | 3.085 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 13 | 7.365 | 3.369 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 14 | 7.329 | 3.653 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 15 | 7.283 | 3.935 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 16 | 7.226 | 4.214 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 17 | 7.158 | 4.492 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 18 | 7.079 | 4.766 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 19 | 6.990 | 5.037 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 20 | 6.890 | 5.305 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 21 | 6.780 | 5.569 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 22 | 6.660 | 5.828 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 23 | 6.531 | 6.082 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 24 | 6.391 | 6.331 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 25 | 6.242 | 6.575 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 26 | 6.084 | 6.812 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 27 | 5.916 | 7.044 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 28 | 5.740 | 7.269 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 29 | 5.556 | 7.486 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 30 | 5.363 | 7.697 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 31 | 5.162 | 7.900 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 32 | 4.953 | 8.095 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 33 | 4.737 | 8.282 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 34 | 4.514 | 8.460 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 35 | 4.285 | 8.630 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 36 | 4.049 | 8.790 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 37 | 3.807 | 8.942 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 38 | 3.559 | 9.084 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 39 | 3.306 | 9.216 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 40 | 3.048 | 9.339 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 41 | 2.785 | 9.451 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 42 | 2.519 | 9.554 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 43 | 2.248 | 9.645 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 44 | 1.975 | 9.727 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 45 | 1.698 | 9.798 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 46 | 1.419 | 9.858 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 47 | 1.138 | 9.907 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 48 | 0.855 | 9.946 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 49 | 0.571 | 9.973 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |
| 50 | 0.285 | 9.989 | 4.500 | 4.500 | 0.000 |

# ANEXO 6: CÁLCULO DE EMBOQUILLES PREFABRICADOS





| DOCUMENTO CONTROLADO | |
|---|---|
| CARGO | Jefe de obra |
| FIRMA | |
| FECHA | 4-2-98 |

# EMBOQUILLES PREFABRICADOS PARA EL TÚNEL DE MARIVELLA



NOTAS:

1. El cálculo y diseño que se adjuntan son un anexo de los correspondientes a los demás prefabricados diseñados según el sistema JAO para el mismo tramo (tomos de referencia). Sólo se tratan aquí las peculiaridades de la presente estructura, dejando las generalidades como información presente en el tomo de referencia.

2. Se supone un terreno con tensión admisible de 6 Kg/cm$^2$, tando desde el punto de vista de rotura del suelo como en cuanto a su deformación. Por otra parte se ha supuesto que las zapatas no pueden sufrir deslizamiento, ya que están hormigonadas contra la roca o contra un estampidor. No obstante, se ha impuesto FS al Deslizamiento=1.

3. Se ha supuesto que la línea de pendiente máxima del relleno en la zona adyacente a los emboquilles tiene una pendiente 3 H:2 V y está contenida en el mismo plano vertical del eje del túnel: el relleno es simétrico. En el cálculo no se ejecuta la verificación por elementos finitos por considerar que las condiciones de esta obra son de total simetría de cargas, por lo que el sistema matricial convencional es suficiente.

4. Suponemos que el trazado es recto en la boca.

5. Se impone que las dovelas del pico de flauta sobresalgan sobre el relleno -según planos- con el fin de que actúen como cuneta de pie de terraplén. El contorno del pico de flauta irá asegurado por una viga de rigidización que se ejecutará cuando las tierras estén unos 80 cm por debajo de la coronación de las piezas.

6. Se supone que operan compactadores ligeros en el entorno de las estructuras.

7. El relleno será tal que su ángulo de rozamiento interno sea de, al menos, 30 °.

8. Todas las aristas del prefabricado irán terminadas mediante berenjeno aunque no se explicite en los planos.

9. Se contempla que las ménsulas más pesadas puedan aligerarse. Sin embargo, para reducir su deformación, se impone que el hueco se rellene en obra. El hueco se puede generar mediante un tubo de PVC dejado en el molde durante el hormigonado y extraído con el hormigón todavía fresco, de modo que lo deje rugoso. Alrededor de la perforación se dispondrán cercos $\phi$ 8.

10. Se han considerado 3 m de tierras sobre clave en el caso de máxima carga, siempre simétricos.

J. [illegible]

Fdo.: Jaime Armengou
Ingeniero de Caminos, C. y P. 196
Col.nº 9283

1. DESCRIPCIÓN DEL FALSO TÚNEL

Se emplea un hormigón H-300 y acero AEH-500 para las dovelas. Las zapatas utilizan el mismo acero y hormigón H-250. Se emplea pata de elefante en las dos primeras ménsulas.

2. CÁLCULO

Se aplican los conceptos del tomo de referencia; adjuntamos la memoria de cálculo de la estructura presente.

3. PUESTA EN OBRA,CONSERVACIÓN Y VISADO

Se aplican los conceptos recogidos en los tomos de referencia.

Fdo.: Jaime Armengou
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Col. nº 9283



**PARTE I:**
**DISEÑO DEL PICO DE FLAUTA ESTRICTO, EMPLEADO PARA OTRAS EMBOCADURAS DEL MISMO TRAZADO (AVE-R7)**

Se diseña a continuación el conjunto MÉNSULAS + PIEZA DE TRANSICIÓN.

En un primer momento se concibió un pico de flauta (ver croquis "BOCAS DE TÚNEL MADRID - ZARAGOZA, geometría") con un frente de 2.017 m. Sin embargo, posteriormente la decisión se modificó, añadiendo una pieza (ménsula de 2.01 m de módulo) que rebaja el frente hasta 0.677 m (ver croquis "AVE-R7, composición de pico de flauta").

7. PIEZA DE TRANSICION CON COMPACTADOR LATERAL

Diseño del armado del lado pav.

G E N E R A T E D  J O I N T  C O O R D I N A T E S

| JOINT # | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | 6.560 | .000 | .000 |
| 2 | 6.860 | .000 | .831 |
| 3 | 7.056 | .000 | 1.694 |
| 4 | 7.145 | .000 | 2.573 |
| 5 | 7.123 | .000 | 3.457 |
| 6 | 6.993 | .000 | 4.332 |
| 7 | 6.756 | .000 | 5.184 |
| 8 | 6.416 | .000 | 6.000 |
| 9 | 5.977 | .000 | 6.768 |
| 10 | 5.447 | .000 | 7.476 |
| 11 | 4.834 | .000 | 8.113 |
| 12 | 4.147 | .000 | 8.670 |
| 13 | 3.396 | .000 | 9.137 |
| 14 | 2.594 | .000 | 9.508 |
| 15 | 1.752 | .000 | 9.777 |
| 16 | .883 | .000 | 9.940 |
| 17 | .000 | .000 | 9.995 |

MEMBER PROPERTY NUMBER ------- = 1 SYMBOL= 1
AXIAL AREA, A ---------- = .300
TORSIONAL MOMENT OF INERTIA, J = .027
MOMENT OF INERTIA, I33 ------ = .002
MOMENT OF INERTIA, I22 ------ = .025
SHEAR AREA, A2 ---------- = .250(USED FOR SHEAR DEF.)
SHEAR AREA, A3 ---------- = .250(USED FOR SHEAR DEF.)
MODULUS OF ELASTICITY, E ------ = 2500000.000
SHEAR MODULUS, G ---------- = 961538.497(USED FOR TOR & SHEAR)

J O I N T  D I S P L A C E M E N T S

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

| JOINT # | U(X) | U(Z) | R(Y) |
|---|---|---|---|
| 1 | .000000 | .000000 | -.014837 |
| 2 | -.012239 | .004391 | -.014350 |
| 3 | -.024098 | .007054 | -.012950 |
| 4 | -.034609 | .008076 | -.010779 |
| 5 | -.042956 | .007847 | -.007984 |
| 6 | -.048542 | .006989 | -.004704 |
| 7 | -.051022 | .006274 | -.001071 |
| 8 | -.050335 | .006537 | .002761 |
| 9 | -.046718 | .008581 | .006610 |
| 10 | -.040714 | .013056 | .010256 |
| 11 | -.033107 | .020361 | .013484 |
| 12 | -.024817 | .030579 | .016133 |
| 13 | -.016768 | .043483 | .018108 |
| 14 | -.009772 | .058584 | .019378 |
| 15 | -.004437 | .075230 | .020044 |
| 16 | -.001126 | .092788 | .020302 |
| 17 | .000000 | .110737 | .020353 |

R E A C T I O N S  A N D  A P P L I E D  F O R C E S



LOAD CONDITION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

| JOINT | F(X) | F(Z) | M(Y) |
|---|---|---|---|
| 1 | 17.0838 | 26.5742 | .0000 |
| 2 | -4.9390 | -.6632 | .0000 |
| 3 | -4.5830 | -.6632 | .0000 |
| 4 | -4.1829 | -.8064 | .0000 |
| 5 | -3.7205 | -1.5766 | .0000 |
| 6 | -3.1727 | -2.6413 | .0000 |
| 7 | -2.6208 | -3.3401 | .0000 |
| 8 | -2.0962 | -3.7111 | .0000 |
| 9 | -1.6250 | -3.8206 | .0000 |
| 10 | -1.0850 | -3.3458 | .0000 |
| 11 | -.6055 | -2.5947 | .0000 |
| 12 | -.3511 | -2.0099 | .0000 |
| 13 | -.1415 | -1.4015 | .0000 |
| 14 | .0000 | .0000 | .0000 |
| 15 | .0000 | .0000 | .0000 |
| 16 | .0000 | .0000 | .0000 |
| 17 | 12.0194 | .0000 | .0000 |

TOTAL -.7853E-11 .2562E-11 -.6593E-12

F R A M E  M E M B E R  F O R C E S

| MEM # | LOAD # | AXIAL FORCE | DIST I | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| | 1 | -30.80 | | | |
| | | | .0 | 7.02 | .00 |
| | | | .9 | 7.02 | 6.21 |
| 2 | | | | | |
| | 1 | -27.96 | | | |
| | | | .0 | 6.10 | 6.21 |
| | | | .9 | 6.10 | 11.60 |
| 3 | | | | | |
| | 1 | -25.88 | | | |
| | | | .0 | 5.01 | 11.60 |
| | | | .9 | 5.01 | 16.03 |
| 4 | | | | | |
| | 1 | -24.35 | | | |
| | | | .0 | 3.96 | 16.03 |
| | | | .9 | 3.96 | 19.53 |
| 5 | | | | | |
| | 1 | -22.67 | | | |
| | | | .0 | 3.03 | 19.53 |
| | | | .9 | 3.03 | 22.21 |
| 6 | | | | | |
| | 1 | -20.43 | | | |
| | | | .0 | 2.04 | 22.21 |
| | | | .9 | 2.04 | 24.01 |
| 7 | | | | | |
| | 1 | -17.94 | | | |
| | | | .0 | .84 | 24.01 |
| | | | .9 | .84 | 24.75 |
| 8 | | | | | |
| | 1 | -15.52 | | | |
| | | | .0 | -.62 | 24.75 |
| | | | .9 | -.62 | 24.20 |
| 9 | | | | | |
| | 1 | -13.39 | | | |
| | | | .0 | -2.28 | 24.20 |

(7.145, 2.573)

15φ20 pml

19φ20 pml

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | .9 | -2.28 | 22.18 |
| 10 | | | | |
| 1 | -11.92 | | | |
| | | .0 | -3.72 | 22.18 |
| | | .9 | -3.72 | 18.89 |
| | | | (4.834, 8.113) | |
| | -11.12 | | 14φ20 pml | |
| | | .0 | -4.61 | 18.89 |
| | | .9 | -4.61 | 14.81 |
| 12 | | | | |
| 1 | -10.82 | | | |
| | | .0 | -5.09 | 14.81 |
| | | .9 | -5.09 | 10.31 |
| 13 | | | (3.40; 9.14) 8φ20 pml pieza remanente. | |
| 1 | -10.91 | | 1.92m; fracción de | |
| | | .0 | -5.04 | 10.31 |
| | | .9 | -5.04 | 5.85 |
| 14 | | | armado que llega: | |
| 1 | -11.45 | | $\frac{1.92}{2.5} \cdot 37\phi20 = 28\phi20$ : | |
| | | .0 | -3.66 | 5.85 |
| | | .9 | -3.66 | 2.62 |
| 15 | | | el estrechamiento de la | |
| 1 | -11.81 | | pieza no perjudica su | |
| | | .0 | -2.22 | 2.62 |
| | | .9 | -2.22 | .66 |
| 16 | | | comportamiento. | |
| 1 | -12.00 | | | |
| | | .0 | -.74 | .66 |
| | | .9 | -.74 | .00 |



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.325E+01 | -0.175E+01 | 0.452E+01 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.250E+01 | -0.150E+01 | 0.302E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.224E+01 | -0.126E+01 | 0.177E+01 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.190E+01 | -0.884E+00 | 0.806E+00 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.170E+01 | -0.456E+00 | 0.204E+00 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.156E+01 | -0.667E-02 | -0.276E-05 |

→ llevando 3φ20 pml al inicio del disel: cumplimos sobradamente.

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | -0.578248E-02 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | 0.474409E-02 | -0.172591E-02 | -0.551765E-02 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | 0.922442E-02 | -0.275281E-02 | -0.479248E-02 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | 0.130028E-01 | -0.313906E-02 | -0.373994E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | 0.157671E-01 | -0.308035E-02 | -0.248100E-02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | 0.173488E-01 | -0.285210E-02 | -0.112255E-02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | 0.177214E-01 | -0.275503E-02 | 0.244219E-03 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | 0.169847E-01 | -0.306858E-02 | 0.154486E-02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | 0.153347E-01 | -0.401596E-02 | 0.272314E-02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | 0.130369E-01 | -0.574202E-02 | 0.373767E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | 0.103812E-01 | -0.830419E-02 | 0.456628E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | 0.765432E-02 | -0.116773E-01 | 0.520215E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | 0.511096E-02 | -0.157676E-01 | 0.565306E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | 0.295575E-02 | -0.204339E-01 | 0.593966E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | 0.133444E-02 | -0.255125E-01 | 0.609333E-02 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | 0.335459E-03 | -0.308411E-01 | 0.615365E-02 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E+00 | -0.362796E-01 | 0.616586E-02 |

TIERRAS ( 0 % DE LA FLECHA) Diseño de armado lado tierras

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | 0.00000 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | 0.00000 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | 0.00000 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | 0.00000 | -0.66315 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | 0.00000 | -0.66315 |
| 14 | 6.99334 | 4.33203 | 0.00000 | -0.66315 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | 0.00000 | -0.66315 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | 0.00000 | -0.66338 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | 0.00000 | -0.66338 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | 0.00000 | -0.66315 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | 0.00000 | -0.66315 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | 0.00000 | -0.66315 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | 0.00000 | -0.66315 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | 0.00000 | -0.66315 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | 0.00000 | -0.66315 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | 0.00000 | -0.66315 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | 0.00000 | -0.33158 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.917E+01 | 0.567E-01 | 0.124E-04 | |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.907E+01 | 0.436E-01 | 0.444E-01 | |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.889E+01 | 0.310E-01 | 0.771E-01 | 6φ20 pml |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.854E+01 | 0.195E-01 | 0.992E-01 | |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.806E+01 | 0.943E-00 | 0.112E-02 | |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.746E+01 | 0.787E-01 | 0.116E-02 | 9φ20 pml |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.679E+01 | -0.626E-00 | 0.113E-02 | |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.607E+01 | -0.117E-01 | 0.105E-02 | |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.532E+01 | -0.154E-01 | 0.924E-01 | |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.459E+01 | -0.176E+01 | 0.775E-01 | |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.388E+01 | -0.182E+01 | 0.613E-01 | 5φ20 pml |

Mensula 1. H = 7.8

amortador adyacente: 0.10

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 60.316 | 21.357 | 14.761 | 0.000 |
| 48.[illegible] | 19.256 | 14.430 | 0.831 |
| 38.[illegible] | 15.220 | 13.766 | 1.694 |
| 29.103 | 11.565 | 13.103 | 2.573 |
| 21.438 | 8.377 | 12.335 | 3.457 |
| 15.008 | 5.711 | 11.032 | 4.332 |
| 9.800 | 3.592 | 9.065 | 5.184 |
| 5.839 | 2.013 | 6.810 | 6.000 |
| 3.095 | 0.939 | 4.611 | 6.768 |
| 1.402 | 0.316 | 2.771 | 7.476 |
| 0.456 | 0.055 | 1.486 | 8.113 |

1.157 = 2φ20
0.906 = 1φ20
0.731 = 10φ20
0.650 = 10φ20
0.428 = 11φ20
0.200 = 8φ20

tomamos 11φ20 pml (1)

Mensula 3. H = 4.443

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 8.492 | 6.659 | 5.218 | 0.000 |
| [illegible].75 | 5.542 | 4.887 | 0.831 |
| 3.[illegible] | 3.509 | 4.224 | 1.694 |
| 1.[illegible] | 1.915 | 3.560 | 2.573 |
| 1.011 | 0.809 | 2.867 | 3.457 |
| 0.558 | 0.207 | 2.095 | 4.332 |
| 0.226 | 0.016 | 1.340 | 5.184 |

10φ16 (3)

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 1.053 | 2.620 | 3.652 | 0.000 |
| 0.418 | 1.965 | 3.320 | 0.831 |
| 0.185 | 0.874 | 2.657 | 1.694 |
| 0.[illegible] | 0.[illegible] | 1.[illegible] | 2.573 |
| 0.086 | 0.030 | 1.328 | 3.457 |

Mensula 4. H = 2.78

tomamos 4φ12 pml. (4)

Mensula 2. H = 6.14

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| [illegible] | 12.604 | 8.113 | 0.000 |
| 16.[illegible] | 11.019 | 7.781 | 0.831 |
| 12.[illegible] | 8.032 | 7.118 | 1.694 |
| 8.563 | 5.457 | 6.455 | 2.573 |
| 5.471 | 3.361 | 5.725 | 3.457 |
| 3.300 | 1.782 | 4.703 | 4.332 |
| 1.870 | 0.728 | 3.415 | 5.184 |
| 0.960 | 0.183 | 2.236 | 6.000 |
| 0.351 | 0.018 | 1.357 | 6.768 |

1.157 m: 6.4φ20 (antes: 5φ20)
0.906 m: 5φ20 (antes: 4φ16)
0.731 4φ20
0.650
0.428

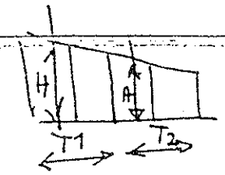
tomamos una armadura mínima promedio: para nodo 2°: 5φ20 c
8φ16 pml. Por repetida, incrementamos al mismo para cada
1.157 m: 10φ16 pml (2)



Empalme del fuste de fuste

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 49.236 | 18.767 | 12.767 | 0.000 |
| 39.006 | 16.804 | 12.436 | 0.831 |
| 30.062 | 13.050 | 11.772 | 1.694 |
| 22.519 | 9.686 | 11.109 | 2.573 |
| 16.297 | 6.791 | 10.351 | 3.457 |
| 11.247 | 4.417 | 9.124 | 4.332 |
| 7.305 | 2.585 | 7.340 | 5.184 |
| 4.428 | 1.284 | 5.373 | 6.000 |
| 2.506 | 0.471 | 3.559 | 6.768 |
| 1.274 | 0.092 | 2.200 | 7.476 |
| 0.456 | 0.002 | 1.332 | 8.113 |

mensula 2. H = 7.5m

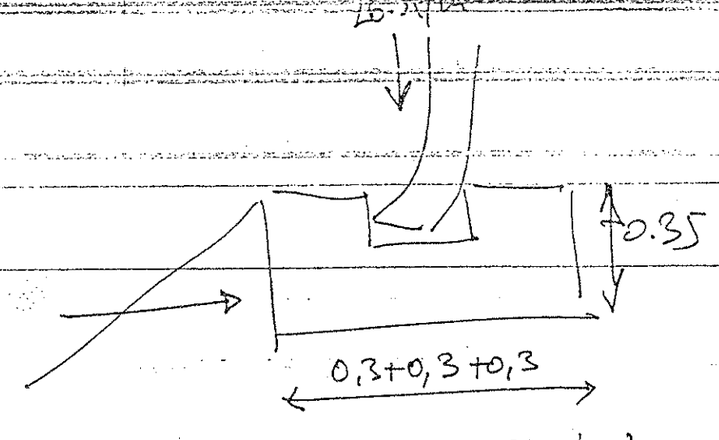



Altura tomada a mitad de pista

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 6.542 | 5.733 | 4.473 | 0.000 |
| 3.870 | 4.712 | 4.141 | 0.831 |
| 2.071 | 2.877 | 3.478 | 1.694 |
| 1.012 | 1.486 | 2.815 | 2.573 |
| 0.450 | 0.584 | 2.128 | 3.457 |
| 0.[illegible] | 0.129 | 1.384 | 4.332 |

mensula 3. H = 4.1 m

Borde de Inundación




$M = 26.5/27\,t/m \times \frac{0.9}{4}\,m =$

$= 2.98\,tn/m$

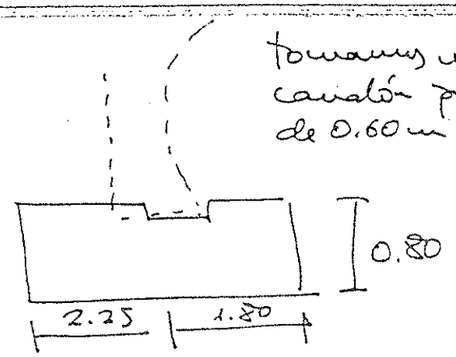
$\Rightarrow$ 4φ16 pml.

$\sigma = 6\,Kg/cm^2$

M1. R7

| | |
|---|---|
| Fck (Kp/cm2): | 250.000 |
| Suelo (Kp/cm2): | 6.000 |
| Suelo+h (Kp/cm2): | 6.160 |
| Carga v hastial (t/ml): | 12.800 |
| Carga h hastial (t/ml): | 18.800 |
| Flector hastial (t·m/ml): | 49.240 |
| F.S. vuelco: | ~~2.000~~ |
| F.S. deslizamiento: | 1.000 |
| Base de dovela (m): | 0.600 |
| Cobertura (m): | 7.500 |
| Densidad (t/m3): | 2.000 |
| Angulo rozamiento suelo: | 30.000 |

tomamos un canalón promedio de 0.60 m




sx sn
25.30988500 0.00000000E-01
**********

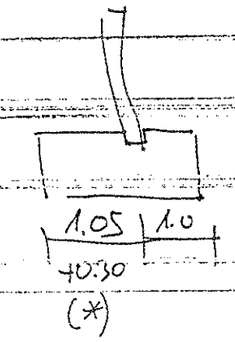
zarp.del tras. total canto total
1.800 2.226 4.026 0.800
cargas verticales (t/ml)
tierras dovela zapata totales
28.310 12.800 8.053 49.363
49.363
flector en punta delantera (t·m/ml)
82

| | |
|---|---|
| flector delante (t·m/ml) = | 25.118 |
| cortante delante (t/ml) = | 22.910 |
| flector detras (t·m/ml) = | -20.203 |
| cortante detras (t/ml) = | 19.838 |

→ d=0.70 m : 7φ20 pml

M3. R7

| | |
|---|---|
| Fck (Kp/cm2): | 250.000 |
| Suelo (Kp/cm2): | 6.000 |
| Suelo+h (Kp/cm2): | 6.080 |
| Carga v hastial (t/ml): | 4.400 |
| Carga h hastial (t/ml): | 5.730 |
| Flector hastial (t·m/ml): | 6.340 |
| F.S. vuelco: | ~~2.000~~ |
| F.S. deslizamiento: | 1.000 |
| Base de dovela (m): | 0.300 |
| Cobertura (m): | 4.100 |
| Densidad (t/m3): | 2.000 |
| Angulo rozamiento suelo: | 30.000 |




(*)

sx sn
2.81160930 0.47343284
**********

zarp.del tras. total canto total
1.000 1.036 2.036 0.400
cargas verticales (t/ml)
tierras dovela zapata totales
7.089 4.400 2.036 13.525
13.525
flector en punta delantera (t·m/ml)
9.506

| | |
|---|---|
| flector delante (t·m/ml) = | 4.007 |
| cortante delante (t/ml) = | 6.971 |
| flector detras (t·m/ml) = | -2.013 |
| cortante detras (t/ml) = | 4.734 |

4φ16 pml (armado mínimo).

Deslizamiento impedido.

(*) A 1.05 añadimos 30 cm de despiece

Mensula 1 y 2

P = 4'251 · 2'52 · 2'5 = 26.78

M = 26,78 · 0'097 + 0'06 · 7'892 · 2'52 · 4'746 = 8,261

M = 8'261 · 1'5 = 12.391

Mensula 3

P = 1'39 · 2'52 · 2'5 = 8'757

M = 8'757 · 0'443 + 0'06 · 4'537 · 2'52 · 2'669 = 5,259

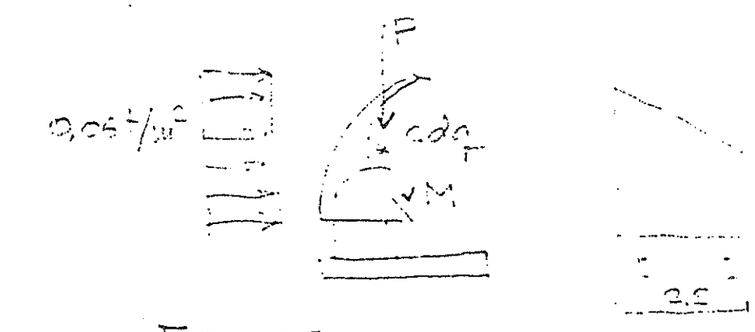
M = 5'259 · 1'5 = 7'888

Mensula 4

~~P = 0'881 · 2'52 · 2'5 = 5'55~~

M = 5'55 · 0'395 + 0'06 · 2'857 · 2'52 · 0,571 = 2'439

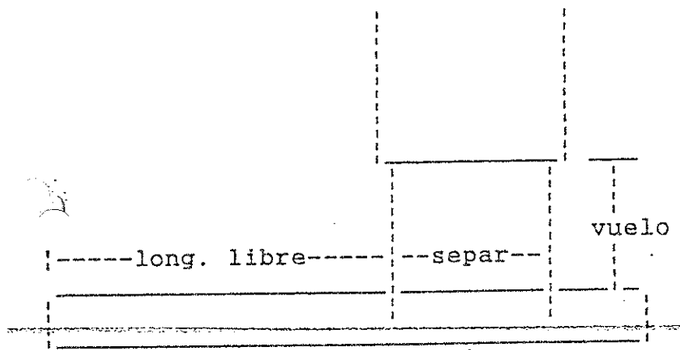
M = 2'439 · 1'5 = 3'658



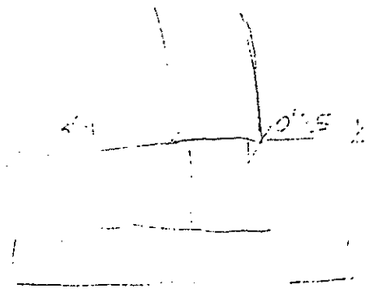
PANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS

Suelo vert. vuelo
(t/m2) (t) (t·m)
50.000 26.780 12.391
separ. vuelo dovela
(m) (m) (m)
1.47 0.800 2.520
Acero A 42 en esquís
Pandeo de redondos suponiendo
apoyo simple en extremos y
tomando coeficientes de tabla para acero
A 42 agrupados de 10 en 10, mayorando
por 1.5.
Soldadura de espesor de garganta mínimo 6.4 mm

parámetros no convencionales:



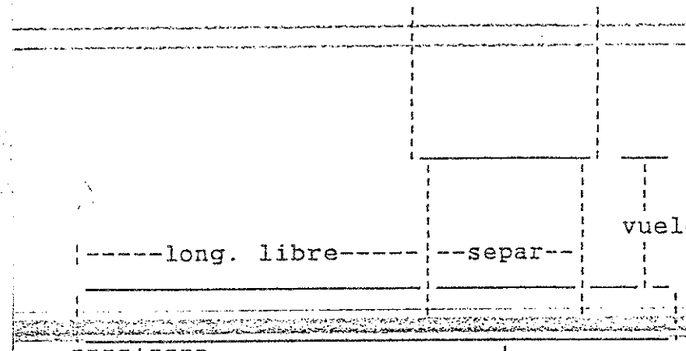

A52: 3600 Kp/cm2
A42: 2600 Kp/cm2
A37: 2400 Kp/cm2
Compresión en conjunto de barras delanteras (t): 24.193
esbeltez= 77.500 w= 1.810
( 2 pares de redondos del 32)
carga, flector por esquí
(t) (t·m)
12.390 6.195
diseño del upn 180:
long.apoyo excentr ini_reacc
(m) (m) (m)
0.992 0.463 -0.033
long.libre flector cortante
(m) (t·m) (t)
0.385 1.001 5.199
Sigma de comparación mayorada (t/m2): 13719.426



PANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS

Suelo vert. vuelo
(t/m2) (t) (t·m)
50.000 8.757 8.560
separ. vuelo dovela
(m) (m) (m)
0.200 0.400 2.520
Acero A 42 en esquís
Pandeo de redondos suponiendo
apoyo simple en extremos y
tomando coeficientes de tabla para acero
A 42 agrupados de 10 en 10, mayorando
por 1.5.
Soldadura de espesor de garganta mínimo 6.4 mm

parámetros no convencionales:



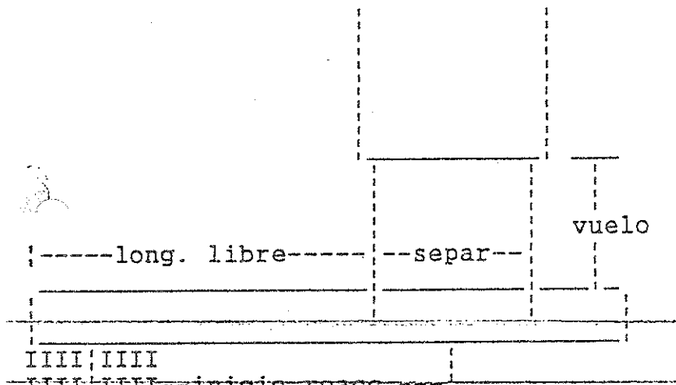

A52: 3600 Kp/cm2
A42: 2600 Kp/cm2
A37: 2400 Kp/cm2
Compresión en conjunto de barras delanteras (t): 47.179
esbeltez= 27.500 w= 1.050
( 3 pares de redondos del 32)
carga, flector por esquí
(t) (t·m)
2.919 2.853
diseño del upn 200:
long.apoyo excentr ini_reacc
(m) (m) (m)
0.212 0.978 0.871
long.libre flector cortante
(m) (t·m) (t)
0.984 2.561 2.919

Sigma de comparación mayorada (t/m2): 20604.689

ANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS

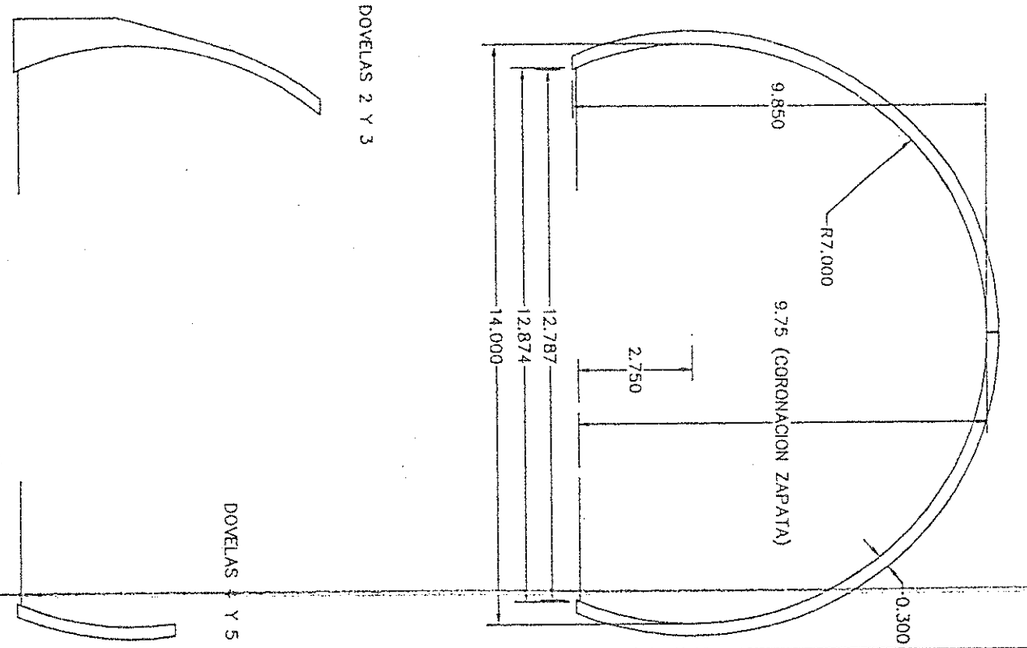
uelo. vert. vuelco
t/m2) (t) (t·m)
0.000 5.550 3.658
par. vuelo dovela
) (m) (m)
0. 0 0.400 2.520
cero A 42 en esquís
andeo de redondos suponiendo
apoyo simple en extremos y
tomando coeficientes de tabla para acero
A 42 agrupados de 10 en 10, mayorando
por 1.5.
oldadura de espesor de garganta mínimo 6.4 mm

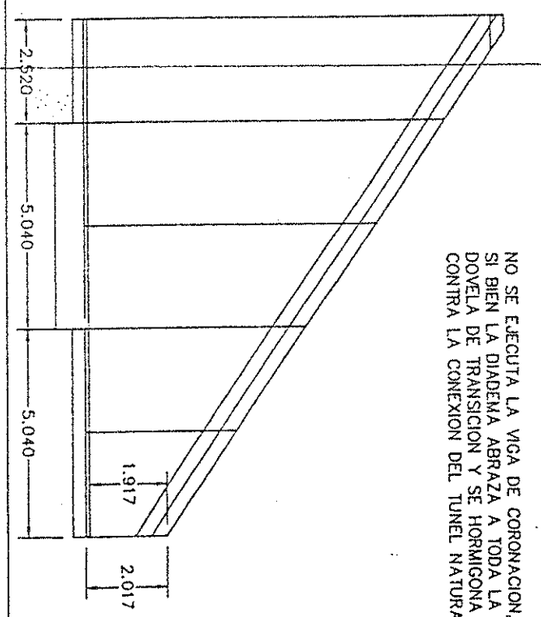
arámetros no convencionales:




A52: 3600 Kp/cm2
A42: 2600 Kp/cm2
A37: 2400 Kp/cm2
mpresión en conjunto de barras delanteras (t): 21.065
beltez= 35.200 w= 1.100
2 pares de redondos del 25)
carga, flector por esquí
(t) (t·m)
775 1.829
o del upn 180:
ong.apoyo excentr ini_reacc
(m) (m) (m)
0.206 0.659 0.556
ong.libre flector cortante
(m) (t·m) (t)
0.662 1.552 2.775
gma de comparación mayorada (t/m2): 16302.833



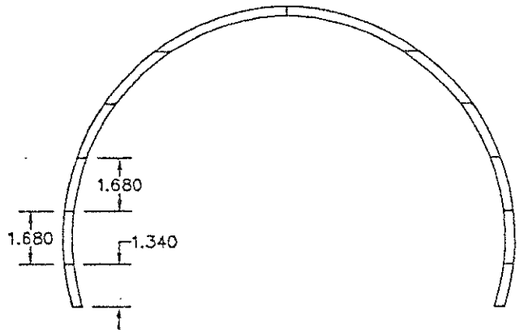


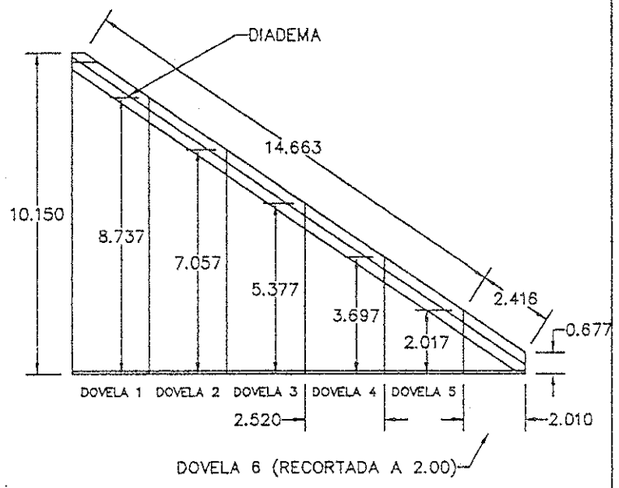

NO SE EJECUTA LA VIGA DE CORONACION, SI BIEN LA DIADEMA ABRAZA A TODA LA DOVELA DE TRANSICION Y SE HORMIGONA CONTRA LA CONEXION DEL TUNEL NATURAL.

BOCAS DE TUNEL MADRID-ZARAGOZA
GEOMETRIA
ESCALA 1:150

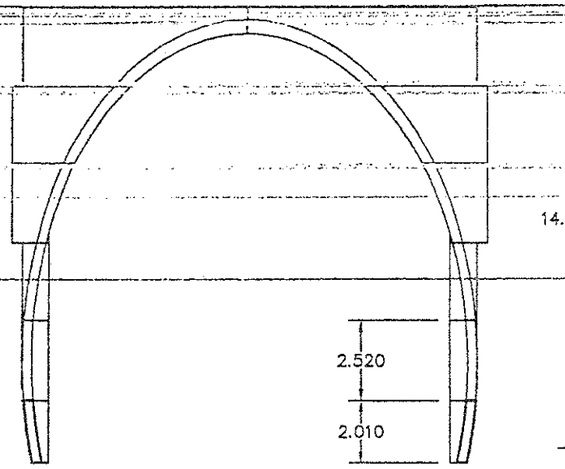
VISTA FRONTAL DE TAPES



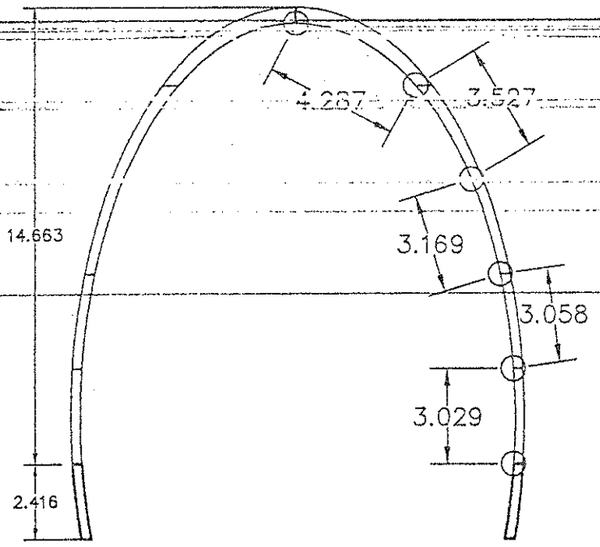

SECCION LONGITUDINAL




VISTA SUPERIOR

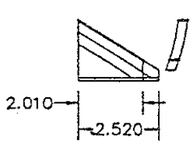



TAPES ABATIDOS

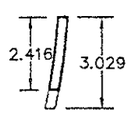



LA ULTIMA MENSULA SE FORMA CON UNA PAREJA DE TAPES DIMENSIONADOS PARA HACERLA DE 2.5 m; UNO DE LOS DOS TAPES SE RECORTARA AL COLOCARLO EN EL MOLDE Y SE VOLVERA A SOLDAR PARA ACOPIO.

MENSULA TERMINAL (ALZADO Y FRENTE)




TAPE

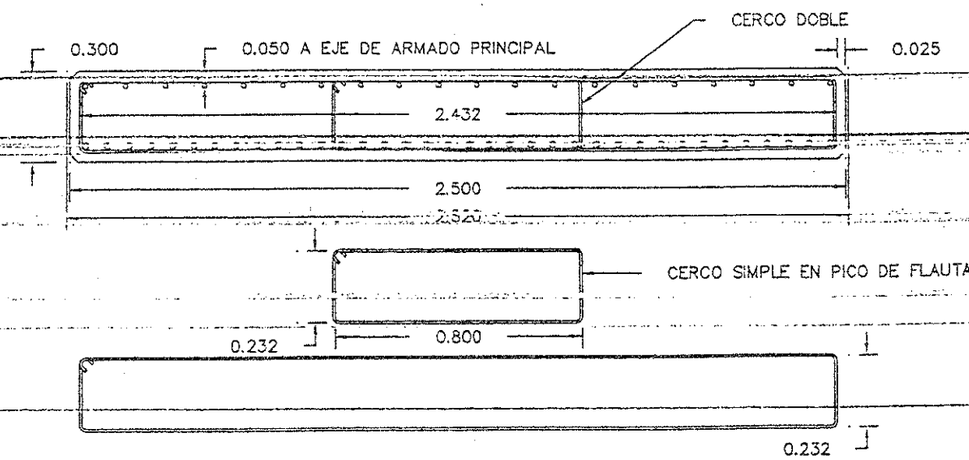





CUADRO DE MATERIALES

| | | | NIVEL | COEFICIENTE |
|---|---|---|---|---|
| HORMIGON | LIMPIEZA Y NIVELACION | H - 125 | REDUCIDO | $\gamma_c = 1.80$ |
| | EN ZAPATAS | H - 250 | NORMAL | $\gamma_c = 1.50$ |
| | EN ALZADOS | H - 300 | | |
| ACERO | BARRAS CORRUGADAS | AEH 500 | | $\gamma_s = 1.15$ |
| EJECUCION | DAÑOS MEDIOS | | | $\gamma_f = 1.60$ |

SECCION TRANSVERSAL

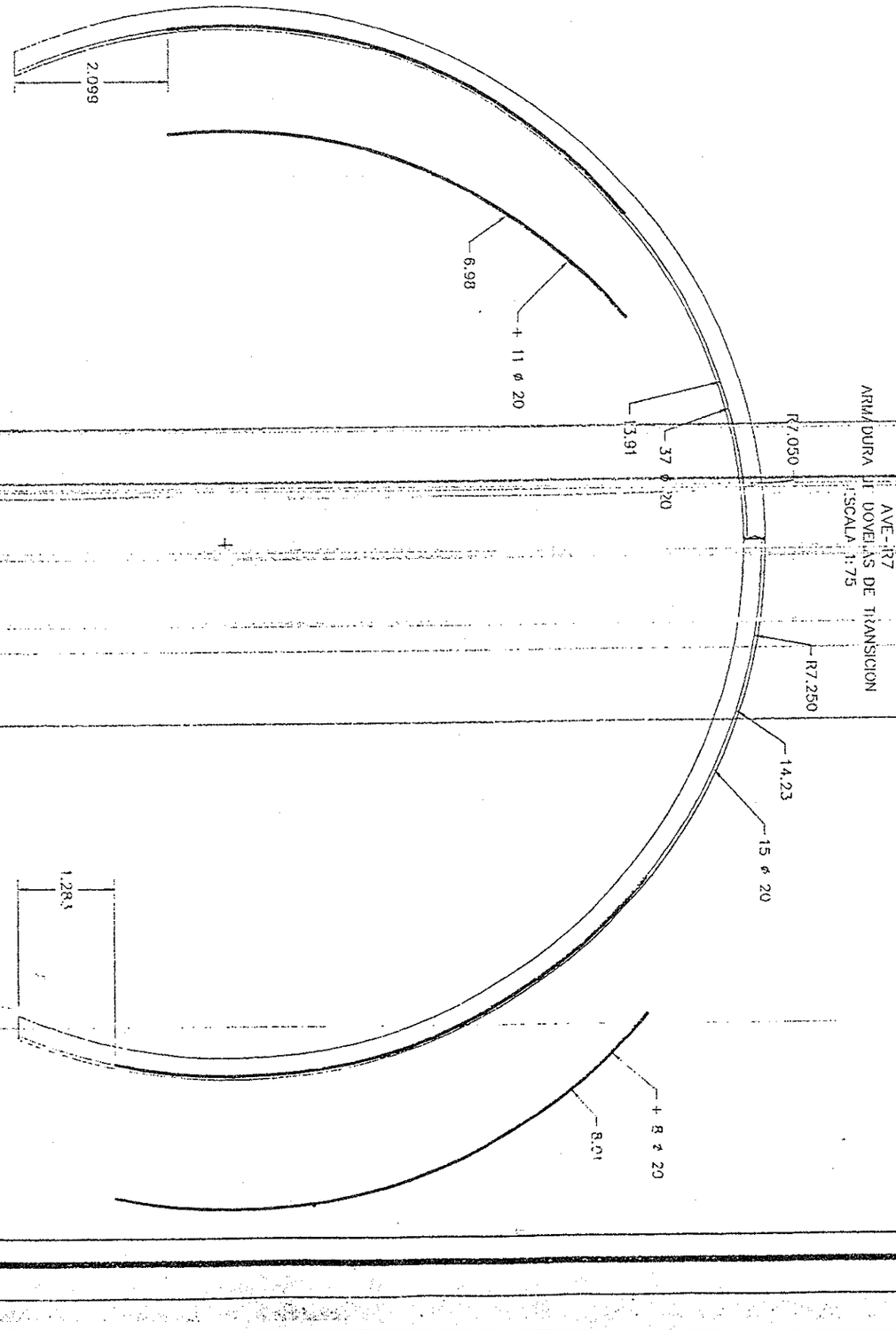



EL ANCHO DEL CERCO (ENTRE EJES DE REDONDO) ES DE 0.232 SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO: EN ZONA DE PATA DE ELEFANTE EN MENSULAS.

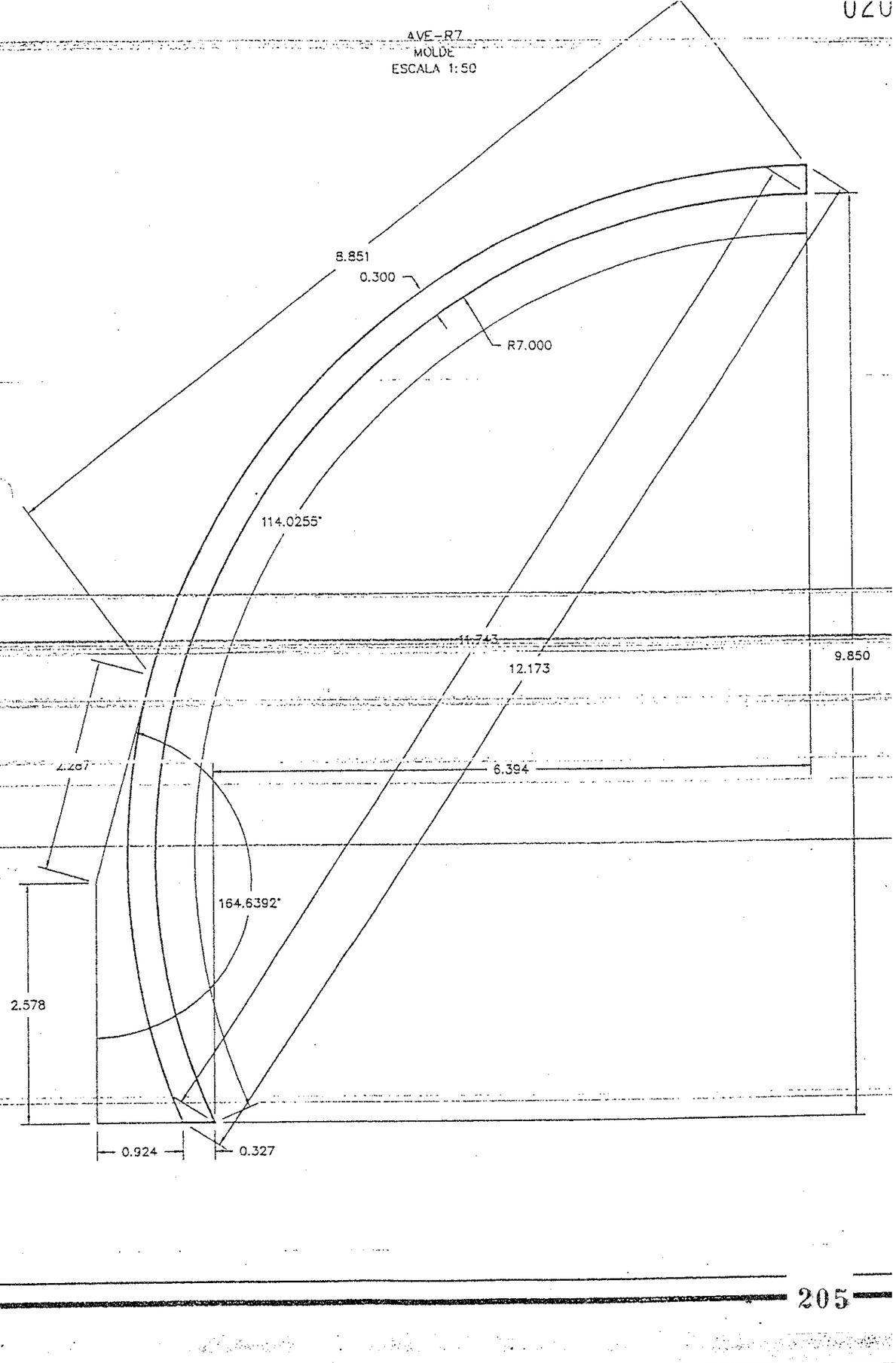
ESTE TOMO ES UN ANEXO DEL PROYECTO DE LOS DEMAS PREFABRICADOS QUE APLICAN EL SISTEMA JAO EN ESTA OBRA. TANTO LO QUE SE REFIERE A PROCESOS CONSTRUCTIVOS COMO A GENERALIDADES DEFINITORIAS DE LAS ESTRUCTURAS ESTA RECOGIDO EN LOS TOMOS PRINCIPALES: COLOCACION DE PIEZAS, PROCESO DE TERRAPLENADO, ARMADURAS DE ZUNCHADO DEL HORMIGON DEL PREFABRICADO, SELLADO, VIGAS AUXILIARES Y SUS ESPERAS, SOSTENIMIENTOS PROVISIONALES, DRENAJE, ETC.

NOTA: EMPLEAR CERCOS 2+2+2 ϕ8

AVE-R7
ARMADURA DE DOVELAS DE TRANSICION
ESCALA 1:75



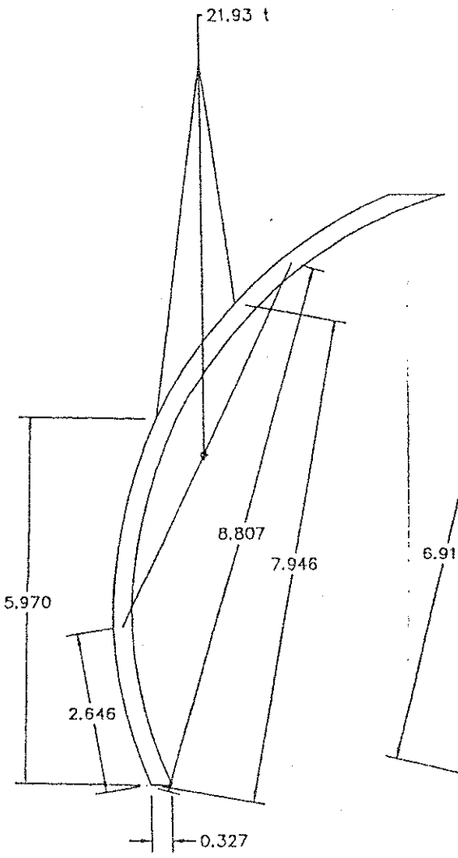

AVE-R7
MOLDE
ESCALA 1:50

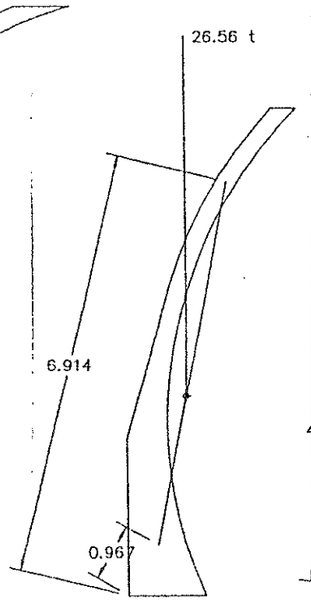


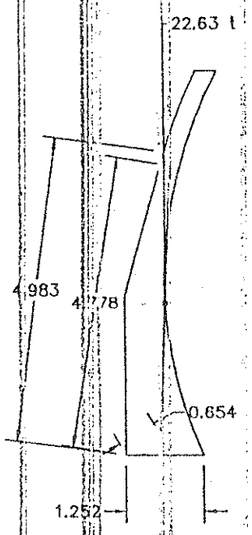
022

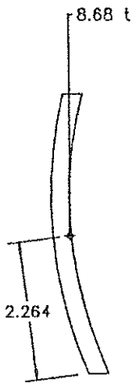
AVE-R7
SOSTENIMIENTO PROVISIONAL
ESCALA 1:100

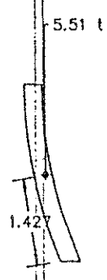
SE PUEDEN ALIGERAR DURANTE TRANSPORTE LAS MENSULAS CON PATA DE ELEFANTE, SI BIEN EL HUECO SE RELLENARA EN OBRA ANTES DE MONTAR.



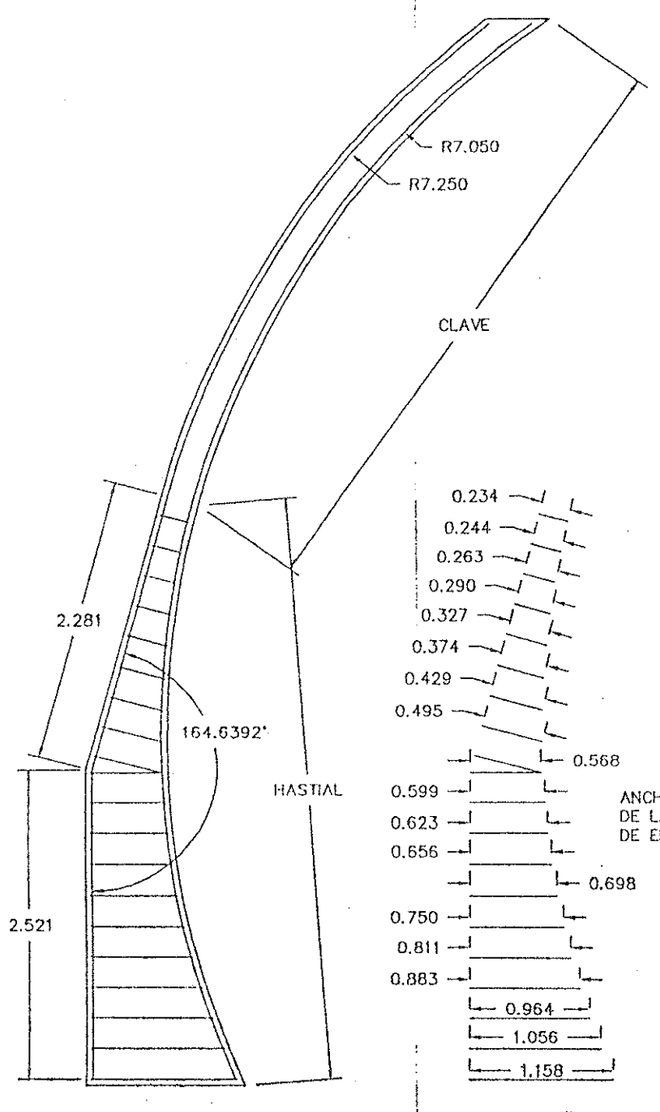




021

AVE-R7
DETALLES DE ARMADO
ESCALA 1:50







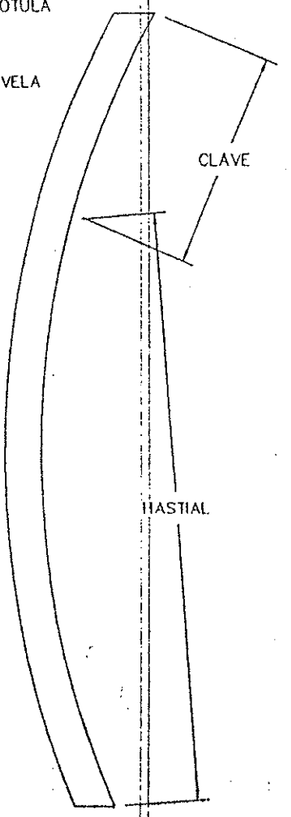
ANCHO DE LOS PRIMEROS CERCOS DE LAS PIEZAS CON PATA DE ELEFANTE.

CORONACION DE BISELES:
13 U ø 16 DE 0.20x0.40
+ 2+2 ø 8 DE 2.40.

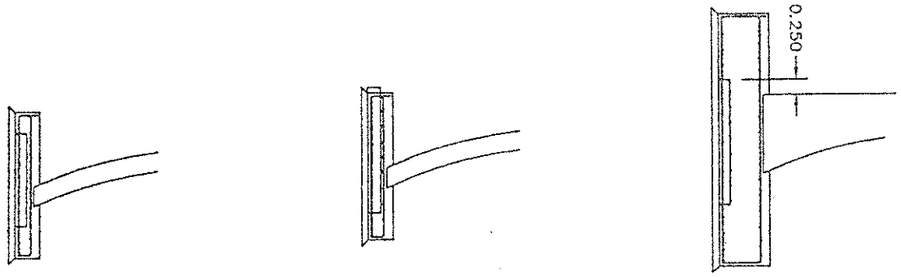
2 ø 20 ENCAJADOS MANUALMENTE EN EL MACHIHEMBRADO.

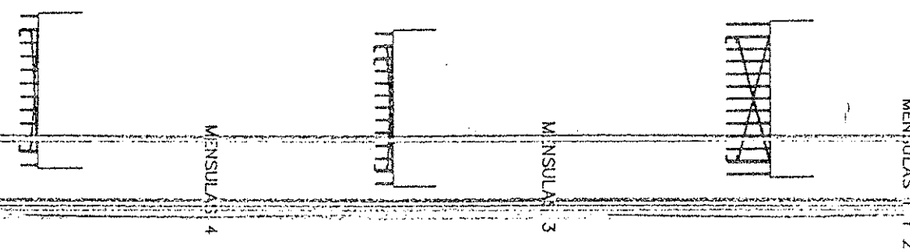
5 U ø 16 DE 0.20x0.40 REFORZANDO LA ROTULA EN CADA PIEZA.

19 U ø 16 EN LA BASE DE CADA DOVELA BIARTICULADA.

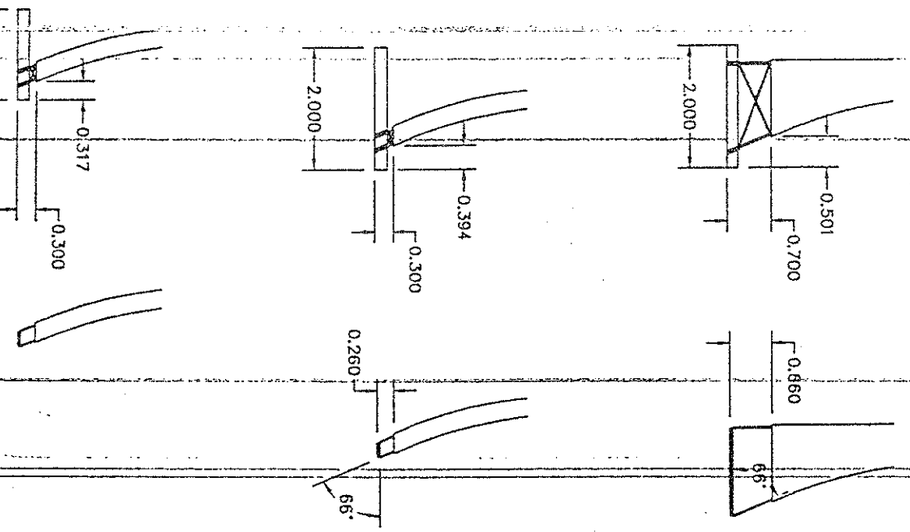


MENSULAS 1 Y 2 — 2 UPN 180 DE 2.00
MENSULA 3 — 3 UPN 200 DE 2.00
MENSULA 4 — 2 UPN 180 DE 1.50



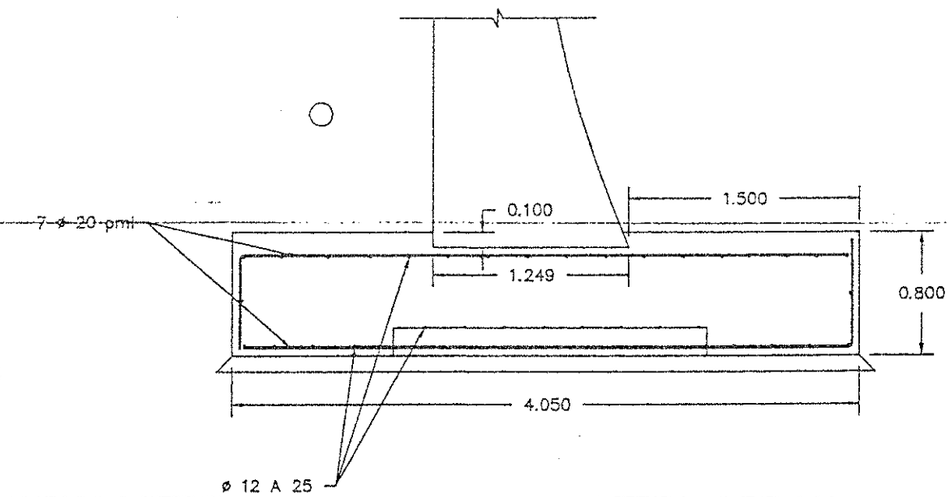

AVE-R7
SOSTENIMIENTO PROVISIONAL
ESCALA 1:100



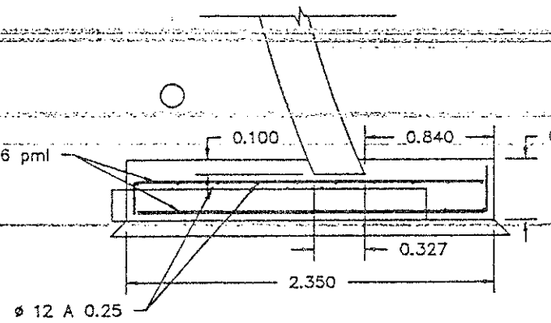



AVE-R7
ZAPATAS
ESCALA 1:40

ARMADO DE ZAPATAS PARA MENSULAS 1 Y 2



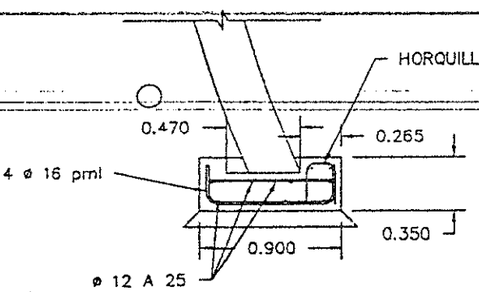

ARMADO DE ZAPATAS PARA MENSULAS 3 Y 4



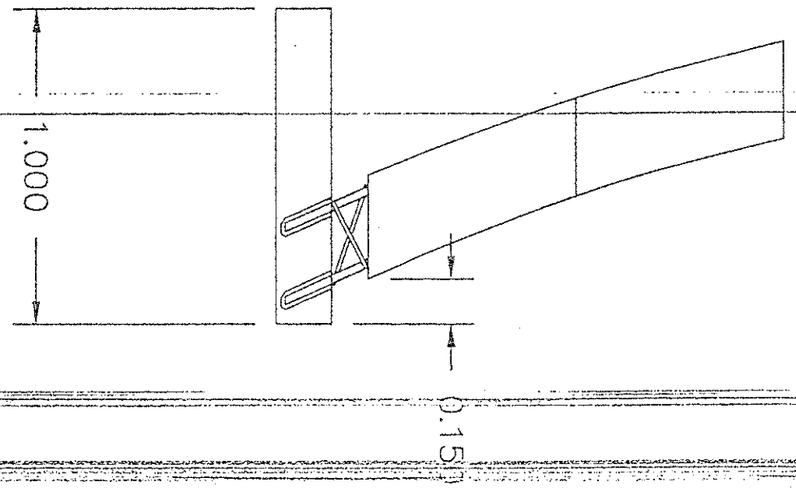

ARMADO DE ZAPATAS PARA DOVELA MIXTA

SE SUPONE QUE LAS ZAPATAS NO PUEDEN DESLIZAR.

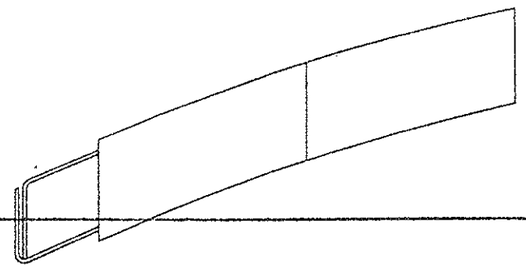
LA PIEZA BIAPOYADA HACE TOPE POR EL LADO PASO EN SU ZAPATA.




MORTERO AUTONIVELANTE VERTIDO DESDE EL LADO TIERRAS, REBOSANDO POR EL LADO PASO.




AVE
MENSULA TERMINAL R7
ESCALA 1:20



LA ZAPATA DE ESTA MENSULA ES EXTENSION DE LA ZAPATA DE LA MENSULA ANTERIOR.



DESPIECE DE AVE-R7

suponemos modulación constante 2.51999998
restamos 5 cm a todas las barras
separación entre barras de biapoyada: 0.13444445
separación entre barras de ménsulas: 0.20166667

LLAMAMOS HASTIAL Y CLAVE A LOS TRAMOS ANTES Y DESPUES DE LA PATA DE ELEFANTE. AUNQUE SOLO SE PRESENTE EN DOS MENSULAS.

a + b: TRAMOS RECTOS EN LA PATA DE ELEFANTE: 2.521+2.281

| DOVELA BARRA | ALTURA (m) | INTERIOR (L.PASO) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) | EXTERIOR (L.TIERRA) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 1 | 10.344 | 2·20 | 4.774 | 9.104 | 20 | 4.823 | 9.365 |
| 1 2 | 10.254 | 2·20 | 4.774 | 9.104 | 20 | 4.823 | 9.365 |
| 1 3 | 10.164 | 2·20 | 4.774 | 9.104 | 20 | 4.823 | 9.365 |
| 1 4 | 10.075 | 2·20 | 4.774 | 9.104 | 20 | 4.823 | 8.800 |
| 1 5 | 9.985 | 2·20 | 4.774 | 9.104 | 20 | 4.823 | 8.112 |
| 1 6 | 9.896 | 2·20 | 4.774 | 8.893 | 20 | 4.823 | 7.679 |
| 1 7 | 9.806 | 2·20 | 4.774 | 7.991 | 20 | 4.823 | 7.332 |
| 1 8 | 9.716 | 2·20 | 4.774 | 7.531 | 20 | 4.823 | 7.035 |
| 1 9 | 9.627 | 2·20 | 4.774 | 7.174 | 20 | 4.823 | 6.770 |
| 1 10 | 9.537 | 2·20 | 4.774 | 6.872 | 20 | 4.823 | 6.529 |
| 1 11 | 9.447 | 2·20 | 4.774 | 6.604 | 20 | 4.823 | 6.305 |
| 1 12 | 9.358 | 2·20 | 4.774 | 6.361 | -- | 4.823 | 6.095 |
| 1 13 | 9.268 | 2·20 | 4.774 | 6.136 | 20 | 4.823 | 5.897 |
| 1 14 | 9.178 | 2·20 | 4.774 | 5.927 | -- | 4.823 | 5.709 |
| 1 15 | 9.088 | 2·20 | 4.774 | 5.731 | 20 | 4.823 | 5.530 |
| 1 16 | 8.999 | 2·20 | 4.774 | 5.541 | -- | 4.823 | 5.357 |
| 1 17 | 8.910 | 2·20 | 4.774 | 5.362 | 20 | 4.823 | 5.191 |
| 1 18 | 8.820 | 2·20 | 4.774 | 5.190 | -- | 4.823 | 5.030 |
| 1 19 | 8.730 | 2·20 | 4.774 | 5.025 | 20 | 4.823 | 4.875 |

REFUERZOS EN LA DOVELA DE TRANSICION:
+ 8 FI20 DE 8.01 EN LADO TIERRAS REPARTIDOS UNIFORMEMENTE
+11 FI20 DE 6.98 EN LADO PASO REPARTIDOS UNIFORMEMENTE

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 1 | 8.664 | 12 | 4.774 | 4.945 | 2·20 | a + b | 4.802 | |
| 2 | 8.529 | 32 | 4.774 | 4.713 | 32 | a + b | 4.581 | ESQUI DE SEGURIDAD : ϕ32 |
| 2 3 | 8.395 | ~~X~~ | 4.774 | 4.491 | ~~20~~ | a + b | 4.369 | |
| 2 4 | 8.260 | 12 | 4.774 | 4.277 | 3·20 | a + b | 4.164 | |
| 2 5 | 8.126 | 12 | 4.774 | 4.071 | 2·20 | a + b | 3.965 | |
| 2 6 | 7.991 | 12 | 4.774 | 3.872 | 2·20 | a + b | 3.772 | |
| 2 7 | 7.857 | 12 | 4.774 | 3.678 | 2·20 | a + b | 3.583 | |
| 2 8 | 7.723 | 12 | 4.774 | 3.490 | 2·20 | a + b | 3.400 | |
| 2 9 | 7.588 | 12 | 4.774 | 3.306 | 2·20 | a + b | 3.220 | |
| 2 10 | 7.454 | 12 | 4.774 | 3.126 | 2·20 | a + b | 3.044 | |
| 2 11 | 7.319 | 12 | 4.774 | 2.951 | 2·20 | a + b | 2.872 | |
| 2 12 | 7.185 | 32 | 4.774 | 2.779 | 32 | a + b | 2.703 | |
| 2 13 | 7.050 | 12 | 4.774 | 2.610 | 2·20 | a + b | 2.536 | |
| 3 1 | 6.984 | 12 | 4.774 | 2.527 | 2·16 | a + b | 2.455 | |
| 3 2 | 6.849 | 32 | 4.774 | 2.362 | 32 | a + b | 2.292 | |
| 3 3 | 6.715 | 12 | 4.774 | 2.200 | 2·16 | a + b | 2.132 | |
| 3 4 | 6.580 | 12 | 4.774 | 2.041 | 2·16 | a + b | 1.975 | |
| 3 5 | 6.446 | 12 | 4.774 | 1.883 | 2·16 | a + b | 1.819 | |
| 3 6 | 6.311 | 12 | 4.774 | 1.728 | 2·16 | a + b | 1.665 | |
| 3 7 | 6.177 | 12 | 4.774 | 1.575 | 2·16 | a + b | 1.513 | |
| 3 8 | 6.043 | 12 | 4.774 | 1.423 | 16 | a + b | 1.362 | |
| 3 9 | 5.908 | 12 | 4.774 | 1.273 | 16 | a + b | 1.213 | |
| 3 10 | 5.774 | 12 | 4.774 | 1.125 | 16 | a + b | 1.066 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 11 | 5.639 | 12 | 4.774 | 0.978 | 16 | a + b | 0.919 |
| 3 | 12 | 5.505 | 32 | 4.774 | 0.832 | 32 | a + b | 0.774 |
| 3 | 13 | 5.370 | 12 | 4.774 | 0.687 | 16 | a + b | 0.630 |
| 4 | [illegible] | 5.304 | 12 | 4.774 | 0.616 | 2·16 | 4.823 | 0.559 |
| 4 | [illegible] | 5.169 | 32 | 4.774 | 0.473 | 32 | 4.823 | 0.417 |
| 4 | [illegible] | 5.035 | 32 | 4.774 | 0.331 | 32 | 4.823 | 0.276 |
| 4 | 4 | 4.900 | 12 | 4.774 | 0.190 | 2·16 | 4.823 | 0.135 |
| 4 | 5 | 4.766 | 12 | 4.774 | 0.050 | 2·16 | 4.818 | 0.000 |
| 4 | 6 | 4.631 | 12 | 4.685 | 0.000 | 16 | 4.679 | 0.000 |
| 4 | 7 | 4.497 | 12 | 4.546 | 0.000 | 16 | 4.541 | 0.000 |
| 4 | 8 | 4.363 | 12 | 4.408 | 0.000 | 16 | 4.403 | 0.000 |
| 4 | 9 | 4.228 | 12 | 4.271 | 0.000 | 16 | 4.266 | 0.000 |
| 4 | 10 | 4.094 | 12 | 4.134 | 0.000 | 16 | 4.129 | 0.000 |
| 4 | 11 | 3.959 | 12 | 3.998 | 0.000 | 16 | 3.993 | 0.000 |
| 4 | 12 | 3.825 | 32 | 3.862 | 0.000 | 32 | 3.857 | 0.000 |
| 4 | 13 | 3.690 | 12 | 3.726 | 0.000 | 16 | 3.721 | 0.000 |
| 5 | 1 | 3.624 | 12 | 3.659 | 0.000 | 12 | 3.654 | 0.000 |
| 5 | 2 | 3.489 | 25 | 3.524 | 0.000 | 25 | 3.519 | 0.000 |
| 5 | 3 | 3.355 | 12 | 3.389 | 0.000 | 12 | 3.384 | 0.000 |
| 5 | 4 | 3.220 | 12 | 3.254 | 0.000 | 12 | 3.250 | 0.000 |
| 5 | 5 | 3.086 | 12 | 3.120 | 0.000 | 12 | 3.115 | 0.000 |
| 5 | [illegible] | 2.951 | 12 | 2.985 | 0.000 | 12 | 2.980 | 0.000 |
| 5 | [illegible] | 2.817 | 12 | 2.851 | 0.000 | 12 | 2.846 | 0.000 |
| 5 | [illegible] | 2.683 | 12 | 2.716 | 0.000 | 12 | 2.712 | 0.000 |
| 5 | 9 | 2.548 | 12 | 2.582 | 0.000 | 12 | 2.577 | 0.000 |
| 5 | 10 | 2.414 | 12 | 2.447 | 0.000 | 12 | 2.442 | 0.000 |
| 5 | 11 | 2.279 | 12 | 2.313 | 0.000 | 12 | 2.308 | 0.000 |
| 5 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 5 | 13 | 2.010 | 12 | 2.042 | 0.000 | 12 | 2.037 | 0.000 |

DOVELA CERCOS DOBLES CERCOS SIMPLES (FI 8 mm)

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 40 | 16 |
| 2 | 30 | 6 |
| 3 | 22 | 5 |
| 4 | 15 | 5 |
| 5 | 9 | 4 |



AVE R7 CON DOVELA TERMINAL DE 2.00 m; SE EXTIENDEN LOS PARAMETROS DEL RESTO DEL PKG DE PLANTA, SALVO QUE LOS CERCOS DE ANCHO MAXIMO SE ACORTAN 50 cm Y EL ESQUI ES DE 1.0 m

| DOVELA BARRA | ALTURA (m) | INTERIOR (L.PASO) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) | EXTERIOR (L.TIERRA) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 1 | 1.944 | 12 | 1.975 | 0.000 | 12 | 1.970 | 0.000 |
| 6 2 | 1.802 | 25 | 1.832 | 0.000 | 25 | 1.828 | 0.000 |
| 6 3 | 1.661 | 12 | 1.689 | 0.000 | 12 | 1.684 | 0.000 |
| 6 4 | 1.519 | 12 | 1.545 | 0.000 | 12 | 1.541 | 0.000 |
| 6 5 | 1.378 | 12 | 1.401 | 0.000 | 12 | 1.396 | 0.000 |
| 6 6 | 1.236 | 12 | 1.256 | 0.000 | 12 | 1.252 | 0.000 |
| 6 7 | 1.095 | 12 | 1.110 | 0.000 | 12 | 1.106 | 0.000 |
| 6 8 | 0.953 | 12 | 0.964 | 0.000 | 12 | 0.960 | 0.000 |
| 6 9 | 0.812 | 25 | 0.816 | 0.000 | 25 | 0.813 | 0.000 |
| 6 10 | 0.670 | 12 | 0.668 | 0.000 | 12 | 0.665 | 0.000 |

| CERCOS DOBLES | CERCOS SIMPLES (FI 8 mm) |
|---|---|
| 4 | 4 |

## PARTE II:
## DISEÑO DEL ANILLO TIPO COMPLETO (HASTA 3 m DE COBERTURA)

Se diseña a continuación una pieza completa para conformar 7.56 m de la boca sur y 5.040 m de la boca norte.



No.de tramos : 3
No. de puntos : 25 No. de elementos : 24 No. de materiales : 1

Propiedades del hormigon de la boveda

| Young | Poison | Area | A. cort. | Inercia | Canto |
|---|---|---|---|---|---|
| 3290896. | 0.200 | 0.300 | 0.250 | 0.002250 | 0.300 |

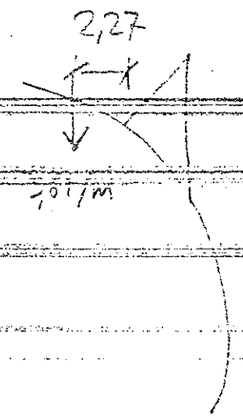
Flecha : 9.99500

| Tramo | Radio | Angulo |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 13.11900 |
| 2 | 7.15000 | 56.72000 |
| 3 | 7.15000 | 113.44000 |

Suponemos que todas las cargas (también de Viras durante construcción) son permanentes.

| Nudo | Coord.X | Coord.Y |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 0.00000 |
| 2 | 0.81994 | 0.00000 |
| 3 | 1.63988 | 0.00000 |
| 4 | 2.45981 | 0.00000 |
| 5 | 3.27975 | 0.00000 |
| 6 | 4.09969 | 0.00000 |
| 7 | 4.91963 | 0.00000 |
| 8 | 5.55950 | 0.00010 |
| 9 | 6.55950 | 0.00000 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 |
| 17 | 5.97759 | 6.76845 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 |

Caso de carga Ø: suspensión




armado: 5Ø20 mm para figura de 9,21 mm.

Angulo de rozamiento interno en construccion: 30.0
Angulo de rozamiento interno en servicio: 30.0

Altura de tierras sobre clave (m) : 3.150
Densidad terraplen (t/m3) : 2.000

Compactador adyacente (t/m) : 5.0 Compactador en clave (t) : 5.0
Carga puntual (t) : 12.000 Carga uniforme (t/m2) : 0.000
Presion admisible del terreno (t/m2) : 60.000
K construccion : 0.333
K servicio : 0.500

Coeficientes de seguridad
Hormigon : 1.50 Cargas : 1.60 Acero : 1.15

Resistencia caract. del hormigon : fck = 300. Kp/cm2
Resistencia caract. del acero : Fyk = 5100. Kp/cm2

CASO DE CARGA 1.1. :

TIERRAS ( 0 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -0.00001 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -0.00001 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | 0.00000 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | 0.00000 | -0.66315 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | 0.00000 | -0.66315 |
| 14 | 6.99334 | 4.33203 | 0.00000 | -0.66315 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | 0.00000 | -0.66315 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | 0.00000 | -0.66338 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | 0.00000 | -0.66338 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | 0.00000 | -0.66315 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | 0.00000 | -0.66315 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | 0.00000 | -0.66315 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | 0.00000 | -0.66315 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | 0.00000 | -0.66315 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | 0.00000 | -0.66315 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | 0.00000 | -0.66315 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | 0.00000 | -0.33158 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| | 6.5595 | 0.0000 | -0.917E+01 | 0.567E-01 | 0.532E-05 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.907E+01 | 0.436E-01 | 0.444E+01 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.889E+01 | 0.310E-01 | 0.771E+01 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.854E+01 | 0.195E-01 | 0.992E+01 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.807E+01 | 0.113E-01 | 0.994E+01 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.746E+01 | 0.788E-01 | 0.116E+02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.679E-01 | -0.626E-00 | 0.113E+02 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.615E+01 | -0.997E+00 | 0.973E+01 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.532E+01 | -0.154E+01 | 0.924E+01 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.459E+01 | -0.176E+01 | 0.775E+01 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.388E+01 | -0.163E+01 | 0.615E+01 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.325E+01 | -0.175E+01 | 0.452E+01 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.269E+01 | -0.156E+01 | 0.303E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.224E+01 | -0.126E+01 | 0.177E+01 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.190E+01 | -0.884E+00 | 0.806E+00 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.170E+01 | -0.456E+00 | 0.204E+00 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.156E+01 | -0.632E-02 | 0.642E-04 |

******* recién colocado **********

amb: 2 perm/tot=0.99

**********

| nº | axil (t/m) | flector (t·m/m) | simétr. pml | fi | flx.sim. pml | fi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9.168 | 0.000 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 2 | 9.071 | 4.435 | 2 | 20 | 3 | 20 |
| 3 | 8.886 | 7.711 | 6 | 20 | 6 | 20 |
| 4 | 8.540 | 9.918 | 8 | 20 | 8 | 20 |
| 5 | 8.056 | 11.167 | 9 | 20 | 9 | 20 |
| 6 | 7.463 | 11.585 | 10 | 20 | 9 | 20 |
| 7 | 6.790 | 11.307 | 10 | 20 | 9 | 20 |
| 8 | 6.066 | 10.477 | 9 | 20 | 9 | 20 |
| 9 | 5.321 | 9.244 | 8 | 20 | 8 | 20 |
| 10 | 4.585 | 7.748 | 7 | 20 | 6 | 20 |
| 11 | 3.885 | 6.130 | 5 | 20 | 5 | 20 |
| 12 | 3.246 | 4.520 | 3 | 20 | 3 | 20 |
| 13 | 2.690 | 3.032 | 2 | 20 | 2 | 20 |
| 14 | 2.238 | 1.768 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 15 | 1.903 | 0.806 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 16 | 1.698 | 0.204 | 1 | 20 | 1 | 20 |

arranado lado tierra

10 ϕ 20 pml

6 ϕ 20 pml



| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | -0.578253E-02 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | 0.474413E-02 | -0.172592E-02 | -0.551769E-02 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | 0.922448E-02 | -0.275283E-02 | -0.479250E-02 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | 0.130029E-01 | -0.313908E-02 | -0.373996E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | 0.157672E-01 | -0.308037E-02 | -0.248100E-02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | 0.173489E-01 | -0.285213E-02 | -0.112255E-02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | 0.177215E-01 | -0.275506E-02 | 0.244227E-03 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | 0.169848E-01 | -0.306861E-02 | 0.154487E-02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | 0.153348E-01 | -0.401599E-02 | 0.272316E-02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | 0.130370E-01 | -0.574206E-02 | 0.373769E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | 0.103813E-01 | -0.830425E-02 | 0.456630E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | 0.765436E-02 | -0.116774E-01 | 0.520217E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | 0.511099E-02 | -0.157677E-01 | 0.565309E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | 0.295576E-02 | -0.204340E-01 | 0.593969E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | 0.133445E-02 | -0.255126E-01 | 0.609336E-02 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | 0.335460E-03 | -0.308412E-01 | 0.615367E-02 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E-00 | -0.362798E-01 | 0.616588E-02 |

CASO DE CARGA 1.2. :

TIERRAS ( 25 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -0.57734 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -0.93261 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | -0.47332 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | -0.11805 | -0.66315 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | 0.00000 | -0.66315 |
| 14 | 6.99334 | 4.33203 | 0.00000 | -0.66315 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | 0.00000 | -0.66315 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | 0.00000 | -0.66338 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | 0.00000 | -0.66338 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | 0.00000 | -0.66315 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | 0.00000 | -0.66315 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | 0.00000 | -0.66315 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | 0.00000 | -0.66315 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | 0.00000 | -0.66315 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | 0.00000 | -0.66315 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | 0.00000 | -0.66315 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | 0.00000 | -0.33158 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.980E+01 | 0.398E+01 | -0.933E-05 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.934E+01 | 0.354E+01 | 0.332E+01 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.893E+01 | 0.294E+01 | 0.625E+01 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.854E+01 | 0.208E+01 | 0.852E+01 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.807E+01 | 0.113E+01 | 0.994E+01 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.750E+01 | 0.262E+00 | 0.105E+02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.685E+01 | -0.449E+00 | 0.104E+02 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.615E+01 | -0.997E+00 | 0.973E+01 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.542E+01 | -0.139E+01 | 0.864E+01 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.471E+01 | -0.162E+01 | 0.727E+01 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.402E+01 | -0.170E+01 | 0.578E+01 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.340E+01 | -0.164E+01 | 0.427E+01 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.286E+01 | -0.147E+01 | 0.287E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.241E+01 | -0.119E+01 | 0.168E+01 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.209E+01 | -0.838E+00 | 0.765E-00 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.189E+01 | -0.432E-00 | 0.194E+00 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.175E+01 | -0.612E-02 | 0.158E-03 |

expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | -0.698272E-03 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | 0.417841E-02 | -0.152158E-02 | -0.488538E-02 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | 0.817573E-02 | -0.243875E-02 | -0.431360E-02 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | 0.116055E-01 | -0.279039E-02 | -0.343154E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | 0.141715E-01 | -0.273649E-02 | -0.232946E-02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | 0.156825E-01 | -0.251879E-02 | -0.110812E-02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | 0.160948E-01 | -0.241073E-02 | 0.140933E-03 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | 0.154844E-01 | -0.267164E-02 | 0.134260E-02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | 0.140226E-01 | -0.351175E-02 | 0.243966E-02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | 0.119496E-01 | -0.506961E-02 | 0.338961E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | 0.953248E-02 | -0.740228E-02 | 0.416877E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | 0.703763E-02 | -0.104890E-01 | 0.476860E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | 0.470327E-02 | -0.142438E-01 | 0.519499E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | 0.272132E-02 | -0.185357E-01 | 0.546648E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | 0.122880E-02 | -0.232119E-01 | 0.561223E-02 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | 0.308797E-03 | -0.281208E-01 | 0.566949E-02 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E-00 | -0.331317E-01 | 0.568108E-02 |

CASO DE CARGA 1.3. :
TIERRAS ( 50 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -1.26990 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -2.34331 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | -1.91330 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | -1.60972 | -0.71844 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | -1.42177 | -1.00939 |
| 14 | 6.99334 | 4.33203 | -0.74641 | -1.03298 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | -0.09448 | -0.74203 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | 0.00000 | -0.66338 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | 0.00000 | -0.66330 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | 0.00000 | -0.66315 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | 0.00000 | -0.66315 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | 0.00000 | -0.66315 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | 0.00000 | -0.66315 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | 0.00000 | -0.66315 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | 0.00000 | -0.66315 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | 0.00000 | -0.66315 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | 0.00000 | -0.33158 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.128E+02 | -0.101E+01 | -0.313E-06 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.114E+02 | -0.361E+00 | -0.608E+00 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.103E+02 | 0.220E+00 | -0.639E+00 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.946E+01 | 0.683E+00 | -0.218E+00 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.873E+01 | 0.110E+01 | 0.568E+00 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.801E+01 | 0.129E+01 | 0.173E+01 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.739E+01 | 0.975E+00 | 0.285E+01 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.684E+01 | 0.408E+00 | 0.345E+01 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.628E+01 | -0.757E-01 | 0.357E+01 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.572E+01 | -0.423E+00 | 0.332E+01 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.518E+01 | -0.639E+00 | 0.282E+01 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.468E+01 | -0.734E+00 | 0.219E+01 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.423E+01 | -0.723E+00 | 0.152E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.387E+01 | -0.623E+00 | 0.912E+00 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.360E+01 | -0.454E+00 | 0.423E+00 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.344E-01 | -0.239E+00 | 0.108E+00 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.333E-01 | -0.601E-02 | 0.155E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | -0.698272E-03 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | 0.124826E-02 | -0.383967E-03 | -0.809011E-03 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | 0.198658E-02 | -0.466730E-03 | -0.860201E-03 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | 0.274713E-02 | -0.456684E-03 | -0.839309E-03 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | 0.343576E-02 | -0.361811E-03 | -0.702193E-03 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | 0.393199E-02 | -0.230838E-03 | -0.428901E-03 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | 0.413746E-02 | -0.152039E-03 | -0.526116E-04 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | 0.402073E-02 | -0.225419E-03 | 0.367096E-03 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | 0.361617E-02 | -0.535057E-03 | 0.778525E-03 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | 0.300268E-02 | -0.113251E-02 | 0.114524E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | 0.228098E-02 | -0.203088E-02 | 0.144452E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | 0.155337E-02 | -0.320714E-02 | 0.166632E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | 0.908281E-03 | -0.461088E-02 | 0.181182E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | 0.411239E-03 | -0.617690E-02 | 0.189155E-02 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | 0.102381E-03 | -0.783867E-02 | 0.192328E-02 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E-00 | -0.954029E-02 | 0.192975E-02 |

CASO DE CARGA 1.4. :
TIERRAS ( 75 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -1.96247 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -3.75402 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | -3.36425 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | -2.97515 | -0.76387 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | -2.55358 | -1.27760 |
| 14 | 6.99334 | 4.33203 | -2.05826 | -1.93423 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | -1.60372 | -2.29214 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | -1.26939 | -2.31556 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | -0.66104 | -1.84210 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | -0.00213 | -1.00315 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | -0.00213 | -0.66930 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | 0.00000 | -0.66315 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | 0.00000 | -0.66315 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | 0.00000 | -0.66315 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | 0.00000 | -0.66315 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | 0.00000 | -0.66315 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | 0.00000 | -0.33158 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.210E+02 | -0.524E+01 | 0.142E-05 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.188E+02 | -0.415E+01 | -0.415E+01 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.169E+02 | -0.304E+01 | -0.734E+01 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.156E+02 | -0.197E+01 | -0.953E+01 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.144E+02 | -0.102E+01 | -0.108E+02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.131E+02 | -0.189E-00 | -0.113E+02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.116E+02 | 0.629E+00 | -0.112E+02 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.100E+02 | 0.155E+01 | -0.102E+02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.882E+01 | 0.230E+01 | -0.841E+01 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.822E+01 | 0.234E+01 | -0.617E+01 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.795E+01 | 0.190E+01 | -0.425E+01 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.774E+01 | 0.145E+01 | -0.280E+01 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.755E+01 | 0.106E+01 | -0.171E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.738E+01 | 0.741E+00 | -0.922E+00 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.725E+01 | 0.466E+00 | -0.398E+00 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.717E+01 | 0.225E+00 | -0.975E-01 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.712E-01 | -0.431E-02 | -0.211E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.545416E-02 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.4483S6E-02 | 0.160405E-02 | 0.520626E-02 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.122777E-01 | 0.289224E-02 | 0.351294E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.148606E-01 | 0.281695E-02 | 0.229753E-02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.162954E-01 | 0.259099E-02 | 0.973923E-03 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.165477E-01 | 0.250931E-02 | -0.369703E-03 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.157111E-01 | 0.284780E-02 | -0.164695E-02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.139947E-01 | 0.381758E-02 | -0.276068E-02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.117073E-01 | 0.552099E-02 | -0.363096E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.917505E-02 | 0.794909E-02 | -0.425416E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.667433E-02 | 0.110266E-01 | -0.467651E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.441339E-02 | 0.146453E-01 | -0.494594E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.253893E-02 | 0.186833E-01 | -0.510300E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.114651E-02 | 0.230183E-01 | -0.518183E-02 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.291535E-03 | 0.275365E-01 | -0.521140E-02 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E-00 | 0.321389E-01 | -0.521723E-02 |

CASO DE CARGA 1.5. :
TIERRAS ( 85 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -2.23949 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -4.31830 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | -3.94463 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | -3.54779 | -0.78395 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | -3.10249 | -1.41790 |
| 14 | 6.99334 | 4.33203 | -2.57680 | -2.26246 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | -2.06329 | -2.76345 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | -1.59956 | -2.98385 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | -1.01659 | -2.57618 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | -0.47288 | -1.82098 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | -0.03548 | -0.79461 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | 0.00000 | -0.66315 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | 0.00000 | -0.66315 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | 0.00000 | -0.66315 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | 0.00000 | -0.33158 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.256E+02 | -0.624E-01 | 0.886E-05 |
| 1 | 6.8605 | 0.8315 | -0.231E+02 | -0.513E-01 | -0.503E+01 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.209E+02 | -0.398E-01 | -0.908E+01 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.194E+02 | -0.282E+01 | -0.121E+02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.181E+02 | -0.178E-01 | -0.141E+02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.165E+02 | -0.812E-00 | -0.152E+02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.147E+02 | 0.183E-00 | -0.155E+02 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.128E+02 | 0.129E-01 | -0.149E+02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.112E+02 | 0.231E-01 | -0.132E+02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.102E+02 | 0.289E-01 | -0.108E+02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.969E+01 | 0.294E-01 | -0.811E+01 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.948E+01 | 0.260E-01 | -0.559E+01 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.939E+01 | 0.206E+01 | -0.351E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.933E-01 | 0.150E-01 | -0.194E+01 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.928E-01 | 0.980E-00 | -0.855E+00 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.925E+01 | 0.484E-00 | -0.212E+00 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.923E+01 | -0.347E-02 | -0.663E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.610752E-02 | 0.218757E-02 | 0.711956E-02 |



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.119335E-01 | 0.349208E-02 | 0.627730E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.207035E-01 | 0.386817E-02 | 0.345402E-02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.229708E-01 | 0.351513E-02 | 0.170587E-02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.236424E-01 | 0.331369E-02 | -0.128022E-03 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.227861E-01 | 0.365755E-02 | -0.194252E-02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.206259E-01 | 0.487793E-02 | -0.362168E-02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.175267E-01 | 0.718665E-02 | -0.505517E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.139187E-01 | 0.106483E-01 | -0.618363E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.102254E-01 | 0.151964E-01 | -0.700156E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.680658E-02 | 0.206720E-01 | -0.754476E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.393105E-02 | 0.268709E-01 | -0.787047E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.177802E-02 | 0.335797E-01 | -0.803767E-02 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.451682E-03 | 0.405981E-01 | -0.810141E-02 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E+00 | 0.477553E-01 | -0.811409E-02 |

CASO DE CARGA 1.6. :
TIERRAS ( 95 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -2.51652 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -4.88259 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | -4.52500 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | -4.12504 | -0.80435 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | -3.66387 | -1.56204 |
| 14 | 6.99334 | 4.33203 | -3.11782 | -2.60640 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | -2.56896 | -3.28636 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | -2.04878 | -3.64144 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | -1.58400 | -3.74055 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | -1.04518 | -3.24282 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | -0.56579 | -2.46467 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | -0.11439 | -1.25137 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | -0.02217 | -0.80697 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | 0.00000 | -0.66315 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | 0.00000 | -0.33158 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.332E+02 | -0.548E+01 | 0.197E-04 |
| 1 | 6.8605 | 0.8315 | -0.306E+02 | -0.477E-01 | -0.453E+01 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.284E+02 | -0.398E+01 | -0.843E+01 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.267E+02 | -0.316E+01 | -0.116E+02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.253E+02 | -0.244E+01 | -0.140E+02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.235E+02 | -0.177E+01 | -0.159E+02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.212E+02 | -0.978E+00 | -0.171E+02 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.188E+02 | 0.255E-01 | -0.176E+02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.166E+02 | 0.125E+01 | -0.171E+02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.148E+02 | 0.245E+01 | -0.154E+02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.136E+02 | 0.324E+01 | -0.128E+02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.130E+02 | 0.354E+01 | -0.968E+01 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.127E+02 | 0.337E+01 | -0.652E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.127E+02 | 0.275E+01 | -0.372E+01 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.128E+02 | 0.187E-01 | -0.165E+01 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.129E-02 | 0.933E-00 | -0.412E-00 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.129E-02 | -0.170E-02 | -0.235E-03 |

********* compactador adyacente **********
ambiente 2 perm/tot=0.99
****************************************

| nº | axil | flector | simetr. | fix.sim. |
|---|---|---|---|---|
| | t/m | t*m | | |
| 1 | 22.206 | 0.000 | 1 20 | 1 20 |
| 2 | 25.282 | 4.218 | 1 20 | 2 20 |
| 3 | 28.358 | 8.432 | 4 20 | 7 20 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 26.741 | 11.576 | 8 | 20 | 9 | 20 |
| 5 | 25.200 | 14.025 | 10 | 20 | 11 | 20 |
| 6 | 23.455 | 15.892 | 11 | 20 | 12 | 20 |
| 7 | 21.199 | 17.146 | 12 | 20 | 13 | 20 |
| 8 | 18.822 | 17.621 | 13 | 20 | 14 | 20 |
| 9 | 16.585 | 17.100 | 13 | 20 | 13 | 20 |
| 10 | 14.786 | 15.410 | 12 | 20 | 12 | 20 |
| 11 | 13.616 | 12.775 | 10 | 20 | 10 | 20 |
| 12 | 12.989 | 9.683 | 7 | 20 | 8 | 20 |
| 13 | 12.749 | 6.515 | 4 | 20 | 5 | 20 |
| 14 | 12.743 | 3.720 | 2 | 20 | 2 | 20 |
| 15 | 12.811 | 1.649 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 16 | 12.862 | 0.412 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 17 | 12.896 | 0.412 | 1 | 20 | 1 | 20 |

16 ϕ 20 pwl lado [illegible] de seguridad.

10 ϕ 20 pwl extendido lado [illegible]

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

[illegible] de seguridad

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.803306E-02 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.662660E-02 | 0.236824E-02 | 0.776242E-02 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.130360E-01 | 0.379854E-02 | 0.698838E-02 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.186980E-01 | 0.434087E-02 | 0.579380E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.231720E-01 | 0.421041E-02 | 0.426529E-02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.261397E-01 | 0.374674E-02 | 0.247910E-02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.274201E-01 | 0.336960E-02 | 0.506501E-03 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.269847E-01 | 0.353181E-02 | -0.156937E-02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.249683E-01 | 0.466413E-02 | -0.364386E-02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.216782E-01 | 0.711034E-02 | -0.558494E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.171253E-01 | 0.110036E-01 | -0.720777E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.131052E-01 | 0.165397E-01 | -0.860863E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.892600E-02 | 0.232000E-01 | -0.953575E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.513604E-02 | 0.313453E-01 | -0.101869E-01 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.233233E-02 | 0.400796E-01 | -0.105075E-01 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.503600E-03 | 0.492564E-01 | -0.106096E-01 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E+00 | 0.586730E-01 | -0.106552E-01 |

CASO DE CARGA 1.7.

TIERRAS ( 99 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -2.62733 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -5.10830 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | -4.75716 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | -4.35679 | -0.81258 |
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | -3.89059 | -1.62035 |
| 14 | 6.99334 | 4.33203 | -3.33772 | -2.74639 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | -2.77731 | -3.50222 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | -2.24014 | -3.92265 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | -1.75110 | -4.06743 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | -1.33282 | -4.02462 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | -0.85118 | -3.34959 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | -0.43338 | -2.44100 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | -0.22534 | -1.86724 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | -0.09349 | -1.33540 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | -0.02586 | -0.92705 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | -0.00321 | -0.71438 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | 0.00000 | -0.33158 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.2733E+01 | -0.3316E+00 | 0.3316E+00 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.5521E+02 | -0.3608E+01 | 0.3355E+01 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.3306E+02 | -0.3172E+01 | 0.6371E+01 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.3152E+02 | -0.2708E+01 | 0.8948E+01 |



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.300E+02 | -0.233E+01 | -0.111E+02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.281E+02 | -0.199E+01 | -0.131E+02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.257E+02 | -0.152E+01 | -0.147E+02 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.231E+02 | -0.769E+00 | -0.157E+02 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.206E+02 | 0.253E+00 | -0.160E+02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.183E+02 | 0.151E+01 | -0.153E+02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.167E+02 | 0.268E+01 | -0.134E+02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.157E+02 | 0.332E+01 | -0.106E+02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.152E+02 | 0.340E+01 | -0.749E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.151E+02 | 0.304E+01 | -0.454E+01 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.151E+02 | 0.226E+01 | -0.211E+01 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.152E+02 | 0.120E+01 | -0.540E+00 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.152E+02 | 0.247E+01 | -0.693E+04 |

********* compactador adyacente **********

ambiente 2 perm/tot=0.99

| nº | axil (t/m) | flector (t.m/m) | simétr. pml | fi | flx.sim. pml | fi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 37.711 | 0.000 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 2 | 35.187 | 3.345 | 1 | 20 | 2 | 20 |
| 3 | 33.017 | 6.368 | 2 | 20 | 5 | 20 |
| 4 | 31.452 | 8.943 | 4 | 20 | 7 | 20 |
| 5 | 30.010 | 11.135 | 7 | 20 | 9 | 20 |
| 6 | 28.103 | 13.057 | 9 | 20 | 10 | 20 |
| 7 | 25.886 | 14.659 | 10 | 20 | 12 | 20 |
| 8 | 23.075 | 15.736 | 11 | 20 | 12 | 20 |
| 9 | 20.352 | 16.020 | 12 | 20 | 13 | 20 |
| 10 | 18.335 | 15.289 | 11 | 20 | 12 | 20 |
| 11 | 16.671 | 13.357 | 10 | 20 | 11 | 20 |
| 12 | 15.994 | 10.530 | 8 | 20 | 9 | 20 |
| 13 | 15.231 | 7.489 | 5 | 20 | 6 | 20 |
| 14 | 15.084 | 4.543 | 3 | 20 | 3 | 20 |
| 15 | 15.112 | 2.114 | 1 | 20 | 2 | 20 |
| 16 | 15.182 | 0.540 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 17 | 15.246 | 0.540 | 1 | 20 | 1 | 20 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.681428E-02 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.563096E-02 | 0.200352E-02 | 0.661452E-02 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.111253E-01 | 0.322151E-02 | 0.603456E-02 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.160652E-01 | 0.368730E-02 | 0.512035E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.200865E-01 | 0.356345E-02 | 0.392155E-02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.229030E-01 | 0.311799E-02 | 0.247717E-02 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.243199E-01 | 0.269860E-02 | 0.822327E-03 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.242537E-01 | 0.270254E-02 | -0.992509E-03 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.227552E-01 | 0.353518E-02 | -0.288988E-02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.200310E-01 | 0.555334E-02 | -0.475922E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.164278E-01 | 0.900103E-02 | -0.646957E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.123992E-01 | 0.139540E-01 | -0.789733E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.842627E-02 | 0.203095E-01 | -0.897475E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.493577E-02 | 0.278263E-01 | -0.969307E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.225144E-02 | 0.361804E-01 | -0.100904E-01 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.575200E-03 | 0.450336E-01 | -0.102489E-01 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E+00 | 0.540980E-01 | -0.102811E-01 |

CASO DE CARGA 1.8. : TIERRAS + COMPACTADOR EN CLAVE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -2.62733 | -0.33161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -5.10473 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | -4.81519 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | -4.36202 | -0.81082 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | -3.83491 | -1.60452 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | -2.68477 | -3.40338 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | -2.12271 | -3.74550 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | -1.60272 | -3.76918 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | -1.14491 | -3.53498 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | -0.76458 | -3.11459 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | -0.46749 | -2.58471 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | -0.25327 | -2.02248 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | -0.11482 | -1.49980 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | -0.03904 | -1.07841 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | -0.00791 | -0.80569 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | -0.00050 | -2.85570 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.386E+02 | -0.141E+01 | 0.903E-07 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.364E+02 | -0.114E+01 | -0.113E+01 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.345E+02 | -0.822E+00 | -0.202E+01 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.332E+02 | -0.524E+00 | -0.258E+01 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.321E+02 | -0.418E+00 | -0.295E+01 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.304E+02 | -0.422E+00 | -0.332E+01 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.282E+02 | -0.340E+00 | -0.369E+01 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.258E+02 | -0.671E-01 | -0.392E+01 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.234E+02 | 0.373E+00 | -0.381E+01 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.214E+02 | 0.881E+00 | -0.326E+01 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.198E+02 | 0.132E+01 | -0.226E+01 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.185E+02 | 0.154E+01 | -0.925E+00 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.179E+02 | 0.142E+01 | 0.470E+00 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.174E+02 | 0.906E+00 | 0.159E+01 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.169E+02 | -0.117E+01 | 0.161E+01 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.167E+02 | -0.247E+01 | 0.277E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E-00 | 0.171091E-02 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.141847E-02 | 0.477694E-03 | 0.164349E-02 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.277158E-02 | 0.752914E-03 | 0.145533E-02 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.394059E-02 | 0.839595E-03 | 0.118041E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.484164E-02 | 0.788716E-03 | 0.850146E-03 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.542163E-02 | 0.674013E-03 | 0.475765E-03 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.564564E-02 | 0.584362E-03 | 0.568542E-04 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.549961E-02 | 0.619080E-03 | -0.397970E-03 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.500415E-02 | 0.876457E-03 | -0.860193E-03 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.422865E-02 | 0.143216E-02 | -0.128271E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.328547E-02 | 0.231481E-02 | -0.161219E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.231254E-02 | 0.348932E-02 | -0.180207E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.144161E-02 | 0.485746E-02 | -0.182923E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.765797E-03 | 0.628149E-02 | -0.170631E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | -0.319121E-03 | 0.762724E-02 | -0.148776E-02 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.805634E-04 | 0.881650E-02 | -0.126802E-02 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E+00 | 0.987341E-02 | -0.117196E-02 |

CASO DE CARGA 2. :
TIERRAS + PAVIMENTO - SOBRECARGA UNIFORME + SOBRECARGA PUNTUAL

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.55950 | 0.00000 | -9.29600 | -0.35161 |
| 10 | 6.86048 | 0.83150 | -10.42209 | -0.66319 |
| 11 | 7.05650 | 1.69370 | -9.97647 | -0.66315 |
| 12 | 7.14461 | 2.57350 | -9.33284 | -0.87781 |



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | 7.12345 | 3.45745 | -8.53617 | -2.08359 |
| 15 | 6.75628 | 5.18386 | -6.67389 | -5.23632 |
| 16 | 6.41590 | 5.99993 | -5.70308 | -6.22235 |
| 17 | 5.97739 | 6.76843 | -4.75646 | -6.85618 |
| 18 | 5.44742 | 7.47621 | -3.86664 | -7.19025 |
| 19 | 4.83415 | 8.11316 | -3.06154 | -7.28885 |
| 20 | 4.14694 | 8.66955 | -2.35150 | -7.22207 |
| 21 | 3.39632 | 9.13686 | -1.73891 | -7.05998 |
| 22 | 2.59376 | 9.50795 | -1.21619 | -6.86627 |
| 23 | 1.75153 | 9.77715 | -0.76734 | -6.69252 |
| 24 | 0.88251 | 9.94033 | -0.37038 | -6.57483 |
| 25 | 0.00000 | 9.99500 | -0.09092 | -3.26674 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | -0.844E+02 | 0.248E+01 | -0.108E-04 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.811E+02 | 0.226E+01 | 0.209E+01 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.785E+02 | 0.217E+01 | 0.399E+01 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.770E-02 | 0.207E+01 | 0.593E+01 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.759E+02 | 0.161E+01 | 0.766E+01 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.743E+02 | 0.793E+00 | 0.877E+01 |
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | -0.719E+02 | -0.101E+00 | 0.906E+01 |
| 16 | 6.4159 | 5.9999 | -0.689E+02 | -0.850E+00 | 0.859E+01 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | -0.656E+02 | -0.137E+01 | 0.756E+01 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | -0.624E+02 | -0.163E+01 | 0.617E+01 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | -0.594E+02 | -0.164E+01 | 0.467E+01 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | -0.567E+02 | -0.147E+01 | 0.327E+01 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | -0.542E+02 | -0.120E+01 | 0.208E+01 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | -0.528E+02 | -0.890E+00 | 0.115E+01 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | -0.508E+02 | -0.284E+00 | 0.124E+00 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | -0.503E+02 | 0.352E-02 | 0.107E-03 |

| nº | axil | flector | simétr. | flx.sim. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 84.413 | 0.000 | 1 20 | |
| 2 | 81.115 | 2.093 | 1 20 | |
| 3 | 78.468 | 3.994 | 1 20 | |
| 4 | 76.981 | 5.927 | 1 20 | |
| 5 | 74.919 | 7.659 | 1 20 | |
| 6 | 74.297 | 8.766 | 1 20 | |
| 7 | 71.858 | 9.060 | 1 20 | |
| 8 | 68.876 | 8.587 | 1 20 | |
| 9 | 65.636 | 7.557 | 1 20 | |
| 10 | 62.395 | 6.165 | 1 20 | |
| 11 | 59.364 | 4.674 | 1 20 | |
| 12 | 56.693 | 3.270 | 1 20 | |
| 13 | 54.475 | 2.075 | 1 20 | |
| 14 | 52.754 | 1.148 | 1 20 | |
| 15 | 51.535 | 0.502 | 1 20 | |
| 16 | 50.810 | 0.124 | 1 20 | |
| 17 | 50.330 | 0.124 | 1 20 | |

en servicio el armado a compresión

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

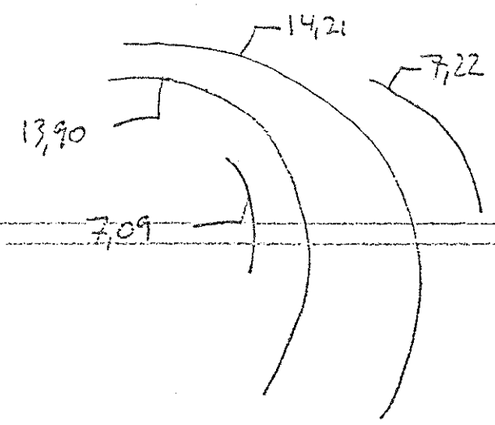
| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.5595 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | -0.390392E-02 |
| 10 | 6.8605 | 0.8315 | -0.319196E-02 | -0.123123E-02 | -0.377893E-02 |
| 11 | 7.0565 | 1.6937 | -0.624107E-02 | -0.230391E-02 | -0.334144E-02 |
| 12 | 7.1446 | 2.5735 | -0.905938E-02 | -0.235983E-02 | -0.282308E-02 |
| 13 | 7.1234 | 3.4575 | -0.112182E-01 | -0.233667E-02 | -0.201189E-02 |
| 14 | 6.9933 | 4.3320 | -0.125717E-01 | -0.224355E-02 | -0.103122E-02 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 6.7563 | 5.1839 | 0.130177E-01 | -0.218752E-02 | 0.331165E-04 |
| 16 | 6.4150 | 5.4993 | 0.123600E-01 | -0.318598E-02 | 0.200677E-03 |
| 17 | 5.9774 | 6.7684 | 0.113935E-01 | -0.318490E-02 | 0.205134E-02 |
| 18 | 5.4474 | 7.4762 | 0.967300E-02 | -0.454480E-02 | 0.287067E-02 |
| 19 | 4.8341 | 8.1132 | 0.766358E-02 | -0.655511E-02 | 0.351785E-02 |
| 20 | 4.1469 | 8.6695 | 0.560432E-02 | -0.918098E-02 | 0.399214E-02 |
| 21 | 3.3963 | 9.1369 | 0.369895E-02 | -0.123355E-01 | 0.431128E-02 |
| 22 | 2.5938 | 9.5080 | 0.210228E-02 | -0.159028E-01 | 0.450377E-02 |
| 23 | 1.7515 | 9.7771 | 0.918691E-03 | -0.197589E-01 | 0.460231E-02 |
| 24 | 0.8825 | 9.9403 | 0.208749E-03 | -0.237874E-01 | 0.463967E-02 |
| 25 | 0.0000 | 9.9950 | 0.000000E-00 | -0.278895E-01 | 0.464707E-02 |



# DISEÑO DEL ANCLAJE

Tirantes: 6 $\phi$20 pud extendidos




+ 4 $\phi$20 pud entre nudos 3 (7,06; 1,59) y 10 (5,45; 7,48)

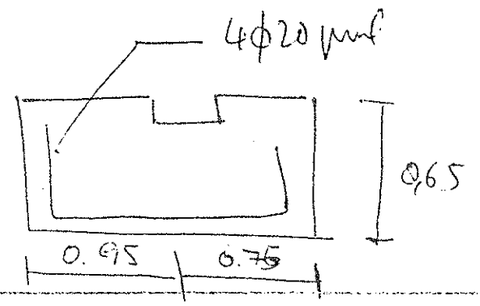
Pozo: 10 $\phi$20 pud extendidos +

+ 6 $\phi$20 pud entre nudos

4 (7,11; 2,57)

Anclaje de $\phi$20 mínimo: 45cm.

| | |
|---|---|
| Fck (Kp/cm2): | 250.000 |
| Suelo (Kp/cm2): | 6.000 |
| Suelo-h (Kp/cm2): | 6.127 |
| Carga hastial (t/ml): | 78.960 |
| Base de dovela (m): | 0.300 |
| Flecha (m): | 9.995 |
| Cobertura (m): | 3.150 |
| Densidad (t/m3): | 2.000 |




zarp.del tras. total canto total
0.722 0.951 1.673 0.635

cargas verticales (t/ml)
tierras dovela zapata totales
20.906 78.960 2.657 102.523

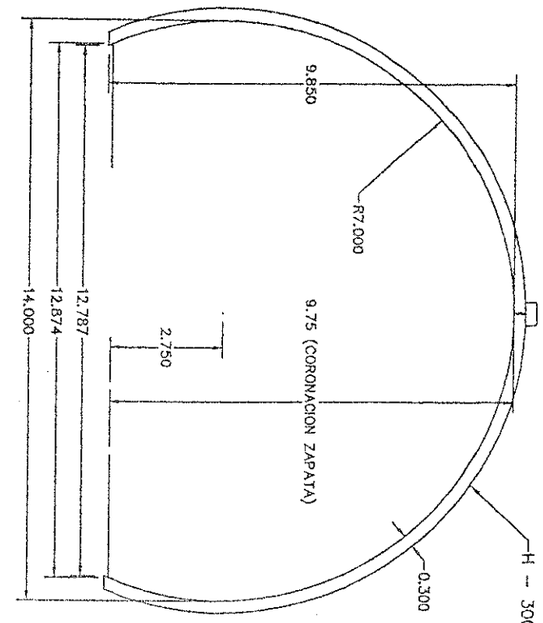
flector eje dovela (t·m/ml)
tierras dovela zapata reacción
11.512 0.000 0.305 -11.754

flector (t·m/ml) = 12.526
cortante (t/ml) = 19.659

| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 3: pésimo): | 2 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.00020 |
| t/m límite según A.C.I.: | 2590. |
| t/m2 en acero: | 51000. |
| t/m2 en hormigón: | 2500. |
| minoración acero: | 1.150 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.753 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec medio (m): | 0.050 |
| nº de barras: | 4 |
| separación entre barras (m): | 0.251 |
| diámetro de las barras (m): | 0.02000 |
| sección de acero (cm2): | 12.566 |
| canto (m): | 0.540 |
| 1: rectangular en vano; 2: plana: | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 7227. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00017 |

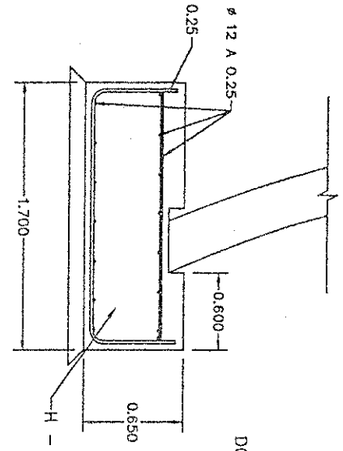


SECCION TIPO




TUNEL DE MARIVELLA
ESCALA 1:150

ZAPATAS DEL TRAMO COMPLETO (6 Kp/cm2, 3 m SOBRE CLAVE)
ESCALA 1:40

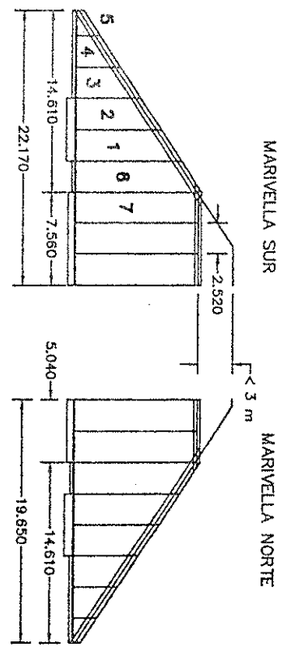



SE SUPONE IMPEDIDO EL DESLIZAMIENTO DE LAS ZAPATAS.

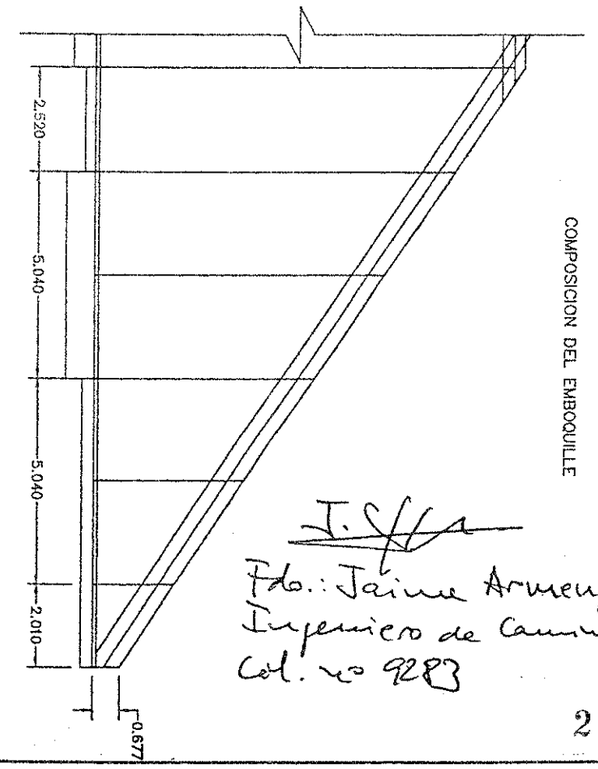
| DOVELA NO. | DE ANILLOS | TIPO |
|---|---|---|
| 5 | 2 | MENSULA (2.0) |
| 4 | 2 | MENSULA (2.5) |
| 3 | 2 | MENSULA (2.5) |
| 2 | 2 | MENSULA (2.5) |
| 1 | 2 | MENSULA (2.5) |
| 6 | 2 | TRANSICION (2.5) |
| 7 | 2 | COMPLETAS (2.5) |

| ZAPATA | |
|---|---|
| "3 Y 4" | |
| "3 Y 4" | |
| "3 Y 4" | |
| "1 Y 2" | |
| "1 Y 2" | |
| "MIXTA" | |
| "COMPLETA" | |

SECCION LONGITUDINAL (SUPONEMOS TRAZADO RECTO)
ESCALA 1:500

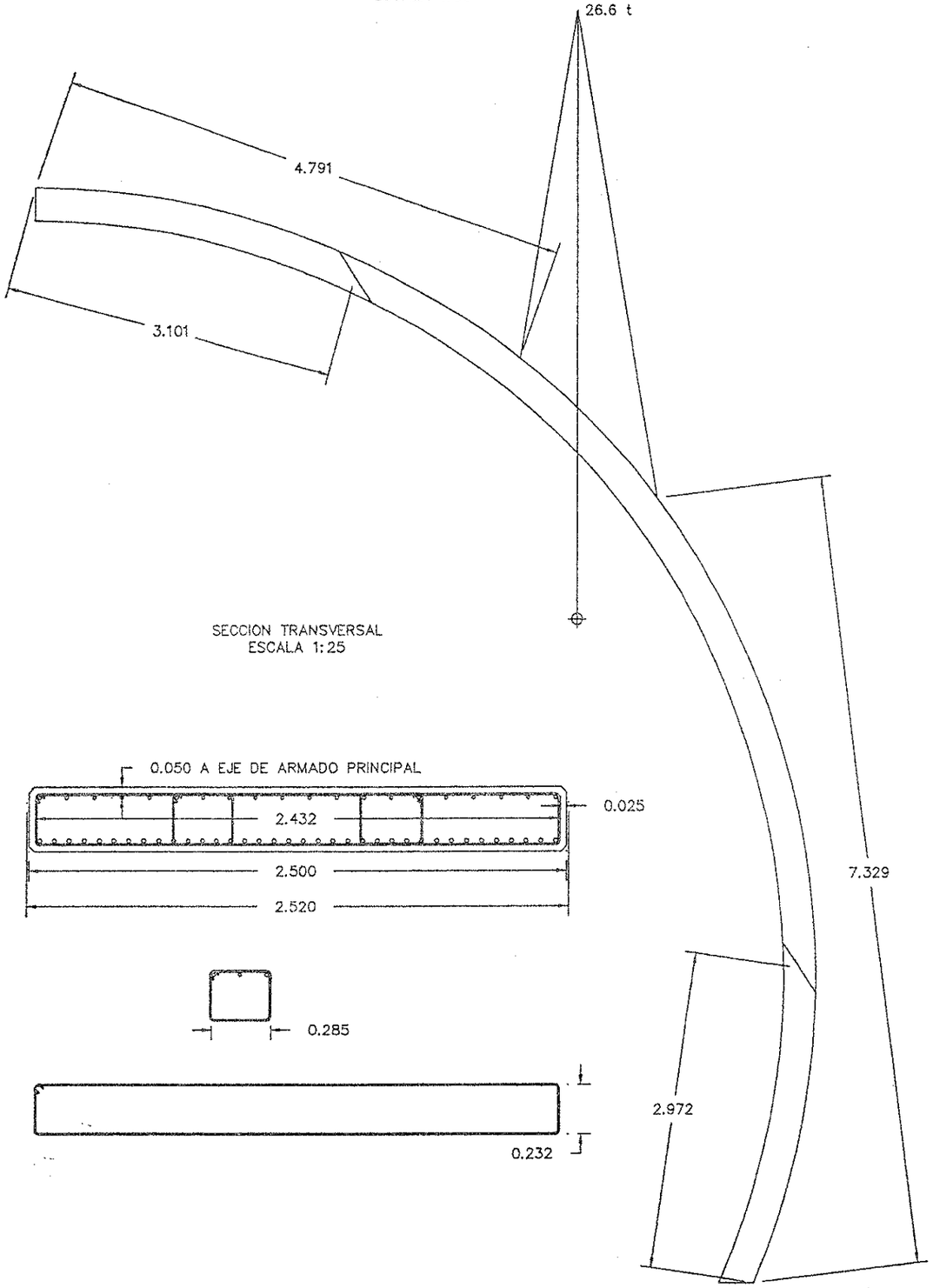



COMPOSICION DEL EMBOQUILLE

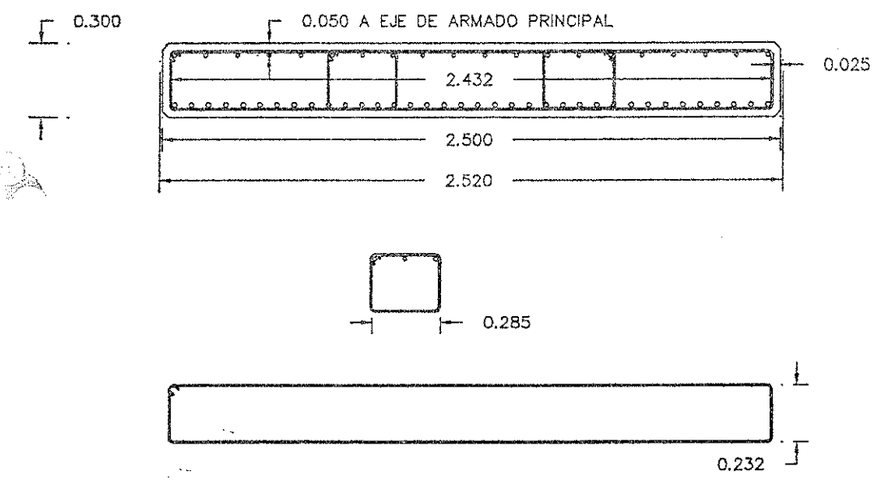



Fdo.: Jaime Armengou
Ingeniero de Caminos, C.
Col. nº 9283

MARIVELLA
PIEZAS COMPLETAS
ESCALA 1:50

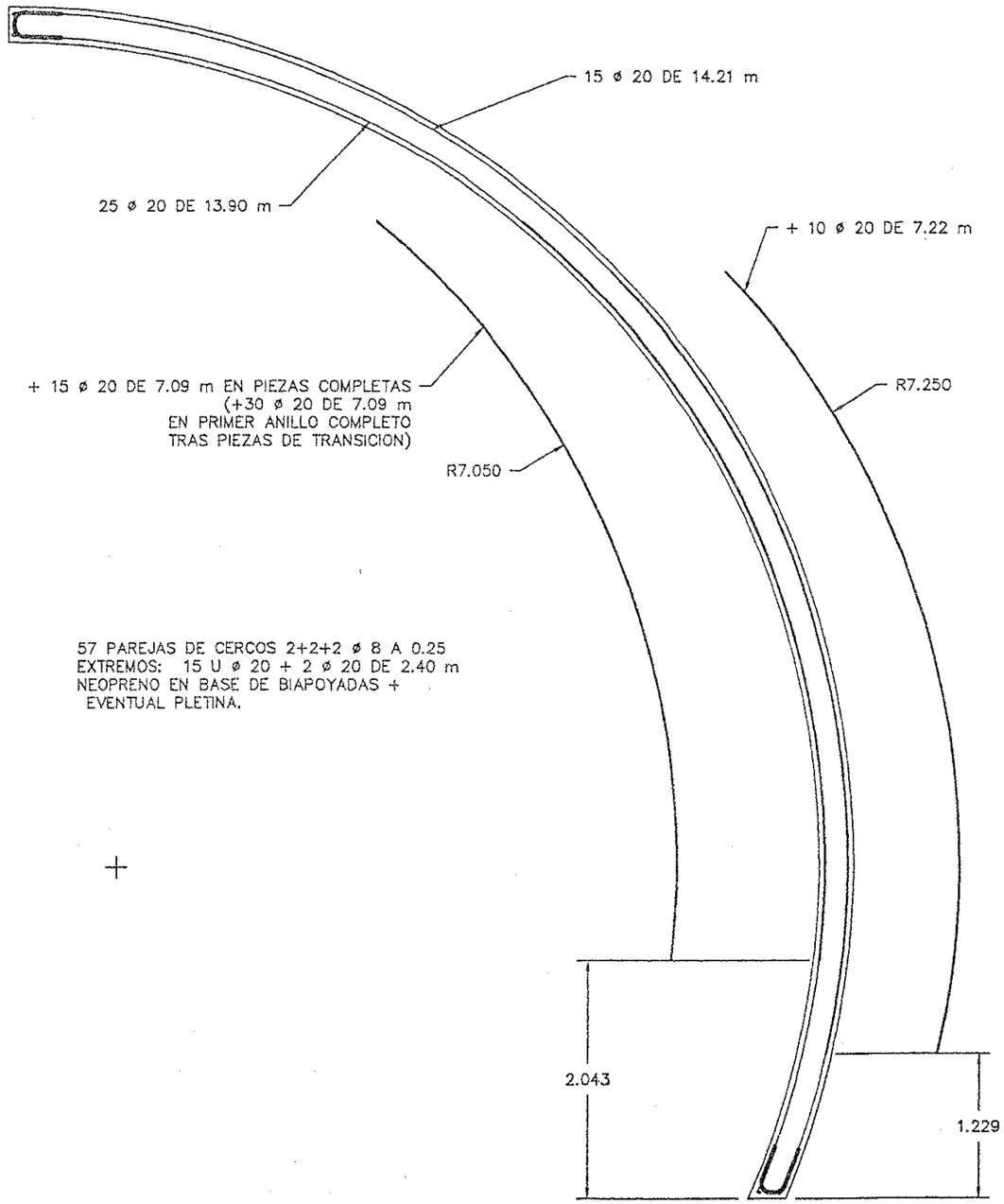



SECCION TRANSVERSAL
ESCALA 1:25



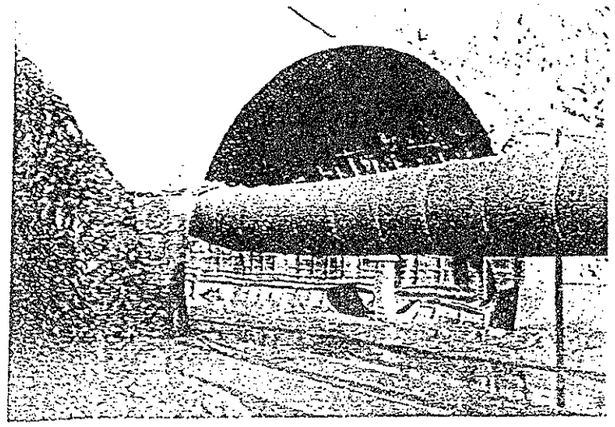


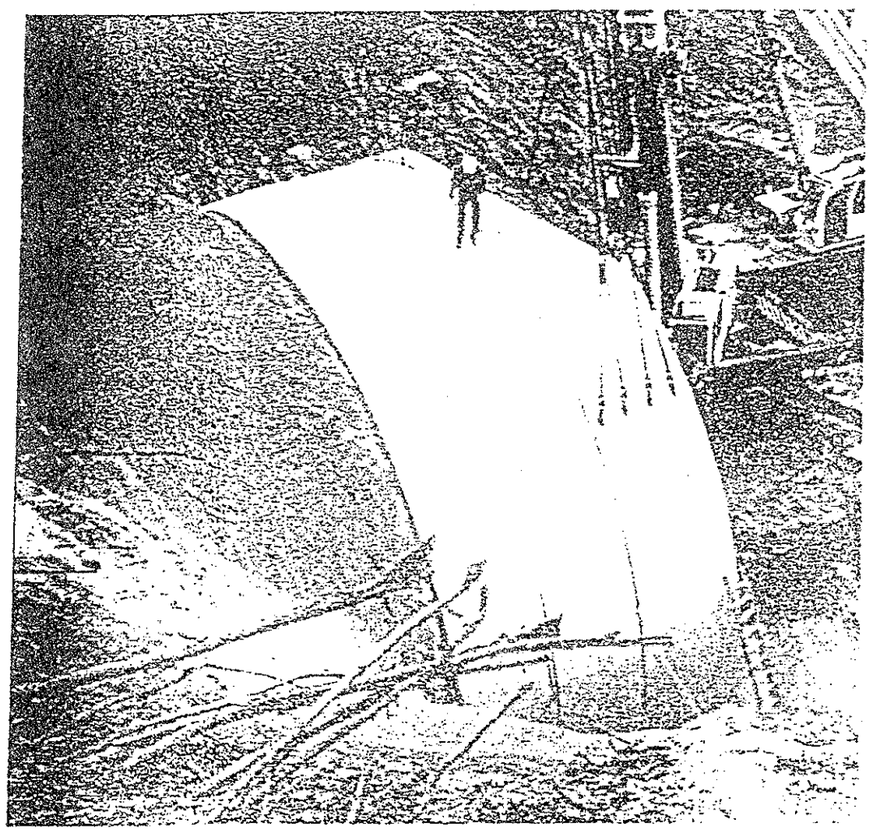

MARIVELLA
ARMADO DE PIEZAS COMPLETAS
ESCALA 1:50




57 PAREJAS DE CERCOS 2+2+2 ø 8 A 0.25
EXTREMOS: 15 U ø 20 + 2 ø 20 DE 2.40 m
NEOPRENO EN BASE DE BIAPOYADAS +
EVENTUAL PLETINA.

# ANEXO 7: CÁLCULO DE LA CONEXIÓN EXCAVACIÓN Y EL PREFABRICADO DE LOS TÚNELES DE MARIVELLA Y PARACUELLOS





DOCUMENTO CONTROLADO

| | |
|---|---|
| CARGO | JEFE DE OBRA |
| FIRMA | |
| FECHA | 23-2-98 |

**CONEXIÓN**
EXCAVACIÓN-PREFABRICADO
EN EL TÚNEL DE PARACUELLOS Y MARIVELLA

Se ha realizado un cálculo de la conexión suponiendo una estructura de 5 m de flecha y radio de la directriz de 6.104 m. El sistema y los listados son similares a los de las estructuras prefabricadas del tramo.

Se toma H-250, AEH 500 y canto 0.60 m. La estructura está simplemente apoyada en su base. Tomamos un rozamiento interno de 30° y suponemos empuje al reposo ($K_o$=0.5) en todas las hipótesis de carga. Este valor es desfavorable, pero entendemos que el tramo de arco es un elemento de suficiente importancia como para no arriesgar en el diseño, más cuando el canto y armado resultantes son poco importantes.

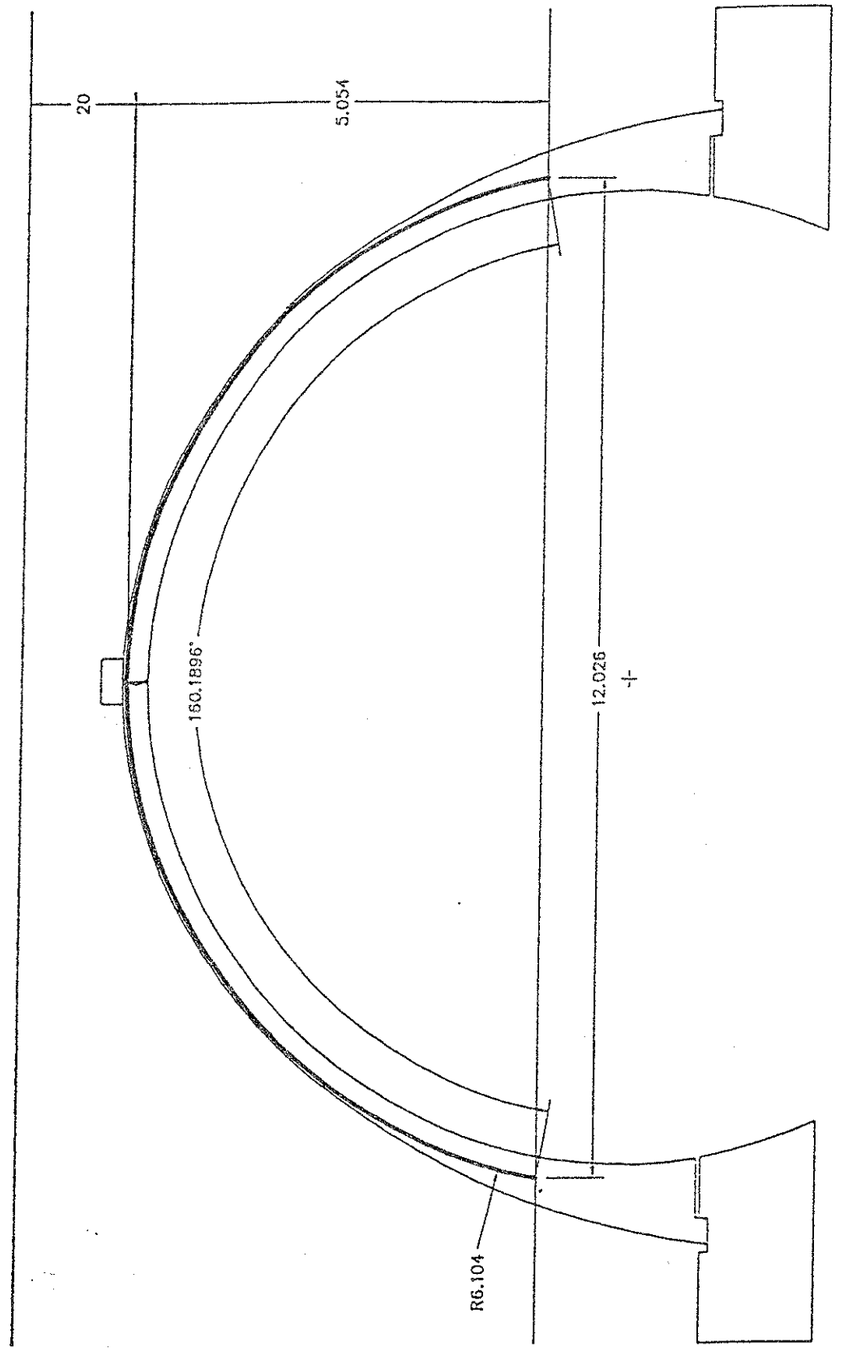
La sometemos a 20 m de carga de tierras; resulta que el armado mínimo ($\phi$ 16 a 0.20 en cada cara) es suficiente para absorber los esfuerzos que se generan.

En servicio, la flexión máxima (42 t·m/m) se absorbe con armadura nula: el arco es sensiblemente antifunicular.

La armadura curva se contiene con cercos 4 $\phi$ 16 · 0.40/5.9 = 0.27 $\phi$ 16 = 1 $\phi$ 8: es también supérflua la armadura de cortante dispuesta por razones constructivas.

Dada la complejidad geométrica del problema, se pueden esperar variaciones entre el eje de cálculo de la estructura y su directriz real; por lo mismo, es también de esperar que la pieza no sea exactamente un prisma. Sin embargo, opinamos que este cálculo, con el nivel de seguridad que lo acompaña, justifica suficientemente el diseño de la conexión.

Fdo.: Jaime Armengou
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Col nº 9283




TUNEL DE PARACUELLOS
GEOMETRIA PARA CALCULO DE LA CONEXION
ESCALA 1:75

CONEXION PARACUELLOS

No.de tramos : 3
No. de puntos : 25 No. de elementos : 24 No. de materiales : 1

Propiedades del hormigon de la boveda

| Young | Poison | Area | A. cort. | Inercia | Canto |
|---|---|---|---|---|---|
| 3290896. | 0.200 | 0.600 | 0.500 | 0.018000 | 0.600 |

Flecha : 5.05400

| Tramo | Radio | Angulo |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 12.02600 |
| 2 | 6.10400 | 40.04700 |
| 3 | 6.10400 | 80.05400 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 0.00000 |
| 2 | 0.75163 | 0.00000 |
| 3 | 1.50325 | 0.00000 |
| 4 | 2.25487 | 0.00000 |
| 5 | 3.00650 | 0.00000 |
| 6 | 3.75813 | 0.00000 |
| 7 | 4.50975 | 0.00000 |
| 8 | 6.01300 | -0.00010 |
| 9 | 6.01300 | 0.00000 |
| 10 | 5.89787 | 0.52262 |
| 11 | 5.73814 | 1.03126 |
| 12 | 5.53463 | 1.52402 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 |

Angulo de rozamiento interno en construccion: 30.0
Angulo de rozamiento interno en servicio: 30.0

Altura de tierras sobre clave (m) : 20.000
Densidad terraplen (t/m3) : 2.000

Compactador adyacente (t/m) : 5.0 Compactador en clave (t) : 5.0
K construccion : 0.500
K servicio : 0.500

Coeficientes de seguridad
Hormigon : 1.50 Cargas : 1.60 Acero : 1.15

Resistencia caract. del hormigon : Fck = 250. Kp/cm2
Resistencia caract. del acero : Fyk = 5100. Kp/cm2

CASO DE CARGA 1.1. :
TIERRAS ( 0 % DE LA FLECHA) - COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.01300 | 0.00000 | -0.06001 | -0.40137 |
| 10 | 5.89787 | 0.52262 | -0.00001 | -0.80122 |
| 11 | 5.73814 | 1.03126 | 0.00000 | -0.79970 |
| 12 | 5.53463 | 1.52402 | 0.00000 | -0.79970 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 | 0.00000 | -0.79970 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 | 0.00000 | -0.79970 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 | 0.00000 | -0.79970 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 | 0.00000 | -0.79979 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 | 0.00000 | -0.79959 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 | 0.00000 | -0.79930 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 | 0.00000 | -0.79930 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 | 0.00000 | -0.79930 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 | 0.00000 | -0.79930 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 | 0.00000 | -0.79930 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 | 0.00000 | -0.79930 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 | 0.00000 | -0.79930 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 | 0.00000 | -0.39965 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | -0.136E+02 | 0.324E-01 | -0.593E-06 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.130E+02 | 0.231E-01 | 0.148E-01 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.124E+02 | 0.143E-01 | 0.247E-01 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.118E+02 | 0.683E-00 | 0.301E-01 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | -0.111E+02 | 0.519E-01 | 0.319E-01 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | -0.104E+02 | -0.458E-00 | 0.307E-01 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.971E+01 | -0.851E-00 | 0.270E-01 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.903E+01 | -0.113E-01 | 0.216E-01 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.838E+01 | -0.130E-01 | 0.150E-01 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.778E+01 | -0.137E-01 | 0.775E-00 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.723E+01 | -0.136E-01 | 0.363E-01 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.675E+01 | -0.126E-01 | -0.670E-00 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.634E+01 | -0.109E-01 | -0.130E-01 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.601E+01 | -0.868E-00 | -0.183E-01 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.577E+01 | -0.603E-00 | -0.223E-01 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.563E+01 | -0.309E-00 | -0.247E-01 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | -0.553E+01 | -0.364E-02 | -0.256E-01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | -0.955880E-04 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | 0.516782E-04 | 0.769250E-05 | -0.888844E-04 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | 0.951380E-04 | 0.177384E-04 | -0.711119E-04 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | 0.126293E-03 | 0.270703E-04 | -0.464568E-04 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | 0.143385E-03 | 0.324682E-04 | -0.185268E-04 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | 0.146744E-03 | 0.311651E-04 | 0.965206E-05 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | 0.138275E-03 | 0.212577E-04 | 0.356316E-04 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | 0.120918E-03 | 0.194626E-05 | 0.575285E-04 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | 0.981024E-04 | -0.263868E-04 | 0.740124E-04 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | 0.733247E-04 | -0.622232E-04 | 0.842476E-04 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | 0.496331E-04 | -0.103140E-03 | 0.878968E-04 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | 0.294056E-04 | -0.146037E-03 | 0.850472E-04 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | 0.141325E-04 | -0.187479E-03 | 0.761696E-04 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | 0.423861E-05 | -0.224038E-03 | 0.620631E-04 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.382907E-06 | -0.252635E-03 | 0.437950E-04 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.123498E-05 | -0.270836E-03 | 0.226373E-04 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | 0.000000E-00 | -0.277082E-03 | 0.000000E-00 |

D DE CARGA 1.2. :
TIERRAS ( 25 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.01300 | 0.00000 | -0.58381 | -0.66034 |
| 10 | 5.89787 | 0.52262 | -1.36492 | -1.54828 |
| 11 | 5.73814 | 1.03126 | -0.80572 | -1.31142 |
| 12 | 5.53463 | 1.52402 | -0.02861 | -0.82333 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 | 0.00000 | -0.79970 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 | 0.00000 | -0.79970 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 | 0.00000 | -0.79970 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 | 0.00000 | -0.79979 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 | 0.00000 | -0.79959 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 | 0.00000 | -0.79930 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 | 0.00000 | -0.79930 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 | 0.00000 | -0.79930 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 | 0.00000 | -0.79930 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 | 0.00000 | -0.79930 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 | 0.00000 | -0.79930 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 | 0.00000 | -0.79930 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 | 0.00000 | -0.39965 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | -0.147E+02 | 0.532E-00 | -0.468E-06 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.137E+02 | 0.106E-01 | 0.425E-00 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.127E+02 | 0.137E-01 | 0.113E+01 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.120E+02 | 0.108E-01 | 0.188E-01 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | -0.113E+02 | 0.446E-00 | 0.228E-01 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | -0.107E+02 | -0.852E-01 | 0.236E-01 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.100E+02 | -0.502E-00 | 0.219E-01 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.935E+01 | -0.807E-00 | 0.182E-01 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.873E+01 | -0.101E-01 | 0.133E-01 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.815E+01 | -0.111E-01 | 0.749E-00 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.762E+01 | -0.113E-01 | 0.141E-00 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.716E+01 | -0.107E-01 | -0.453E-00 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.677E+01 | -0.935E-00 | -0.594E-00 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.645E+01 | -0.750E-00 | -0.245E-01 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.622E+01 | -0.524E-00 | -0.179E-01 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.608E+01 | -0.269E-00 | -0.201E-01 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | -0.599E+01 | -0.356E-02 | -0.208E-01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | -0.390516E-04 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | 0.319596E-04 | 0.310524E-05 | -0.571309E-04 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | 0.615492E-04 | 0.868289E-05 | -0.501394E-04 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | 0.854791E-04 | 0.149766E-04 | -0.365912E-04 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | 0.100464E-03 | 0.192163E-04 | -0.178723E-04 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | 0.105531E-03 | 0.189216E-04 | 0.298840E-05 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | 0.101382E-03 | 0.122295E-04 | 0.234402E-04 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | 0.898789E-04 | -0.183688E-05 | 0.414840E-04 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | 0.735384E-04 | -0.232494E-04 | 0.556601E-04 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | 0.551084E-04 | -0.509809E-04 | 0.649936E-04 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | 0.371003E-04 | -0.831766E-04 | 0.689937E-04 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | 0.215422E-04 | -0.117347E-03 | 0.675869E-04 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | 0.976171E-05 | -0.150660E-03 | 0.610749E-04 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | 0.229122E-05 | -0.180245E-03 | 0.500810E-04 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.112129E-05 | -0.203497E-03 | 0.354906E-04 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.140798E-05 | -0.218339E-03 | 0.183899E-04 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | 0.000000E-00 | -0.223440E-03 | 0.000000E-00 |

CASO DE CARGA 1.3. :
TIERRAS ( 50 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.01300 | 0.00000 | -0.73622 | -0.92573 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 5.89787 | 0.52262 | -1.36294 | -1.51921 |
| 11 | 5.73814 | 1.03126 | -1.18105 | -1.65120 |
| 12 | 5.53463 | 1.52402 | -1.12145 | -1.84667 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 | -0.63572 | -1.47603 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 | -0.07705 | -0.89989 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 | -0.00846 | -0.81266 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 | 0.00000 | -0.79979 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 | 0.00000 | -0.79959 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 | 0.00000 | -0.79930 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 | 0.00000 | -0.79930 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 | 0.00000 | -0.79930 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 | 0.00000 | -0.79930 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 | 0.00000 | -0.79930 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 | 0.00000 | -0.79930 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 | 0.00000 | -0.79930 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 | 0.00000 | -0.39965 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | -0.166E+02 | -0.845E-00 | 0.433E-07 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.155E+02 | -0.488E-00 | -0.357E-00 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.143E+02 | -0.962E-01 | -0.521E+00 |
| | 5.5346 | 1.5240 | -0.131E+02 | 0.441E-00 | -0.459E-00 |
| | 5.2889 | 1.9971 | -0.121E+02 | 0.881E-00 | -0.509E-01 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | -0.114E+02 | 0.790E-00 | 0.480E-00 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.107E+02 | 0.378E-00 | 0.792E-00 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.102E+02 | 0.128E-01 | 0.884E-00 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.962E+01 | -0.263E-00 | 0.505E-00 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.910E-01 | -0.448E-00 | 0.604E-00 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.863E+01 | -0.549E-00 | 0.328E-00 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.821E+01 | -0.575E-00 | 0.191E-01 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.785E+01 | -0.539E-00 | -0.285E-00 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.757E-01 | -0.450E-00 | -0.555E-00 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.736E+01 | -0.323E-00 | -0.765E-00 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.724E-01 | -0.168E-00 | -0.899E-00 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | -0.715E+01 | -0.336E-02 | -0.944E-00 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.407764E-05 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.142371E-05 | -0.476285E-05 | 0.246639E-05 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.762243E-06 | -0.876374E-05 | -0.148501E-05 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | 0.257675E-05 | -0.113904E-04 | -0.589784E-05 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | 0.814529E-05 | -0.123160E-04 | -0.819327E-05 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | 0.139193E-04 | -0.123760E-04 | -0.625993E-05 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | 0.176287E-04 | -0.132884E-04 | -0.535351E-06 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | 0.183885E-04 | -0.164188E-04 | 0.700484E-05 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | 0.163604E-04 | -0.225778E-04 | 0.146080E-04 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | 0.123636E-04 | -0.319240E-04 | 0.209452E-04 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | 0.750143E-05 | -0.439926E-04 | 0.251346E-04 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | 0.286741E-05 | -0.577955E-04 | 0.266942E-04 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.675939E-06 | -0.719916E-04 | 0.254959E-04 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.263161E-05 | -0.850898E-04 | 0.217153E-04 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.291768E-05 | -0.956583E-04 | 0.157758E-04 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.183981E-05 | -0.102518E-03 | 0.829046E-05 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | 0.000000E-00 | -0.104894E-03 | 0.000000E-00 |

CASO DE CARGA 1.4. :
TIERRAS ( 75 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.01300 | 0.00000 | -1.01477 | -0.84845 |
| 10 | 5.89787 | 0.52262 | -1.55667 | -1.79593 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 5.73814 | 1.03126 | -1.61357 | -1.95994 |
| 12 | 5.53463 | 1.52402 | -1.36755 | -2.06244 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 | -1.15794 | -2.12651 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 | -0.77157 | -1.84338 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 | -0.38180 | -1.42715 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 | -0.20480 | -1.19646 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 | -0.07601 | -0.97097 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 | -0.01350 | -0.83446 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 | 0.00000 | -0.79930 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 | 0.00000 | -0.79930 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 | 0.00000 | -0.79930 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 | 0.00000 | -0.79930 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 | 0.00000 | -0.79930 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 | 0.00000 | -0.79930 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 | 0.00000 | -0.39965 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | -0.201E-02 | -0.258E-01 | 0.467E-06 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.187E+02 | -0.193E+01 | -0.121E+01 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.173E+02 | -0.126E+01 | -0.206E+01 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.159E+02 | -0.563E-00 | -0.256E+01 |
| | 5.2889 | 1.9971 | -0.146E+02 | 0.194E-00 | -0.266E+01 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | -0.135E+02 | 0.846E+00 | -0.235E+01 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.126E+02 | 0.116E-01 | -0.176E-01 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.119E+02 | 0.119E-01 | -0.111E+01 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.114E+02 | 0.106E+01 | -0.494E+00 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.109E+02 | 0.826E-00 | 0.171E-01 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.106E+02 | 0.578E-00 | 0.387E-00 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.102E+02 | 0.377E-00 | 0.533E-00 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.997E+01 | 0.232E-00 | 0.589E-00 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.975E-01 | 0.133E-00 | 0.581E-00 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.958E+01 | 0.688E-01 | 0.530E-00 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.948E-01 | 0.285E-01 | 0.454E-00 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | -0.941E-01 | -0.300E-02 | 0.361E-00 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.822542E-04 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.426278E-04 | -0.147691E-04 | 0.767988E-04 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.780106E-04 | -0.309641E-04 | 0.620836E-04 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.102624E-03 | -0.459660E-04 | 0.413043E-04 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | -0.114895E-03 | -0.569681E-04 | 0.178228E-04 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | -0.115324E-03 | -0.617094E-04 | -0.472758E-05 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.106414E-03 | -0.592942E-04 | -0.232180E-04 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.916248E-04 | -0.502325E-04 | -0.361561E-04 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.741903E-04 | -0.358779E-04 | -0.433957E-04 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.567929E-04 | -0.181651E-04 | -0.455399E-04 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.411910E-04 | 0.907254E-06 | -0.437229E-04 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.282899E-04 | 0.195945E-04 | -0.391347E-04 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.183294E-04 | 0.365078E-04 | -0.327390E-04 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.110973E-04 | 0.506005E-04 | -0.252312E-04 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.609350E-05 | 0.611341E-04 | -0.170863E-04 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.264781E-05 | 0.676201E-04 | -0.861133E-05 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | 0.000000E-00 | 0.698236E-04 | 0.000000E-00 |

CASO DE CARGA 1.5. :
TIERRAS ( 85 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.01300 | 0.00000 | -1.13524 | -0.90153 |
| 10 | 5.89787 | 0.52262 | -2.12052 | -1.92022 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 5.73814 | 1.03126 | -1.83095 | -2.11706 |
| 12 | 5.53463 | 1.52402 | -1.56207 | -2.24237 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 | -1.31845 | -2.30955 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 | -1.11006 | -2.34381 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 | -0.74968 | -2.02048 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 | -0.39531 | -1.57693 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 | -0.23631 | -1.34969 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 | -0.11191 | -1.10628 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 | -0.03296 | -0.90531 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 | -0.00374 | -0.81365 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 | 0.00000 | -0.79930 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 | 0.00000 | -0.79930 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 | 0.00000 | -0.79930 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 | 0.00000 | -0.79930 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 | 0.00000 | -0.39965 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | -0.230E+02 | -0.322E-01 | 0.272E-06 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.214E+02 | -0.255E-01 | -0.155E-01 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.199E+02 | -0.186E-01 | -0.273E-01 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.184E+02 | -0.113E-01 | -0.353E-01 |
| [illegible] | 5.2889 | 1.9971 | -0.170E+02 | -0.349E-00 | -0.394E-01 |
| [illegible] | 5.0028 | 2.4470 | -0.157E+02 | 0.500E-00 | -0.391E-01 |
| [illegible] | 4.6786 | 2.8702 | -0.146E+02 | 0.124E-01 | -0.340E-01 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.137E+02 | 0.164E-01 | -0.258E-01 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.131E+02 | 0.176E-01 | -0.165E-01 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.127E+02 | 0.171E-01 | -0.706E-00 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.123E+02 | 0.150E-01 | 0.169E-00 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.121E+02 | 0.121E-01 | 0.598E-00 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.118E+02 | 0.912E-00 | 0.146E-01 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.117E+02 | 0.648E-00 | 0.187E-01 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.115E+02 | 0.414E-00 | 0.215E-01 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.115E-02 | 0.202E-00 | 0.231E-01 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | -0.114E+02 | -0.266E-02 | 0.236E-01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.125674E-03 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.653708E-04 | -0.205617E-04 | 0.118693E-03 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.121277E-03 | -0.439675E-04 | 0.994647E-04 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.162759E-03 | -0.666899E-04 | 0.712886E-04 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | -0.187002E-03 | -0.846544E-04 | 0.376706E-04 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | -0.193602E-03 | -0.940629E-04 | 0.237562E-05 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.184435E-03 | -0.921566E-04 | -0.305206E-04 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.163440E-03 | -0.780975E-04 | -0.574531E-04 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.135457E-03 | -0.529561E-04 | -0.765097E-04 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.105079E-03 | -0.190993E-04 | -0.871172E-04 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.760661E-04 | 0.201474E-04 | -0.895302E-04 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.510764E-04 | 0.610063E-04 | -0.847318E-04 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.314938E-04 | 0.998370E-04 | -0.741328E-04 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.175565E-04 | 0.133479E-03 | -0.591619E-04 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.860583E-05 | 0.159384E-03 | -0.410870E-04 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.333167E-05 | 0.175685E-03 | -0.210271E-04 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | 0.000000E-00 | 0.181246E-03 | 0.000000E-00 |

CASO DE CARGA 1.6. :
TIERRAS ( 95 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.01300 | 0.00000 | -1.25930 | -0.95574 |
| 10 | 5.89787 | 0.52262 | -2.26077 | -2.04804 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 5.73814 | 1.03126 | -2.05803 | -2.28143 |
| 12 | 5.53463 | 1.52402 | -1.77213 | -2.43719 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 | -1.50374 | -2.52440 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 | -1.26601 | -2.56009 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 | -1.05962 | -2.56727 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 | -0.72753 | -2.21680 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 | -0.40945 | -1.76184 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 | -0.26632 | -1.54695 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 | -0.15616 | -1.32741 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 | -0.07678 | -1.11595 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 | -0.02688 | -0.93602 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 | -0.00465 | -0.82875 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 | 0.00000 | -0.79930 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 | 0.00000 | -0.79930 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 | 0.00000 | -0.39965 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | -0.269E+02 | -0.341E-01 | 0.129E-05 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.253E+02 | -0.282E-01 | -0.167E-01 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.237E+02 | -0.219E-01 | -0.301E-01 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.220E+02 | -0.151E-01 | -0.401E-01 |
| [illegible] | 5.2889 | 1.9971 | -0.205E+02 | -0.771E-00 | -0.462E-01 |
| [illegible] | 5.0028 | 2.4470 | -0.191E+02 | 0.377E-01 | -0.483E-01 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.178E+02 | 0.914E-00 | -0.458E-01 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.167E+02 | 0.168E-01 | -0.385E-01 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.159E+02 | 0.211E-01 | -0.279E-01 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.154E+02 | 0.225E-01 | -0.161E-01 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.150E+02 | 0.225E-01 | -0.389E-00 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.147E+02 | 0.209E-01 | 0.790E-00 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.145E+02 | 0.178E-01 | 0.184E-01 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.144E+02 | 0.137E-01 | 0.269E-01 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.143E+02 | 0.906E-00 | 0.330E-01 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.143E+02 | 0.449E-00 | 0.366E-01 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | -0.142E+02 | -0.214E-02 | 0.377E-01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.154869E-03 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.804799E-04 | -0.249697E-04 | 0.147338E-03 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.150466E-03 | -0.538751E-04 | 0.126294E-03 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.204282E-03 | -0.827708E-04 | 0.947257E-04 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | -0.238288E-03 | -0.106895E-03 | 0.558915E-04 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | -0.251326E-03 | -0.121500E-03 | 0.135576E-04 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.244641E-03 | -0.122625E-03 | -0.289953E-04 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.221643E-03 | -0.107857E-03 | -0.669640E-04 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.187536E-03 | -0.771843E-04 | -0.968647E-04 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.148209E-03 | -0.328960E-04 | -0.116649E-03 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.108840E-03 | 0.212505E-04 | -0.125636E-03 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.735753E-04 | 0.802927E-04 | -0.123830E-03 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.451314E-04 | 0.138632E-03 | -0.111996E-03 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.246154E-04 | 0.190698E-03 | -0.916155E-04 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.115700E-04 | 0.231615E-03 | -0.646884E-04 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.424405E-05 | 0.257688E-03 | -0.324193E-04 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | 0.000000E-00 | 0.266636E-03 | 0.000000E-00 |

CASO DE CARGA 2. : TIERRAS + COMPACTADOR EN CLAVE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.01300 | 0.00000 | -1.25229 | -0.95314 |
| 10 | 5.89787 | 0.52262 | -2.24012 | -2.03618 |
| 11 | 5.73814 | 1.03126 | -2.01816 | -2.25141 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 5.53463 | 1.52402 | -1.70951 | -2.37750 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 | -1.41610 | -2.41913 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 | -1.14387 | -2.38652 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 | -0.89762 | -2.29160 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 | -0.68106 | -2.14763 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 | -0.49602 | -1.96791 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 | -0.34353 | -1.76728 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 | -0.22346 | -1.56037 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 | -0.13366 | -1.35977 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 | -0.07114 | -1.17754 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 | -0.03181 | -1.02420 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 | -0.01071 | -0.90829 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 | -0.00216 | -0.83616 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 | -0.00014 | -2.90584 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | -0.306E+02 | -0.103E-01 | -0.554E-06 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.292E+02 | -0.793E-00 | -0.487E-00 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.277E+02 | -0.556E-00 | -0.848E-00 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.263E+02 | -0.307E-00 | -0.108E-01 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | -0.248E+02 | -0.453E-01 | -0.117E-01 |
| | 5.0028 | 2.4470 | -0.235E+02 | 0.213E-00 | -0.113E-01 |
| | 4.6786 | 2.8702 | -0.223E+02 | 0.445E-00 | -0.547E-00 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.212E+02 | 0.627E-00 | -0.654E-00 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.203E+02 | 0.725E-00 | -0.279E-00 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.196E+02 | 0.715E-00 | 0.119E-00 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.190E+02 | 0.585E-00 | 0.482E-00 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.185E+02 | 0.325E-00 | 0.742E-00 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.181E+02 | -0.637E-01 | 0.829E-00 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.178E+02 | -0.568E-00 | 0.674E-00 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.175E+02 | -0.116E-01 | 0.324E-00 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.173E-02 | -0.182E-01 | -0.566E-00 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | -0.171E+02 | -0.250E-01 | -0.172E-01 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.445699E-04 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.218589E-04 | -0.131195E-04 | 0.423714E-04 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.402190E-04 | -0.269473E-04 | 0.363667E-04 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.536171E-04 | -0.403705E-04 | 0.276929E-04 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | -0.612964E-04 | -0.521312E-04 | 0.175482E-04 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | -0.632883E-04 | -0.611255E-04 | 0.718630E-05 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.603315E-04 | -0.666384E-04 | -0.215397E-05 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.537043E-04 | -0.685251E-04 | -0.935877E-05 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.449756E-04 | -0.672985E-04 | -0.135577E-04 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.357445E-04 | -0.641038E-04 | -0.142792E-04 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.272985E-04 | -0.605186E-04 | -0.115753E-04 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.204256E-04 | -0.582543E-04 | -0.606692E-05 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.152890E-04 | -0.587485E-04 | 0.998556E-06 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.114597E-04 | -0.627034E-04 | 0.775849E-05 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.811756E-05 | -0.696400E-04 | 0.117976E-04 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.441894E-05 | -0.775333E-04 | 0.102596E-04 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | 0.000000E-00 | -0.826016E-04 | 0.000000E-00 |

CASO DE CARGA 3. :
TIERRAS - PAVIMENTO - SOBRECARGA UNIFORME - SOBRECARGA PUNTUAL

| | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.01300 | 0.00000 | -6.53350 | -3.27966 |
| 10 | 5.89787 | 0.52262 | -12.76015 | -7.59070 |
| 11 | 5.73814 | 1.03126 | -12.13663 | -9.59306 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 5.53463 | 1.52402 | -11.46930 | -11.45615 |
| 13 | 5.28890 | 1.99715 | -10.74274 | -13.16659 |
| 14 | 5.00282 | 2.44702 | -9.96620 | -14.72086 |
| 15 | 4.67859 | 2.87022 | -9.14832 | -16.11880 |
| 16 | 4.31865 | 3.26351 | -8.29905 | -17.36224 |
| 17 | 3.92578 | 3.62409 | -7.41972 | -18.44953 |
| 18 | 3.50317 | 3.94866 | -6.51860 | -19.38966 |
| 19 | 3.05387 | 4.23514 | -5.60662 | -20.19299 |
| 20 | 2.58129 | 4.48134 | -4.68386 | -20.86064 |
| 21 | 2.08904 | 4.68539 | -3.75366 | -21.39802 |
| 22 | 1.58087 | 4.84573 | -2.81857 | -21.81017 |
| 23 | 1.06066 | 4.96114 | -1.88045 | -22.10130 |
| 24 | 0.53236 | 5.03074 | -0.94060 | -22.27464 |
| 25 | 0.00000 | 5.05400 | -0.23519 | -11.16609 |

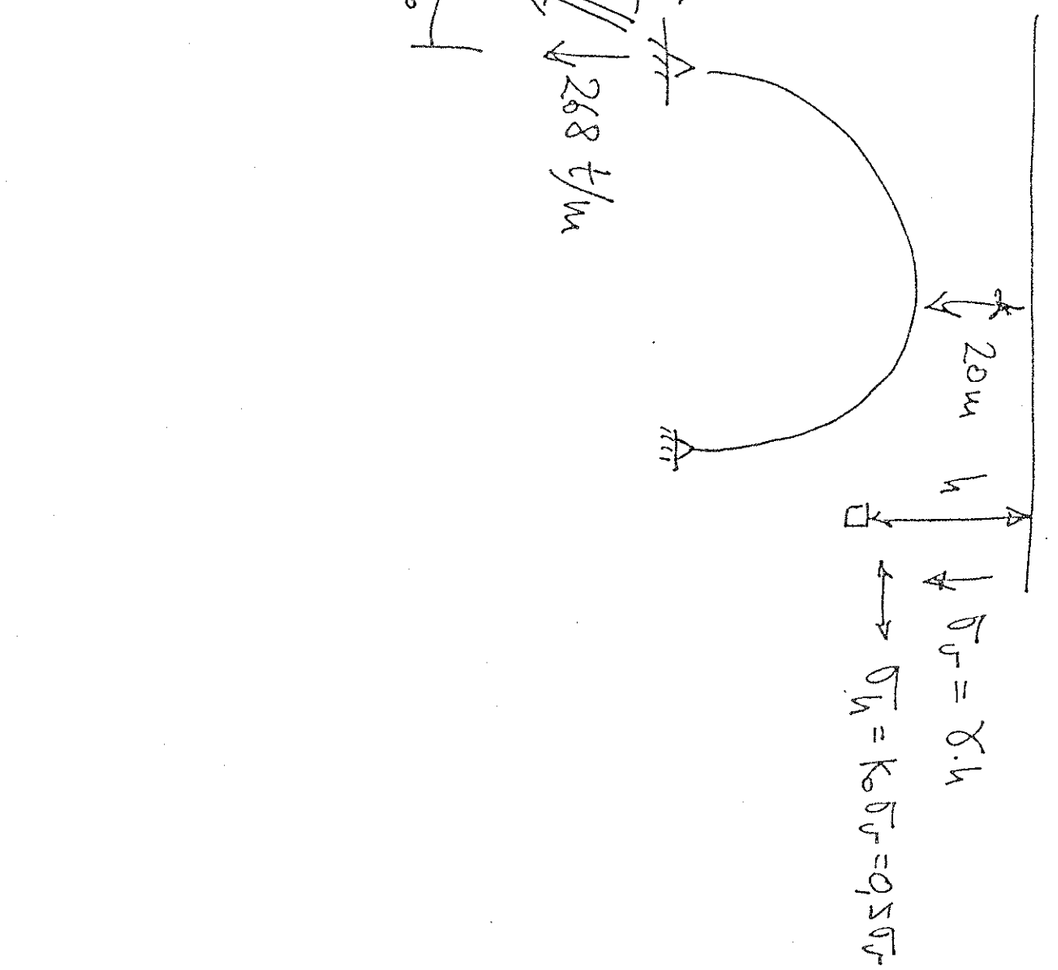
| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | -0.282E+03 | 0.397E-02 | 0.121E-04 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | -0.281E+03 | 0.294E-02 | 0.185E-02 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | -0.279E+03 | 0.195E-02 | 0.515E-02 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | -0.275E+03 | 0.102E-02 | 0.392E-02 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | -0.269E+03 | 0.202E-01 | 0.424E-02 |
| | 5.0028 | 2.4470 | -0.263E+03 | -0.500E-01 | 0.414E-02 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | -0.256E+03 | -0.107E+02 | 0.370E-02 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | -0.248E+03 | -0.149E-02 | 0.300E-02 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | -0.241E+03 | -0.178E-02 | 0.211E-02 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | -0.233E+03 | -0.192E-02 | 0.111E-02 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | -0.226E-03 | -0.193E-02 | 0.619E-00 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | -0.219E+03 | -0.181E-02 | -0.551E-01 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | -0.214E+03 | -0.159E-02 | -0.187E-02 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.209E+03 | -0.128E-02 | -0.265E-02 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.206E-03 | -0.890E-01 | -0.323E-02 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.204E-03 | -0.457E-01 | -0.359E-02 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | -0.202E-03 | -0.617E-01 | -0.372E-02 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

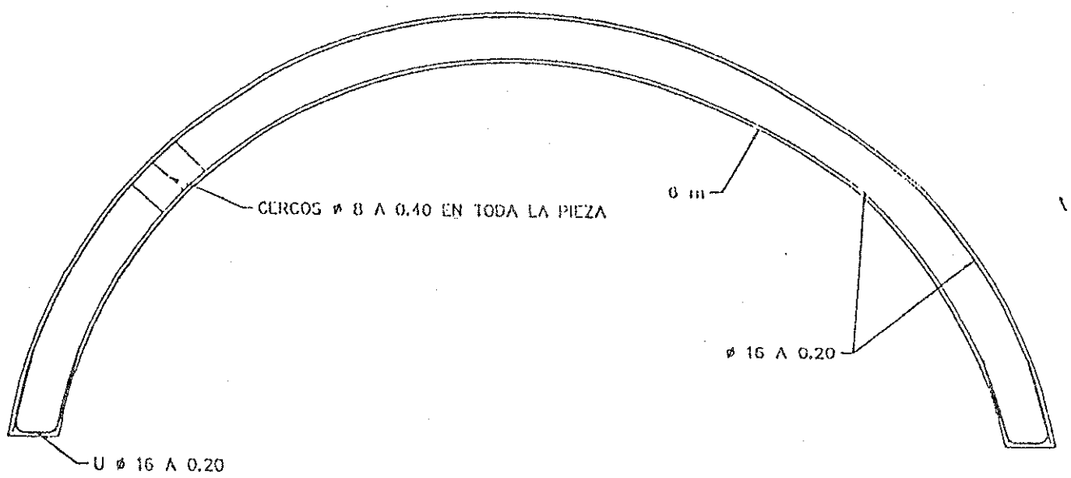
| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 6.0130 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | -0.118221E-02 |
| 10 | 5.8979 | 0.5226 | 0.646073E-03 | 0.641478E-04 | -0.109863E-02 |
| 11 | 5.7381 | 1.0313 | 0.119334E-02 | 0.156712E-03 | -0.873843E-03 |
| 12 | 5.5346 | 1.5240 | 0.158749E-02 | 0.238570E-03 | -0.555711E-03 |
| 13 | 5.2889 | 1.9971 | 0.180258E-02 | 0.267413E-03 | -0.188463E-03 |
| 14 | 5.0028 | 2.4470 | 0.183967E-02 | 0.205731E-03 | 0.188489E-03 |
| 15 | 4.6786 | 2.8702 | 0.172142E-02 | 0.267977E-04 | 0.541462E-03 |
| 16 | 4.3187 | 3.2635 | 0.148549E-02 | -0.281453E-03 | 0.843149E-03 |
| 17 | 3.9258 | 3.6241 | 0.117747E-02 | -0.714739E-03 | 0.107322E-02 |
| 18 | 3.5032 | 3.9487 | 0.844951E-03 | -0.125260E-02 | 0.121791E-02 |
| 19 | 3.0539 | 4.2351 | 0.530276E-03 | -0.186123E-02 | 0.127043E-02 |
| 20 | 2.5813 | 4.4813 | 0.266943E-03 | -0.249658E-02 | 0.123042E-02 |
| 21 | 2.0890 | 4.6854 | 0.761848E-04 | -0.310914E-02 | 0.110343E-02 |
| 22 | 1.5809 | 4.8457 | -0.344686E-04 | -0.364909E-02 | 0.900229E-03 |
| 23 | 1.0607 | 4.9611 | -0.709330E-04 | -0.407136E-02 | 0.635900E-03 |
| 24 | 0.5324 | 5.0307 | -0.507532E-04 | -0.424011E-02 | 0.328907E-03 |
| 25 | 0.0000 | 5.0540 | 0.000000E-00 | -0.443234E-02 | 0.000000E-00 |

Esquema de cálculo y

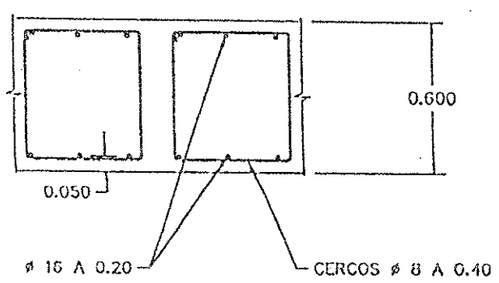
Carga en servicio




TUNEL DE PARACUELLOS
ARMADO DE LA CONEXION
ESCALA 1:75




SECCION TRANSVERSAL
ESCALA 1:25




H – 250
AEH 500
RECUBRIMIENTO:
5 cm AL EJE DE
ø 16.
DRENAJE: LAMINA DRENANTE.

Fdo.: Jaime Arnaiz
Ingeniero de Caminos, C. y P.
col nº 9283

# 7.2. TÚNEL DE PARACUELLOS

## 2. TÚNEL DE PARACUELLOS.

7.2.1 Descripción de la sección tipo

7.2.2 Planteamiento general del túnel

7.2.3. Métodos constructivos

**Anexo 1**: Empleo de túnel piloto excavado con Topo

**Anexo 2**: Informe sobre la ejecución del túnel de Paracuellos con ensanchadora.

**Anexo 3**: Ejecución a sección completa de la boca Sur

**Anexo 4**: Cambios en la ejecución contemplados en el 2º modificado

**Anexo 5**: Informe de fisuración del túnel de Paracuellos

7.2.4 Cálculo del sostenimiento.

**Anexo 6**: Resultados gráficos.

**Anexo 7**: Estimación de sostenimientos en el tramo a ejecutar con ensanchadora

**Anexo 8**: Aumento del sostenimiento en la boca Norte

**Anexo 9**: Análisis de sostenimiento de la galería piloto.

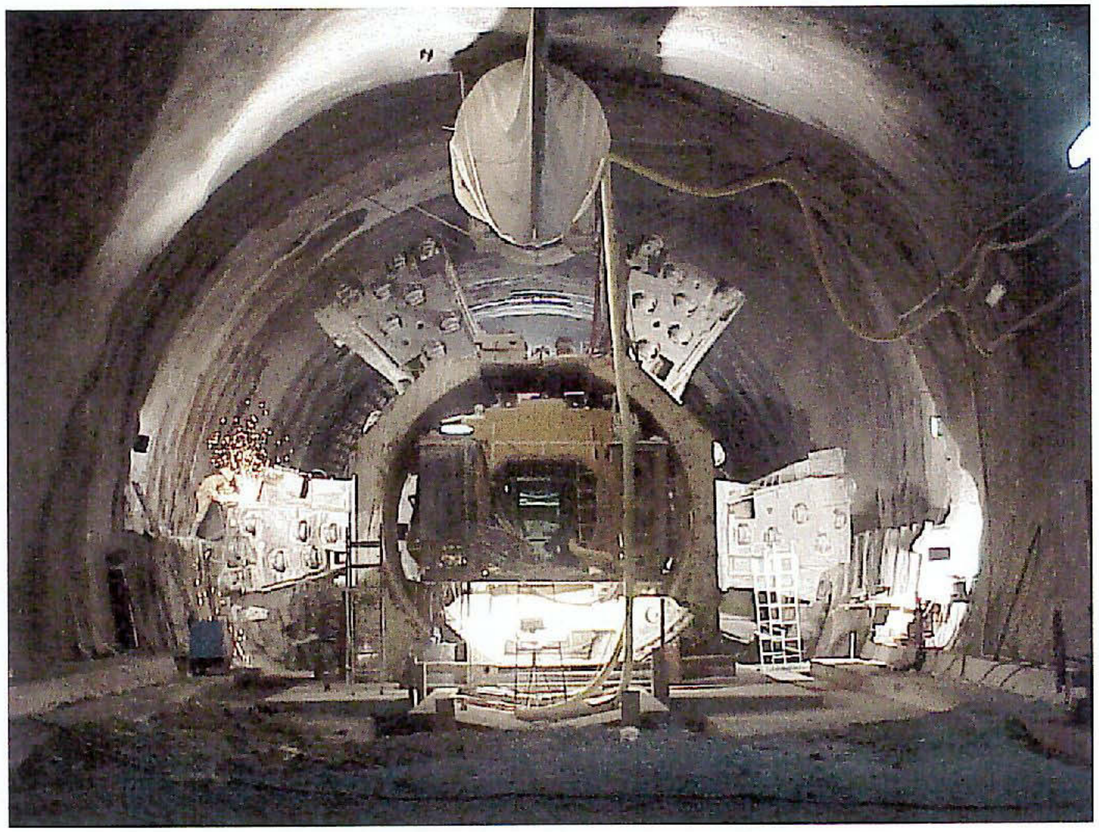
**Anexo 10**: Estimación de la capacidad de carga del sostenimiento de chapas de la galería piloto.

7.2.5 Cálculo de los falsos túneles

**Anexo 11**: Cálculo de túnel artificial prefabricado

**Anexo 12**: Resultados completos del cálculo de ordenador

**Anexo 13**: Cámbio del emboquille de la boca Sur



### 7.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA SECCIÓN TIPO
### 7.2.2. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TÚNEL
### 7.2.3. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

## 7.2. TUNEL DE PARACUELLOS

### 7.2.1. DESCRIPCION DE LA SECCIÓN TIPO

#### 7.2.1.1. Área libre interior

El túnel de Paracuellos de 4788,51 m de longitud, se proyecta con una sección libre interior de 74,15 m² (~75 m²) según las recomendaciones del estudio de idoneidad de secciones en función de la longitud del túnel realizado por Elías García González para la Dirección General de Infraestructuras del Transporte Ferroviario.

La sección es curva en bóveda y hastiales, con un solo radio de 5,82 m de longitud situado 1,83 m por encima de la cota de cabeza de carril.

Esta construcción geométrica posibilita la existencia de dos aceras de 1,00 m de anchura separadas entre sí 9,05 m. El entreje de vías es de 4,50 m y la anchura de la plataforma a cota de vía es 11,05 m.

El paramento interior de la sección es la cara vista de un anillo de revestimiento de hormigón en masa hormigonado contra el sostenimiento con espesores de 0,25 m en la sección ensanchada, 0,23 m en las mismas con refuerzo de cerchas y en las bocas realizadas por métodos convencionales se sostuvo con un mínimo de 0,25 m en la boca Sur y 0,50 m en la Norte. El sostenimiento es variable (de 0,11 a 0,25 m de espesor) en función de las características del terreno atravesado y lo es también el método constructivo.

El sostenimiento es variable (de 0,11 a 0,25 m de espesor) en función de las características de los terrenos atravesado y lo es también el método constructivo como se expondrá a continuación.

Con tales necesidades, el área de la sección a excavar alcanza cifras de unos 100 m², sensiblemente superior a la estrictamente necesaria para la consecución del gálibo libre de funcionamiento del túnel, y que es, en definitiva, la relevante a efectos de la estabilidad del hueco y de evaluación del coste de la obra.

#### 7.2.1.2. Detalles

Bajo la superficie de las aceras se proyectan huecos destinados a su uso para paso de cables de señalización y comunicaciones. Así mismo bajo la acera también se proyectan huecos para el drenaje longitudinal, conectados periódicamente mediante tubos de PVC con el drenaje central del túnel.

Este dren central consiste en un tubo dren de 0,30 m de diámetro revestido de hormigón poroso y arqueta (1,67 m de altura y 0,97 m de anchura) cada 50 m conectada con el drenaje lateral.

Ancladas en los hastiales y a la altura aproximada del hombro de un peatón que circulara por la acera, se prevé la colocación a ambos lados de barandillas metálicas para sujeción y protección.

En apartados sucesivos se irán describiendo los aspectos relativos al diseño general de la obra, condicionantes geológico-geotécnicos, excavación, sostenimientos, impermeabilización, revestimiento y cálculos estructurales.

7.2.2. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL TÚNEL

**7.2.2.1. Recorrido geológico de la traza**

El túnel de Paracuellos atraviesa materiales cámbricos en sucesivos pliegues de gran radio desplazados por fallas de desgarre de gran desarrollo, a favor de las cuales afloran materiales precámbricos y a las que se asocian importantes brechas de falla.

En el tramo comprendido entre los p.k. 6+300 y 9+850 el túnel atraviesa materiales de la formación capas de Embid (Cámbrico Inferior). Está constituida en los niveles basales por potentes capas de pizarras entre las que se intercalan delgadas capas cuarcíticas. En la parte media predominan las areniscas y pizarras de tono verdosos, con intercalaciones cuarcíticas. Hacia el techo se encuentra un potente tramo de areniscas cuarcíticas. La potencia total es inferior a 300 m.

Estos materiales aparecen plegados y compartimentados en grandes bloques por los desgarres mencionados anteriormente. Estructuralmente se pueden establecer la siguiente zonación:

- P.K. 6+072 a 6+150. Fractura con franja brechificada y milonitizada, perpendicular al trazado, que pone en contacto los materiales de la formación Capas de Embid y las cuarcitas de Bámbola.
- P.K. 6+793. Fractura transversal al trazado en una importante banda brechificada que, en superficie, aparece cementada. Pone en contacto las formaciones Capas de Embid y cuarcitas de Bámbola, ambas del Cámbrico Inferior.
- P.K. 6+293. Eje sinclinal fallado con capas subhorizontales que pasan a estructura replegada caótica. Diaclasado subvertical frecuente asociado.
- P.K. 6+500 a 7+200. Estructura subhorizontal.
- P.K. 7+000. Eje anticlinal y falla oblicua al trazado deducida por fotografía aérea ( presente en túnel ). Estructura caótica en las proximidades.
- P.K. 7+200 – 7+900. Estructura monoclinal y flanco de pliegue anticlinal buzando 15-30° hacia el NE.
- P.K. 7+923. Importante fractura de desgarre con una amplia zona brechificada. Estructura replegada. Puntos de sugerencia de agua en la zona de falla.
- P.K. 7+945. Falla en las areniscas, pizarras y cuarcitas de la formación capas de Embid.
- P.K. 7+945 a P.K. 9+850. Estructura monoclinal. Flanco de pliegue sinclinal, con estructura oblicua al trazado, buzando 20 a 60° hacia el origen de la traza.

Las características geotécnicas principales de los materiales de Jalón y Embid son las siguientes:

- El espaciado medio de las discontinuidades se sitúa próximo a 0,3 m, oscilando entre 0,06 y 0,6 m.
- El valor del RDQ oscila entre 50 y 100% con tramos más fracturados y tectonizados con valores de RDQ entre 0 y 25%. El bloque tipo tiene un diámetro equivalente de 0,3 m, oscilando ente 0,10 y 0,50 m.
- La resistencia a compresión simple varía entre 100 y más de 1000 Kp/cm², correspondiendo los valores más bajos a niveles más pizarrosos y fisurados y los más altos a niveles más cuarcíticos. Puede estimarse un valor medio de 500-600 Kp/cm².
- El macizo rocoso puede clasificarse como roca media de clase III.
- Los suelos de alteración en éstas formaciones son muy reducidos, acumulándose en zonas de laderas, próximos a fallas y en vaguadas.

Desde el p.k. 6+150 al p.k. 6+793 y desde el p.k. 9+930 al p.k. 10+430 atraviesa materiales correspondientes a la formación cuarcitas de Bámbola de edad cámbrico Inferior. Se trata de una formación de carácter fundamentalmente cuarcítico. La base está situada en las alternativas de areniscas y pizarras que progresivamente presentan mayor proporción de cantos de cuarzo dando lugar a los tramos conglomeráticos típicos de esta formación. Lo clastos son fundamentalmente de cuarzo y, en mucha menor proporción, de feldespatos potásicos.

Los tramos conglomeráticos alcanzan un espesor de 100 m, tienen colores claros y el tamaño de los cantos varía entre 8 cm y 1 cm en la zona norte, disminuyendo hacia el Sur donde los tamaños máximos son de 4 cm. Los cantos son de cuarzo en más del 80%, acompañados por

clastos de ortosa, lidita, turmalinita y cuarcita. Algunos cantos de cuarzo presentan "golfos de corrosión" similares a los clastos procedentes de rocas volcánicas.

Sobre los conglomerados se sitúan cuarcitas blancas con estratificación cruzada. En la parte alta de la formación aparecen intercalaciones pizarrosas y secuencias granodecrecientes con microconglomerados en la base, cuarcitas y pizarras a techo.

El tramo comprendido entre los p.k. 6+160 y 6+300 está limitado por dos fracturas transversales al trazado, con importantes zonas brechificadas, que ponen en contacto las cuarcitas de Bámbola con las areniscas, cuarcitas y pizarras de la formación Capas de Embid.

En el segundo tramo (9+940 – 10+488) las cuarcitas de Bámbola se disponen en una estructura sinclinal replegada, pinzada por dos importantes accidentes tectónicos, que dan lugar a dos zonas milonitizadas importantes atravesadas por el túnel en los tramos 9+774 – 9+940 y 10+488 – 10+510.

Las características geotécnicas principales de la formación cuarcítica de Bámbola son las siguientes:

- Son cuarcitas en bancos potentes a masivos que pueden intercalar paquetes finos de pizarras. Al situarse en zonas próximas a accidentes tectónicos se presentan tectonizadas en algunos tramos.
- El RQD varía desde 0% en zonas tectonizadas y próximo a 80% en zonas sanas. El bloque tipo varía, por tanto, desde fragmentos de pocos centímetros a bloques próximos a 1 $m^3$.
- La resistencia a compresión simple en testigos sanos no fracturados se situará próxima a 1000 $Kg/cm^2$. Los testigos ensayados dan valores menores por ser testigos fisurados, oscilando entre 213 y 530 $Klp/cm^2$.

Desde el p.k. 9+840 al p.k. 9+900 y desde el p.k. 10+550 hasta el final del túnel, este atraviesa esquistos de color gris-verde, con niveles decimétricos intercalados de areniscas de grano fino y algún nivel de cuarcita, correspondientes al Precámbrico.

En el primero de los tramos (9+840 – 9+900) las rocas precámbricas aparecen pinzadas entre las cuarcitas de Bámbola y las capas de Embid a favor de un importante accidente tectónico (falla de Embid).

En el tramo correspondido entre los p.k. 10+500 y el final del túnel la formación precámbrica se dispone en estructura replegada anticlinal con una marcada esquistosidad subvertical de dirección predominante N-S.

Las características geotécnicas principales de éstas rocas precámbricas son las siguientes:

- El grado de fracturación es muy acusado con espaciados entre discontinuidades menores de 0,2 m y un RDQ de 0%, originando fragmentos angulosos alargados y aplanados, de direcciones mayores centimétricas.
- Por el grado de fracturación no ha podido obtenerse testigo suficiente para realizar ensayos de compresión simple, estimándose valores comprendidos entre 100 y 300 $Kp/cm^2$. Ensayos de carga puntual dan valores entre 4,7 y 18,6 $Kp/cm^2$.
-El macizo rocoso puede clasificarse como roca mala de clase V.

Las características de los materiales atravesados (prácticamente impermeable) provocan escasos problemas debidos al agua. Aparecen de una manera general goteos y superficies a lo largo del túnel de importancia limitada.

No se encontraron problemas debidos a la acción del agua en zonas especialmente tectonizadas o falladas que podían actuar como lugares de acumulación.

### 7.2.2.2. Condicionantes

El túnel de Paracuellos se sitúa entre los P.K. 6+072,30 y 10+727,10 del trazado del Subtramo 1A. La longitud total del túnel es, por tanto, de 4654,8 m de los cuales 4633,75 son de ejecución en mina y 21,05 de realización en falso túnel. Para los emboquilles se realizan dos túneles artificiales cuyas estructuras tiene una longitud total de 12,7 m en la boca norte y de 121.01 m en la boca Sur. La longitud final de túnel entre bocas es entonces de 4788,51 m con inicio en el PK 5+951,29 y fin en el 10+739,80.

La longitud del túnel, y su consiguiente prolongado plazo de ejecución, motivaron la elección de la ejecución del avance del túnel desde la boca Sur mediante máquina tuneladora integral como se expone con más detalle en el anejo. La presencia en la zona Norte de paquetes importantes de predominancia cuarcítica hacía aconsejable en esta zona la ejecución del avance del túnel mediante perforación y voladura con métodos convencionales ya que la mala calidad de este macizo cuarcítico no recomendaba la excavación con tuneladora.

Por otro lado, el túnel de Paracuellos atraviesa un macizo en el que se encuentran recubrimientos por encima de clave de unos 400 m. Los estudios de la tectónica regional aportaron datos que hacían factible la hipótesis de la existencia en profundidad de tensiones horizontales iguales e incluso superiores a las verticales producidas por el peso de la columna de roca suprayacente en cada punto. Tal y como ocurrió en la realidad, estas tensiones provocarían la aparición de convergencias importantes durante la excavación del túnel .

El macizo atravesado es bastante homogéneo en cuanto a la caracterización de los materiales atravesados (areniscas, pizarras, limolitas y cuarcitas fundamentalmente).

### 7.2.2.3.Ataques

Se proyectó el túnel considerando que la obra se atacaría simultáneamente por las dos bocas. En el momento de la ejecución se realizó el ataque por la boca Norte mediante métodos convencionales (mediante métodos convencionales; Avance y posterior destroza) hasta el PK 10+559,1, punto desde donde se inició una galería piloto de 4,70 m de diámetro realizada mediante máquina tuneladora integral (topo) con cabeza de corte de 17$m^2$ de sección excavada. El avance con topo se realizó en una alternancia de areniscas, cuarcitas y pizarras hasta atravesar el contacto con la formación de cuarcitas claras y el contacto cabalgante situado en esa zona y se prolongó este avance hasta un total de 3.465 m. Mientras tanto se había realizado el avance desde la boca Sur, mediante perforación y voladura y métodos convencionales hasta el punto de encuentro con el avance de la galería piloto en el PK 7+093,60 y que serviría posteriormente de frente inicial para el ensanche de la galería piloto mediante T.B.M. de diámetro 12,47 m y sección excavada de 118$m^2$. La ensanchadora avanzará un total de 2.956 m hasta el PK 9+850, punto situado 709.1 m antes del punto de inicio de la galería piloto. Este último tramo se encontraba ya realizado, ya que debido a la mala calidad de la roca detectada en esa zona durante la ejecución de la galería piloto se decidió que fuera excavada por métodos convencionales desde la boca Norte buscando de esta manera evitar futuros problemas en el avance de la ensanchadora y acortando además el plazo de finalización del túnel.

### 7.2.2.4. Partición de la sección

Desde el lado Sur, la base de la sección circular de excavación del topo se sitúa a 1,26 m por encima del centro de los radios que definen la sección completa. La destroza se hace a sección completa. En las zonas donde se prevé la construcción de contrabóveda, su excavación se realiza tras la ejecución del sostenimiento de la sección completa.

Desde el lado Norte, el plano base del avance se sitúa a aproximadamente 5,00 m por debajo de la clave de la sección completa de excavación. El avance ocupa la parte de la sección del túnel situada por encima de esta línea. La destroza está limitada superiormente por el plano de excavación del avance e inferiormente por la solera de la excavación necesaria para el túnel. En el caso de sección con contrabóveda la destroza se divide en dos fases, la primera de las cuales ocuparía lo anteriormente definido para sección sin contrabóveda y la segunda sería la contrabóveda propiamente dicha.

Los cálculos del sostenimiento arrojaron datos que provocaron la previsión de sobreexcavar en algunas zonas del túnel por motivos de convergencia. Esta convergencia, debida a las fuertes presiones de confinamiento y a las tensiones tectónicas existentes obligó en algunos puntos, descritos en los planos correspondientes, a sobreexcavar entre 10 y 20 cm en radio por fuera del gálibo teórico de excavación.

7.2.3. METODOS CONSTRUCTIVOS

**7.2.3.1. Sostenimiento**

Para el sostenimiento provisional de la excavación mediante tuneladora integral en galería piloto, los sostenimientos tipo se han determinado a partir de la Clasificación Geomecánica Austríaca, profusamente utilizada en Italia para el diseño del sostenimiento del avance con topo de los túneles realizados en la autopista del Valle de Aosta.

A partir de los valores del índice RMR obtenidos en el Estudio Geológico-Geotécnico y de los sostenimientos propuestos por la Clasificación Austriaca se han establecieron las secciones tipo de sostenimiento de la excavación con topo.

Para el sostenimiento de la sección completa del túnel, se usaron los datos aportados por las clasificaciones geomecánicas (RMR de Bieniawski y Q de Barton) de los materiales atravesados y el estudio de esfuerzos tectónicos en la zona realizado por INGEOTEC

El cálculo de estabilidad del túnel con el programa FLAC de diferencias finitas con las distintas hipótesis de terrenos a atravesar, de recubrimiento sobre túnel y de tensiones en el interior del macizo, ha permitido el establecimiento de distintas secciones tipo de sostenimiento, cuya situación en el interior del túnel y su definición exacta se encuentra en los Planos de este proyecto y que, en resumen, son:

Sostenimiento tipo T1

- Hormigón proyectado HP-250 con fibras metálicas
  * 2 cm de capa de sellado

- Bulones de fibra de vidrio de $\phi$ 26 mm
  * Longitud = 2 m
  * Espaciado transversal = 1 m ; espaciado longitudinal = 2 m

Ubicación: Topo

Sostenimiento tipo T2

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas
  * 6 cm en capa de protección.

- Bulones de fibra de vidrio de $\phi$ 26 mm
  * Longitud = 2 m
  * Espaciado transversal = 1 m ; espaciado longitudinal = 2 m

Ubicación: Topo

Sostenimiento tipo T3

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas desde L1 (cabeza de corte) proyectados a 75º a ambos lados de la clave .

  * 3 cm en capa de sellado.
  * 3 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones de fibra de vidrio $\phi$22 mm
  * Longitud = 2 m

* Espaciado transversal = 1 m ; espaciado longitudinal = 2 m

Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas en L2 (20m del frente).

* 6 cm sobre sostenimiento de la cabeza de corte (75º desde clave)

* 6 cm en los 65º inferiores

- Bulones de fibra de vidrio $\phi$22 mm

* Longitud = 2 m

* Espaciado transversal = 1 m ; espaciado longitudinal = 6.37 m

Ubicación: Topo

Sostenimiento tipo T4

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas.

* 3 cm en capa de sellado.

* 10 cm en capa de protección.

- Bulones de fibra de vidrio de $\phi$22 mm

* Longitud = 2 m

* Espaciado transversal = 1 m ; espaciado longitudinal = 2.39 m

- Cercha TH-16.5 a 1 m

Ubicación: Topo

Sostenimiento tipo T4a o T4'

- Chapa de Blindaje en anillos completos

* e = 3 mm

* Anillos de 60 cm (47 Kg/ m^2)

* Se inyecta si fuera necesario antes o despues de los anillos

Ubicación: Topo

Sostenimiento tipo S2

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas (45 kg/m$^3$)

* 3 cm en capa de sellado.

* 8 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones de acero corrugado de $\phi$25 mm

* Longitud = 4 m

* Espaciado transversal = 2 m ; espaciado longitudinal = 2 m

Sostenimiento tipo S2 bis

Idéntico al anterior con bulones tipo swellex de idénticas dimensiones

Sostenimiento tipo S3

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas (45 kg/m$^3$)

* 5 cm en capa de sellado.

* 5 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones de swellex

* Longitud = 4 m

* Espaciado transversal = 2,5 m ; espaciado longitudinal = 1 m

Sostenimiento tipo S4

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas (45 kg/$m^3$)

  * 3 cm en capa de sellado.
  * 8+8 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones de acero corrugado de 25 mm

  * Longitud = 4 m
  * Espaciado transversal = 1 m a 45º; espaciado longitudinal = 2 m a 45 º

Sostenimiento tipo S4 bis

Idéntico al anterior con bulones tipo swellex de idénticas dimensiones

Sostenimiento tipo S5

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas (45 kg/$m^3$)

  * 3 cm en capa de sellado.
  * 8+8 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones de acero corrugado de 25 mm

  * Longitud = 4 m
  * Espaciado transversal = 1 m a 45º; espaciado longitudinal = 2 m a 45

- Cerchas TH –21 a 1m

Sostenimiento tipo S6 y S6 bis

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas (45 kg/$m^3$)

  * 9 cm en capa de sellado.
  * 16 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones Swellex (S6 bis) y de acero corrugado (S6)

  * Longitud = 4 m
  * Espaciado longitudinal = 1 m

- Cerchas EHB –160 de 0.5 a 1m
- Malla de poliéster de 15 x 15 cm
- Micropilotes de 6m y 48 mm

Sostenimiento tipo S7

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas (45 kg/$m^3$)

  * 3 cm en capa de sellado.
  * 16 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones Swellex y de acero corrugado

  * Longitud = 4 m
  * Espaciado longitudinal = 1 m

- Cerchas TH-21 de 0.5 a 1m
- Malla de poliéster de 15 x 15 cm
- Micropilotes de 6m y 48 mm

Sostenimiento tipo S8

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas (45 kg/$m^3$)

  * 3 cm en capa de sellado.
  * 8 + 8 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones Swellex

  * Longitud = 4 m
  * Espaciado transversal = 1 m ; espaciado longitudinal = 1 m

- Cerchas TH-21 de 0.5 a 1m
- Malla de poliéster de 15 x 15 cm

Sostenimiento tipo B3

- Hormigón proyectado H-250

  * 7 cm en capa de sellado.
  * Sin capa de sostenimiento.

- Bulones de acero corrugado de 25 mm

  * Espaciado : 4 por sección

- Chapa Bernold de 2 mm con relleno de hormigón
- Cerchas HEB-180 a 1 m

Sostenimiento tipo B4

- Hormigón proyectado H-250 con fibras metálicas (45 kg/$m^3$)

  * 10 cm en capa de sellado.
  * 16 cm en capa de sostenimiento.

- Bulones de acero corrugado de 25 mm

  * Espaciado transversal = 1 m ; espaciado longitudinal = 1 m

- Chapa Bernold de 2 mm con relleno de hormigón
- Cerchas HEB-180 a 1 m

Para las zonas de debilidad se proyectó un sostenimiento previo del frente consistente en un micropilotado del frente previo a la excavación del mismo con micropilotes de fibra de vidrio de 12 m de longitud y 25 mm de diámetro.

Al ejecutar el ensanche con tuneladora se constató que el efecto escala entre galería piloto 4,7 m. de diámetro y ensanche 12,34 m., producía un mayor número de cuñas y de mayor tamaño, lo que obligó a unas mayores necesidades de sostenimiento y tratamientos especiales de lo previsto.

Como consecuencia hubo que colocar mayor espesor de hormigón proyectado, cerchas y paraguas de micropilotes, al aumento del diámetro de excavación a 12,46 m. en vez de los 12,34 m. previstos y para dañar menos el macizo rocoso y garantizar el plazo, aumentar la longitud de excavación con Ensanchadora-TBM de 2.494 m. a 2.756 m.

Las longitudes totales de sostenimiento empleados en el túnel de Paracuellos pueden verse en el siguiente cuadro:

**Longitudes de sostenimiento empleados en el túnel de Paracuellos**

| Avances Norte a Sur | | | | Avances Sur a Norte | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P.K. 10722,25 | 10559,10 | Boca norte | | P.K. 6072,50 | 7093,59 | Boca Sur | |
| B3 | 21,20 | | | S2 | 424,84 | | |
| S6 | 38,65 | | | S2bis | 64,84 | | |
| S5 | 103,30 | | | B3 | 74,92 | | |
| | 163,15 ml | | | S4 | 61,83 | | |
| | | | | S4bis | 338,57 | | |
| | | | | S5A | 17,58 | | |
| | | | | S5 | 2,49 | | |
| | | | | S8 | 36,02 | | |
| | | | | | 1021,09 ml | | |
| P.K. 10559,10 | 7093,60 | Galería piloto | | | | | |
| T4 | 89,48 * | | | | | | |
| T3 | 653,56 | | | | | | |
| T2 | 1555,01 | | 3465,50 | | | | |
| T1 | 449,83 | | | | | | |
| T4a | 735,23 | | | | | | |
| | 3483,11 ml | | | | | | |
| | | | | Avance + destroza | 520,20 | | |
| | | | | Seccion completa | 500,89 | | 1021,09 |
| P.K. 10559,10 | 9852,70 | Ensanche convencional | | P.K. 7093,60 | 9852,70 | -2759,10 | Ensanche TBM |
| S5 | 62,31 | | | S4 | T2(S4) | 36,00 | 1205,38 |
| S6 | 135,54 | | | | T2A(S4A) | 14,63 | |
| S6bis | | | | | T2B(S4B) | 128,95 | |
| S8 | 508,55 | | | | T2C(S4C) | 1025,80 | |
| | 706,40 ml | | | S5 | T3A(S5A) | 192,00 | 420,50 |
| | | | | | T3B(S5B) | 167,50 | |
| | | | | | T3C(S5C) | 61,00 | |
| | | | | B3 | T4A(B3A) | 121,32 | 831,62 |
| | | | | | T4B(B3B) | 710,30 | |
| | | | | S2 | T1A(S2A) | 301,60 | 301,60 |
| | | | | | | 2759,10 ml | |

* Se realizo este sostenimiento tras avanzar 17.61 m con TBM y tras abandonar, realizar a mano los 89,48 m

Fue necesario la realización de contrabóveda o solera en toda la longitud del túnel, previsto sólo en unos 65 m en el proyecto original.

### 7.2.3.2 Inyección.

En zonas con sobreexcavaciónes se realizan inyecciones de lechada fluida, a baja presión (2 kg/cm$^2$) con objeto de rellenar los huecos entre el terreno y el hormigón de sostenimiento. La lechada se inyecta a través de una serie de taladros al tresbolillo, de forma secuencial hasta que aflora por los taladros siguientes. El frente de avance de la inyección es según un plano inclinado.

### 7.2.3.3 Impermeabilización y drenaje

Debido a la gran cantidad de fracturas encontradas en el macizo rocoso y pese a que según el proyecto original solo se debería impermeabilizar en las secciones con sostenimiento S5 y B3, se hizo necesaria la impermeabilización de todo el túnel. (Previstos sólo 220 m. de los 4.788 m.).

Como impermeabilización se colocó entre el sostenimiento y el revestimiento del túnel una impermeabilización consistente en una lámina de PVC impermeable de 1.5 mm de espesor y un geotextil no tejido drenante de 500 g/m$^2$ de peso colocado entre la lámina de PVC y el sostenimiento. A todo lo largo de la sección del ensanche con TBM y sin cerchas se cambió la impermeabilización por drenaje mediante lámina drenante de polietileno de 0.6 mm.

La Dirección de Obra estudió una evacuación de aguas a base de tubo colector con pozos cada 50 m. y tubos de recogida de las zonas laterales a dichos pozos como solución más lógica, práctica y económica.

### 7.2.3.4 Revestimiento

Se proyectó la construcción de un anillo de hormigón encofrado H250 > de 0,31 m de espesor mínimo en hastiales y bóveda a lo largo de todo el túnel y realizado mediante carretón electrohidráulico a sección completa tras la ejecución del sostenimiento.

En zonas puntuales el anillo de hormigón va armado por una malla electrosoldada de acero de 150 x 150 x 9 mm colocada a 0,15 m de la cara vista del anillo de hormigón. Esta armadura se

colocaba en previsión de una posible fisuración del hormigón bombeado y para la evitación de posibles caídas de trozos de éste que pudieran producirse con el paso del tiempo.

### 7.2.3.6. Emboquilles

En las bocas del túnel se proyecta la ejecución de un paraguas de micropilotes dispuestos sobre la semisección superior del túnel perimetralmente a ella, según se dibuja en los planos.

Los micropilotes tienen una longitud de empotramiento en roca de 15 m, fabricados en acero laminado y de un diámetro exterior de 89 mm e interior de 75 mm. La perforación se realiza con un diámetro de 150 mm.

Las cabezas de los micropilotes están unidas entre sí por un encepado de hormigón armado en forma de semianillo y cuyas características se encuentran definidas en el plano correspondiente.

La operación de emboquillado se realiza previamente al comienzo de la ejecución del túnel y posteriormente al tratamiento del talud de excavación donde se sitúa la boca.

### 7.2.3.7. Bocas. Falsos túneles

En la boca Sur de Paracuellos se realiza un emboquille en el p.k. 6+072 con un talud frontal de unos 14 m de altura sobre el eje de la traza.

En el talud frontal de emboquille se diseñó un tratamiento de estabilización del mismo a base de malla electrosoldada de 150 x 150 x 6 mm, bulones de acero de 25 mm de diámetro y 2,50 m de longitud (1 cada 9 m²) y hormigón proyectado (en dos capas de 5 y 5 cm respectivamente).

Entre los p.k. 5+951,29 y 6+072 se desarrolló finalmente un túnel artificial sobre el que se colocaba un relleno con materiales procedentes de la excavación, de superficie plana y formando un ángulo de unos 12° con la horizontal.

En la boca Norte, el emboquille se realiza también mediante un paraguas de micropilotes igual al definido para la boca Sur.

En esta boca, ausente de problemas geotécnicos de gravedad, el emboquille se realiza en el p.k. 10+711,65 con una montera sobre el túnel de unos 13 m.

El tratamiento del talud frontal es igual al definido para el de la boca Sur.

## SOSTENIMIENTOS EN TÚNELES. CALATAYUD - RICLA (Subtramo 1 - A)

| TIPO | UBICACIÓN | H. PROYECTADO (H-250) | | BULONES | | | | MICROPILOTES | MALLA DE | CERCHAS | CHAPA BERNOLD | FOTOGRAFÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (RMR) | SELLADO | SOSTENIMIENTO | calidad | longitud | diámetro | espaciado t. y l. | Longit. y diám. | POLIESTER | tipo y espaciado | Espesor | |
| **T1** * | 40 - 60 | 5cm | NO | Swellex o fibra vidrio | 2m | 26mm | 3 y 1m | NO | 20 X 20mm | NO | NO | |
| **T2** * | 30 - 50 | 3cm | 5cm | Swellex o fibra vidrio | 2,5m | 26mm | 2 y 1m | NO | 20 X 20mm | NO | NO | |
| **T3** * | 20 - 40 | 3cm | 7cm | Swellex o fibra vidrio | 2,5m | 26mm | 1 y 1m | NO | 20 x 20mm | TH-16,5 cada 2m | NO | |
| **T4** * | 10 - 20 | 3cm | 7 + 5 cm | Swellex o fibra vidrio | 3m | 26mm | 1 y 1m | NO | 20 x 20mm | TH-16,5 cada 1m | NO | |
| **S1** | | 8cm **** | 8 + 8cm **** | Swellex | 4m | | 2,5 y 1m | NO | NO | TH-21 cada 2m | NO | |

**** = HORMIGÓN PROYECTADO CON DRAMIX (45 Kg / m3)

*** = INCLINACIÓN DE 45º

** = HORMIGÓN ENTRE LA CHAPA Y EL TERRENO

* = DOVELA PREFABRICADA DE HORMIGÓN EN CONTRABÓVEDA

## SOSTENIMIENTOS EN TÚNELES. CALATAYUD - RICLA (Subtramo 1 - A)

| TIPO | UBICACIÓN | H. PROYECTADO (H-250) | | BULONES | | | | MICROPILOTES | MALLA DE | CERCHAS | CHAPA BERNOLD | FOTOGRAFÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RMR | SELLADO | SOSTENIMIENTO | calidad | longitud | diametro | espaciado t y l. | Longit. y diám. | POLIESTER | tipo y espaciado | Entre cerchas | |
| **S1 bis** | | 5cm **** | 5cm **** | Swellex | 4m | | 2,5m y 1m | NO | NO | NO | NO | |
| **S2** | 48 - 56 | 3cm **** | 8cm **** | Acero corrugado | 4m | 25mm | 2 y 2m | NO | NO | NO | NO | |
| **S2 bis** | | 3cm **** | 8cm **** | Swellex | 4m | | 2 y 2m | NO | NO | NO | NO | |
| **S3** | | 5cm **** | 5cm **** | Swellex | 4m | | 2,5m y 1m | NO | NO | NO | NO | |
| **S4** | 38 - 48 | 3cm **** | 8 + 8 cm **** | Acero corrugado | 4m | 25mm | 1 y 2m *** | NO | NO | NO | NO | |

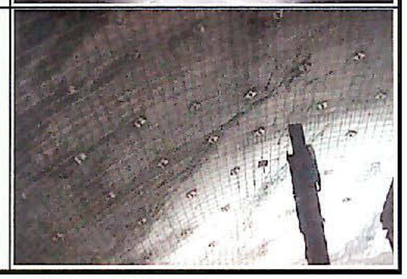
**** = HORMIGÓN PROYECTADO CON DRAMIX (45 Kg / m3)

*** = INCLINACIÓN DE 45º

** = HORMIGÓN ENTRE LA CHAPA Y EL TERRENO

* = DOVELA PREFABRICADA DE HORMIGÓN EN CONTRABÓVEDA

## SOSTENIMIENTOS EN TÚNELES. CALATAYUD - RICLA (Subtramo 1 - A)

| TIPO | UBICACIÓN | H. PROYECTADO (H-250) | | BULONES | | | | MICROPILOTES | MALLA DE | CERCHAS | CHAPA BERNOLD | FOTOGRAFÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RMR | SELLADO | SOSTENIMIENTO | calidad | longitud | diametro | espaciado t y l. | Longit. y diám. | POLIESTER | tipo y espaciado | Entre cerchas | |
| **S4 bis** | | 3cm **** | 8 + 8cm **** | Swellex | 4m | | 1m y 2m | NO | NO | NO | NO | |
| **S5** | 38 | 3cm **** | 8 + 8 cm **** | Acero corrugado | 4m | 25mm | 1 y 2m *** | NO | NO | TH-21 cada 1m | NO | |
| **S6** | | 9cm **** | 16cm **** | Swellex y A. Corrug. | 4m | | Longitudinal: 1m | 6m y 48mm | 0,15 x 0,15 | EHB-160. 0,5 - 1m | NO | |
| **S7** | | 3cm **** | 16cm **** | Swellex y A. Corrug. | 4m | | Longitudinal: 1m | 6m y 48mm | 0,15 x 0,15 | TH-21 entre 0,5 y 1m | NO | |
| **S8** | < 35 | 3cm | 8 y 8cm | Swellex | 4m | | 1 y 1m | NO | 150 x 150 | NO | NO |  |

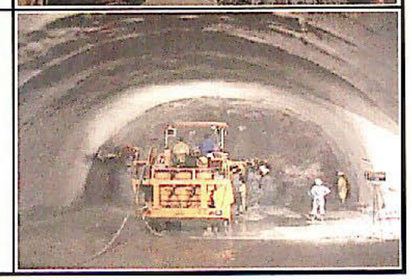
**** = HORMIGÓN PROYECTADO CON DRAMIX (45 Kg / m3)

*** = INCLINACIÓN DE 45º

** = HORMIGÓN ENTRE LA CHAPA Y EL TERRENO

* = DOVELA PREFABRICADA DE HORMIGÓN EN CONTRABÓVEDA

# SOSTENIMIENTOS EN TÚNELES. CALATAYUD - RICLA (Subtramo 1 - A)

| TIPO | UBICACIÓN | H. PROYECTADO (H-250) | | BULONES | | | | MICROPILOTES | MALLA DE | CERCHAS | CHAPA BERNOLD | FOTOGRAFÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RMR | SELLADO | SOSTENIMIENTO | calidad | longitud | diametro | espaciado t y l. | Longit. y diám. | POLIESTER | tipo y espaciado | Entre cerchas | |
| **B1** | | 3cm | NO | Swellex | | 25mm | 4 por sección | NO | NO | | 2mm ** | |
| **B2** * | En las bocas | 3cm | NO | Swellex | | 25mm | 4 por sección | NO | NO | | 2mm ** | |
| **B3** | En las bocas | 7cm | NO | Acero corrugado | 4m | 25mm | 2 por metro | NO | NO | HEB-180 cada 1m | 2mm ** | |
| **B4** | | 10cm **** | 16cm **** | Acero corrugado | 4m | 25mm | 1m y 1m | NO | NO | HEB-180 cada 1m | 2mm ** |  |

**** = HORMIGÓN PROYECTADO CON DRAMIX (45 Kg / m3)

*** = INCLINACIÓN DE 45º

** = HORMIGÓN ENTRE LA CHAPA Y EL TERRENO

* = DOVELA PREFABRICADA DE HORMIGÓN EN CONTRABÓVEDA

# *Anexo 1. Empleo de túnel piloto excavado con topo*

## ANEXO 1: EMPLEO DE TUNEL PILOTO EXCAVADO CON TOPO

Precedentes en Italia

Comparación de plazos de ejecución con los métodos convencionales

Ventajas e inconvenientes del uso del túnel piloto excavado con topo

- técnicas
- económicas

## 1. PRECEDENTES EN ITALIA

En Italia se ha extendido el sistema del avance con un túnel piloto circular excavado mecánicamente con topo, que es después ensanchado hasta la sección definitiva mediante voladuras (o en su caso rozadoras). Normalmente se utiliza en túneles de más de 2 km y las ventajas alegadas son las siguientes:

- Permite reconocer con poco riesgo la naturaleza de los terrenos.
- Los cruces de fallas y las zonas conflictivas pueden ser consolidados antes de su ensanche.
- El conocimiento del terreno permite una especificación más ajustada de los sostenimientos y sobreexcavaciones en cada sección del túnel.
- Aumenta notablemente la seguridad del personal.
- Permite rendimientos extraordinarios del avance (400-600 m/mes de media con puntas posibles de hasta 900 m/mes)

El ensanche hasta la sección completa se ve facilitado por la existencia de un cuele (el túnel piloto) cuyo área es del orden del 10% del área total. Ello permite reducir la carga de explosivo (se alegan consumos específicos de dinamita del orden de
1 kg/m$^3$) y la voladura es más precisa y daña menos el terreno circundante. Como contrapartida es preciso el empleo de jumbos de perforación de gran gálibo. Los rendimientos de avance objetivos son del orden de hasta 10 m/día (lo que supone una pega cada 8 horas) y se citan records del orden de 20 m/día.

Con objeto de facilitar las operaciones el piloto se sitúa a una altura tal que no sea tapado por el escombro de las voladuras de ensanche.

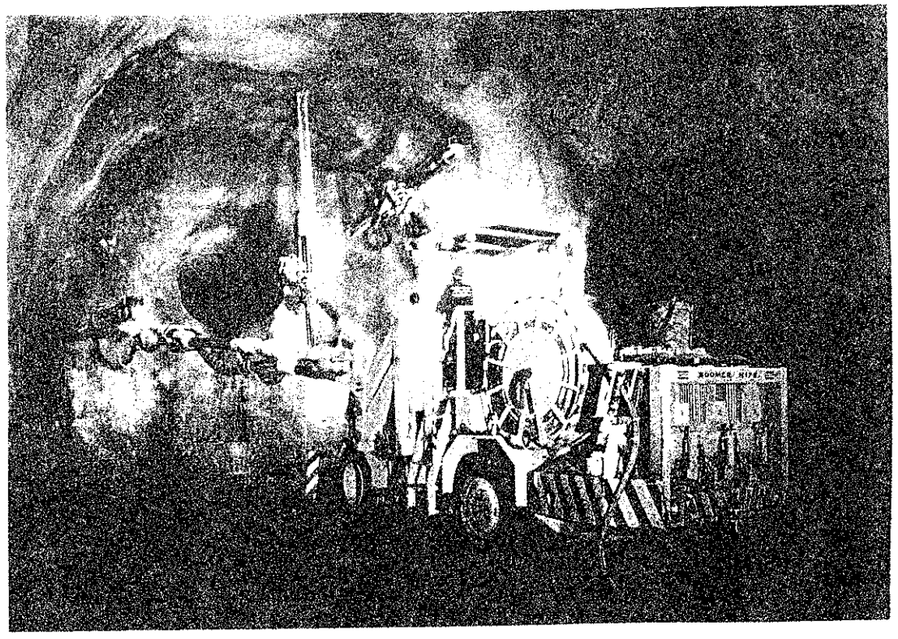
El coste (en Italia) de un túnel piloto es del orden del 15 al 20% del coste total del túnel pero puede elevarse mucho si son necesarios sostenimientos costosos y/o que requieran tiempo de colocación y reduzcan el rendimiento del topo. Por lo tanto deben diseñarse y construirse con los sostenimientos mínimos posibles y, por supuesto, que no dificulten la excavación del ensanche.

A continuación se comentan varios casos de túneles excavados por este sistema:

El **túnel S. Leopoldo** en la nueva línea ferroviaria Udine-Tarvisio-Frontera (velocidad 160 km/h) tiene una longitud de 5.570 m y una sección de 105 m$^2$ (excavación) y 75 m$^2$ (libre). Atraviesa formaciones margo-calcáreas, calcareo-dolomíticas y areniscosas. El avance se realizó a sección circular con un túnel piloto de $\phi$ 3.75 m. La perforación de la galería permitió un reconocimiento previo del macizo rocoso y su drenaje (con filtraciones máximas de 150 l/s en la boca Sur en Pontebba). Como consecuencia se modificó el trazado de forma que el túnel sólo se ajustó al del piloto en unos 2.400 m. El ensanche se realizó a sección completa con rendimientos máximos de 20-22 m/día y medios de algo menos de 10 m/día, y bajo consumo de explosivos (1 kg/m$^3$). El sostenimiento se ejecutó por el Nuevo Método Austriaco con cerchas, gunita y bulones. Fué necesario construir contrabóveda con cerchas en las secciones más difíciles. Se atravesaron zonas con aguas agresivas debido a la presencia de yesos.

En la **Autopista del Valle de Aosta** existen 10 túneles con una longitud total de 15.700 m. Todos ellos fueron excavados en los tramos en roca con una galería de avance circular de $\phi$ min 3.5 m. La destroza se realizó a sección completa con voladuras y el sostenimiento se construyó por el Nuevo Método Austriaco. El **túnel** más largo era el **de Villeneuve** con una longitud de 3.643 m, una sección de 107-122 m$^2$ (excavación) y 90 m$^2$ (libre). La roca era un complejo de calcoesquistos y esquistos verdes con juntas abiertas y filtraciones abundantes. Se utilizaron dos topos de $\phi$ 3.75 m (túnel derecho) y $\phi$ 3.90 m (túnel izquierdo) para acelerar la construcción. El rendimiento diario de los topos llegó a alcanzar los
35-50 m/día.

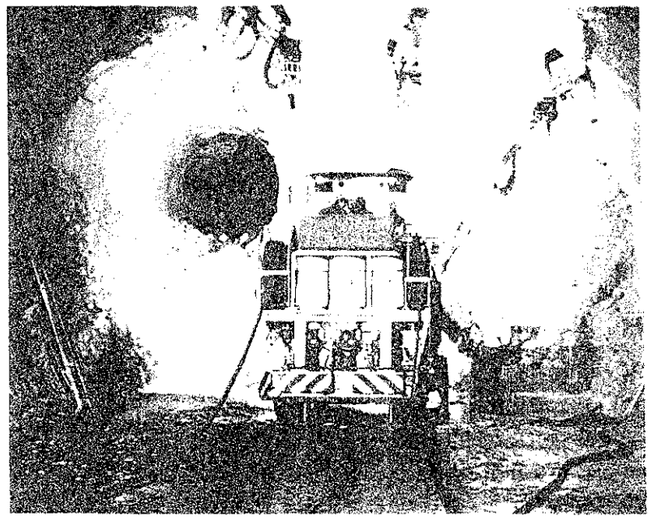
El **túnel de Fugona** en la Variante de Altare de la Carretera 29 (Italia) tiene 1.498 m de longitud y una sección de 85-92 m$^2$ (excavación) y 66 m$^2$ (libre). Está situado en una formación de

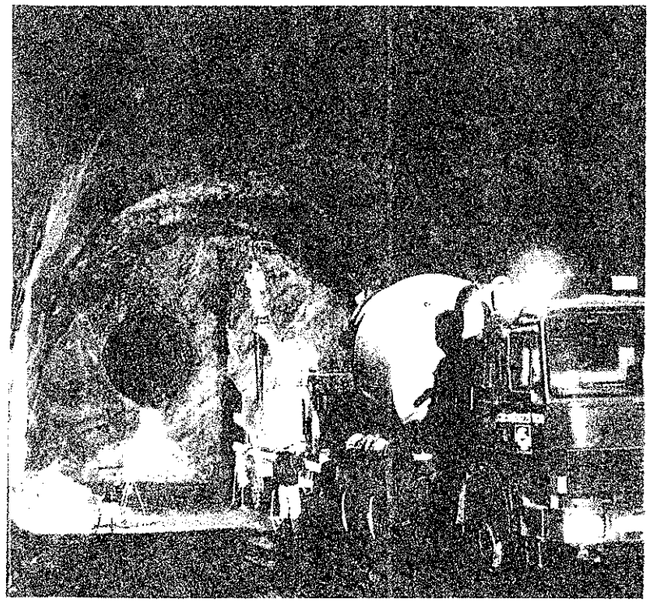


TUNEL DE VILLENEUVE

AUTOPISTA DEL VALLE DE AOSTA

| | |
|---|---|
| Longitud | 3.640 m |
| Sección excavada | 107-122 $m^2$ |
| Sección libre | 90 $m^2$ |

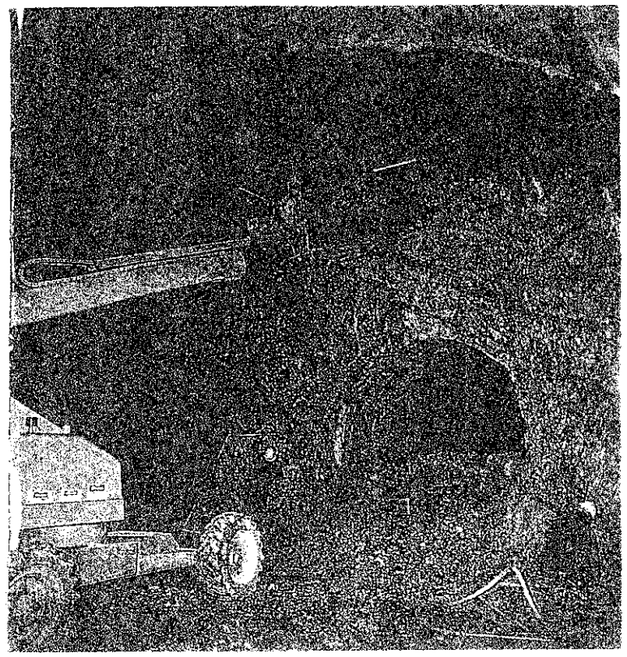




TUNEL DE S. LEOPOLDO

LINEA UDINE-TARVISIO (ITALIA)

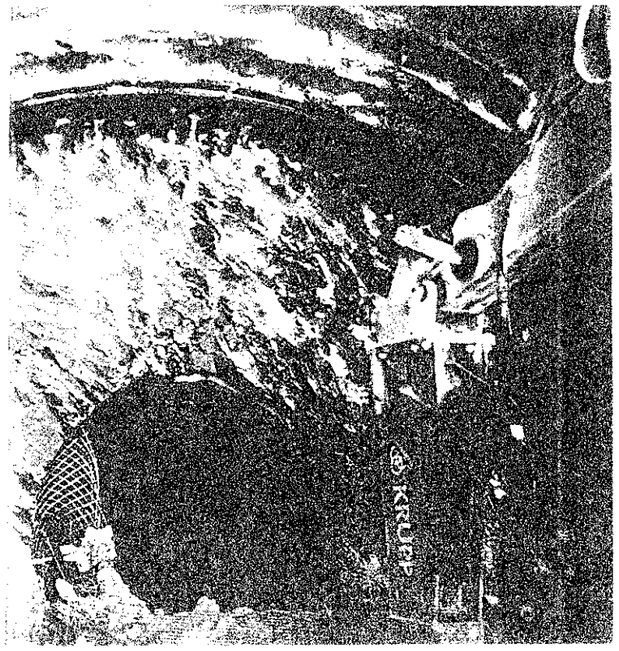
| | |
|---|---|
| Longitud | 5.570 m |
| Sección excavada | 105 m2 |
| Sección libre | 75 $m^2$ |



TUNEL FORCA DI CERRO

CARRETERA DE LOS VALLES DE UMBRIA

| | |
|---|---|
| Longitud | 4.000 m |
| Sección excavada | 100 $m^2$ |




TUNEL FUGONA

CARRETERA 29 (ITALIA)

| | |
|---|---|
| Longitud | 1.498 m |
| Sección excavada | 85-92 $m^2$ |
| Sección libre | 66 $m^2$ |

esquistos cuarzosos y sericíticos, gneiss y micaesquistos. Se realizó una galería de avance de ϕ 3.50 m con topo. La excavación de la galería se realizó en 3 meses y permitió reconocer la traza, de geología complicada, y preparar la excavación de tramos difíciles mediante tratamientos de consolidación previa al ensanche. La obra se terminó en 1992.

El **túnel de Allasio** es doble con una longitud de 2.400 m cada tubo y enlaza dicha población con la Autopista a Génova. Atraviesa margas calcáreas con zonas arcillosas y fracturadas. Se excavó la galería de avance de ϕ 3.6 m con topo. El rendimiento del topo fué de algo menos de 400 m/mes (15 m/día con 25 días de trabajo al mes).

El **túnel de Forca di Cerro** enlaza en Spoleto (Italia) las carreteras 3 y 4. Tiene una longitud de 4.000 m y una sección de excavación de 100 $m^2$. Atraviesa formaciones terciarias de margas arcillosas con intercalaciones calcáreas y calcáreo-margosas. Los niveles arcillosos muestran una esquistosidad incipiente debida a esfuerzos tectónicos. El túnel se excavó con una galería de avance circular de ϕ 3.5 m con topo en 2.715 a partir del lado Valserina; y por métodos convencionales en 1.200 m a partir del lado Spoleto. Se utilizó el Nuevo Método Austriaco (gunita, bulones y cerchas) y en algunos puntos difíciles paragüas de micropilotes. El plazo de obra del túnel fué de 22 meses y se terminó en 1993.

## 2. COMPARACION DE PLAZOS DE EJECUCION CON LOS METODOS CONVENCIONALES

Existe una amplia experiencia en España sobre la construcción de túneles en roca con topo para obras hidroeléctricas. Dos de los más largos y recientes han sido:

- Túnel de la Madroa para el abastecimiento de agua a Vigo.
  . Longitud ~ 6 km
  . Plazo de excavación ~ 9 meses
  . Rendimiento del mes mejor 900 m/mes
  . Rendimiento medio 650 m/mes

- Túnel del Cenza para IBERDROLA
  . Longitud ~ 4.5 km
  . Plazo de excavación ~ 8 meses
  . Rendimiento medio 560 m/mes

En general se admite (y así ofertan las empresas constructoras) que son posibles rendimientos de avance de unos 600 m/mes con cuatro turnos de trabajo y de unos 400-500 m/mes con tres turnos de trabajo y fin de semana libre para conservación.

Estos rendimientos coinciden sensiblemente con los obtenidos en Italia y citados anteriormente.

En cuanto a la destroza de un túnel excavado con túnel piloto los rendimientos mencionados en Italia son muy elevados, del orden de 250 m/mes y mayores, lo que resulta extraordinariamente más alto que los rendimientos normales de destroza convencional en España. Dos razones se alegan para obtener estos altos ritmos de excavación de la destroza.

- Un alto grado de mecanización de la excavación.

- La ventaja que supone el gran "cuele" constituido por el túnel piloto que redunda, según los italianos, en una gran facilidad y economía de explosivos en las voladuras.

En cuanto a los rendimientos normales en túneles ferroviarios españoles los datos de la construcción de NAFA son los siguientes:

AVANCE

| | |
|---|---|
| . Menos de 50 m/mes | 30% de los casos |
| . 50-75 m/mes | 35% de los casos |
| . Más de 75 m/mes | 30% de los casos |

DESTROZA

| | |
|---|---|
| . Menos de 100 m/mes | 36% de los casos |
| . 100-150 m/mes | 30% de los casos |
| . Más de 150 m/mes | 32% de los casos |

La relación entre velocidad de destroza y de avance fue del orden de 1.75.

Parece razonable estimar unos rendimientos medios:

- Avance 70 m/mes
- Destroza 125 m/mes

A/D = 1.78

En el Túnel de Piedra de la Sal, que fue el más largo del NAFA (L = 2.550 m) los rendimientos medios obtenidos fueron:

- Avance 45-80 m/mes
- Destroza 110 m/mes

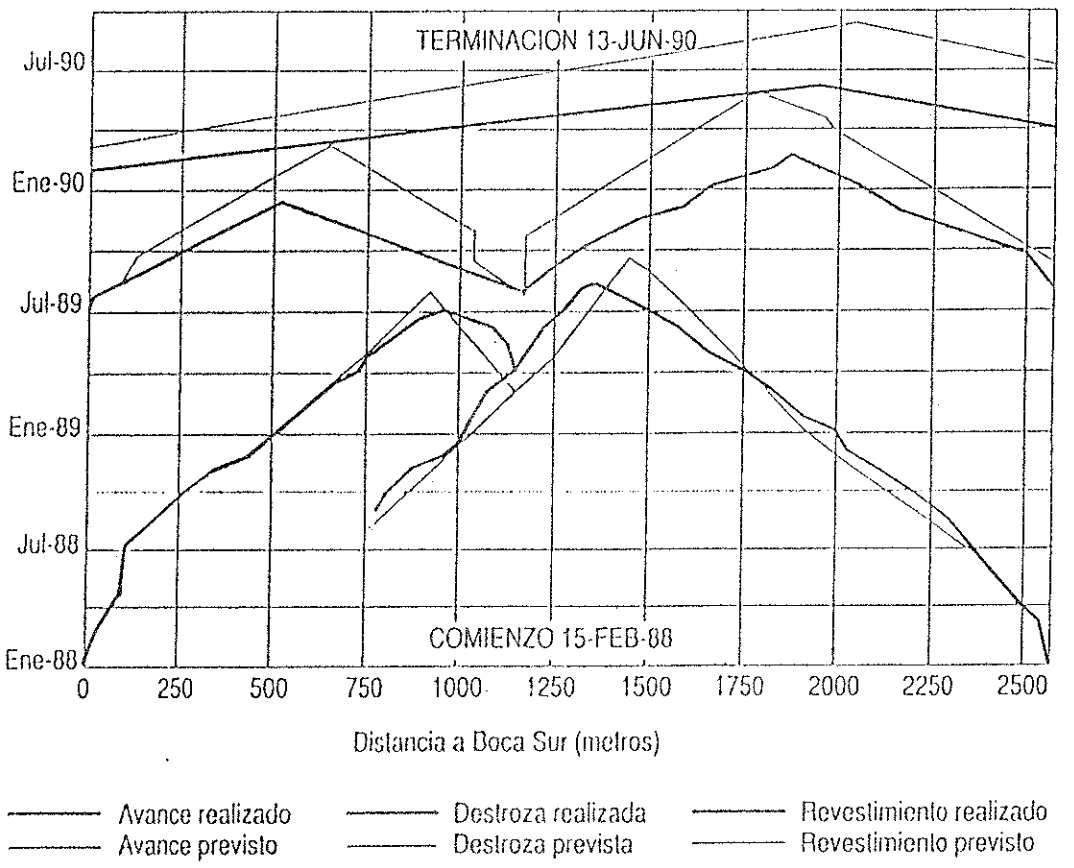
A/D = 1.38-2.4

En el 2° túnel del Negrón (L = 4.000 m) con unas condiciones excepcionalmente buenas de información geológica y de comunicación exterior entre ambas bocas (a través del 1er túnel) los rendimientos son:

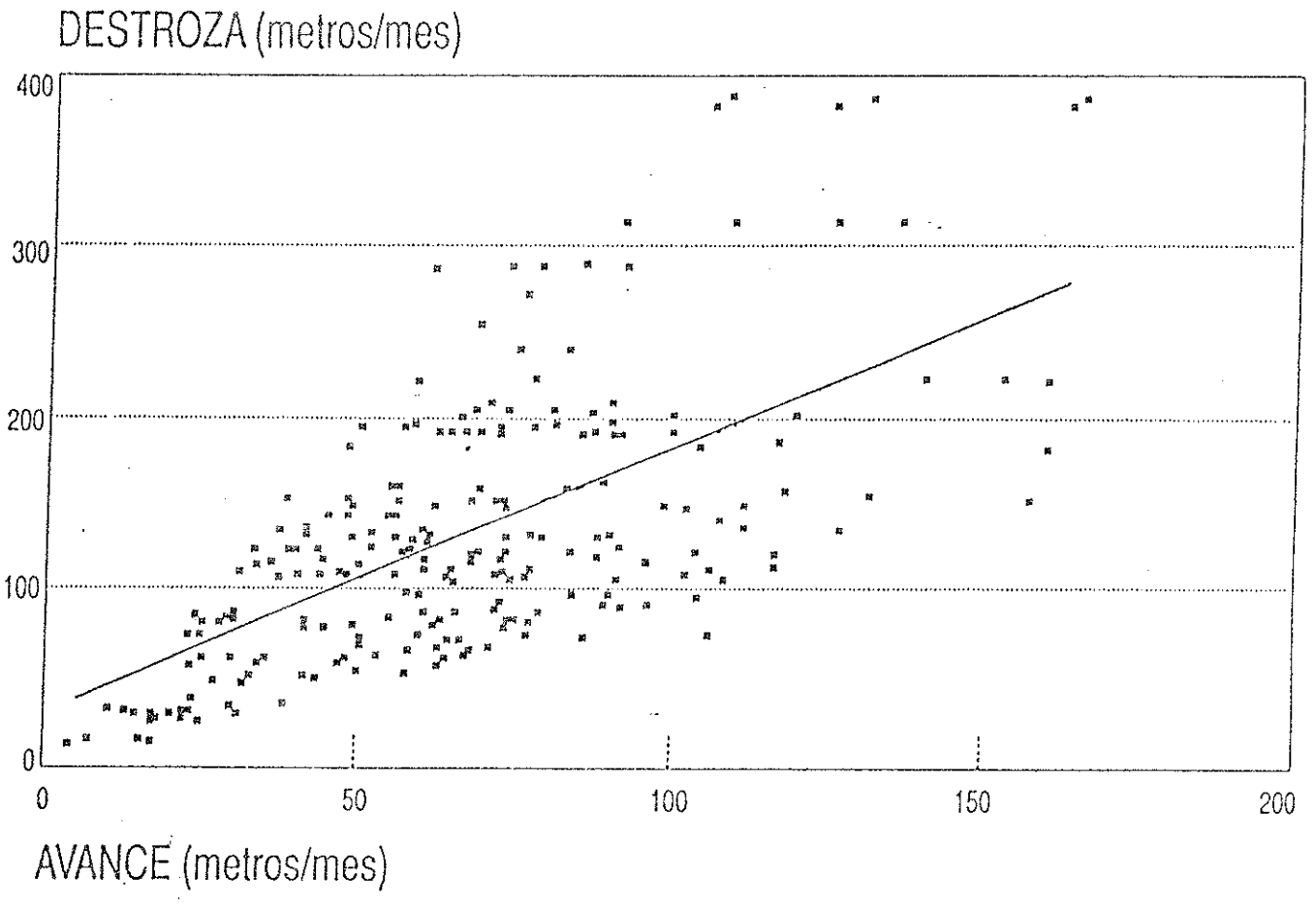
- Avance 120 m/mes (real, realizando el cale)
- Destroza 240 m/mes (previsión A/D = 2.000)

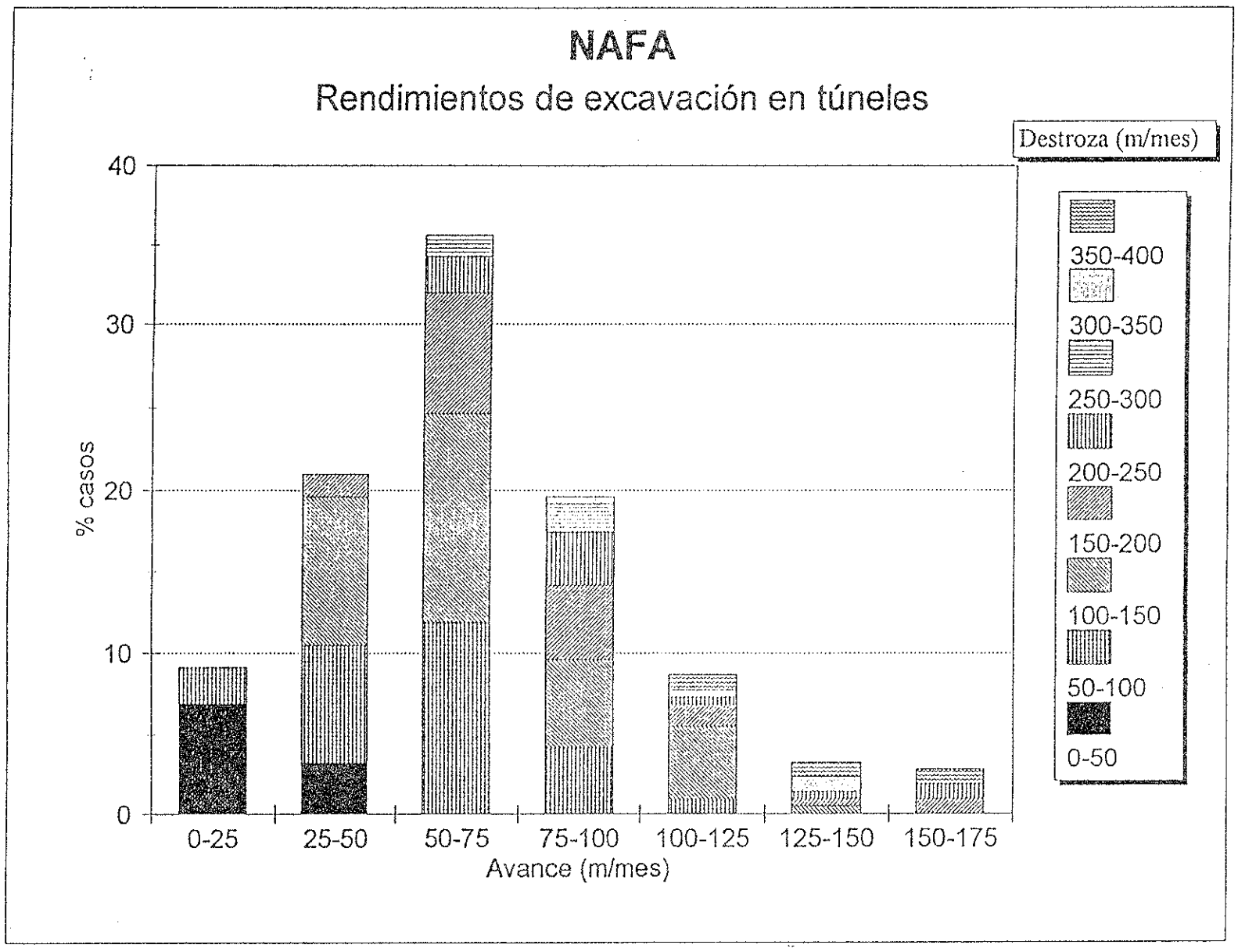
En la tabla siguiente se resumen los datos anteriores.

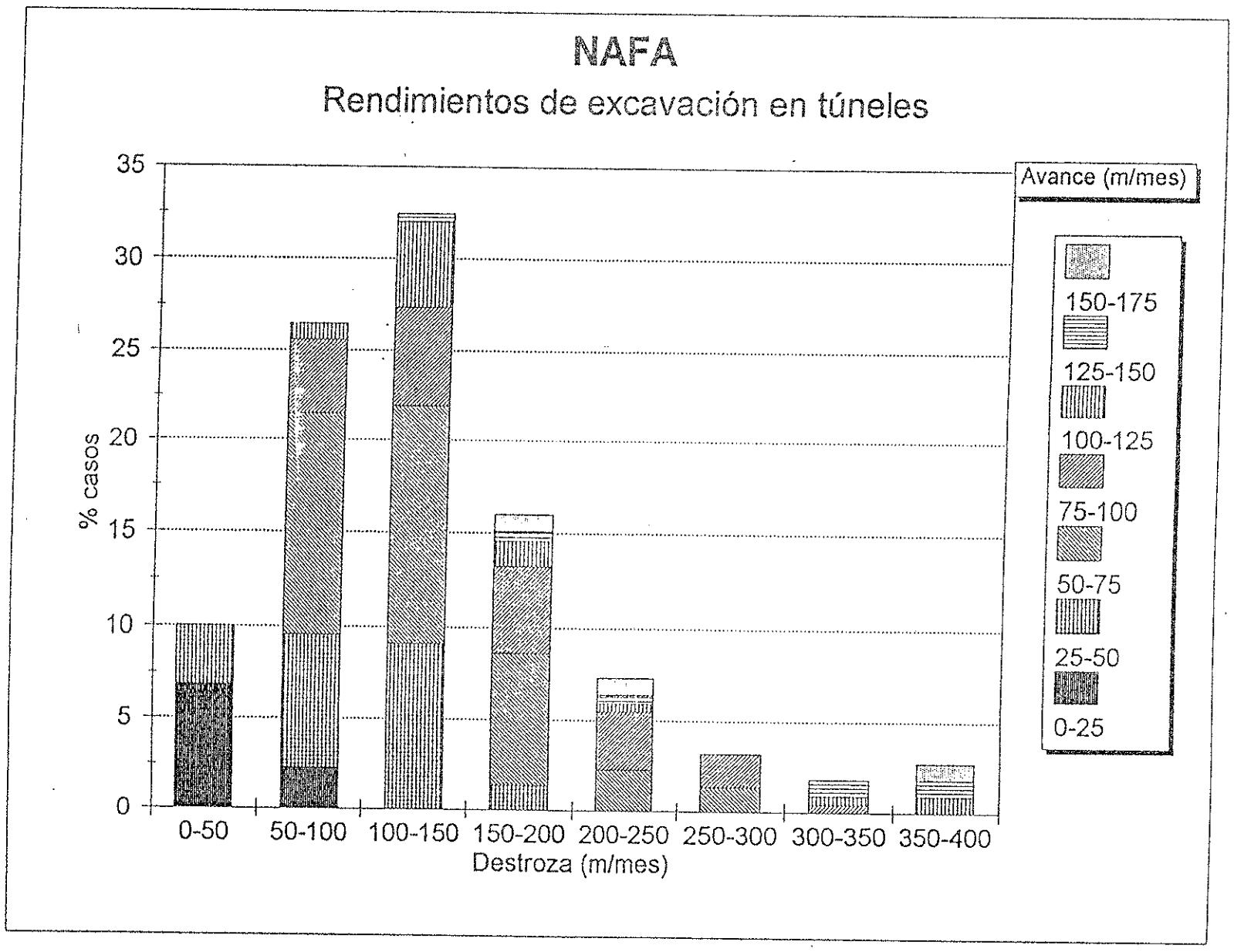
TramoAdamuz-Villanueva. Tunel Piedra de la Sal




# Correlación entre rendimientos de avance y destroza en los túneles del NAFA SUR




NAFA
Rendimientos de excavación en túneles
Destroza (m/mes)
350-400
300-350
250-300
200-250
150-200
100-150
50-100
0-50
% casos
40
30
20
10
0
0-25
25-50
50-75
75-100
100-125
125-150
150-175
Avance (m/mes)


NAFA
Rendimientos de excavación en túneles
Avance (m/mes)
150-175
125-150
100-125
75-100
50-75
25-50
0-25
% casos
35
30
25
20
15
10
5
0
0-50
50-100
100-150
150-200
200-250
250-300
300-350
350-400
Destroza (m/mes)

VELOCIDADES DE CONSTRUCCION EN m/MES EN TUNELES EN ROCA

| | MEDIA NAFA | PIEDRA DE LA SAL(L=2.550 m) | 2º NEGRON |
|---|---|---|---|
| AVANCE | 70 | 45-80 | 125 |
| DESTROZA | 125 | 110 | 240* |
| D/A | 1.78 | 2.4-1.38 | 2.00* |

* Estimado

A la vista de todos estos datos se estima que las velocidades de construcción en el túnel de Paracuellos, si se realiza por métodos convencionales, podrían ser del orden de:

| | RENDIMIENTOS ESPERABLES | |
|---|---|---|
| | Realista | Optimista |
| Avance | 70 | 85 |
| Destroza | 110 | 145 |
| D/A | 1.57 | 1.70 |

En cuanto al hormigonado del revestimiento es normal ejecutarlo a partir de una boca y el rendimiento es prácticamente fijo con valores entre 470 m/mes (obtenido en el túnel de Piedra de la Sal) y 510 m/mes (objetivo en el 2º túnel del Negrón).

En las figuras siguientes se ha esquematizado el plan de obra del Túnel de Piedra de la Sal (tal como se construyó, con un ataque intermedio iniciado nueve meses después del comienzo de las obras) y tal como se hubiera desarrollado atacando sólo por las dos bocas:

DURACION DE OBRA DE TUNEL EN PIEDRA DE LA SAL (MESES)

| | Avance | Destroza | Revestimiento | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| Con ataque int. | 18-23[1] | 9 | 4[2] | 31 |
| Sin ataque int. | 20 | 13 | 2[3] | 35 |

(1) Se simultanearon frentes de avance y destroza

(2) Prácticamente todo por una boca

(3) Supuesto el uso de dos equipos simultáneos

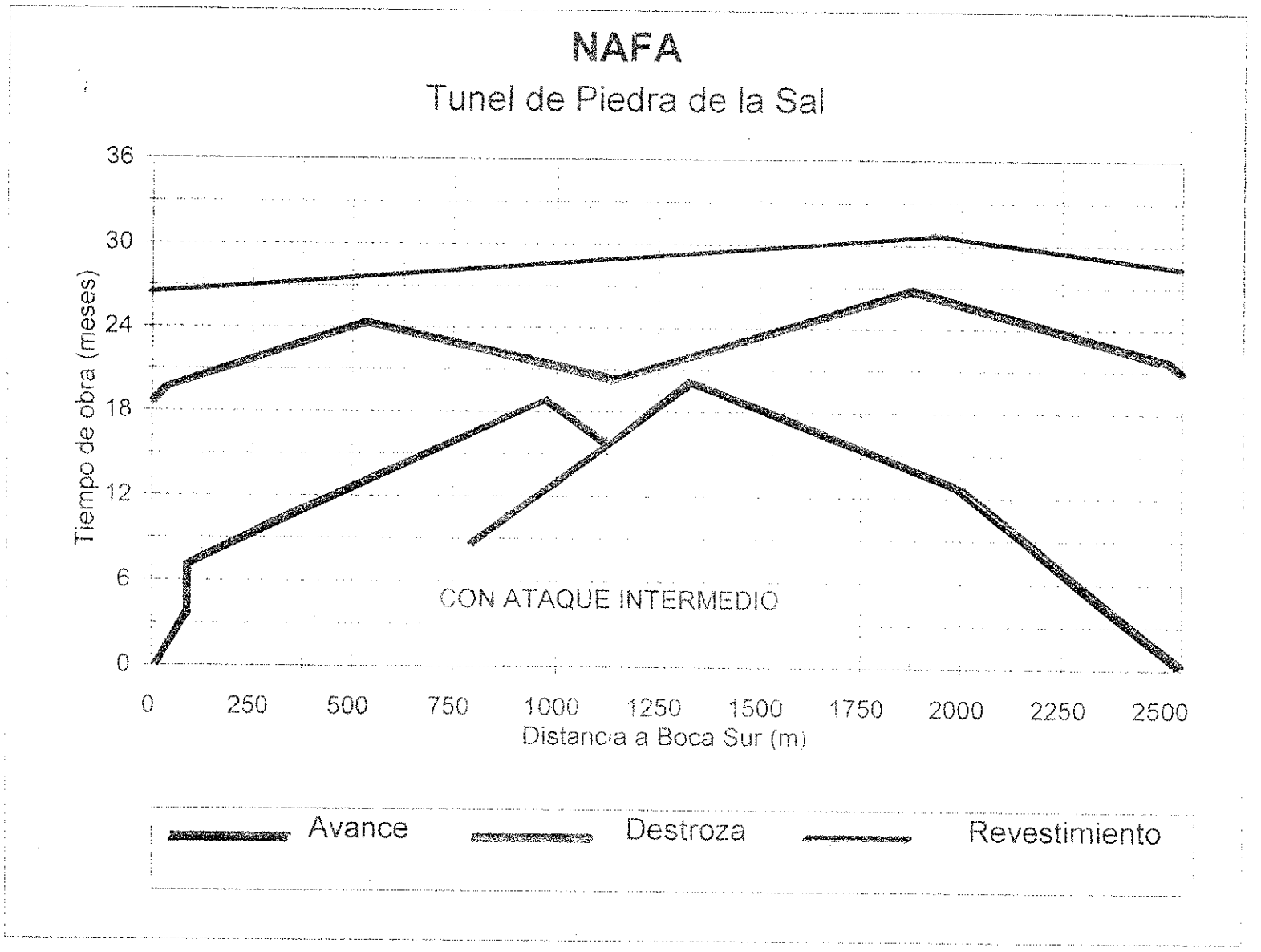
El ataque intermedio permitió reducir el plazo de obra en 4-6 meses y lo hubiera reducido más si hubiese comenzado simultaneamente con la excavación de las dos bocas ganándose así unos 3-4 meses más. En resumen el túnel de Piedra de la Sal de 2.550 m de longitud se construyó en 3 años (descontando preparación, emboquille y terminaciones).

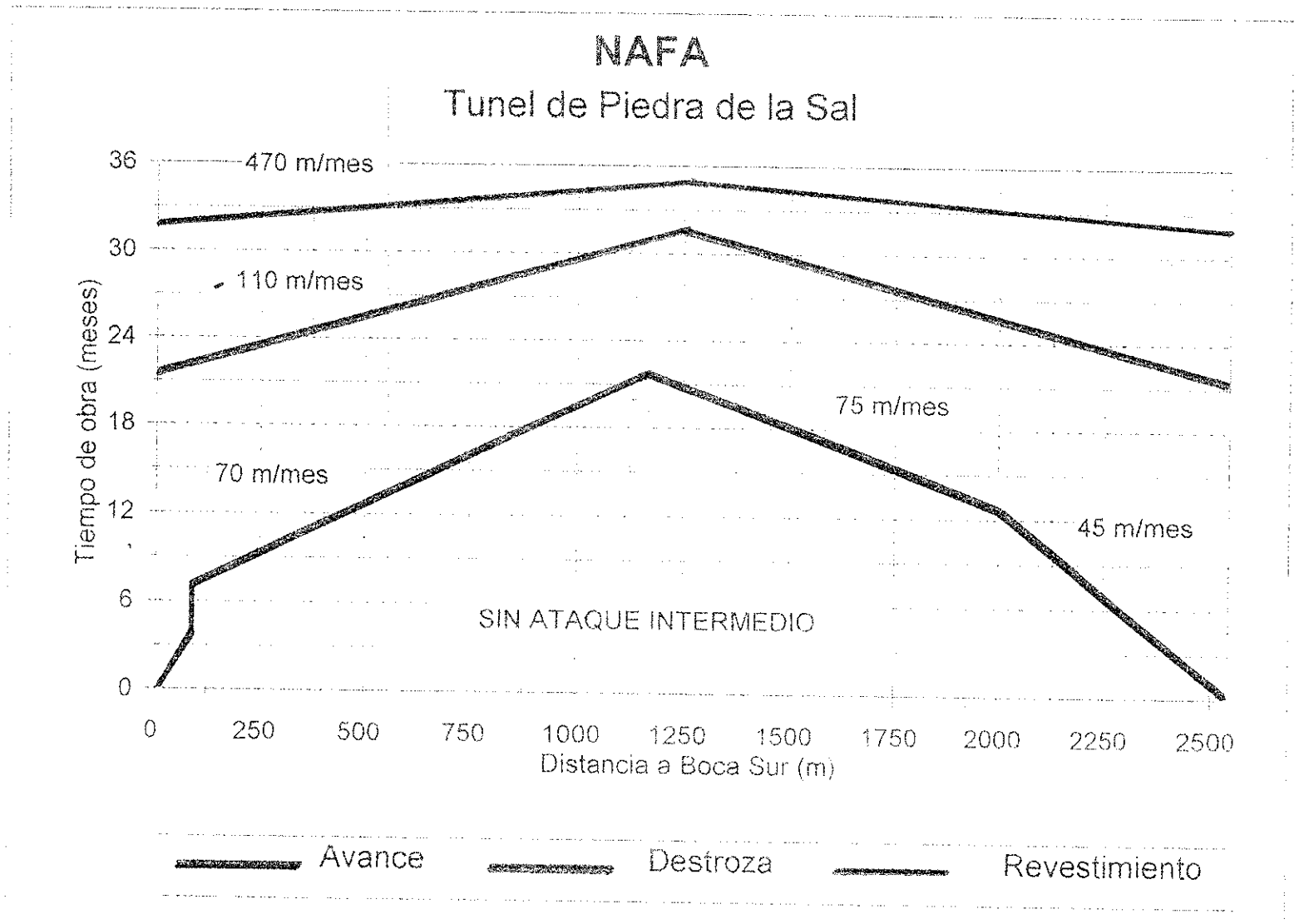
Al mismo ritmo el túnel de Paracuellos de 4.500 m de longitud se construiría en 5.3 años (63 meses) a los que habría que añadir un año más de preparación y terminaciones. El plazo total del túnel de Paracuellos sería de más de 6 años.

Este plazo puede compararse por ejemplo con el previsto para el 2° túnel del Negrón que tiene "grosso modo" la misma sección y una longitud menor de 4 km:

| | PLAZO | TAJOS | RITMO | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|
| Avance | 17 meses | 2 | 125 m/mes | Realizado |
| Destroza | 8.5 meses | 2 | 240 m/mes | Objetivo |
| Revestimiento | 8 meses | 1 | 500 m/mes | Objetivo |
| TOTAL | 31.5 meses | | | |

De manera que el plazo límite para la construcción del túnel de Paracuellos, supuesto un conocimiento perfecto de la geología en incidencias del túnel y un enlace directo exterior entre ambas boquillas sería de 36 meses. Los ritmos reales de construcción serían en el túnel de Piedra de la Sal del orden de unos 60% de los que se pretenden obtener en el 2° túnel del Negrón, en condiciones muy favorables.


NAFA
Tunel de Piedra de la Sal
Tiempo de obra (meses)
36
30
24
18
12
6
0
CON ATAQUE INTERMEDIO
0
250
500
750
1000
1250
1500
1750
2000
2250
2500
Distancia a Boca Sur (m)
Avance
Destroza
Revestimiento


NAFA
Tunel de Piedra de la Sal
Tiempo de obra (meses)
36
30
24
18
12
6
0
470 m/mes
110 m/mes
70 m/mes
75 m/mes
45 m/mes
SIN ATAQUE INTERMEDIO
0
250
500
750
1000
1250
1500
1750
2000
2250
2500
Distancia a Boca Sur (m)
Avance
Destroza
Revestimiento

## 3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL USO DEL TUNEL PILOTO EXCAVADO CON TOPO

### 3.1. TECNICOS

Ya se han citado algunas de las ventajas alegadas en Italia:

- Permite reconocer con poco riesgo la naturaleza de los terrenos.
- Los cruces de fallas y las zonas conflictivas pueden ser consolidados antes de su ensanche.
- El conocimiento del terreno permite una especificación más ajustada de sostenimientos y sobreexcavaciones en cada sección del túnel.
- Aumenta notablemente la seguridad del personal.
- Permite rendimientos extraordinarios del avance (400-600 m/mes de media con puntas posibles de hasta 900 m/mes).

En nuestro caso el conocimiento de la geología del túnel se ha visto muy dificultado por la gran profundidad (400 m) y la falta de afloramientos laterales, por lo que el avance inevitablemente debe servir de galería de reconocimiento.

Existen varias fallas que cruzan el túnel, algunas de gran entidad y zonas tectonizadas de gran anchura. Su cruce con topo será más fácil.

En todo caso la seguridad del personal es mucho mayor durante la ejecución del avance y su ritmo resulta más elevado.

Entre sus inconvenientes cabe citar:

- Requiere una mayor inversión inicial.
- Limita algo el número de constructores que puede licitar la obra ya que se requiere experiencia previa, que en nuestro país sólo poseen media docena de empresas constructoras.
- Aumenta el volumen de la destroza.
- Puede encarecer los costes de ejecución.

En conjunto dado el punto de vista de la calidad, seguridad y rapidez de obra parece que las ventajas (de ejecución de un avance con túnel piloto excavado con topo) son mayores que los inconvenientes.

### 3.2. ECONOMICOS

El coste de ejecución material de un túnel tiene una componente importante fija que es proporcional al tiempo de ejecución. Estos costes fijos incluyen:

- Sueldos base del personal que trabaja en el túnel (excluidos primas de productividad).
- Costes fijos de alquiler de la maquinaria de excavación y transporte asignado de forma permanente al túnel.
- Costes totales del personal de exterior y mantenimiento (instalaciones, talleres, etc).
- Costes totales de la maquinaria de exterior y mantenimiento (aire, energía, agua, talleres, etc).

Una estimación conservadora sería que estos costes fijos suponen entre sí un tercio y la mitad del coste total de construcción del túnel. Si se admite que este porcentaje es el 35% los costes directos de construcción del túnel de Paracuellos serían:

COSTES DIRECTOS DE CONSTRUCCION (MPTA)

| | Coste por km | Coste del túnel |
|---|---|---|
| Proporcional al tiempo | 0.56 | 2.548 |
| Proporcional a la distancia | 1.04 | 4.732 |
| TOTAL | 1.60 | 7.280 |

El ahorro de tiempo que puede ser obtenido con el túnel piloto es del orden de 20 meses sobre un plazo total de 65 meses lo que supone

$$\frac{20}{65} \times 2.548 = 784 \; MPta$$

que cubrirían un incremento del coste proporcional a la distancia de hasta un

$$\frac{784}{4.732} = 16.5\%$$

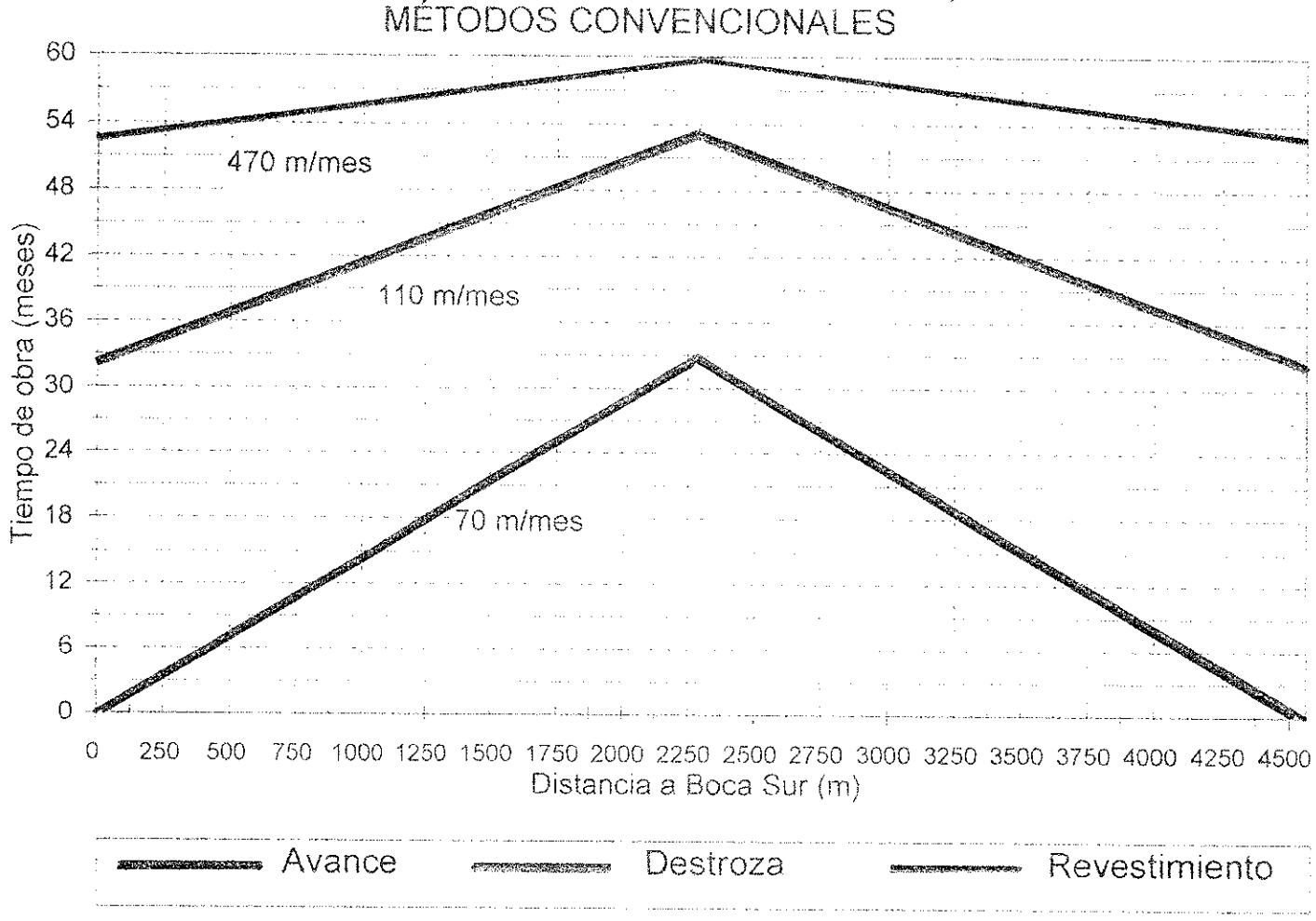
Por lo tanto, no debe resultar más caro un túnel excavado con túnel piloto circular que si el avance se hace por métodos convencionales.

La experiencia española de túneles hidráulicos es que los túneles excavados totalmente con topo resultan siempre más baratos (y más rápidos de ejecución) que los excavados por voladura.

## TÚNEL DE PARACUELLOS

Duración de la obra (caso realista)

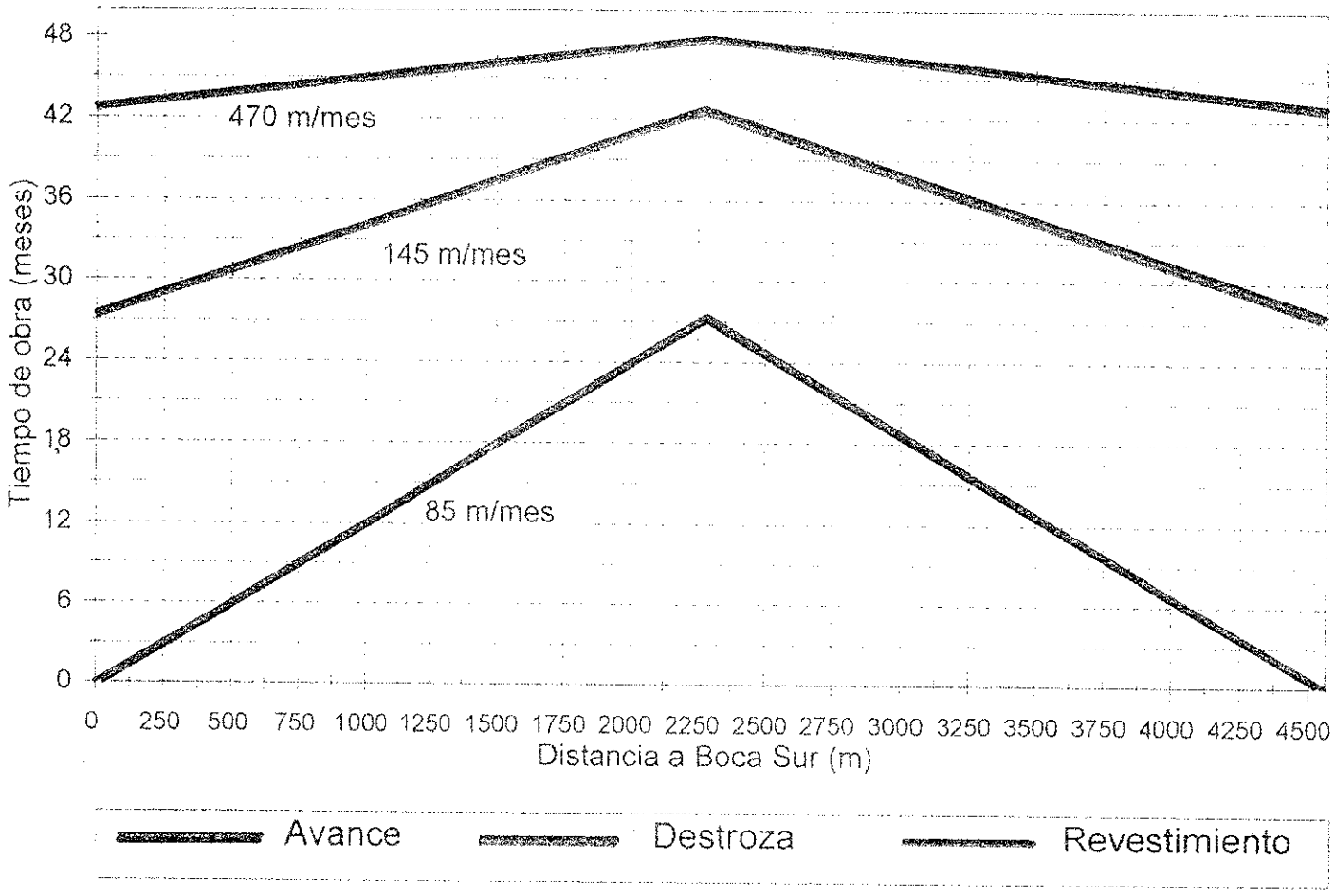
MÉTODOS CONVENCIONALES




## TÚNEL DE PARACUELLOS

Duración de la obra (caso optimista)

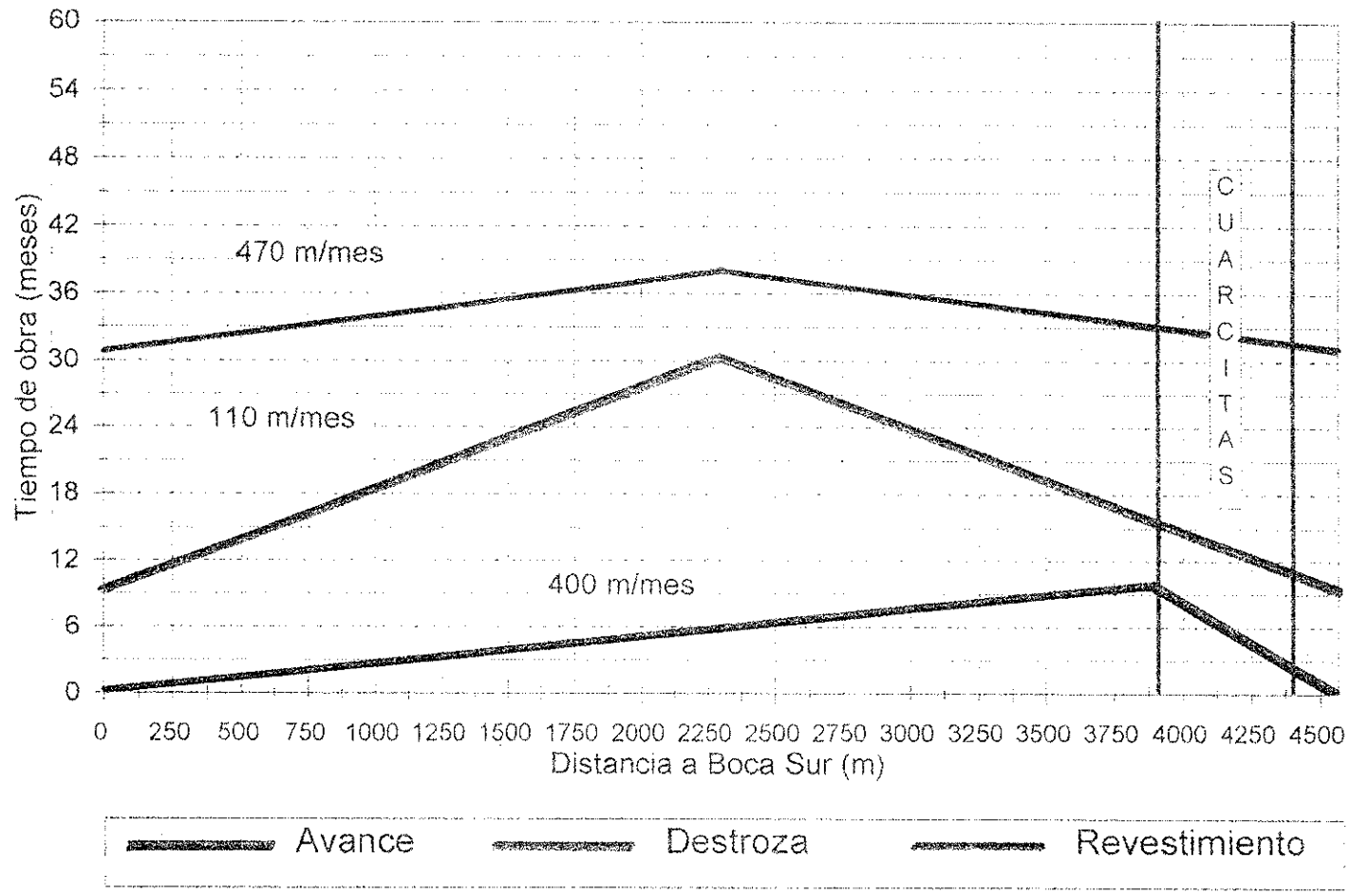
MÉTODOS CONVENCIONALES



## TÚNEL DE PARACUELLOS

Duración de la obra (caso realista)

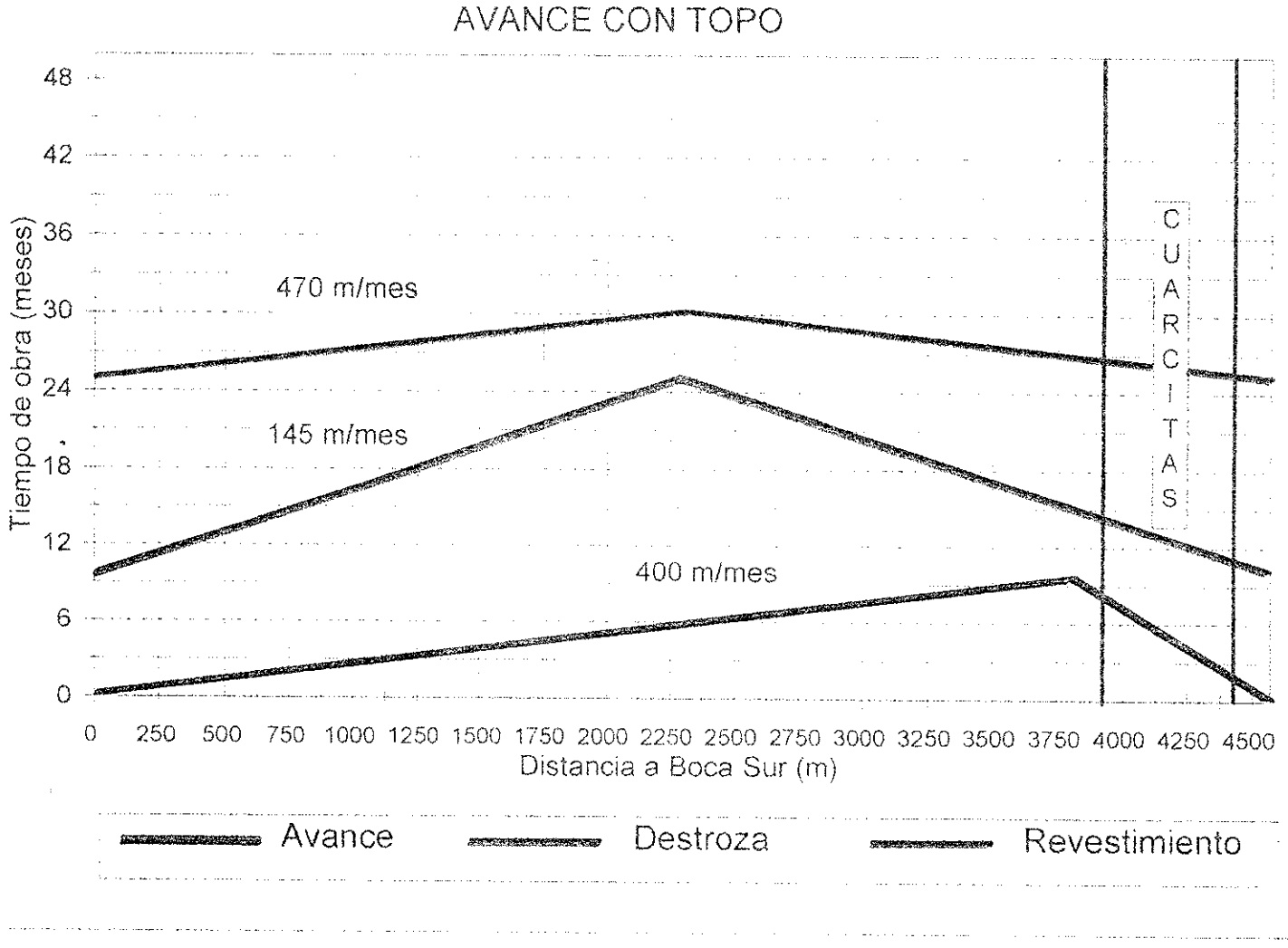
AVANCE CON TOPO




## TÚNEL DE PARACUELLOS

Duración de la obra (caso optimista)

AVANCE CON TOPO



# *Anexo 2. Informe sobre la ejecución del túnel de Paracuellos*

## ANEXO 2: INFORME SOBRE LA EJECUCIÓN DEL TUNEL DE PARACUELLOS CON ENSANCHADORA


1 - Introducción
2 - Caracterización geotécnica
3 - Cuadros de sostenimientos
4 – Resultados de los cálculos
4.1 – Hormigón H-250 Kp/cm$^2$
*Litología 3*
*Litología 2*
*Litología 1*
4.2 – Hormigón H-350 Kp/cm$^2$
*Litología 3*
*Litología 2*
*Litología 1*
5 – Conclusiones

SUBANEXO 1: Geometría del perfil
SUBANEXO 2: Resumen de cálculos
SUBANEXO 3: Salidas de ordenador

# INFORME SOBRE LA EJECUCIÓN DEL TÚNEL DE PARACUELLOS CON ENSANCHADORA

**LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-BARCELONA**
**TRAMO: CALATAYUD-RICLA**
**SUBTRAMO: IA**

# *INFORME PREVIO SOBRE LA EJECUCIÓN DEL TÚNEL DE PARACUELLOS CON ENSANCHADORA*

**(JUNIO 1998)**

**TOMO II**

## 1.- INTRODUCCIÓN

Se plantea el presente informe con el objetivo de analizar, con carácter previo al comienzo de las labores, la problemática que en el momento actual se puede deducir en relación con la ejecución del ensanche del túnel de Paracuellos con máquina tuneladora desde la boca Sur.

Para este estudio se parte de la información reflejada en los documentos suministrados por la empresa constructora, en el que se describen los medios y procedimiento a emplear en la labor de ensanchamiento mecánico de túnel a partir de la galería piloto excavada con TBM, así como la tipología de sostenimientos inicialmente prevista.

En una primera parte del estudio se efectúan los cálculos de las demandas de sostenimientos necesarios para una sección circular para las distintas calidades de terrenos previstos en el proyecto de licitación cuando no se dispone de otra información y a la luz de los terrenos encontrados en los tramos ya excavados.

Los sostenimientos así calculados se comparan con las tipologías propuestas por ejecución, estableciendo los criterios de equivalencia y de aplicación, teniendo en cuenta para ello la progresividad de la cuantía de los mismos en función de la calidad de los terrenos y la profundidad de la sección.

En el estudio se plantea el análisis de la casuística general y completa que se presentará durante el ensanche del túnel, sin pretender establecer una tramificación concreta del perfil del túnel, el cual deberá hacerse posteriormente a la vista de los datos geotécnicos concretos de los terrenos realmente atravesados que se obtengan de la perforación con la galería piloto. Para ello habrá que disponer y elaborar la totalidad de la información disponible (levantamientos geológico geotécnicos y datos de operación del topo) la cual se ha comenzado a recopilar.

Como objetivo importante del estudio se plantea el presente informe el análisis de los condicionantes de geometría que impone el empleo de la ensanchadora, en lo que se refiere a las escasas posibilidades de modificación el radio de corte de máquina.

En el estudio efectuado se aplica la misma metodología, procedimientos y herramientas de cálculo que fueron descritos y utilizados en los informes anteriormente emitidos respecto a la Galería Piloto del túnel de Paracuellos y al túnel de Marivella, por lo que en este caso se evita volver a repetir ahora la base teórica del mismo.





## 2.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

A los efectos de cálculo de los sostenimientos se ha reconsiderado la calificación geotécnica de los materiales esperados que se hizo para el estudio de la galería piloto, incorporando ahora el conocimiento alcanzado de la observación de los terrenos ya perforados.

De acuerdo con este nuevo planteamiento, la casuística de cálculo para las tres litologías afectadas se concreta en las siguientes posibilidades de calidad de macizos:

LITOLOGÍA 3 (Pizarras, areniscas, cuarcitas)

RMR = 69 - 48 - 40
RCS = 500 - 200 - 100 Kp/cm$^2$

RMR: Indice de calidad de Bieniawski 1979 (Rock Mass Rating)
RCS: Resistencia a la Compresión Simple (Kp/cm$^2$)

Como es sabido, mediante los modelos empíricos de resistencia (p.e. Hoeck&Brown) el indice RMR permite valorar la influencia del grado de fracturación y estado de las juntas en la resistencia al corte del macizo, mientras que la RCS tiene en cuenta la colaboración que en dicha resistencia tiene la competencia del bloque que forma el macizo.

Con estos parámetros de calidad de los macizos esperados, se trata de representar la variabilidad de los macizos dentro de la denominada en el proyecto como Litología 3 y que está formado por alternancias de pizarras, areniscas y cuarcitas, con distintos grados de predominio de uno u otro material, así como en la alteración de la roca matriz, afectando más en este aspecto, y como es lógico, a las pizarras que a los demás materiales.

Básicamente los valores del RMR de 69 corresponderán a tramos con un predominio de las areniscas y/o de las cuarcitas (≥ 80%), mientras que los distintos valores de RCS dependerán del grado de alteración de la roca matriz.

A estos efectos se considera que cuando el material característico sean las pizarras alteradas será de 100 Kp/cm$^2$, cuando lo sean pizarras sanas o areniscas alteradas será de 200 Kp/cm$^2$ y cuando sean areniscas y/o cuarcitas sanas el valor de resistencia será 500 Kp/cm$^2$.

Desde el punto de vista del cálculo la RCS característica que debe considerarse es la del material próximo a las discontinuidades, ya que es la que realmente interviene tanto en la resistencia al corte en los planos de las discontinuidades, como en los primeros estados de un proceso de corte que intercepte a los bloques que forman el macizo (p.e. en roturas muy confinadas o bajo condiciones de dilatancia coartada o impedida).

En este caso, a la vista de la información del proyecto matizada con la experiencia acumulada hasta la fecha en los terrenos de esta litología atravesados en la boca Sur y en la Norte, entendemos que los valores citados de RCS serán representativos de la gama de variación de resistencias medias.

La calidad de RMR de 48 vendrá determinada cuando se presenten básicamente materiales areniscosos y/o cuarcíticos en (≥60%), con un espesor característico de los estratos de valor pequeño o moderado (20-30 cm). En este caso la variación de RCS será la indicada dependiendo del tipo de material representativo a estos efectos y de su estado de alteración.

Los valores del indice RMR de 40 se presentarán fundamentalmente cuando el predominio sea de las pizarras (≥60%) o cuando aun siendo menor (40%-60%) se encuentren uniformemente distribuidas por la sección y le resto de los materiales se presenten en bancos finos (≈10 cm).

LITOLOGÍA 2 (Cuarcitas)

Los casos de cálculo vienen determinados por los siguientes datos característicos.

RMR = 55 - 45
RCS = 1000 - 500 - 100 Kp/cm²

Esta litología esta formada por cuarcitas y ha sido atravesada en su totalidad con la galería piloto desde la boca Norte.

En este caso se estima que la calidad global del macizo se puede estimar con unos indices RMR de 55 a 45 mientras que la Resistencia a la compresión resulta más variable en función de la alteración del macizo (1000 - 500 - 100 Kp/cm²).





LITOLOGÍA 1

Los esquistos Precámbricos no serán perforados con la ensanchadora, si bien se incluyen en el estudio con el fin de tener una visión global de la problemática del túnel.

La calidad del macizo se considera representada por un RMR de 40 y una resistencia a la compresión simple de 100 Kp/cm².

3.- CUADRO DE SOSTENIMIENTOS

Los sostenimientos inicialmente propuestos por la empresa constructora para el ensanchamiento con la tuneladora integral se basan en un conjunto de cuatro secciones tipo, los cuales incorporan las cuantías de elementos que se indican a continuación:

Sostenimiento Tipo T-1

- 10 cm de Hormigón Proyectado H-250 con fibras metálicas (45 Kgr/m³), en dos capas de 5 cm.
- Bulones SWELLEX en cuadrícula # 2 X 2 m (0,25 uds/m²).

Sostenimiento Tipo T-2

- 10 cm de H.P. con fibras metálicas, en dos capas.
- Bulones SWELLEX # 1 x 2 m (0,5 uds/m²)

Sostenimiento Tipo T-3

- 10 cm de H.P. con fibras metálicas, en dos capas
- Bulones SWELLEX # 1 x 1 m (1 uds/m²)
-

Sostenimiento Tipo T-4

- Cercha metálica HEB-140 cada metro
- 18 cm de H.P. con fibras metálicas, en tres capas (3 cm de sellado, y dos capas de 7,5 cm aproximadamente)
- Bulones SWELLEX en cuantía # 1 x 1 m (1 uds/m²)

Todos los bulones se consideran de 3,6 metros de longitud por tratarse de bulones que son puestos en carga por el propio proceso de colocación, considerándose que tal

longitud es suficiente para conseguir las cargas de cálculo, debiendo aumentarse la longitud solamente en caso de que en pruebas de arrancamiento se determinara la insuficiencia de tal longitud para conseguir la capacidad de carga especificada.

Los sostenimientos del tipo T-4 se colocan sobre la sección completa, mientras que en el resto se hace solamente sobre un arco 220°-240° simétrico respecto de la clave del túnel, y que es la zona que cubren los equipos de bulonado y proyectado que incorpora la máquina en su backup.

Las distintas capas de hormigón proyectado que resultan necesarias se pueden colocar en dos posiciones: manualmente tras la cabeza de corte o en la zona de trabajo del robot de proyección, a una distancia de 15-25 metros de distancia. Los bulones por el contrario se considera que se colocarán todos inmediatamente detrás de la cabeza de corte

De forma sistemática, a unos sesenta metros de la cabeza de corte, se coloca el hormigón de la zona de solera mediante los correspondientes elementos de encofrado que se incorporan al backup de la máquina.

Respecto de este cuadro de sostenimientos se pueden hacer una serie de comentarios.

- El sostenimiento inmediato (hormigón proyectado y bulones) deja sin cubrir un arco de unos 120-140° en la solera, lo que podría resultar excesivo en determinados terrenos de calidad intermedia, si se produjeran cierres excesivos antes del cierre de la sección mediante la colocación del hormigón. Por tanto resulta recomendable el disponer de algunos equipos móviles para tratamientos de las zonas de hastiales en caso necesario.

- Con carácter general el escalonamiento del cuadro del sostenimiento es escaso, quedando sin cubrir de forma eficiente una amplia gama de terrenos y monteras, en los que o resultan insuficientes los bulones o sobra espesor de hormigón proyectado, especialmente si se tiene en cuenta que finalmente se dispondrá de un revestimiento encofrado continuo con radio interior fijo.

Por lo anteriormente indicado se propone el ampliar el cuadro de sostenimientos con algunas variantes a los mismos, que en el caso de las tres primeras secciones tipo (T1, T2, y T3) consistirían en no colocar la segunda capa de Hormigón Proyectado.





Estas variantes se identifican en este informe con la misma denominación precedida del signo ( - ), quedando como sigue:

T1 (-) = 5 cm de HP y 0,25 bulones/m²
T2(-) = 5 cm de HP y 0,5 bulones/m²
T3(-) = 5 cm de HP y 1 bulón/m²

Adicionalmente, para los terrenos de mejor calidad que resultan prácticamente autoportantes, se propone un sostenimiento ligero T0, consistente exclusivamente en un bulonado, sistemático u ocasional para cosido de juntas, con una cuantía resultante de unos 0,25 bulones/m².

En todos estos sostenimientos podría llegar a ser recomendable el empleo de mallas de protección del personal frente a la caída de bloques de la zona entre bulones, las cuales cubrirían exclusivamente la bóveda e irían sujetas por las placas de los bulones.

En relación con el sostenimiento tipo T4 antes descrito se complementa con una variante T4(-), en la que la única diferencia estriba en que las cerchas se colocan con separaciones de 1,5 metros, y que en la mitad inferior de la sección puede proyectarse únicamente la capa de sellado y la primera de cubrición de la cercha (10 cm en total), excepto en la parte de la solera en que, por razones constructivas sea necesario llegar a cubrir las cerchas.

Por último se estima que en algunos casos, a determinar en los cálculos, puede resultar conveniente disponer bulones de mayor capacidad de los considerados como normales a los efectos de cálculo que son los de 10 Tm, actualmente en desuso, empleando los de capacidad media (MIDI de 12 Tm) o alta (SUPER de 20 Tm). Por otra parte, en ocasiones, los bulones podrían resultar necesarios a largo plazo por lo que deberían ser resistentes a la corrosión (COATED), para asegurar su colaboración a la estabilidad . La utilización de ambos tipos especiales de bulones se indican añadiendo un M ó S para los tipos MIDI o SUPERSWELLEX y una R adicional cuando deban ser resistentes a la corrosión.

La justificación y la utilización de estas distintas soluciones se comentan mas adelante a lo largo del desarrollo de los cálculos.

Sobre los sostenimientos antes descritos se dispone de un anillo de hormigón armado cuyo espesor puede ser variable dependiendo del radio de corte de la tuneladora, considerándose en este estudio tres posibilidades en cuanto al radio final resultante de la

excavación: 6,27, 6. 23 y 6,17 metros, con los que se consiguen espesores del conjunto del sostenimiento y revestimiento de 45, 41 y 35 cm, respectivamente.

En caso necesario podría resultar adecuada la utilización de un hormigón de mayor resistencia en el anillo del sostenimiento-revestimiento, habiendose considerado dos posibilidades en los cálculos: H-250 y H-350, afectados ambos con un coeficiente de minoración de 1,5.

## 4.- RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

A continuación se comentan los resultados de los cálculos desarrollados, los cuales se resumen en los cuadros que se acompañan al final del texto, adjuntándose las salidas numéricas y gráficas del programa de ordenador utilizado en el anexo correspondiente que se incluyen al final del informe.

Igualmente se adjunta, en formato gráfico y listado numérico, la geometría del perfil del túnel, en el que se indican las monteras reales y las de cálculo obtenidas a intervalos de 50 metros a partir de 25 metros. Igualmente se incluye en el perfil las litologías afectadas en cada punto de acuerdo con el perfil del Proyecto y con la realidad observada en loa tramos ya perforadas, para los que se parte de la información suministrada por la Asistencia Técnica.

La utilidad de este listado es la de asignar a cada punto kilométrico la montera de cálculo que gravita sobre el mismo, así como la litología esperada, a partir de lo cual, y conocida la calidad del macizo (RMR) y la Resistencia a la Compresión simple de la roca matriz, se obtendría el sostenimiento necesario de acuerdo con las conclusiones del presente informe que se resumen, a su vez, en los listados correspondientes.

Con el fin de comprender mejor los criterios de aplicación y progresividad del cuadro de sostenimientos adoptado, se ha ordenado de distinta manera el mismo cuadro de resultados del cálculo, sirviendo de guía para las explicaciones siguientes el que lo hace por calidades decrecientes del macizo (RMR) de la roca matriz (RCS) y de las monteras de cálculo, de manera que para una misma calidad de terreno, se puede apreciar de manera fácil el progresivo aumento de la demanda de sostenimiento que se va requiriendo conforme aumenta el nivel de la solicitación (monteras).

El estudio se ha planteado con dos hipótesis de resistencia de los hormigones: con H-250, que corresponde a la calidad inicialmente especificada, y otra de H-350, que podría





ser más ajustada a lo que se está consiguiendo en obra, y que en caso necesario podría especificarse con carácter de prescripción para la obra pendiente.

### 4.1.- HORMIGÓN H-250 Kp/cm²

A continuación se comenta para cada litología y calidad de macizo los criterios de aplicación de los sostenimientos resultantes del proceso de cálculo llevado a efecto.

#### 4.1.1.- LITOLOGÍA 3 (pizarras, areniscas y cuarcitas)

RMR= 40 y RCS = 100 Kp/cm²

Como ya se comentó este tipo de terrenos corresponderá, básicamente, a macizos en los que predominen las pizarras (≥ 60%) y éstas se encuentren bastante alteradas.

Con éste material, y cuando las monteras de cálculo sean iguales o menores de 75 mètros, se precisará un sostenimiento ligero a base de 5 cm de Hormigón Proyectado (HP) y un bulonado en cuantía y tipo variable entre 0,75-1 ud/m² [T2M(-), T3M(-); T3S(-)]. Para las máximas profundidades los bulones habrán de ser de alta capacidad (Superswellex), mientras que en el resto de los casos bastarían los de capacidad media (12 Tm).

Esta situación no se produce en la práctica ya que en los tramos con estas profundidades no aparecen estos materiales.

Para monteras de 175 metros se precisa un sostenimiento tipo T3SR, formado por 10 cm de HP y bulones Superswellex (20 Tm) resistentes a la corrosión.

A partir de profundidades de 175 metros se necesita sostenimientos que incluyan cerchas pesadas del tipo T4, comenzando por la más ligera [T4M(-)] cuando las monteras de cálculo sean de 225 metros de profundidad. Como ya se comentó este sostenimiento consta de cerchas HEB-140 cada 1,5 metros, 18 cm de HP en tres capas, y un bulonaje de cuantía 1 ud/m², de capacidad media (MIDI de 12 Tm).

Con profundidades de 275 a 325 metros se precisa un sostenimiento T4 completo, con bulones de capacidad media (12 Tm) que sean además resistentes a la corrosión (T4MR).

Para los mayores recubrimientos en el túnel (375 m) el sostenimiento será el mismo anterior, pero con bulones de alta capacidad (20 Tm) y además , además resistentes a la corrosión.

En relación con los revestimientos, y como ya se indicó, los espesores totales del conjunto sostenimiento-revestimiento ha de unos 45 cm para profundidades de cálculo mayores o iguales a 225 metros, mientras que para las menores será suficiente con 35 cm.

RMR= 40 y RCS= 200 Kp/cm²

Normalmente esta calidad de macizo corresponderá a terrenos con un claro predominio (≥60%) de pizarras más sanas que las consideradas en el caso anterior.

En estos casos las demandas de sostenimiento y revestimiento para las monteras mayores o iguales a 125 metros, son exactamente iguales a las mencionadas para el caso anterior, mientras que para las menores disminuyen por cuanto no se precisa el empleo de bulones de tipo especial [T3 (-)], lo que no es relevante dado que no se cortará este tipo de terreno con estos recubrimientos.

RMR 48 y RCS 100 Kp/cm²

Esta calidad de macizo vendrá determinada básicamente cuando existan los materiales areniscosos y/o cuarcíticos en mayoría (≥60%) sobre los pizarrosos y estando la roca matriz bastante alterada, con una resistencia característica de cálculo del orden de 100 Kp/cm².

En estos casos la progresión de sostenimientos será la siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones | Tipo |
| ≤75 | T3 (-) | 0 | 5 | 1 | |
| 125 | T3 S (-) | 0 | 5 | 1 | S |
| 175 | T3 SR | 0 | 5 | 1 | SR |
| 225 | T4 M (-) | 1,5 | 18 | 1 | M |
| 275-325 | T4 MR | 1 | 18 | 1 | MR |
| 375 | T4 SR | 1 | 18 | 1 | SR |





Como en los casos anteriores el espesor del conjunto sostenimiento-revestimiento cuando el sostenimiento sea cualquiera de los del tipo T4, habrá de ser de 45 cm aproximadamente, requiriéndose en ocasiones y con carácter adicional, que los bulones sean resistentes a la corrosión para conseguir en todos los casos un coeficiente de seguridad a largo plazo del orden de 2.

RMR 48 y RCS 200 Kp/cm²

Las características de los materiales en este caso corresponden a macizos similares a los descritos en el apartado anterior pero con un estado más sano y competente de la roca matriz que lo constituye.

La progresión de sostenimientos necesarios es la siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones | Tipo |
| 25 | T1 (-) | 0 | 5 | 0,25 | Normal |
| 75-125 | T3 (-) | 0 | 5 | 1 | Normal |
| 175-225 | T3 | 0 | 10 | 1 | Normal |
| 275-325-375 | T4 (-) | 1,5 | 18 | 1 | Normal |

En cuanto a los coeficientes de seguridad a largo plazo, como en todos los casos anteriormente comentados, el conjunto sostenimiento-revestimiento a partir de 175 m de montera de cálculo deberá ser de 45 cm, si bien en este caso no se precisa de la colaboración a largo plazo de los bulones por lo que no es preciso que sean resistentes a la corrosión.

RMR 48 y RCS 500 Kp/cm²

En este caso la roca matriz será sana y competente, si bien con un considerable grado de fracturación.

En este caso la progresión de sostenimientos necesarios será la siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones | Tipo |
| < 125 | T0 | | | 0,25 | 10 Tm |
| 175-225 | T2 (-) | | 5 | 0,5 | 10 Tm |
| 275 | T3 (-) | | 5 | 1 | 10 Tm |
| ≥ 325 | T3 | | 10 | 1 | 10 Tm |

Con esta calidad de terrenos el conjunto de sostenimiento revestimiento deberá ser de 35 cm (radio de excavación 6,17).

RMR 69 y RCS 100 Kp/cm²

Comprende los macizos poco fracturados y estratificados en bancos gruesos (≈0,5 m) pero con un valor de la resistencia a la compresión simple de la roca matriz bajo (≈ 100 Kp/cm²) bien sea por alteración de la misma, o por tratarse de capas estratificadas con alguna cohesión en los planos.

Las necesidades de sostenimiento para las distintas monteras de cálculo se reflejan en el cuadro siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones | Tipo |
| < 75 | T0 | 0 | 0 | 0,25 (ocasionales) | 10 Tm |
| 125-275 | T2 (-) | 0 | 5 | 0,5 | 10 Tm |
| 325 | T3 (-) | 0 | 5 | 1 | 10 Tm |
| 375 | T3 | 0 | 10 | 1 | 10 Tm |

RMR 69 y RCS 200 Kp/cm²

Se contempla en este caso los macizos poco fracturados que se describen en el párrafo anterior con una mejor competencia de la roca matriz, de manera que la resistencia a la compresión simple característica sea, al menos; de 200 Kp/cm².(Areniscas o cuarcitas alteradas y/o pizarras sanas)

En estas condiciones no se precisa ningún sostenimiento sistemático salvo para las mayores monteras (375 m) para las que es necesario un bulonado ligero (0,25 uds/m²). En





el resto de los casos solamente se deberán aplicar bulones esporádico para cosido de bloques.

4.1.2.- LITOLOGÍA 2 (Cuarcitas)

Estos materiales están formados por las cuarcitas de la formación Bámbola y se cortan en la zona de la boca Norte con monteras inferiores a 200 metros.

Las situaciones de calidad contempladas y las demandas de sostenimiento que se deducen de los cálculos efectuados son las que se indican a continuación.

RMR 45 y RCS 100 Kp/cm²

Corresponde a macizos constituídos por cuarcitas muy fracturadas y estratificadas en bancos pequeños (≤ 20 cm) con un alto grado de alteración en la roca matriz. Corresponde por tanto a la mayor parte de los tramos afectados en estos materiales durante la excavación con la galería piloto.

En estas condiciones las demandas de sostenimientos son:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones |
| < 75 | T3 (-) | 0 | 5 | 1 |
| 150 | T3 | 0 | 10 | 1 |
| 200 | T4 (-) | 1,5 | 18 | 1 |

Salvo en el caso de las mayores monteras el radio de excavación deberá ser capaz para alojar un conjunto sostenimiento-revestimiento de 35 cm (radio de excavación de 6,27 m).

RMR 45 y RCS 500 Kp/cm²

Como en el caso anterior se trata de macizos fracturados y estratificados en capas pequeñas, si bien en este caso la roca matriz es bastante competente.

En estas situaciones las necesidades de sostenimiento se indican en el listado siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones |
| < 75 | T0 | 0 | 0 | 0,25 (ocasionales) |
| 150 | T2 (-) | 0 | 5 | 0,5 |
| 200 | T3 (-) | 0 | 5 | 1 |

RMR ≥ 55 y RCS ≥ 500 Kp/cm²

Con calidades mejores que las indicadas en los límites del encabezamiento no se precisa ningún tipo de sostenimiento, por lo que únicamente podría llegar a necesitarse algún bulonaje ocasional para cosido de bloques.

4.1.3.- LITOLOGÍA 1 (pizarras precámbricas)

Aunque esta litología no se ensanchará con la tuneladora, ya que se hará convencionalmente, se han incluido en el informe con el fin de tener una visión completa de la problemática de sostenimientos del túnel completo.

La calidad del macizo se ha caracterizado en este caso con un RMR de 40 y una resistencia a la compresión simple de 100 Kp/cm².

En estos terrenos las demandas de sostenimiento se indica en el cuatro adjunto:

| Montera | CUANTÍA | | |
|---|---|---|---|
| | Cercha TH-21 | HP | Bulones (uds/m²) |
| ≤ 75 | 0 | 10 | 1 |
| 100-200 | 1 | 15 | 1 |

4.2.- HORMIGÓN H-350 Kp/cm²

Con el fin de evitar el empleo de bulones de alta capacidad y de tipo resistentes, manteniendo o mejorando los coeficientes de seguridad en general, y especialmente a largo plazo, se plantea otra solución que se basa en la utilización de hormigones de mayor resistencia (H-350) al tiempo que se disminuya el espesor total del anillo sostenimiento-revestimiento, y por tanto el radio de excavación.





Como en el caso anterior se resume a continuación, para cada litología y calidad de macizo, los criterios de aplicación de los sostenimientos resultantes del proceso de cálculo llevado a cabo en esta nueva hipótesis de calidad de hormigones.

4.2.1.- LITOLOGÍA 3 (pizarras, areniscas y cuarcitas)

RMR= 40 y RCS = 100 Kp/cm²

Como ya se comentó este tipo de terrenos corresponderá, básicamente, a macizos en los que predominen las pizarras (≥60%) y éstas se encuentren bastante alteradas.

Con esta calidad de terrenos y cuando las monteras de cálculo sean iguales o menores de 75 metros, se precisaría un sostenimiento ligero a base de 5 cm de Hormigón Proyectado (HP) y un bulonado en cuantía de 1 ud/m² [T3M(-)], es decir formado con bulones de capacidad media. Esta situación no se produce en la práctica ya que en los tramos con estas profundidades no aparecen estos materiales.

Para monteras de cálculo de 25 o 175 metros se precisa un sostenimiento tipo T3, formado por 10 cm de HP y bulones de capacidad media (12 Tm).

Para profundidades de más de 175 metros se necesitan sostenimientos del tipo T4 que incluyan cerchas pesadas, comenzando por la más ligera [T4M(-)] cuando las monteras de cálculo sos de 225 metros de profundidad. Como ya se comentó este sostenimiento consta de cerchas HEB-140 cada 1,5 metros, 18 cm de HP en tres capas, y un bulonaje de cuantía 1 ud/m², de capacidad media (MIDI de 12 Tm).

Con profundidades de 275 a 375 metros se precisa un sostenimiento T4 completo, con bulones de capacidad media (12 Tm), el cual es igual al anterior pero con las cerchas situadas a 1 metro.

Como se puede ver con la solución de hormigones H-350 se evita totalmente el empleo de bulones de alta capacidad y además en ningún caso se precisa que sean de tipo resistente a la corrosión.

En relación con los revestimientos, el espesor total necesario para el conjunto sostenimiento-revestimiento ha de ser, en este caso, de solo 41 cm para profundidades de cálculo mayores o iguales a 225 metros, es decir para los sostenimientos del tipo T4, mientras que con menores es suficiente con 35 cm.

RMR= 40 y RCS= 200 Kp/cm²

Normalmente esta calidad de macizo corresponderá a terrenos con un claro predominio (≥60%) de pizarras más sanas que las consideradas en el caso anterior.

En estos casos las demandas de sostenimiento y revestimiento para las monteras mayores o iguales a 175 metros, son exactamente iguales a las mencionadas para el caso anterior, mientras que para las menores disminuyen de alguna manera, disminuyendo un grado en el caso de 125 metros (T3M(-)) y permitiendo el empleo de bulones normales (10Tm) en el resto de los casos.

RMR 48 y RCS 100 Kp/cm²

Esta calidad de macizo vendrá determinada básicamente cuando existan los materiales areniscosos y/o cuarcíticos en la mayor parte de la sección (≥60%), predominando claramente sobre los pizarrosos, y estando la roca matriz bastante alterada, con una resistencia característica de cálculo del orden de 100 Kp/cm².

En estos casos la progresión de sostenimientos será la siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones | Tipo |
| ≤125 | T3 (-) | 0 | 5 | 1 | 10 Tm |
| 175 | T3 | 0 | 10 | 1 | 10 Tm |
| 225 | T4 M (-) | 1,5 | 18 | 1 | M (12 Tm) |
| ≥275 | T4 M | 1 | 18 | 1 | M |

Como en los casos anteriores el espesor del conjunto sostenimiento-revestimiento cuando el sostenimiento sea cualquiera de los del tipo T4, habrá de ser de 41 cm, mientras que en el resto de los casos basta de 35 cm.

RMR 48 y RCS 200 Kp/cm²

Las características de los materiales en este caso corresponden a macizos similares a los descritos en el apartado anterior pero con un estado más sano y competente de la roca matriz que lo constituye, pudiendo considerarse una resistencia de la roca matriz de 200 Kp/cm².





La progresión de sostenimientos necesarios es la siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones | Tipo |
| 25 | T0 | 0 | Sellado ocasional | 0,25 | 10 Tm |
| 75 | T2(-) | 0 | 5 | 0,5 | 10 Tm |
| 125 | T3(-) | 0 | 5 | 1 | 10 Tm |
| 175-225 | T3 | 0 | 10 | 1 | 10 Tm |
| 275 | T3M | 0 | 10 | 1 | M (12 Tm) |
| 325-375 | T4M(-) | 1,5 | 18 | 1 | M (12 Tm) |

En cuanto a los coeficientes de seguridad a largo plazo, como en todos los casos anteriormente comentados, el conjunto sostenimiento-revestimiento a partir de 275 m de montera de cálculo deberá ser de 41 cm.

RMR 48 y RCS 500 Kp/cm²

En este caso la roca matriz será sana y competente, si bien con un considerable grado de fracturación.

En este caso la progresión de sostenimientos necesarios será la siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones | Tipo |
| < 125 | T0 | | | 0,25 | 10 Tm |
| 225 | T2 (-) | | 5 | 0,5 | 10 Tm |
| 275-325 | T3 (-) | | 5 | 1 | 10 Tm |
| ≥ 375 | T3 | | 10 | 1 | 10 Tm |

Con esta calidad de terrenos el conjunto de sostenimiento revestimiento podrá ser, para cualquier profundidad, de solo 35 cm (radio de excavación 6,17).

RMR 69 y RCS 100 Kp/cm²

Comprende los macizos poco fracturados y estratificados en bancos gruesos (≈0,5 m) pero con un valor de la resistencia a la compresión simple de la roca matriz bajo (≈ 100 Kp/cm²) bien sea por alteración de la misma, o por tratarse bancos formados por capas estratificadas con alguna cohesión en los planos.

Las necesidades de sostenimiento para las distintas monteras de cálculo se reflejan en el cuadro siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones | Tipo |
| < 75 | T0 | 0 | 0 | 0,25 (ocasionales) | 10 Tm |
| 125-225 | T1 (-) | 0 | 5 | 0,25 | 10 Tm |
| 275-325 | T2 (-) | 0 | 5 | 0,5 | 10 Tm |
| 375 | T3 | 0 | 10 | 1 | 10 Tm |

Como en el caso anterior con esta calidad de terrenos el conjunto de sostenimiento revestimiento deberá ser, para cualquier profundidad, de solo 35 cm (radio de excavación 6,17).

RMR 69 y RCS 200 Kp/cm²

Se contempla en este caso los macizos poco fracturados que se describen en el párrafo anterior con una mejor competencia de la roca matriz, de manera que la resistencia a la compresión simple característica sea, al menos; de 200 Kp/cm².(Areniscas o cuarcitas algo alteradas y/o pizarras sanas)

En estas condiciones no es estrictamente necesario ningún sostenimiento sistemático salvo para las mayores monteras (375 m) para las que es necesario un bulonado ligero (0,25 uds/m²). En el resto de los casos solamente se deberán aplicar bulones esporádico para cosido de bloques.

4.2.2.- LITOLOGÍA 2 (Cuarcitas)

Estos materiales están formados por las cuarcitas de la formación Bámbola y se cortan en la zona de la boca Norte con monteras inferiores a 200 metros.





Las situaciones de calidad contempladas y las demandas de sostenimiento que se deducen de los cálculos efectuados para la hipótesis de hormigones H-350 son las que se indican a continuación.

RMR 45 y RCS 100 Kp/cm²

Corresponde a macizos constituidos por cuarcitas muy fracturadas y estratificadas en bancos pequeños (≤ 20 cm) con un alto grado de alteración en la roca matriz. Corresponde por tanto a la mayor parte de los tramos afectados en estos materiales durante la excavación con la galería piloto, y que se han revestido con chapas metálicas continuas.

En estas condiciones las demandas de sostenimientos son:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones |
| < 75 | T3 (-) | 0 | 5 | 1 |
| 150 | T3 | 0 | 10 | 1 |
| 200 | T4 (-) | 1,5 | 18 | 1 |

Salvo en el caso de las mayores monteras (200 metros) con las que el anillo total de hormigón deberá ser de 41 cm, el radio de excavación podrá ser de solo 6,27 metros, capaz para alojar un conjunto sostenimiento-revestimiento de 35 cm.

RMR 45 y RCS 500 Kp/cm²

Como en el caso anterior se trata de macizos cuarcíticos fracturados y estratificados en capas pequeñas, si bien en este caso la roca matriz es bastante competente.

En estas situaciones las necesidades de sostenimiento se indican en el listado siguiente:

| Montera | Sostenimiento | CUANTÍA | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Cercha | HP | Bulones |
| < 75 | T0 | 0 | 0 | 0,25 (ocasionales) |
| 150 | T1(-) | 0 | 5 | 0,25 |
| 200 | T2(-) | 0 | 5 | 0,5 |

RMR ≥ 55 y RCS ≥ 500 Kp/cm²

Con calidades mejores que las indicadas en los límites del encabezamiento no se precisa ningún tipo de sostenimiento, por lo que únicamente podría llegar a necesitarse algún bulonaje ocasional para cosido de bloques.

4.2.3.- LITOLOGÍA 1 (pizarras precámbricas)

Como ya se dijo esta litología no se ensanchará con la tuneladora, ya que se hará convencionalmente, incluyéndose en el informe con el fin de tener una visión completa de la problemática de sostenimientos del túnel completo.

En este caso se consideran sensiblemente válidas las conclusiones del caso con H-250, salvandose con la mejor calidad de hormigón las peores condiciones de geometría de la excavación resultante con métodos convencionales.

La calidad del macizo se ha caracterizado en este caso con un RMR de 40 y una resistencia a la compresión simple de 100 Kp/cm².

En estos terrenos las demandas de sostenimiento se indica en el cuatro adjunto:

| Montera | CUANTÍA | | |
|---|---|---|---|
| | Cercha TH-21 | HP | Bulones (uds/m²) |
| ≤ 75 | 0 | 10 | 1 |
| 100-200 | 1 | 15 | 1 |

El espesor del anillo conjunto del sostenimiento-revestimiento definitivo que ha de garantizarse será de 35 cm

## 5.- CONCLUSIONES

A lo largo del contenido del presente informe se ha obtenido las demandas de sostenimiento así como un primer avance sobre los criterios para la asignación de los mismos durante la labor de ensanchamiento de la galería piloto del túnel de Paracuellos.

Se trata de un estudio teórico y general efectuado a partir de calidades estimadas en el caso de los terrenos aún no atravesados por la galería piloto actualmente en ejecución, no haciendose por tanto una asignación concreta de los sostenimientos tipo a





lo largo del túnel. Esto se podrá ir haciendo conforme se vaya conociendo la geotecnia real en cada punto, tras el paso de la galería piloto.

Como consideración tipo general hemos de resaltar las ventajas que representa, desde el punto de vista de la cuantía necesaria en el sostenimiento y revestimiento del túnel, la utilización del ensanchador por dos causas fundamentales.

- Por la menor afección a la roca del perfil del túnel respecto de una excavación convencional con explosivos, lo que permite obtener y considerar una mejor calificación geotécnica para los macizos atravesados.

- Por la perfecta regularidad y geometría de la sección, que permite un mejor aprovechamiento de las capas de hormigón en cualquier hipótesis, y especialmente en la de cálculo de resistencia última de fallo a cortante de la sección del túnel. En este mismo sentido actúa el hecho de que la sección sea circular y completa, si, como sucede en nuestro caso, el sostenimiento se cierra en la solera, de forma inmediata a los terrenos peores con sostenimientos tipos T4, y a unos 60 metros en los de mejor calidad en los que no se utilizan cerchas (T1, T2 y T3)

Aunque la cuantificación real del primer efecto citado resulta difícil de evaluar, se puede estimar que, solo por el efecto de la óptima disposición a cortante de la capa de hormigón de sostenimiento, la repercusión podría llegar a ser de hasta el 100% si se piensa que, por la irregularidad del perfil de excavación con métodos convencionales, aquella llegara a disponerse normal a la dirección de los esfuerzos de corte. Es decir, que para unas mismas condiciones geotécnicas, en una excavación convencional podría llegar a precisarse del orden del doble de la capa del hormigón proyectado.

Por el contrario en lo que se refiere a la seguridad real a largo plazo, la precisión de corte del perfil con ensanchadora supone en la práctica una más estricta cuantía del conjunto de hormigón en el sostenimiento y revestimiento ya que no existe el exceso de hormigón por la sobreexcavación, lo que se ha de tomar en consideración a la hora de juzgar las condiciones de estabilidad del túnel.

Para la elaboración del estudio se ha partido de dos hipótesis básicas en cuanto a la calidad de los hormigones, una primera de H-250 Kp/cm², correspondiente a la calidad mínima exigida, y otra de calidad H-350 Kp/cm², que surge durante el desarrollo del estudio, y que corresponde a la calidad finalmente conseguida en obra ya ejecutada y que podría especificarse para la pendiente de realizar.

Considerando una calidad de hormigones de H-250, se comprueba en los cálculos que para los terrenos peores dentro de la formación que se espera cortar en la parte central del túnel, que podríamos identificar como aquellos con un predominio de pizarras, y para monteras de cálculo iguales o superiores a 225 metros, es decir entre los PK 7+100 y PK 9+780 (2.680 metros), se precisa un anillo de hormigón del conjunto sostenimiento-revestimiento de 45 cm, lo que representa un radio mínimo de rozado de 6,27 metros.

Adicionalmente para conseguir coeficientes de seguridad mínimos próximos a 2 , se requiere poder contra con la colaboración de los elementos metálicos, lo cual resulta muy dudoso en el caso de los bulones en cualquier caso, y más aún si no se emplean elementos protegidos contra la corrosión.

De esta manera, tal y como se puede comprobar en los resultados de los cálculos efectuados son numerosos las situaciones en las que se precisa el empleo de bulones SUPERSWELLEX de alta capacidad (20 Tm) y del tipo COATED, es decir resistentes a la corrosión.

Aún en estas circunstancias los coeficientes de seguridad a largo plazo que se alcanzan son , en los casos peores del orden de 1,7, lo que resultan algo escasos especialmente si tenemos en cuenta que se precisa poder contra con la colaboración permanente de los bulones.

En estas circunstancias se decidió repetir los cálculos con un hormigón de calidad superior (H-350), con el que se comprueba que con radio de rozado de 6,23 metros, capaz para alojar un anillo total de 41 cm se consiguen los siguientes efectos beneficiosos:

- Menor radio de excavación, de cuantías de sostenimiento y de volumen de revestimiento.
- No se precisa el empleo de bulones de alta capacidad ni de tipo especial, con todo lo que ello representa en cuanto a la garantía de comportamiento a largo plazo.
- Mejores coeficientes de seguridad en la mayor parte de los casos, e iguales en los casos peores, lo que unido al comentario anterior, supone una meyor seguridad de la obra a muy largo plazo.

Por tanto se considera importante adoptar la solución basada en una mejor calidad del hormigón (H-350), debiendo analizarse el cumplimiento de esta calidad en la obra ejecutada, con el fin de poder juzgar la situación de la misma a largo plazo, dependiendo de la geometría conseguida, es decir del espesor de anillo final con el que se puede contar.





En cuanto las demandas de sostenimientos resultantes en la hipótesis de hormigón H-350, se ha definido un abanico de sostenimiento con una progresión muy escalonada en cuanto a la cuantía de los elementos a aplicaren cada caso.

Básicamente se diferencian dos tipos generales de sostenimiento según incorporen o no cerchas HEB-140.

Para los terrenos de mejor calidad y/o con menores solicitaciones, los sostenimientos se forman únicamente a partir de hormigón proyectado con fibras y bulones del tipo SWELLES de 3,6 metros de longitud, y de capacidad variable entre los normales (10 Tm) y los MIDI de 12 Tm.

La progresión de este tipo de sostenimientos y los criterios básicos generales de aplicación se definen en la forma siguiente:

*Sostenimiento T0* — Se refiere a los terrenos prácticamente autoestables (RMR 69 y RCS 200 Kp/cm$^2$) en los que se será necesario algún bulonaje de baja densidad (0,25 uds/m$^2$; 100 y # 2 x 2 metros) o de tipo esporádico para cosido de bloques. Eventualmente podrá ser necesario disponer de un mallazo en la bóveda para protección del personal frente a la caída de bloques entre bulones.

*Sostenimiento T1(-)* — Para un peor nivel de calidad del terreno y se precisará un sostenimiento sistemático, que requerirá un bulonado ligero a base de 0,25 uds/m$^2$ (# 2 x 2 metros) y una capa de hormigón proyectado con fibras de 5 cm de espesor. Esta capa de HP podrá aplicarse, normalmente, en la zona de trabajo del robot (≈ 10-20) metros de la cabeza de corte).

Como en el caso anterior puede resultar necesario el disponer un mallazo en la zona de bóveda, sujeta a las placas de los bulones, la cual tendría la función de proteger al personal frente a la caída de bloques desprendidas de la zona entre bulones.

*Sostenimiento T2(-)* — En peores circunstancias que las del caso anterior el sostenimiento se refuerza aumentando la densidad de

bulonado hasta conseguir una cuantía total de 0,5 uds/m² (# 2 x 1 metros). En la mayor parte de los casos este bulonado deberá colocarse en su totalidad en la zona inmediata a la cabeza de corte, mientras que el hormigón proyectado, salvo excepciones, podrá efectuarse en la zona de trabajo del robot (10-20 metros). Como en los casos anteriores podría resultar recomendable incluir una malla de protección que cubra la zona de bóveda, sujeta a las placas de los bulones.

*Sostenimiento T3(-)* Para los terrenos de calidades y profundidades medias y bajas, el sostenimiento requiere una mayor cuantía de bulones, hasta una dotación total de 1 ud/m² (# 1 x 1 m). En estos casos generalmente será preciso colocar tanto el hormigón proyectado como los bulones en la zona inmediata a la cabeza de corte. Como en los casos anteriores podrá resultar necesario incluir una malla bajo la bóveda para protección del personal situado bajo ella.

*Sostenimiento T3* Para terrenos de baja calidad (RMR≈40) y monteras de 125 a 175 metros el sostenimiento anterior se ha de reforzar con una segunda capa de hormigón proyectado de 5 cm. La primera capa de HP se colocará siempre, junto con los bulones, inmediatamente detrás de la cabeza de corte, mientras que la segunda podrá retrasarse hasta la zona de trabajo del robot de gunitado a unos 15-30 metros. Como en los casos anteriores podría resultar conveniente disponer de una malla de protección de personal bajo la bóveda.

En algún caso de estos sostenimientos, con monteras reales próximas de 175 metros, podría resultar necesario el tener que completar anillo de sostenimiento en la zona de solera con 5 cm de HP, si se apreciara un cierre excesivo de la sección antes de colocar el revestimiento de esta zona con el encofrado que incorpora el backup de la máquina. En este aspecto dependerá la velocidad de avance de la máquina y el tipo de respuesta reológica del macizo.





En todos los casos de los sostenimientos anteriormente comentados las condiciones de seguridad a largo plazo se consiguen con un espesor del anillo conjunto sostenimiento-revestimiento de 35 cm, lo que se consigue con un radio de perforación mínimo de 6,17 metros.

Para los terrenos de calidad media y baja (RMR 48-40; RCS 100-200 Kp/cm²) y con profundidades de cálculo superiores a 225 metros (ver listado en anexo adjunto), los sostenimientos se incrementan considerablemente incorporando cerchas pesadas HEB-140.

Estos sostenimientos se denominan en este informe con la terminología básica T4 y la progresión y criterios de aplicación de los mismos es la siguiente.

*Sostenimiento T4 (-)*

La cuantía y sistemática de este sostenimiento es la siguiente:

- Sellado del frente con 3 cm de H.P. sin fibras.
- Colocación de la cercha HEB-140 con separación de 1,5 metros entre elementos consecutivos.
- Proyección de una primera capa de hormigón proyectado con fibras de aproximadamente 7,5 cm de espesor, hasta cubrir la mitad de la cerca. Esta capa de hormigón se colocará en la zona inmediata a la cabeza de corte.
- Bulonado en cuantía 1 ud/m² con bulones MIDI-SWELLEX de capacidad media (12 Tm).
- Posteriormente, en la zona de trabajo del robot, se completará la capa de hormigón proyectado hasta un total de 18 cm (incluyendo la capa de sellado).

Este tipo de sostenimientos se precisa para los terrenos de calidad media, con un RMR 48 y RCS de 200 Kp/cm², siempre que las monteras de cálculo sean iguales o mayores de 225 metros.

*Sostenimiento T4* La sistemática de estos sostenimientos es idéntica a la anteriormente comentada, si bien las cerchas serán colocadas con una separación de un metro. Los bulones serán de capacidad media de 12 Tm.

Estos sostenimientos se precisan para terrenos de calidad media a baja (RMR 40 y RCS 100-200 Kp/cm²; y RMR= 48 y RCS 100 Kp/cm²) con monteras de cálculo iguales o mayores de 275 metros. Se utilizan, en todos los casos bulones de 12 Tm tipo MIDI.

Como ya quedó mencionado con anterioridad, los sostenimientos del tipo genérico T4 han de perforarse con un radio de excavación mínimo de 6,23 m para poder garantizar un anillo en el conjunto sostenimiento-revestimiento, de espesor de 41 cm.

En este mismo aspecto, a la vista de todo lo anteriormente indicado, parece recomendable adoptar un radio de excavación único y amplio de un mínimo de 6,23 metros, para toda la zona central del túnel en las que las alturas de cálculo sean iguales o superiores a 225 metros, siempre que a lo largo de ella sea factible encontrar, en tramos de longitud considerable, terrenos de baja calidad (RMR 40-48), en los que la resistencia de la roca matriz sea de, al menos, 200 Kp/cm². Esta zona se sitúa entre los P.K. 7+100 y P.K. 9+780, totalizando 2.680 metros de longitud.

En el resto del túnel el radio de excavación podrá ser menor (6,17 metros), siempre que el espesor del anillo total (sostenimiento-revestimiento) sea de, al menos, 35 cm.

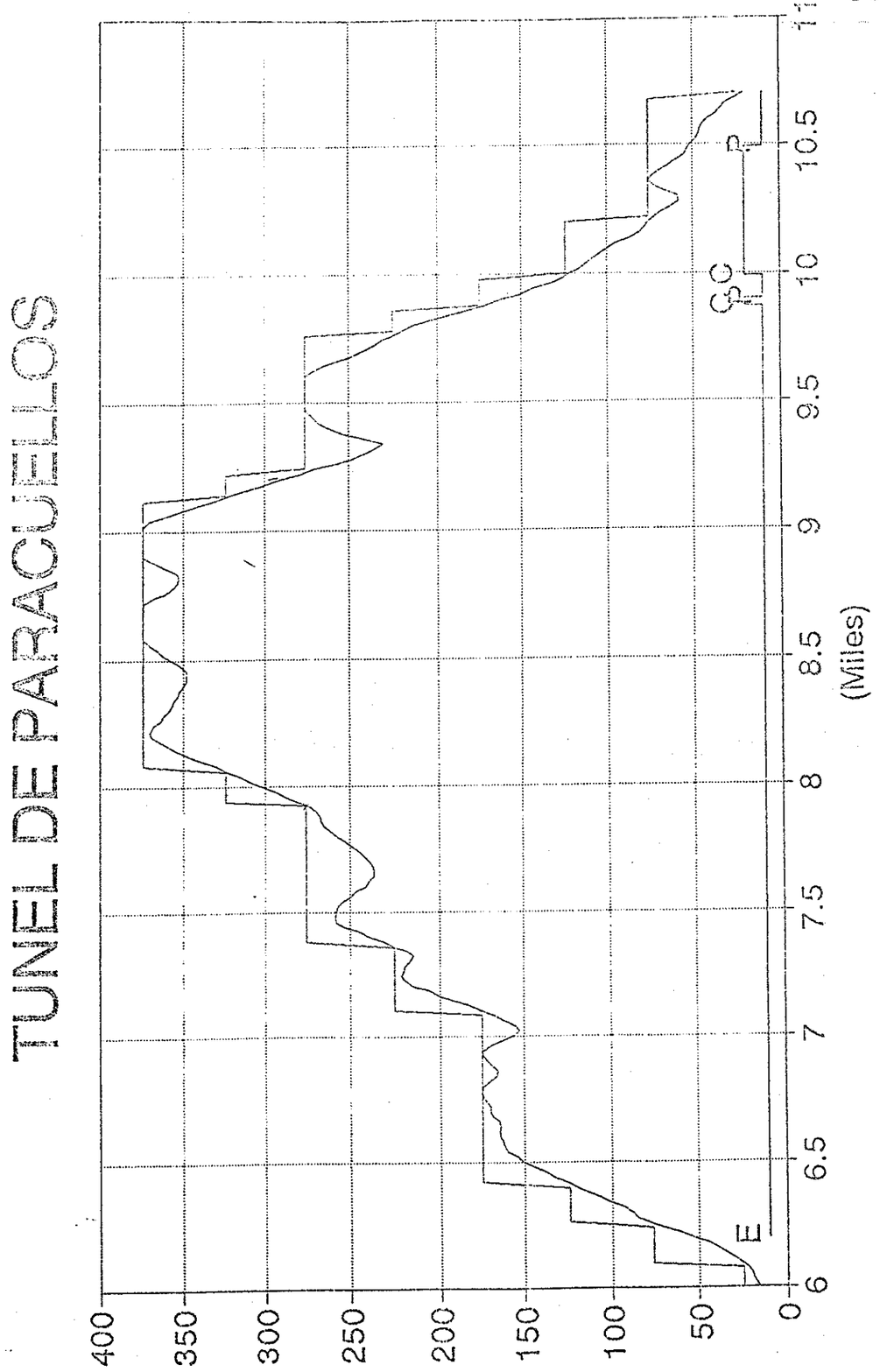
Madrid, 8 de junio de 1998

Fdo. Eduardo Pradera Gámez





*ANEXO 1.- GEOMETRÍA DEL PERFIL*






TUNEL DE PARACUELLOS

DATOS DEL PERFIL LONGITUDINAL

| PK | COTA RASANTE | COTA MONTERA | MONTER REAL | MONTER CALCULO | LITOLOGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| 6000 | 574.08 | 590.78 | 16.7 | 25 | |
| 6020 | 574.24 | 592.41 | 18.17 | 25 | |
| 6040 | 574.4 | 593.84 | 19.44 | 25 | |
| 6060 | 574.56 | 594.45 | 19.89 | 25 | |
| 6080 | 574.72 | 597.06 | 22.34 | 25 | |
| 6100 | 574.880 | 600.66 | 25.78 | 75 | |
| 6120 | 575.040 | 605.02 | 29.98 | 75 | |
| 6140 | 575.200 | 609.49 | 34.29 | 75 | |
| 6160 | 575.360 | 615.39 | 40.03 | 75 | |
| 6180 | 575.520 | 621.02 | 45.5 | 75 | |
| 6200 | 575.680 | 627.87 | 52.19 | 75 | EMBID |
| 6220 | 575.840 | 636.72 | 60.88 | 75 | EMBID |
| 6240 | 575.999 | 645.64 | 69.641 | 75 | EMBID |
| 6260 | 576.152 | 655.17 | 79.018 | 125 | EMBID |
| 6280 | 576.296 | 661.23 | 84.934 | 125 | EMBID |
| 6300 | 576.433 | 663.07 | 86.637 | 125 | EMBID |
| 6320 | 576.562 | 669.57 | 93.008 | 125 | EMBID |
| 6340 | 576.682 | 677.11 | 100.428 | 125 | EMBID |
| 6360 | 576.795 | 684.36 | 107.565 | 125 | EMBID |
| 6380 | 576.899 | 691.00 | 114.101 | 125 | EMBID |
| 6400 | 576.996 | 697.00 | 120.004 | 125 | EMBID |
| 6420 | 577.085 | 703.35 | 126.265 | 175 | EMBID |
| 6440 | 577.165 | 710.00 | 132.835 | 175 | EMBID |
| 6460 | 577.238 | 716.00 | 138.762 | 175 | EMBID |
| 6480 | 577.302 | 722.00 | 144.698 | 175 | EMBID |
| 6500 | 577.359 | 728.00 | 150.641 | 175 | EMBID |
| 6520 | 577.408 | 732.00 | 154.592 | 175 | EMBID |
| 6540 | 577.448 | 737.00 | 159.552 | 175 | EMBID |
| 6560 | 577.481 | 739.00 | 161.519 | 175 | EMBID |
| 6580 | 577.505 | 740.00 | 162.495 | 175 | EMBID |
| 6600 | 577.522 | 741.82 | 164.298 | 175 | EMBID |
| 6620 | 577.531 | 742.58 | 165.049 | 175 | EMBID |
| 6640 | 577.531 | 741.75 | 164.219 | 175 | EMBID |
| 6660 | 577.524 | 742.61 | 165.086 | 175 | EMBID |
| 6680 | 577.508 | 745.77 | 168.262 | 175 | EMBID |
| 6700 | 577.485 | 747.11 | 169.625 | 175 | EMBID |
| 6720 | 577.454 | 747.51 | 170.056 | 175 | EMBID |
| 6740 | 577.414 | 749.34 | 171.926 | 175 | EMBID |
| 6760 | 577.367 | 751.34 | 173.973 | 175 | EMBID |
| 6780 | 577.311 | 753.24 | 175.929 | 175 | EMBID |
| 6800 | 577.248 | 751.32 | 174.072 | 175 | EMBID |

TUNEL DE PARACUELLOS
DATOS DEL PERFIL LONGITUDINAL

| PK | COTA RASANTE | COTA MONTERA | MONTER REAL | MONTER CALCULO | LITOLOGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| 6820 | 577.177 | 746.91 | 169.733 | 175 | EMBID |
| 6840 | 577.097 | 743.17 | 166.073 | 175 | EMBID |
| 6860 | 577.010 | 742.66 | 165.65 | 175 | EMBID |
| 6880 | 576.914 | 745.08 | 168.166 | 175 | EMBID |
| 6900 | 576.811 | 748.24 | 171.429 | 175 | EMBID |
| 6920 | 576.700 | 750.83 | 174.13 | 175 | EMBID |
| 6940 | 576.580 | 750.81 | 174.23 | 175 | EMBID |
| 6960 | 576.453 | 746.42 | 169.967 | 175 | EMBID |
| 6980 | 576.317 | 739.88 | 163.563 | 175 | EMBID |
| 7000 | 576.174 | 732.97 | 156.796 | 175 | EMBID |
| 7020 | 576.026 | 729.30 | 153.277 | 175 | EMBID |
| 7040 | 575.868 | 731.00 | 155.137 | 175 | EMBID |
| 7060 | 575.696 | 736.75 | 161.054 | 175 | EMBID |
| 7080 | 575.520 | 743.67 | 168.15 | 175 | EMBID |
| 7100 | 575.387 | 750.74 | 175.403 | 225 | EMBID |
| 7120 | 575.146 | 757.92 | 182.774 | 225 | EMBID |
| 7140 | 574.946 | 766.43 | 191.484 | 225 | EMBID |
| 7160 | 574.739 | 774.13 | 199.391 | 225 | EMBID |
| 7180 | 575.523 | 781.28 | 205.757 | 225 | EMBID |
| 7200 | 574.300 | 788.45 | 214.15 | 225 | EMBID |
| 7220 | 574.069 | 793.39 | 219.321 | 225 | EMBID |
| 7240 | 573.829 | 795.33 | 221.501 | 225 | EMBID |
| 7260 | 573.582 | 793.72 | 220.138 | 225 | EMBID |
| 7280 | 573.326 | 792.39 | 219.064 | 225 | EMBID |
| 7300 | 573.063 | 789.35 | 216.287 | 225 | EMBID |
| 7320 | 572.792 | 787.67 | 214.878 | 225 | EMBID |
| 7340 | 572.512 | 790.39 | 217.878 | 225 | EMBID |
| 7360 | 572.225 | 796.41 | 224.185 | 225 | EMBID |
| 7380 | 571.929 | 803.19 | 231.261 | 275 | EMBID |
| 7400 | 571.626 | 810.12 | 238.494 | 275 | EMBID |
| 7420 | 571.315 | 816.29 | 244.975 | 275 | EMBID |
| 7440 | 570.995 | 823.00 | 252.005 | 275 | EMBID |
| 7460 | 570.668 | 828.47 | 257.802 | 275 | EMBID |
| 7480 | 570.337 | 828.93 | 258.593 | 275 | EMBID |
| 7500 | 570.007 | 827.88 | 257.873 | 275 | EMBID |
| 7520 | 569.676 | 826.89 | 257.214 | 275 | EMBID |
| 7540 | 569.346 | 823.87 | 254.524 | 275 | EMBID |
| 7560 | 569.015 | 818.95 | 249.935 | 275 | EMBID |
| 7580 | 568.685 | 814.88 | 246.195 | 275 | EMBID |
| 7600 | 568.354 | 809.51 | 241.156 | 275 | EMBID |
| 7620 | 568.024 | 806.72 | 238.696 | 275 | EMBID |





TUNEL DE PARACUELLOS
DATOS DEL PERFIL LONGITUDINAL

| PK | COTA RASANTE | COTA MONTERA | MONTER REAL | MONTER CALCULO | LITOLOGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| 7640 | 567.693 | 803.83 | 236.137 | 275 | EMBID |
| 7660 | 567.363 | 803.42 | 236.057 | 275 | EMBID |
| 7680 | 567.032 | 804.00 | 236.968 | 275 | EMBID |
| 7700 | 566.702 | 805.00 | 238.298 | 275 | EMBID |
| 7720 | 566.371 | 808.00 | 241.629 | 275 | EMBID |
| 7740 | 566.041 | 810.48 | 244.439 | 275 | EMBID |
| 7760 | 565.710 | 814.02 | 248.31 | 275 | EMBID |
| 7780 | 565.379 | 817.93 | 252.551 | 275 | EMBID |
| 7800 | 565.049 | 822.12 | 257.071 | 275 | EMBID |
| 7820 | 564.718 | 826.00 | 261.282 | 275 | EMBID |
| 7840 | 564.388 | 829.47 | 265.082 | 275 | EMBID |
| 7860 | 564.057 | 830.96 | 266.903 | 275 | EMBID |
| 7880 | 563.727 | 831.19 | 267.463 | 275 | EMBID |
| 7900 | 563.396 | 832.72 | 269.324 | 275 | EMBID |
| 7920 | 563.066 | 836.87 | 273.804 | 275 | EMBID |
| 7940 | 562.735 | 843.14 | 280.405 | 325 | EMBID |
| 7960 | 562.405 | 849.95 | 287.545 | 325 | EMBID |
| 7980 | 562.074 | 857.00 | 294.926 | 325 | EMBID |
| 8000 | 561.744 | 863.98 | 302.236 | 325 | EMBID |
| 8020 | 561.413 | 870.00 | 308.587 | 325 | EMBID |
| 8040 | 561.083 | 877.00 | 315.917 | 325 | EMBID |
| 8060 | 560.752 | 884.00 | 323.248 | 325 | EMBID |
| 8080 | 560.422 | 890.65 | 330.228 | 375 | EMBID |
| 8100 | 560.091 | 898.13 | 338.039 | 375 | EMBID |
| 8120 | 559.760 | 905.76 | 346 | 375 | EMBID |
| 8140 | 559.430 | 913.26 | 353.83 | 375 | EMBID |
| 8160 | 559.099 | 918.98 | 359.881 | 375 | EMBID |
| 8180 | 558.769 | 924.55 | 365.781 | 375 | EMBID |
| 8200 | 558.438 | 928.17 | 369.732 | 375 | EMBID |
| 8220 | 558.108 | 928.94 | 370.832 | 375 | EMBID |
| 8240 | 557.777 | 926.80 | 369.023 | 375 | EMBID |
| 8260 | 557.447 | 922.41 | 364.963 | 375 | EMBID |
| 8280 | 557.116 | 919.81 | 362.694 | 375 | EMBID |
| 8300 | 556.786 | 916.40 | 359.614 | 375 | EMBID |
| 8320 | 556.455 | 913.99 | 357.535 | 375 | EMBID |
| 8340 | 556.125 | 911.97 | 355.845 | 375 | EMBID |
| 8360 | 555.794 | 909.69 | 353.896 | 375 | EMBID |
| 8380 | 555.464 | 907.65 | 352.186 | 375 | EMBID |
| 8400 | 555.133 | 905.17 | 350.037 | 375 | EMBID |
| 8420 | 554.803 | 903.69 | 348.887 | 375 | EMBID |
| 8440 | 554.472 | 902.92 | 348.448 | 375 | EMBID |

TUNEL DE PARACUELLOS

DATOS DEL PERFIL LONGITUDINAL

| PK | COTA RASANTE | COTA MONTERA | MONTER REAL | MONTER CALCULO | LITOLOGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| 8460 | 554.141 | 903.00 | 348.859 | 375 | EMBID |
| 8480 | 553.811 | 906.03 | 352.219 | 375 | EMBID |
| 8500 | 553.480 | 910.70 | 357.22 | 375 | EMBID |
| 8520 | 553.150 | 915.40 | 362.25 | 375 | EMBID |
| 8540 | 552.819 | 919.06 | 366.241 | 375 | EMBID |
| 8560 | 552.489 | 923.28 | 370.791 | 375 | EMBID |
| 8580 | 552.158 | 929.16 | 377.002 | 375 | EMBID |
| 8600 | 551.828 | 934.17 | 382.342 | 375 | EMBID |
| 8620 | 551.497 | 938.07 | 386.573 | 375 | EMBID |
| 8640 | 551.167 | 941.70 | 390.533 | 375 | EMBID |
| 8660 | 550.836 | 942.63 | 391.794 | 375 | EMBID |
| 8680 | 550.506 | 938.32 | 387.814 | 375 | EMBID |
| 8700 | 550.175 | 931.35 | 381.175 | 375 | EMBID |
| 8720 | 549.845 | 924.79 | 374.945 | 375 | EMBID |
| 8740 | 549.514 | 917.65 | 368.136 | 375 | EMBID |
| 8760 | 549.184 | 910.80 | 361.616 | 375 | EMBID |
| 8780 | 548.853 | 905.44 | 356.587 | 375 | EMBID |
| 8800 | 548.522 | 902.52 | 353.998 | 375 | EMBID |
| 8820 | 548.192 | 901.11 | 352.918 | 375 | EMBID |
| 8840 | 547.861 | 901.98 | 354.119 | 375 | EMBID |
| 8860 | 547.531 | 908.40 | 360.869 | 375 | EMBID |
| 8880 | 547.200 | 915.48 | 368.28 | 375 | EMBID |
| 8900 | 546.870 | 921.33 | 374.46 | 375 | EMBID |
| 8920 | 546.539 | 927.13 | 380.591 | 375 | EMBID |
| 8940 | 546.209 | 930.28 | 384.071 | 375 | EMBID |
| 8960 | 545.878 | 931.33 | 385.452 | 375 | EMBID |
| 8980 | 545.548 | 931.55 | 386.002 | 375 | EMBID |
| 9000 | 545.217 | 929.10 | 383.883 | 375 | EMBID |
| 9020 | 544.887 | 923.62 | 378.733 | 375 | EMBID |
| 9040 | 544.556 | 915.73 | 371.174 | 375 | EMBID |
| 9060 | 544.226 | 906.35 | 362.124 | 375 | EMBID |
| 9080 | 543.895 | 896.81 | 352.915 | 375 | EMBID |
| 9100 | 543.565 | 886.44 | 342.875 | 375 | EMBID |
| 9120 | 543.234 | 875.64 | 332.406 | 375 | EMBID |
| 9140 | 542.903 | 864.99 | 322.087 | 325 | EMBID |
| 9160 | 542.573 | 853.96 | 311.387 | 325 | EMBID |
| 9180 | 542.242 | 843.34 | 301.098 | 325 | EMBID |
| 9200 | 541.912 | 831.54 | 289.628 | 325 | EMBID |
| 9220 | 541.581 | 819.66 | 278.079 | 325 | EMBID |
| 9240 | 541.251 | 810.47 | 269.219 | 275 | EMBID |
| 9260 | 540.920 | 799.57 | 258.65 | 275 | EMBID |





TUNEL DE PARACUELLOS

DATOS DEL PERFIL LONGITUDINAL

| PK | COTA RASANTE | COTA MONTERA | MONTER REAL | MONTER CALCULO | LITOLOGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| 9280 | 540.590 | 789.67 | 249.08 | 275 | EMBID |
| 9300 | 540.259 | 781.03 | 240.771 | 275 | EMBID |
| 9320 | 539.929 | 775.28 | 235.351 | 275 | EMBID |
| 9340 | 539.598 | 769.79 | 230.192 | 275 | EMBID |
| 9360 | 539.268 | 779.98 | 240.712 | 275 | EMBID |
| 9380 | 538.937 | 791.35 | 252.413 | 275 | EMBID |
| 9400 | 538.607 | 800.26 | 261.653 | 275 | EMBID |
| 9420 | 538.276 | 805.55 | 267.274 | 275 | EMBID |
| 9440 | 537.946 | 808.07 | 270.124 | 275 | EMBID |
| 9460 | 537.615 | 810.39 | 272.775 | 275 | EMBID |
| 9480 | 537.285 | 813.01 | 275.725 | 275 | EMBID |
| 9500 | 536.954 | 812.68 | 275.926 | 275 | EMBID |
| 9520 | 536.623 | 814.29 | 277.667 | 275 | EMBID |
| 9540 | 536.293 | 815.67 | 279.377 | 275 | EMBID |
| 9560 | 535.962 | 817.46 | 281.498 | 275 | EMBID |
| 9580 | 535.632 | 816.85 | 281.218 | 275 | EMBID |
| 9600 | 535.301 | 812.92 | 277.619 | 275 | EMBID |
| 9620 | 534.971 | 806.62 | 271.649 | 275 | EMBID |
| 9640 | 534.640 | 800.03 | 265.39 | 275 | EMBID |
| 9660 | 534.310 | 791.20 | 256.89 | 275 | EMBID |
| 9680 | 533.979 | 783.68 | 249.701 | 275 | EMBID |
| 9700 | 533.649 | 775.29 | 241.641 | 275 | EMBID |
| 9720 | 533.318 | 769.06 | 235.742 | 275 | EMBID |
| 9740 | 532.988 | 763.66 | 230.672 | 275 | EMBID |
| 9760 | 532.657 | 758.03 | 225.373 | 275 | EMBID |
| 9780 | 532.327 | 752.69 | 220.363 | 225 | EMBID |
| 9800 | 531.996 | 745.28 | 213.284 | 225 | EMBID |
| 9820 | 531.666 | 735.43 | 203.764 | 225 | EMBID |
| 9840 | 531.335 | 723.81 | 192.475 | 225 | EMBID |
| 9860 | 531.004 | 712.55 | 181.546 | 225 | EMBID |
| 9880 | 530.674 | 701.85 | 171.176 | 175 | CUARCITAS |
| 9900 | 530.343 | 691.96 | 161.617 | 175 | CUARCITAS |
| 9920 | 530.013 | 681.30 | 151.287 | 175 | PIZARRAS |
| 9940 | 529.682 | 673.62 | 143.938 | 175 | PIZARRAS |
| 9960 | 529.352 | 662.63 | 133.278 | 175 | PIZARRAS |
| 9980 | 529.021 | 656.00 | 126.979 | 175 | PIZARRAS |
| 10000 | 528.692 | 651.24 | 122.548 | 125 | CUARCITAS |
| 10020 | 528.369 | 644.34 | 115.971 | 125 | CUARCITAS |
| 10040 | 528.055 | 640.86 | 112.805 | 125 | CUARCITAS |
| 10060 | 527.749 | 635.81 | 108.061 | 125 | CUARCITAS |
| 10080 | 527.450 | 631.76 | 104.31 | 125 | CUARCITAS |

TUNEL DE PARACUELLOS

DATOS DEL PERFIL LONGITUDINAL

| PK | COTA RASANTE | COTA MONTERA | MONTER REAL | MONTER CALCULO | LITOLOGIA |
|---|---|---|---|---|---|
| 10100 | 527.160 | 626.65 | 99.49 | 125 | CUARCITAS |
| 10120 | 526.878 | 621.45 | 94.572 | 125 | CUARCITAS |
| 10140 | 526.608 | 613.06 | 86.457 | 125 | CUARCITAS |
| 10160 | 526.337 | 606.85 | 80.513 | 125 | CUARCITAS |
| 10180 | 526.079 | 604.13 | 78.051 | 125 | CUARCITAS |
| 10200 | 525.823 | 600.93 | 75.102 | 125 | CUARCITAS |
| 10220 | 525.566 | 597.15 | 71.584 | 75 | CUARCITAS |
| 10240 | 525.351 | 593.17 | 67.819 | 75 | CUARCITAS |
| 10260 | 525.125 | 587.39 | 62.265 | 75 | CUARCITAS |
| 10280 | 524.907 | 582.43 | 57.523 | 75 | CUARCITAS |
| 10300 | 524.696 | 583.14 | 58.444 | 75 | CUARCITAS |
| 10320 | 524.494 | 590.54 | 66.046 | 75 | CUARCITAS |
| 10340 | 524.300 | 595.46 | 71.16 | 75 | CUARCITAS |
| 10360 | 524.113 | 600.24 | 76.127 | 75 | CUARCITAS |
| 10380 | 523.935 | 597.35 | 73.415 | 75 | CUARCITAS |
| 10400 | 523.765 | 591.64 | 67.875 | 75 | CUARCITAS |
| 10420 | 523.602 | 587.92 | 64.318 | 75 | CUARCITAS |
| 10440 | 523.448 | 584.24 | 60.792 | 75 | CUARCITAS |
| 10460 | 523.301 | 577.87 | 54.569 | 75 | CUARCITAS |
| 10480 | 523.163 | 576.81 | 53.647 | 75 | CUARCITAS |
| 10500 | 523.033 | 574.39 | 51.357 | 75 | PIZARRAS |
| 10520 | 522.910 | 571.07 | 48.16 | 75 | PIZARRAS |
| 10540 | 522.796 | 568.89 | 46.094 | 75 | PIZARRAS |
| 10560 | 522.690 | 567.96 | 45.27 | 75 | PIZARRAS |
| 10580 | 522.591 | 566.78 | 44.189 | 75 | PIZARRAS |
| 10600 | 522.501 | 563.86 | 41.359 | 75 | PIZARRAS |
| 10620 | 522.419 | 559.13 | 36.711 | 75 | PIZARRAS |
| 10640 | 522.344 | 555.85 | 33.506 | 75 | PIZARRAS |
| 10660 | 522.278 | 553.27 | 30.992 | 75 | PIZARRAS |
| 10680 | 522.219 | 549.00 | 26.781 | 75 | PIZARRAS |
| 10700 | 522.169 | 543.23 | 21.061 | 25 | PIZARRAS |

*<u>ANEXO 2.-</u> RESUMEN DE CÁLCULOS*

TUNEL DE PARACUELLOS

RESULTADOS DEL CALCULO PARA HORMIGONES H-350

| CASO | RMR | RC (Kp/cm2) | MON TERA (m) | PRES. CALC. (Kp/cm2) | CERCHA TIPO | CERCHA SEP. (m) | BOVEDA HP (cm) | BOVEDA BULON (ud/m2) | BOVEDA CS | HASTIALES HP (cm) | HASTIALES BULON (ud/m2) | HASTIALES CS | SOLERA HP (cm) | SOLERA BULON (ud/m2) | SOLERA CS | SOST. PROPUESTO | REVESTIM. ESP. (cm) | REVESTIM. CS | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PE3375.22 | 40 | 100 | 375 | 4 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.169 | 18 | | 1.355 | 18 | | 2.767 | T4M | 41 | 1.729 | MidiSwellex |
| PE3325.22 | 40 | 100 | 325 | 3.3 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.328 | 10 | | 1.368 | 18 | | 4.391 | T4M | 41 | 1.964 | MidiSwellex |
| PE3275.22 | 40 | 100 | 275 | 2.75 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.475 | 10 | | 1.657 | 18 | | 7.707 | T4M | 41 | 2.182 | MidiSwellex |
| PE3225.22 | 40 | 100 | 225 | 2.15 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.571 | 10 | | 1.896 | 18 | | 51.592 | T4M(-) | 41 | 2.381 | MidiSwellex |
| PE3175.22 | 40 | 100 | 175 | 1.57 | | | 10 | 1 | 1.064 | 5 | 0.25 | 1.318 | | | | T3M | 35 | 2.126 | MidiSwellex |
| PE3125.22 | 40 | 100 | 125 | 1.09 | | | 10 | 1 | 1.221 | 5 | 0.25 | 1.878 | | | | T3M | 35 | 2.44 | MidiSwellex |
| PE3075.22 | 40 | 100 | 75 | 0.36 | | | 5 | 1 | 1.197 | | | 1.98 | | | | T3M(-) | 35 | 3.298 | MidiSwellex |
| PE3025.22 | 40 | 100 | 25 | 0 | | | 5 | 0.75 | 1.186 | | | | | | | T3M(-) | 35 | 3.904 | MidiSwellex |
| PE3375.21 | 40 | 200 | 375 | 3.63 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.253 | 10 | | 1.266 | 18 | | 3.494 | T4M | 41 | 1.854 | MidiSwellex |
| PE3325.21 | 40 | 200 | 325 | 3.14 | HEB-140 | 1 | 18 | 0.75 | 1.292 | 10 | | 1.463 | 18 | | 5.084 | T4M | 41 | 2.025 | MidiSwellex |
| PE3275.21 | 40 | 200 | 275 | 2.5 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.456 | 10 | | 1.642 | 18 | | 11.569 | T4M | 41 | 2.206 | MidiSwellex |
| PE3225.21 | 40 | 200 | 225 | 2.05 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.612 | 10 | | 1.994 | 18 | | | T4M(-) | 41 | 2.442 | MidiSwellex |
| PE3175.21 | 40 | 200 | 175 | 1.35 | | | 10 | 1 | 1.161 | 5 | 0.25 | 1.633 | | | | T3M | 35 | 2.319 | MidiSwellex |
| PE3125.21 | 40 | 200 | 125 | 0.7 | | | 5 | 1 | 1.063 | | | 1.031 | | | | T3M(-) | 35 | 2.973 | MidiSwellex |
| PE3075.21 | 40 | 200 | 75 | 0.25 | | | 5 | 1 | 1.174 | | | 10.057 | | | | T3(-) | 35 | 3.647 | Swellex |
| PE3025.21 | 40 | 200 | 25 | 0 | | | 5 | 1 | 1.312 | | | | | | | T3(-) | 35 | 4.079 | Swellex |
| PE3375.11 | 48 | 100 | 375 | 3.95 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.187 | 18 | | 1.386 | 18 | | 2.901 | T4M | 41 | 1.755 | MidiSwellex |
| PE3325.11 | 48 | 100 | 325 | 3.3 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.326 | 10 | | 1.384 | 18 | | 4.358 | T4M | 41 | 1.961 | MidiSwellex |
| PE3275.11 | 48 | 100 | 275 | 2.75 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.483 | 10 | | 1.671 | 18 | | 7.973 | T4M | 41 | 2.042 | MidiSwellex |
| PE3225.11 | 48 | 100 | 225 | 1.55 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.915 | 10 | | 2.922 | 18 | | | T4M(-) | 41 | 2.902 | MidiSwellex |
| PE3175.11 | 48 | 100 | 175 | 0.85 | | | 10 | 1 | 1.338 | | 0.25 | 2.337 | | | | T3 | 35 | 2.879 | Swellex |
| PE3125.11 | 48 | 100 | 125 | 0.45 | | | 5 | 1 | 1.101 | | | 2.854 | | | | T3(-) | 35 | 3.423 | Swellex |
| PE3075.11 | 48 | 100 | 75 | 0.05 | | | 5 | 1 | 1.321 | | | | | | | T3(-) | 35 | 4.104 | Swellex |
| PE3025.11 | 48 | 100 | 25 | 0 | | | 5 | 1 | 1.339 | | | | | | | T3(-) | 35 | 4.162 | Swellex |
| PE3375.10 | 48 | 200 | 375 | 2.3 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.673 | 10 | | 2.152 | 18 | | | T4(-) | 41 | 2.535 | MidiSwellex |
| PE3325.10 | 48 | 200 | 325 | 1.9 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.884 | 10 | | 2.805 | 18 | | | T4(-) | 41 | 2.884 | MidiSwellex |
| PE3275.10 | 48 | 200 | 275 | 1.45 | | | 10 | 1 | 1.275 | 5 | 0.25 | 2.136 | | | | T3M | 35 | 2.548 | MidiSwellex |
| PE3225.10 | 48 | 200 | 225 | 1.1 | | | 10 | 1 | 1.35 | 5 | | 2.78 | | | | T3 | 35 | 2.905 | Swellex |
| PE3175.10 | 48 | 200 | 175 | 0.6 | | | 10 | 1 | 1.672 | | | 13.282 | | | | T3 | 35 | 3.599 | Swellex |
| PE3125.10 | 48 | 200 | 125 | 0.15 | | | 5 | 1 | 1.431 | | | | | | | T3(-) | 35 | 4.446 | Swellex |
| PE3075.10 | 48 | 200 | 75 | 0 | | | 5 | 0.5 | 1.088 | | | | | | | T2(-) | 35 | 4.685 | Swellex |
| PE3025.10 | 48 | 200 | 25 | 0 | | | | 0.25 | 1.191 | | | | | | | T0 | 35 | 26.615 | Swellex |
| PE3375.12 | 48 | 500 | 375 | 2 | | | 10 | 1 | 1.294 | 5 | 0.25 | 2.818 | | | | T3 | 35 | 2.785 | Swellex |
| PE3325.12 | 48 | 500 | 325 | 1.4 | | | 5 | 1 | 1.144 | | 0.5 | 11.351 | | | | T3(-) | 35 | 3.555 | Swellex |
| PE3275.12 | 48 | 500 | 275 | 0.8 | | | 5 | 1 | 1.547 | | | | | | | T3(-) | 35 | 4.807 | Swellex |
| PE3225.12 | 48 | 500 | 225 | 0.2 | | | 5 | 0.5 | 1.596 | | | | | | | T2(-) | 35 | 6.869 | Swellex |
| PE3175.12 | 48 | 500 | 175 | 0 | | | 5 | 0.25 | 1.41 | | | | | | | T1(-) | 35 | 7.519 | Swellex |
| PE3175 | 48 | 500 | 125 | 0 | | | | 0.25 | | | | | | | | T0 | 35 | 7.519 | Swellex |
| PE3375.02 | 69 | 100 | 375 | 1.4 | | | 10 | 1 | 1.568 | | | 4.897 | | | | T3 | 35 | 3.375 | Swellex |
| PE3325.02 | 69 | 100 | 325 | 0.8 | | | 5 | 0.5 | 1.047 | | | | | | | T2(-) | 35 | 4.505 | Swellex |
| PE3275.02 | 69 | 100 | 275 | 0.3 | | | 5 | 0.5 | 1.398 | | | | | | | T2(-) | 35 | 5.977 | Swellex |
| PE3225.02 | 69 | 100 | 225 | 0 | | | 5 | 0.25 | 1.293 | | | | | | | T1(-) | 35 | 6.892 | Swellex |
| PE3125.02 | 69 | 100 | 125 | 0 | | | 5 | 0.25 | 1.293 | | | | | | | T1(-) | 35 | 6.892 | Swellex |
| PE3075.02 | 69 | 100 | 75 | 0 | | | | | | | | | | | | T0 | 35 | | Swellex |
| PE3375.01 | 69 | 200 | 375 | 0 | | | | 0.25 | 1.938 | | | | | | | T0 | 35 | 30.94 | Swellex |
| PE3200.01 | 69 | 200 | 200 | 0 | | | | | | | | | | | | T0 | 35 | | Swellex |

0000356

TUNEL DE PARACUELLOS

RESULTADOS DEL CALCULO PARA HORMIGONES H-350

| CASO | RMR | RC (Kp/cm2) | MON TERA (m) | PRES. CALC. (Kp/cm2) | CERCHA TIPO | CERCHA SEP. (m) | BOVEDA HP (cm) | BOVEDA BULO (ud/m2) | BOVEDA CS | HASTIALES HP (cm) | HASTIALES BULO (ud/m2) | HASTIALES CS | SOLERA HP (cm) | SOLERA BULO (ud/m2) | SOLERA CS | SOST. PROP ESTO | REVESTIM. ESP. (cm) | REVESTIM. CS | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PE2200.00 | 55 | 1000 | 200 | 0 | | | | | | | | | | | | T0 | 35 | | Swellex |
| PE2200.01 | 55 | 500 | 200 | 0 | | | | 0.5 | 1.992 | | | | | | | T0(4-) | 35 | 15.908 | Swellex |
| PE2200.12 | 45 | 500 | 200 | 0.4 | | | 5 | 0.5 | 1.208 | | | | | | | T2(-) | 35 | 5.202 | Swellex |
| PE2150.12 | 45 | 500 | 150 | 0 | | | 5 | 0.25 | 1.179 | | | | | | | T1(-) | 35 | 6.286 | Swellex |
| PE2075.12 | 45 | 500 | 75 | 0 | | | | | | | | | | | | T0 | 35 | | Swellex |
| PE2200.11 | 45 | 100 | 200 | 1.5 | HEB-14 | 1.5 | 18 | 1 | 1.828 | 10 | | 2.894 | 18 | | | T4(-) | 41 | 2.89 | Swellex |
| PE2150.11 | 45 | 100 | 150 | 0.75 | | | 10 | 1 | 1.362 | | | 1.932 | | | | T3 | 35 | 2.932 | Swellex |
| PE2075.11 | 45 | 100 | 75 | 0.15 | | | 5 | 1 | 1.237 | | | | | | | T3(-) | 35 | 3.845 | Swellex |

0000357

TUNEL DE PARACUELLOS
RESULTADOS DEL CALCULO PARA HORMIGONES H-350

| CASO | RMR | RC (Kp/cm2) | MONTERA (m) | PRES. CALC. (Kp/cm2) | CERCHA TIPO | CERCHA SEP. (m) | BOVEDA HP (cm) | BOVEDA BULO (ud/m2) | BOVEDA CS | HASTIALES HP (cm) | HASTIALES BULO (ud/m2) | HASTIALES CS | SOLERA HP (cm) | SOLERA BULO (ud/m2) | SOLERA CS | SOST. PROP ESTO | REVESTIM. ESP. (cm) | REVESTIM. CS | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PE1200.00 | 40 | 100 | 200 | 1.85 | TH-21 | 1 | 15 | 1 | 1.177 | 10 | 0.5 | 1.773 | | | | | 25 | 1.77 | Swellex |
| PE1150.00 | 40 | 100 | 150 | 1.35 | TH-21 | 1 | 15 | 1 | 1.277 | 10 | 0.5 | 2.413 | | | | | 25 | 2.024 | Swellex |
| PE1100.00 | 40 | 100 | 100 | 0.65 | | | 10 | 1 | 1.109 | 5 | 0.5 | 3.095 | | | | | 25 | 2.586 | Swellex |

TUNEL DE PARACUELLOS
RESULTADOS DE LOS CALCULOS CON HORMIGONES H-250

| CASO | RMR | RC (Kp/cm2) | MONTERA (m) | PRES. CALC. (Kp/cm2) | CERCHA TIPO | CERCHA SEP. (m) | BOVEDA HP (cm) | BOVEDA BULON (ud/m2) | BOVEDA CS | HASTIALES HP (cm) | HASTIALES BULON (ud/m2) | HASTIALES CS | SOLERA HP (cm) | SOLERA BULON (ud/m2) | SOLERA CS | SOST. PROPUESTO | REVESTIM. ESP. (cm) | REVESTIM. CS | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PE3375.22 | 40 | 100 | 375 | 4 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.094 | 18 | 0.25 | 1.139 | 18 | | 1.977 | T4SR | 45 | 1.791 | SuperSwellex resistentes |
| PE3325.22 | 40 | 100 | 325 | 3.3 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.037 | 18 | 0.25 | 1.182 | 18 | | 3.136 | T4MR | 45 | 1.829 | MidiSwellex resistentes |
| PE3275.22 | 40 | 100 | 275 | 2.75 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.152 | 10 | 0.25 | 1.183 | 18 | | 5.505 | T4MR | 45 | 2.032 | MidiSwellex resistentes |
| PE3225.22 | 40 | 100 | 225 | 2.15 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.235 | 10 | | 1.354 | 18 | | 40.805 | T4M(-) | 45 | 1.65 | MidiSwellex |
| PE3175.22 | 40 | 100 | 175 | 1.57 | | | 10 | 1 | 1.195 | 5 | 0.25 | 1.193 | | | | T3SR | 35 | 2.279 | SuperSwellex resistentes |
| PE3125.22 | 40 | 100 | 125 | 1.09 | | | 5 | 1 | 1.122 | 5 | 0.25 | 1.342 | | | | T3S(-) | 35 | 1.743 | SuperSwellex |
| PE3075.22 | 40 | 100 | 75 | 0.36 | | | 5 | 1 | 1.045 | | | 1.414 | | | | T3M(-) | 35 | 2.356 | MidiSwellex |
| PE3025.22 | 40 | 100 | 25 | 0 | | | 5 | 0.75 | 1.027 | | | | | | | T2M(-) | 35 | 2.789 | MidiSwellex |
| PE3375.21 | 40 | 200 | 375 | 3.63 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.173 | 18 | 0.25 | 1.268 | 18 | | 3.632 | T4SR | 45 | 1.92 | SuperSwellex resistentes |
| PE3325.21 | 40 | 200 | 325 | 3.14 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.071 | 18 | | 1.248 | 18 | | 3.632 | T4MR | 45 | 1.889 | MidiSwellex resistentes |
| PE3275.21 | 40 | 200 | 275 | 2.5 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.223 | 10 | | 1.317 | 18 | | 9.089 | T4MR | 45 | 2.066 | MidiSwellex resistentes |
| PE3225.21 | 40 | 200 | 225 | 2.05 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.267 | 10 | | 1.424 | 18 | | | T4M(-) | 45 | 1.985 | MidiSwellex |
| PE3175.21 | 40 | 200 | 175 | 1.35 | | | 10 | 1 | 1.303 | 5 | 0.25 | 1.478 | | | | T3SR | 35 | 2.279 | SuperSwellex resistentes |
| PE3125.21 | 40 | 200 | 125 | 0.7 | | | 5 | 1 | 1.367 | | 0.25 | 2.027 | | | | T3S(-) | 35 | 2.123 | SuperSwellex |
| PE3075.21 | 40 | 200 | 75 | 0.25 | | | 5 | 1 | 1.025 | | | 7.184 | | | | T3(-) | 35 | 2.605 | Swellex |
| PE3025.21 | 40 | 200 | 25 | 0 | | | 5 | 1 | 1.146 | | | | | | | T3(-) | 35 | 2.913 | Swellex |
| PE3375.11 | 48 | 100 | 375 | 3.95 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.11 | 18 | 0.25 | 1.165 | 18 | | 2.072 | T4SR | 45 | 1.818 | SuperSwellex resistentes |
| PE3325.11 | 48 | 100 | 325 | 3.3 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.24 | 10 | 0.25 | 1.197 | 18 | | 3.113 | T4SR | 45 | 2.031 | SuperSwellex resistentes |
| PE3275.11 | 48 | 100 | 275 | 2.75 | HEB-140 | 1 | 18 | 1 | 1.158 | 10 | | 1.194 | 18 | | 5.695 | T4MR | 45 | 2.042 | MidiSwellex resistentes |
| PE3225.11 | 48 | 100 | 225 | 1.55 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.505 | 10 | | 2.087 | 18 | | | T4M(-) | 45 | 2.255 | MidiSwellex |
| PE3175.11 | 48 | 100 | 175 | 0.85 | | | 10 | 1 | 1.103 | | 0.25 | 1.828 | | | | T3 | 35 | 2.656 | Swellex |
| PE3125.11 | 48 | 100 | 125 | 0.45 | | | 10 | 0.5 | 1.005 | | 0.25 | 5.864 | | | | T2 | 35 | 2.445 | Swellex |
| PE3075.11 | 48 | 100 | 75 | 0.05 | | | 5 | 1 | 1.153 | | | 2.932 | | | | T3(-) | 35 | 2.932 | Swellex |
| PE3025.11 | 48 | 100 | 25 | 0 | | | 5 | 1 | 1.169 | | | 2.973 | | | | T3(-) | 35 | 2.973 | Swellex |
| PE3375.10 | 48 | 200 | 375 | 2.3 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.245 | 10 | | 1.537 | 18 | | | T4(-) | 45 | 1.771 | Swellex |
| PE3325.10 | 48 | 200 | 325 | 1.9 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.48 | 10 | | 2.004 | 18 | | | T4(-) | 45 | 1.994 | Swellex |
| PE3275.10 | 48 | 200 | 275 | 1.45 | HEB-140 | 1.5 | 18 | 1 | 1.583 | 10 | | 3.018 | 18 | | | T4(-) | 45 | 2.376 | Swellex |
| PE3225.10 | 48 | 200 | 225 | 1.1 | | | 10 | 1 | 1.113 | | 0.25 | 1.904 | | | | T3 | 35 | 2.075 | Swellex |
| PE3175.10 | 48 | 200 | 175 | 0.6 | | | 10 | 1 | 1.378 | | | 9.487 | | | | T3 | 35 | 2.571 | Swellex |
| PE3125.10 | 48 | 200 | 125 | 0.15 | | | 5 | 1 | 1.249 | | | | | | | T3(-) | 35 | 3.175 | Swellex |
| PE3075.10 | 48 | 200 | 75 | 0 | | | 5 | 1 | 1.315 | | | | | | | T3(-) | 35 | 3.346 | Swellex |
| PE3025.10 | 48 | 200 | 25 | 0 | | | 3 | 0.25 | 4.103 | | | | | | | T1(-) | 35 | 19.01 | Swellex |
| PE3375.12 | 48 | 500 | 375 | 2 | | | 10 | 1 | 1.067 | | 1 | 3.057 | | | | T3 | 35 | 1.99 | Swellex |
| PE3325.12 | 48 | 500 | 325 | 1.4 | | | 10 | 1 | 1.362 | | 0.5 | 13.511 | | | | T3 | 35 | 2.549 | Swellex |
| PE3275.12 | 48 | 500 | 275 | 0.8 | | | 5 | 1 | 1.351 | | | | | | | T3(-) | 35 | 3.434 | Swellex |
| PE3225.12 | 48 | 500 | 225 | 0.2 | | | 5 | 0.5 | 1.315 | | | | | | | T2(-) | 35 | 4.966 | Swellex |
| PE3175.12 | 48 | 500 | 175 | 0 | | | 5 | 0.5 | 1.44 | | 0.75 | | | | | T2(-) | 35 | 5.371 | Swellex |
| PE3375.02 | 69 | 100 | 375 | 1.4 | | | 10 | 1 | 1.293 | | | | | | | T3 | 35 | 2.411 | Swellex |
| PE3325.02 | 69 | 100 | 325 | 0.8 | | | 5 | 1 | 1.266 | | | | | | | T3(-) | 35 | 3.218 | Swellex |
| PE3275.02 | 69 | 100 | 275 | 0.3 | | | 5 | 0.5 | 1.145 | | | | | | | T2(-) | 35 | 4.27 | Swellex |
| PE3225.02 | 69 | 100 | 225 | 0 | | | 5 | 0.5 | 1.32 | | | | | | | T2(-) | 35 | 4.923 | Swellex |
| PE3125.02 | 69 | 100 | 125 | 0 | | | 5 | 0.5 | 1.32 | | | | | | | T2(-) | 35 | 4.923 | Swellex |
| PE3075.02 | 69 | 100 | 75 | 0 | | | | | | | | | | | | T0 | 35 | | Swellex |
| PE3375.01 | 69 | 200 | 375 | 0 | | | | 0.25 | 1.938 | | | | | | | T0 | 35 | 30.94 | Swellex |
| PE3200.01 | 69 | 200 | 200 | 0 | | | | | | | | | | | | T0 | 35 | | Swellex |



000038

000039

TUNEL DE PARACUELLOS
RESULTADOS DE LOS CALCULOS CON HORMIGONES H-250

| CASO | RMR | RC (Kp/cm2) | MONTERA (m) | PRES. CALC. (Kp/cm2) | CERCHA TIPO | CERCHA SEP. (m) | BOVEDA HP (cm) | BOVEDA BULO (ud/m2) | BOVEDA CS | HASTIALES HP (cm) | HASTIALES BULO (ud/m2) | HASTIALES CS | SOLERA HP (cm) | SOLERA BULO (ud/m2) | SOLERA CS | SOST. PROP ESTO | REVESTIM. ESP. (cm) | REVESTIM. CS | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PE2200.00 | 55 | 1000 | 200 | 0 | | | | | | | | | | | | T0 | 35 | | Swellex |
| PE2200.01 | 55 | 500 | 200 | 0 | | | | 0.5 | 1.992 | | | | | | | T0(+) | 35 | 15.908 | Swellex |
| PE2200.12 | 45 | 500 | 200 | 0.4 | | | 5 | 1 | 1.461 | | | | | | | T3(-) | 35 | 3.715 | Swellex |
| PE2150.12 | 45 | 500 | 150 | 0 | | | 5 | 0.5 | 1.204 | | | | | | | T2(-) | 35 | 4.49 | Swellex |
| PE2075.12 | 45 | 500 | 75 | 0 | | | | | | | | | | | | T0 | 35 | | Swellex |
| PE2200.11 | 45 | 100 | 200 | 1.5 | HEB-14 | 1.5 | 18 | 1 | 1.499 | 10 | | 2.067 | 18 | | | T4M(-) | 45 | 2.246 | MidiSwellex |
| PE2150.11 | 45 | 100 | 150 | 0.75 | | | 10 | 1 | 1.123 | | | 1.38 | | | | T3 | 35 | 2.695 | Swellex |
| PE2075.11 | 45 | 100 | 75 | 0.15 | | | 5 | 1 | 1.08 | | | | | | | T3(-) | 35 | 2.747 | Swellex |

000040

TUNEL DE PARACUELLOS
RESULTADOS DE LOS CALCULOS CON HORMIGONES H-250

| CASO | RMR | RC (Kp/cm2) | MONTERA (m) | PRES. CALC. (Kp/cm2) | CERCHA TIPO | CERCHA SEP. (m) | BOVEDA HP (cm) | BOVEDA BULO (ud/m2) | BOVEDA CS | HASTIALES HP (cm) | HASTIALES BULO (ud/m2) | HASTIALES CS | SOLERA HP (cm) | SOLERA BULO (ud/m2) | SOLERA CS | SOST. PROP ESTO | REVESTIM. ESP. (cm) | REVESTIM. CS | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PE1200.00 | 40 | 100 | 200 | 1.85 | TH-21 | 1 | 15 | 1 | 1.177 | 10 | 0.5 | 1.773 | | | | | 25 | 1.77 | Swellex |
| PE1150.00 | 40 | 100 | 150 | 1.35 | TH-21 | 1 | 15 | 1 | 1.277 | 10 | 0.5 | 2.413 | | | | | 25 | 2.024 | Swellex |
| PE1100.00 | 40 | 100 | 100 | 0.65 | | | 10 | 1 | 1.109 | 5 | 0.5 | 3.095 | | | | | 25 | 2.586 | Swellex |

000041

## ANEXO 3.- SALIDAS DE ORDENADOR



## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 1,200.00 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-1 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 3,800.000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,990.000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 1.28451 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR | CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00830 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | 40 | 69 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.07111 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | 20 | 29 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00003 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX..... | 200 | M | PROFUND. MI | 175 | M | | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 500.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 437.5 | T/M2 | | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 226.49 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 70 | T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.08526 | 65.68% | 65.967 | 59.747 | 960.57% | 0.011 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 3.33380 | 53.60% | 69.636 | 63.416 | 1019.55% | 0.012 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 2.85239 | 45.86% | 70.453 | 64.233 | 1032.69% | 0.012 |
| 7.000 | 21.928 | | PLASTICA | 2.46718 | 39.67% | 70.213 | 63.993 | 1028.82% | 0.012 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 2.14472 | 34.48% | 69.336 | 63.116 | 1014.72% | 0.012 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 1.87027 | 30.07% | 68.036 | 61.816 | 993.82% | 0.012 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 1.63495 | 26.29% | 66.450 | 60.230 | 968.33% | 0.011 |
| 16.333 | 31.261 | 1.405 | PLASTICA | 1.43244 | 23.03% | 64.676 | 58.456 | 939.81% | 0.011 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 1.25776 | 20.22% | 62.785 | 56.565 | 909.40% | 0.011 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 1.10692 | 17.79% | 60.829 | 54.609 | 877.96% | 0.011 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.97619 | 15.69% | 58.849 | 52.629 | 846.12% | 0.010 |
| 25.667 | 40.595 | 10.739 | PLASTICA | 0.86295 | 13.87% | 56.873 | 50.653 | 814.36% | 0.010 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.76462 | 12.29% | 54.923 | 48.703 | 783.01% | 0.009 |
| 30.333 | 45.261 | 15.405 | PLASTICA | 0.67906 | 10.92% | 53.014 | 46.794 | 752.32% | 0.009 |
| 32.667 | 47.595 | 17.739 | PLASTICA | 0.60448 | 9.72% | 51.157 | 44.937 | 722.46% | 0.009 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.53932 | 8.67% | 49.358 | 43.138 | 693.54% | 0.009 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.48227 | 7.75% | 47.623 | 41.403 | 665.64% | 0.008 |
| 39.667 | 54.595 | 24.739 | PLASTICA | 0.43221 | 6.95% | 45.952 | 39.732 | 638.78% | 0.008 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.38819 | 6.24% | 44.348 | 38.128 | 612.99% | 0.008 |
| 44.333 | 59.261 | 29.405 | PLASTICA | 0.34939 | 5.62% | 42.809 | 36.589 | 588.25% | 0.007 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.31512 | 5.07% | 41.335 | 35.115 | 564.55% | 0.007 |
| 49.000 | 63.928 | 34.072 | PLASTICA | 0.28477 | 4.58% | 39.924 | 33.704 | 541.86% | 0.007 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.25785 | 4.15% | 38.573 | 32.353 | 520.15% | 0.007 |
| 53.667 | 68.595 | 38.739 | PLASTICA | 0.23390 | 3.76% | 37.282 | 31.062 | 499.39% | 0.006 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.21257 | 3.42% | 36.047 | 29.827 | 479.53% | 0.006 |
| 58.333 | 73.261 | 43.405 | PLASTICA | 0.19352 | 3.11% | 34.866 | 28.646 | 460.54% | 0.006 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.17648 | 2.84% | 33.736 | 27.516 | 442.38% | 0.006 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.16120 | 2.59% | 32.655 | 26.435 | 425.00% | 0.006 |
| 65.333 | 80.261 | 50.405 | PLASTICA | 0.14747 | 2.37% | 31.621 | 25.401 | 408.37% | 0.005 |
| 67.667 | 82.595 | 52.739 | PLASTICA | 0.13512 | 2.17% | 30.631 | 24.411 | 392.45% | 0.005 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.12399 | 1.99% | 29.683 | 23.463 | 377.21% | 0.005 |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 1.200.00
ROCA: L-1 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 200.000 | M | Po..... | 500.00 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 18.500 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 56.703 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.07111 | M..... | | 1.28451 | |
| Sr..... | 0.00003 | S..... | | 0.00830 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 18.500 | | |
| Tt1..... | 55.118 | | |
| Tr2..... | 51.193 | 226.490 | |
| Tt2..... | 111.738 | | |
| CONST.M | 0.274 | | |
| TrMEDIA.. | 34.846 | | |
| TtMEDIA.. | 83.428 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 76.397 | | |
| RES.TAN | 44.108 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 5.070 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 5.070 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 18.500 | PRES. APORTADA ROCA 5.070

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 13.430 | 13.430 | 1.269 | 56.7 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 28.358 | 28.358 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 334.38

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.185 | 19.796 | 1.182 | 34.724 | 0.000 |
| 0.500 | 1.197 | 19.599 | 1.195 | 34.527 | 12.810 |
| 1.000 | 1.205 | 19.477 | 1.203 | 34.405 | 20.861 |
| 1.500 | 1.212 | 19.373 | 1.210 | 34.301 | 27.765 |
| 2.000 | 1.218 | 19.279 | 1.216 | 34.207 | 34.023 |
| 2.500 | 1.224 | 19.192 | 1.222 | 34.120 | 39.844 |
| 3.000 | 1.229 | 19.111 | 1.227 | 34.039 | 45.343 |
| 3.500 | 1.234 | 19.033 | 1.233 | 33.961 | 50.598 |
| 4.000 | 1.239 | 18.959 | 1.238 | 33.887 | 55.627 |
| 4.500 | 1.243 | 18.888 | 1.242 | 33.816 | 60.495 |
| 5.000 | 1.248 | 18.819 | 1.247 | 33.747 | 65.216 |
| 6.000 | 1.256 | 18.688 | 1.256 | 33.616 | 74.290 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 1.200.00
ROCA: L-1 / RMR: 40 /PROFUND 200.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 18.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 30.091 | 76.622 | 65.870 | 7.792 | 7.792 |
| 2.500 | 32.901 | 81.531 | 68.325 | 10.059 | 10.000 |
| 3.000 | 35.667 | 86.281 | 70.699 | 12.456 | 10.000 |
| 3.500 | 38.390 | 90.881 | 72.999 | 14.975 | 10.000 |
| 4.000 | 41.068 | 95.342 | 75.230 | 17.611 | 10.000 |
| 4.500 | 43.701 | 99.673 | 77.396 | 20.360 | 10.000 |
| 5.000 | 46.289 | 103.883 | 79.500 | 23.217 | 10.000 |
| 5.500 | 48.834 | 107.978 | 81.548 | 26.178 | 10.000 |
| 6.000 | 51.336 | 111.965 | 83.542 | 29.239 | 10.000 |
| 6.500 | 53.796 | 115.851 | 85.485 | 32.396 | 10.000 |
| 7.500 | 58.594 | 123.340 | 89.229 | 38.988 | 10.000 |
| 8.000 | 60.934 | 126.953 | 91.036 | 42.416 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:120 ROCA:L-1 ROCA:L-1 RMR:40 PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 4.560 | 4.560 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 4.560 | 4.560 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 8.869 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 11.406 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 15.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 14.257 | 17.109 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.028 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | ===== |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 18.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.269 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.000 | metros | CIERRE>> | 0.067 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 19.477 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.07% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 13.430 | 28.358 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 23.817 | 31.668 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.773 | 1.117 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.203 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.068 | metros | Sost.sin sol> | 13.416 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.731 | metros | >> Pi Sost.= | 23.817 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.070 | T/m2 | Compres.hastiales = 628.399 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 28.887 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 2.356 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:120 ROCA:L-1 ROCA:L-1 RMR:40 PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 4.560 | 4.560 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 4.560 | 4.560 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 8.869 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 45.624 | 39.921 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 40.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 42.772 | 45.624 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.078 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 12.999 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | ===== |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

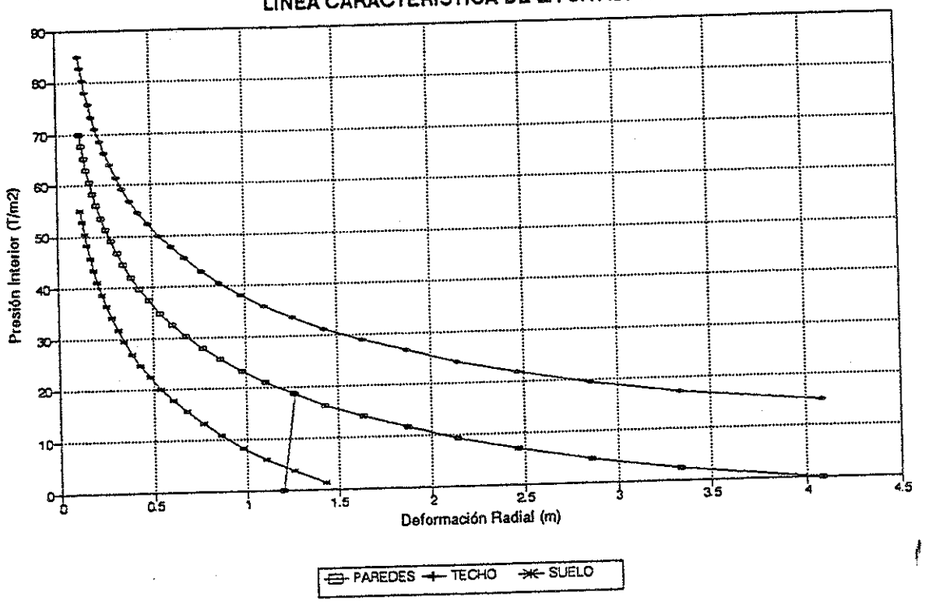
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 18.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.269 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.000 | metros | CIERRE>> | 0.067 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 19.477 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.07% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 13.430 | 28.358 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 47.332 | 50.183 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.524 | 1.770 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.203 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.383 | metros | Sost.sin sol> | 9.467 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.247 | metros | >> Pi Sost.= | 47.332 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.070 | T/m2 | Compres.hastiales = 235.650 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 52.402 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 6.284 T x m |

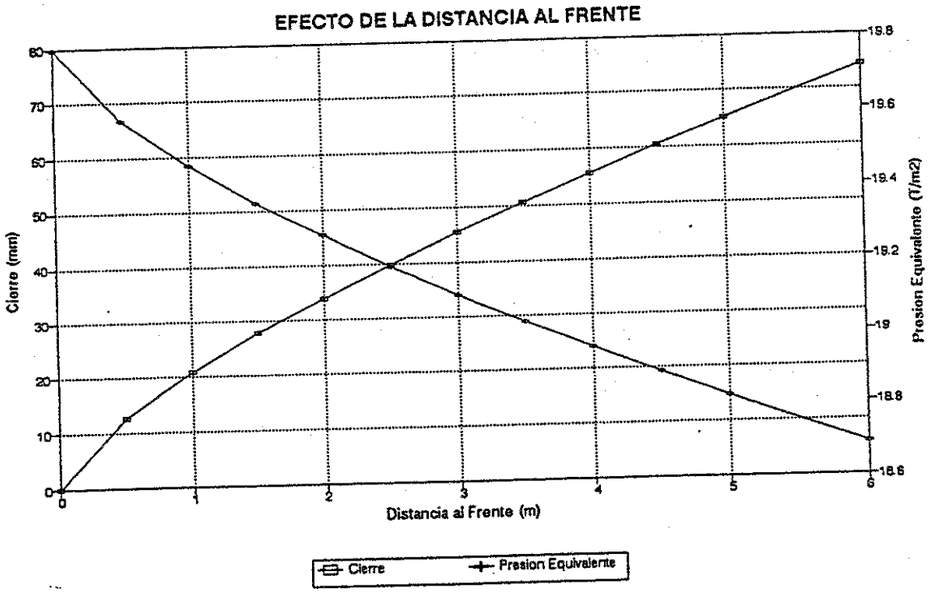
**ICYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 1200.00
TIPO DE ROCA..... L-1 PROFUND.. 200 RMR..... 40

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



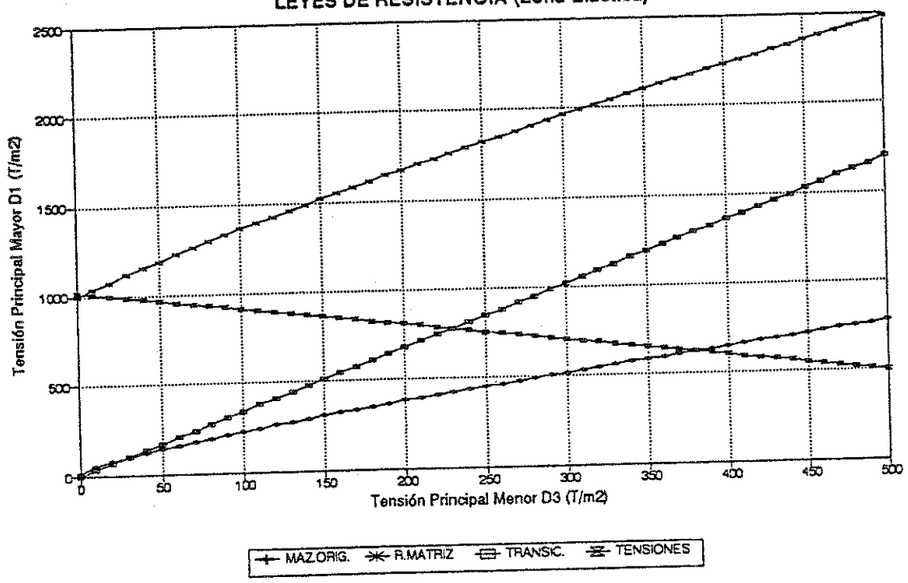




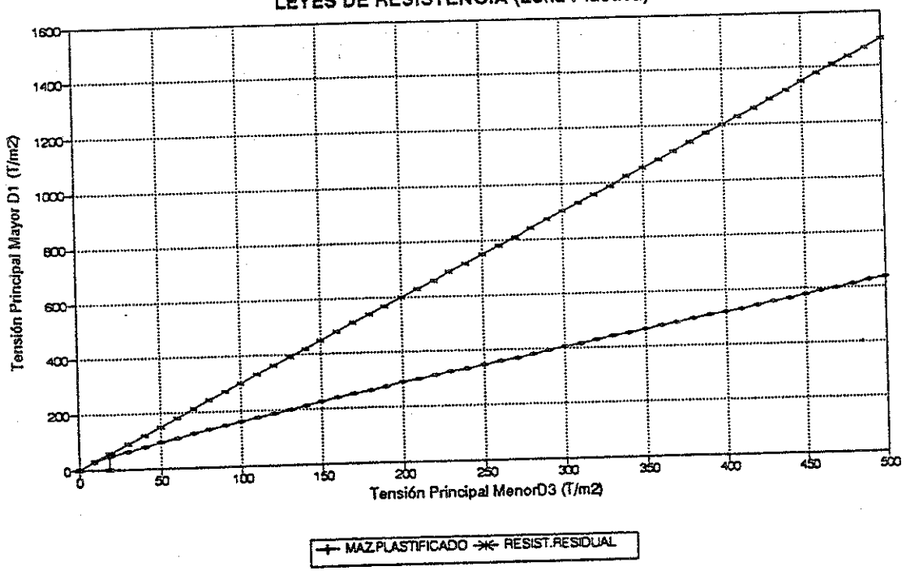

**ICYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-1 PROFUND.. 200 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



## iCYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 1,150.00 | | | |
| TIPO DE ROCA | L-1 | | | | | | |
| RMR | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | |
| MODULO ELAST | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 3,000,000 | T/m2 | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,370,000 | T/m2 | | |
| CONST. M | 1.00000 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | | |
| CONST. S | 0.00400 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | | |
| CONST. Mr | 0.04953 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | | |
| CONST. Sr | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | | |
| PROFUNDIDAD MAX | 150 | M | PROFUND. MI | 125 | M | | |
| PRESION ORIGEN MED | 375.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN | 312.5 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | |

| <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|---|
| | CARBONA | CA |
| 40 65 | ARCILLOS | AC |
| 20 24 | ARENOSA | AR |
| 90 | I.G.FINO | IF |
| | I.G.GRUE. | IG |

PRESION CRITICA 167.77 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 70 T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.15819 | 66.85% | 71.239 | 65.019 | 1045.32% | 0.009 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 3.19533 | 51.37% | 76.256 | 70.036 | 1125.98% | 0.010 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 2.59996 | 41.80% | 76.734 | 70.514 | 1133.66% | 0.010 |
| 7.000 | 21.928 | | PLASTICA | 2.13788 | 34.37% | 75.595 | 69.375 | 1115.36% | 0.010 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 1.76861 | 28.40% | 73.543 | 67.323 | 1082.36% | 0.010 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 1.46535 | 23.56% | 70.955 | 64.735 | 1040.75% | 0.009 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 1.22002 | 19.61% | 68.074 | 61.854 | 994.43% | 0.009 |
| 16.333 | 31.261 | 1.405 | PLASTICA | 1.01978 | 16.40% | 65.062 | 58.842 | 946.02% | 0.009 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.85598 | 13.76% | 62.030 | 55.810 | 897.26% | 0.008 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 0.72161 | 11.60% | 59.047 | 52.827 | 849.31% | 0.008 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.61102 | 9.82% | 56.160 | 49.940 | 802.89% | 0.007 |
| 25.667 | 40.595 | 10.739 | PLASTICA | 0.51966 | 8.35% | 53.393 | 47.173 | 758.41% | 0.007 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.44389 | 7.14% | 50.763 | 44.543 | 716.12% | 0.007 |
| 30.333 | 45.261 | 15.405 | PLASTICA | 0.38078 | 6.12% | 48.274 | 42.054 | 676.10% | 0.006 |
| 32.667 | 47.595 | 17.739 | PLASTICA | 0.32800 | 5.27% | 45.926 | 39.706 | 638.36% | 0.006 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.28365 | 4.56% | 43.717 | 37.497 | 602.84% | 0.006 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.24624 | 3.96% | 41.640 | 35.420 | 569.45% | 0.005 |
| 39.667 | 54.595 | 24.739 | PLASTICA | 0.21455 | 3.45% | 39.689 | 33.469 | 538.09% | 0.005 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.18759 | 3.02% | 37.857 | 31.637 | 508.64% | 0.005 |
| 44.333 | 59.261 | 29.405 | PLASTICA | 0.16457 | 2.65% | 36.137 | 29.917 | 480.98% | 0.005 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.14484 | 2.33% | 34.520 | 28.300 | 454.99% | 0.005 |
| 49.000 | 63.928 | 34.072 | PLASTICA | 0.12786 | 2.06% | 33.000 | 26.780 | 430.55% | 0.004 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.11320 | 1.82% | 31.570 | 25.350 | 407.56% | 0.004 |
| 53.667 | 68.595 | 38.739 | PLASTICA | 0.10049 | 1.62% | 30.224 | 24.004 | 385.92% | 0.004 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.08945 | 1.44% | 28.956 | 22.736 | 365.53% | 0.004 |
| 58.333 | 73.261 | 43.405 | PLASTICA | 0.07983 | 1.28% | 27.760 | 21.540 | 346.29% | 0.004 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.07141 | 1.15% | 26.630 | 20.410 | 328.14% | 0.003 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.06402 | 1.03% | 25.564 | 19.344 | 310.99% | 0.003 |
| 65.333 | 80.261 | 50.405 | PLASTICA | 0.05753 | 0.92% | 24.555 | 18.335 | 294.77% | 0.003 |
| 67.667 | 82.595 | 52.739 | PLASTICA | 0.05181 | 0.83% | 23.600 | 17.380 | 279.43% | 0.003 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.04675 | 0.75% | 22.696 | 16.476 | 264.89% | 0.003 |





## iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 1,150.00 | | | |
| ROCA: | L-1 | \| RMR: | 40.000 | | | | |
| PROFUNDIDAD | 150.000 | M | Po | 375.00 | T/M2 | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi | 13.500 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF | 62.487 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | |
| Mr | 0.04953 | M | | 1.00000 | | | |
| Sr | 0.00001 | S | | 0.00400 | | | |
| Rc | 1,000.000 | T/M2 | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri | 13.500 | | |
| Tri | 39.594 | | |
| Tr2 | 36.667 | 167.773 | |
| Tr2 | 79.425 | | |
| CONST.M | 0.207 | | |
| TrMEDIA. | 25.083 | | |
| TrMEDIA. | 59.510 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 54.680 | | |
| RES.TAN | 31.570 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| Fi | 30.000 | ° DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RESIST. ARCO ROCA>> | | | | | | |
| RESIST. ARCO ROCA>> | | | | | | |
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 3.629 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 3.629 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 13.500 | PRES. APORTADA ROCA 3.629

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 9.871 | 9.871 | 1.268 | 62.5 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 24.799 | 24.799 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | |
|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.001 m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 453.80 |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.206 | 14.165 | 1.205 | 29.093 | 0.000 |
| 0.500 | 1.216 | 14.043 | 1.216 | 28.971 | 11.444 |
| 1.000 | 1.223 | 13.973 | 1.223 | 28.901 | 18.058 |
| 1.500 | 1.228 | 13.920 | 1.228 | 28.848 | 23.081 |
| 2.000 | 1.233 | 13.873 | 1.232 | 28.801 | 27.629 |
| 2.500 | 1.238 | 13.829 | 1.236 | 28.757 | 31.853 |
| 3.000 | 1.242 | 13.788 | 1.240 | 28.716 | 35.838 |
| 3.500 | 1.246 | 13.748 | 1.244 | 28.676 | 39.636 |
| 4.000 | 1.250 | 13.711 | 1.248 | 28.639 | 43.281 |
| 4.500 | 1.254 | 13.675 | 1.251 | 28.603 | 46.798 |
| 5.000 | 1.258 | 13.640 | 1.255 | 28.568 | 50.206 |
| 6.000 | 1.265 | 13.573 | 1.261 | 28.501 | 56.747 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 1,150.00
ROCA: L-1 / RMR: 40 /PROFUND 150.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 13.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 21.737 | 54.735 | 47.165 | 5.581 | 5.581 |
| 2.500 | 23.729 | 58.189 | 48.892 | 7.200 | 7.200 |
| 3.000 | 25.689 | 61.530 | 50.562 | 8.910 | 8.910 |
| 3.500 | 27.616 | 64.765 | 52.179 | 10.706 | 10.000 |
| 4.000 | 29.511 | 67.902 | 53.748 | 12.584 | 10.000 |
| 4.500 | 31.373 | 70.947 | 55.270 | 14.542 | 10.000 |
| 5.000 | 33.203 | 73.905 | 56.750 | 16.575 | 10.000 |
| 5.500 | 35.001 | 76.783 | 58.188 | 18.681 | 10.000 |
| 6.000 | 36.768 | 79.585 | 59.589 | 20.858 | 10.000 |
| 6.500 | 38.505 | 82.315 | 60.954 | 23.102 | 10.000 |
| 7.500 | 41.891 | 87.575 | 63.585 | 27.785 | 10.000 |
| 8.000 | 43.542 | 90.113 | 64.853 | 30.220 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:115 ROCA:L-1 ROCA:L-1 RMR:40 PROF.= 150.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 4.560 | 4.560 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>>> TH — MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> 21 — AREA >> 0.0026650 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 — 1.000 — 0.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 4.560 | 4.560 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 8.869 T/m2 — SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 17.109 | 11.406 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 — RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 15.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 14.257 | 17.109 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.028 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.666 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 13.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.268 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.000 | metros | CIERRE>> | 0.046 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 13.973 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.74% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 9.871 | 24.799 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 23.817 | 31.668 | 0.000 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.413 | 1.277 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 33,306 T/m2
DEFORMACION INICIAL> 1.223 metros

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.103) | metros | Sost.sin sol> | 11.479 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.461 | metros | >> Pi Sost.= | 23.817 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.629 | T/m2 | Compres.hastiales = | 458.561 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 27.446 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.720 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:115 ROCA:L-1 ROCA:L-1 RMR:40 PROF.= 150.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 4.560 | 4.560 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 4.560 | 4.560 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 8,869 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003980 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.003550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 45.624 | 39.921 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 40.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 42.772 | 45.624 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.078 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 12.999 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 13.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.268 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.000 | metros | CIERRE>> | 0.046 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 13.973 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.74% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 9.871 | 24.799 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 47.332 | 50.183 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 4.795 | 2.024 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.223 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.381 | metros | Sost.sin sol> | 6.908 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.115 | metros | >> Pi Sost.= | 47.332 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.629 | T/m2 | Compres.hastiales = | 171.960 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 50.961 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.586 T x m |

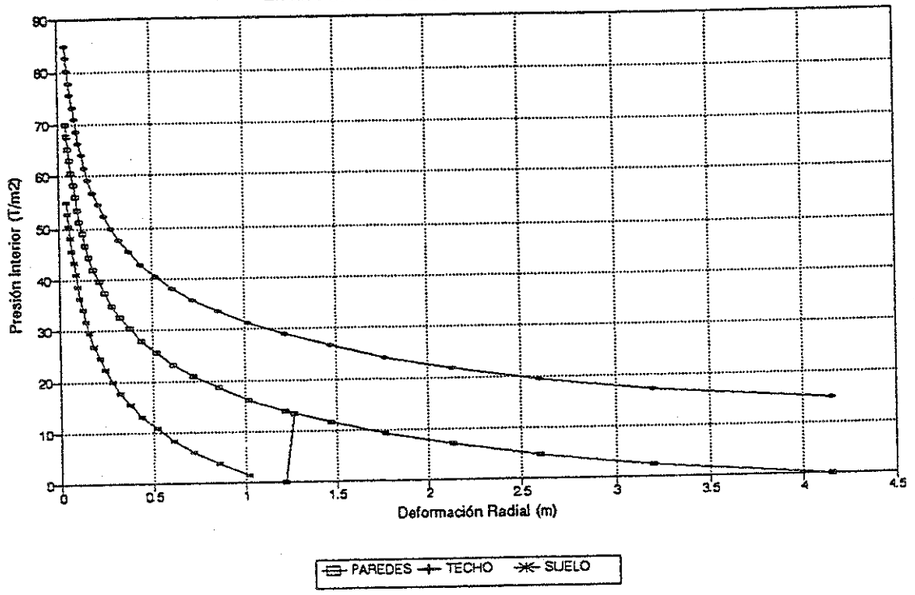




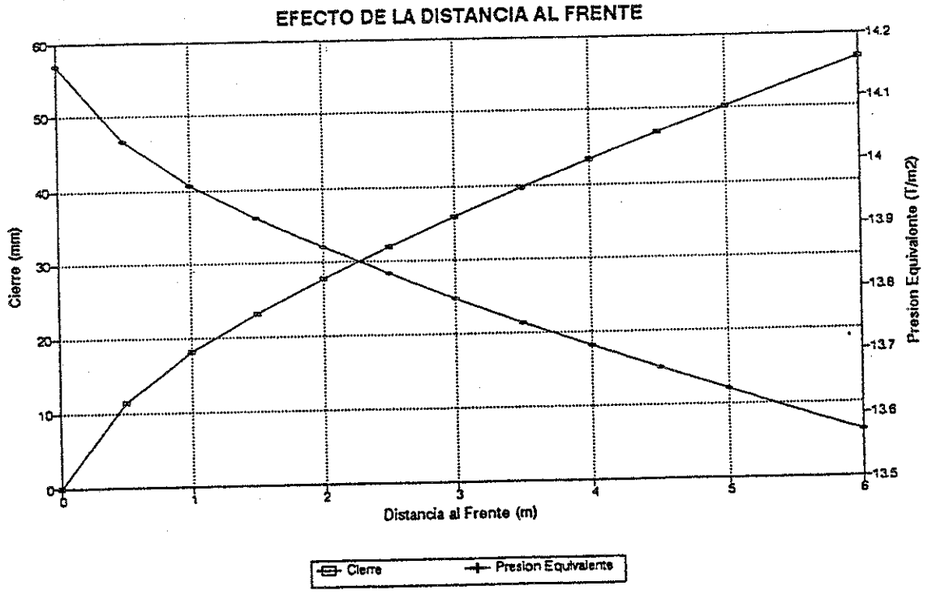
# iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 1150.00
TIPO DE ROCA..... L-1 PROFUND.. 150 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



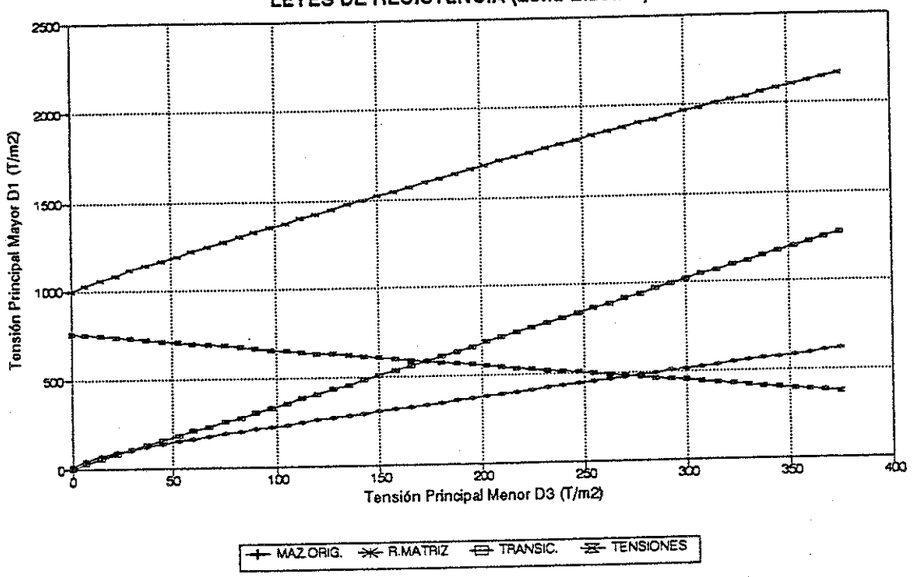

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



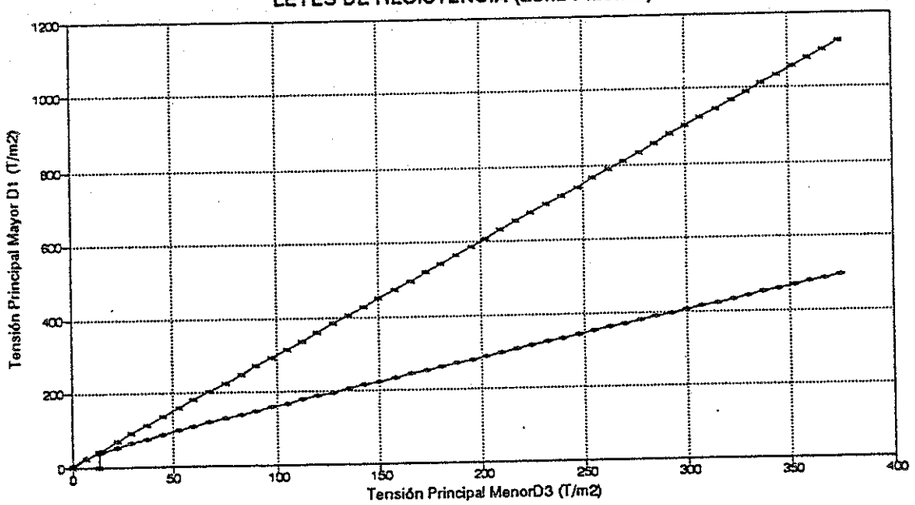
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-1 PROFUND.. 150 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 1,100.00 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-1 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,800,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 1,800,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 1,690,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.62307 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00195 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | 40 | 59 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.03708 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | 20 | 20 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX..... | 100 | M | PROFUND. MI | 75 | M | | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 250.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 187.5 | T/M2 | | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 114.59 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

P.INTERIOR ORIG..... 0 T/M2 | INTERVALO 1.000
P.INTERIOR FINAL..... 40 T/M2 | PI FINAL= 30.000 (CALCULADA)

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 3.21761 | 51.73% | 87.944 | 81.724 | 1313.89% | 0.008 |
| 1.333 | 16.261 | | PLASTICA | 2.30976 | 37.13% | 88.015 | 81.795 | 1315.04% | 0.008 |
| 2.667 | 17.595 | | PLASTICA | 1.81311 | 29.15% | 85.385 | 79.165 | 1272.75% | 0.008 |
| 4.000 | 18.928 | | PLASTICA | 1.46061 | 23.48% | 82.011 | 75.791 | 1218.51% | 0.007 |
| 5.333 | 20.261 | | PLASTICA | 1.19486 | 19.21% | 78.379 | 72.159 | 1160.11% | 0.007 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.98862 | 15.89% | 74.709 | 68.489 | 1101.11% | 0.007 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.82564 | 13.27% | 71.119 | 64.899 | 1043.39% | 0.006 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 0.69510 | 11.18% | 67.668 | 61.448 | 987.92% | 0.006 |
| 10.667 | 25.595 | | PLASTICA | 0.58939 | 9.48% | 64.388 | 58.168 | 935.18% | 0.006 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 0.50300 | 8.09% | 61.290 | 55.070 | 885.37% | 0.006 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.43181 | 6.94% | 58.375 | 52.155 | 838.51% | 0.005 |
| 14.667 | 29.595 | | PLASTICA | 0.37271 | 5.99% | 55.640 | 49.420 | 794.53% | 0.005 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.32331 | 5.20% | 53.076 | 46.856 | 753.31% | 0.005 |
| 17.333 | 32.261 | 2.405 | PLASTICA | 0.28176 | 4.53% | 50.673 | 44.453 | 714.68% | 0.005 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.24660 | 3.96% | 48.421 | 42.201 | 678.48% | 0.004 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.21670 | 3.48% | 46.311 | 40.091 | 644.54% | 0.004 |
| 21.333 | 36.261 | 6.405 | PLASTICA | 0.19115 | 3.07% | 44.330 | 38.110 | 612.70% | 0.004 |
| 22.667 | 37.595 | 7.739 | PLASTICA | 0.16919 | 2.72% | 42.470 | 36.250 | 582.80% | 0.004 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.15026 | 2.42% | 40.722 | 34.502 | 554.70% | 0.004 |
| 25.333 | 40.261 | 10.405 | PLASTICA | 0.13385 | 2.15% | 39.078 | 32.858 | 528.26% | 0.004 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.11959 | 1.92% | 37.528 | 31.308 | 503.35% | 0.003 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.10714 | 1.72% | 36.068 | 29.848 | 479.87% | 0.003 |
| 29.333 | 44.261 | 14.405 | PLASTICA | 0.09624 | 1.55% | 34.689 | 28.469 | 457.70% | 0.003 |
| 30.667 | 45.595 | 15.739 | PLASTICA | 0.08666 | 1.39% | 33.385 | 27.165 | 436.74% | 0.003 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.07822 | 1.26% | 32.153 | 25.933 | 416.92% | 0.003 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.07075 | 1.14% | 30.985 | 24.765 | 398.15% | 0.003 |
| 34.667 | 49.595 | 19.739 | PLASTICA | 0.06414 | 1.03% | 29.878 | 23.658 | 380.36% | 0.003 |
| 36.000 | 50.928 | 21.072 | PLASTICA | 0.05826 | 0.94% | 28.828 | 22.608 | 363.47% | 0.003 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.05302 | 0.85% | 27.830 | 21.610 | 347.43% | 0.003 |
| 38.667 | 53.595 | 23.739 | PLASTICA | 0.04834 | 0.78% | 26.882 | 20.662 | 332.18% | 0.002 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.04415 | 0.71% | 25.979 | 19.759 | 317.67% | 0.002 |

Julio 1.80. Arreglos

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 1,100.00
ROCA: L-1 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 100.000 | M | Po..... | 250.00 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 6.500 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 68.945 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.03708 | M..... | | 0.62307 | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | | 0.00195 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 6.500 | | |
| Tti..... | 22.245 | | |
| Tr2..... | 21.294 | 114.587 | |
| Tt2..... | 49.516 | | |
| CONST.M | 0.135 | | |
| TrMEDIA. | 13.897 | | |
| TtMEDIA. | 35.881 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 31.964 | | |
| RES.TAN | 18.454 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 2.121 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 2.121 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 6.500 | PRES. APORTADA ROCA 2.121

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 4.379 | 4.379 | 1.012 | 68.9 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 19.307 | 19.307 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 499.00

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.933 | 7.121 | 0.929 | 22.049 | 0.000 |
| 0.500 | 0.941 | 7.059 | 0.937 | 21.987 | 7.872 |
| 1.000 | 0.945 | 7.020 | 0.942 | 21.948 | 12.818 |
| 1.500 | 0.949 | 6.987 | 0.946 | 21.915 | 17.058 |
| 2.000 | 0.953 | 6.958 | 0.950 | 21.886 | 20.901 |
| 2.500 | 0.956 | 6.930 | 0.953 | 21.858 | 24.475 |
| 3.000 | 0.960 | 6.905 | 0.957 | 21.833 | 27.850 |
| 3.500 | 0.963 | 6.880 | 0.960 | 21.808 | 31.069 |
| 4.000 | 0.965 | 6.857 | 0.963 | 21.785 | 34.161 |
| 4.500 | 0.968 | 6.834 | 0.966 | 21.762 | 37.148 |
| 5.000 | 0.971 | 6.813 | 0.969 | 21.741 | 40.044 |
| 6.000 | 0.976 | 6.771 | 0.974 | 21.699 | 45.610 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 1,100.00
ROCA: L-1 / RMR: 40 /PROFUND 100.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 6.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 11.610 | 32.525 | 27.385 | 3.230 | 3.230 |
| 2.500 | 12.678 | 34.887 | 28.566 | 4.196 | 4.196 |
| 3.000 | 14.134 | 37.177 | 29.711 | 5.224 | 5.224 |
| 3.500 | 15.376 | 39.398 | 30.822 | 6.312 | 6.312 |
| 4.000 | 16.605 | 41.557 | 31.901 | 7.457 | 7.457 |
| 4.500 | 17.818 | 43.655 | 32.950 | 8.657 | 8.657 |
| 5.000 | 19.015 | 45.698 | 33.971 | 9.910 | 9.910 |
| 5.500 | 20.196 | 47.687 | 34.966 | 11.213 | 10.000 |
| 6.000 | 21.360 | 49.626 | 35.936 | 12.566 | 10.000 |
| 6.500 | 22.509 | 51.518 | 36.882 | 13.965 | 10.000 |
| 7.500 | 24.757 | 55.170 | 38.708 | 16.901 | 10.000 |
| 8.000 | 25.858 | 56.934 | 39.590 | 18.434 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:110 | ROCA:L-1 | ROCA:L-1 | RMR:40 | PROF.= 100.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.408 | 5.703 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 10.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 8.554 | 11.406 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.018 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.999 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 6.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.012 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.000 | metros | CIERRE>> | 0.070 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 7.020 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.13% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.379 | 19.307 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 13.554 | 21.408 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.095 | 1.109 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.942 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.322) | metros | Sost.sin sol> | 8.137 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.335 | metros | >> Pi Sost.= | 13.554 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 2.121 | T/m2 | Compres.hastiales = 331.183 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 15.676 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.552 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:110 | ROCA:L-1 | ROCA:L-1 | RMR:40 | PROF.= 100.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 34.218 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 30.0 | 35.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 37.069 | 39.921 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.068 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 102,652 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 11.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

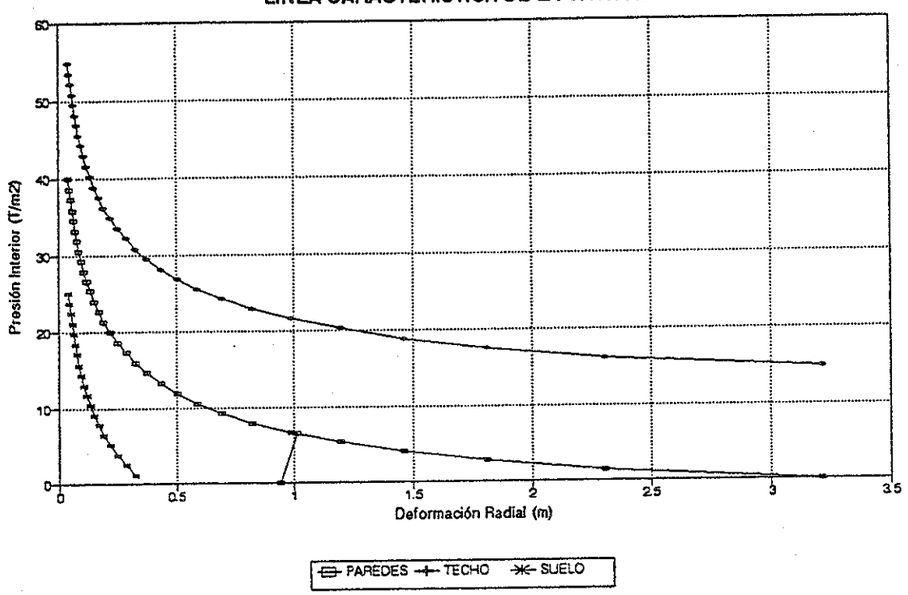
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 6.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.012 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.000 | metros | CIERRE>> | 0.070 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 7.020 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.13% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.379 | 19.307 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 42.069 | 49.921 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 9.607 | 2.586 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 102,652 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.942 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.416) | metros | Sost.sin sol> | 9.504 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.034 | metros | >> Pi Sost.= | 42.069 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 2.121 | T/m2 | Compres.hastiales = 94.624 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 44.191 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 1.932 T x m |

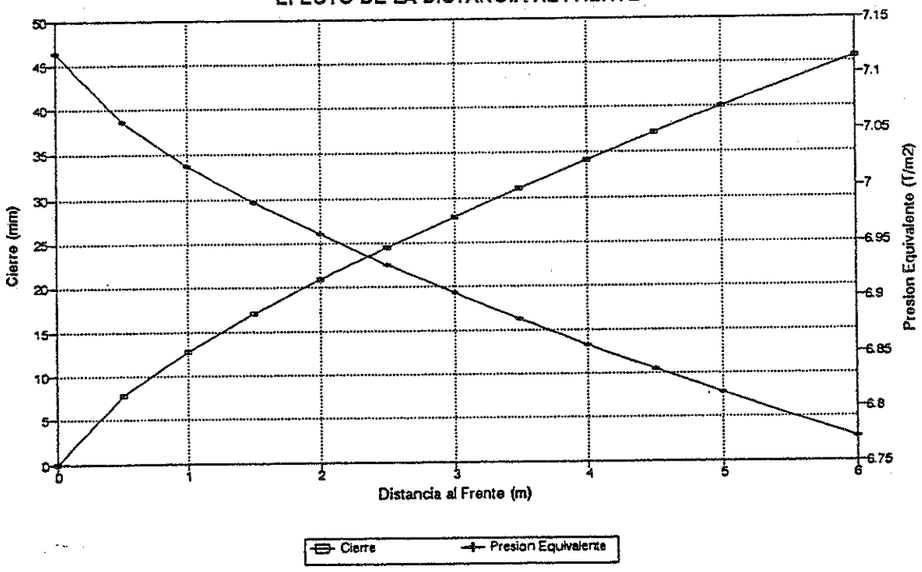
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 1100.00
TIPO DE ROCA..... L-1 PROFUND.. 100 RMR..... 40

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



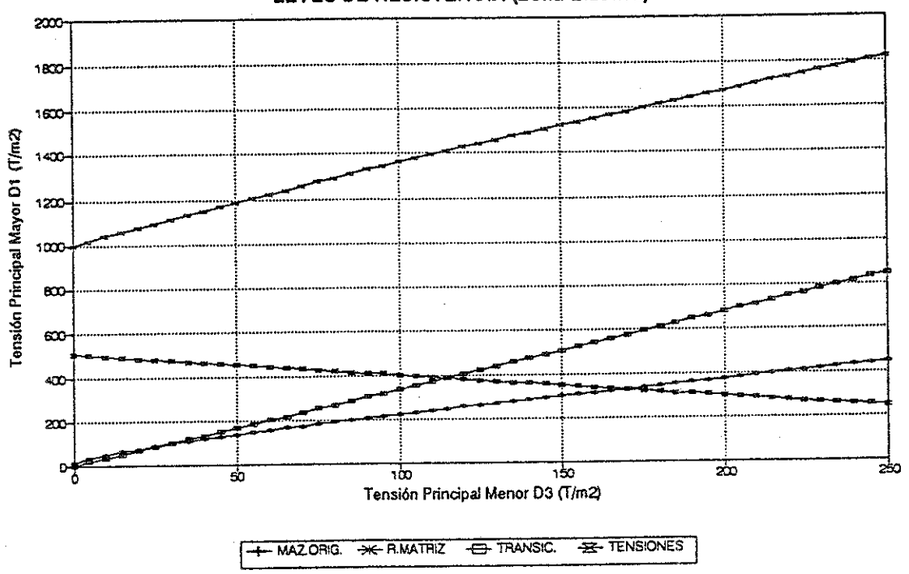




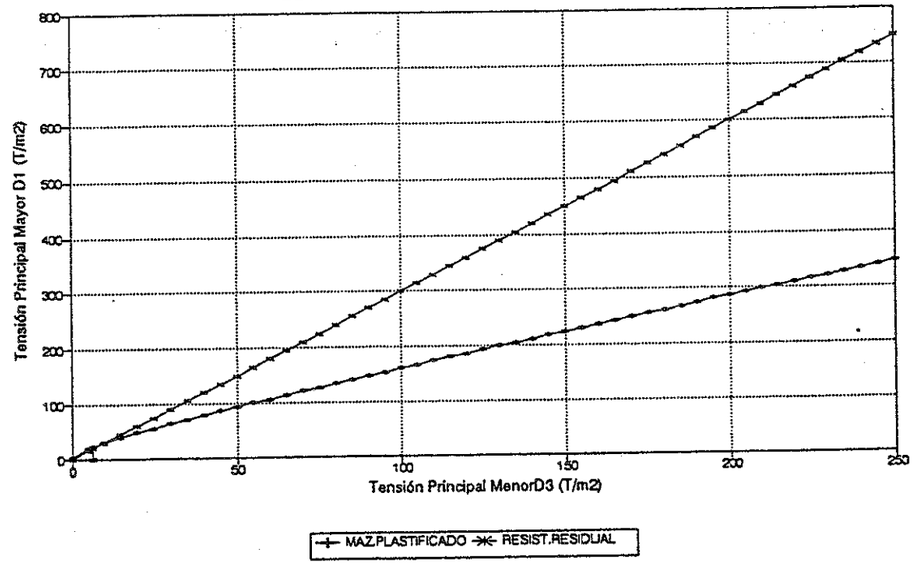

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-1 PROFUND.. 100 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



## ICYFSA

# LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.200.00 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-2 | | | | | | | |
| RMR..... | 55 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 10,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 6,008,328 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,330,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 1,000,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 1,330,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 0.70700 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00109 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 55 | 55 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.16730 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 35 | 35 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00006 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 200 | M | PROFUND. MI | 175 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 500.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 437.5 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 82.95 | T/M2 |

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 |
| P.INTERIOR FINAL..... | 40 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 6.767 | | PLASTICA | 0.01610 | 0.26% | 8.914 | 2.694 | 43.31% | 0.003 |
| 1.333 | 7.752 | | PLASTICA | 0.01461 | 0.23% | 8.776 | 2.556 | 41.10% | 0.003 |
| 2.667 | 8.786 | | PLASTICA | 0.01344 | 0.22% | 8.658 | 2.438 | 39.19% | 0.003 |
| 4.000 | 9.854 | | PLASTICA | 0.01249 | 0.20% | 8.552 | 2.332 | 37.50% | 0.003 |
| 5.333 | 10.947 | | PLASTICA | 0.01168 | 0.19% | 8.457 | 2.237 | 35.96% | 0.003 |
| 6.667 | 12.060 | 1.274 | PLASTICA | 0.01099 | 0.18% | 8.369 | 2.149 | 34.56% | 0.003 |
| 8.000 | 13.188 | 2.812 | PLASTICA | 0.01038 | 0.17% | 8.288 | 2.068 | 33.25% | 0.003 |
| 9.333 | 14.330 | 4.337 | PLASTICA | 0.00984 | 0.16% | 8.212 | 1.992 | 32.02% | 0.003 |
| 10.667 | 15.483 | 5.850 | PLASTICA | 0.00936 | 0.15% | 8.140 | 1.920 | 30.87% | 0.003 |
| 12.000 | 16.646 | 7.354 | PLASTICA | 0.00892 | 0.14% | 8.072 | 1.852 | 29.78% | 0.003 |
| 13.333 | 17.817 | 8.850 | PLASTICA | 0.00853 | 0.14% | 8.008 | 1.788 | 28.75% | 0.003 |
| 14.667 | 18.996 | 10.338 | PLASTICA | 0.00817 | 0.13% | 7.946 | 1.726 | 27.76% | 0.003 |
| 16.000 | 20.181 | 11.819 | PLASTICA | 0.00784 | 0.13% | 7.888 | 1.668 | 26.81% | 0.003 |
| 17.333 | 21.372 | 13.294 | PLASTICA | 0.00753 | 0.12% | 7.831 | 1.611 | 25.90% | 0.003 |
| 18.667 | 22.569 | 14.764 | PLASTICA | 0.00725 | 0.12% | 7.777 | 1.557 | 25.03% | 0.003 |
| 20.000 | 23.771 | 16.229 | PLASTICA | 0.00699 | 0.11% | 7.724 | 1.504 | 24.18% | 0.003 |
| 21.333 | 24.977 | 17.690 | PLASTICA | 0.00674 | 0.11% | 7.674 | 1.454 | 23.37% | 0.003 |
| 22.667 | 26.187 | 19.146 | PLASTICA | 0.00651 | 0.10% | 7.625 | 1.405 | 22.58% | 0.003 |
| 24.000 | 27.401 | 20.599 | PLASTICA | 0.00630 | 0.10% | 7.577 | 1.357 | 21.82% | 0.003 |
| 25.333 | 28.619 | 22.047 | PLASTICA | 0.00609 | 0.10% | 7.531 | 1.311 | 21.08% | 0.003 |
| 26.667 | 29.840 | 23.493 | PLASTICA | 0.00590 | 0.09% | 7.486 | 1.266 | 20.36% | 0.003 |
| 28.000 | 31.064 | 24.936 | PLASTICA | 0.00572 | 0.09% | 7.443 | 1.223 | 19.66% | 0.003 |
| 29.333 | 32.291 | 26.375 | PLASTICA | 0.00555 | 0.09% | 7.400 | 1.180 | 18.98% | 0.003 |
| 30.667 | 33.521 | 27.812 | PLASTICA | 0.00539 | 0.09% | 7.359 | 1.139 | 18.31% | 0.003 |
| 32.000 | 34.753 | 29.247 | PLASTICA | 0.00524 | 0.08% | 7.319 | 1.099 | 17.67% | 0.003 |
| 33.333 | 35.988 | 30.679 | PLASTICA | 0.00509 | 0.08% | 7.279 | 1.059 | 17.03% | 0.003 |
| 34.667 | 37.225 | 32.109 | PLASTICA | 0.00496 | 0.08% | 7.241 | 1.021 | 16.42% | 0.003 |
| 36.000 | 38.464 | 33.536 | PLASTICA | 0.00482 | 0.08% | 7.203 | 0.983 | 15.81% | 0.003 |
| 37.333 | 39.705 | 34.962 | PLASTICA | 0.00470 | 0.08% | 7.167 | 0.947 | 15.22% | 0.003 |
| 38.667 | 40.948 | 36.385 | PLASTICA | 0.00458 | 0.07% | 7.131 | 0.911 | 14.64% | 0.003 |
| 40.000 | 42.193 | 37.807 | PLASTICA | 0.00446 | 0.07% | 7.095 | 0.875 | 14.07% | 0.003 |





## ICYFSA

# RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.200.00 | | | |
| ROCA: | L-2 | \| RMR: | | 55.000 | | | |
| PROFUNDIDAD | 200.000 | M | Po..... | 500.00 | T/M2 | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 2.694 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 2.694 | | | |
| Mr..... | 0.16730 | M..... | | 0.70700 | | | |
| Sr..... | 0.00006 | S..... | | 0.00109 | | | |
| Rc..... | 10,000.000 | T/M2 | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | |
| Tt1..... | 77.663 | |
| Tr2..... | 82.950 | 82.950 |
| Tt2..... | 463.486 | |
| CONST.M | 0.042 | |
| TrMEDIA. | 41.475 | |
| TtMEDIA. | 270.574 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 189.169 | |
| RES.TAN | 109.217 | T/M2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 12.407 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| FI..... | 30.000 | ° DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 39.373 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 3.039 | 39.373 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 0.000 | \| PRES. APORTADA ROCA | 39.373 |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.016 | 2.7 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

# DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.003 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 0.92 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.005 | 37.650 | 0.005 | 40.000 | 0.000 |
| 0.500 | 0.007 | 18.006 | 0.007 | 21.976 | 2.718 |
| 1.000 | 0.009 | 12.589 | 0.009 | 17.162 | 4.076 |
| 1.500 | 0.010 | 9.605 | 0.010 | 14.554 | 5.068 |
| 2.000 | 0.011 | 7.685 | 0.011 | 12.920 | 5.846 |
| 2.500 | 0.011 | 6.334 | 0.011 | 11.781 | 6.481 |
| 3.000 | 0.012 | 5.314 | 0.012 | 10.931 | 7.022 |
| 3.500 | 0.012 | 4.564 | 0.012 | 10.314 | 7.461 |
| 4.000 | 0.013 | 3.931 | 0.013 | 9.798 | 7.863 |
| 4.500 | 0.013 | 3.458 | 0.013 | 9.416 | 8.186 |
| 5.000 | 0.013 | 3.043 | 0.013 | 9.084 | 8.486 |
| 6.000 | 0.014 | 2.409 | 0.014 | 8.583 | 8.981 |

**ICYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.200.00
ROCA: L-2 / RMR: 55 /PROFUND 200.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 54.163 | 365.046 | 221.354 | 25.696 | 10.000 |
| 2.500 | 73.979 | 434.257 | 255.960 | 37.141 | 10.000 |
| 3.000 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 47.114 | 10.000 |
| 3.500 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |
| 4.000 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |
| 4.500 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |
| 5.000 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |
| 5.500 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |
| 6.000 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |
| 6.500 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |
| 7.500 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 82.950 | 463.486 | 270.574 | 10.000 | 10.000 |





**ICYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:220 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:55 PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 1.333 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

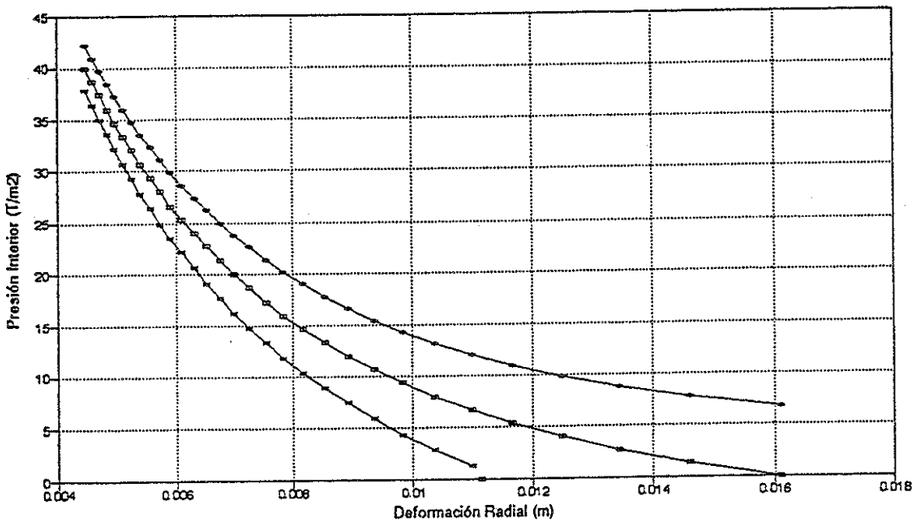
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.016 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 | metros | CIERRE>> | 0.005 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 6.334 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.08% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | ERR | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.011 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.007) | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.005 | metros | >> Pi Sost = | 0.000 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 39.373 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 39.373 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m |

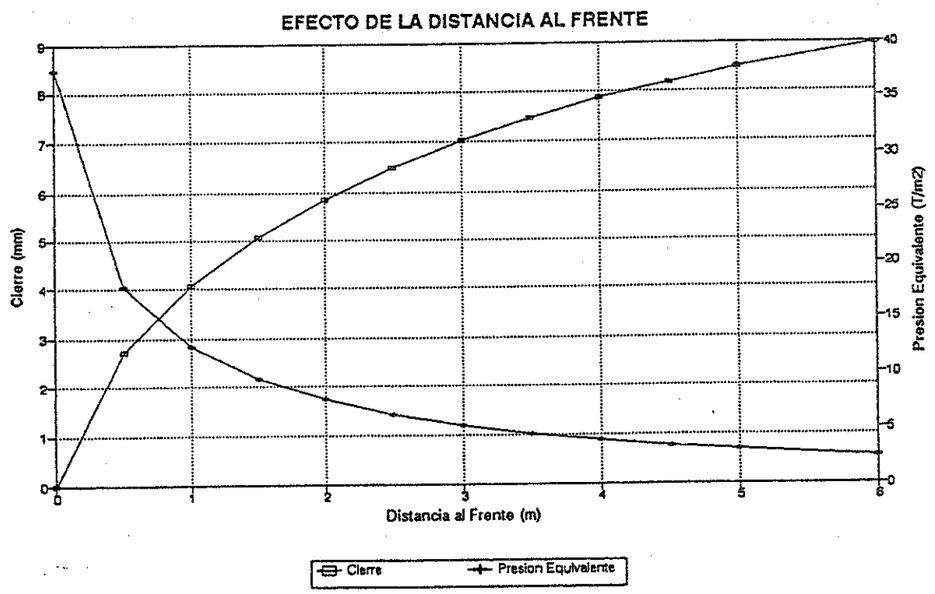
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 2200.00
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 200 RMR..... 55

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



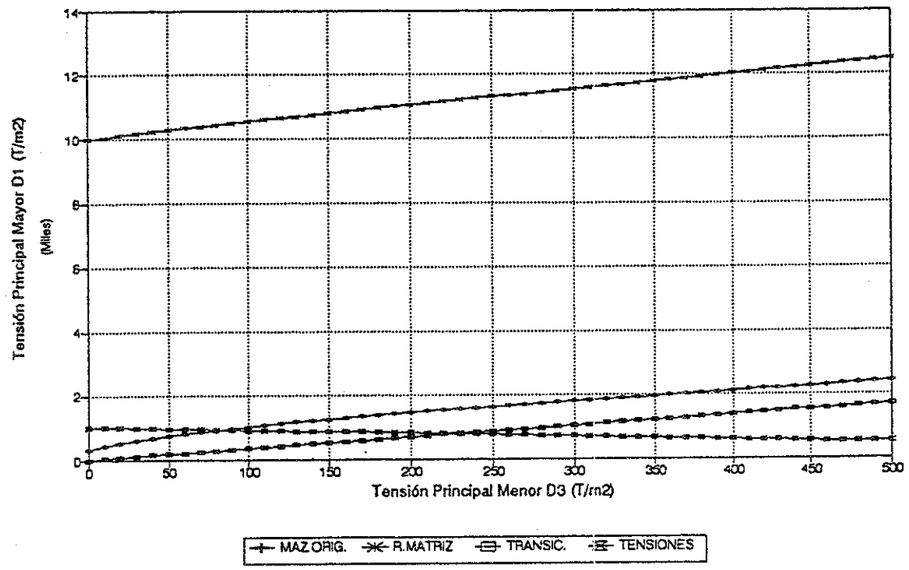




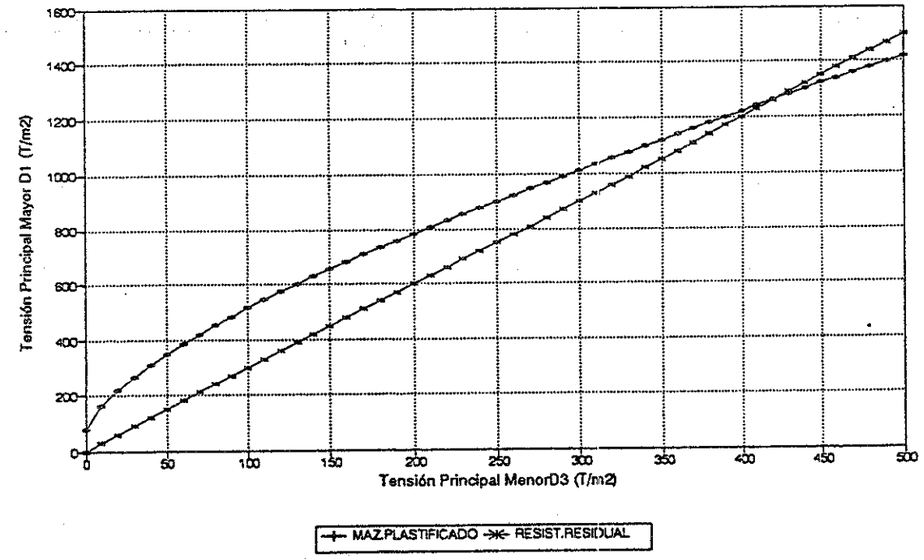

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 200 RMR..... 55

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.200.01 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-2 | | | | | | | | |
| RMR..... | 55 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248.529 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,330,000 | T/M2 | Em (H&B) = | 1,000,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 1,330,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.70700 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00109 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 55 | 55 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.16730 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 35 | 35 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00006 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 200 | M | PROFUND. Mi | 175 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 500.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 437.5 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 139.41 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 70 | T/M2 | \| PI FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA. (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.04895 | 0.79% | 12.795 | 6.575 | 105.71% | 0.004 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 0.04339 | 0.70% | 12.209 | 5.989 | 96.29% | 0.004 |
| 4.667 | 18.689 | | PLASTICA | 0.03971 | 0.64% | 11.793 | 5.573 | 89.60% | 0.004 |
| 7.000 | 20.178 | | PLASTICA | 0.03690 | 0.59% | 11.458 | 5.238 | 84.21% | 0.004 |
| 9.333 | 21.793 | | PLASTICA | 0.03461 | 0.56% | 11.173 | 4.953 | 79.63% | 0.004 |
| 11.667 | 23.494 | | PLASTICA | 0.03267 | 0.53% | 10.922 | 4.702 | 75.59% | 0.004 |
| 14.000 | 25.261 | 2.739 | PLASTICA | 0.03064 | 0.49% | 10.697 | 4.477 | 71.98% | 0.003 |
| 16.333 | 27.082 | 5.585 | PLASTICA | 0.02720 | 0.44% | 10.496 | 4.276 | 68.74% | 0.003 |
| 18.667 | 28.942 | 8.391 | PLASTICA | 0.02438 | 0.39% | 10.309 | 4.089 | 65.74% | 0.003 |
| 21.000 | 30.836 | 11.164 | PLASTICA | 0.02203 | 0.35% | 10.136 | 3.916 | 62.95% | 0.003 |
| 23.333 | 32.758 | 13.908 | PLASTICA | 0.02005 | 0.32% | 9.973 | 3.753 | 60.34% | 0.003 |
| 25.667 | 34.705 | 16.628 | PLASTICA | 0.01834 | 0.29% | 9.820 | 3.600 | 57.88% | 0.003 |
| 28.000 | 36.673 | 19.327 | PLASTICA | 0.01687 | 0.27% | 9.675 | 3.455 | 55.55% | 0.003 |
| 30.333 | 38.660 | 22.007 | PLASTICA | 0.01557 | 0.25% | 9.538 | 3.318 | 53.35% | 0.003 |
| 32.667 | 40.664 | 24.670 | PLASTICA | 0.01443 | 0.23% | 9.407 | 3.187 | 51.25% | 0.003 |
| 35.000 | 42.683 | 27.317 | PLASTICA | 0.01342 | 0.22% | 9.283 | 3.063 | 49.24% | 0.003 |
| 37.333 | 44.715 | 29.951 | PLASTICA | 0.01252 | 0.20% | 9.163 | 2.943 | 47.32% | 0.003 |
| 39.667 | 46.760 | 32.573 | PLASTICA | 0.01171 | 0.19% | 9.049 | 2.829 | 45.48% | 0.003 |
| 42.000 | 48.817 | 35.183 | PLASTICA | 0.01098 | 0.18% | 8.939 | 2.719 | 43.71% | 0.003 |
| 44.333 | 50.884 | 37.783 | PLASTICA | 0.01032 | 0.17% | 8.833 | 2.613 | 42.00% | 0.003 |
| 46.667 | 52.960 | 40.373 | PLASTICA | 0.00972 | 0.16% | 8.731 | 2.511 | 40.36% | 0.003 |
| 49.000 | 55.046 | 42.954 | PLASTICA | 0.00917 | 0.15% | 8.632 | 2.412 | 38.78% | 0.003 |
| 51.333 | 57.139 | 45.527 | PLASTICA | 0.00867 | 0.14% | 8.537 | 2.317 | 37.24% | 0.003 |
| 53.667 | 59.241 | 48.093 | PLASTICA | 0.00820 | 0.13% | 8.444 | 2.224 | 35.76% | 0.003 |
| 56.000 | 61.349 | 50.651 | PLASTICA | 0.00778 | 0.13% | 8.355 | 2.135 | 34.32% | 0.003 |
| 58.333 | 63.465 | 53.202 | PLASTICA | 0.00738 | 0.12% | 8.268 | 2.048 | 32.92% | 0.003 |
| 60.667 | 65.587 | 55.747 | PLASTICA | 0.00702 | 0.11% | 8.184 | 1.964 | 31.57% | 0.003 |
| 63.000 | 67.714 | 58.286 | PLASTICA | 0.00668 | 0.11% | 8.102 | 1.882 | 30.25% | 0.003 |
| 65.333 | 69.848 | 60.819 | PLASTICA | 0.00637 | 0.10% | 8.022 | 1.802 | 28.97% | 0.003 |
| 67.667 | 71.987 | 63.347 | PLASTICA | 0.00608 | 0.10% | 7.945 | 1.725 | 27.73% | 0.003 |
| 70.000 | 74.131 | 65.869 | PLASTICA | 0.00580 | 0.09% | 7.869 | 1.649 | 26.51% | 0.003 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.200.01 | | | | | |
| ROCA: | L-2 | \| RMR: | 55.000 | | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 200.000 | M | Po..... | 500.00 | T/M2 | | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 | | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 6.575 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | | |
| Mr..... | 0.16730 | M..... | 0.70700 | | | | | | |
| Sr..... | 0.00006 | S..... | 0.00109 | | | | | | |
| Rc..... | 5,000.000 | T/M2 | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | | | | |
| Tt1..... | 38.831 | | | | |
| Tr2..... | 120.836 | 139.405 | | | |
| Tt2..... | 441.130 | | | | |
| CONST.M | 0.072 | | | | |
| TrMEDIA.. | 60.418 | | | | |
| TtMEDIA.. | 239.981 | | | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | | | |
| TENS.NO | 187.139 | | | | |
| RES.TAN | 108.045 | T/M2 | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | | | | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°) | | | | |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | | | | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | | | | |
| PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA | | | | | | |
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | | | | |
| Fi..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 | | |

| RESIST. ARCO ROCA>> RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 12.418 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 12.418 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 12.418

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.049 | 6.6 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 2.510 | 2.510 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

DEFORMACION ELAST. 0.003 m

RAZON DE HOMOTECIA 2.80

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.014 | 33.218 | 0.014 | 41.140 | 0.000 |
| 0.500 | 0.018 | 25.776 | 0.018 | 34.796 | 4.084 |
| 1.000 | 0.021 | 22.715 | 0.021 | 32.245 | 6.358 |
| 1.500 | 0.022 | 20.636 | 0.022 | 30.539 | 8.189 |
| 2.000 | 0.024 | 19.097 | 0.024 | 29.289 | 9.732 |
| 2.500 | 0.025 | 17.903 | 0.025 | 28.329 | 11.059 |
| 3.000 | 0.027 | 16.902 | 0.026 | 27.532 | 12.274 |
| 3.500 | 0.028 | 16.059 | 0.028 | 26.865 | 13.380 |
| 4.000 | 0.029 | 15.383 | 0.029 | 26.335 | 14.325 |
| 4.500 | 0.030 | 14.763 | 0.029 | 25.851 | 15.245 |
| 5.000 | 0.030 | 14.189 | 0.030 | 25.407 | 16.143 |
| 6.000 | 0.032 | 12.579 | 0.032 | 24.178 | 17.802 |

## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.200.01
ROCA: L-2 / RMR: 55 /PROFUND 200.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | T12 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 27.082 | 182.523 | 110.677 | 12.848 | 10.000 |
| 2.500 | 36.989 | 217.128 | 127.980 | 18.570 | 10.000 |
| 3.000 | 47.683 | 251.143 | 144.987 | 25.246 | 10.000 |
| 3.500 | 59.011 | 284.559 | 161.695 | 32.848 | 10.000 |
| 4.000 | 70.851 | 317.379 | 178.105 | 41.350 | 10.000 |
| 4.500 | 83.104 | 349.609 | 194.220 | 50.728 | 10.000 |
| 5.000 | 95.687 | 381.260 | 210.046 | 60.957 | 10.000 |
| 5.500 | 108.536 | 412.343 | 225.587 | 72.014 | 10.000 |
| 6.000 | 121.593 | 442.874 | 240.853 | 83.877 | 10.000 |
| 6.500 | 134.813 | 472.867 | 255.849 | 96.524 | 10.000 |
| 7.500 | 139.405 | 483.094 | 260.963 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 139.405 | 483.094 | 260.963 | 10.000 | 10.000 |





## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:220 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:55 PROF.= 200.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | | |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.049 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.027 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 20.636 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.43% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 2.510 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 0.000 | 5.000 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.992 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.022 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.007 | metros | Sost.sin sol> | 2.500 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.032 | metros | >> Pi Sost.= | 0.000 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.010 | metros | >> Pi Roca = | 12.418 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.16% | | Total Sost. = | 12.418 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:220 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:55 PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.696 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.049 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.027 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 20.636 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.43% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 2.510 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 15.908 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.022 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.010 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.010 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 12.418 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 46.636 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

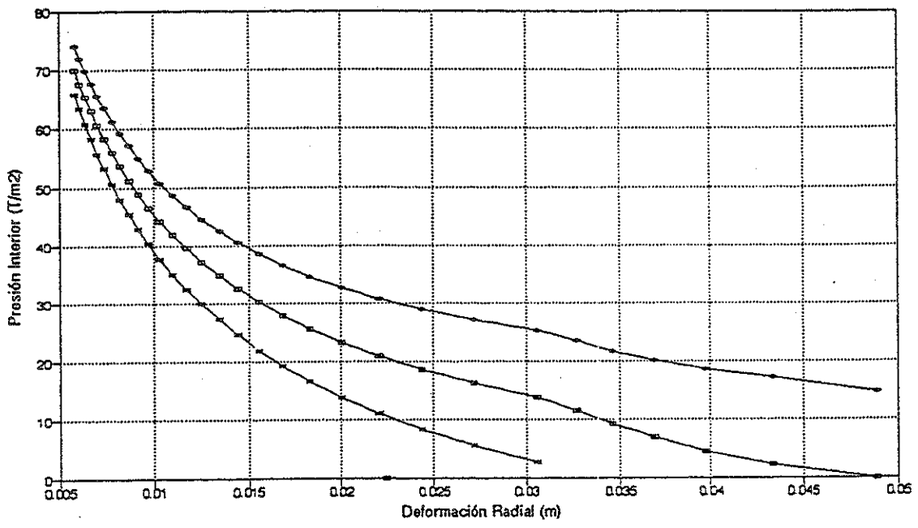




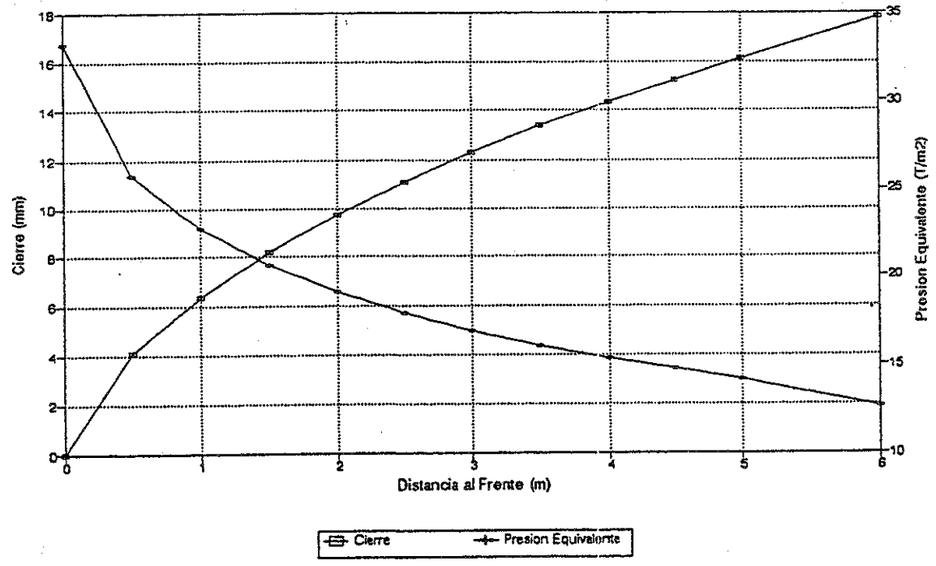
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 2200.01
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 200 RMR ..... 55

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



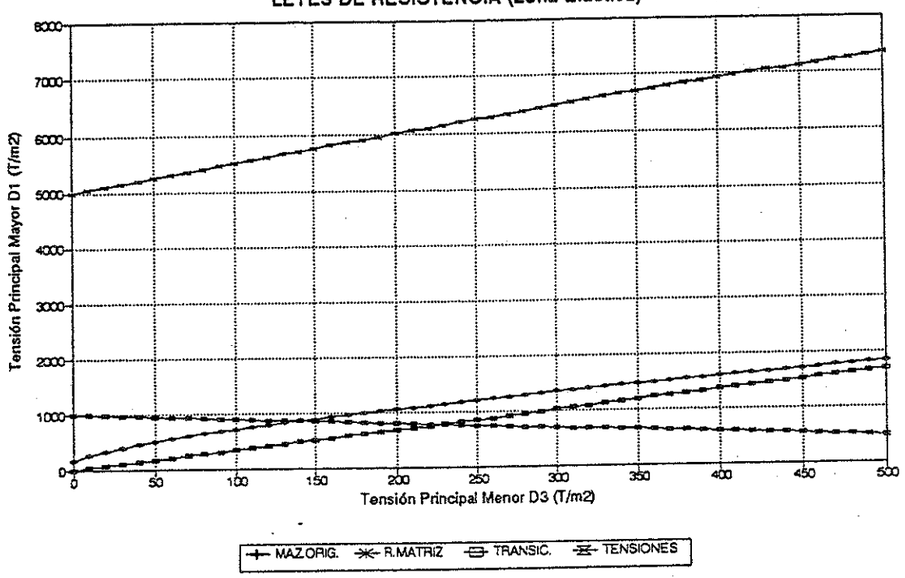

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



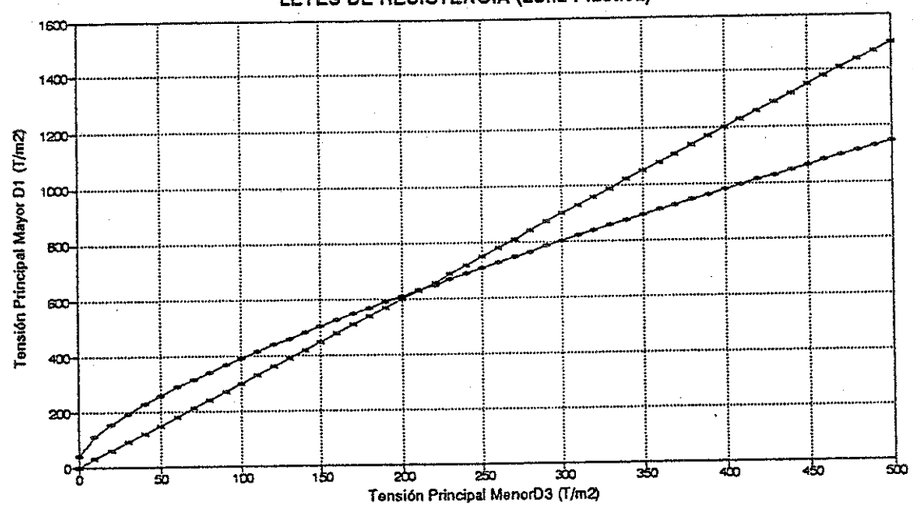
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 200 RMR..... 55

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.200.12 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-2 | | | | | | | |
| RMR..... | 45 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248.529 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 750,000 | T/M2 | Em (H&B) = | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 750,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 0.34392 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00026 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 45 | 45 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.08139 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 25 | 25 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 200 | M | PROFUND. MI | 175 | M | | LG.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 500.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 437.5 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 202.35 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 80 | T/M2 | \| PI FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.19966 | 3.21% | 22.567 | 16.347 | 262.81% | 0.011 |
| 2.667 | 17.595 | | PLASTICA | 0.15773 | 2.54% | 20.686 | 14.466 | 232.57% | 0.010 |
| 5.333 | 20.261 | | PLASTICA | 0.13551 | 2.18% | 19.544 | 13.324 | 214.20% | 0.009 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.12003 | 1.93% | 18.669 | 12.449 | 200.14% | 0.009 |
| 10.667 | 25.595 | | PLASTICA | 0.10817 | 1.74% | 17.945 | 11.725 | 188.51% | 0.009 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.09852 | 1.59% | 17.322 | 11.102 | 178.49% | 0.008 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.09067 | 1.46% | 16.772 | 10.552 | 169.65% | 0.008 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.08391 | 1.35% | 16.278 | 10.058 | 161.70% | 0.008 |
| 21.333 | 36.261 | 6.405 | PLASTICA | 0.07806 | 1.26% | 15.828 | 9.608 | 154.48% | 0.008 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.07294 | 1.17% | 15.416 | 9.196 | 147.84% | 0.007 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.06839 | 1.10% | 15.034 | 8.814 | 141.70% | 0.007 |
| 29.333 | 44.261 | 14.405 | PLASTICA | 0.06434 | 1.03% | 14.678 | 8.458 | 135.98% | 0.007 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.06068 | 0.98% | 14.345 | 8.125 | 130.62% | 0.007 |
| 34.667 | 49.595 | 19.739 | PLASTICA | 0.05738 | 0.92% | 14.032 | 7.812 | 125.59% | 0.007 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.05437 | 0.87% | 13.736 | 7.516 | 120.84% | 0.007 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.05161 | 0.83% | 13.456 | 7.236 | 116.34% | 0.006 |
| 42.667 | 57.595 | 27.739 | PLASTICA | 0.04909 | 0.79% | 13.191 | 6.971 | 112.07% | 0.006 |
| 45.333 | 60.261 | 30.405 | PLASTICA | 0.04675 | 0.75% | 12.938 | 6.718 | 108.00% | 0.006 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.04460 | 0.72% | 12.696 | 6.476 | 104.12% | 0.006 |
| 50.667 | 65.595 | 35.739 | PLASTICA | 0.04260 | 0.68% | 12.466 | 6.246 | 100.41% | 0.006 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.04074 | 0.65% | 12.245 | 6.025 | 96.86% | 0.006 |
| 56.000 | 70.616 | 41.384 | PLASTICA | 0.03901 | 0.63% | 12.033 | 5.813 | 93.46% | 0.006 |
| 58.667 | 72.769 | 44.564 | PLASTICA | 0.03739 | 0.60% | 11.829 | 5.609 | 90.18% | 0.006 |
| 61.333 | 74.943 | 47.724 | PLASTICA | 0.03587 | 0.58% | 11.633 | 5.413 | 87.03% | 0.006 |
| 64.000 | 77.134 | 50.866 | PLASTICA | 0.03444 | 0.55% | 11.445 | 5.225 | 84.00% | 0.005 |
| 66.667 | 79.343 | 53.991 | PLASTICA | 0.03311 | 0.53% | 11.263 | 5.043 | 81.07% | 0.005 |
| 69.333 | 81.567 | 57.100 | PLASTICA | 0.03185 | 0.51% | 11.087 | 4.867 | 78.25% | 0.005 |
| 72.000 | 83.806 | 60.194 | PLASTICA | 0.03066 | 0.49% | 10.917 | 4.697 | 75.52% | 0.005 |
| 74.667 | 86.060 | 63.274 | PLASTICA | 0.02954 | 0.47% | 10.753 | 4.533 | 72.87% | 0.005 |
| 77.333 | 88.328 | 66.339 | PLASTICA | 0.02760 | 0.44% | 10.595 | 4.375 | 70.34% | 0.005 |
| 80.000 | 90.608 | 69.392 | PLASTICA | 0.02574 | 0.41% | 10.442 | 4.222 | 67.88% | 0.005 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.200.12
ROCA: L-2 | RMR: 45.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 200.000 | M | Po..... | 500.00 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 4.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 13.849 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.08139 | M..... | | 0.34392 | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | | 0.00026 | |
| Rc..... | 5,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 4.000 | | |
| Tt1..... | 48.519 | | |
| Tr2..... | 80.028 | 202.350 | |
| Tt2..... | 261.467 | | |
| CONST.M | 0.060 | | |
| TrMEDIA.. | 42.014 | | |
| TtMEDIA.. | 154.993 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 123.316 | | |
| RES.TAN | 71.197 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 8.183 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 8.183 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 4.000 | PRES. APORTADA ROCA 8.183

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.145 | 13.8 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 10.745 | 10.745 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.005 m
RAZON DE HOMOTECIA 6.45

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.058 | 34.244 | 0.058 | 49.172 | 0.000 |
| 0.500 | 0.067 | 27.293 | 0.067 | 42.221 | 9.519 |
| 1.000 | 0.073 | 23.931 | 0.073 | 38.859 | 15.180 |
| 1.500 | 0.078 | 21.531 | 0.078 | 36.459 | 19.781 |
| 2.000 | 0.082 | 19.673 | 0.082 | 34.601 | 23.730 |
| 2.500 | 0.085 | 18.113 | 0.085 | 33.041 | 27.353 |
| 3.000 | 0.089 | 16.813 | 0.089 | 31.741 | 30.621 |
| 3.500 | 0.092 | 15.669 | 0.092 | 30.597 | 33.708 |
| 4.000 | 0.094 | 14.716 | 0.094 | 29.644 | 36.450 |
| 4.500 | 0.097 | 13.821 | 0.097 | 28.749 | 39.179 |
| 5.000 | 0.100 | 13.038 | 0.100 | 27.966 | 41.708 |
| 6.000 | 0.104 | 11.742 | 0.104 | 26.670 | 46.208 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.200.12
ROCA: L-2 / RMR: 45 /PROFUND 200.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE = | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 4.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 24.319 | 125.564 | 87.042 | 10.135 | 10.000 |
| 2.500 | 30.653 | 143.912 | 96.215 | 13.993 | 10.000 |
| 3.000 | 37.284 | 161.887 | 105.203 | 18.350 | 10.000 |
| 3.500 | 44.148 | 179.496 | 114.008 | 23.192 | 10.000 |
| 4.000 | 51.193 | 196.747 | 122.633 | 28.503 | 10.000 |
| 4.500 | 58.377 | 213.650 | 131.084 | 34.269 | 10.000 |
| 5.000 | 65.667 | 230.215 | 139.367 | 40.477 | 10.000 |
| 5.500 | 73.035 | 246.453 | 147.486 | 47.113 | 10.000 |
| 6.000 | 80.457 | 262.375 | 155.447 | 54.166 | 10.000 |
| 6.500 | 87.916 | 277.993 | 163.256 | 61.623 | 10.000 |
| 7.500 | 102.883 | 308.359 | 178.439 | 77.708 | 10.000 |
| 8.000 | 110.369 | 323.127 | 185.823 | 86.315 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:220 | ROCA:L-2 | ROCA:L-2 | RMR:45 | PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | |
|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 7.500 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 4.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.145 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.531 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 10.745 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 7.851 | 13.203 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.229 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.078 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.018 | metros | Sost.sin sol> | 6.250 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.091 | metros | >> Pi Sost.= | 7.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.013 | metros | >> Pi Roca = | 8.183 | T/m2 | Compres.hastiales = | 407.610 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.21% | | Total Sost. = | 16.035 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.170 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:220 | ROCA:L-2 | ROCA:L-2 | RMR:45 | PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

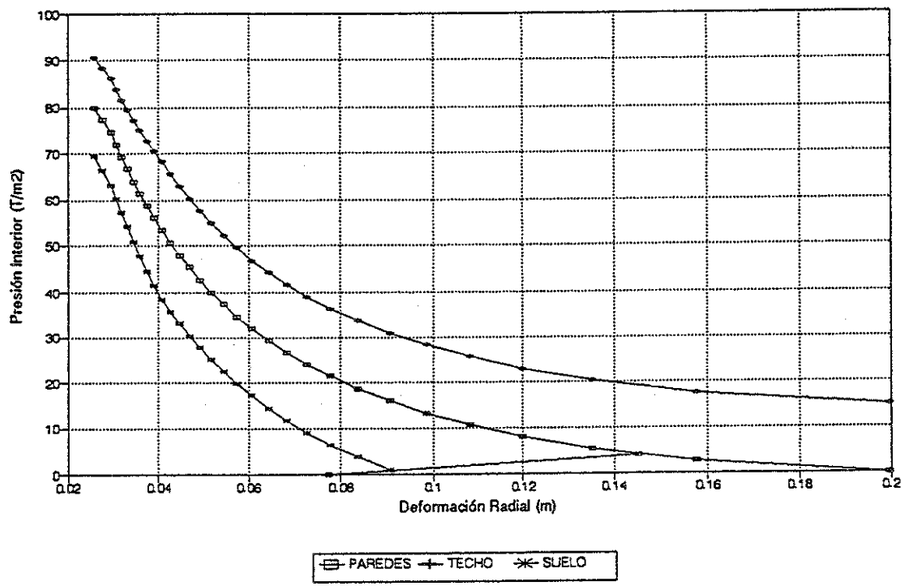
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 4.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.145 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.531 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 10.745 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 3.715 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.078 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.034 | metros | Sost.sin sol> | 1.672 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.049 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.183 | T/m2 | Compres.hastiales = | 58.230 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 42.401 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.189 T x m |

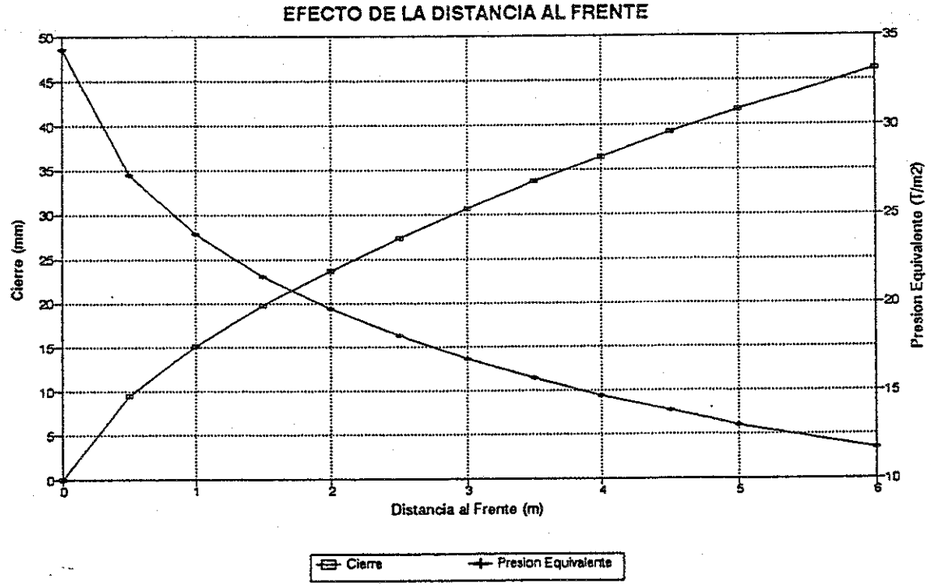
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 2200.12
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 200 RMR..... 45

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



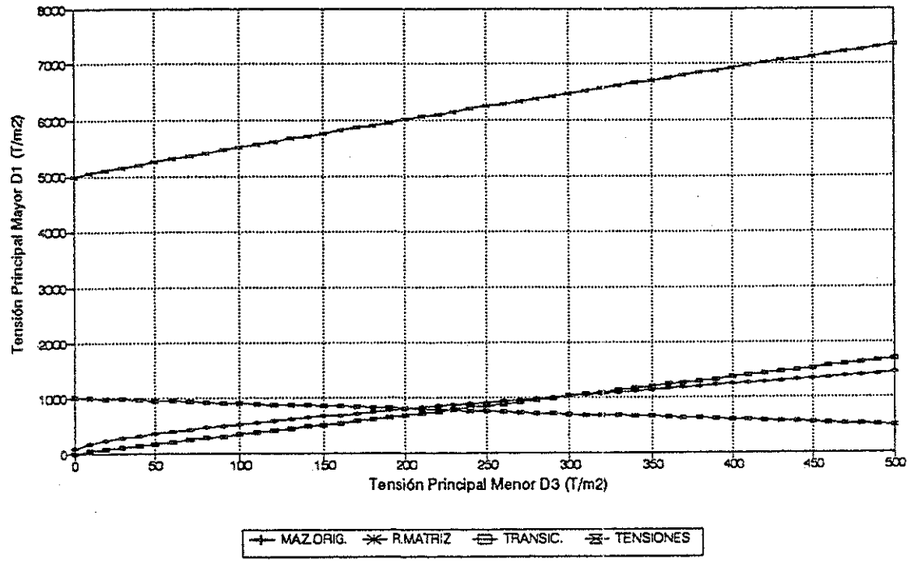




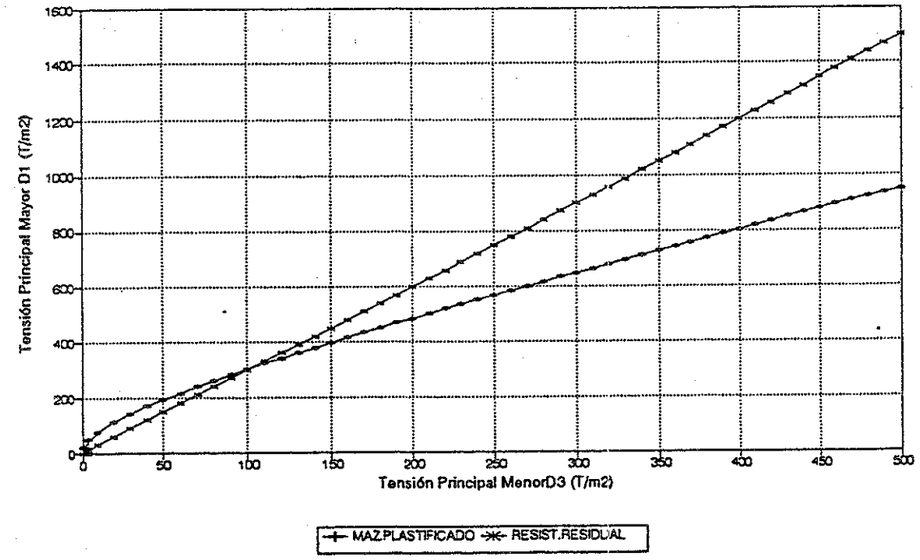

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 200 RMR..... 45

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:220 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005800 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 5.703 | 0.000 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.006 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | | (0) T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 4.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.145 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.531 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 10.745 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.461 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.078 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.021 | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.107 | metros | >> Pi Sost = | 2.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.029 | metros | >> Pi Roca = | 8.183 | T/m2 | Compres.hastiales = | 407.610 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.47% | | Total Sost. = | 11.035 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.170 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2,150.12 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-2 | | | | | | | |
| RMR | 45 | | Fl transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fl básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248.529 | | | | |
| MODULO ELAST. | 750,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 750,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 0.34392 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00026 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 45 | 45 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.08139 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 25 | 25 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 150 | M | PROFUND. MI | 125 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 375.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 312.5 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 132.76 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 100 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.09919 | 1.59% | 17.561 | 11.341 | 182.33% | 0.007 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 0.07496 | 1.21% | 15.782 | 9.562 | 153.73% | 0.006 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.06301 | 1.01% | 14.760 | 8.540 | 137.29% | 0.006 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.05493 | 0.88% | 13.992 | 7.772 | 124.96% | 0.005 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.04887 | 0.79% | 13.366 | 7.146 | 114.89% | 0.005 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 0.04406 | 0.71% | 12.832 | 6.612 | 106.31% | 0.005 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.04011 | 0.64% | 12.365 | 6.145 | 98.79% | 0.005 |
| 23.333 | 37.734 | 8.933 | PLASTICA | 0.03679 | 0.59% | 11.948 | 5.728 | 92.09% | 0.005 |
| 26.667 | 40.119 | 13.215 | PLASTICA | 0.03394 | 0.55% | 11.571 | 5.351 | 86.03% | 0.004 |
| 30.000 | 42.586 | 17.414 | PLASTICA | 0.03147 | 0.51% | 11.227 | 5.007 | 80.50% | 0.004 |
| 33.333 | 45.122 | 21.545 | PLASTICA | 0.02931 | 0.47% | 10.910 | 4.690 | 75.41% | 0.004 |
| 36.667 | 47.718 | 25.615 | PLASTICA | 0.02654 | 0.43% | 10.618 | 4.398 | 70.71% | 0.004 |
| 40.000 | 50.366 | 29.634 | PLASTICA | 0.02318 | 0.37% | 10.347 | 4.127 | 66.35% | 0.004 |
| 43.333 | 53.056 | 33.610 | PLASTICA | 0.02039 | 0.33% | 10.093 | 3.873 | 62.26% | 0.004 |
| 46.667 | 55.785 | 37.548 | PLASTICA | 0.01807 | 0.29% | 9.853 | 3.633 | 58.41% | 0.004 |
| 50.000 | 58.548 | 41.452 | PLASTICA | 0.01610 | 0.26% | 9.627 | 3.407 | 54.77% | 0.004 |
| 53.333 | 61.341 | 45.326 | PLASTICA | 0.01442 | 0.23% | 9.412 | 3.192 | 51.32% | 0.004 |
| 56.667 | 64.162 | 49.172 | PLASTICA | 0.01298 | 0.21% | 9.209 | 2.989 | 48.05% | 0.004 |
| 60.000 | 67.007 | 52.993 | PLASTICA | 0.01174 | 0.19% | 9.015 | 2.795 | 44.93% | 0.003 |
| 63.333 | 69.876 | 56.791 | PLASTICA | 0.01065 | 0.17% | 8.830 | 2.610 | 41.96% | 0.003 |
| 66.667 | 72.765 | 60.568 | PLASTICA | 0.00970 | 0.16% | 8.653 | 2.433 | 39.12% | 0.003 |
| 70.000 | 75.674 | 64.326 | PLASTICA | 0.00886 | 0.14% | 8.484 | 2.264 | 36.40% | 0.003 |
| 73.333 | 78.601 | 68.066 | PLASTICA | 0.00812 | 0.13% | 8.322 | 2.102 | 33.80% | 0.003 |
| 76.667 | 81.544 | 71.790 | PLASTICA | 0.00747 | 0.12% | 8.167 | 1.947 | 31.29% | 0.003 |
| 80.000 | 84.502 | 75.498 | PLASTICA | 0.00688 | 0.11% | 8.017 | 1.797 | 28.89% | 0.003 |
| 83.333 | 87.475 | 79.192 | PLASTICA | 0.00635 | 0.10% | 7.873 | 1.653 | 26.58% | 0.003 |
| 86.667 | 90.461 | 82.873 | PLASTICA | 0.00588 | 0.09% | 7.735 | 1.515 | 24.35% | 0.003 |
| 90.000 | 93.459 | 86.541 | PLASTICA | 0.00546 | 0.09% | 7.601 | 1.381 | 22.20% | 0.003 |
| 93.333 | 96.469 | 90.196 | PLASTICA | 0.00507 | 0.08% | 7.472 | 1.252 | 20.13% | 0.003 |
| 96.667 | 99.490 | 93.844 | PLASTICA | 0.00472 | 0.08% | 7.347 | 1.127 | 18.13% | 0.003 |
| 100.000 | 102.521 | 97.479 | PLASTICA | 0.00441 | 0.07% | 7.227 | 1.007 | 16.19% | 0.003 |

## iCYFSA

### RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.150.12
ROCA: L-2 | RMR: 45.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 150.000 | M | Po..... | 375.00 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 4.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 9.326 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.08139 | M..... | | 0.34392 | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | | 0.00026 | |
| Rc..... | 5.000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tn1..... | 4.000 | | |
| Tt1..... | 48.519 | | |
| Tr2..... | 80.028 | 132.762 | |
| Tt2..... | 261.467 | | |
| CONST.M | 0.048 | | |
| TrMEDIA.. | 42.014 | | |
| TtMEDIA.. | 154.993 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 123.316 | | |
| RES.TAN | 71.197 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 8.183 | 8.183 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 4.000 | PRES. APORTADA ROCA 8.183

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.072 | 9.3 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 10.745 | 10.745 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

### DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.004 m
RAZON DE HOMOTECIA 4.27

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.029 | 33.987 | 0.029 | 45.626 | 0.000 |
| 0.500 | 0.035 | 25.410 | 0.035 | 39.209 | 6.055 |
| 1.000 | 0.039 | 21.479 | 0.039 | 36.450 | 9.655 |
| 1.500 | 0.042 | 18.772 | 0.041 | 33.700 | 12.567 |
| 2.000 | 0.044 | 16.648 | 0.044 | 31.576 | 15.168 |
| 2.500 | 0.046 | 15.097 | 0.046 | 30.025 | 17.283 |
| 3.000 | 0.048 | 13.694 | 0.048 | 28.622 | 19.382 |
| 3.500 | 0.050 | 12.601 | 0.050 | 27.529 | 21.160 |
| 4.000 | 0.052 | 11.661 | 0.052 | 26.589 | 22.805 |
| 4.500 | 0.054 | 10.786 | 0.053 | 25.714 | 24.445 |
| 5.000 | 0.055 | 9.976 | 0.055 | 24.904 | 26.069 |
| 6.000 | 0.058 | 8.856 | 0.057 | 23.784 | 28.508 |





## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.150.12
ROCA: L-2 / RMR: 45 /PROFUND 150.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 4.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 24.319 | 125.564 | 87.042 | 10.135 | 10.000 |
| 2.500 | 30.653 | 143.912 | 96.215 | 13.993 | 10.000 |
| 3.000 | 37.284 | 161.887 | 105.203 | 18.350 | 10.000 |
| 3.500 | 44.148 | 179.496 | 114.008 | 23.192 | 10.000 |
| 4.000 | 51.193 | 196.747 | 122.633 | 28.503 | 10.000 |
| 4.500 | 58.377 | 213.650 | 131.064 | 34.269 | 10.000 |
| 5.000 | 65.667 | 230.215 | 139.367 | 40.477 | 10.000 |
| 5.500 | 73.035 | 246.453 | 147.486 | 47.113 | 10.000 |
| 6.000 | 80.457 | 262.375 | 155.447 | 54.166 | 10.000 |
| 6.500 | 87.916 | 277.993 | 163.256 | 61.623 | 10.000 |
| 7.500 | 102.883 | 308.359 | 178.439 | 77.708 | 10.000 |
| 8.000 | 110.369 | 323.127 | 185.823 | 86.315 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:215 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 150.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 3.422 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 3.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 1.711 | 3.422 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 7.500 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.099 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.058 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.772 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.93% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.892 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 1.711 | 10.922 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.228 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.041 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.014 | metros | Sost.sin sol> | 3.750 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.060 | metros | >> Pi Sost.= | 1.711 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.019 | metros | >> Pi Roca = | 6.036 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.30% | | Total Sost. = | 7.747 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:215 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 150.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

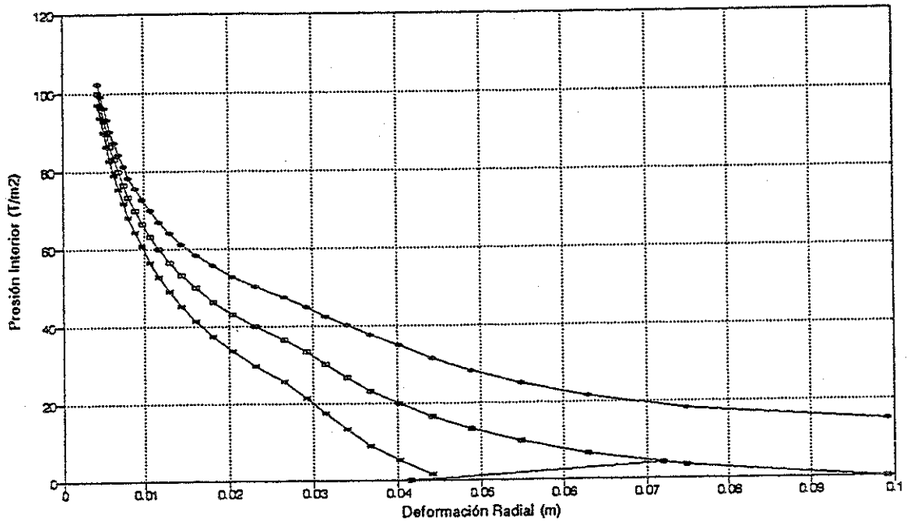
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.099 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.058 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.772 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.93% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.892 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 4.490 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.041 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.023 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.023 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.036 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 40.254 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m |

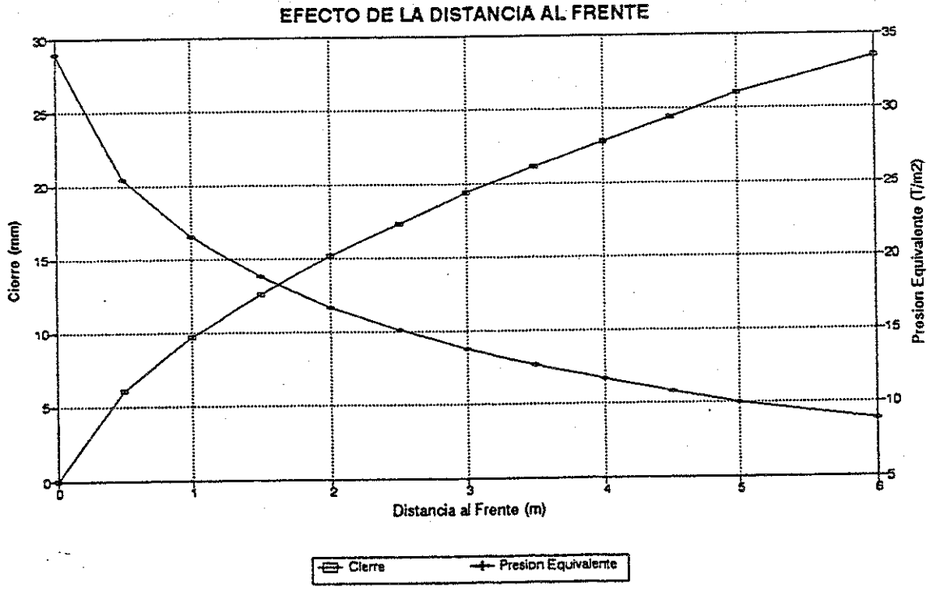
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 2150.12
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 150 RMR..... 45

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



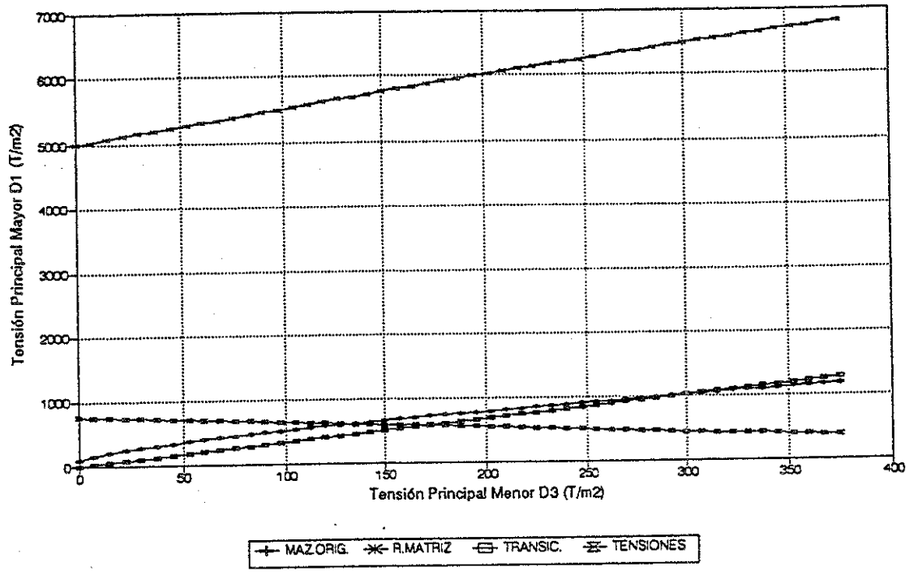




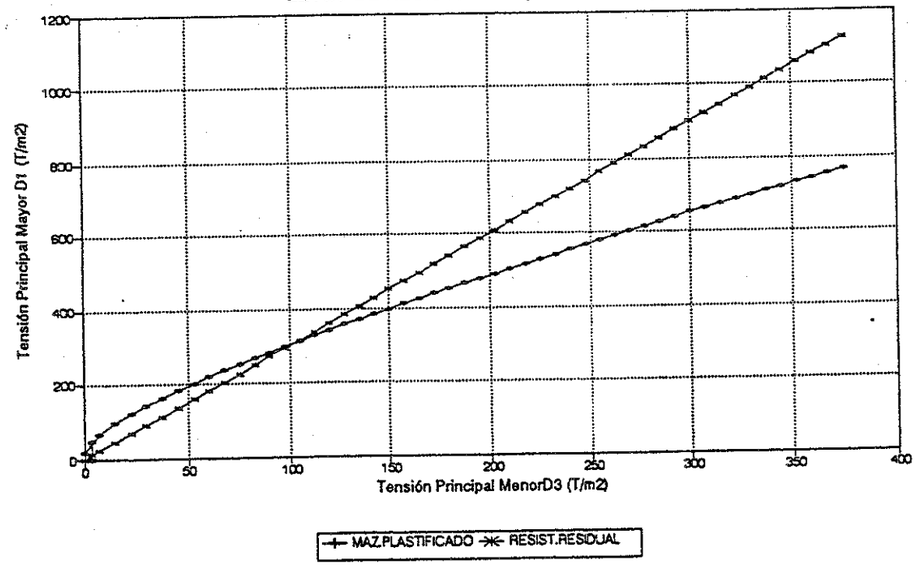

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 150 RMR..... 45

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:215 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 150.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 AREA >> 0.0026650 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 1.333 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

PRESION I.CALCULO >> 0.000 T/m2 DEFORMACIO 0.099 m
DISTANCIA SOSTEN.>>> 1.500 metros CIERRE>> 0.058 m
PRES. MAXIMA SOST.>> 18.772 T/m2 Ui/Ri(%)= 0.93%
PRES.HIDROSTATICA 0.000 T/m2

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.892 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 10.703 | 0.000 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.204 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.041 metros
CIERRE SIN SOLERA >> 0.017 metros Sost.sin sol> 2.500 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.057 metros >> Pi Sost.= 2.851 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.016 metros >> Pi Roca = 6.036 T/m2 Compres.hastiales = 0.000 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.26% Total Sost = 8.888 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

TUNEL..... PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2,075.12
TIPO DE ROCA..... L-2
RMR..... 45 ° Fi transici.> 33.055 ° >> D1/D3= 3.400
DENSIDAD..... 2.50 T/M3 Fi básl.mac.> 30.0 ° >> D1/D3= 3.000
RES.COMPRESION..... 5,000.0 T/M2 Em(r.matriz) 4,248.529
MODULO ELAST..... 750,000 T/M2 Em (H&B)= ***** T/m2
COEF.POISSON..... 0.20 Em (Serafin)= 750,000 T/m2
CONST. M ..... 0.34392 | TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> AR <RMR CA

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBONA | CA |
| ARCILLOS | AC |
| ARENOSA | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE. | IG |

CONST. S ..... 0.00026 | RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> 45 45
CONST. Mr..... 0.08139 | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> 25 25
CONST. Sr ..... 0.00001 | RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> 90
PROFUNDIDAD MAX.... 75 M PROFUND. MI 50 M
PRESION ORIGEN MED.. 187.5 T/M2 PR.ORIG.MIN... 125.0 T/M2
RADIO DEL TUNEL..... 6.22 M

PRESION CRITICA..... 44.10 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

P.INTERIOR ORIG..... 0 T/M2 | INTERVALO 1.000
P.INTERIOR FINAL..... 44 T/M2 | Pi FINAL= 30.000 (CALCULADA)

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 11.957 | | PLASTICA | 0.02830 | 0.45% | 10.977 | 4.757 | 76.48% | 0.003 |
| 1.470 | 11.883 | | PLASTICA | 0.02085 | 0.34% | 10.359 | 4.139 | 66.54% | 0.002 |
| 2.940 | 12.279 | | PLASTICA | 0.01596 | 0.26% | 9.942 | 3.722 | 59.84% | 0.002 |
| 4.410 | 12.916 | | PLASTICA | 0.01296 | 0.21% | 9.611 | 3.391 | 54.52% | 0.002 |
| 5.880 | 13.684 | | PLASTICA | 0.01088 | 0.17% | 9.333 | 3.113 | 50.04% | 0.002 |
| 7.350 | 14.542 | 0.159 | PLASTICA | 0.00934 | 0.15% | 9.089 | 2.869 | 46.13% | 0.002 |
| 8.820 | 15.466 | 2.174 | PLASTICA | 0.00815 | 0.13% | 8.872 | 2.652 | 42.64% | 0.002 |
| 10.290 | 16.442 | 4.139 | PLASTICA | 0.00721 | 0.12% | 8.675 | 2.455 | 39.48% | 0.002 |
| 11.760 | 17.459 | 6.061 | PLASTICA | 0.00643 | 0.10% | 8.495 | 2.275 | 36.58% | 0.002 |
| 13.230 | 18.510 | 7.950 | PLASTICA | 0.00579 | 0.09% | 8.328 | 2.108 | 33.89% | 0.002 |
| 14.700 | 19.590 | 9.810 | PLASTICA | 0.00524 | 0.08% | 8.173 | 1.953 | 31.39% | 0.002 |
| 16.170 | 20.695 | 11.645 | PLASTICA | 0.00478 | 0.08% | 8.027 | 1.807 | 29.05% | 0.002 |
| 17.640 | 21.822 | 13.459 | PLASTICA | 0.00438 | 0.07% | 7.890 | 1.670 | 26.85% | 0.002 |
| 19.110 | 22.967 | 15.253 | PLASTICA | 0.00403 | 0.06% | 7.761 | 1.541 | 24.77% | 0.002 |
| 20.580 | 24.129 | 17.031 | PLASTICA | 0.00372 | 0.06% | 7.638 | 1.418 | 22.79% | 0.002 |
| 22.050 | 25.306 | 18.794 | PLASTICA | 0.00345 | 0.06% | 7.521 | 1.301 | 20.91% | 0.002 |
| 23.520 | 26.497 | 20.544 | PLASTICA | 0.00320 | 0.05% | 7.409 | 1.189 | 19.12% | 0.002 |
| 24.990 | 27.700 | 22.281 | PLASTICA | 0.00299 | 0.05% | 7.302 | 1.082 | 17.40% | 0.002 |
| 26.460 | 28.914 | 24.007 | PLASTICA | 0.00279 | 0.04% | 7.200 | 0.980 | 15.76% | 0.002 |
| 27.930 | 30.138 | 25.723 | PLASTICA | 0.00261 | 0.04% | 7.102 | 0.882 | 14.18% | 0.002 |
| 29.400 | 31.371 | 27.429 | PLASTICA | 0.00245 | 0.04% | 7.008 | 0.788 | 12.66% | 0.002 |
| 30.870 | 32.614 | 29.127 | PLASTICA | 0.00231 | 0.04% | 6.917 | 0.697 | 11.20% | 0.002 |
| 32.340 | 33.864 | 30.817 | PLASTICA | 0.00217 | 0.03% | 6.829 | 0.609 | 9.79% | 0.002 |
| 33.810 | 35.122 | 32.499 | PLASTICA | 0.00205 | 0.03% | 6.744 | 0.524 | 8.43% | 0.002 |
| 35.280 | 36.387 | 34.174 | PLASTICA | 0.00194 | 0.03% | 6.662 | 0.442 | 7.11% | 0.002 |
| 36.750 | 37.658 | 35.843 | PLASTICA | 0.00184 | 0.03% | 6.583 | 0.363 | 5.83% | 0.002 |
| 38.220 | 38.936 | 37.505 | PLASTICA | 0.00174 | 0.03% | 6.506 | 0.286 | 4.60% | 0.001 |
| 39.690 | 40.219 | 39.162 | PLASTICA | 0.00165 | 0.03% | 6.431 | 0.211 | 3.40% | 0.001 |
| 41.160 | 41.508 | 40.813 | PLASTICA | 0.00157 | 0.03% | 6.359 | 0.139 | 2.23% | 0.001 |
| 42.630 | 42.802 | 42.459 | PLASTICA | 0.00150 | 0.02% | 6.288 | 0.068 | 1.10% | 0.001 |
| 44.100 | 44.100 | 44.100 | ELASTICA | 0.00143 | 0.02% | 6.220 | 0.000 | | |

## iCYFSA

### RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.075.12
ROCA: L-2 | RMR: 45.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 75.000 | M | Po..... | 187.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 4.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 3.477 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 3.477 | |
| Mr..... | 0.08139 | M..... | 0.34392 | | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | 0.00026 | | |
| Rc..... | 5,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 4.000 | | |
| Tti..... | 48.519 | | |
| Tr2..... | 44.100 | 44.100 | |
| Tt2..... | 179.377 | | |
| CONST.M | 0.029 | | |
| TrMEDIA. | 24.050 | | |
| TtMEDIA. | 113.948 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 85.059 | | |
| RES.TAN | 49.109 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 16.015 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>>

| | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 18.247 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 3.917 | 18.247 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 4.000 | PRES. APORTADA ROCA 18.247

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.014 | 3.5 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

### DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 2.44

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.008 | 8.755 | 0.008 | 15.424 | 0.000 |
| 0.500 | 0.011 | 5.965 | 0.011 | 13.731 | 2.577 |
| 1.000 | 0.012 | 4.923 | 0.012 | 13.171 | 3.952 |
| 1.500 | 0.013 | 4.209 | 0.013 | 12.819 | 5.101 |
| 2.000 | 0.014 | 3.741 | 0.014 | 12.606 | 5.974 |
| 2.500 | 0.015 | 3.334 | 0.015 | 12.433 | 6.830 |
| 3.000 | 0.016 | 2.973 | 0.016 | 12.292 | 7.680 |
| 3.500 | 0.017 | 2.761 | 0.016 | 12.214 | 8.228 |
| 4.000 | 0.017 | 2.580 | 0.017 | 12.152 | 8.726 |
| 4.500 | 0.018 | 2.414 | 0.017 | 12.098 | 9.210 |
| 5.000 | 0.018 | 2.262 | 0.018 | 12.051 | 9.681 |
| 6.000 | 0.019 | 1.991 | 0.019 | 11.975 | 10.592 |





## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.075.12
ROCA: L-2 / RMR: 45 /PROFUND 75.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 4.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 24.319 | 125.564 | 87.042 | 10.135 | 10.000 |
| 2.500 | 30.653 | 143.912 | 96.215 | 13.993 | 10.000 |
| 3.000 | 37.284 | 161.887 | 105.203 | 18.350 | 10.000 |
| 3.500 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 23.179 | 10.000 |
| 4.000 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 26.486 | 10.000 |
| 4.500 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 10.000 | 10.000 |
| 5.000 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 10.000 | 10.000 |
| 5.500 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 10.000 | 10.000 |
| 6.000 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 10.000 | 10.000 |
| 6.500 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 10.000 | 10.000 |
| 7.500 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 44.100 | 179.377 | 113.948 | 10.000 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:207 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026950 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002500 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION L (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION LCALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.028 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.015 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 4.209 | T/m2 | UI/Ri(%)= | 0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | ERR | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.013 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.007) | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.006 | metros | >> Pi Sost.= | 0.000 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 12.787 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (UI/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 12.787 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

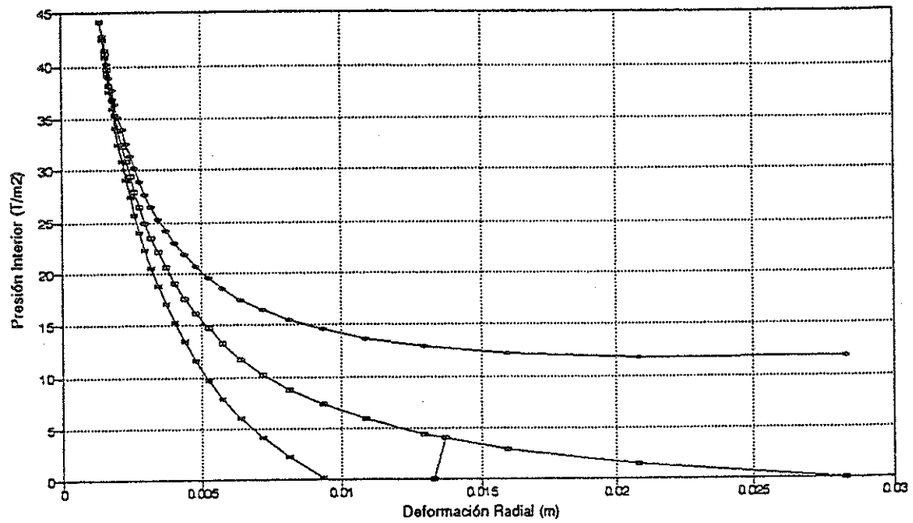




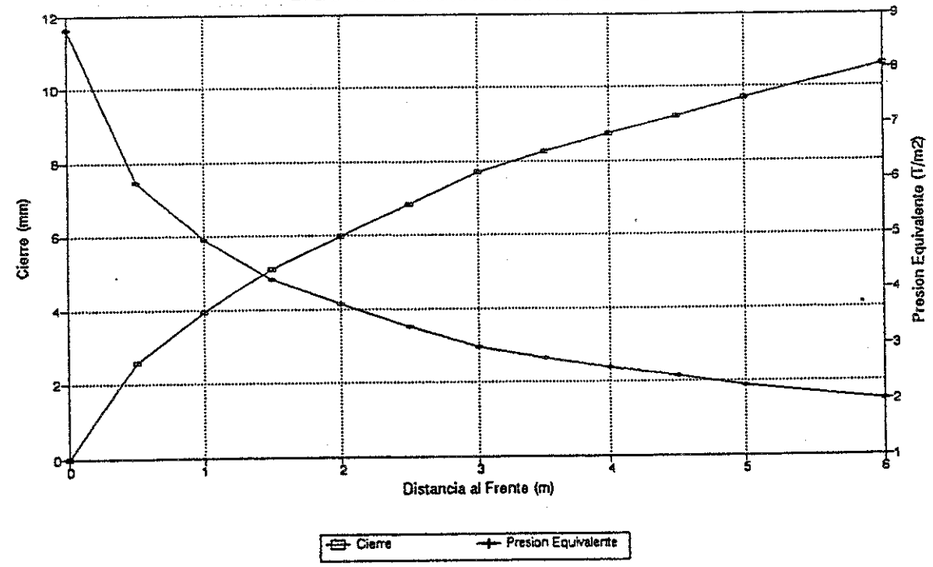
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 2075.12
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 75 RMR..... 45

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



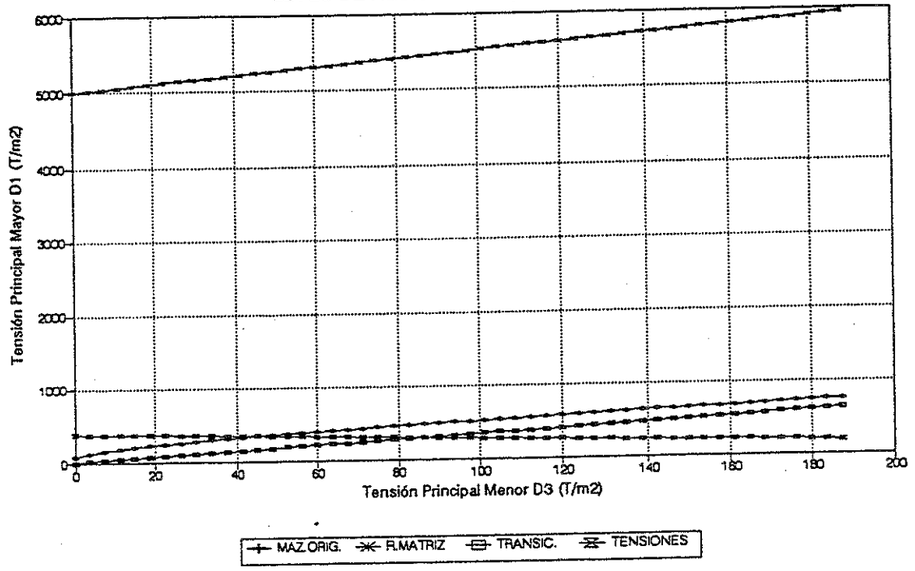

EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



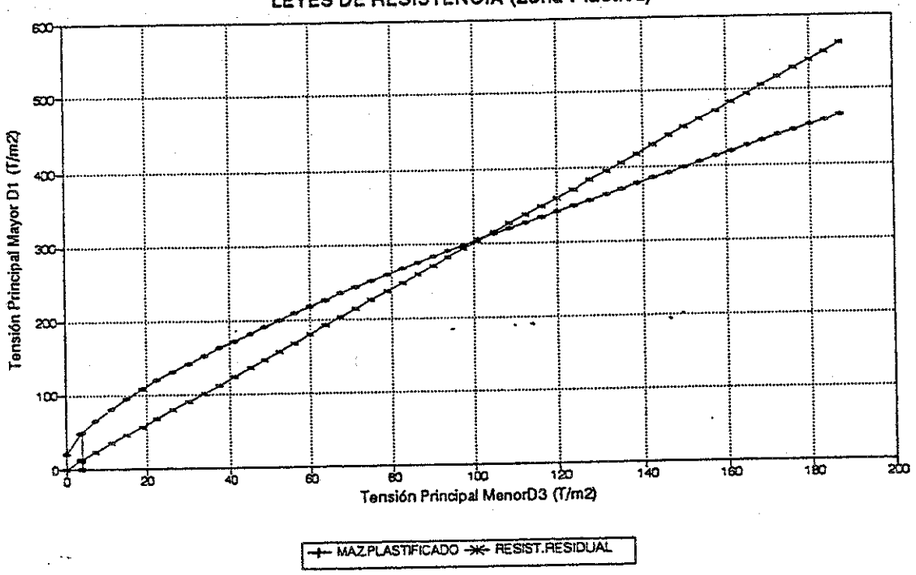
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 75 RMR..... 45

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.200.11 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-2 | | | | | | | | |
| RMR..... | 45 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 2,600,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,110,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 1.25830 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | 63 | CARBONA | CA |
| CONST. S ..... | 0.00348 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | | 45 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Mr..... | 0.08139 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | | 25 | ARENOSA | AR |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | | 90 | I.G.FINO | IF |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 200 | M | PROFUND. MI | 175 | M | | | I.G.GRUE. | IG |
| PRESION ORIGEN MED.. | 500.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 437.5 | T/M2 | | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 229.62 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 70 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 3.58463 | 57.63% | 59.227 | 63.007 | 1012.97% | 0.012 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 2.72137 | 43.75% | 70.965 | 64.745 | 1040.92% | 0.012 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 2.25220 | 36.21% | 70.198 | 63.978 | 1028.58% | 0.012 |
| 7.000 | 21.928 | | PLASTICA | 1.90233 | 30.58% | 68.702 | 62.482 | 1004.54% | 0.012 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 1.62462 | 26.12% | 66.843 | 60.623 | 974.64% | 0.011 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 1.39808 | 22.48% | 64.792 | 58.572 | 941.67% | 0.011 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 1.21041 | 19.46% | 62.651 | 56.431 | 907.24% | 0.011 |
| 16.333 | 31.261 | 1.405 | PLASTICA | 1.05334 | 16.93% | 60.483 | 54.263 | 872.40% | 0.010 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.92084 | 14.80% | 58.331 | 52.111 | 837.79% | 0.010 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 0.80838 | 13.00% | 56.220 | 50.000 | 803.86% | 0.010 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.71240 | 11.45% | 54.170 | 47.950 | 770.89% | 0.009 |
| 25.667 | 40.595 | 10.739 | PLASTICA | 0.63009 | 10.13% | 52.189 | 45.969 | 739.05% | 0.009 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.55918 | 8.99% | 50.284 | 44.064 | 708.43% | 0.009 |
| 30.333 | 45.261 | 15.405 | PLASTICA | 0.49785 | 8.00% | 48.459 | 42.239 | 679.08% | 0.008 |
| 32.667 | 47.595 | 17.739 | PLASTICA | 0.44458 | 7.15% | 46.713 | 40.493 | 651.00% | 0.008 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.39816 | 6.40% | 45.045 | 38.825 | 624.19% | 0.008 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.35755 | 5.75% | 43.454 | 37.234 | 598.61% | 0.007 |
| 39.667 | 54.595 | 24.739 | PLASTICA | 0.32192 | 5.18% | 41.937 | 35.717 | 574.22% | 0.007 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.29056 | 4.67% | 40.491 | 34.271 | 550.98% | 0.007 |
| 44.333 | 59.261 | 29.405 | PLASTICA | 0.26286 | 4.23% | 39.113 | 32.893 | 528.82% | 0.007 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.23833 | 3.83% | 37.799 | 31.579 | 507.70% | 0.006 |
| 49.000 | 63.928 | 34.072 | PLASTICA | 0.21656 | 3.48% | 36.546 | 30.326 | 487.56% | 0.006 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.19717 | 3.17% | 35.352 | 29.132 | 468.36% | 0.006 |
| 53.667 | 68.595 | 38.739 | PLASTICA | 0.17987 | 2.89% | 34.212 | 27.992 | 450.03% | 0.006 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.16438 | 2.64% | 33.124 | 26.904 | 432.54% | 0.006 |
| 58.333 | 73.261 | 43.405 | PLASTICA | 0.15050 | 2.42% | 32.085 | 25.865 | 415.84% | 0.005 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.13803 | 2.22% | 31.092 | 24.872 | 399.88% | 0.005 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.12679 | 2.04% | 30.143 | 23.923 | 384.62% | 0.005 |
| 65.333 | 80.261 | 50.405 | PLASTICA | 0.11665 | 1.88% | 29.235 | 23.015 | 370.02% | 0.005 |
| 67.667 | 82.595 | 52.739 | PLASTICA | 0.10749 | 1.73% | 28.368 | 22.146 | 356.05% | 0.005 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.09918 | 1.59% | 27.534 | 21.314 | 342.67% | 0.005 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.200.11
ROCA: L-2 | RMR: 45.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 200.000 | M | Po..... | 500.00 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 4.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 64.297 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.08139 | M..... | | 1.25830 | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | | 0.00348 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 4.000 | | |
| Tt1..... | 22.431 | | |
| Tr2..... | 25.617 | 229.623 | |
| Tt2..... | 71.432 | | |
| CONST.M | 0.270 | | |
| TrMEDIA.. | 14.809 | | |
| TtMEDIA.. | 46.932 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 39.049 | | |
| RES.TAN | 22.545 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 2.591 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 2.591 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 4.000 | PRES. APORTADA ROCA 2.591

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 1.409 | 1.409 | 2.371 | 64.3 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 16.337 | 16.337 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 293.40

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.040 | 16.576 | 1.038 | 31.504 | 0.000 |
| 0.500 | 1.052 | 16.361 | 1.052 | 31.289 | 13.147 |
| 1.000 | 1.059 | 16.244 | 1.059 | 31.172 | 20.397 |
| 1.500 | 1.065 | 16.148 | 1.065 | 31.076 | 26.387 |
| 2.000 | 1.072 | 16.061 | 1.070 | 30.989 | 31.819 |
| 2.500 | 1.077 | 15.981 | 1.075 | 30.909 | 36.873 |
| 3.000 | 1.082 | 15.906 | 1.080 | 30.834 | 41.647 |
| 3.500 | 1.087 | 15.834 | 1.085 | 30.762 | 46.203 |
| 4.000 | 1.092 | 15.766 | 1.089 | 30.694 | 50.582 |
| 4.500 | 1.096 | 15.700 | 1.093 | 30.628 | 54.812 |
| 5.000 | 1.100 | 15.637 | 1.097 | 30.565 | 58.915 |
| 6.000 | 1.108 | 15.516 | 1.105 | 30.444 | 66.805 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.200.11
ROCA: L-2 / RMR: 45 /PROFUND 200.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | UM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE = | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 4.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 10.720 | 40.496 | 31.464 | 3.684 | 3.684 |
| 2.500 | 12.549 | 44.729 | 33.580 | 4.904 | 4.904 |
| 3.000 | 14.407 | 48.855 | 35.643 | 6.238 | 6.238 |
| 3.500 | 16.283 | 52.880 | 37.655 | 7.681 | 7.681 |
| 4.000 | 18.170 | 56.808 | 39.620 | 9.230 | 9.230 |
| 4.500 | 20.062 | 60.643 | 41.537 | 10.880 | 10.000 |
| 5.000 | 21.954 | 64.391 | 43.411 | 12.630 | 10.000 |
| 5.500 | 23.843 | 68.054 | 45.243 | 14.474 | 10.000 |
| 6.000 | 25.725 | 71.636 | 47.034 | 16.411 | 10.000 |
| 6.500 | 27.599 | 75.142 | 48.787 | 18.437 | 10.000 |
| 7.500 | 31.314 | 81.936 | 52.184 | 22.748 | 10.000 |
| 8.000 | 33.152 | 85.231 | 53.831 | 25.027 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:220 | ROCA:L-2 | ROCA:L-2 | RMR:45 | PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 5.703 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 15.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 17.109 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.018 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 1.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 7.500 | 12.500 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.999 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 167 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.140 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.148 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.20% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.236 | 25.164 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 18.906 | 29.609 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.847 | 1.177 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.065 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.018) | metros | Sost.sin sol> | 11.673 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.700 | metros | >> Pi Sost.= | 18.906 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.764 | T/m2 | Compres.hastiales = 509.513 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 23.670 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 1.911 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:220 | ROCA:L-2 | ROCA:L-2 | RMR:45 | PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 5.703 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 8.554 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.021 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 7.500 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.507 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 167 | T/m2 | SE CONSIDER 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.140 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.148 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.20% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.236 | 25.164 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 22.351 | 27.702 | 6.296 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.183 | 1.101 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.065 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.066) | metros | Sost.sin sol> | 12.480 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.585 | metros | >> Pi Sost.= | 22.351 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.764 | T/m2 | Compres.hastiales = 764.269 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 27.115 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 1.274 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:220 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003690 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.173 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.140 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.148 | T/m2 | UI/RI(%)= | 1.20% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.236 | 25.164 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 40.514 | 46.217 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.958 | 1.837 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.065 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.390 | metros | Sost.sin sol> | 6.272 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.253 | metros | >> Pi Sost.= | 40.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.764 | T/m2 | Compres.hastiales = 218.363 T/m2 |
| CIERRE (UI/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 45.278 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 4.458 T x m |

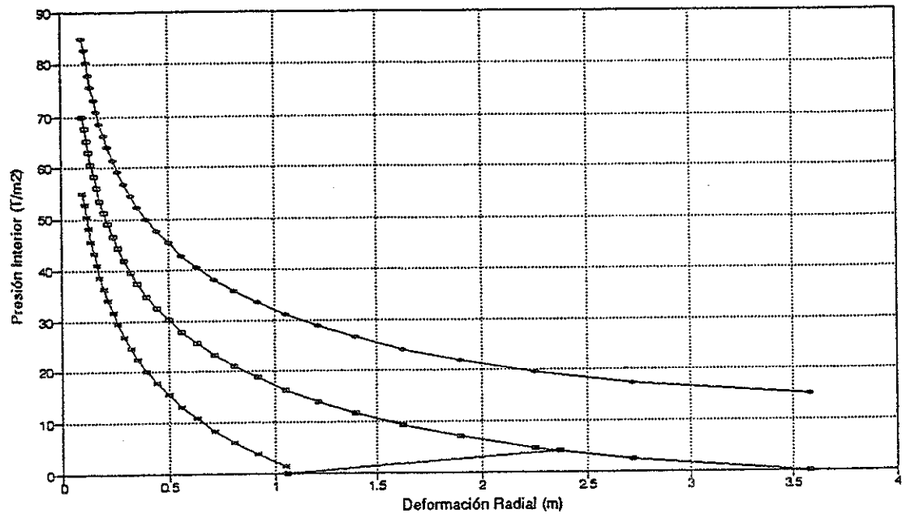




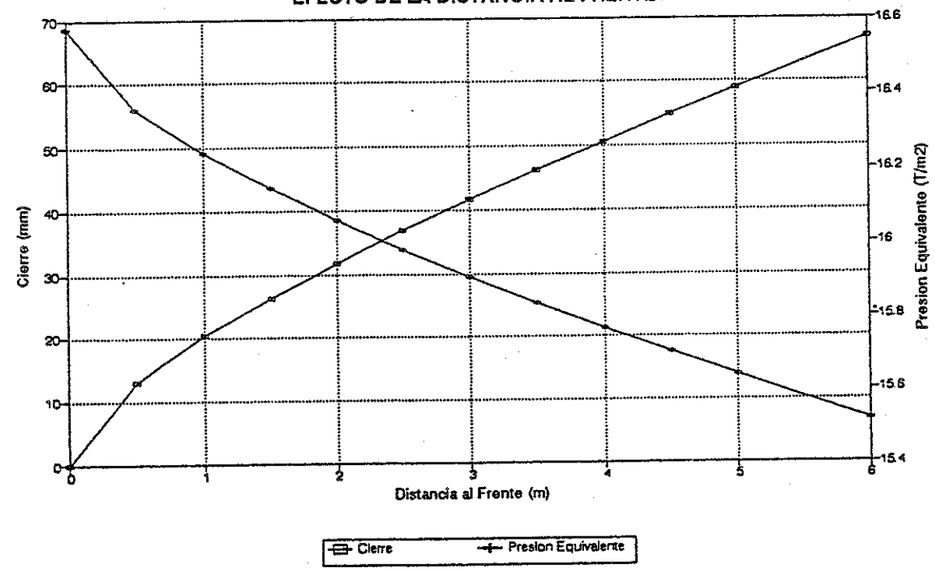
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 2200.11
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 200 RMR..... 45

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



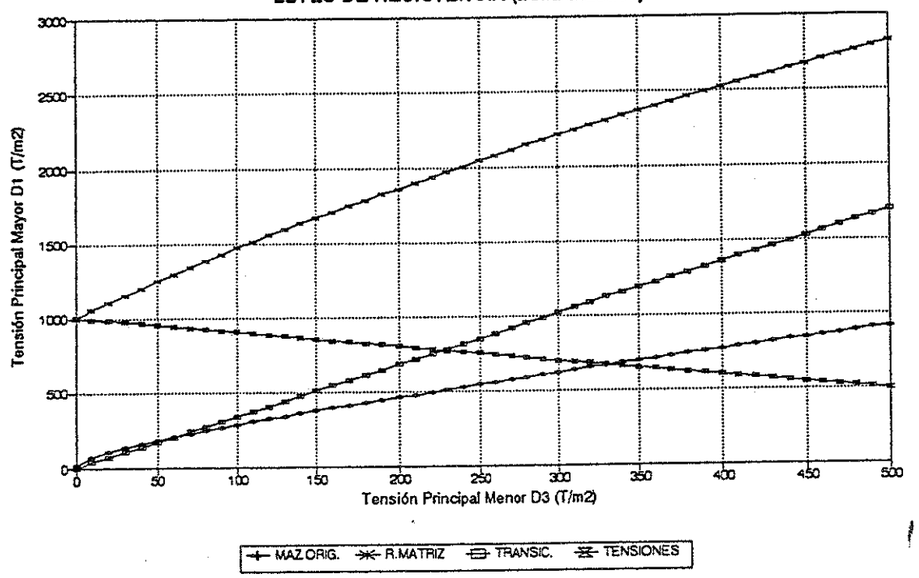

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



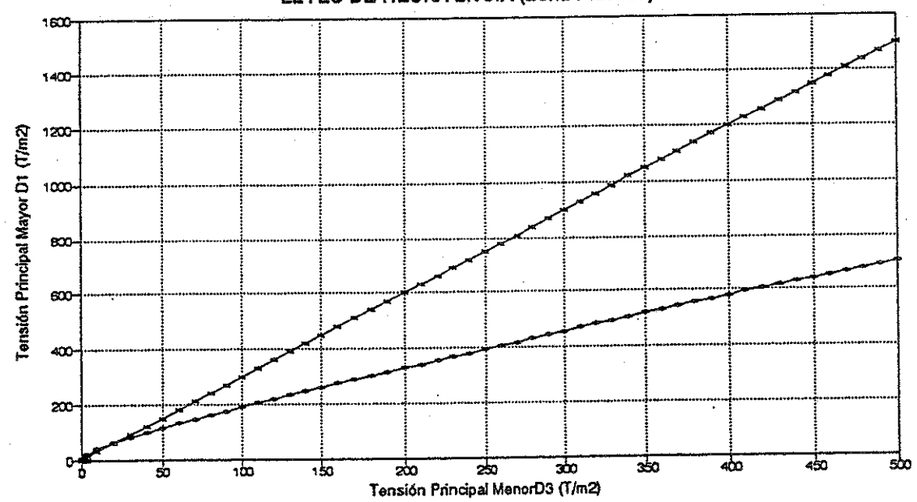
# iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 200 RMR..... 45

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:220 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,867 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700.000 | T/m2 | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.173 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.140 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.148 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.20% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.236 | 25.164 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 17.702 | 27.702 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.729 | 1.101 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.065 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.013 | metros | Sost.sin sol> | 11.185 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.746 | metros | >> Pi Sost.= | 17.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.764 | T/m2 | Compres.hastiales = | 764.269 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 22.468 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.274 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:220 | ROCA:L-2 | ROCA:L-2 | RMR:45 | PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10.095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.140 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.148 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.20% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.236 | 25.164 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 21.158 | 37.720 | 25.720 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.067 | 1.499 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.065 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.252 | metros | Sost.sin sol> | 7.855 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.622 | metros | >> Pi Sost.= | 21.158 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.764 | T/m2 | Compres.hastiales = 424.594 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 25.922 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 2.293 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:220 | ROCA:L-2 | ROCA:L-2 | RMR:45 | PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10.095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 45.624 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 40.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157.141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.140 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.148 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.20% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.236 | 25.164 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 56.517 | 56.517 | 50.814 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 5.521 | 2.246 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157.141 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.065 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.180 | metros | Sost.sin sol> | 8.771 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.135 | metros | >> Pi Sost.= | 56.517 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.764 | T/m2 | Compres.hastiales = 169.838 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 61.280 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 5.732 T x m |

**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.150.11 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-2 | | | | | | | |
| RMR | 45 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900.000 | | | | |
| MODULO ELAST. | 1,800,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 1,800,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 1,680,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 0.94319 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00195 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | 45 59 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.08139 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | 25 25 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | 90 | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 150 | M | PROFUND. MI | 125 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 375.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 312.5 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| PRESION CRITICA | 172.26 | T/M2 |

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 |
| P.INTERIOR FINAL | 70 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 1.80810 | 29.07% | 73.927 | 67.707 | 1088.54% | 0.010 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 1.09380 | 17.59% | 66.327 | 60.107 | 966.35% | 0.009 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 0.80791 | 12.99% | 61.078 | 54.858 | 881.96% | 0.008 |
| 7.000 | 21.928 | | PLASTICA | 0.63014 | 10.13% | 56.737 | 50.517 | 812.18% | 0.008 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 0.50686 | 8.15% | 53.009 | 46.789 | 752.24% | 0.007 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 0.41638 | 6.69% | 49.744 | 43.524 | 699.75% | 0.007 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 0.34750 | 5.59% | 46.848 | 40.628 | 653.18% | 0.006 |
| 16.333 | 31.261 | 1.405 | PLASTICA | 0.29367 | 4.72% | 44.254 | 38.034 | 611.48% | 0.006 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.25074 | 4.03% | 41.914 | 35.694 | 573.85% | 0.006 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 0.21597 | 3.47% | 39.788 | 33.568 | 539.68% | 0.005 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.18741 | 3.01% | 37.848 | 31.628 | 508.49% | 0.005 |
| 25.667 | 40.595 | 10.739 | PLASTICA | 0.16370 | 2.63% | 36.068 | 29.848 | 479.88% | 0.005 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.14381 | 2.31% | 34.429 | 28.209 | 453.53% | 0.005 |
| 30.333 | 45.261 | 15.405 | PLASTICA | 0.12700 | 2.04% | 32.915 | 26.695 | 429.17% | 0.004 |
| 32.667 | 47.595 | 17.739 | PLASTICA | 0.11298 | 1.81% | 31.510 | 25.290 | 406.59% | 0.004 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.10040 | 1.61% | 30.203 | 23.983 | 385.58% | 0.004 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.08990 | 1.44% | 28.985 | 22.765 | 365.99% | 0.004 |
| 39.667 | 54.595 | 24.739 | PLASTICA | 0.08060 | 1.30% | 27.846 | 21.626 | 347.68% | 0.004 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.07259 | 1.17% | 26.778 | 20.558 | 330.52% | 0.004 |
| 44.333 | 59.261 | 29.405 | PLASTICA | 0.06557 | 1.05% | 25.776 | 19.556 | 314.40% | 0.003 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.05939 | 0.95% | 24.833 | 18.613 | 299.24% | 0.003 |
| 49.000 | 63.928 | 34.072 | PLASTICA | 0.05394 | 0.87% | 23.944 | 17.724 | 284.95% | 0.003 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.04911 | 0.79% | 23.105 | 16.885 | 271.46% | 0.003 |
| 53.667 | 68.595 | 38.739 | PLASTICA | 0.04481 | 0.72% | 22.311 | 16.091 | 258.70% | 0.003 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.04098 | 0.66% | 21.560 | 15.340 | 246.63% | 0.003 |
| 58.333 | 73.261 | 43.405 | PLASTICA | 0.03756 | 0.60% | 20.848 | 14.628 | 235.17% | 0.003 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.03448 | 0.55% | 20.171 | 13.951 | 224.29% | 0.003 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.03172 | 0.51% | 19.528 | 13.308 | 213.96% | 0.003 |
| 65.333 | 80.261 | 50.405 | PLASTICA | 0.02923 | 0.47% | 18.916 | 12.696 | 204.12% | 0.003 |
| 67.667 | 82.595 | 52.739 | PLASTICA | 0.02697 | 0.43% | 18.333 | 12.113 | 194.74% | 0.002 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.02493 | 0.40% | 17.777 | 11.557 | 185.80% | 0.002 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.150.11 | | | | |
| ROCA: | L-2 | \| RMR: | 45.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 150.000 | M | Po | 375.00 | T/M2 | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi | 7.500 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF. | 49.673 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | |
| Mr | 0.08139 | M | | 0.94319 | | | | |
| Sr | 0.00001 | S | | 0.00195 | | | | |
| Rc | 1,000.000 | T/M2 | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tri | 7.500 | |
| Tti | 32.491 | |
| Tr2 | 33.532 | 172.256 |
| Tt2 | 85.907 | |
| CONST.M | 0.203 | |
| TrMEDIA. | 20.516 | |
| TtMEDIA. | 59.199 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 50.761 | |
| RES.TAN | 29.307 | T/M2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | | |
| Fi | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 3.368 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 3.368 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 7.500 | \| PRES. APORTADA ROCA | 3.368 |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 4.132 | 4.132 | 0.600 | 49.7 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 19.060 | 19.060 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.002 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 186.94 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.524 | 9.002 | 0.522 | 23.930 | 0.000 |
| 0.500 | 0.533 | 8.843 | 0.530 | 23.771 | 7.556 |
| 1.000 | 0.538 | 8.743 | 0.534 | 23.671 | 12.333 |
| 1.500 | 0.542 | 8.659 | 0.538 | 23.587 | 16.447 |
| 2.000 | 0.547 | 8.583 | 0.542 | 23.511 | 20.189 |
| 2.500 | 0.550 | 8.513 | 0.546 | 23.441 | 23.682 |
| 3.000 | 0.554 | 8.447 | 0.549 | 23.375 | 26.992 |
| 3.500 | 0.557 | 8.384 | 0.552 | 23.312 | 30.159 |
| 4.000 | 0.560 | 8.325 | 0.555 | 23.253 | 33.210 |
| 4.500 | 0.563 | 8.267 | 0.558 | 23.195 | 36.166 |
| 5.000 | 0.566 | 8.212 | 0.561 | 23.140 | 39.041 |
| 6.000 | 0.572 | 8.106 | 0.567 | 23.034 | 44.589 |

## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.150.11
ROCA: L-2 / RMR: 45 /PROFUND 150.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 7.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 16.049 | 52.385 | 42.438 | 4.985 | 4.985 |
| 2.500 | 18.266 | 57.005 | 44.748 | 6.552 | 6.552 |
| 3.000 | 20.489 | 61.497 | 46.994 | 8.242 | 8.242 |
| 3.500 | 22.711 | 65.868 | 49.180 | 10.050 | 10.000 |
| 4.000 | 24.927 | 70.125 | 51.308 | 11.971 | 10.000 |
| 4.500 | 27.132 | 74.274 | 53.383 | 14.002 | 10.000 |
| 5.000 | 29.324 | 78.321 | 55.406 | 16.138 | 10.000 |
| 5.500 | 31.499 | 82.270 | 57.380 | 18.376 | 10.000 |
| 6.000 | 33.655 | 86.126 | 59.309 | 20.713 | 10.000 |
| 6.500 | 35.792 | 89.895 | 61.193 | 23.145 | 10.000 |
| 7.500 | 40.003 | 97.185 | 64.838 | 28.284 | 10.000 |
| 8.000 | 42.076 | 100.715 | 66.603 | 30.985 | 10.000 |





## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:215 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 150.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026950 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA
========== =====
ROCA DUR <0,01
PIZARRA 0,02-0,03
ROCA BLAN 0,05-0,09

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 7.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.600 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.062 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 8.659 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.99% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.132 | 19.060 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 5.703 | 21.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.380 | 1.123 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.538 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.015 | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.519 | metros | >> Pi Sost.= | 5.703 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.368 | T/m2 | Compres.hastiales = | 382.134 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 9.071 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.637 T x m |

## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:215 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 150.000

#### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 AREA >> 0.0026650 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.058 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 84,967 T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 9.666 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

PRESION I.CALCULO >> 7.500 T/m2 DEFORMACIO 0.600 m
DISTANCIA SOSTEN.>>> 1.500 metros CIERRE>> 0.062 m
PRES. MAXIMA SOST.>> 8.659 T/m2 Ui/Ri(%)= 0.99%
PRES.HIDROSTATICA 0.000 T/m2

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.132 | 19.060 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 8.282 | 2.095 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 84,967 T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.538 metros
CIERRE SIN SOLERA >> 0.124 metros Sost.sin sol> 3.136 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.089 metros >> Pi Sost.= 34.218 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros >> Pi Roca = 3.368 T/m2 Compres.hastiales = 109.181 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.00% Total Sost. = 37.586 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 2.229 T x m

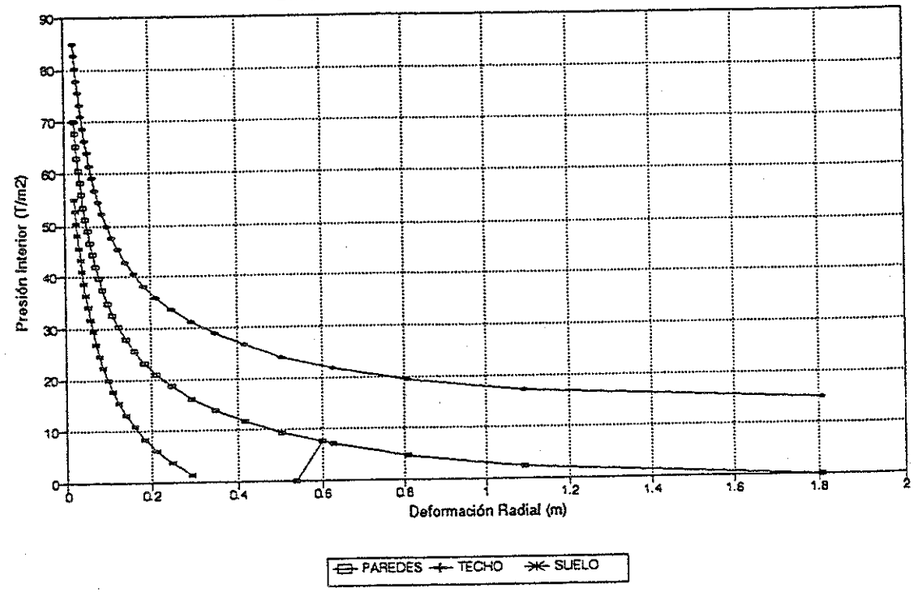




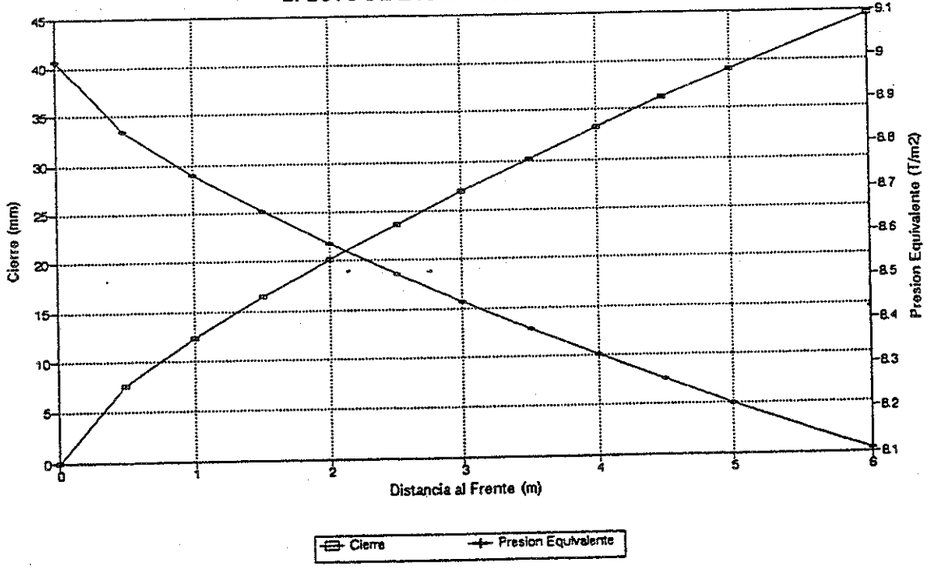
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 2150.11
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 150 RMR..... 45

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



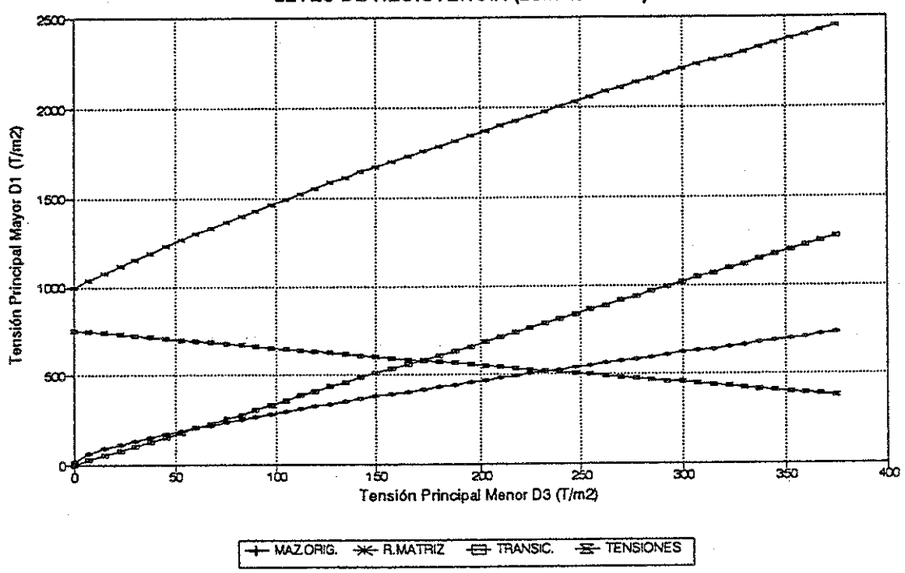

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



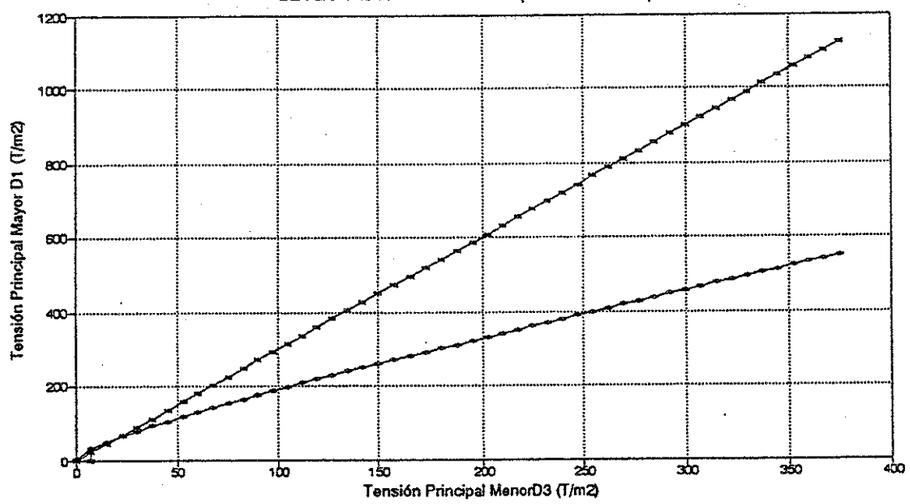
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 150 RMR..... 45

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:215 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 150.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION L (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.110 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA
ROCA DUR <0,01
PIZARRA 0,02-0,03
ROCA BLAN 0,06-0,09

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 7.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.600 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.062 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 8.659 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.99% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.132 | 19.060 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 5.703 | 23.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.380 | 1.228 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.538 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.033) | metros | Sost.sin sol> | 6.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.519 | metros | >> Pi Sost.= | 5.703 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.368 | T/m2 | Compres.hastiales = | 382.134 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 9.071 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.637 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:215 ROCA:L-2 ROCA:L-2 RMR:45 PROF.= 150.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002695 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003690 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026550 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 39.921 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 35.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 39.921 | 39.921 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.078 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.833 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 7.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.600 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.062 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 8.659 | T/m2 | UI/RI(%)= | 0.99% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.132 | 19.060 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 39.921 | 51.921 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 9.662 | 2.724 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.538 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.089) | metros | Sost.sin sol> | 7.373 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.069 | metros | >> Pi Sost.= | 39.921 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.368 | T/m2 | Compres.hastiales = | 109.181 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.00% | | Total Sost = | 43.289 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.229 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 2.075.11 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-2 | | | | | | | | |
| RMR..... | 45 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 940,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 940,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.45882 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | AR | | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00046 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 45 | 49 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.08139 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 25 | 25 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX..... | 75 | M | PROFUND. MI | 50 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 187.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 125.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 87.02 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 50 T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.25310 | 4.07% | 43.120 | 36.900 | 593.25% | 0.006 |
| 1.667 | 16.595 | | PLASTICA | 0.14745 | 2.37% | 35.633 | 29.413 | 472.88% | 0.005 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 0.10944 | 1.76% | 31.980 | 25.760 | 414.14% | 0.004 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 0.08878 | 1.40% | 29.362 | 23.142 | 372.06% | 0.004 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.07132 | 1.15% | 27.294 | 21.074 | 338.81% | 0.004 |
| 8.333 | 23.261 | | PLASTICA | 0.05999 | 0.96% | 25.578 | 19.358 | 311.22% | 0.003 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.05132 | 0.83% | 24.110 | 17.890 | 287.62% | 0.003 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 0.04446 | 0.71% | 22.828 | 16.608 | 267.02% | 0.003 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.03892 | 0.63% | 21.693 | 15.473 | 248.76% | 0.003 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 0.03436 | 0.55% | 20.675 | 14.455 | 232.39% | 0.003 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 0.03055 | 0.49% | 19.754 | 13.534 | 217.58% | 0.003 |
| 18.333 | 33.261 | 3.405 | PLASTICA | 0.02732 | 0.44% | 18.914 | 12.694 | 204.08% | 0.002 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.02457 | 0.40% | 18.144 | 11.924 | 191.70% | 0.002 |
| 21.667 | 36.595 | 6.739 | PLASTICA | 0.02220 | 0.36% | 17.434 | 11.214 | 180.28% | 0.002 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.02014 | 0.32% | 16.776 | 10.556 | 169.70% | 0.002 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 0.01833 | 0.29% | 16.164 | 9.944 | 159.87% | 0.002 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.01675 | 0.27% | 15.592 | 9.372 | 150.68% | 0.002 |
| 28.333 | 43.261 | 13.405 | PLASTICA | 0.01535 | 0.25% | 15.058 | 8.838 | 142.09% | 0.002 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.01410 | 0.23% | 14.556 | 8.336 | 134.01% | 0.002 |
| 31.667 | 46.595 | 16.739 | PLASTICA | 0.01299 | 0.21% | 14.083 | 7.863 | 126.42% | 0.002 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.01200 | 0.19% | 13.637 | 7.417 | 119.25% | 0.002 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.01110 | 0.18% | 13.216 | 6.996 | 112.48% | 0.002 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.01030 | 0.17% | 12.817 | 6.597 | 106.06% | 0.002 |
| 38.333 | 53.261 | 23.405 | PLASTICA | 0.00957 | 0.15% | 12.438 | 6.218 | 99.97% | 0.002 |
| 40.000 | 54.665 | 25.335 | PLASTICA | 0.00891 | 0.14% | 12.079 | 5.859 | 94.19% | 0.002 |
| 41.667 | 55.474 | 27.859 | PLASTICA | 0.00830 | 0.13% | 11.736 | 5.516 | 88.69% | 0.002 |
| 43.333 | 56.324 | 30.343 | PLASTICA | 0.00775 | 0.12% | 11.410 | 5.190 | 83.44% | 0.001 |
| 45.000 | 57.211 | 32.789 | PLASTICA | 0.00725 | 0.12% | 11.099 | 4.879 | 78.44% | 0.001 |
| 46.667 | 58.133 | 35.200 | PLASTICA | 0.00679 | 0.11% | 10.801 | 4.581 | 73.65% | 0.001 |
| 48.333 | 59.088 | 37.578 | PLASTICA | 0.00638 | 0.10% | 10.517 | 4.297 | 69.09% | 0.001 |
| 50.000 | 60.074 | 39.926 | PLASTICA | 0.00543 | 0.09% | 10.245 | 4.025 | 64.72% | 0.001 |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.075.11
ROCA: L-2 | RMR: 45.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 75.000 | M | Po..... | 187.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 4.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 24.627 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.08139 | M..... | 0.45882 | | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | 0.00046 | | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 4.000 | | |
| Tt1..... | 22.431 | | |
| Tr2..... | 25.617 | 87.020 | |
| Tt2..... | 71.432 | | |
| CONST.M | 0.100 | | |
| TtMEDIA.. | 14.809 | | |
| TtMEDIA.. | 46.932 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 39.049 | | |
| RES.TAN | 22.545 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 2.591 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 2.591 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 4.000 | PRES. APORTADA ROCA 2.591

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 1.409 | 1.409 | 0.099 | 24.6 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 16.337 | 16.337 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 27.33

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.073 | 6.442 | 0.073 | 21.370 | 0.000 |
| 0.500 | 0.078 | 5.958 | 0.077 | 20.886 | 4.155 |
| 1.000 | 0.081 | 5.661 | 0.080 | 20.589 | 6.900 |
| 1.500 | 0.083 | 5.411 | 0.082 | 20.339 | 9.344 |
| 2.000 | 0.085 | 5.189 | 0.085 | 20.117 | 11.634 |
| 2.500 | 0.087 | 4.990 | 0.087 | 19.918 | 13.781 |
| 3.000 | 0.089 | 4.860 | 0.088 | 19.788 | 15.229 |
| 3.500 | 0.090 | 4.739 | 0.090 | 19.667 | 16.632 |
| 4.000 | 0.092 | 4.623 | 0.091 | 19.551 | 18.001 |
| 4.500 | 0.093 | 4.513 | 0.092 | 19.441 | 19.341 |
| 5.000 | 0.095 | 4.407 | 0.094 | 19.335 | 20.660 |
| 6.000 | 0.098 | 4.207 | 0.096 | 19.135 | 23.247 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 2.075.11
ROCA: L-2 / RMR: 45 /PROFUND 75.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 4.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 10.720 | 40.496 | 31.464 | 3.684 | 3.684 |
| 2.500 | 12.549 | 44.729 | 33.580 | 4.904 | 4.904 |
| 3.000 | 14.407 | 48.855 | 35.643 | 6.238 | 6.238 |
| 3.500 | 16.283 | 52.880 | 37.655 | 7.681 | 7.681 |
| 4.000 | 18.170 | 56.808 | 39.620 | 9.230 | 9.230 |
| 4.500 | 20.062 | 60.643 | 41.537 | 10.880 | 10.000 |
| 5.000 | 21.954 | 64.391 | 43.411 | 12.630 | 10.000 |
| 5.500 | 23.843 | 68.054 | 45.243 | 14.474 | 10.000 |
| 6.000 | 25.725 | 71.636 | 47.034 | 16.411 | 10.000 |
| 6.500 | 27.599 | 75.142 | 48.787 | 18.437 | 10.000 |
| 7.500 | 31.314 | 81.936 | 52.184 | 22.748 | 10.000 |
| 8.000 | 33.152 | 85.231 | 53.831 | 25.027 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:207 | ROCA:L-2 | ROCA:L-2 | RMR:45 | PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR | <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | PIZARRA | 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | ROCA BLAN | 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 1.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.153 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.070 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 5.411 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.13% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 14.535 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.080 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.082 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.013) | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.090 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.007 | metros | >> Pi Roca = | 1.893 | T/m2 | Compres.hastiales = | 152.854 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.12% | | Total Sost. = | 4.744 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.064 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:207 | ROCA:L-2 | ROCA:L-2 | RMR:45 | PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR | <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | PIZARRA | 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | ROCA BLAN | 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.999 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

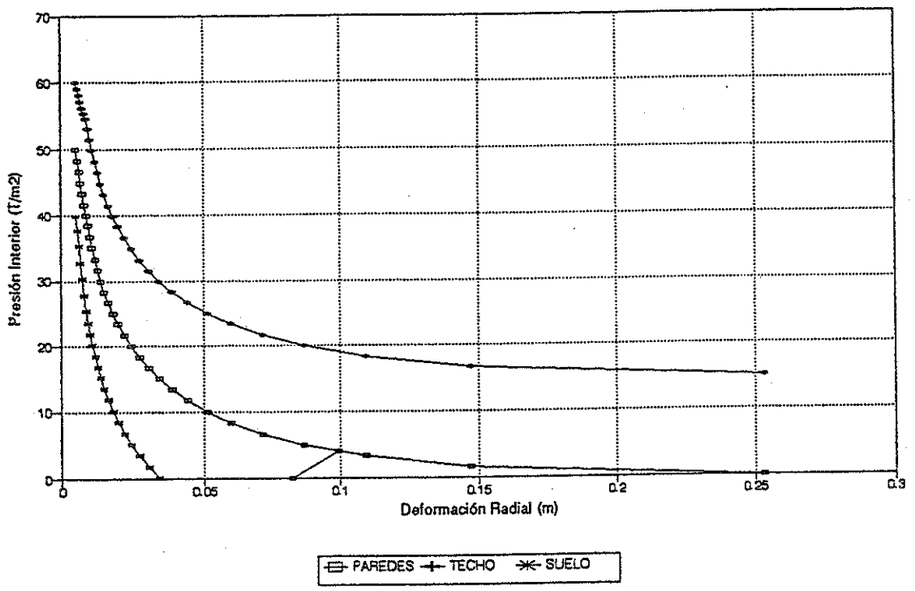
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 1.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.153 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.070 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 5.411 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.13% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 14.535 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 2.747 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.082 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.043 | metros | Sost.sin sol> | 0.627 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.011 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 1.893 | T/m2 | Compres.hastiales = | 21.836 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 36.111 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.446 T x m |

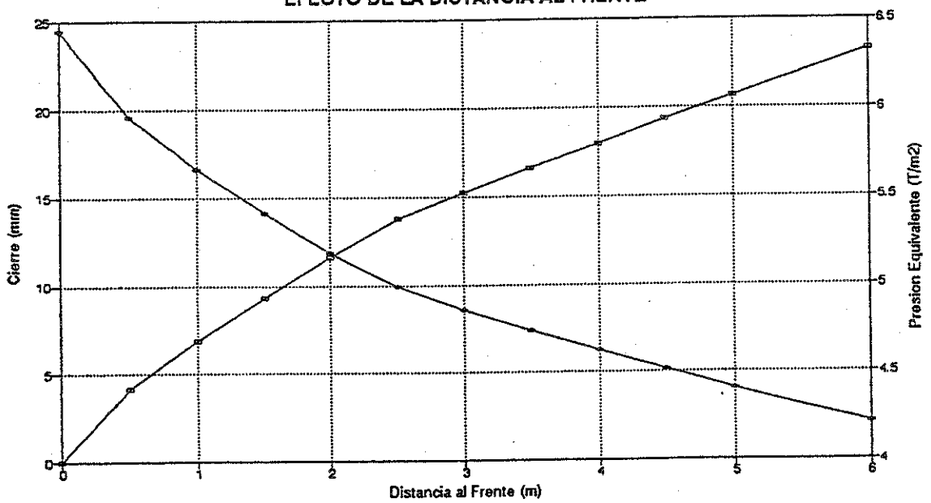
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 2075.11
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 75 RMR..... 45

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



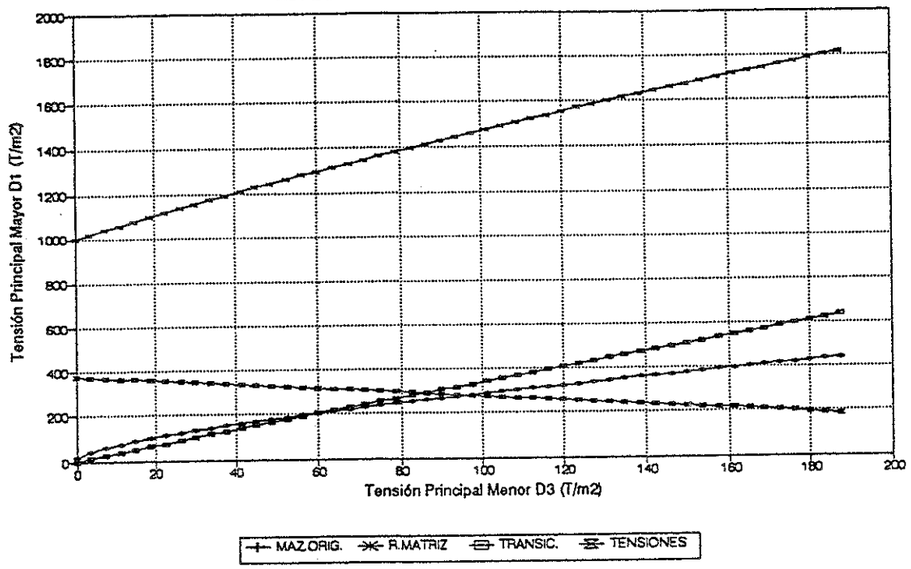




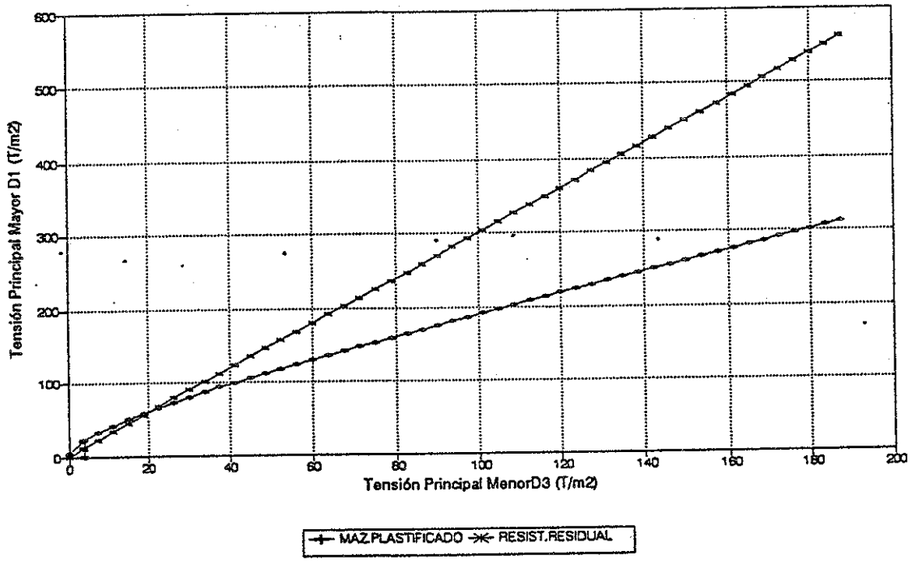

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-2 PROFUND.. 75 RMR..... 45

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.375.00 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 69 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248,529 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 3,800,000 | T/M2 | Em (H&B) = | 3,800,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 2,990,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 1.93891 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00830 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 69 | 69 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 49 | 49 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00046 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX..... | 375 | M | PROFUND. MI | 350 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 937.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 875.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 201.87 | T/M2 |

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 100 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 10.238 | | PLASTICA | 0.02195 | 0.35% | 10.296 | 4.076 | 65.53% | 0.002 |
| 3.333 | 12.887 | | PLASTICA | 0.01830 | 0.29% | 10.026 | 3.806 | 61.18% | 0.002 |
| 6.667 | 15.676 | | PLASTICA | 0.01586 | 0.26% | 9.810 | 3.590 | 57.72% | 0.002 |
| 10.000 | 18.548 | 1.452 | PLASTICA | 0.01407 | 0.23% | 9.628 | 3.408 | 54.78% | 0.002 |
| 13.333 | 21.476 | 5.190 | PLASTICA | 0.01266 | 0.20% | 9.467 | 3.247 | 52.20% | 0.002 |
| 16.667 | 24.445 | 8.888 | PLASTICA | 0.01153 | 0.19% | 9.322 | 3.102 | 49.87% | 0.002 |
| 20.000 | 27.446 | 12.554 | PLASTICA | 0.01058 | 0.17% | 9.190 | 2.970 | 47.75% | 0.002 |
| 23.333 | 30.473 | 16.194 | PLASTICA | 0.00978 | 0.16% | 9.068 | 2.848 | 45.79% | 0.002 |
| 26.667 | 33.521 | 19.813 | PLASTICA | 0.00909 | 0.15% | 8.955 | 2.735 | 43.96% | 0.002 |
| 30.000 | 36.586 | 23.414 | PLASTICA | 0.00848 | 0.14% | 8.848 | 2.628 | 42.25% | 0.002 |
| 33.333 | 39.667 | 26.999 | PLASTICA | 0.00795 | 0.13% | 8.748 | 2.528 | 40.64% | 0.002 |
| 36.667 | 42.762 | 30.572 | PLASTICA | 0.00747 | 0.12% | 8.653 | 2.433 | 39.11% | 0.002 |
| 40.000 | 45.868 | 34.132 | PLASTICA | 0.00705 | 0.11% | 8.562 | 2.342 | 37.65% | 0.002 |
| 43.333 | 48.985 | 37.682 | PLASTICA | 0.00666 | 0.11% | 8.476 | 2.256 | 36.27% | 0.002 |
| 46.667 | 52.111 | 41.222 | PLASTICA | 0.00632 | 0.10% | 8.393 | 2.173 | 34.94% | 0.002 |
| 50.000 | 55.245 | 44.755 | PLASTICA | 0.00600 | 0.10% | 8.314 | 2.094 | 33.67% | 0.002 |
| 53.333 | 58.388 | 48.279 | PLASTICA | 0.00571 | 0.09% | 8.238 | 2.018 | 32.44% | 0.002 |
| 56.667 | 61.537 | 51.796 | PLASTICA | 0.00544 | 0.09% | 8.165 | 1.945 | 31.26% | 0.002 |
| 60.000 | 64.693 | 55.307 | PLASTICA | 0.00519 | 0.08% | 8.094 | 1.874 | 30.13% | 0.002 |
| 63.333 | 67.855 | 58.812 | PLASTICA | 0.00497 | 0.08% | -8.025 | 1.805 | 29.03% | 0.002 |
| 66.667 | 71.022 | 62.311 | PLASTICA | 0.00476 | 0.08% | 7.959 | 1.739 | 27.96% | 0.002 |
| 70.000 | 74.194 | 65.806 | PLASTICA | 0.00456 | 0.07% | 7.895 | 1.675 | 26.93% | 0.002 |
| 73.333 | 77.372 | 69.295 | PLASTICA | 0.00438 | 0.07% | 7.833 | 1.613 | 25.93% | 0.002 |
| 76.667 | 80.553 | 72.780 | PLASTICA | 0.00420 | 0.07% | 7.772 | 1.552 | 24.96% | 0.002 |
| 80.000 | 83.739 | 76.261 | PLASTICA | 0.00404 | 0.07% | 7.713 | 1.493 | 24.01% | 0.002 |
| 83.333 | 86.929 | 79.738 | PLASTICA | 0.00389 | 0.06% | 7.656 | 1.436 | 23.09% | 0.002 |
| 86.667 | 90.123 | 83.211 | PLASTICA | 0.00375 | 0.06% | 7.600 | 1.380 | 22.19% | 0.002 |
| 90.000 | 93.320 | 86.680 | PLASTICA | 0.00362 | 0.06% | 7.546 | 1.326 | 21.32% | 0.002 |
| 93.333 | 96.520 | 90.147 | PLASTICA | 0.00349 | 0.06% | 7.493 | 1.273 | 20.46% | 0.002 |
| 96.667 | 99.724 | 93.610 | PLASTICA | 0.00337 | 0.05% | 7.441 | 1.221 | 19.63% | 0.002 |
| 100.000 | 102.930 | 97.070 | PLASTICA | 0.00326 | 0.05% | 7.390 | 1.170 | 18.82% | 0.002 |





## iCYFSA

### RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.375.00 | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 69.000 | | | | |
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po..... | 937.50 | T/M2 | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 4.076 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 4.076 | | | |
| Mr..... | 0.45882 | M..... | 1.93891 | | | | |
| Sr..... | 0.00046 | S..... | 0.00830 | | | | |
| Rc..... | 5,000.000 | T/M2 | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | |
| Tt1..... | 107.032 | |
| Tr2..... | 201.871 | 201.871 |
| Tt2..... | 890.761 | |
| CONST.M | 0.147 | |
| TrMEDIA. | 100.936 | |
| TtMEDIA. | 498.896 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 368.837 | |
| RES.TAN | 212.948 | T/M2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 18.771 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 | <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| FI..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> RESIST. ARCO ROCA>> DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 74.679 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 4.588 | 74.679 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 0.000 | \| PRES. APORTADA ROCA | 74.679 |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.022 | 4.1 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

### DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.002 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 1.92 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.006 | 46.186 | 0.006 | 51.660 | 0.000 |
| 0.500 | 0.009 | 28.741 | 0.009 | 35.426 | 2.336 |
| 1.000 | 0.010 | 22.452 | 0.010 | 29.671 | 3.614 |
| 1.500 | 0.011 | 18.576 | 0.011 | 26.161 | 4.601 |
| 2.000 | 0.012 | 15.830 | 0.012 | 23.697 | 5.428 |
| 2.500 | 0.013 | 13.746 | 0.013 | 21.842 | 6.147 |
| 3.000 | 0.013 | 12.186 | 0.013 | 20.463 | 6.748 |
| 3.500 | 0.014 | 10.867 | 0.014 | 19.305 | 7.306 |
| 4.000 | 0.014 | 9.752 | 0.014 | 18.332 | 7.820 |
| 4.500 | 0.015 | 8.914 | 0.015 | 17.605 | 8.236 |
| 5.000 | 0.015 | 8.149 | 0.015 | 16.946 | 8.639 |
| 6.000 | 0.016 | 6.804 | 0.016 | 15.783 | 9.413 |

## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.00
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 375.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 74.421 | 501.251 | 304.142 | 35.306 | 10.000 |
| 2.500 | 101.624 | 596.187 | 351.610 | 51.020 | 10.000 |
| 3.000 | 130.982 | 689.499 | 398.266 | 69.348 | 10.000 |
| 3.500 | 162.077 | 781.171 | 444.102 | 90.217 | 10.000 |
| 4.000 | 194.575 | 871.206 | 489.119 | 113.557 | 10.000 |
| 4.500 | 201.871 | 890.761 | 498.896 | 130.305 | 10.000 |
| 5.000 | 201.871 | 890.761 | 498.896 | 10.000 | 10.000 |
| 5.500 | 201.871 | 890.761 | 498.896 | 10.000 | 10.000 |
| 6.000 | 201.871 | 890.761 | 498.896 | 10.000 | 10.000 |
| 6.500 | 201.871 | 890.761 | 498.896 | 10.000 | 10.000 |
| 7.500 | 201.871 | 890.761 | 498.896 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 201.871 | 890.761 | 498.896 | 10.000 | 10.000 |





## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 375.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

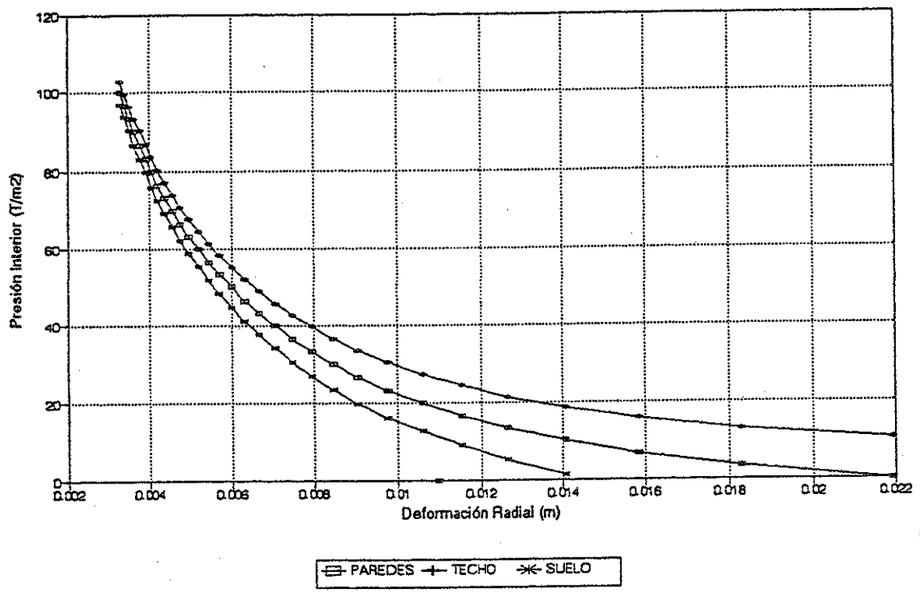
#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.022 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.011 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.576 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | ERR | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.011 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.007) | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.004 | metros | >> Pi Sost.= | 0.000 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 74.679 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 74.679 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

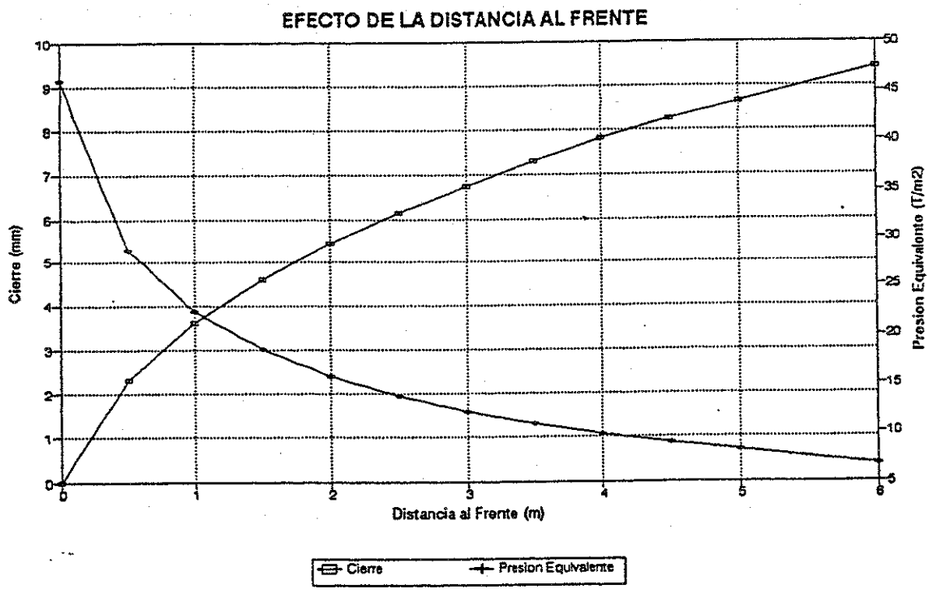
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3375.00
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 69

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



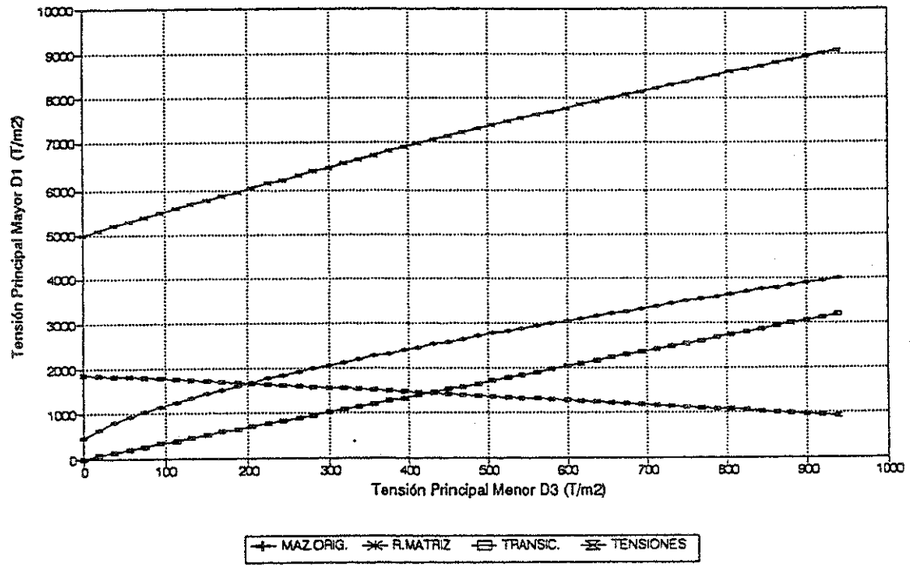




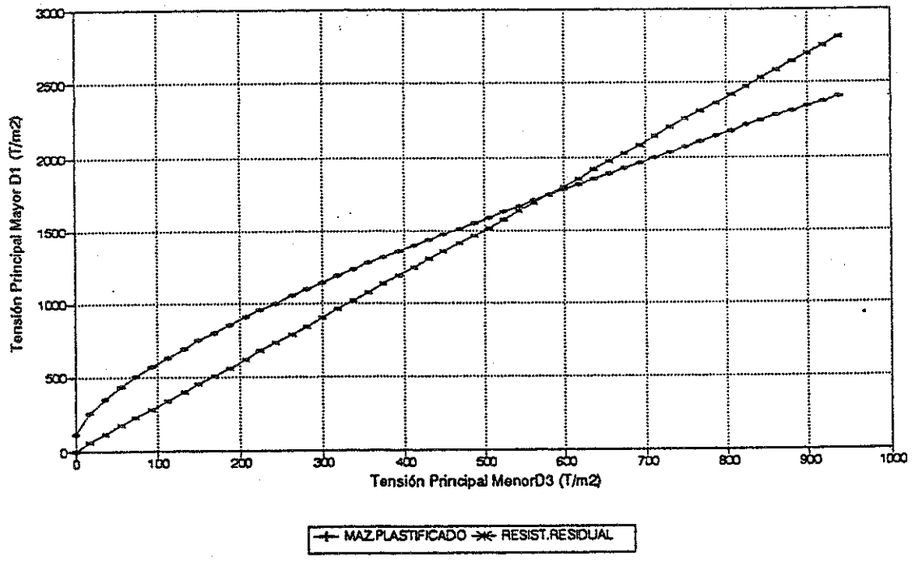

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 69

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.375.01 | | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | | |
| RMR | 69 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION | 2.000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2.687,006 | | | | | |
| MODULO ELAST | 2.687,006 | T/M2 | Em (H&B) = | 3.800,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin) = | 2.990,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M | 1.93891 | \| TIPO DE ROCA> | >>>>>>>>>>>> | AR | | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00830 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL> | >>>> | | 69 | 69 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 49 | 49 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00046 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ | >>>>> | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX | 375 | M | PROFUND. MI | 350 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED | 937.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN | 875.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 348.86 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 200 | T/M2 | \| Pi FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.08005 | 1.29% | 19.268 | 13.048 | 209.77% | 0.005 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.06186 | 0.99% | 17.468 | 11.248 | 180.84% | 0.005 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.05255 | 0.84% | 16.407 | 10.187 | 163.78% | 0.004 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.04617 | 0.74% | 15.605 | 9.365 | 150.89% | 0.004 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.04134 | 0.66% | 14.948 | 8.728 | 140.32% | 0.004 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.03748 | 0.60% | 14.386 | 8.166 | 131.28% | 0.004 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.03429 | 0.55% | 13.892 | 7.672 | 123.35% | 0.004 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.03159 | 0.51% | 13.451 | 7.231 | 116.25% | 0.004 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.02928 | 0.47% | 13.051 | 6.831 | 109.83% | 0.003 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.02725 | 0.44% | 12.686 | 6.466 | 103.95% | 0.003 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.02547 | 0.41% | 12.348 | 6.128 | 98.53% | 0.003 |
| 73.333 | 87.923 | 58.744 | PLASTICA | 0.02388 | 0.38% | 12.035 | 5.815 | 93.49% | 0.003 |
| 80.000 | 93.855 | 66.145 | PLASTICA | 0.02246 | 0.36% | 11.743 | 5.523 | 88.79% | 0.003 |
| 86.667 | 99.834 | 73.500 | PLASTICA | 0.02118 | 0.34% | 11.469 | 5.249 | 84.38% | 0.003 |
| 93.333 | 105.852 | 80.814 | PLASTICA | 0.02001 | 0.32% | 11.211 | 4.991 | 80.23% | 0.003 |
| 100.000 | 111.907 | 88.093 | PLASTICA | 0.01895 | 0.30% | 10.967 | 4.747 | 76.31% | 0.003 |
| 106.667 | 117.994 | 95.339 | PLASTICA | 0.01791 | 0.29% | 10.736 | 4.516 | 72.60% | 0.003 |
| 113.333 | 124.112 | 102.555 | PLASTICA | 0.01613 | 0.26% | 10.518 | 4.298 | 69.10% | 0.003 |
| 120.000 | 130.255 | 109.745 | PLASTICA | 0.01459 | 0.23% | 10.310 | 4.090 | 65.76% | 0.003 |
| 126.667 | 136.422 | 116.911 | PLASTICA | 0.01325 | 0.21% | 10.112 | 3.892 | 62.57% | 0.003 |
| 133.333 | 142.611 | 124.056 | PLASTICA | 0.01208 | 0.19% | 9.922 | 3.702 | 59.51% | 0.003 |
| 140.000 | 148.820 | 131.180 | PLASTICA | 0.01104 | 0.18% | 9.739 | 3.519 | 56.58% | 0.003 |
| 146.667 | 155.047 | 138.286 | PLASTICA | 0.01013 | 0.16% | 9.565 | 3.345 | 53.77% | 0.003 |
| 153.333 | 161.292 | 145.374 | PLASTICA | 0.00932 | 0.15% | 9.397 | 3.177 | 51.07% | 0.002 |
| 160.000 | 167.553 | 152.447 | PLASTICA | 0.00859 | 0.14% | 9.235 | 3.015 | 48.47% | 0.002 |
| 166.667 | 173.829 | 159.505 | PLASTICA | 0.00794 | 0.13% | 9.079 | 2.859 | 45.97% | 0.002 |
| 173.333 | 180.118 | 166.548 | PLASTICA | 0.00736 | 0.12% | 8.929 | 2.709 | 43.55% | 0.002 |
| 180.000 | 186.421 | 173.579 | PLASTICA | 0.00683 | 0.11% | 8.784 | 2.564 | 41.22% | 0.002 |
| 186.667 | 192.736 | 180.597 | PLASTICA | 0.00635 | 0.10% | 8.644 | 2.424 | 38.97% | 0.002 |
| 193.333 | 199.063 | 187.604 | PLASTICA | 0.00592 | 0.10% | 8.508 | 2.288 | 36.79% | 0.002 |
| 200.000 | 205.400 | 194.600 | PLASTICA | 0.00553 | 0.09% | 8.377 | 2.157 | 34.68% | 0.002 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.375.01 | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 69.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po | 937.50 | T/M2 | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi | 0.000 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF | 13.048 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | |
| Mr | 0.45882 | M | | 1.93891 | | | | |
| Sr | 0.00046 | S | | 0.00830 | | | | |
| Rc | 2,000.000 | T/M2 | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tri | 0.000 | |
| Tri | 42.813 | |
| Tr2 | 132.700 | 348.856 |
| Tr2 | 484.274 | |
| CONST.M | 0.294 | |
| TrMEDIA. | 66.350 | |
| TrMEDIA. | 263.543 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 205.513 | |
| RES.TAN | 118.653 | T/M2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C | 0.000 | T/M2 | <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) |
| Fi | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > 17.449 |

| RESIST. ARCO ROCA>> / RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 13.638 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 13.638 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 13.638

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.080 | 13.0 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 1.290 | 1.290 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.003 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 4.94 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.023 | 76.459 | 0.023 | 90.697 | 0.000 |
| 0.500 | 0.028 | 58.222 | 0.028 | 73.150 | 4.570 |
| 1.000 | 0.030 | 49.925 | 0.030 | 64.853 | 7.223 |
| 1.500 | 0.033 | 44.101 | 0.033 | 59.029 | 9.385 |
| 2.000 | 0.035 | 39.540 | 0.034 | 54.468 | 11.295 |
| 2.500 | 0.036 | 36.039 | 0.036 | 50.967 | 12.918 |
| 3.000 | 0.038 | 32.943 | 0.038 | 47.871 | 14.486 |
| 3.500 | 0.039 | 30.532 | 0.039 | 45.460 | 15.807 |
| 4.000 | 0.040 | 28.297 | 0.040 | 43.225 | 17.121 |
| 4.500 | 0.042 | 26.303 | 0.042 | 41.231 | 18.376 |
| 5.000 | 0.043 | 24.740 | 0.043 | 39.668 | 19.420 |
| 6.000 | 0.045 | 21.875 | 0.045 | 36.803 | 21.491 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.01
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 375.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | UM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tr2 | TrMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 25.768 | 200.500 | 121.657 | 14.122 | 10.000 |
| 2.500 | 40.650 | 238.475 | 140.644 | 20.408 | 10.000 |
| 3.000 | 52.393 | 275.800 | 159.306 | 27.739 | 10.000 |
| 3.500 | 64.831 | 312.468 | 177.641 | 36.087 | 10.000 |
| 4.000 | 77.830 | 348.482 | 195.648 | 45.423 | 10.000 |
| 4.500 | 91.281 | 383.849 | 213.331 | 55.719 | 10.000 |
| 5.000 | 105.095 | 418.579 | 230.696 | 66.950 | 10.000 |
| 5.500 | 119.198 | 452.686 | 247.750 | 79.089 | 10.000 |
| 6.000 | 133.531 | 486.187 | 264.500 | 92.112 | 10.000 |
| 6.500 | 148.042 | 519.098 | 280.955 | 105.996 | 10.000 |
| 7.500 | 177.437 | 583.216 | 313.014 | 136.259 | 10.000 |
| 8.000 | 192.256 | 614.458 | 328.635 | 152.596 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002685 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | |
| HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 2.500 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA
========== =====
ROCA DUR <0,01
PIZARRA 0,02-0,03
ROCA BLAN 0,05-0,09

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.080 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.047 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 44.101 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.76% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 1.290 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 0.000 | 2.500 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.938 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.033 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.018 | metros | Sost.sin sol> | 1.250 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.052 | metros | >> Pi Sost.= | 0.000 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.020 | metros | >> Pi Roca = | 13.638 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.32% | | Total Sost. = | 13.638 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

## iCYFSA

# DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA  CASO:337  ROCA:L-3  ROCA:L-3  RMR:69  PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026850 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 9.666 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.080 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.047 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 44.101 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.76% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 1.290 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 30.942 | ERR |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.033 | metros | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.020 | metros | Sost.sin sol> 0.000 T/m2 |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.031 | metros | >> Pi Sost.= 34.218 T/m2 |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = 13.638 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = 47.856 T/m2 |

Compres.hastiales = 0.000 T/m2
Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m

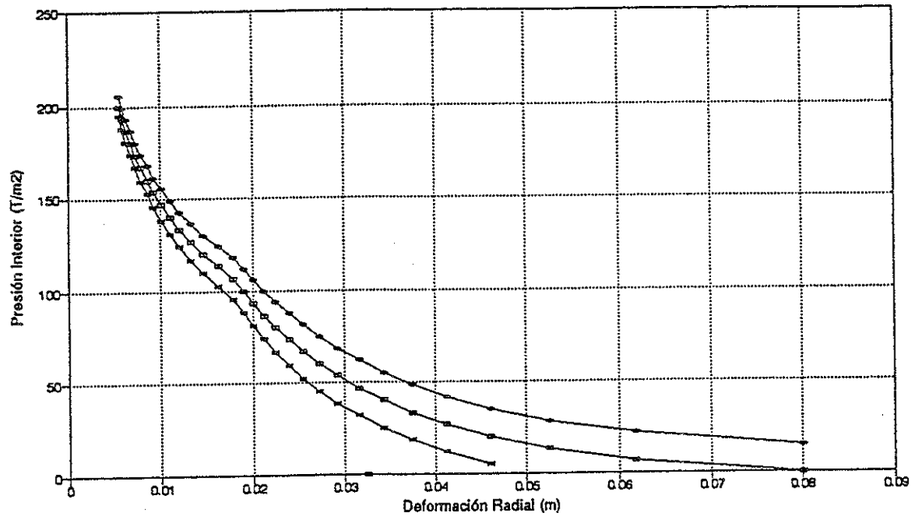




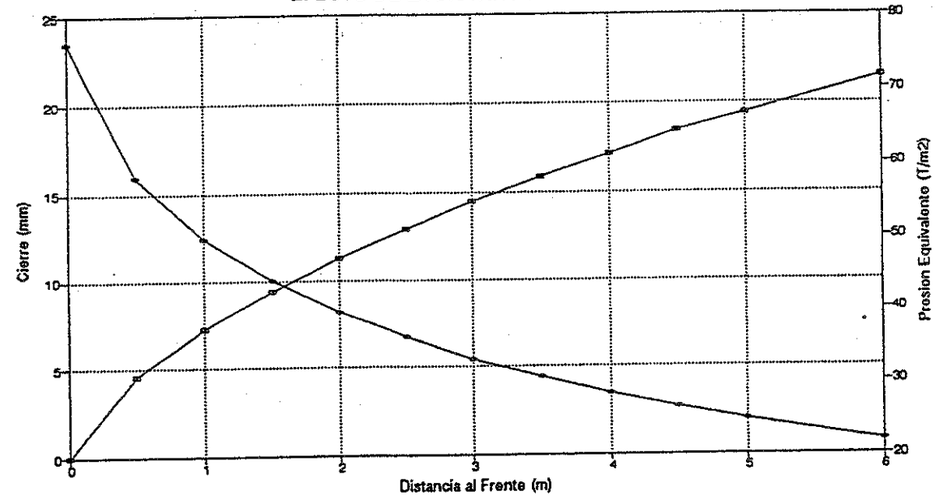
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA  CASO..... 3375.01
TIPO DE ROCA..... L-3  PROFUND.. 375  RMR..... 69

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



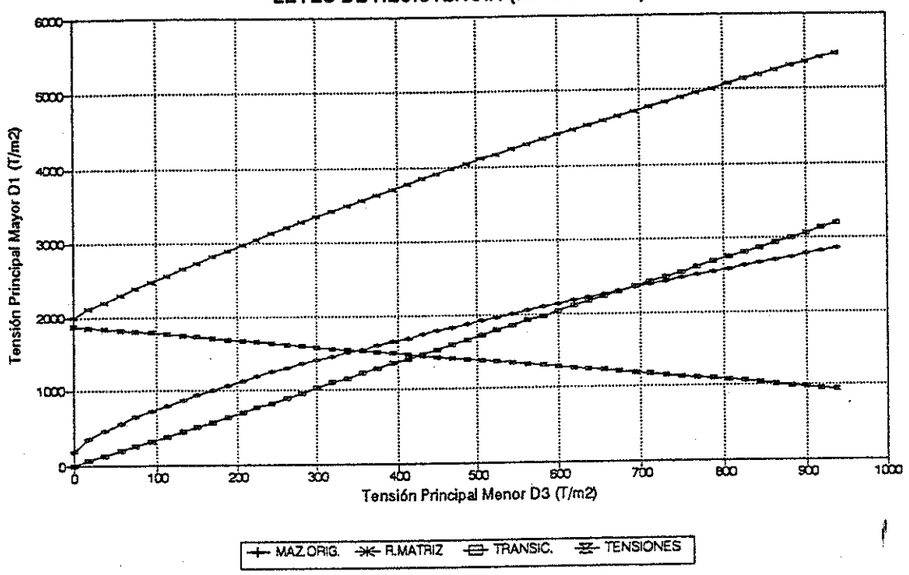

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



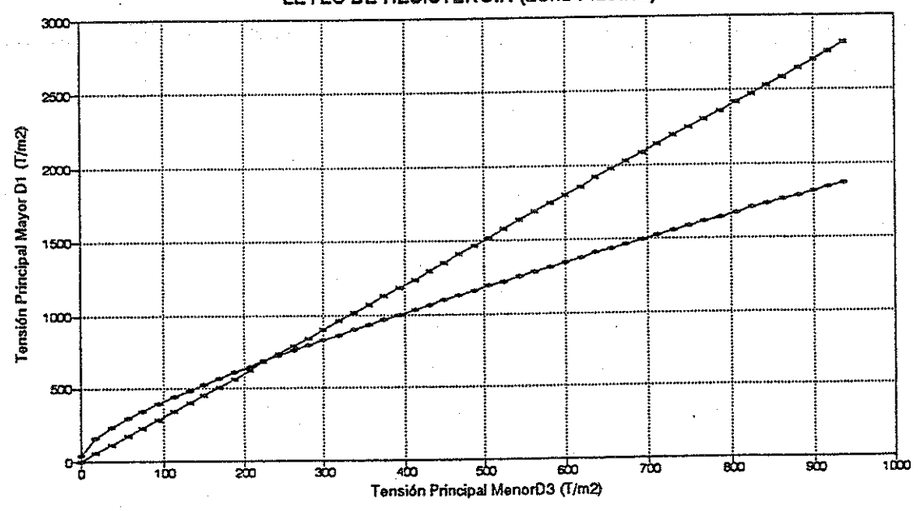
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 69

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.200.01 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 69 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,697,006 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 2,697,006 | T/M2 | Em (HSB)= | 3,800,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,990,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 1.93891 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00830 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 69 | 69 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 49 | 49 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00048 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 200 | M | PROFUND. MI | 175 | M | | LG.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 500.0 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 437.5 | T/M2 | | LG.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 131.50 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 100 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.770 | | PLASTICA | 0.02295 | 0.37% | 12.107 | 5.887 | 94.64% | 0.002 |
| 3.333 | 16.372 | | PLASTICA | 0.01976 | 0.32% | 11.418 | 5.198 | 83.56% | 0.002 |
| 6.667 | 18.538 | | PLASTICA | 0.01778 | 0.29% | 10.953 | 4.733 | 76.09% | 0.002 |
| 10.000 | 20.951 | | PLASTICA | 0.01534 | 0.25% | 10.587 | 4.367 | 70.21% | 0.002 |
| 13.333 | 23.511 | 3.155 | PLASTICA | 0.01275 | 0.20% | 10.280 | 4.060 | 65.28% | 0.002 |
| 16.667 | 26.170 | 7.163 | PLASTICA | 0.01086 | 0.17% | 10.012 | 3.792 | 60.97% | 0.002 |
| 20.000 | 28.902 | 11.098 | PLASTICA | 0.00942 | 0.15% | 9.773 | 3.553 | 57.12% | 0.002 |
| 23.333 | 31.690 | 14.977 | PLASTICA | 0.00828 | 0.13% | 9.556 | 3.336 | 53.63% | 0.002 |
| 26.667 | 34.524 | 18.810 | PLASTICA | 0.00736 | 0.12% | 9.357 | 3.137 | 50.43% | 0.002 |
| 30.000 | 37.396 | 22.605 | PLASTICA | 0.00659 | 0.11% | 9.173 | 2.953 | 47.47% | 0.002 |
| 33.333 | 40.298 | 26.369 | PLASTICA | 0.00595 | 0.10% | 9.001 | 2.781 | 44.72% | 0.001 |
| 36.667 | 43.229 | 30.105 | PLASTICA | 0.00541 | 0.09% | 8.841 | 2.621 | 42.14% | 0.001 |
| 40.000 | 46.183 | 33.817 | PLASTICA | 0.00494 | 0.08% | 8.690 | 2.470 | 39.70% | 0.001 |
| 43.333 | 49.158 | 37.509 | PLASTICA | 0.00453 | 0.07% | 8.547 | 2.327 | 37.41% | 0.001 |
| 46.667 | 52.151 | 41.182 | PLASTICA | 0.00417 | 0.07% | 8.411 | 2.191 | 35.22% | 0.001 |
| 50.000 | 55.161 | 44.839 | PLASTICA | 0.00386 | 0.06% | 8.282 | 2.062 | 33.15% | 0.001 |
| 53.333 | 58.186 | 48.481 | PLASTICA | 0.00358 | 0.06% | 8.159 | 1.939 | 31.17% | 0.001 |
| 56.667 | 61.224 | 52.109 | PLASTICA | 0.00333 | 0.05% | 8.041 | 1.821 | 29.28% | 0.001 |
| 60.000 | 64.275 | 55.725 | PLASTICA | 0.00310 | 0.05% | 7.928 | 1.708 | 27.45% | 0.001 |
| 63.333 | 67.337 | 59.330 | PLASTICA | 0.00290 | 0.05% | 7.820 | 1.600 | 25.72% | 0.001 |
| 66.667 | 70.409 | 62.924 | PLASTICA | 0.00272 | 0.04% | 7.716 | 1.496 | 24.05% | 0.001 |
| 70.000 | 73.491 | 66.509 | PLASTICA | 0.00255 | 0.04% | 7.615 | 1.395 | 22.43% | 0.001 |
| 73.333 | 76.582 | 70.084 | PLASTICA | 0.00240 | 0.04% | 7.518 | 1.298 | 20.88% | 0.001 |
| 76.667 | 79.682 | 73.652 | PLASTICA | 0.00226 | 0.04% | 7.425 | 1.205 | 19.37% | 0.001 |
| 80.000 | 82.788 | 77.212 | PLASTICA | 0.00214 | 0.03% | 7.334 | 1.114 | 17.92% | 0.001 |
| 83.333 | 85.903 | 80.764 | PLASTICA | 0.00202 | 0.03% | 7.247 | 1.027 | 16.51% | 0.001 |
| 86.667 | 89.024 | 84.310 | PLASTICA | 0.00191 | 0.03% | 7.162 | 0.942 | 15.14% | 0.001 |
| 90.000 | 92.151 | 87.849 | PLASTICA | 0.00181 | 0.03% | 7.080 | 0.860 | 13.82% | 0.001 |
| 93.333 | 95.284 | 91.393 | PLASTICA | 0.00172 | 0.03% | 7.000 | 0.780 | 12.54% | 0.001 |
| 96.667 | 98.423 | 94.910 | PLASTICA | 0.00164 | 0.03% | 6.922 | 0.702 | 11.29% | 0.001 |
| 100.000 | 101.567 | 98.433 | PLASTICA | 0.00156 | 0.03% | 6.847 | 0.627 | 10.07% | 0.001 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.200.01
ROCA: L-3 | RMR: 69.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 200.000 | M | Po..... | 500.00 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 5.887 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.887 | |
| Mr..... | 0.45882 | M..... | | 1.93891 | |
| Sr..... | 0.00046 | S..... | | 0.00830 | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | | |
| Tt1..... | 42.813 | | |
| Tr2..... | 131.504 | 131.504 | |
| Tt2..... | 481.513 | | |
| CONST.M | 0.184 | | |
| TrMEDIA.. | 65.752 | | |
| TtMEDIA.. | 262.163 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 204.231 | | |
| RES.TAN | 117.913 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.112 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 17.449

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 15.436 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.518 | 15.436 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 15.436

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.023 | 5.9 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 2.65

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.007 | 29.735 | 0.007 | 37.166 | 0.000 |
| 0.500 | 0.009 | 22.295 | 0.009 | 30.816 | 1.959 |
| 1.000 | 0.010 | 19.241 | 0.010 | 28.274 | 3.058 |
| 1.500 | 0.011 | 17.203 | 0.011 | 26.605 | 3.955 |
| 2.000 | 0.011 | 15.760 | 0.011 | 25.439 | 4.673 |
| 2.500 | 0.012 | 14.612 | 0.012 | 24.521 | 5.310 |
| 3.000 | 0.013 | 13.590 | 0.013 | 23.713 | 5.934 |
| 3.500 | 0.013 | 12.848 | 0.013 | 23.132 | 6.424 |
| 4.000 | 0.014 | 12.237 | 0.014 | 22.657 | 6.856 |
| 4.500 | 0.014 | 11.675 | 0.014 | 22.224 | 7.276 |
| 5.000 | 0.014 | 11.158 | 0.014 | 21.827 | 7.686 |
| 6.000 | 0.015 | 10.231 | 0.015 | 21.125 | 8.478 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.200.01
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 200.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 29.758 | 200.500 | 121.657 | 14.122 | 10.000 |
| 2.500 | 40.650 | 238.475 | 140.644 | 20.408 | 10.000 |
| 3.000 | 52.393 | 275.800 | 159.306 | 27.739 | 10.000 |
| 3.500 | 64.831 | 312.468 | 177.641 | 36.087 | 10.000 |
| 4.000 | 77.830 | 348.482 | 195.648 | 45.423 | 10.000 |
| 4.500 | 91.261 | 383.849 | 213.331 | 55.719 | 10.000 |
| 5.000 | 105.095 | 418.579 | 230.696 | 66.950 | 10.000 |
| 5.500 | 119.198 | 452.686 | 247.750 | 79.089 | 10.000 |
| 6.000 | 131.504 | 481.513 | 262.163 | 91.298 | 10.000 |
| 6.500 | 131.504 | 481.513 | 262.163 | 10.000 | 10.000 |
| 7.500 | 131.504 | 481.513 | 262.163 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 131.504 | 481.513 | 262.163 | 10.000 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:320 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 200.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 1.333 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie

DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.023 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.012 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 17.203 | T/m2 | Ui/Pi(%)= | 0.20% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | ERR | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.011 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.001 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.011 | metros | >> Pi Sost.= | 0.000 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.001 | metros | >> Pi Roca = | 15.436 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Pi %) >> | 0.01% | | Total Sost = | 15.436 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

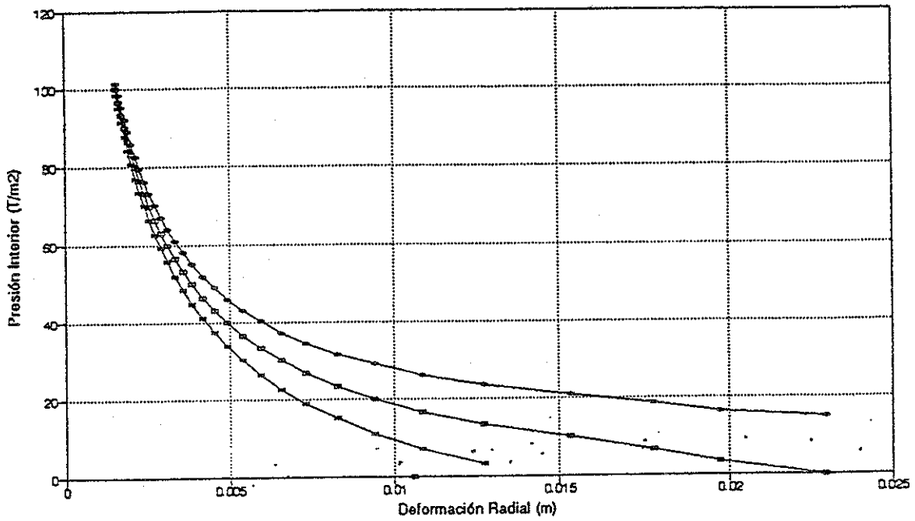




**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3200.01
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 200 RMR..... 69

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD

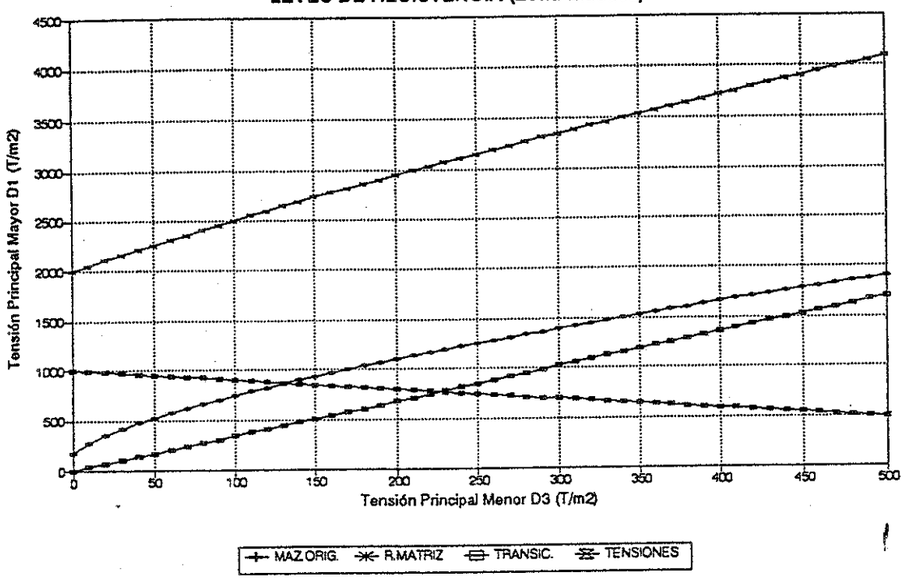



### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE

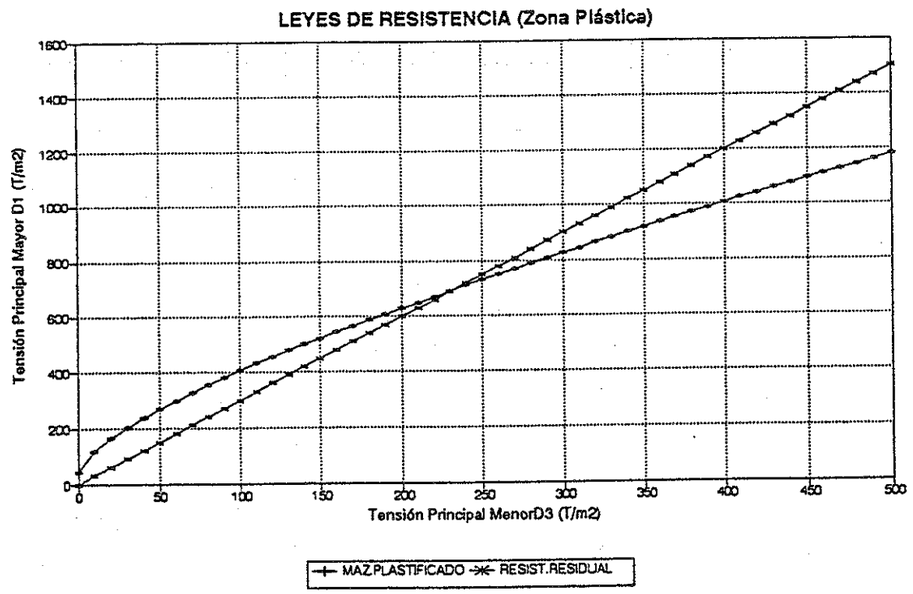
## ICYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 200 RMR..... 69

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## ICYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,375.02 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 69 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 4,400,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 3,550,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 2.40683 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.01282 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 69 | 72 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 49 | 49 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00046 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 375 | M | PROFUND. MI | 350 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 937.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 875.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 427.29 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 200 T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.42770 | 6.88% | 36.447 | 30.227 | 485.96% | 0.012 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.28414 | 4.57% | 31.663 | 25.443 | 409.05% | 0.010 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.22364 | 3.60% | 29.087 | 22.867 | 367.63% | 0.009 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.18551 | 2.98% | 27.174 | 20.954 | 336.88% | 0.009 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.15807 | 2.54% | 25.625 | 19.405 | 311.97% | 0.008 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.13718 | 2.21% | 24.313 | 18.093 | 290.89% | 0.008 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.12064 | 1.94% | 23.173 | 16.953 | 272.55% | 0.007 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.10717 | 1.72% | 22.162 | 15.942 | 256.31% | 0.007 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.09599 | 1.54% | 21.256 | 15.036 | 241.73% | 0.007 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.08656 | 1.39% | 20.433 | 14.213 | 228.51% | 0.007 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.07849 | 1.26% | 19.681 | 13.461 | 216.42% | 0.006 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.07153 | 1.15% | 18.969 | 12.769 | 205.28% | 0.006 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.06546 | 1.05% | 18.348 | 12.128 | 194.98% | 0.006 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.06013 | 0.97% | 17.752 | 11.532 | 185.39% | 0.006 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.05542 | 0.89% | 17.195 | 10.975 | 176.44% | 0.006 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.05123 | 0.82% | 16.673 | 10.453 | 168.05% | 0.005 |
| 106.667 | 121.595 | 91.739 | PLASTICA | 0.04749 | 0.76% | 16.182 | 9.962 | 160.17% | 0.005 |
| 113.333 | 128.261 | 98.405 | PLASTICA | 0.04413 | 0.71% | 15.720 | 9.500 | 152.73% | 0.005 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.04110 | 0.66% | 15.283 | 9.063 | 145.70% | 0.005 |
| 126.667 | 141.595 | 111.739 | PLASTICA | 0.03835 | 0.62% | 14.868 | 8.648 | 139.04% | 0.005 |
| 133.333 | 148.261 | 118.405 | PLASTICA | 0.03586 | 0.58% | 14.475 | 8.255 | 132.72% | 0.005 |
| 140.000 | 154.928 | 125.072 | PLASTICA | 0.03359 | 0.54% | 14.102 | 7.882 | 126.71% | 0.005 |
| 146.667 | 161.595 | 131.739 | PLASTICA | 0.03152 | 0.51% | 13.746 | 7.526 | 120.99% | 0.004 |
| 153.333 | 168.261 | 138.405 | PLASTICA | 0.02962 | 0.48% | 13.406 | 7.186 | 115.53% | 0.004 |
| 160.000 | 174.928 | 145.072 | PLASTICA | 0.02788 | 0.45% | 13.081 | 6.861 | 110.31% | 0.004 |
| 166.667 | 181.595 | 151.739 | PLASTICA | 0.02627 | 0.42% | 12.771 | 6.551 | 105.32% | 0.004 |
| 173.333 | 188.261 | 158.405 | PLASTICA | 0.02479 | 0.40% | 12.473 | 6.253 | 100.54% | 0.004 |
| 180.000 | 194.969 | 165.031 | PLASTICA | 0.02342 | 0.38% | 12.188 | 5.968 | 95.95% | 0.004 |
| 186.667 | 200.949 | 172.385 | PLASTICA | 0.02215 | 0.36% | 11.914 | 5.694 | 91.55% | 0.004 |
| 193.333 | 206.955 | 179.712 | PLASTICA | 0.02097 | 0.34% | 11.651 | 5.431 | 87.32% | 0.004 |
| 200.000 | 212.986 | 187.014 | PLASTICA | 0.01988 | 0.32% | 11.398 | 5.178 | 83.25% | 0.004 |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.02
ROCA: L-3 | RMR: 69.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po..... | 937.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 14.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 22.653 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.45882 | M..... | | 2.40683 | |
| Sr..... | 0.00046 | S..... | | 0.01282 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 14.000 | | |
| Tti..... | 96.956 | | |
| Tr2..... | 121.770 | 427.294 | |
| Tt2..... | 359.106 | | |
| CONST.M | 0.510 | | |
| TrMEDIA.. | 67.865 | | |
| TtMEDIA.. | 228.031 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 186.401 | | |
| RES.TAN | 107.619 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 17.449

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< N° BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 12.370 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 12.370 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 14.000 | PRES. APORTADA ROCA 12.370

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 1.630 | 1.630 | 0.219 | 22.7 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 16.558 | 16.558 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.004 m
RAZON DE HOMOTECIA 18.67

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.124 | 38.632 | 0.124 | 53.560 | 0.000 |
| 0.500 | 0.134 | 34.647 | 0.134 | 49.575 | 9.878 |
| 1.000 | 0.140 | 32.455 | 0.140 | 47.383 | 15.900 |
| 1.500 | 0.145 | 30.849 | 0.144 | 45.777 | 20.621 |
| 2.000 | 0.149 | 29.423 | 0.149 | 44.351 | 25.050 |
| 2.500 | 0.154 | 28.121 | 0.153 | 43.049 | 29.307 |
| 3.000 | 0.157 | 26.913 | 0.157 | 41.841 | 33.456 |
| 3.500 | 0.161 | 25.991 | 0.161 | 40.919 | 36.759 |
| 4.000 | 0.164 | 25.175 | 0.164 | 40.103 | 39.790 |
| 4.500 | 0.167 | 24.399 | 0.167 | 39.327 | 42.771 |
| 5.000 | 0.170 | 23.657 | 0.169 | 38.585 | 45.714 |
| 6.000 | 0.176 | 22.261 | 0.175 | 37.189 | 51.522 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.02
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 375.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 14.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 46.044 | 192.960 | 144.958 | 16.937 | 10.000 |
| 2.500 | 55.119 | 215.582 | 156.269 | 22.785 | 10.000 |
| 3.000 | 64.423 | 237.676 | 167.316 | 29.244 | 10.000 |
| 3.500 | 73.892 | 259.261 | 178.108 | 36.292 | 10.000 |
| 4.000 | 83.479 | 280.355 | 188.656 | 43.909 | 10.000 |
| 4.500 | 93.144 | 300.978 | 198.967 | 52.078 | 10.000 |
| 5.000 | 102.857 | 321.149 | 209.053 | 60.779 | 10.000 |
| 5.500 | 112.593 | 340.896 | 218.921 | 69.996 | 10.000 |
| 6.000 | 122.330 | 360.208 | 228.582 | 79.714 | 10.000 |
| 6.500 | 132.054 | 379.131 | 238.044 | 89.917 | 10.000 |
| 7.500 | 151.410 | 415.849 | 256.402 | 111.725 | 10.000 |
| 8.000 | 161.022 | 433.673 | 265.314 | 123.304 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:69 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 9.125 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 8.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 4.562 | 9.125 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.219 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 30.849 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.20% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 1.630 | 16.558 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 9.562 | 19.125 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 5.865 | 1.155 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.144 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.042 | metros | Sost.sin sol> | 7.500 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.177 | metros | >> Pi Sost.= | 9.562 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.032 | metros | >> Pi Roca = | 12.370 | T/m2 | Compres.hastiales = 891.647 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.52% | | Total Sost. = | 21.932 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.951 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:69 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.686 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

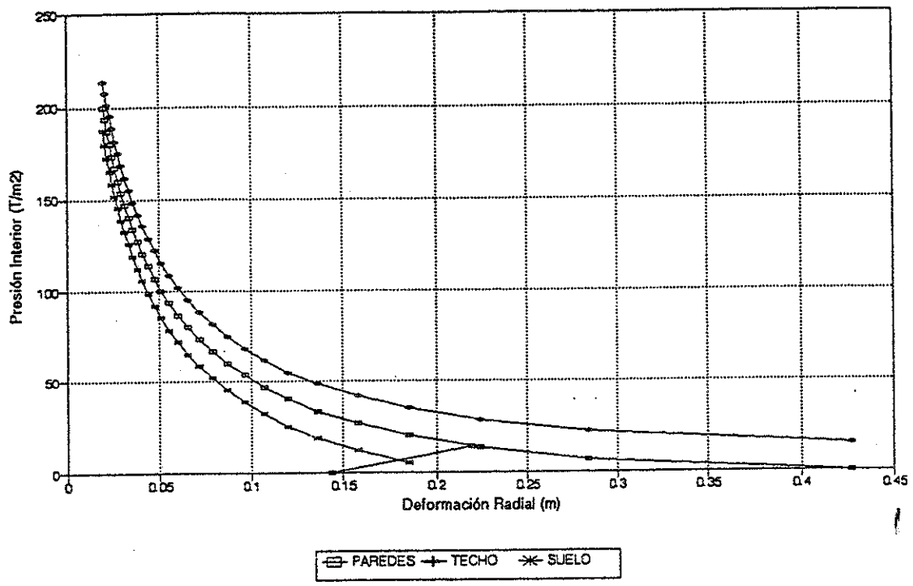
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.219 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 30.849 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.20% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 1.630 | 16.558 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 20.987 | 2.411 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.144 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.050 | metros | Sost.sin sol> | 5.854 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.107 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 12.370 | T/m2 | Compres.hastiales = 203.805 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 46.587 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 4.161 T x m |

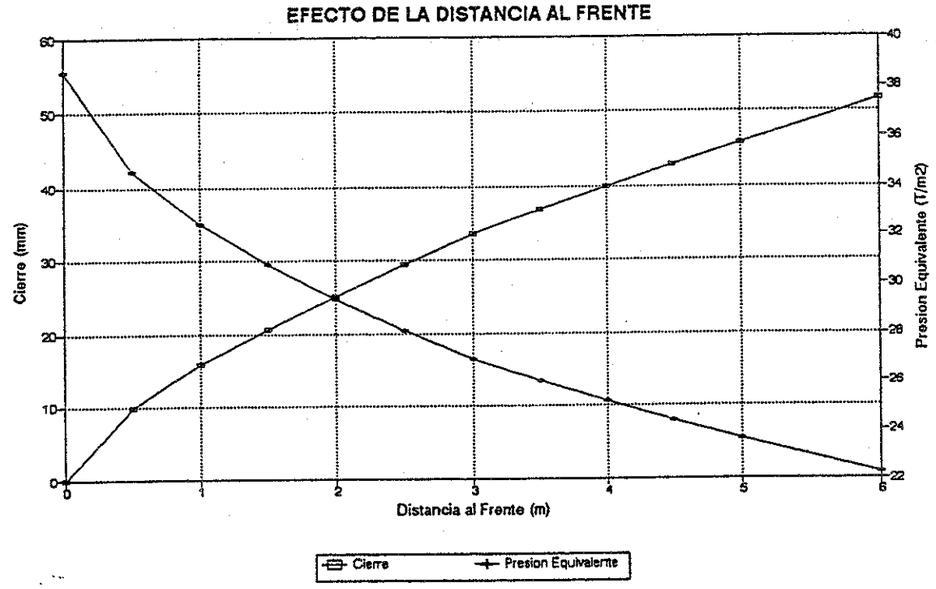
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3375.02
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 69

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



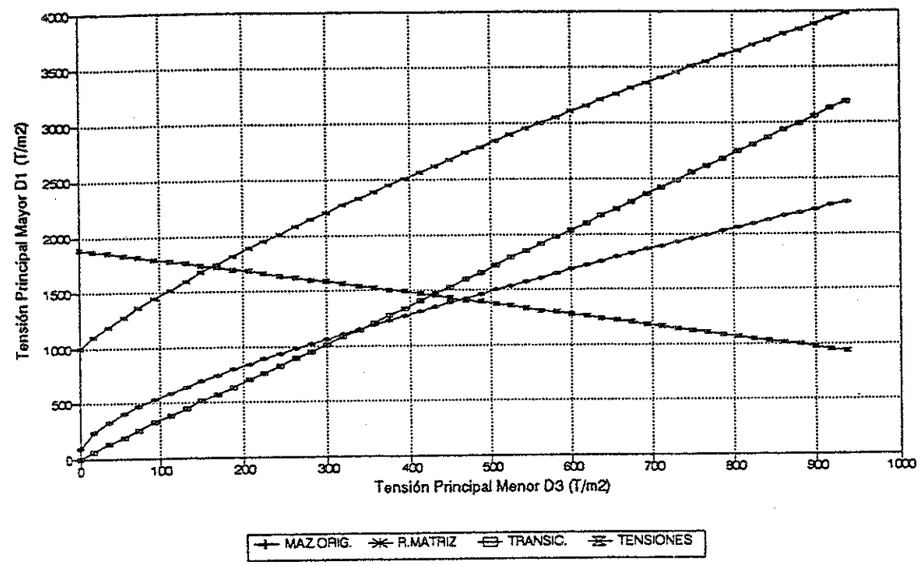




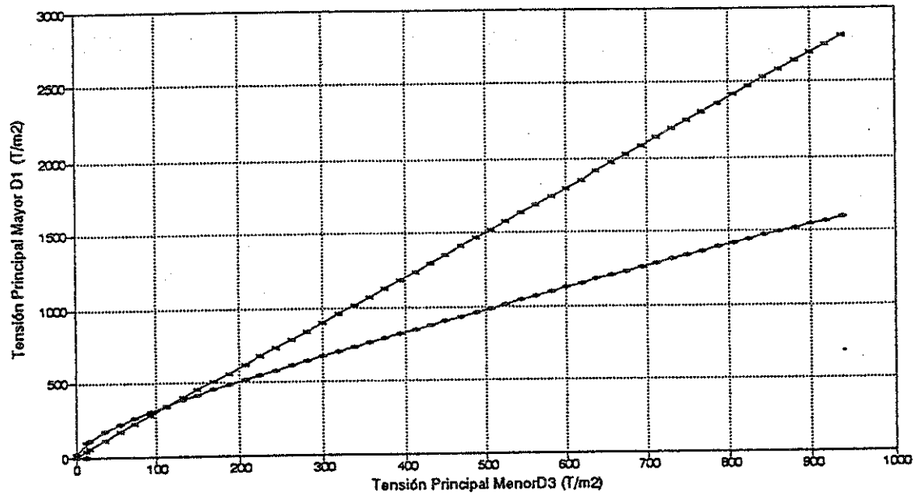

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 69

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 49,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | | (0) T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.219 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.075 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 30.849 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.20% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 1.630 | 16.558 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 5.703 | 21.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.498 | 1.293 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.144 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.055 | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.195 | metros | >> Pi Sost.= | 5.703 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.051 | metros | >> Pi Roca = | 12.370 | T/m2 | Compres.hastiales = | 713.318 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.82% | | Total Sost. = | 18.073 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.189 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.325.02 | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | |
| RMR | 69 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | |
| MODULO ELAST. | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 4,000,000 | T/m2 | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 3,160,000 | T/m2 | | |
| CONST. M | 2.08379 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00960 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | 69 | 70 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | 49 | 49 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00046 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 325 | M | PROFUND. MI | 300 | M | LG.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 812.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 750.0 | T/M2 | LG.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | |

PRESION CRITICA 370.47 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 |
| P.INTERIOR FINAL | 120 | T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.26954 | 4.33% | 32.786 | 26.566 | 427.11% | 0.009 |
| 4.000 | 18.928 | | PLASTICA | 0.20130 | 3.24% | 29.546 | 23.326 | 375.02% | 0.008 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.16794 | 2.70% | 27.665 | 21.445 | 344.77% | 0.008 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 0.14544 | 2.34% | 26.241 | 20.021 | 321.88% | 0.007 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.12861 | 2.07% | 25.072 | 18.852 | 303.09% | 0.007 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.11531 | 1.85% | 24.072 | 17.852 | 287.01% | 0.007 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.10444 | 1.68% | 23.193 | 16.973 | 272.88% | 0.006 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.09532 | 1.53% | 22.407 | 16.187 | 260.24% | 0.006 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.08754 | 1.41% | 21.695 | 15.475 | 248.79% | 0.006 |
| 36.000 | 50.928 | 21.072 | PLASTICA | 0.08081 | 1.30% | 21.044 | 14.824 | 238.32% | 0.006 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.07492 | 1.20% | 20.443 | 14.223 | 228.67% | 0.006 |
| 44.000 | 58.928 | 29.072 | PLASTICA | 0.06972 | 1.12% | 19.886 | 13.666 | 219.71% | 0.006 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.06509 | 1.05% | 19.366 | 13.146 | 211.35% | 0.005 |
| 52.000 | 66.928 | 37.072 | PLASTICA | 0.06094 | 0.98% | 18.879 | 12.659 | 203.52% | 0.005 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.05720 | 0.92% | 18.420 | 12.200 | 196.15% | 0.005 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.05381 | 0.87% | 17.988 | 11.768 | 189.19% | 0.005 |
| 64.000 | 78.928 | 49.072 | PLASTICA | 0.05073 | 0.82% | 17.578 | 11.358 | 182.61% | 0.005 |
| 68.000 | 82.928 | 53.072 | PLASTICA | 0.04791 | 0.77% | 17.190 | 10.970 | 176.36% | 0.005 |
| 72.000 | 86.928 | 57.072 | PLASTICA | 0.04533 | 0.73% | 16.820 | 10.600 | 170.41% | 0.005 |
| 76.000 | 90.928 | 61.072 | PLASTICA | 0.04295 | 0.69% | 16.467 | 10.247 | 164.75% | 0.005 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.04076 | 0.66% | 16.131 | 9.911 | 159.33% | 0.005 |
| 84.000 | 98.928 | 69.072 | PLASTICA | 0.03873 | 0.62% | 15.808 | 9.588 | 154.16% | 0.004 |
| 88.000 | 102.928 | 73.072 | PLASTICA | 0.03685 | 0.59% | 15.500 | 9.280 | 149.19% | 0.004 |
| 92.000 | 106.928 | 77.072 | PLASTICA | 0.03511 | 0.56% | 15.204 | 8.984 | 144.43% | 0.004 |
| 96.000 | 110.928 | 81.072 | PLASTICA | 0.03348 | 0.54% | 14.919 | 8.699 | 139.86% | 0.004 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.03196 | 0.51% | 14.645 | 8.425 | 135.45% | 0.004 |
| 104.000 | 118.928 | 89.072 | PLASTICA | 0.03054 | 0.49% | 14.381 | 8.161 | 131.21% | 0.004 |
| 108.000 | 122.928 | 93.072 | PLASTICA | 0.02921 | 0.47% | 14.127 | 7.907 | 127.13% | 0.004 |
| 112.000 | 126.928 | 97.072 | PLASTICA | 0.02796 | 0.45% | 13.882 | 7.662 | 123.18% | 0.004 |
| 116.000 | 130.928 | 101.072 | PLASTICA | 0.02679 | 0.43% | 13.645 | 7.425 | 119.37% | 0.004 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.02569 | 0.41% | 13.415 | 7.195 | 115.68% | 0.004 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.02
ROCA: L-3 | RMR: 69.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 325.000 | M | Po..... | 812.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 8.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 21.445 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.45882 | M..... | 2.08379 | | |
| Sr..... | 0.00046 | S..... | 0.00960 | | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 8.000 | | |
| Tt1..... | 72.256 | | |
| Tr2..... | 103.185 | 370.467 | |
| Tt2..... | 321.821 | | |
| CONST.M | 0.442 | | |
| TrMEDIA.. | 55.593 | | |
| TtMEDIA.. | 197.039 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 158.555 | | |
| RES.TAN | 91.542 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 17.449

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 10.522 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 10.522 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 8.000 | PRES. APORTADA ROCA 10.522

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.168 | 21.4 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 12.406 | 12.406 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.003 m
RAZON DE HOMOTECIA 13.58

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.078 | 37.796 | 0.078 | 52.724 | 0.000 |
| 0.500 | 0.086 | 32.962 | 0.086 | 47.890 | 7.764 |
| 1.000 | 0.091 | 30.424 | 0.090 | 45.352 | 12.398 |
| 1.500 | 0.095 | 28.416 | 0.094 | 43.344 | 16.382 |
| 2.000 | 0.098 | 26.840 | 0.098 | 41.768 | 19.737 |
| 2.500 | 0.101 | 25.453 | 0.101 | 40.391 | 22.851 |
| 3.000 | 0.104 | 24.190 | 0.104 | 39.118 | 25.895 |
| 3.500 | 0.107 | 23.161 | 0.107 | 38.089 | 28.480 |
| 4.000 | 0.109 | 22.221 | 0.109 | 37.149 | 30.951 |
| 4.500 | 0.112 | 21.329 | 0.111 | 36.257 | 33.396 |
| 5.000 | 0.114 | 20.480 | 0.114 | 35.408 | 35.824 |
| 6.000 | 0.118 | 19.090 | 0.118 | 34.018 | 40.022 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.02
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 325.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 8.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 34.831 | 163.046 | 117.651 | 13.720 | 10.000 |
| 2.500 | 42.801 | 184.563 | 128.410 | 18.696 | 10.000 |
| 3.000 | 51.062 | 205.615 | 138.935 | 24.255 | 10.000 |
| 3.500 | 59.544 | 226.212 | 149.234 | 30.379 | 10.000 |
| 4.000 | 68.193 | 246.368 | 159.312 | 37.050 | 10.000 |
| 4.500 | 76.965 | 266.098 | 169.177 | 44.250 | 10.000 |
| 5.000 | 85.825 | 285.417 | 178.896 | 51.963 | 10.000 |
| 5.500 | 94.745 | 304.339 | 188.297 | 60.173 | 10.000 |
| 6.000 | 103.702 | 322.879 | 197.567 | 68.866 | 10.000 |
| 6.500 | 112.676 | 341.053 | 206.654 | 78.027 | 10.000 |
| 7.500 | 130.616 | 376.355 | 224.305 | 97.706 | 10.000 |
| 8.000 | 139.559 | 393.509 | 232.883 | 108.198 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:69 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 2.500 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 56 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 8.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.168 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 28.416 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 12.406 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 5.351 | 15.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.266 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.094 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.031 | metros | Sost.sin sol> | 6.250 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.129 | metros | >> Pi Sost.= | 5.351 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.035 | metros | >> Pi Roca = | 10.522 | T/m2 | Compres.hastiales = | 815.220 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.56% | | Total Sost. = | 15.873 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.340 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:69 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

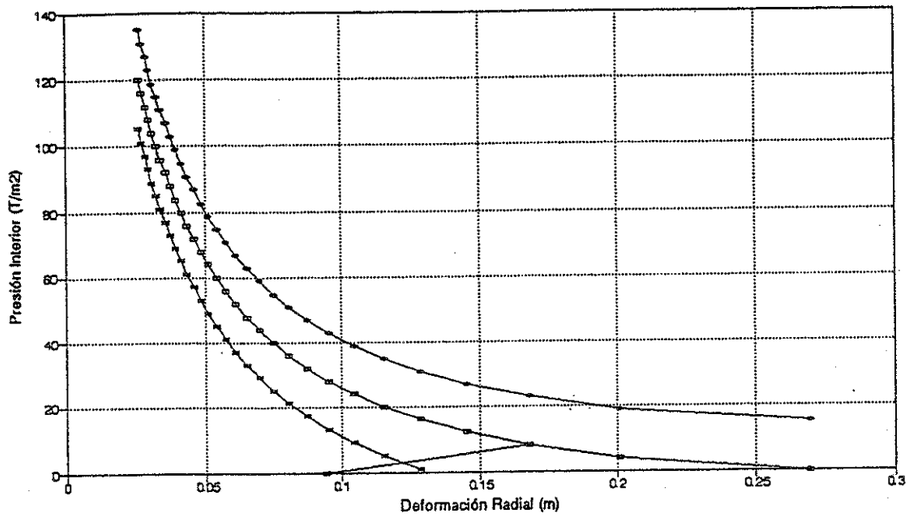
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 8.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.168 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 28.416 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 12.406 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 3.218 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.094 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.043 | metros | Sost.sin sol> | 3.345 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.069 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.522 | T/m2 | Compres.hastiales = | 116.460 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 44.740 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.378 T x m |

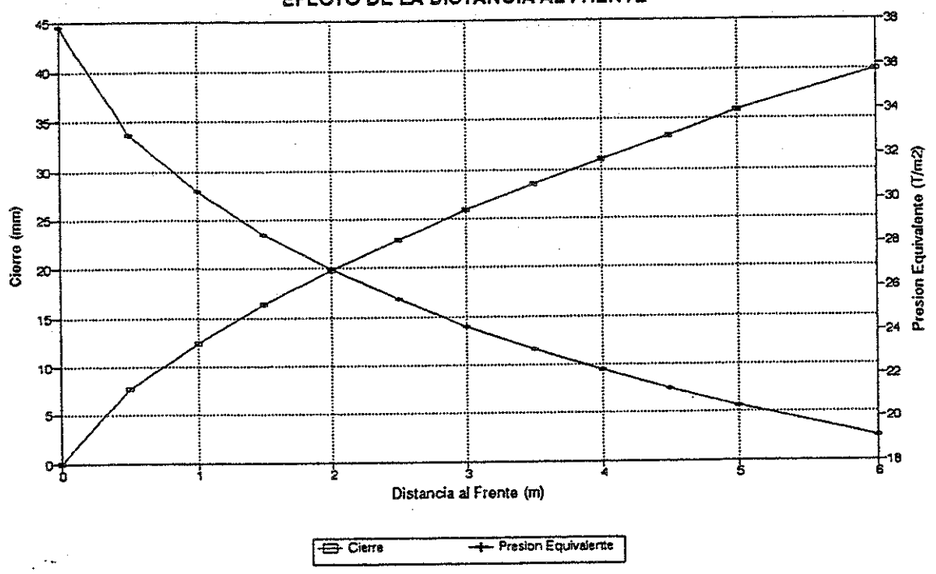
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3325.02
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 69

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



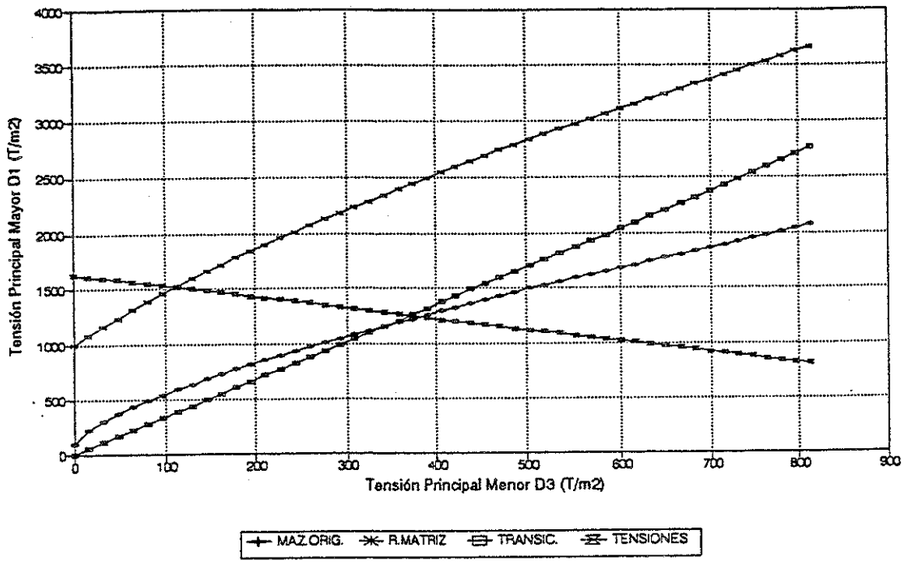




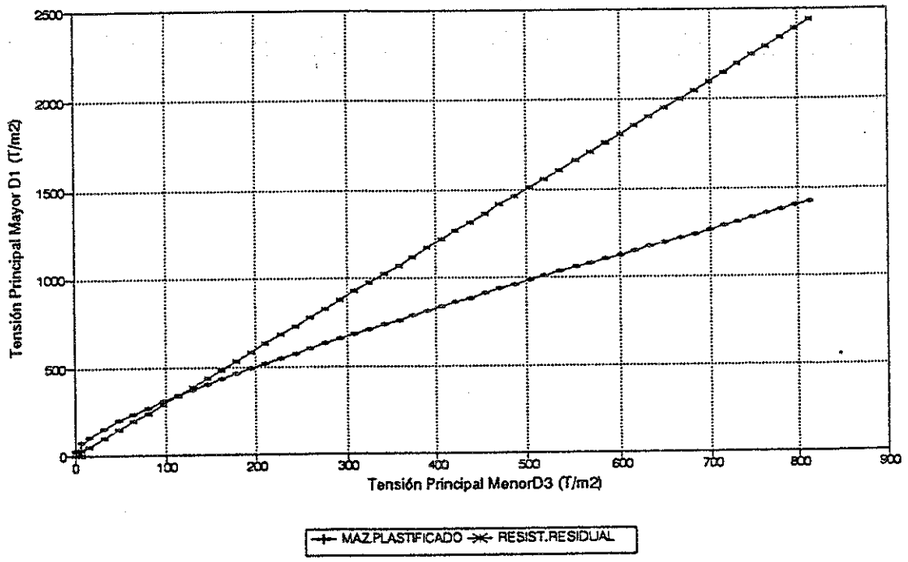

**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 69

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**ICYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003980 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 5.703 | 0.000 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER .1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 8.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.168 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 28.416 | T/m2 | UI/RI(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 12.406 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.266 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.094 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.036 | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.139 | metros | >> Pi Sost = | 2.851 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.045 | metros | >> Pi Roca = | 10.522 | T/m2 | Compres.hastiales = 815.220 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.72% | | Total Sost. = | 13.373 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.340 T x m |





**ICYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.275.02 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 69 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900.000 | | | | |
| MODULO ELAST. | 1,900.000 | T/M2 | Em (H&B) = | 3,800.000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin) = | 2,990.000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 1.93891 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00830 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 69 | 69 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 49 | 49 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00046 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 275 | M | PROFUND. MI | 250 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 687.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 625.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 302.12 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 175 | T/M2 | \| Pi FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.16044 | 2.58% | 28.055 | 21.835 | 351.05% | 0.007 |
| 5.833 | 20.761 | | PLASTICA | 0.10907 | 1.75% | 24.334 | 18.114 | 291.22% | 0.006 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 0.08705 | 1.40% | 22.359 | 16.139 | 259.47% | 0.005 |
| 17.500 | 32.428 | 2.572 | PLASTICA | 0.07296 | 1.17% | 20.910 | 14.690 | 236.17% | 0.005 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.06281 | 1.01% | 19.745 | 13.525 | 217.44% | 0.005 |
| 29.167 | 44.095 | 14.239 | PLASTICA | 0.05502 | 0.88% | 18.763 | 12.543 | 201.66% | 0.005 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.04881 | 0.78% | 17.913 | 11.693 | 187.99% | 0.004 |
| 40.833 | 55.761 | 25.905 | PLASTICA | 0.04373 | 0.70% | 17.161 | 10.941 | 175.91% | 0.004 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.03948 | 0.63% | 16.488 | 10.268 | 165.08% | 0.004 |
| 52.500 | 67.428 | 37.572 | PLASTICA | 0.03587 | 0.58% | 15.877 | 9.657 | 155.26% | 0.004 |
| 58.333 | 73.261 | 43.405 | PLASTICA | 0.03277 | 0.53% | 15.319 | 9.099 | 146.29% | 0.004 |
| 64.167 | 79.095 | 49.239 | PLASTICA | 0.03007 | 0.48% | 14.806 | 8.586 | 138.04% | 0.004 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.02770 | 0.45% | 14.331 | 8.111 | 130.40% | 0.003 |
| 75.833 | 90.761 | 60.905 | PLASTICA | 0.02561 | 0.41% | 13.888 | 7.668 | 123.29% | 0.003 |
| 81.667 | 96.595 | 66.739 | PLASTICA | 0.02376 | 0.38% | 13.475 | 7.255 | 116.64% | 0.003 |
| 87.500 | 102.428 | 72.572 | PLASTICA | 0.02209 | 0.36% | 13.088 | 6.868 | 110.42% | 0.003 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.02060 | 0.33% | 12.723 | 6.503 | 104.56% | 0.003 |
| 99.167 | 114.095 | 84.239 | PLASTICA | 0.01925 | 0.31% | 12.379 | 6.159 | 99.03% | 0.003 |
| 105.000 | 119.623 | 90.377 | PLASTICA | 0.01803 | 0.29% | 12.054 | 5.834 | 93.80% | 0.003 |
| 110.833 | 124.683 | 96.984 | PLASTICA | 0.01692 | 0.27% | 11.746 | 5.526 | 88.84% | 0.003 |
| 116.667 | 129.781 | 103.552 | PLASTICA | 0.01590 | 0.26% | 11.453 | 5.233 | 84.13% | 0.003 |
| 122.500 | 134.915 | 110.085 | PLASTICA | 0.01497 | 0.24% | 11.174 | 4.954 | 79.64% | 0.003 |
| 128.333 | 140.082 | 116.585 | PLASTICA | 0.01412 | 0.23% | 10.908 | 4.688 | 75.37% | 0.003 |
| 134.167 | 145.279 | 123.054 | PLASTICA | 0.01306 | 0.21% | 10.654 | 4.434 | 71.29% | 0.003 |
| 140.000 | 150.504 | 129.496 | PLASTICA | 0.01178 | 0.19% | 10.413 | 4.193 | 67.40% | 0.003 |
| 145.833 | 155.755 | 135.911 | PLASTICA | 0.01065 | 0.17% | 10.181 | 3.961 | 63.68% | 0.002 |
| 151.667 | 161.030 | 142.303 | PLASTICA | 0.00966 | 0.16% | 9.958 | 3.738 | 60.10% | 0.002 |
| 157.500 | 166.327 | 148.673 | PLASTICA | 0.00879 | 0.14% | 9.744 | 3.524 | 56.66% | 0.002 |
| 163.333 | 171.645 | 155.022 | PLASTICA | 0.00802 | 0.13% | 9.539 | 3.319 | 53.36% | 0.002 |
| 169.167 | 176.982 | 161.351 | PLASTICA | 0.00733 | 0.12% | 9.341 | 3.121 | 50.18% | 0.002 |
| 175.000 | 182.338 | 167.662 | PLASTICA | 0.00672 | 0.11% | 9.151 | 2.931 | 47.12% | 0.002 |

# ICYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.02
ROCA: L-3 | RMR: 69.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 275.000 | M | Po..... | 687.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 3.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 19.477 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.45882 | M..... | | 1.93891 | |
| Sr..... | 0.00046 | S..... | | 0.00830 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 3.000 | | |
| Tti..... | 45.833 | | |
| Tr2..... | 83.769 | 302.117 | |
| Tt2..... | 280.983 | | |
| CONST.M | 0.385 | | |
| TrMEDIA.. | 43.385 | | |
| TtMEDIA.. | 163.408 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 129.266 | | |
| RES.TAN | 74.632 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 17.449

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 8.578 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 8.578 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 3.000 | PRES. APORTADA ROCA 8.578

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.126 | 19.5 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 9.350 | 9.350 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.003 m
RAZON DE HOMOTECIA 9.55

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.047 | 37.625 | 0.046 | 52.553 | 0.000 |
| 0.500 | 0.052 | 31.631 | 0.052 | 46.559 | 5.830 |
| 1.000 | 0.056 | 28.499 | 0.056 | 43.427 | 9.413 |
| 1.500 | 0.059 | 26.320 | 0.059 | 41.248 | 12.177 |
| 2.000 | 0.061 | 24.404 | 0.061 | 39.332 | 14.821 |
| 2.500 | 0.064 | 22.826 | 0.064 | 37.754 | 17.171 |
| 3.000 | 0.066 | 21.604 | 0.066 | 36.532 | 19.111 |
| 3.500 | 0.068 | 20.467 | 0.067 | 35.395 | 21.020 |
| 4.000 | 0.070 | 19.401 | 0.069 | 34.329 | 22.912 |
| 4.500 | 0.071 | 18.393 | 0.071 | 33.321 | 24.795 |
| 5.000 | 0.073 | 17.455 | 0.073 | 32.383 | 26.643 |
| 6.000 | 0.076 | 16.172 | 0.076 | 31.100 | 29.390 |







ICYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.02
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 275.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 3.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 23.858 | 130.651 | 88.242 | 10.267 | 10.000 |
| 2.500 | 30.564 | 150.903 | 98.368 | 14.297 | 10.000 |
| 3.000 | 37.630 | 170.761 | 108.297 | 18.881 | 10.000 |
| 3.500 | 44.981 | 190.226 | 118.030 | 24.001 | 10.000 |
| 4.000 | 52.555 | 209.308 | 127.571 | 29.641 | 10.000 |
| 4.500 | 60.304 | 228.015 | 136.924 | 35.786 | 10.000 |
| 5.000 | 68.188 | 246.357 | 146.095 | 42.421 | 10.000 |
| 5.500 | 76.174 | 264.345 | 155.089 | 49.532 | 10.000 |
| 6.000 | 84.235 | 281.990 | 163.912 | 57.106 | 10.000 |
| 6.500 | 92.350 | 299.305 | 172.569 | 65.129 | 10.000 |
| 7.500 | 108.669 | 332.985 | 189.409 | 82.476 | 10.000 |
| 8.000 | 116.845 | 349.373 | 197.603 | 91.777 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 3.422 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 3.0 | 0.0 | | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 1.711 | 3.422 | 0.000 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | | ———— ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION L (T/m2) >> | 0.000 | 7.500 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 3.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.126 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.320 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 9.350 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 1.711 | 10.922 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.168 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.059 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.027 | metros | Sost.sin sol> | 3.750 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.091 | metros | >> Pi Sost.= | 1.711 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.033 | metros | >> Pi Roca = | 8.578 | T/m2 | Compres.hastiales = | 509.513 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.53% | | Total Sost. = | 10.289 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.076 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84.967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | | ———— ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION L (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

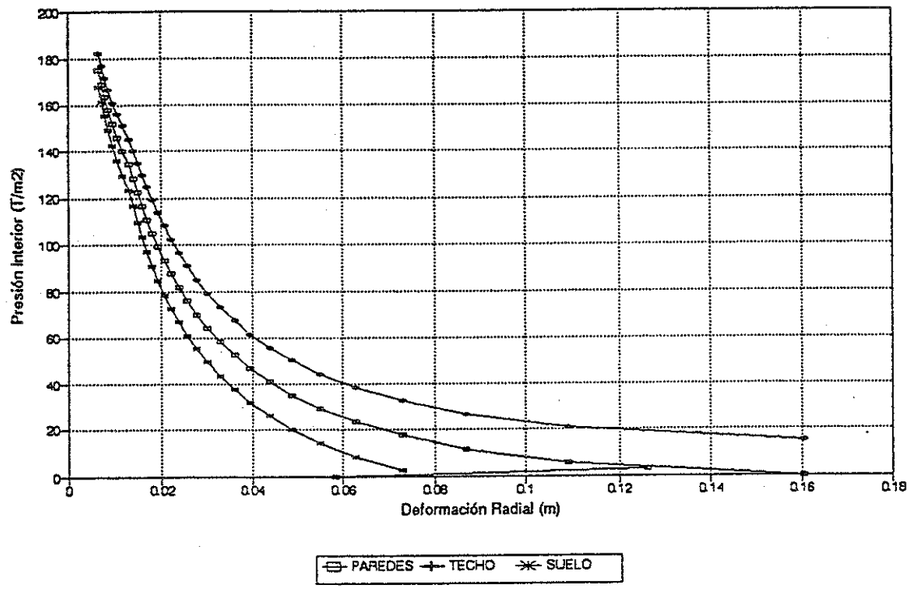
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 3.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.126 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.320 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 9.350 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 4.270 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84.967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.059 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.034 | metros | Sost.sin sol> | 1.254 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.042 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.578 | T/m2 | Compres.hastiales = | 43.673 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 42.796 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.892 T x m |

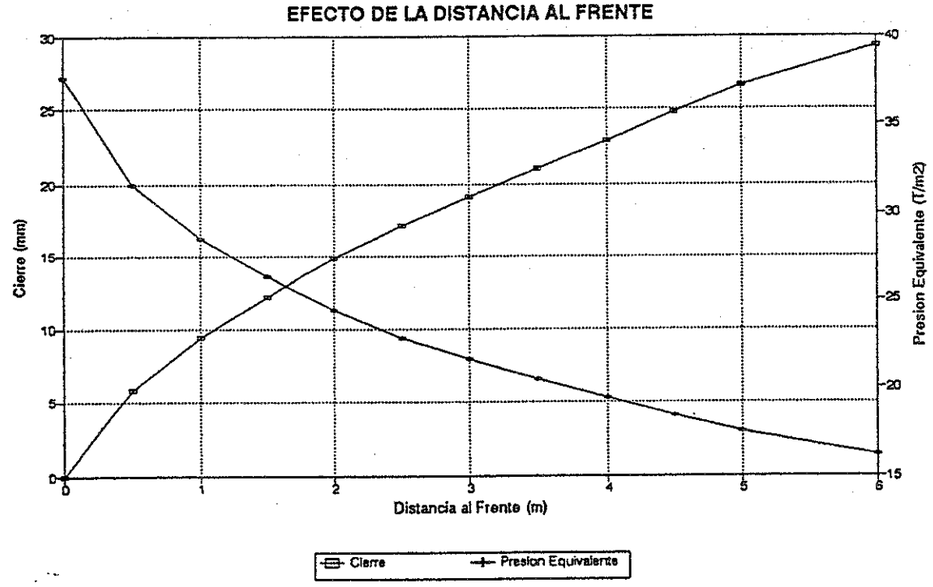
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3275.02
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 69

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



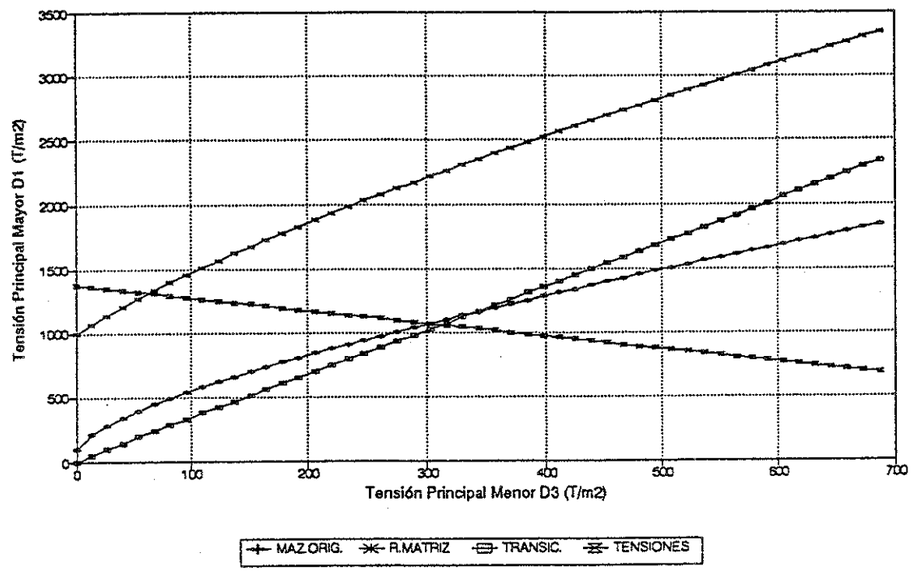




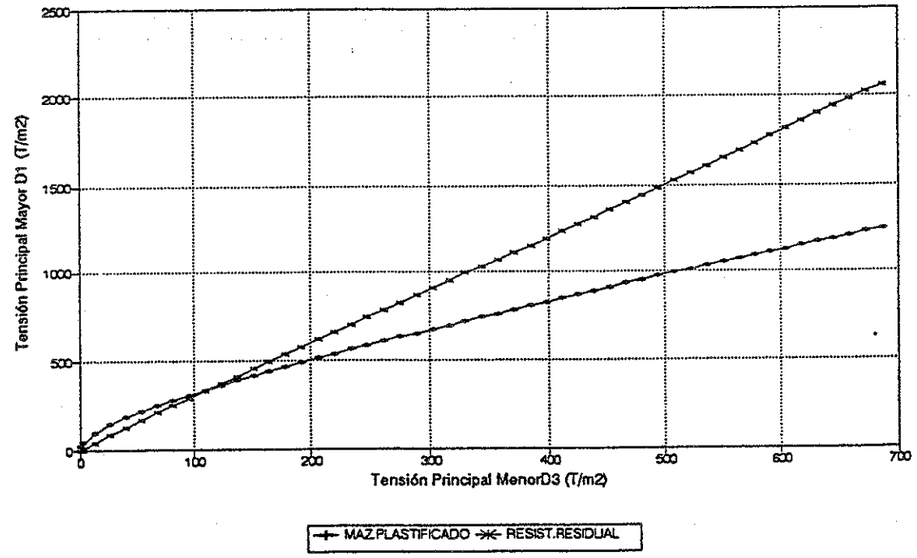

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 69

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026850 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002995 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 3.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.126 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.098 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.320 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 9.350 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 10.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.145 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.059 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.030 | metros | Sost.sin sol> | 2.500 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.088 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.029 | metros | >> Pi Roca = | 8.578 | T/m2 | Compres.hastiales = | 305.708 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.47% | | Total Sost = | 11.430 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.127 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,225.02 | | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | | |
| RMR | 69 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST. | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 3,800,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,990,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M | 1.93891 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S | 0.00830 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | 69 | 69 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | 49 | 49 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00045 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 225 | M | PROFUND. MI | 200 | M | | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 562.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 500.0 | T/M2 | | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA 227.39 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 120 T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.09074 | 1.46% | 22.898 | 16.678 | 268.13% | 0.005 |
| 4.000 | 18.928 | | PLASTICA | 0.06745 | 1.08% | 20.479 | 14.259 | 229.24% | 0.004 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.05620 | 0.90% | 19.104 | 12.884 | 207.13% | 0.004 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 0.04865 | 0.78% | 18.075 | 11.855 | 190.60% | 0.004 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.04304 | 0.69% | 17.238 | 11.018 | 177.15% | 0.004 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.03861 | 0.62% | 16.526 | 10.306 | 165.70% | 0.003 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.03499 | 0.56% | 15.904 | 9.684 | 155.69% | 0.003 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.03196 | 0.51% | 15.350 | 9.130 | 146.78% | 0.003 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.02938 | 0.47% | 14.849 | 8.629 | 138.73% | 0.003 |
| 36.000 | 50.928 | 21.072 | PLASTICA | 0.02715 | 0.44% | 14.393 | 8.173 | 131.40% | 0.003 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.02519 | 0.41% | 13.973 | 7.753 | 124.65% | 0.003 |
| 44.000 | 58.928 | 29.072 | PLASTICA | 0.02347 | 0.38% | 13.584 | 7.364 | 118.40% | 0.003 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.02193 | 0.35% | 13.223 | 7.003 | 112.58% | 0.003 |
| 52.000 | 66.928 | 37.072 | PLASTICA | 0.02055 | 0.33% | 12.884 | 6.664 | 107.14% | 0.003 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.01931 | 0.31% | 12.566 | 6.346 | 102.03% | 0.003 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.01819 | 0.29% | 12.267 | 6.047 | 97.21% | 0.003 |
| 64.000 | 78.445 | 49.555 | PLASTICA | 0.01716 | 0.28% | 11.983 | 5.763 | 92.66% | 0.003 |
| 68.000 | 81.771 | 54.229 | PLASTICA | 0.01623 | 0.26% | 11.715 | 5.495 | 88.34% | 0.002 |
| 72.000 | 85.131 | 58.869 | PLASTICA | 0.01537 | 0.25% | 11.460 | 5.240 | 84.24% | 0.002 |
| 76.000 | 88.522 | 63.478 | PLASTICA | 0.01458 | 0.23% | 11.216 | 4.996 | 80.33% | 0.002 |
| 80.000 | 91.940 | 68.060 | PLASTICA | 0.01385 | 0.22% | 10.985 | 4.765 | 76.60% | 0.002 |
| 84.000 | 95.384 | 72.616 | PLASTICA | 0.01317 | 0.21% | 10.763 | 4.543 | 73.04% | 0.002 |
| 88.000 | 98.853 | 77.147 | PLASTICA | 0.01198 | 0.19% | 10.552 | 4.332 | 69.64% | 0.002 |
| 92.000 | 102.344 | 81.656 | PLASTICA | 0.01092 | 0.18% | 10.349 | 4.129 | 66.39% | 0.002 |
| 96.000 | 105.854 | 86.146 | PLASTICA | 0.00999 | 0.16% | 10.154 | 3.934 | 63.25% | 0.002 |
| 100.000 | 109.384 | 90.616 | PLASTICA | 0.00916 | 0.15% | 9.966 | 3.746 | 60.23% | 0.002 |
| 104.000 | 112.930 | 95.070 | PLASTICA | 0.00842 | 0.14% | 9.786 | 3.566 | 57.33% | 0.002 |
| 108.000 | 116.494 | 99.506 | PLASTICA | 0.00776 | 0.12% | 9.612 | 3.392 | 54.53% | 0.002 |
| 112.000 | 120.072 | 103.928 | PLASTICA | 0.00717 | 0.12% | 9.444 | 3.224 | 51.83% | 0.002 |
| 116.000 | 123.666 | 108.334 | PLASTICA | 0.00664 | 0.11% | 9.282 | 3.062 | 49.22% | 0.002 |
| 120.000 | 127.272 | 112.728 | PLASTICA | 0.00615 | 0.10% | 9.125 | 2.905 | 46.70% | 0.002 |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.02
ROCA: L-3 | RMR: 69.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 225.000 | M | Po..... | 562.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 16.678 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.45882 | M..... | | 1.93891 | |
| Sr..... | 0.00046 | S..... | | 0.00830 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 0.000 | | |
| Tti..... | 21.406 | | |
| Tr2..... | 66.350 | 227.391 | |
| Tt2..... | 242.137 | | |
| CONST.M | 0.335 | | |
| TriMEDIA.. | 33.175 | | |
| TtMEDIA.. | 131.772 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 102.757 | | |
| RES.TAN | 59.327 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 17.449

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 6.819 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 6.819 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 6.819

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.091 | 16.7 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 8.109 | 8.109 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 6.60

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.026 | 37.704 | 0.026 | 52.632 | 0.000 |
| 0.500 | 0.031 | 30.139 | 0.031 | 45.057 | 4.250 |
| 1.000 | 0.033 | 26.495 | 0.033 | 41.423 | 6.761 |
| 1.500 | 0.035 | 23.802 | 0.035 | 38.730 | 8.872 |
| 2.000 | 0.037 | 21.808 | 0.037 | 36.736 | 10.606 |
| 2.500 | 0.039 | 20.018 | 0.039 | 34.946 | 12.309 |
| 3.000 | 0.040 | 18.679 | 0.040 | 33.607 | 13.686 |
| 3.500 | 0.041 | 17.443 | 0.041 | 32.371 | 15.045 |
| 4.000 | 0.043 | 16.291 | 0.043 | 31.219 | 16.400 |
| 4.500 | 0.044 | 15.377 | 0.044 | 30.305 | 17.541 |
| 5.000 | 0.045 | 14.573 | 0.045 | 29.501 | 18.598 |
| 6.000 | 0.047 | 13.088 | 0.047 | 28.016 | 20.699 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.02
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 225.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 14.884 | 100.250 | 60.828 | 7.061 | 7.061 |
| 2.500 | 20.325 | 119.237 | 70.322 | 10.204 | 10.000 |
| 3.000 | 26.196 | 137.900 | 79.653 | 13.870 | 10.000 |
| 3.500 | 32.415 | 156.234 | 88.820 | 18.043 | 10.000 |
| 4.000 | 38.915 | 174.241 | 97.824 | 22.711 | 10.000 |
| 4.500 | 45.640 | 191.924 | 106.665 | 27.860 | 10.000 |
| 5.000 | 52.547 | 209.289 | 115.348 | 33.475 | 10.000 |
| 5.500 | 59.599 | 226.343 | 123.875 | 39.544 | 10.000 |
| 6.000 | 66.765 | 243.094 | 132.250 | 46.056 | 10.000 |
| 6.500 | 74.021 | 259.549 | 140.478 | 52.998 | 10.000 |
| 7.500 | 88.719 | 291.608 | 156.507 | 68.129 | 10.000 |
| 8.000 | 96.128 | 307.229 | 164.318 | 76.298 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 3.422 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 3.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 1.711 | 3.422 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 0.750 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 7.500 | 7.500 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 167 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.091 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.056 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 23.802 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.89% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.109 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 9.211 | 10.922 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.347 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.035 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.010 | metros | Sost.sin sol> | 7.500 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.043 | metros | >> Pi Sost.= | 9.211 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.008 | metros | >> Pi Roca = | 6.819 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.13% | | Total Sost. = | 16.030 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

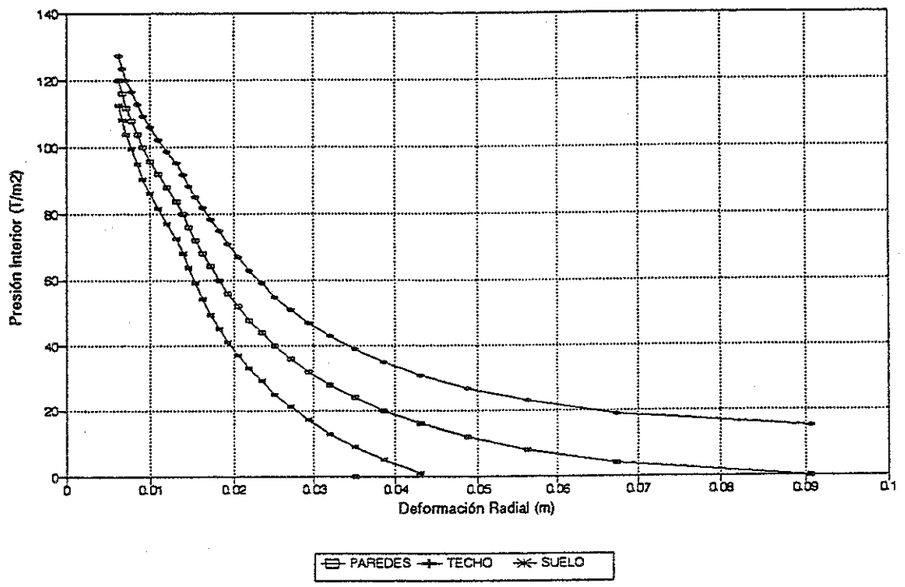
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.091 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.056 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 23.802 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.89% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.109 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 4.923 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.035 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.024 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.025 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.819 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 41.037 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

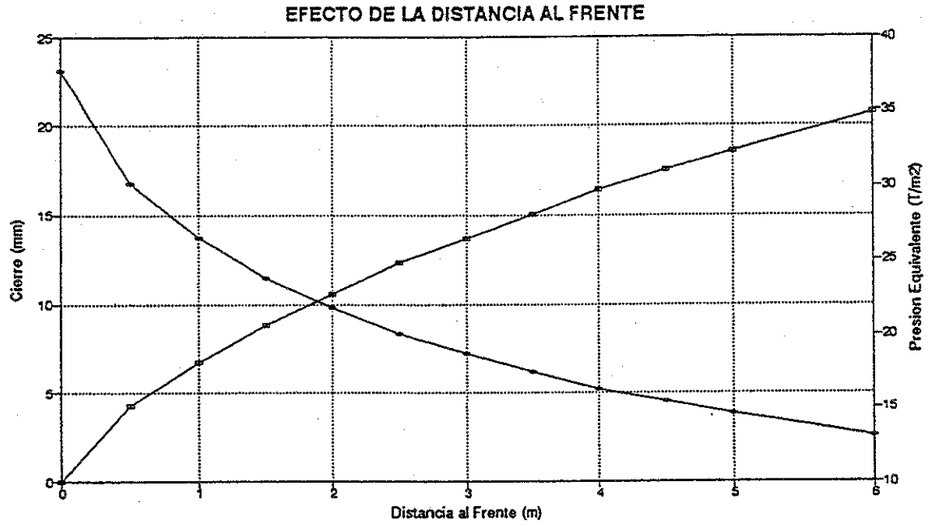
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3225.02
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 69

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



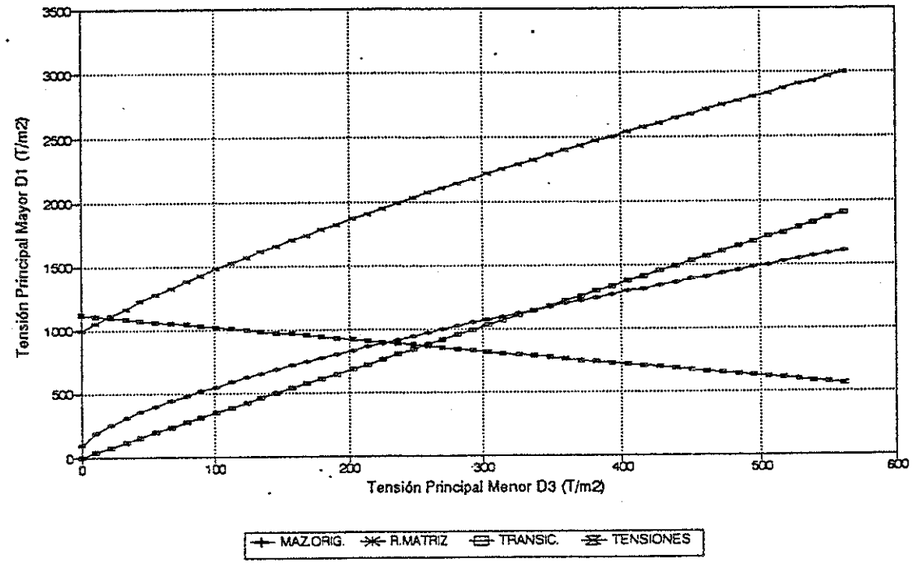




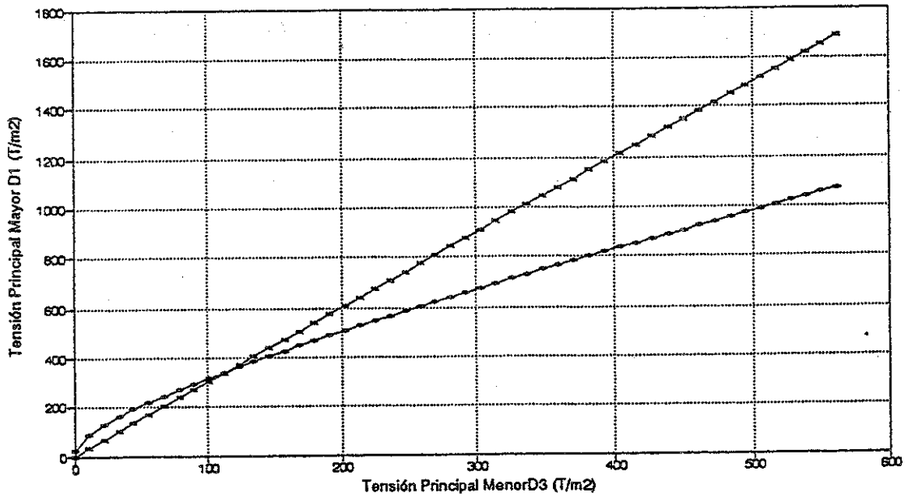

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 69

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:69 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | | (0) T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.091 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.056 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 23.802 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.89% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.109 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 10.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.320 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.035 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.018 | metros | Sost.sin sol> | 2.500 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.053 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.018 | metros | >> Pi Roca = | 6.819 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.28% | | Total Sost. = | 9.670 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3125.02 | | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | | |
| RMR | 69 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST. | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 3,800.000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,990.000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M | 1.93891 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | AR | | <RMR CA | 69 | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00830 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 69 | | | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 49 | 49 | | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00046 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 125 | M | PROFUND. MI | 100 | M | | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 312.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 250.0 | T/M2 | | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 5.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA 94.11 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 70 T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.02394 | 0.38% | 14.032 | 7.812 | 125.59% | 0.002 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 0.01967 | 0.32% | 12.999 | 6.779 | 108.99% | 0.002 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 0.01726 | 0.28% | 12.348 | 6.128 | 98.52% | 0.002 |
| 7.000 | 21.098 | | PLASTICA | 0.01553 | 0.25% | 11.845 | 5.625 | 90.44% | 0.002 |
| 9.333 | 22.385 | | PLASTICA | 0.01419 | 0.23% | 11.428 | 5.208 | 83.73% | 0.002 |
| 11.667 | 23.817 | | PLASTICA | 0.01309 | 0.21% | 11.068 | 4.848 | 77.95% | 0.002 |
| 14.000 | 25.352 | 2.648 | PLASTICA | 0.01212 | 0.19% | 10.750 | 4.530 | 72.84% | 0.001 |
| 16.333 | 26.970 | 5.697 | PLASTICA | 0.01036 | 0.17% | 10.486 | 4.246 | 68.26% | 0.001 |
| 18.667 | 28.651 | 8.682 | PLASTICA | 0.00898 | 0.14% | 10.206 | 3.986 | 64.09% | 0.001 |
| 21.000 | 30.384 | 11.616 | PLASTICA | 0.00787 | 0.13% | 9.967 | 3.747 | 60.24% | 0.001 |
| 23.333 | 32.161 | 14.506 | PLASTICA | 0.00696 | 0.11% | 9.745 | 3.525 | 56.68% | 0.001 |
| 25.667 | 33.975 | 17.358 | PLASTICA | 0.00621 | 0.10% | 9.539 | 3.319 | 53.35% | 0.001 |
| 28.000 | 35.822 | 20.178 | PLASTICA | 0.00557 | 0.09% | 9.345 | 3.125 | 50.23% | 0.001 |
| 30.333 | 37.697 | 22.969 | PLASTICA | 0.00503 | 0.08% | 9.162 | 2.942 | 47.30% | 0.001 |
| 32.667 | 39.598 | 25.736 | PLASTICA | 0.00457 | 0.07% | 8.989 | 2.769 | 44.52% | 0.001 |
| 35.000 | 41.520 | 28.480 | PLASTICA | 0.00416 | 0.07% | 8.825 | 2.605 | 41.88% | 0.001 |
| 37.333 | 43.463 | 31.203 | PLASTICA | 0.00381 | 0.06% | 8.669 | 2.449 | 39.38% | 0.001 |
| 39.667 | 45.425 | 33.909 | PLASTICA | 0.00350 | 0.06% | 8.521 | 2.301 | 36.99% | 0.001 |
| 42.000 | 47.402 | 36.598 | PLASTICA | 0.00323 | 0.05% | 8.379 | 2.159 | 34.71% | 0.001 |
| 44.333 | 49.395 | 39.271 | PLASTICA | 0.00298 | 0.05% | 8.243 | 2.023 | 32.52% | 0.001 |
| 46.667 | 51.402 | 41.931 | PLASTICA | 0.00276 | 0.04% | 8.113 | 1.893 | 30.43% | 0.001 |
| 49.000 | 53.422 | 44.578 | PLASTICA | 0.00257 | 0.04% | 7.987 | 1.767 | 28.41% | 0.001 |
| 51.333 | 55.454 | 47.213 | PLASTICA | 0.00239 | 0.04% | 7.867 | 1.647 | 26.48% | 0.001 |
| 53.667 | 57.497 | 49.837 | PLASTICA | 0.00223 | 0.04% | 7.751 | 1.531 | 24.61% | 0.001 |
| 56.000 | 59.550 | 52.450 | PLASTICA | 0.00209 | 0.03% | 7.639 | 1.419 | 22.81% | 0.001 |
| 58.333 | 61.612 | 55.055 | PLASTICA | 0.00196 | 0.03% | 7.531 | 1.311 | 21.07% | 0.001 |
| 60.667 | 63.684 | 57.650 | PLASTICA | 0.00184 | 0.03% | 7.426 | 1.206 | 19.39% | 0.001 |
| 63.000 | 65.764 | 60.236 | PLASTICA | 0.00173 | 0.03% | 7.325 | 1.105 | 17.76% | 0.001 |
| 65.333 | 67.852 | 62.815 | PLASTICA | 0.00163 | 0.03% | 7.227 | 1.007 | 16.18% | 0.001 |
| 67.667 | 69.947 | 65.396 | PLASTICA | 0.00153 | 0.02% | 7.132 | 0.912 | 14.66% | 0.001 |
| 70.000 | 72.050 | 67.950 | PLASTICA | 0.00145 | 0.02% | 7.039 | 0.819 | 13.17% | 0.001 |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 125.02
ROCA: L-3 | RMR: 69.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 125.000 | M | Po..... | 312.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 7.812 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.45882 | M..... | | 1.93891 | |
| Sr..... | 0.00046 | S..... | | 0.00630 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tn..... | 0.000 | |
| Tt1..... | 21.406 | |
| Tr2..... | 66.350 | 94.111 |
| Tt2..... | 242.137 | |
| CONST.M | 0.218 | |
| TrMEDIA.. | 33.175 | |
| TtMEDIA.. | 131.772 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 102.757 | |
| RES.TAN | 59.327 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 17.449

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 6.819 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 6.819 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 6.819

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.024 | 7.9 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 8.109 | 8.109 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 3.14

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.007 | 23.399 | 0.007 | 32.212 | 0.000 |
| 0.500 | 0.009 | 19.054 | 0.009 | 28.935 | 1.838 |
| 1.000 | 0.010 | 17.198 | 0.010 | 27.586 | 2.871 |
| 1.500 | 0.011 | 15.897 | 0.011 | 26.662 | 3.716 |
| 2.000 | 0.011 | 14.949 | 0.011 | 26.002 | 4.410 |
| 2.500 | 0.012 | 14.116 | 0.012 | 25.431 | 5.083 |
| 3.000 | 0.013 | 12.850 | 0.013 | 24.584 | 5.661 |
| 3.500 | 0.013 | 11.622 | 0.013 | 23.788 | 6.167 |
| 4.000 | 0.014 | 10.628 | 0.014 | 23.164 | 6.612 |
| 4.500 | 0.014 | 9.710 | 0.014 | 22.608 | 7.054 |
| 5.000 | 0.014 | 8.947 | 0.014 | 22.161 | 7.449 |
| 6.000 | 0.015 | 7.694 | 0.015 | 21.453 | 8.158 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 125.02
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 125.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 14.884 | 100.250 | 50.828 | 7.061 | 7.061 |
| 2.500 | 20.325 | 119.237 | 70.322 | 10.204 | 10.000 |
| 3.000 | 26.196 | 137.900 | 79.653 | 13.870 | 10.000 |
| 3.500 | 32.415 | 156.234 | 88.820 | 18.043 | 10.000 |
| 4.000 | 38.915 | 174.241 | 97.824 | 22.711 | 10.000 |
| 4.500 | 45.640 | 191.924 | 106.665 | 27.860 | 10.000 |
| 5.000 | 52.547 | 209.289 | 115.348 | 33.475 | 10.000 |
| 5.500 | 59.599 | 226.343 | 123.875 | 39.544 | 10.000 |
| 6.000 | 66.765 | 243.094 | 132.250 | 46.056 | 10.000 |
| 6.500 | 74.021 | 259.549 | 140.478 | 52.998 | 10.000 |
| 7.500 | 88.719 | 291.608 | 156.507 | 68.129 | 10.000 |
| 8.000 | 94.111 | 303.009 | 162.208 | 75.318 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:125 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:69 | PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 3.422 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 3.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 1.711 | 3.422 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 7.500 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.024 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.013 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 15.897 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.21% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.109 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 1.711 | 10.922 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.347 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.011 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.003 | metros | Sost.sin sol> | 3.750 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.015 | metros | >> Pi Sost.= | 1.711 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.004 | metros | >> Pi Roca = | 6.819 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.09% | | Total Sost. = | 8.530 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:312 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:69 | PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

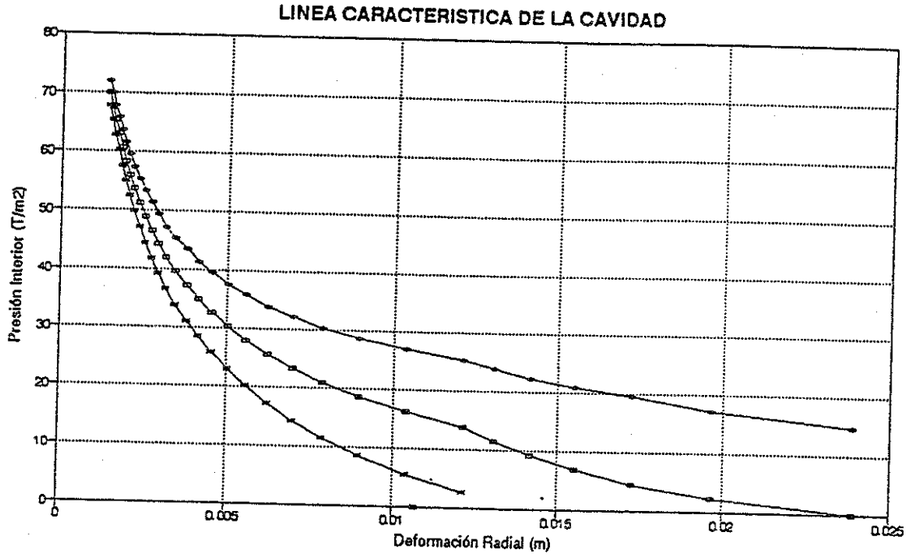
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.024 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.013 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 15.897 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.21% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.109 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 4.923 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.011 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.005 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.003 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.819 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 41.037 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

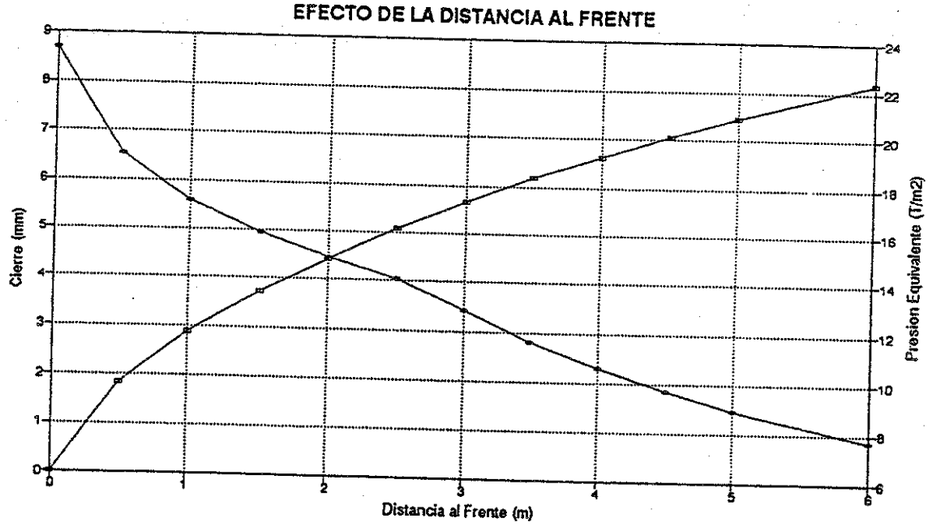
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 125.02
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 69

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



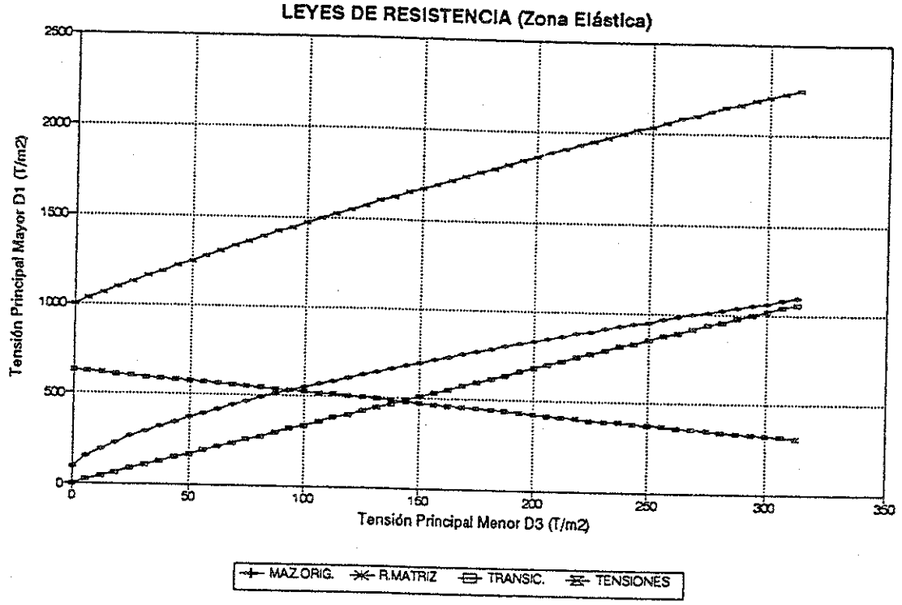




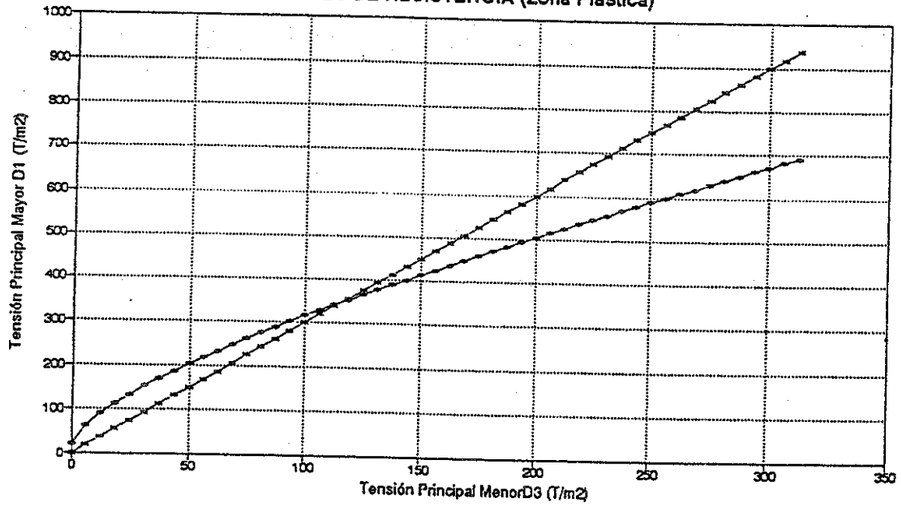

**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 125.02
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 69

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:312 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:69 | PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.024 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.013 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 15.897 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.21% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.109 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 10.703 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.320 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.011 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.004 metros | Sost.sin sol> | 2.500 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.014 metros | >> Pi Sost = | 2.851 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.003 metros | >> Pi Roca = | 6.819 T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 | |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.05% | Total Sost. = | 9.670 T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m | |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: 3075.02 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 69 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 3,800,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,990,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 1.93891 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00830 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 69 | 69 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.45882 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 49 | 49 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00046 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 75 | M | PROFUND. MI | 50 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 187.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 125.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 40.37 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 40 T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 10.260 | | PLASTICA | 0.00883 | 0.14% | 10.316 | 4.096 | 65.85% | 0.001 |
| 1.346 | 10.360 | | PLASTICA | 0.00635 | 0.10% | 9.820 | 3.600 | 57.88% | 0.001 |
| 2.692 | 10.830 | | PLASTICA | 0.00506 | 0.08% | 9.471 | 3.251 | 52.27% | 0.001 |
| 4.037 | 11.473 | | PLASTICA | 0.00422 | 0.07% | 9.191 | 2.971 | 47.76% | 0.001 |
| 5.383 | 12.222 | | PLASTICA | 0.00362 | 0.06% | 8.953 | 2.733 | 43.94% | 0.001 |
| 6.729 | 13.045 | 0.413 | PLASTICA | 0.00317 | 0.05% | 8.744 | 2.524 | 40.58% | 0.001 |
| 8.075 | 13.922 | 2.228 | PLASTICA | 0.00281 | 0.05% | 8.557 | 2.337 | 37.57% | 0.001 |
| 9.421 | 14.842 | 4.000 | PLASTICA | 0.00251 | 0.04% | 8.387 | 2.167 | 34.83% | 0.001 |
| 10.766 | 15.796 | 5.737 | PLASTICA | 0.00227 | 0.04% | 8.230 | 2.010 | 32.32% | 0.001 |
| 12.112 | 16.778 | 7.446 | PLASTICA | 0.00207 | 0.03% | 8.085 | 1.865 | 29.99% | 0.001 |
| 13.458 | 17.785 | 9.131 | PLASTICA | 0.00189 | 0.03% | 7.950 | 1.730 | 27.81% | 0.001 |
| 14.804 | 18.812 | 10.795 | PLASTICA | 0.00174 | 0.03% | 7.822 | 1.602 | 25.76% | 0.001 |
| 16.150 | 19.858 | 12.442 | PLASTICA | 0.00161 | 0.03% | 7.702 | 1.482 | 23.83% | 0.001 |
| 17.495 | 20.919 | 14.072 | PLASTICA | 0.00149 | 0.02% | 7.589 | 1.369 | 22.00% | 0.001 |
| 18.841 | 21.995 | 15.688 | PLASTICA | 0.00138 | 0.02% | 7.481 | 1.261 | 20.27% | 0.001 |
| 20.187 | 23.083 | 17.291 | PLASTICA | 0.00129 | 0.02% | 7.378 | 1.158 | 18.61% | 0.001 |
| 21.533 | 24.183 | 18.883 | PLASTICA | 0.00121 | 0.02% | 7.279 | 1.059 | 17.03% | 0.001 |
| 22.879 | 25.293 | 20.465 | PLASTICA | 0.00113 | 0.02% | 7.185 | 0.965 | 15.52% | 0.001 |
| 24.225 | 26.412 | 22.037 | PLASTICA | 0.00107 | 0.02% | 7.095 | 0.875 | 14.06% | 0.001 |
| 25.570 | 27.540 | 23.600 | PLASTICA | 0.00101 | 0.02% | 7.008 | 0.788 | 12.66% | 0.001 |
| 26.916 | 28.676 | 25.156 | PLASTICA | 0.00095 | 0.02% | 6.924 | 0.704 | 11.32% | 0.001 |
| 28.262 | 29.820 | 26.704 | PLASTICA | 0.00090 | 0.01% | 6.843 | 0.623 | 10.02% | 0.001 |
| 29.608 | 30.971 | 28.245 | PLASTICA | 0.00085 | 0.01% | 6.765 | 0.545 | 8.76% | 0.001 |
| 30.954 | 32.127 | 29.780 | PLASTICA | 0.00081 | 0.01% | 6.689 | 0.469 | 7.55% | 0.001 |
| 32.299 | 33.290 | 31.308 | PLÁSTICA | 0.00077 | 0.01% | 6.616 | 0.396 | 6.37% | 0.001 |
| 33.645 | 34.459 | 32.832 | PLASTICA | 0.00073 | 0.01% | 6.545 | 0.325 | 5.23% | 0.001 |
| 34.991 | 35.633 | 34.349 | PLASTICA | 0.00069 | 0.01% | 6.477 | 0.257 | 4.12% | 0.001 |
| 36.337 | 36.811 | 35.862 | PLASTICA | 0.00066 | 0.01% | 6.410 | 0.190 | 3.05% | 0.001 |
| 37.683 | 37.995 | 37.371 | PLASTICA | 0.00063 | 0.01% | 6.345 | 0.125 | 2.01% | 0.001 |
| 39.028 | 39.182 | 38.875 | PLASTICA | 0.00060 | 0.01% | 6.282 | 0.062 | 0.99% | 0.001 |
| 40.374 | 40.374 | 40.374 | ELASTICA | 0.00058 | 0.01% | 6.220 | 0.000 | | |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 075.02
ROCA: L-3 | RMR: 69.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 75.000 | M | Po..... | 187.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 4.096 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 4.096 | |
| Mr..... | 0.45882 | M..... | 1.93891 | | |
| Sr..... | 0.00046 | S..... | 0.00830 | | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | | |
| Tt1..... | 21.406 | | |
| Tr2..... | 40.374 | 40.374 | |
| Tt2..... | 178.152 | | |
| CONST.M | 0.147 | | |
| TrMEDIA.. | 20.187 | | |
| TtMEDIA.. | 99.779 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 73.767 | | |
| RES.TAN | 42.590 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 18.854 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 17.449

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.611 | 14.886 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 14.886

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 4.1 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 1.93

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.003 | 9.209 | 0.003 | 14.695 | 0.000 |
| 0.500 | 0.003 | 5.752 | 0.003 | 12.441 | 0.931 |
| 1.000 | 0.004 | 4.513 | 0.004 | 11.728 | 1.435 |
| 1.500 | 0.004 | 3.738 | 0.004 | 11.319 | 1.830 |
| 2.000 | 0.005 | 3.205 | 0.005 | 11.060 | 2.150 |
| 2.500 | 0.005 | 2.747 | 0.005 | 10.854 | 2.466 |
| 3.000 | 0.005 | 2.467 | 0.005 | 10.737 | 2.682 |
| 3.500 | 0.006 | 2.235 | 0.005 | 10.646 | 2.877 |
| 4.000 | 0.006 | 2.026 | 0.006 | 10.569 | 3.066 |
| 4.500 | 0.006 | 1.837 | 0.006 | 10.504 | 3.250 |
| 5.000 | 0.006 | 1.664 | 0.006 | 10.449 | 3.430 |
| 6.000 | 0.006 | 1.361 | 0.006 | 10.364 | 3.779 |





iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 075.02
ROCA: L-3 / RMR: 69 /PROFUND 75.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 14.884 | 100.250 | 60.828 | 7.061 | 7.061 |
| 2.500 | 20.325 | 119.237 | 70.322 | 10.204 | 10.000 |
| 3.000 | 26.196 | 137.900 | 79.653 | 13.870 | 10.000 |
| 3.500 | 32.415 | 156.234 | 88.820 | 18.043 | 10.000 |
| 4.000 | 38.915 | 174.241 | 97.824 | 22.711 | 10.000 |
| 4.500 | 40.374 | 178.152 | 99.779 | 26.061 | 10.000 |
| 5.000 | 40.374 | 178.152 | 99.779 | 10.000 | 10.000 |
| 5.500 | 40.374 | 178.152 | 99.779 | 10.000 | 10.000 |
| 6.000 | 40.374 | 178.152 | 99.779 | 10.000 | 10.000 |
| 6.500 | 40.374 | 178.152 | 99.779 | 10.000 | 10.000 |
| 7.500 | 40.374 | 178.152 | 99.779 | 10.000 | 10.000 |
| 8.000 | 40.374 | 178.152 | 99.779 | 10.000 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:0.00 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:69 PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1.667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 17.449 | 17.449 | 17.449 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION L (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION LCALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.009 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.004 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 3.738 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.07% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | ERR | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.004 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.003) | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.002 | metros | >> Pi Sost.= | 0.000 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 14.886 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 14.886 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m |

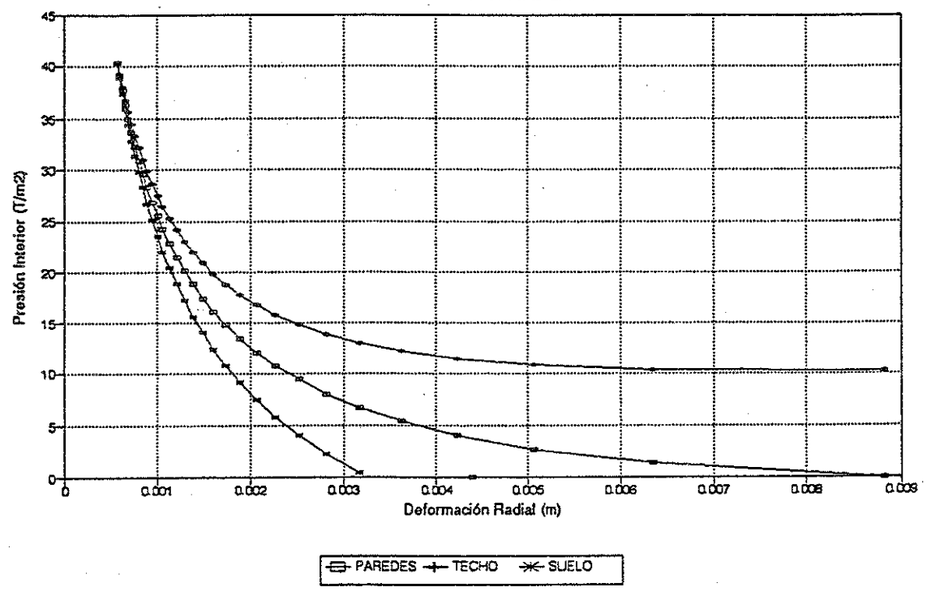




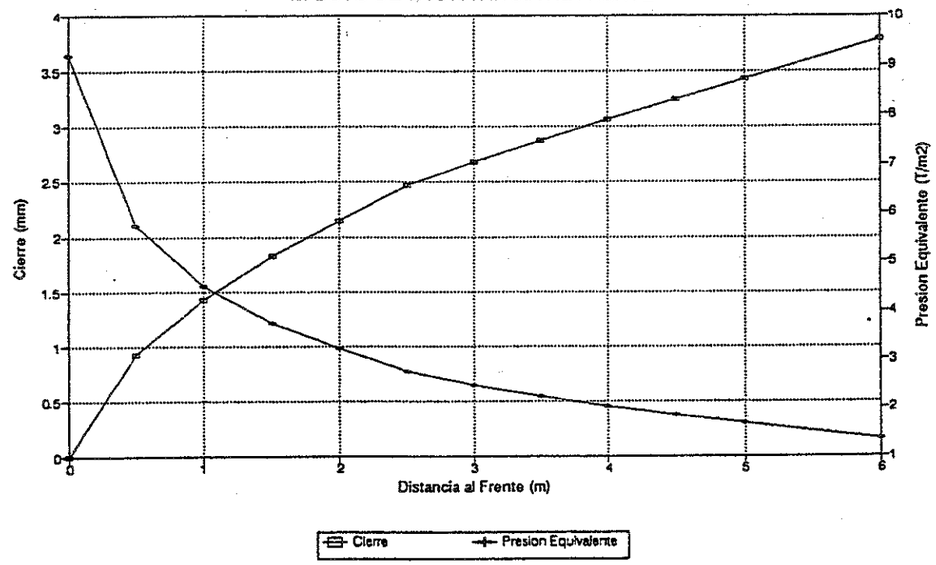
**iCYFSA**

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 075.02*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 69*

**LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD**



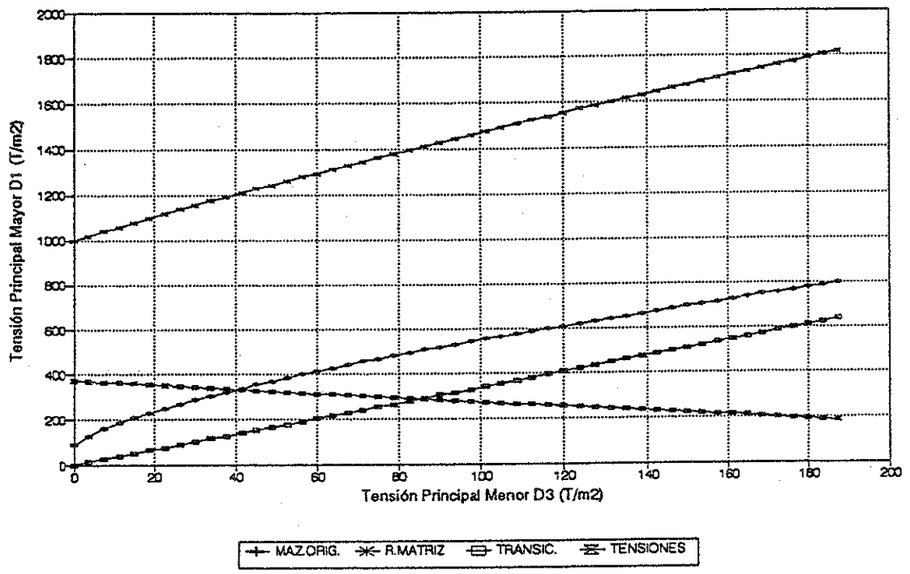

**EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE**



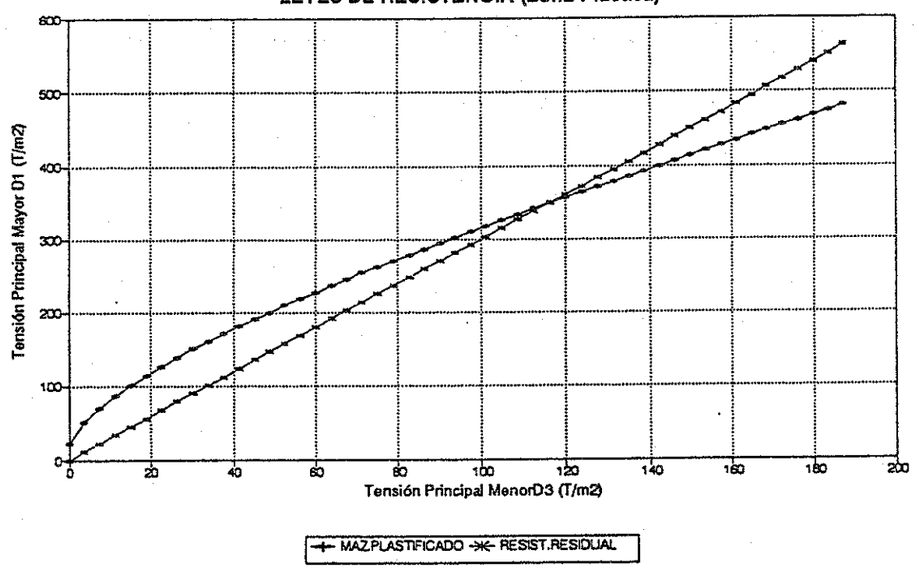
## iCYFSA

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 075.02*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75* RMR..... 69

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,375.12 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | FI transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | FI básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248.529 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 940,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 940.000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.45882 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00046 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | 48 | 49 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.101 03 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX..... | 375 | M | PROFUND. MI | 350 | M | | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 937.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 875.0 | T/M2 | | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 435.10 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 150 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.63947 | 10.28% | 32.649 | 26.429 | 424.91% | 0.021 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 0.47553 | 7.65% | 29.604 | 23.384 | 375.95% | 0.019 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.39587 | 6.36% | 27.796 | 21.576 | 346.89% | 0.018 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 0.34195 | 5.50% | 26.404 | 20.184 | 324.49% | 0.017 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.30153 | 4.85% | 25.245 | 19.025 | 305.87% | 0.016 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 0.26955 | 4.33% | 24.243 | 18.023 | 289.76% | 0.016 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.24337 | 3.91% | 23.357 | 17.137 | 275.51% | 0.015 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.22144 | 3.56% | 22.559 | 16.339 | 262.68% | 0.014 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.20274 | 3.26% | 21.833 | 15.613 | 251.01% | 0.014 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 0.18657 | 3.00% | 21.166 | 14.946 | 240.28% | 0.014 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.17244 | 2.77% | 20.548 | 14.328 | 230.36% | 0.013 |
| 55.000 | 69.928 | 40.072 | PLASTICA | 0.15998 | 2.57% | 19.974 | 13.754 | 221.13% | 0.013 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.14890 | 2.39% | 19.437 | 13.217 | 212.50% | 0.012 |
| 65.000 | 79.928 | 50.072 | PLASTICA | 0.13900 | 2.23% | 18.933 | 12.713 | 204.39% | 0.012 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.13008 | 2.09% | 18.458 | 12.238 | 196.76% | 0.012 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.12202 | 1.96% | 18.010 | 11.790 | 189.54% | 0.012 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.11470 | 1.84% | 17.584 | 11.364 | 182.71% | 0.011 |
| 85.000 | 99.928 | 70.072 | PLASTICA | 0.10803 | 1.74% | 17.180 | 10.960 | 176.21% | 0.011 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.10193 | 1.64% | 16.796 | 10.576 | 170.03% | 0.011 |
| 95.000 | 109.928 | 80.072 | PLASTICA | 0.09632 | 1.55% | 16.429 | 10.209 | 164.13% | 0.011 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.09116 | 1.47% | 16.078 | 9.858 | 158.49% | 0.010 |
| 105.000 | 119.928 | 90.072 | PLASTICA | 0.08640 | 1.39% | 15.743 | 9.523 | 153.10% | 0.010 |
| 110.000 | 124.928 | 95.072 | PLASTICA | 0.08199 | 1.32% | 15.421 | 9.201 | 147.93% | 0.010 |
| 115.000 | 129.928 | 100.072 | PLASTICA | 0.07791 | 1.25% | 15.113 | 8.893 | 142.97% | 0.010 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.07411 | 1.19% | 14.816 | 8.596 | 138.21% | 0.009 |
| 125.000 | 139.928 | 110.072 | PLASTICA | 0.07057 | 1.13% | 14.531 | 8.311 | 133.62% | 0.009 |
| 130.000 | 144.928 | 115.072 | PLASTICA | 0.06727 | 1.08% | 14.256 | 8.036 | 129.20% | 0.009 |
| 135.000 | 149.928 | 120.072 | PLASTICA | 0.06419 | 1.03% | 13.992 | 7.772 | 124.95% | 0.009 |
| 140.000 | 154.928 | 125.072 | PLASTICA | 0.06130 | 0.99% | 13.736 | 7.516 | 120.84% | 0.009 |
| 145.000 | 159.928 | 130.072 | PLASTICA | 0.05859 | 0.94% | 13.489 | 7.269 | 116.87% | 0.009 |
| 150.000 | 164.928 | 135.072 | PLASTICA | 0.05605 | 0.90% | 13.251 | 7.031 | 113.04% | 0.008 |

## iCYFSA

### RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.12
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po..... | 937.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 20.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 19.025 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 0.45882 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00046 | |
| Rc..... | 5.000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 20.000 | | |
| Tt1..... | 123.197 | | |
| Tr2..... | 146.633 | 435.101 | |
| Tt2..... | 419.792 | | |
| CONST.M | 0.100 | | |
| TrMEDIA.. | 83.317 | | |
| TtMEDIA.. | 271.494 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 223.972 | | |
| RES.TAN | 129.310 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 14.863 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 20.000 | PRES. APORTADA ROCA 14.863

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 5.137 | 5.137 | 0.302 | 19.0 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 20.065 | 20.065 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

### DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.007 m
RAZON DE HOMOTECIA 13.81

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.185 | 45.399 | 0.185 | 60.327 | 0.000 |
| 0.500 | 0.204 | 39.761 | 0.204 | 54.689 | 18.196 |
| 1.000 | 0.215 | 36.824 | 0.214 | 51.752 | 28.913 |
| 1.500 | 0.224 | 34.467 | 0.224 | 49.395 | 38.238 |
| 2.000 | 0.232 | 32.620 | 0.231 | 47.548 | 46.051 |
| 2.500 | 0.239 | 30.940 | 0.239 | 45.868 | 53.587 |
| 3.000 | 0.246 | 29.486 | 0.246 | 44.414 | 60.471 |
| 3.500 | 0.252 | 28.269 | 0.252 | 43.197 | 66.514 |
| 4.000 | 0.258 | 27.122 | 0.258 | 42.050 | 72.464 |
| 4.500 | 0.264 | 26.033 | 0.264 | 40.961 | 78.349 |
| 5.000 | 0.270 | 24.997 | 0.270 | 39.925 | 84.189 |
| 6.000 | 0.280 | 23.406 | 0.279 | 38.334 | 93.639 |





## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.12
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 375.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 20.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 58.587 | 232.199 | 177.698 | 20.785 | 10.000 |
| 2.500 | 69.279 | 257.805 | 190.501 | 27.800 | 10.000 |
| 3.000 | 80.183 | 282.791 | 202.994 | 35.503 | 10.000 |
| 3.500 | 91.235 | 307.181 | 215.189 | 43.872 | 10.000 |
| 4.000 | 102.395 | 330.999 | 227.098 | 52.882 | 10.000 |
| 4.500 | 113.593 | 354.271 | 238.734 | 62.511 | 10.000 |
| 5.000 | 124.827 | 377.019 | 250.108 | 72.740 | 10.000 |
| 5.500 | 136.062 | 399.265 | 261.231 | 83.550 | 10.000 |
| 6.000 | 147.278 | 421.033 | 272.115 | 94.921 | 10.000 |
| 6.500 | 158.460 | 442.342 | 282.770 | 106.838 | 10.000 |
| 7.500 | 180.667 | 483.664 | 303.430 | 132.244 | 10.000 |
| 8.000 | 191.674 | 503.711 | 313.454 | 145.704 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 3.422 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 3.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 7.414 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.014 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 9,898 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.302 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.078 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.467 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.25% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 5.137 | 20.065 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 12.414 | 21.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.416 | 1.067 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 9,898 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.224 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.048 | metros | Sost.sin sol> | 9.747 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.257 | metros | >> Pi Sost.= | 12.414 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.033 | metros | >> Pi Roca = | 14.863 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,019.025 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.54% | | Total Sost. = | 27.277 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.698 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

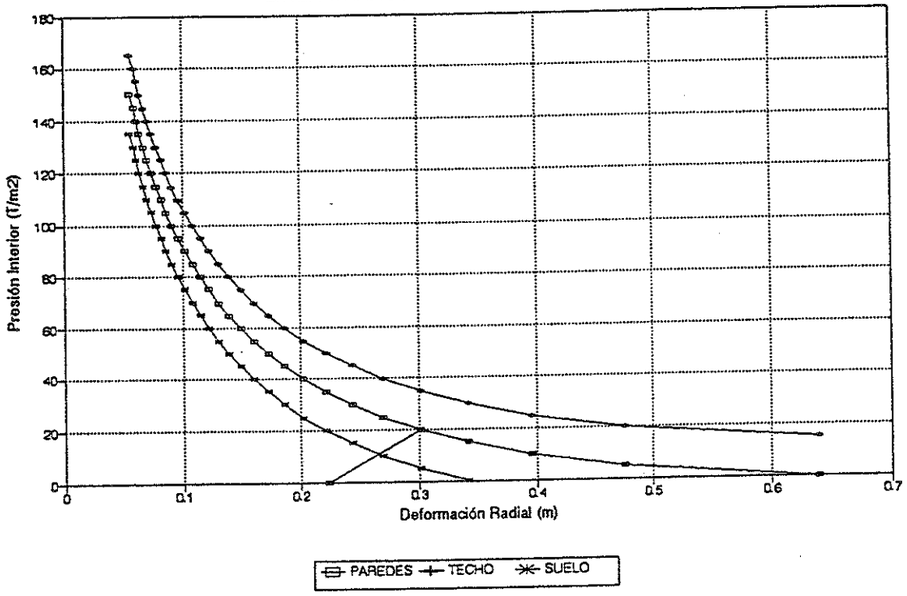
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.302 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.078 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.467 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.25% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 5.137 | 20.065 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 6.661 | 1.990 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.224 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.057 | metros | Sost.sin sol> | 8.362 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.175 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 14.863 | T/m2 | Compres.hastiales = | 291.150 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 49.081 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.944 T x m |

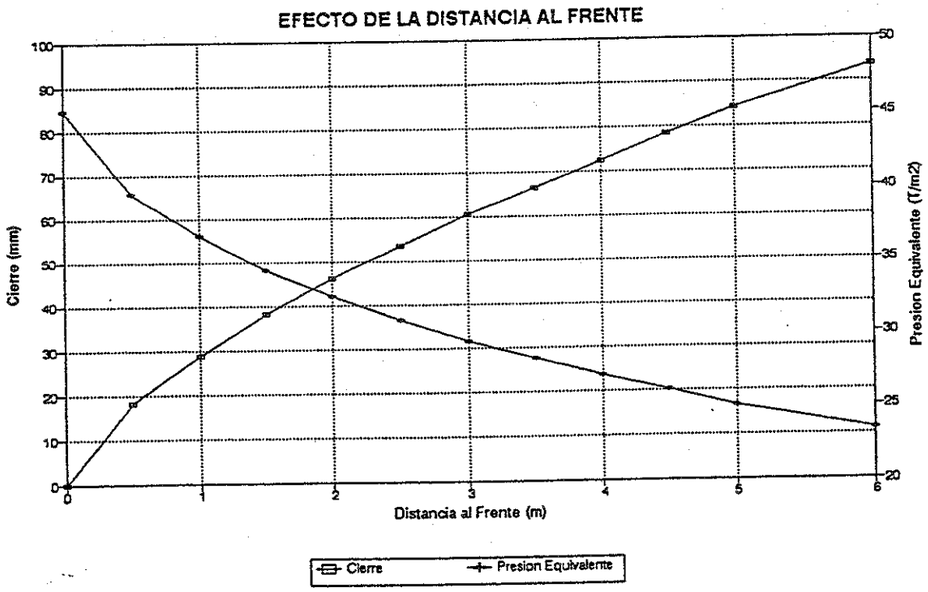
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3375.12
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 48

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



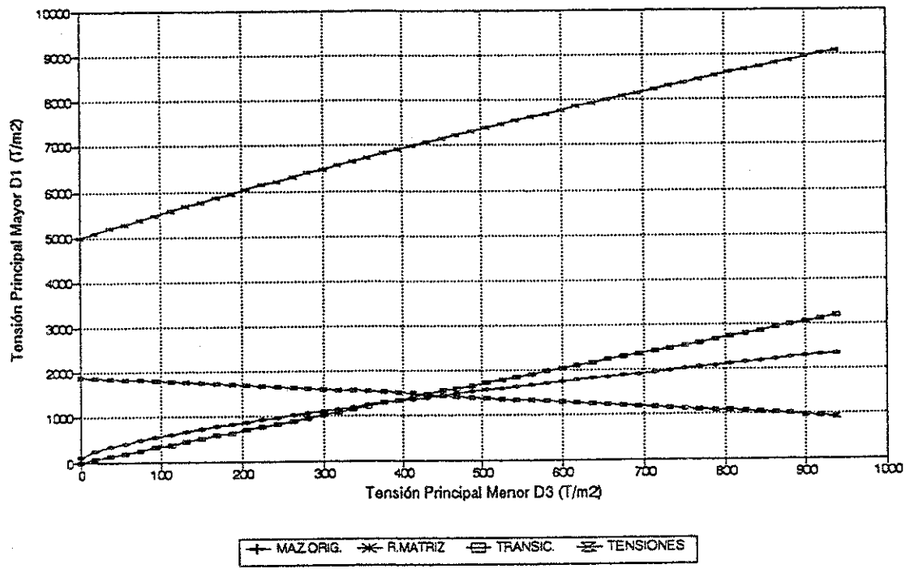




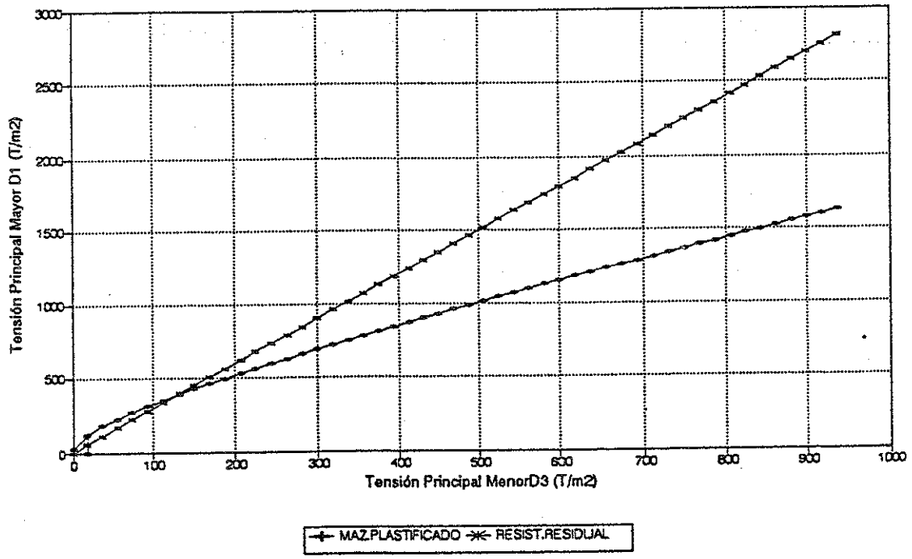

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA  CASO:337  ROCA:L-3  ROCA:L-3  RMR:48  PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026850 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 10.000 | 0.000 | |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 1.333 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie

DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 222 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.302 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.078 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.467 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.25% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 5.137 | 20.065 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 15.703 | 21.406 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.057 | 1.067 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.224 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.047 | metros | Sost.sin sol> | 10.033 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.241 | metros | >> Pi Sost.= | 15.703 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.017 | metros | >> Pi Roca = | 14.863 | T/m2 | Compres.hastiales = 1,019.025 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.27% | | Total Sost. = | 30.566 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 1.698 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,325.12 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 48 | | Fi transicL> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248.529 | | | | |
| MODULO ELAST. | 890,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 890,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 0.42692 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | AR | | <RMR CA | | |
| CONST. S | 0.00040 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | 48 | | 48 | | |
| CONST. Mr | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | 28 | | 28 | | |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | 90 | | | | |
| PROFUNDIDAD MAX. | 325 | M | PROFUND. MI | 300 | M | | | |
| PRESION ORIGEN MED. | 812.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 750.0 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBONA | CA |
| ARCILLOS | AC |
| ARENOSA | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE. | IG |

PRESION CRITICA 367.10 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 150 T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.43934 | 7.06% | 29.079 | 22.859 | 367.51% | 0.017 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 0.32323 | 5.20% | 26.129 | 19.909 | 320.07% | 0.016 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.26781 | 4.31% | 24.425 | 18.205 | 292.69% | 0.015 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 0.23067 | 3.71% | 23.132 | 16.912 | 271.89% | 0.014 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.20299 | 3.26% | 22.067 | 15.847 | 254.78% | 0.013 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 0.18121 | 2.91% | 21.154 | 14.934 | 240.10% | 0.013 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.16344 | 2.63% | 20.351 | 14.131 | 227.18% | 0.012 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.14860 | 2.39% | 19.632 | 13.412 | 215.62% | 0.012 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.13598 | 2.19% | 18.980 | 12.760 | 205.15% | 0.011 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 0.12509 | 2.01% | 18.384 | 12.164 | 195.56% | 0.011 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.11559 | 1.86% | 17.834 | 11.614 | 186.72% | 0.011 |
| 55.000 | 69.928 | 40.072 | PLASTICA | 0.10722 | 1.72% | 17.324 | 11.104 | 178.51% | 0.010 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.09979 | 1.60% | 16.848 | 10.628 | 170.86% | 0.010 |
| 65.000 | 79.928 | 50.072 | PLASTICA | 0.09314 | 1.50% | 16.402 | 10.182 | 163.69% | 0.010 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.08718 | 1.40% | 15.983 | 9.763 | 156.95% | 0.010 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.08178 | 1.31% | 15.587 | 9.367 | 150.59% | 0.009 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.07689 | 1.24% | 15.213 | 8.993 | 144.58% | 0.009 |
| 85.000 | 99.928 | 70.072 | PLASTICA | 0.07243 | 1.16% | 14.858 | 8.638 | 138.87% | 0.009 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.06835 | 1.10% | 14.520 | 8.300 | 133.45% | 0.009 |
| 95.000 | 109.928 | 80.072 | PLASTICA | 0.06460 | 1.04% | 14.199 | 7.979 | 128.28% | 0.009 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.06116 | 0.98% | 13.892 | 7.672 | 123.34% | 0.008 |
| 105.000 | 119.928 | 90.072 | PLASTICA | 0.05798 | 0.93% | 13.599 | 7.379 | 118.63% | 0.008 |
| 110.000 | 124.928 | 95.072 | PLASTICA | 0.05503 | 0.88% | 13.318 | 7.098 | 114.11% | 0.008 |
| 115.000 | 129.928 | 100.072 | PLASTICA | 0.05231 | 0.84% | 13.048 | 6.828 | 109.78% | 0.008 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.04977 | 0.80% | 12.790 | 6.570 | 105.62% | 0.008 |
| 125.000 | 139.928 | 110.072 | PLASTICA | 0.04741 | 0.76% | 12.541 | 6.321 | 101.63% | 0.008 |
| 130.000 | 144.928 | 115.072 | PLASTICA | 0.04520 | 0.73% | 12.302 | 6.082 | 97.78% | 0.007 |
| 135.000 | 149.718 | 120.282 | PLASTICA | 0.04314 | 0.69% | 12.071 | 5.851 | 94.07% | 0.007 |
| 140.000 | 154.158 | 125.842 | PLASTICA | 0.04122 | 0.66% | 11.849 | 5.629 | 90.50% | 0.007 |
| 145.000 | 158.617 | 131.383 | PLASTICA | 0.03941 | 0.63% | 11.634 | 5.414 | 87.05% | 0.007 |
| 150.000 | 163.095 | 136.905 | PLASTICA | 0.03771 | 0.61% | 11.427 | 5.207 | 83.72% | 0.007 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.12
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 325.000 | M | Po..... | 812.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 14.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 17.149 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 0.42692 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00040 | |
| Rc..... | 5.000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 14.000 | | |
| Tti..... | 101.286 | | |
| Tr2..... | 129.926 | 367.100 | |
| Tt2..... | 387.174 | | |
| CONST.M | 0.089 | | |
| TtMEDIA.. | 71.963 | | |
| TtMEDIA.. | 244.230 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 199.033 | | |
| RES.TAN | 114.912 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 13.208 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 13.208 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 14.000 | PRES. APORTADA ROCA 13.208

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.792 | 0.792 | 0.237 | 17.1 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 15.720 | 15.720 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.007 m
RAZON DE HOMOTECIA 10.37

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.127 | 43.936 | 0.127 | 58.864 | 0.000 |
| 0.500 | 0.143 | 37.373 | 0.142 | 52.301 | 15.091 |
| 1.000 | 0.152 | 33.946 | 0.152 | 48.874 | 24.248 |
| 1.500 | 0.159 | 31.398 | 0.159 | 46.326 | 31.756 |
| 2.000 | 0.166 | 29.294 | 0.166 | 44.222 | 38.474 |
| 2.500 | 0.172 | 27.597 | 0.172 | 42.525 | 44.279 |
| 3.000 | 0.178 | 26.034 | 0.177 | 40.962 | 49.967 |
| 3.500 | 0.183 | 24.655 | 0.183 | 39.583 | 55.282 |
| 4.000 | 0.188 | 23.540 | 0.187 | 38.468 | 59.808 |
| 4.500 | 0.192 | 22.486 | 0.192 | 37.414 | 64.286 |
| 5.000 | 0.197 | 21.484 | 0.196 | 36.412 | 68.735 |
| 6.000 | 0.205 | 19.698 | 0.204 | 34.626 | 77.193 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.12
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 325.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 14.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 48.151 | 205.852 | 153.569 | 17.937 | 10.000 |
| 2.500 | 57.904 | 230.518 | 165.902 | 24.183 | 10.000 |
| 3.000 | 67.920 | 254.617 | 177.952 | 31.096 | 10.000 |
| 3.500 | 78.132 | 278.167 | 189.726 | 38.652 | 10.000 |
| 4.000 | 88.484 | 301.187 | 201.237 | 46.830 | 10.000 |
| 4.500 | 98.932 | 323.699 | 212.492 | 55.610 | 10.000 |
| 5.000 | 109.441 | 345.721 | 223.504 | 64.972 | 10.000 |
| 5.500 | 119.982 | 367.274 | 234.280 | 74.899 | 10.000 |
| 6.000 | 130.534 | 388.377 | 244.832 | 85.372 | 10.000 |
| 6.500 | 141.077 | 409.049 | 255.167 | 96.377 | 10.000 |
| 7.500 | 152.080 | 449.166 | 275.226 | 119.919 | 10.000 |
| 8.000 | 172.518 | 468.644 | 284.965 | 132.429 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 9.125 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2

MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2

COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 8.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 4.562 | 9.125 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.237 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.078 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.398 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.26% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.792 | 15.720 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 9.562 | 19.125 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 12.071 | 1.217 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.159 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.041 | metros | Sost.sin sol> | 7.500 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.190 | metros | >> Pi Sost.= | 9.562 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.031 | metros | >> Pi Roca = | 13.208 | T/m2 | Compres.hastiales = | 891.647 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.50% | | Total Sost. = | 22.770 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.951 T x m |





# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2

MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2

COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 84,967 T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) | | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

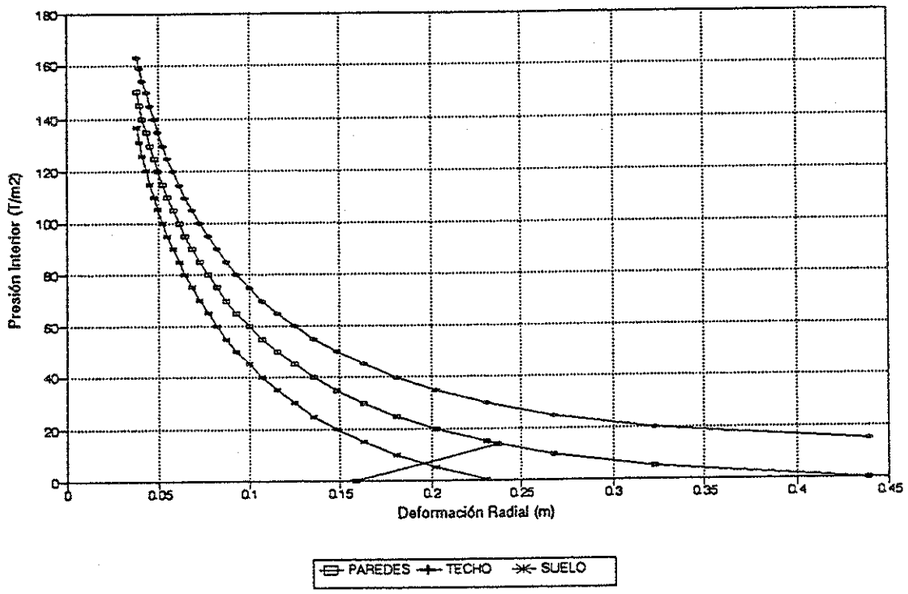
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.237 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.078 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.398 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.26% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.792 | 15.720 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 43.194 | 2.539 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.159 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.049 | metros | Sost.sin sol> | 5.854 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.120 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 13.208 | T/m2 | Compres.hastiales = | 203.805 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 47.426 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.161 T x m |

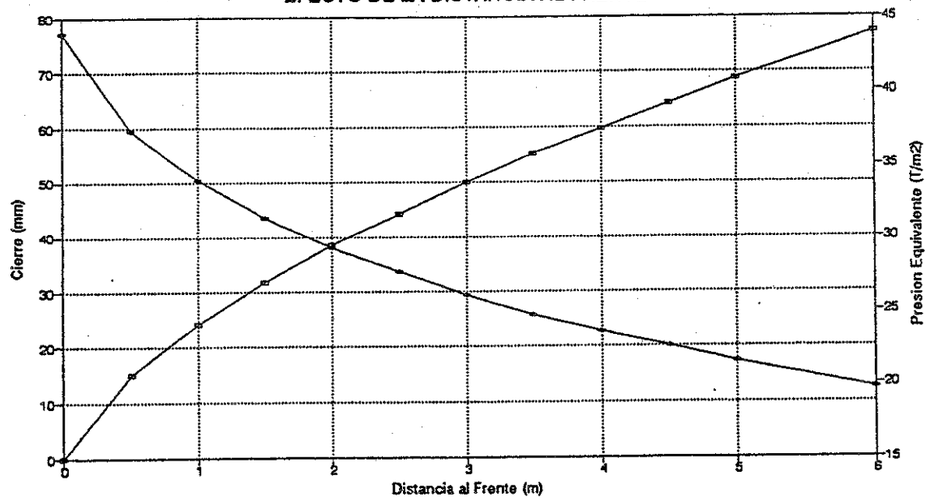
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3325.12
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 48

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



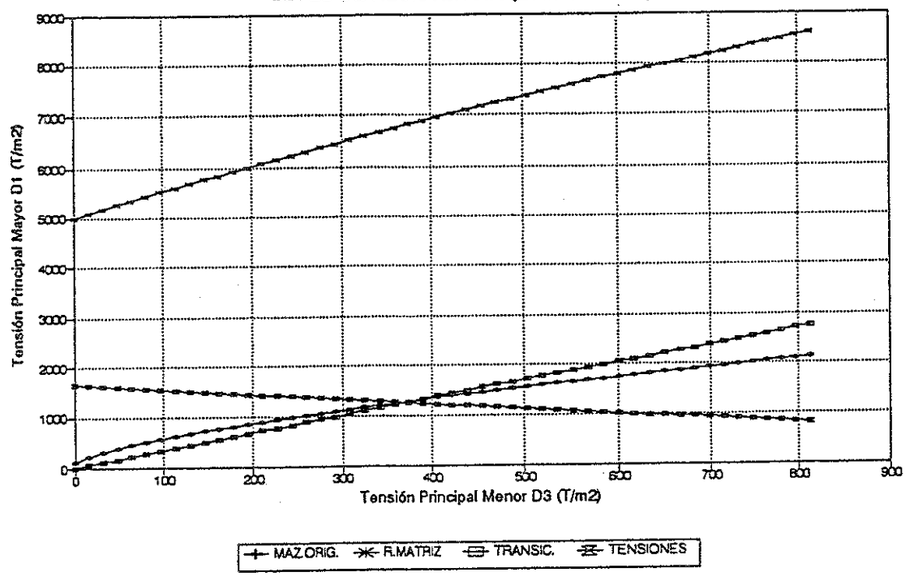




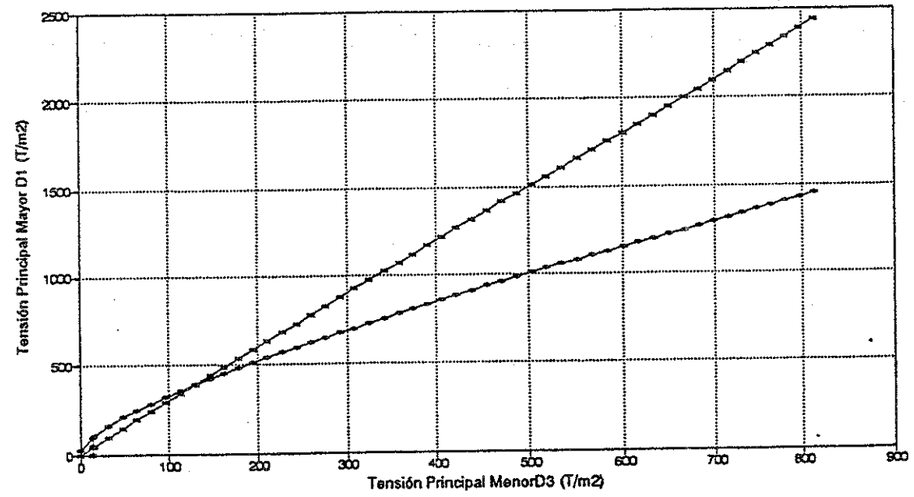

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**ICYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA  CASO:332  ROCA:L-3  ROCA:L-3  RMR:48  PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION L (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION LCALCULO >> | 14.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.237 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.078 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.398 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.26% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.792 | 15.720 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 10.703 | 21.406 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 13.511 | 1.362 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.159 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.041 | metros | Sost.sin sol> | 7.500 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.186 | metros | >> Pi Sost.= | 10.703 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.027 | metros | >> Pi Roca = | 13.208 | T/m2 | Compres.hastiales = 713.318 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.43% | | Total Sost. = | 23.911 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 1.189 T x m |





**ICYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,275.12 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248.529 | | | | |
| MODULO ELAST. | 890.000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 890.000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 0.42692 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00040 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 48 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 275 | M | PROFUND. Mi | 250 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 687.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 625.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 290.58 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 130 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.27393 | 4.40% | 24.789 | 18.569 | 298.54% | 0.013 |
| 4.333 | 19.261 | | PLASTICA | 0.20615 | 3.31% | 22.359 | 16.139 | 259.47% | 0.012 |
| 8.667 | 23.595 | | PLASTICA | 0.17282 | 2.78% | 20.947 | 14.727 | 236.77% | 0.011 |
| 13.000 | 27.928 | | PLASTICA | 0.15024 | 2.42% | 19.879 | 13.659 | 219.59% | 0.011 |
| 17.333 | 32.261 | 2.405 | PLASTICA | 0.13330 | 2.14% | 19.001 | 12.781 | 205.48% | 0.010 |
| 21.667 | 36.595 | 6.739 | PLASTICA | 0.11987 | 1.93% | 18.250 | 12.030 | 193.40% | 0.010 |
| 26.000 | 40.928 | 11.072 | PLASTICA | 0.10886 | 1.75% | 17.589 | 11.369 | 182.78% | 0.009 |
| 30.333 | 45.261 | 15.405 | PLASTICA | 0.09961 | 1.60% | 16.998 | 10.778 | 173.29% | 0.009 |
| 34.667 | 49.595 | 19.739 | PLASTICA | 0.09169 | 1.47% | 16.463 | 10.243 | 164.69% | 0.009 |
| 39.000 | 53.928 | 24.072 | PLASTICA | 0.08483 | 1.36% | 15.973 | 9.753 | 156.81% | 0.009 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.07881 | 1.27% | 15.522 | 9.302 | 149.54% | 0.008 |
| 47.667 | 62.595 | 32.739 | PLASTICA | 0.07348 | 1.18% | 15.102 | 8.882 | 142.80% | 0.008 |
| 52.000 | 66.928 | 37.072 | PLASTICA | 0.06873 | 1.11% | 14.711 | 8.491 | 136.51% | 0.008 |
| 56.333 | 71.261 | 41.405 | PLASTICA | 0.06447 | 1.04% | 14.344 | 8.124 | 130.61% | 0.008 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.06062 | 0.97% | 13.999 | 7.779 | 125.06% | 0.007 |
| 65.000 | 79.928 | 50.072 | PLASTICA | 0.05712 | 0.92% | 13.673 | 7.453 | 119.82% | 0.007 |
| 69.333 | 84.261 | 54.405 | PLASTICA | 0.05393 | 0.87% | 13.365 | 7.145 | 114.86% | 0.007 |
| 73.667 | 88.595 | 58.739 | PLASTICA | 0.05102 | 0.82% | 13.072 | 6.852 | 110.15% | 0.007 |
| 78.000 | 92.928 | 63.072 | PLASTICA | 0.04834 | 0.78% | 12.793 | 6.573 | 105.67% | 0.007 |
| 82.333 | 97.261 | 67.405 | PLASTICA | 0.04588 | 0.74% | 12.527 | 6.307 | 101.40% | 0.007 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.04360 | 0.70% | 12.273 | 6.053 | 97.32% | 0.007 |
| 91.000 | 105.613 | 76.387 | PLASTICA | 0.04149 | 0.67% | 12.030 | 5.810 | 93.41% | 0.006 |
| 95.333 | 109.360 | 81.307 | PLASTICA | 0.03953 | 0.64% | 11.797 | 5.577 | 89.67% | 0.006 |
| 99.667 | 113.130 | 86.203 | PLASTICA | 0.03771 | 0.61% | 11.574 | 5.354 | 86.08% | 0.006 |
| 104.000 | 116.923 | 91.077 | PLASTICA | 0.03600 | 0.58% | 11.359 | 5.139 | 82.62% | 0.006 |
| 108.333 | 120.736 | 95.931 | PLASTICA | 0.03441 | 0.55% | 11.153 | 4.933 | 79.30% | 0.006 |
| 112.667 | 124.568 | 100.765 | PLASTICA | 0.03293 | 0.53% | 10.953 | 4.733 | 76.10% | 0.006 |
| 117.000 | 128.418 | 105.582 | PLASTICA | 0.03153 | 0.51% | 10.761 | 4.541 | 73.01% | 0.006 |
| 121.333 | 132.287 | 110.380 | PLASTICA | 0.02925 | 0.47% | 10.578 | 4.358 | 70.06% | 0.006 |
| 125.667 | 136.171 | 115.162 | PLASTICA | 0.02704 | 0.43% | 10.400 | 4.180 | 67.21% | 0.006 |
| 130.000 | 140.070 | 119.930 | PLASTICA | 0.02504 | 0.40% | 10.229 | 4.009 | 64.45% | 0.005 |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.12
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 275.000 | M | Po..... | 687.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 8.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 14.916 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | 0.42692 | | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | 0.00040 | | |
| Rc..... | 5,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 8.000 | | |
| Tt1..... | 75.735 | | |
| Tr2..... | 110.770 | 290.580 | |
| Tt2..... | 348.467 | | |
| CONST.M | 0.079 | | |
| TtMEDIA.. | 59.385 | | |
| TtMEDIA.. | 212.101 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 170.301 | | |
| RES.TAN | 98.324 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 11.301 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 8.000 | PRES. APORTADA ROCA 11.301

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.177 | 14.9 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 11.627 | 11.627 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.006 m
RAZON DE HOMOTECIA 7.64

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.079 | 42.881 | 0.079 | 57.809 | 0.000 |
| 0.500 | 0.091 | 35.034 | 0.091 | 49.962 | 11.669 |
| 1.000 | 0.098 | 31.190 | 0.098 | 46.118 | 18.542 |
| 1.500 | 0.104 | 28.393 | 0.104 | 43.321 | 24.160 |
| 2.000 | 0.109 | 26.053 | 0.109 | 40.981 | 29.332 |
| 2.500 | 0.113 | 24.275 | 0.113 | 39.203 | 33.600 |
| 3.000 | 0.117 | 22.653 | 0.117 | 37.581 | 37.780 |
| 3.500 | 0.121 | 21.242 | 0.121 | 36.170 | 41.666 |
| 4.000 | 0.125 | 20.088 | 0.124 | 35.016 | 45.035 |
| 4.500 | 0.128 | 19.003 | 0.128 | 33.931 | 48.380 |
| 5.000 | 0.131 | 17.976 | 0.131 | 32.904 | 51.715 |
| 6.000 | 0.137 | 16.335 | 0.137 | 31.263 | 57.434 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.12
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 275.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 8.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 36.701 | 174.851 | 125.253 | 14.607 | 10.000 |
| 2.500 | 45.298 | 198.363 | 137.049 | 19.949 | 10.000 |
| 3.000 | 54.225 | 221.371 | 148.553 | 25.930 | 10.000 |
| 3.500 | 63.405 | 243.889 | 159.812 | 32.528 | 10.000 |
| 4.000 | 72.775 | 265.928 | 170.832 | 39.724 | 10.000 |
| 4.500 | 82.289 | 287.506 | 181.621 | 47.500 | 10.000 |
| 5.000 | 91.907 | 308.637 | 192.186 | 55.837 | 10.000 |
| 5.500 | 101.596 | 329.338 | 202.537 | 64.718 | 10.000 |
| 6.000 | 111.331 | 349.624 | 212.680 | 74.128 | 10.000 |
| 6.500 | 121.090 | 369.511 | 222.623 | 84.052 | 10.000 |
| 7.500 | 140.614 | 408.149 | 241.942 | 105.383 | 10.000 |
| 8.000 | 150.352 | 426.927 | 251.331 | 116.764 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026550 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 3.422 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 3.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 1.711 | 3.422 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 8.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.177 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 28.393 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 11.627 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 1.711 | 13.422 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.154 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.104 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.033 | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.150 | metros | >> Pi Sost.= | 1.711 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.047 | metros | >> Pi Roca = | 11.301 | T/m2 | Compres.hastiales = 1,358.700 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.75% | | Total Sost. = | 13.012 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.204 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026550 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.696 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

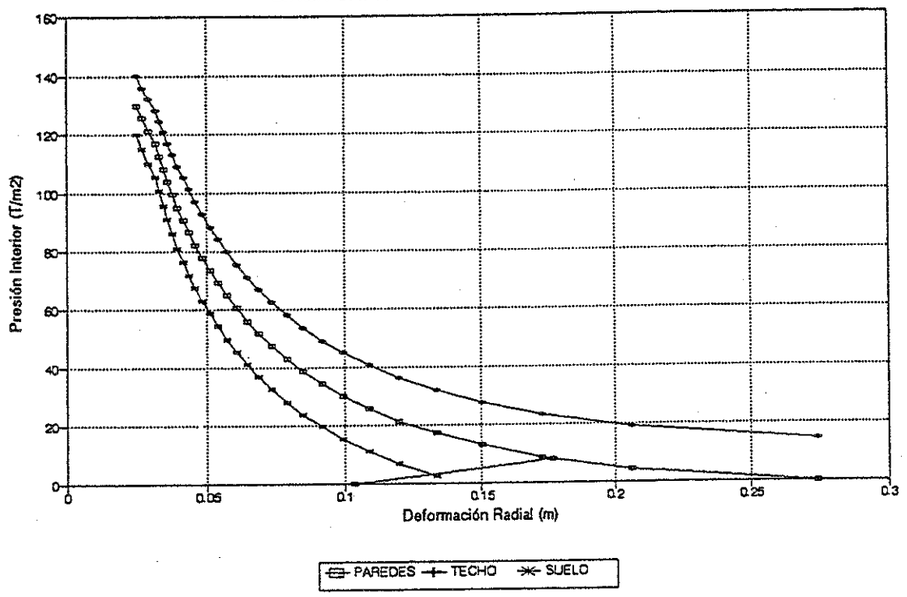
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 8.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.177 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 28.393 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 11.627 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 3.434 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.104 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.040 | metros | Sost.sin sol> | 3.345 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.076 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 11.301 | T/m2 | Compres.hastiales = 116.460 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 45.519 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 2.378 T x m |

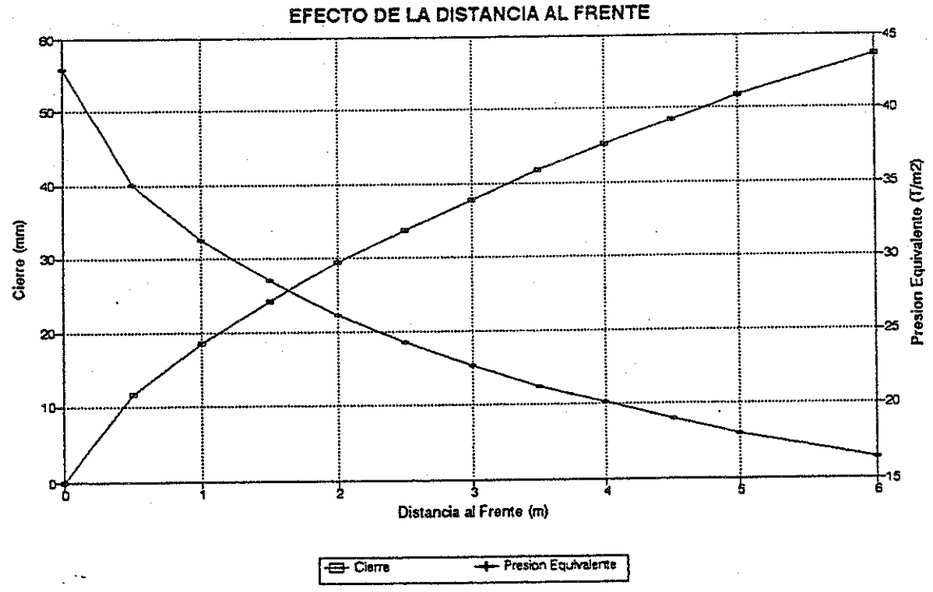
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3275.12
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 48

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE

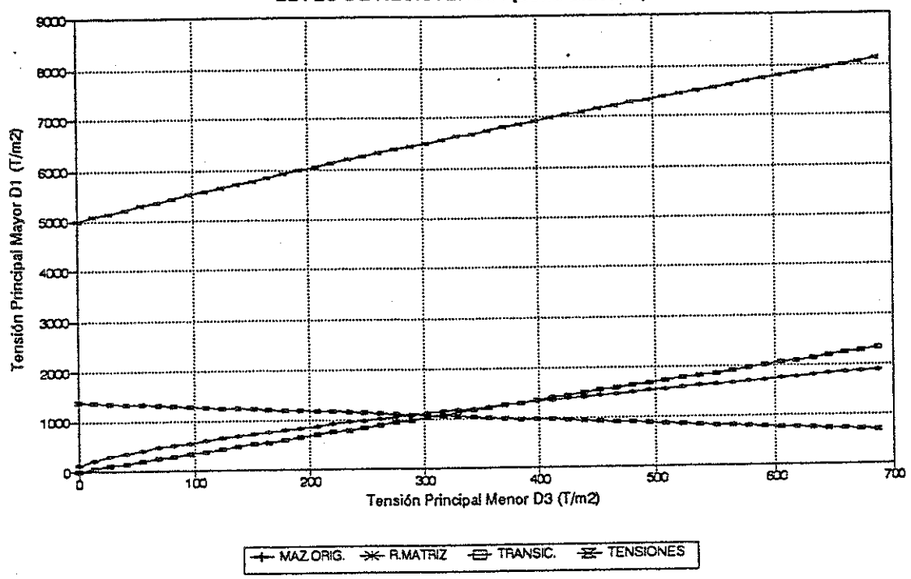




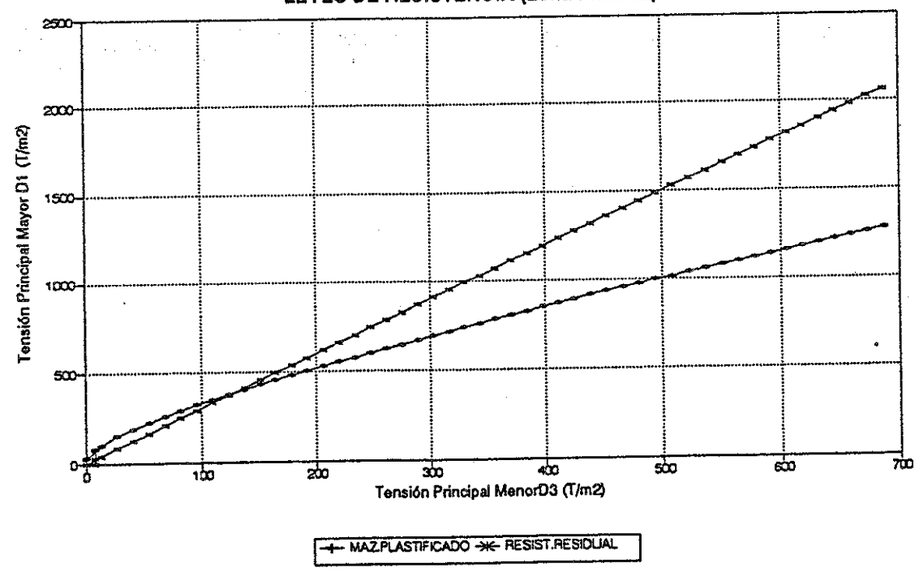

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 48

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 8.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.177 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 28.393 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 11.627 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.351 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.104 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.033 | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.145 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.042 | metros | >> Pi Roca = | 11.301 | T/m2 | Compres.hastiales = 815.220 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.67% | | Total Sost. = | 14.153 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.340 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.225.12 | | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | | |
| RMR | 48 | | FI transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | FI básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248.529 | | | | | |
| MODULO ELAST. | 890,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 890,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M | 0.42692 | \| TIPO DE ROCA> >>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S | 0.00040 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL> >>>> | | | 48 | 48 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX. | 225 | M | PROFUND. MI | 200 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED. | 562.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 500.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA 217.89 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 |
| P.INTERIOR FINAL | 125 | T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.16205 | 2.61% | 20.616 | 14.396 | 231.44% | 0.010 |
| 4.167 | 19.095 | | PLASTICA | 0.12247 | 1.97% | 18.565 | 12.345 | 198.47% | 0.009 |
| 8.333 | 23.261 | | PLASTICA | 0.10292 | 1.65% | 17.380 | 11.160 | 179.42% | 0.008 |
| 12.500 | 27.428 | | PLASTICA | 0.08968 | 1.44% | 16.487 | 10.267 | 165.06% | 0.008 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 0.07973 | 1.28% | 15.756 | 9.536 | 153.32% | 0.007 |
| 20.833 | 35.761 | 5.905 | PLASTICA | 0.07184 | 1.16% | 15.132 | 8.912 | 143.29% | 0.007 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 0.06537 | 1.05% | 14.585 | 8.365 | 134.49% | 0.007 |
| 29.167 | 44.095 | 14.239 | PLASTICA | 0.05992 | 0.96% | 14.097 | 7.877 | 126.64% | 0.007 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.05526 | 0.89% | 13.655 | 7.435 | 119.53% | 0.006 |
| 37.500 | 52.428 | 22.572 | PLASTICA | 0.05121 | 0.82% | 13.251 | 7.031 | 113.03% | 0.006 |
| 41.667 | 56.595 | 26.739 | PLASTICA | 0.04765 | 0.77% | 12.878 | 6.658 | 107.04% | 0.006 |
| 45.833 | 60.761 | 30.905 | PLASTICA | 0.04450 | 0.72% | 12.533 | 6.313 | 101.49% | 0.006 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.04169 | 0.67% | 12.211 | 5.991 | 96.31% | 0.006 |
| 54.167 | 68.473 | 39.860 | PLASTICA | 0.03916 | 0.63% | 11.909 | 5.689 | 91.46% | 0.006 |
| 58.333 | 71.925 | 44.742 | PLASTICA | 0.03688 | 0.59% | 11.625 | 5.405 | 86.90% | 0.006 |
| 62.500 | 75.417 | 49.583 | PLASTICA | 0.03480 | 0.56% | 11.357 | 5.137 | 82.59% | 0.005 |
| 66.667 | 78.948 | 54.388 | PLASTICA | 0.03291 | 0.53% | 11.104 | 4.884 | 78.52% | 0.005 |
| 70.833 | 82.507 | 59.160 | PLASTICA | 0.03117 | 0.50% | 10.863 | 4.643 | 74.65% | 0.005 |
| 75.000 | 86.099 | 63.901 | PLASTICA | 0.02890 | 0.46% | 10.635 | 4.415 | 70.99% | 0.005 |
| 79.167 | 89.718 | 68.615 | PLASTICA | 0.02611 | 0.42% | 10.419 | 4.199 | 67.52% | 0.005 |
| 83.333 | 93.362 | 73.304 | PLASTICA | 0.02367 | 0.38% | 10.213 | 3.993 | 64.19% | 0.005 |
| 87.500 | 97.029 | 77.971 | PLASTICA | 0.02154 | 0.35% | 10.015 | 3.795 | 61.01% | 0.005 |
| 91.667 | 100.716 | 82.618 | PLASTICA | 0.01966 | 0.32% | 9.824 | 3.604 | 57.95% | 0.005 |
| 95.833 | 104.422 | 87.245 | PLASTICA | 0.01800 | 0.29% | 9.642 | 3.422 | 55.01% | 0.004 |
| 100.000 | 108.145 | 91.855 | PLASTICA | 0.01652 | 0.27% | 9.466 | 3.246 | 52.19% | 0.004 |
| 104.167 | 111.886 | 96.447 | PLASTICA | 0.01521 | 0.24% | 9.297 | 3.077 | 49.47% | 0.004 |
| 108.333 | 115.642 | 101.025 | PLASTICA | 0.01403 | 0.23% | 9.134 | 2.914 | 46.84% | 0.004 |
| 112.500 | 119.412 | 105.588 | PLASTICA | 0.01297 | 0.21% | 8.976 | 2.756 | 44.31% | 0.004 |
| 116.667 | 123.197 | 110.137 | PLASTICA | 0.01202 | 0.19% | 8.824 | 2.604 | 41.87% | 0.004 |
| 120.833 | 126.994 | 114.673 | PLASTICA | 0.01116 | 0.18% | 8.677 | 2.457 | 39.50% | 0.004 |
| 125.000 | 130.803 | 119.197 | PLASTICA | 0.01038 | 0.17% | 8.535 | 2.315 | 37.22% | 0.004 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.12
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 225.000 | M | Po..... | 562.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 2.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 13.201 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 0.42692 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00040 | |
| Rc..... | 5,000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tri..... | 2.000 | |
| Tti..... | 41.463 | |
| Tr2..... | 85.744 | 217.891 |
| Tt2..... | 295.168 | |
| CONST.M | 0.099 | |
| TtMEDIA. | 43.872 | |
| TtMEDIA. | 168.316 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 132.480 | |
| RES.TAN | 76.487 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 8.791 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 8.791 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 2.000 | PRES. APORTADA ROCA 8.791

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.138 | 13.2 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 8.137 | 8.137 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.005 m
RAZON DE HOMOTECIA 5.52

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.047 | 42.537 | 0.047 | 57.465 | 0.000 |
| 0.500 | 0.056 | 33.033 | 0.056 | 47.961 | 8.606 |
| 1.000 | 0.061 | 28.621 | 0.061 | 43.549 | 13.620 |
| 1.500 | 0.065 | 25.474 | 0.065 | 40.402 | 17.736 |
| 2.000 | 0.068 | 23.102 | 0.068 | 38.030 | 21.206 |
| 2.500 | 0.072 | 21.048 | 0.071 | 35.976 | 24.514 |
| 3.000 | 0.074 | 19.475 | 0.074 | 34.403 | 27.271 |
| 3.500 | 0.077 | 18.061 | 0.077 | 32.989 | 29.937 |
| 4.000 | 0.080 | 16.747 | 0.080 | 31.675 | 32.597 |
| 4.500 | 0.082 | 15.756 | 0.082 | 30.684 | 34.734 |
| 5.000 | 0.084 | 14.840 | 0.084 | 29.768 | 36.821 |
| 6.000 | 0.088 | 13.154 | 0.088 | 28.082 | 40.975 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.12
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 225.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 2.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 22.818 | 132.696 | 87.079 | 10.124 | 10.000 |
| 2.500 | 29.747 | 154.538 | 98.000 | 14.236 | 10.000 |
| 3.000 | 37.097 | 175.970 | 108.717 | 18.946 | 10.000 |
| 3.500 | 44.783 | 196.995 | 119.229 | 24.236 | 10.000 |
| 4.000 | 52.736 | 217.616 | 129.540 | 30.090 | 10.000 |
| 4.500 | 60.900 | 237.844 | 139.653 | 36.491 | 10.000 |
| 5.000 | 69.228 | 257.686 | 149.574 | 43.423 | 10.000 |
| 5.500 | 77.685 | 277.154 | 159.308 | 50.872 | 10.000 |
| 6.000 | 86.239 | 296.259 | 168.861 | 58.821 | 10.000 |
| 6.500 | 94.864 | 315.012 | 178.238 | 67.259 | 10.000 |
| 7.500 | 112.248 | 351.510 | 196.487 | 85.549 | 10.000 |
| 8.000 | 120.974 | 369.277 | 205.370 | 95.376 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 3.422 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 3.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 1.711 | 3.422 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 7.500 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 2.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.138 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 25.474 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.137 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 1.711 | 10.922 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.342 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.065 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.025 | metros | Sost.sin sol> | 3.750 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.095 | metros | >> Pi Sost.= | 1.711 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.031 | metros | >> Pi Roca = | 8.791 | T/m2 | Compres.hastiales = 339.675 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.50% | | Total Sost. = | 10.502 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.051 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.821 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

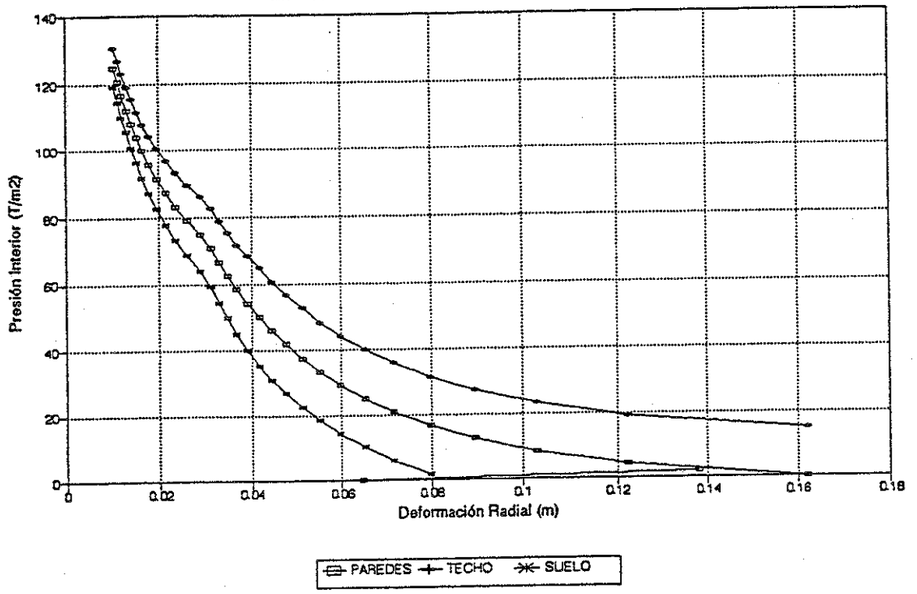
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 2.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.138 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 25.474 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.137 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 4.906 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.065 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.034 | metros | Sost.sin sol> | 0.836 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.047 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.791 | T/m2 | Compres.hastiales = 29.115 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 43.009 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.594 T x m |

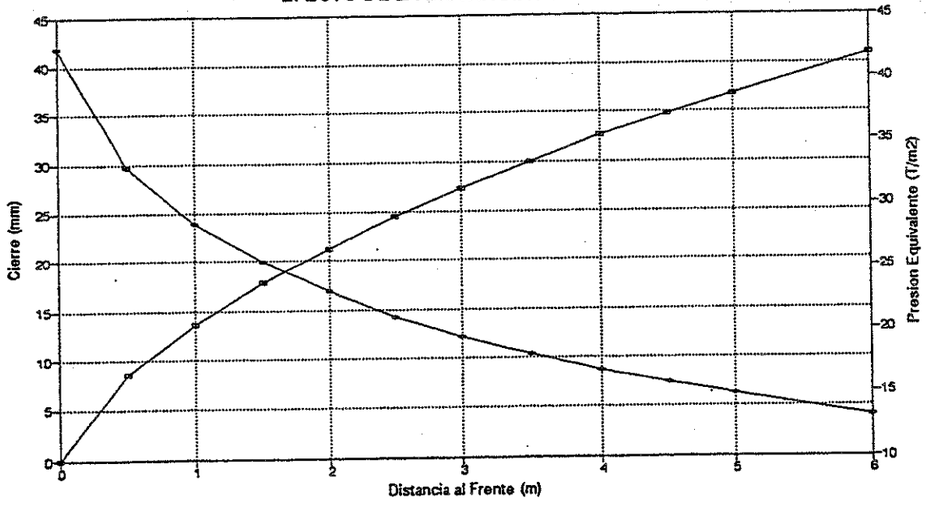
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3225.12
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 48

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



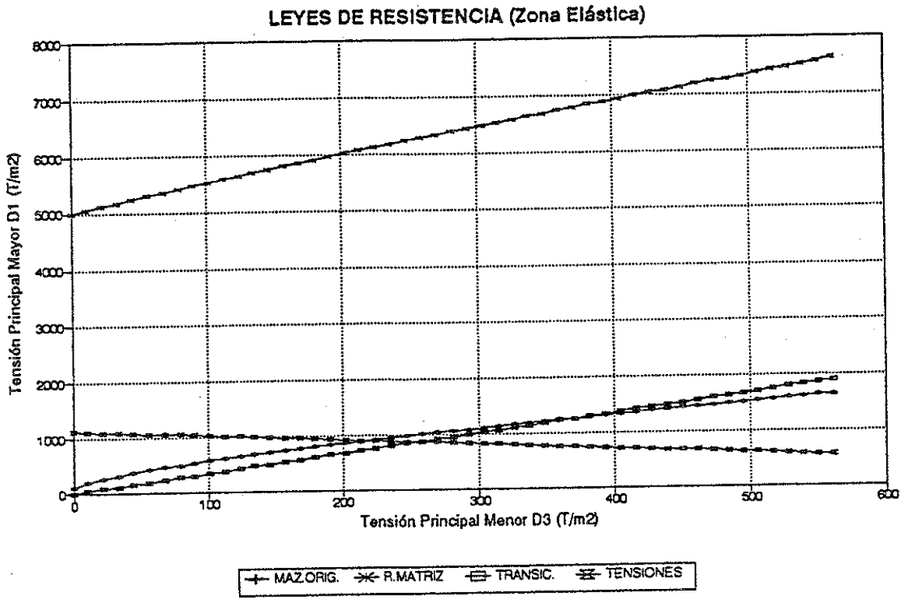




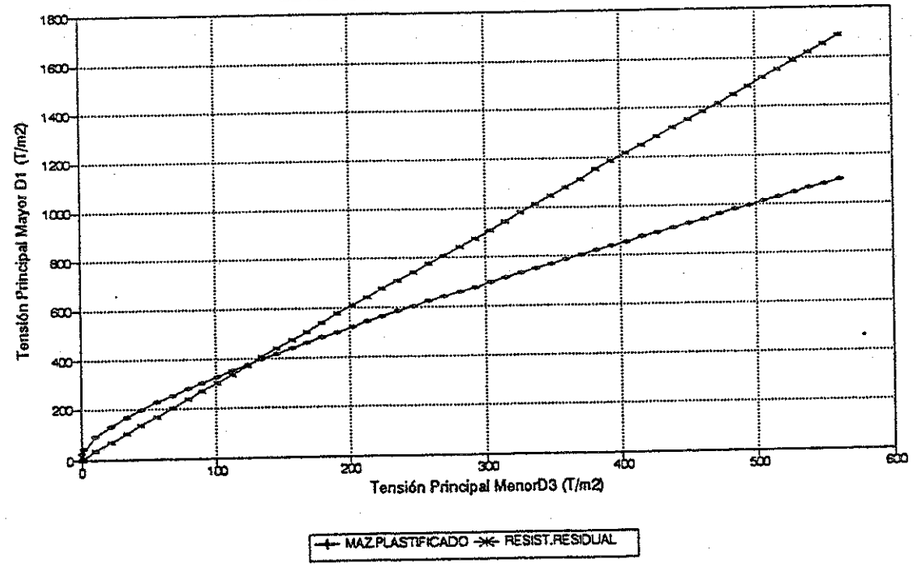

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2

MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2

COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 2.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.138 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 25.474 | T/m2 | UI/RI(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 8.137 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 10.703 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.315 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.065 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.028 | metros | Sost.sin sol> | 2.500 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.092 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.027 | metros | >> Pi Roca = | 8.791 | T/m2 | Compres.hastiales = 203.805 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.44% | | Total Sost. = | 11.643 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.085 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,175.12 | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | |
| RMR | 48 | | Fl transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fl básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 |
| RES.COMPRESION | 5,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 4,248.529 | | | |
| MODULO ELAST. | 890,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 890,000 | T/m2 | | |
| CONST. M | 0.42692 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | |
| CONST. S | 0.00040 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 48 | |
| CONST. Mr | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | |
| PROFUNDIDAD MAX. | 175 | M | PROFUND. MI | 150 | M | | |
| PRESION ORIGEN MED. | 437.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 375.0 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | |

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBONA | CA |
| ARCILLOS | AC |
| ARENOSA | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE. | IG |

PRESION CRITICA 150.12 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 80.00 T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.09039 | 1.45% | 16.695 | 10.475 | 168.42% | 0.006 |
| 2.667 | 17.595 | | PLASTICA | 0.07389 | 1.19% | 15.458 | 9.238 | 148.52% | 0.006 |
| 5.333 | 20.261 | | PLASTICA | 0.06463 | 1.04% | 14.681 | 8.461 | 136.02% | 0.006 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.05804 | 0.93% | 14.081 | 7.861 | 126.38% | 0.005 |
| 10.667 | 25.595 | | PLASTICA | 0.05292 | 0.85% | 13.583 | 7.363 | 118.37% | 0.005 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.04874 | 0.78% | 13.153 | 6.933 | 111.46% | 0.005 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.04523 | 0.73% | 12.772 | 6.552 | 105.34% | 0.005 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.04222 | 0.68% | 12.430 | 6.210 | 99.84% | 0.005 |
| 21.333 | 36.165 | 6.502 | PLASTICA | 0.03959 | 0.64% | 12.118 | 5.898 | 94.82% | 0.005 |
| 24.000 | 38.108 | 9.892 | PLASTICA | 0.03727 | 0.60% | 11.831 | 5.611 | 90.20% | 0.005 |
| 26.667 | 40.105 | 13.229 | PLASTICA | 0.03519 | 0.57% | 11.564 | 5.344 | 85.92% | 0.004 |
| 29.333 | 42.146 | 16.520 | PLASTICA | 0.03333 | 0.54% | 11.316 | 5.096 | 81.93% | 0.004 |
| 32.000 | 44.227 | 19.773 | PLASTICA | 0.03164 | 0.51% | 11.083 | 4.863 | 78.19% | 0.004 |
| 34.667 | 46.342 | 22.992 | PLASTICA | 0.03010 | 0.48% | 10.864 | 4.644 | 74.66% | 0.004 |
| 37.333 | 48.488 | 26.179 | PLASTICA | 0.02809 | 0.45% | 10.658 | 4.438 | 71.35% | 0.004 |
| 40.000 | 50.663 | 29.337 | PLASTICA | 0.02543 | 0.41% | 10.464 | 4.244 | 68.23% | 0.004 |
| 42.667 | 52.861 | 32.472 | PLASTICA | 0.02313 | 0.37% | 10.279 | 4.059 | 65.25% | 0.004 |
| 45.333 | 55.081 | 35.586 | PLASTICA | 0.02113 | 0.34% | 10.102 | 3.882 | 62.41% | 0.004 |
| 48.000 | 57.320 | 38.680 | PLASTICA | 0.01937 | 0.31% | 9.933 | 3.713 | 59.69% | 0.004 |
| 50.667 | 59.578 | 41.755 | PLASTICA | 0.01781 | 0.29% | 9.770 | 3.550 | 57.08% | 0.004 |
| 53.333 | 61.852 | 44.815 | PLASTICA | 0.01643 | 0.26% | 9.615 | 3.395 | 54.58% | 0.004 |
| 56.000 | 64.141 | 47.859 | PLASTICA | 0.01519 | 0.24% | 9.465 | 3.245 | 52.17% | 0.004 |
| 58.667 | 66.445 | 50.888 | PLASTICA | 0.01409 | 0.23% | 9.321 | 3.101 | 49.85% | 0.004 |
| 61.333 | 68.762 | 53.905 | PLASTICA | 0.01309 | 0.21% | 9.182 | 2.962 | 47.62% | 0.004 |
| 64.000 | 71.091 | 56.909 | PLASTICA | 0.01220 | 0.20% | 9.048 | 2.828 | 45.46% | 0.004 |
| 66.667 | 73.432 | 59.901 | PLASTICA | 0.01139 | 0.18% | 8.918 | 2.698 | 43.38% | 0.003 |
| 69.333 | 75.783 | 62.883 | PLASTICA | 0.01065 | 0.17% | 8.793 | 2.573 | 41.36% | 0.003 |
| 72.000 | 78.145 | 65.855 | PLASTICA | 0.00997 | 0.16% | 8.671 | 2.451 | 39.41% | 0.003 |
| 74.667 | 80.516 | 68.817 | PLASTICA | 0.00936 | 0.15% | 8.554 | 2.334 | 37.52% | 0.003 |
| 77.333 | 82.897 | 71.770 | PLASTICA | 0.00880 | 0.14% | 8.440 | 2.220 | 35.69% | 0.003 |
| 80.000 | 85.285 | 74.715 | PLASTICA | 0.00828 | 0.13% | 8.329 | 2.109 | 33.91% | 0.003 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.12
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 175.000 | M | Po..... | 437.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 10.475 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 0.42692 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00040 | |
| Rc..... | 5.000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | |
| Tt1..... | 23.389 | |
| Tr2..... | 72.927 | 150.118 |
| Tt2..... | 266.278 | |
| CONST.M | 0.057 | |
| TrMEDIA. | 36.464 | |
| TtMEDIA. | 144.834 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 112.942 | |
| RES.TAN | 65.207 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

| RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 7.495 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 7.495 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 7.495

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.090 | 10.5 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 7.433 | 7.433 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.004 m
RAZON DE HOMOTECIA 3.96

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.026 | 39.218 | 0.026 | 50.022 | 0.000 |
| 0.500 | 0.032 | 31.103 | 0.032 | 43.523 | 6.014 |
| 1.000 | 0.036 | 26.065 | 0.036 | 39.650 | 9.467 |
| 1.500 | 0.038 | 22.645 | 0.038 | 37.114 | 12.239 |
| 2.000 | 0.041 | 20.065 | 0.041 | 34.993 | 14.624 |
| 2.500 | 0.043 | 18.011 | 0.043 | 32.939 | 16.747 |
| 3.000 | 0.045 | 16.319 | 0.045 | 31.247 | 18.676 |
| 3.500 | 0.047 | 14.946 | 0.047 | 29.874 | 20.380 |
| 4.000 | 0.048 | 13.723 | 0.048 | 28.651 | 22.021 |
| 4.500 | 0.050 | 12.706 | 0.050 | 27.634 | 23.485 |
| 5.000 | 0.051 | 11.815 | 0.051 | 26.743 | 24.852 |
| 6.000 | 0.054 | 10.280 | 0.054 | 25.208 | 27.421 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.12
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 175.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | UM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 16.337 | 110.141 | 66.765 | 7.750 | 7.750 |
| 2.500 | 22.316 | 131.034 | 77.212 | 11.204 | 10.000 |
| 3.000 | 28.770 | 151.570 | 87.480 | 15.232 | 10.000 |
| 3.500 | 35.608 | 171.746 | 97.567 | 19.820 | 10.000 |
| 4.000 | 42.754 | 191.561 | 107.475 | 24.952 | 10.000 |
| 4.500 | 50.150 | 211.020 | 117.205 | 30.612 | 10.000 |
| 5.000 | 57.746 | 230.130 | 126.760 | 36.787 | 10.000 |
| 5.500 | 65.502 | 248.897 | 136.143 | 43.461 | 10.000 |
| 6.000 | 73.384 | 267.331 | 145.360 | 50.622 | 10.000 |
| 6.500 | 81.365 | 285.440 | 154.415 | 58.256 | 10.000 |
| 7.500 | 97.532 | 320.721 | 172.055 | 74.898 | 10.000 |
| 8.000 | 105.683 | 337.912 | 180.651 | 83.882 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 3.422 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 3.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 1.711 | 3.422 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 7.500 | 7.500 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 167 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.090 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.052 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.645 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.84% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 7.433 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 9.211 | 10.922 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.469 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.038 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.008 | metros | Sost.sin sol> | 7.500 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.044 | metros | >> Pi Sost.= | 9.211 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.006 | metros | >> Pi Roca = | 7.495 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.10% | | Total Sost. = | 16.706 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

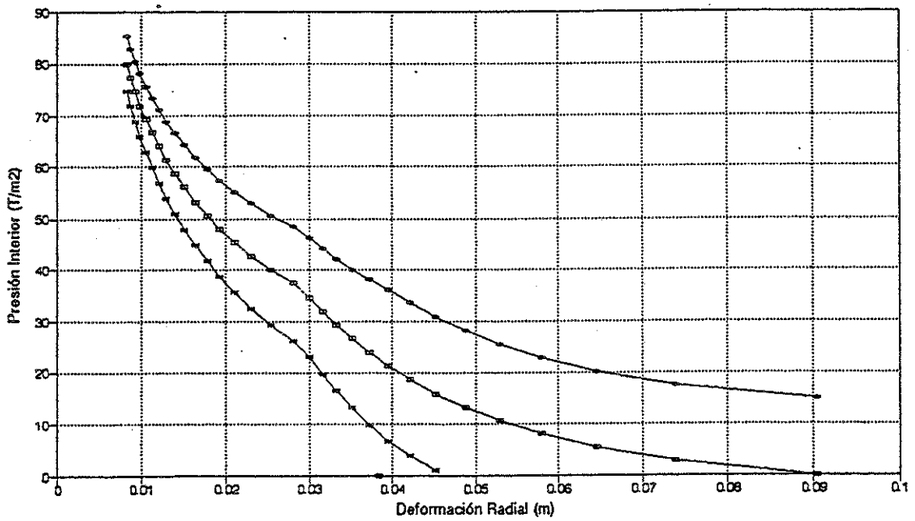
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.090 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.052 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.645 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.84% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 7.433 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 5.371 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.038 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.021 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.024 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.495 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 41.713 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

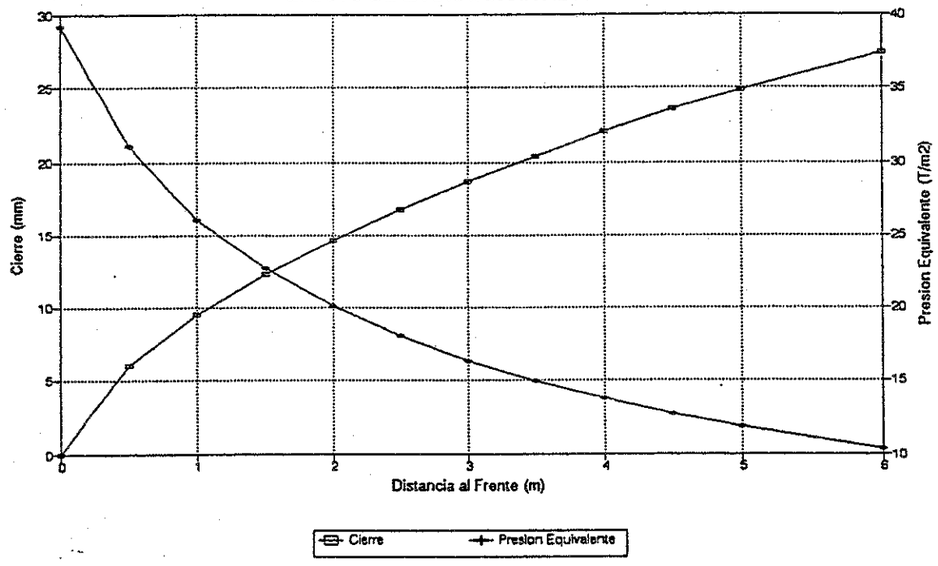
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3175.12
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 48

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



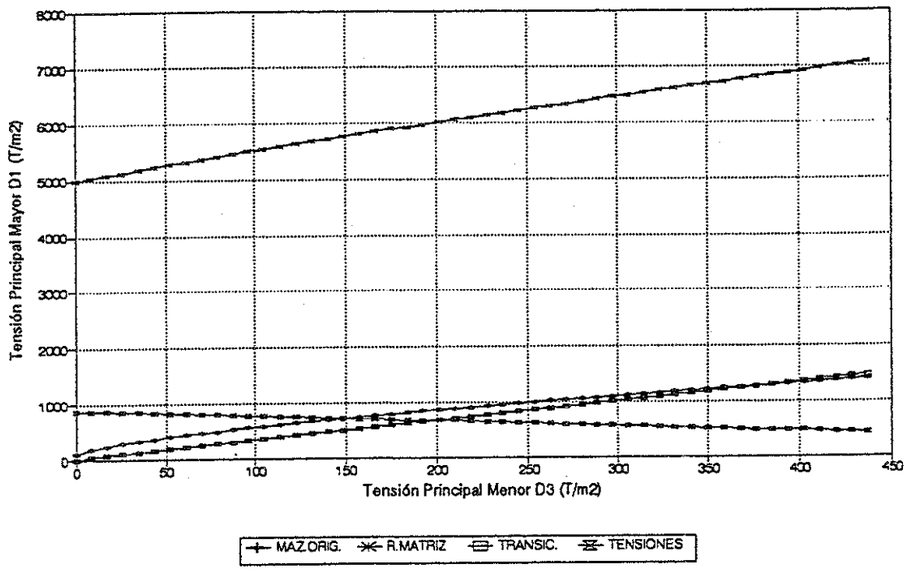




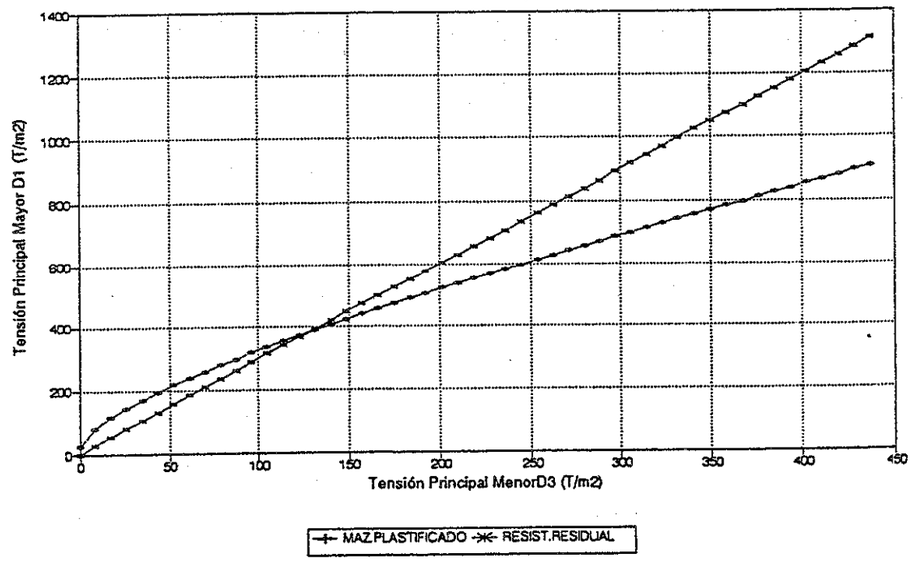

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:317 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,657 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2

MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2

COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.090 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.052 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.645 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.84% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 7.433 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 10.703 | 0.000 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.440 | ERR |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.038 | metros | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.016 | metros | Sost.sin sol.> 2.500 T/m2 |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.053 | metros | >> Pi Sost.= 2.851 T/m2 |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.015 | metros | >> Pi Roca = 7.495 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.24% | | Total Sost. = 10.346 T/m2 |

Compres.hastiales = 0.000 T/m2

Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m







## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,375.10 | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | |
| RMR | 48 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 |
| RES.COMPRESION | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | |
| MODULO ELAST. | 2,400,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 2,400,000 | T/m2 | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,000,000 | T/m2 | | |
| CONST. M | 1.17081 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> |
| CONST. S | 0.00301 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 62 | CARBONA CA |
| CONST. Mr | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS AC |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 375 | M | PROFUND. MI | 350 | M | | I.G.FINO IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 937.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 875.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | |

PRESION CRITICA 431.76 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 120 T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 2.57263 | 41.36% | 61.976 | 55.756 | 896.40% | 0.016 |
| 4.000 | 18.928 | | PLASTICA | 1.89343 | 30.44% | 59.872 | 53.752 | 864.17% | 0.015 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 1.55225 | 24.96% | 57.825 | 51.605 | 829.67% | 0.015 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 1.31164 | 21.09% | 55.710 | 49.490 | 795.66% | 0.014 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 1.12731 | 18.12% | 53.686 | 47.446 | 762.80% | 0.014 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.98021 | 15.76% | 51.708 | 45.488 | 731.32% | 0.013 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.85985 | 13.82% | 49.842 | 43.622 | 701.31% | 0.013 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.75962 | 12.21% | 48.067 | 41.847 | 672.79% | 0.012 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.67507 | 10.85% | 46.383 | 40.163 | 645.71% | 0.012 |
| 36.000 | 50.928 | 21.072 | PLASTICA | 0.60300 | 9.69% | 44.785 | 38.565 | 620.01% | 0.011 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.54104 | 8.70% | 43.269 | 37.049 | 595.64% | 0.011 |
| 44.000 | 58.928 | 29.072 | PLASTICA | 0.48739 | 7.84% | 41.831 | 35.611 | 572.52% | 0.011 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.44064 | 7.08% | 40.465 | 34.245 | 550.57% | 0.010 |
| 52.000 | 66.928 | 37.072 | PLASTICA | 0.39968 | 6.43% | 39.168 | 32.948 | 529.72% | 0.010 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.36361 | 5.85% | 37.936 | 31.716 | 509.90% | 0.010 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.33171 | 5.33% | 36.764 | 30.544 | 491.06% | 0.009 |
| 64.000 | 78.928 | 49.072 | PLASTICA | 0.30338 | 4.88% | 35.648 | 29.428 | 473.12% | 0.009 |
| 68.000 | 82.928 | 53.072 | PLASTICA | 0.27813 | 4.47% | 34.585 | 28.365 | 456.03% | 0.009 |
| 72.000 | 86.928 | 57.072 | PLASTICA | 0.25555 | 4.11% | 33.572 | 27.352 | 439.74% | 0.008 |
| 76.000 | 90.928 | 61.072 | PLASTICA | 0.23530 | 3.78% | 32.605 | 26.385 | 424.19% | 0.008 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.21707 | 3.49% | 31.681 | 25.461 | 409.34% | 0.008 |
| 84.000 | 98.928 | 69.072 | PLASTICA | 0.20062 | 3.23% | 30.798 | 24.578 | 395.15% | 0.008 |
| 88.000 | 102.928 | 73.072 | PLASTICA | 0.18574 | 2.99% | 29.954 | 23.734 | 381.57% | 0.008 |
| 92.000 | 106.928 | 77.072 | PLASTICA | 0.17225 | 2.77% | 29.145 | 22.925 | 368.58% | 0.007 |
| 96.000 | 110.928 | 81.072 | PLASTICA | 0.15999 | 2.57% | 28.371 | 22.151 | 356.12% | 0.007 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.14882 | 2.39% | 27.628 | 21.408 | 344.18% | 0.007 |
| 104.000 | 118.928 | 89.072 | PLASTICA | 0.13863 | 2.23% | 26.916 | 20.696 | 332.73% | 0.007 |
| 108.000 | 122.928 | 93.072 | PLASTICA | 0.12931 | 2.08% | 26.232 | 20.012 | 321.73% | 0.007 |
| 112.000 | 126.928 | 97.072 | PLASTICA | 0.12077 | 1.94% | 25.574 | 19.354 | 311.16% | 0.006 |
| 116.000 | 130.928 | 101.072 | PLASTICA | 0.11293 | 1.82% | 24.942 | 18.722 | 301.00% | 0.006 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.10572 | 1.70% | 24.334 | 18.114 | 291.23% | 0.006 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.10
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po..... | 937.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 23.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 44.080 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 1.17081 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00301 | |
| Rc..... | 2.000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 23.000 | | |
| Tt1..... | 91.839 | | |
| Tr2..... | 92.180 | 431.764 | |
| Tt2..... | 228.974 | | |
| CONST.M | 0.253 | | |
| TrMEDIA.. | 57.590 | | |
| TtMEDIA.. | 160.391 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 139.172 | | |
| RES.TAN | 80.351 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

| RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 9.235 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 9.235 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 23.000 | PRES. APORTADA ROCA 9.235

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 13.765 | 13.765 | 0.888 | 44.1 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 28.693 | 28.693 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

DEFORMACION ELAST. 0.003 m
RAZON DE HOMOTECIA 141.85

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.746 | 28.641 | 0.745 | 43.569 | 0.000 |
| 0.500 | 0.761 | 27.960 | 0.761 | 42.888 | 15.441 |
| 1.000 | 0.770 | 27.599 | 0.769 | 42.527 | 23.794 |
| 1.500 | 0.777 | 27.293 | 0.776 | 42.221 | 30.993 |
| 2.000 | 0.784 | 27.017 | 0.783 | 41.945 | 37.548 |
| 2.500 | 0.791 | 26.763 | 0.789 | 41.691 | 43.671 |
| 3.000 | 0.797 | 26.524 | 0.795 | 41.452 | 49.477 |
| 3.500 | 0.802 | 26.298 | 0.800 | 41.226 | 55.035 |
| 4.000 | 0.808 | 26.082 | 0.805 | 41.010 | 60.395 |
| 4.500 | 0.813 | 25.874 | 0.811 | 40.802 | 65.589 |
| 5.000 | 0.818 | 25.674 | 0.816 | 40.602 | 70.643 |
| 6.000 | 0.827 | 25.292 | 0.826 | 40.220 | 80.404 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.10
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 375.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE = | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 23.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 46.110 | 143.086 | 117.447 | 13.814 | 10.000 |
| 2.500 | 52.013 | 154.953 | 123.381 | 18.084 | 10.000 |
| 3.000 | 57.909 | 166.483 | 129.146 | 22.668 | 10.000 |
| 3.500 | 63.784 | 177.693 | 134.751 | 27.555 | 10.000 |
| 4.000 | 69.625 | 188.601 | 140.205 | 32.732 | 10.000 |
| 4.500 | 75.423 | 199.225 | 145.517 | 38.188 | 10.000 |
| 5.000 | 81.172 | 209.579 | 150.694 | 43.913 | 10.000 |
| 5.500 | 86.866 | 219.678 | 155.744 | 49.898 | 10.000 |
| 6.000 | 92.503 | 229.535 | 160.672 | 56.135 | 10.000 |
| 6.500 | 98.079 | 239.163 | 165.486 | 62.614 | 10.000 |
| 7.500 | 109.046 | 257.775 | 174.792 | 76.270 | 10.000 |
| 8.000 | 114.434 | 266.779 | 179.294 | 83.433 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 22.812 | 9.125 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 8.0 | 20.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 22.812 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.027 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 26,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | ———— | ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR | <0.01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | | PIZARRA | 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | | ROCA BLAN | 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 10.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.507 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 23.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.888 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.112 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.293 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.80% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 13.765 | 28.693 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 32.265 | 39.108 | 6.296 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.344 | 1.363 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 26.574 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.776 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.067 | metros | Sost.sin sol> | 15.387 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.520 | metros | >> Pi Sost.= | 32.265 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.235 | T/m2 | Compres.hastiales = | 585.939 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 41.500 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.906 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | ———— | ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR | <0.01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | | PIZARRA | 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | ROCA BLAN | 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.174 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 23.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.888 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.112 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.293 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.80% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 13.765 | 28.693 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 40.514 | 46.217 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.943 | 1.611 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.776 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.243 | metros | Sost.sin sol> | 9.617 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.422 | metros | >> Pi Sost.= | 40.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.235 | T/m2 | Compres.hastiales = | 334.823 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 49.750 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 6.836 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 17.109 | 9.125 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 8.0 | 15.0 | 0.0 | | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 13.117 | 17.109 | 0.000 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.027 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 26.574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 10.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.507 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 23.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.888 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.112 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.293 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.80% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 13.765 | 28.693 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 29.413 | 33.405 | 6.296 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.137 | 1.164 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 26.574 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.776 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.022 | metros | Sost.sin sol> | 17.139 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.561 | metros | >> Pi Sost.= | 29.413 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.235 | T/m2 | Compres.hastiales = | 781.253 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 38.649 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.930 T x m |

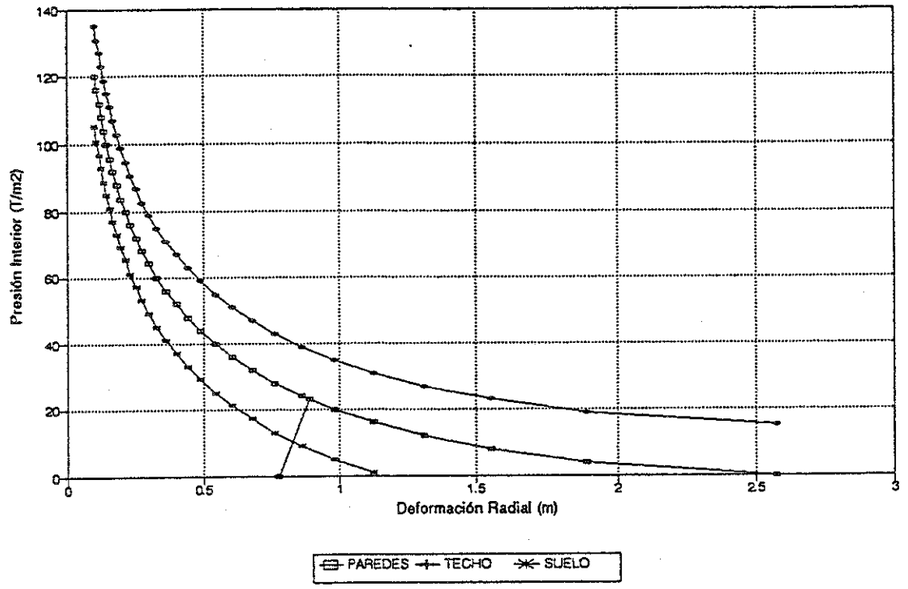




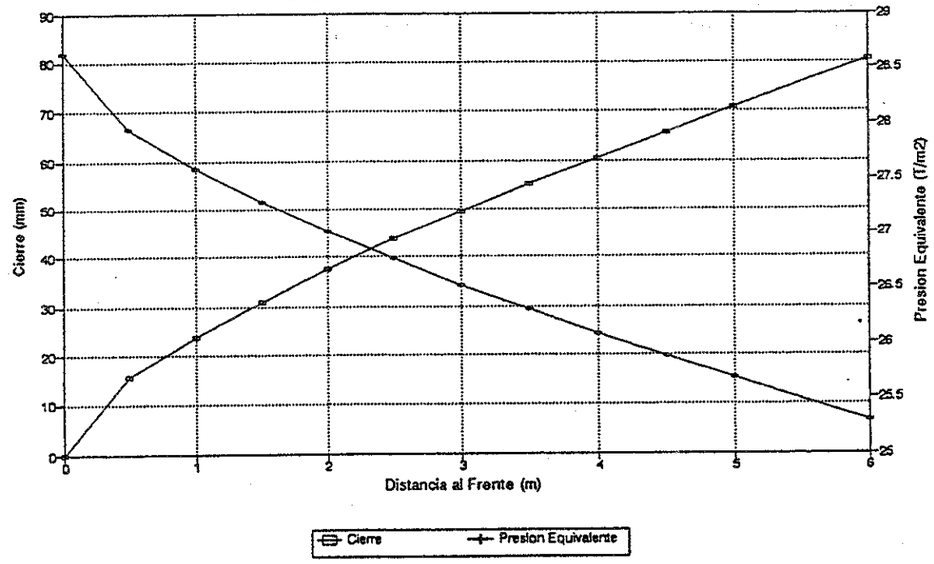
**iCYFSA**

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3375.10*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 48*

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



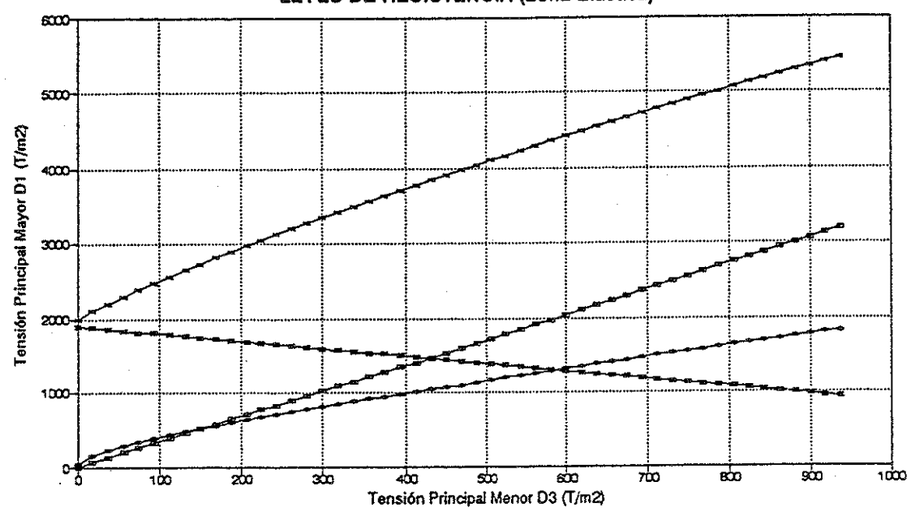

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



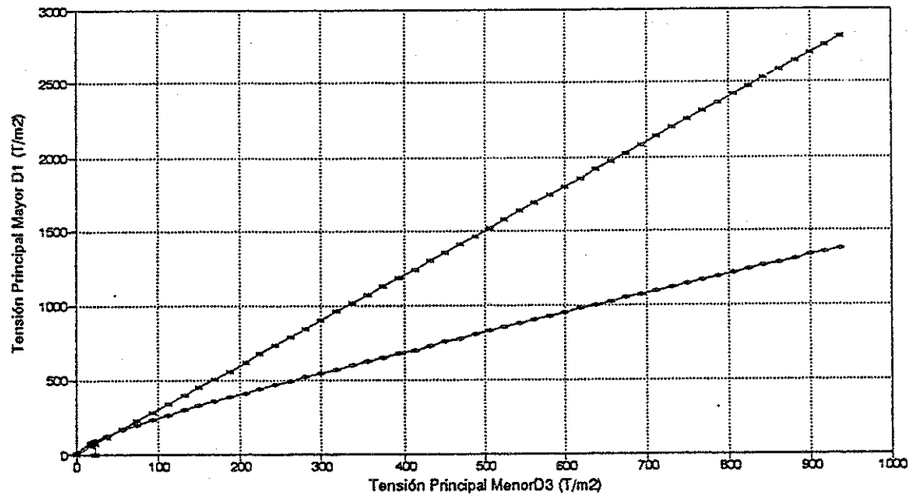
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 11.406 | 11.406 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 15.0 | 10.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 14.257 | 17.109 | 11.406 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.173 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.05-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 23.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.888 | m |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.112 | m |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.293 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.80% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 13.765 | 28.653 | 0.000 | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 20.554 | 33.405 | 17.702 | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.493 | 1.164 | ERR | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.776 | metros | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.183 | metros | Sost.sin sol> | 11.409 | T/m2 |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.720 | metros | >> Pi Sost.= | 20.554 | T/m2 |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.235 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 29.789 | T/m2 |

Compres.hastiales = 781.253 T/m2
Mom.adm.horm.arco = 2.930 T x m

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10,095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 45.624 | 45.624 | 39.921 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 40.0 | 40.0 | 35.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 45.624 | 45.624 | 39.921 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.094 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 138,736 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 15.608 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 23.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.888 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.112 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.293 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.80% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 13.765 | 28.693 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.814 | 50.814 | 45.111 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.692 | 1.771 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 138,736 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.776 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.121 | metros | Sost.sin sol> | 13.430 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.331 | metros | >> Pi Sost.= | 50.814 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.235 | T/m2 | Compres.hastiales = | 292.970 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 60.049 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 7.813 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10,095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.608 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 23.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.888 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.112 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.293 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.80% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 13.765 | 28.693 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 21.158 | 35.720 | 25.720 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.537 | 1.245 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.776 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.232 | metros | Sost.sin sol> | 9.945 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.707 | metros | >> Pi Sost.= | 21.158 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.235 | T/m2 | Compres.hastiales = | 651.044 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 30.393 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.516 T x m |

Página:4

**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.325.10 | | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | | |
| RMR | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | | | |
| MODULO ELAST | 2,000,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 2,000,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 1,780,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M | 1.01367 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S | 0.00225 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 60 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX | 325 | M | PROFUND. MI | 300 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED | 812.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN | 750.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA | 374.34 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 110 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA. (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 1.94377 | 31.25% | 59.417 | 53.197 | 855.26% | 0.016 |
| 3.667 | 18.595 | | PLASTICA | 1.37383 | 22.09% | 55.557 | 49.337 | 793.20% | 0.015 |
| 7.333 | 22.261 | | PLASTICA | 1.10535 | 17.77% | 52.674 | 46.454 | 746.84% | 0.014 |
| 11.000 | 25.928 | | PLASTICA | 0.92340 | 14.85% | 50.171 | 43.951 | 706.60% | 0.013 |
| 14.667 | 29.595 | | PLASTICA | 0.78785 | 12.67% | 47.928 | 41.708 | 670.55% | 0.013 |
| 18.333 | 33.261 | 3.405 | PLASTICA | 0.68189 | 10.96% | 45.890 | 39.670 | 637.78% | 0.012 |
| 22.000 | 36.928 | 7.072 | PLASTICA | 0.59652 | 9.59% | 44.020 | 37.800 | 607.72% | 0.012 |
| 25.667 | 40.595 | 10.739 | PLASTICA | 0.52628 | 8.46% | 42.295 | 36.075 | 579.98% | 0.011 |
| 29.333 | 44.261 | 14.405 | PLASTICA | 0.46755 | 7.52% | 40.694 | 34.474 | 554.25% | 0.011 |
| 33.000 | 47.928 | 18.072 | PLASTICA | 0.41784 | 6.72% | 39.204 | 32.984 | 530.30% | 0.010 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.37532 | 6.03% | 37.813 | 31.593 | 507.92% | 0.010 |
| 40.333 | 55.261 | 25.405 | PLASTICA | 0.33853 | 5.44% | 36.509 | 30.289 | 486.95% | 0.010 |
| 44.000 | 58.928 | 29.072 | PLASTICA | 0.30675 | 4.93% | 35.284 | 29.064 | 467.26% | 0.009 |
| 47.667 | 62.595 | 32.739 | PLASTICA | 0.27886 | 4.48% | 34.131 | 27.911 | 448.72% | 0.009 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.25439 | 4.09% | 33.043 | 26.823 | 431.24% | 0.009 |
| 55.000 | 69.928 | 40.072 | PLASTICA | 0.23264 | 3.74% | 32.015 | 25.795 | 414.71% | 0.008 |
| 58.667 | 73.595 | 43.739 | PLASTICA | 0.21338 | 3.43% | 31.041 | 24.821 | 399.05% | 0.008 |
| 62.333 | 77.261 | 47.405 | PLASTICA | 0.19620 | 3.15% | 30.118 | 23.898 | 384.21% | 0.008 |
| 66.000 | 80.928 | 51.072 | PLASTICA | 0.18082 | 2.91% | 29.241 | 23.021 | 370.11% | 0.008 |
| 69.667 | 84.595 | 54.739 | PLASTICA | 0.16700 | 2.68% | 28.407 | 22.187 | 356.71% | 0.007 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.15455 | 2.48% | 27.613 | 21.393 | 343.93% | 0.007 |
| 77.000 | 91.928 | 62.072 | PLASTICA | 0.14330 | 2.30% | 26.855 | 20.635 | 331.76% | 0.007 |
| 80.667 | 95.595 | 65.739 | PLASTICA | 0.13310 | 2.14% | 26.132 | 19.912 | 320.13% | 0.007 |
| 84.333 | 99.261 | 69.405 | PLASTICA | 0.12383 | 1.99% | 25.441 | 19.221 | 309.02% | 0.007 |
| 88.000 | 102.928 | 73.072 | PLASTICA | 0.11539 | 1.86% | 24.780 | 18.560 | 298.39% | 0.007 |
| 91.667 | 106.595 | 76.739 | PLASTICA | 0.10768 | 1.73% | 24.146 | 17.926 | 288.20% | 0.006 |
| 95.333 | 110.261 | 80.405 | PLASTICA | 0.10063 | 1.62% | 23.539 | 17.319 | 278.44% | 0.006 |
| 99.000 | 113.928 | 84.072 | PLASTICA | 0.09416 | 1.51% | 22.957 | 16.737 | 269.08% | 0.006 |
| 102.667 | 117.595 | 87.739 | PLASTICA | 0.08823 | 1.42% | 22.397 | 16.177 | 260.09% | 0.006 |
| 106.333 | 121.261 | 91.405 | PLASTICA | 0.08276 | 1.33% | 21.860 | 15.640 | 251.44% | 0.006 |
| 110.000 | 124.928 | 95.072 | PLASTICA | 0.07773 | 1.25% | 21.343 | 15.123 | 243.13% | 0.006 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.325.10 | | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 48.000 | | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 325.000 | M | Po | 812.50 | T/M2 | | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi | 19.000 | T/M2 | | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF | 39.318 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | | |
| Mr | 0.10103 | M | | 1.01367 | | | | | |
| Sr | 0.00002 | S | | 0.00225 | | | | | |
| Rc | 2,000.000 | T/M2 | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tm | 19.000 | | |
| Tri | 81.662 | | |
| Tr2 | 84.043 | 374.341 | |
| Tt2 | 214.689 | | |
| CONST.M | 0.219 | | |
| TrMEDIA. | 51.521 | | |
| TtMEDIA. | 148.176 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 127.194 | | |
| RES.TAN | 73.435 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°) | |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| Fi | 30.000 | ° DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> / RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 8.441 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 8.441 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 19.000 | \| PRES. APORTADA ROCA | 8.441 | |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 10.559 | 10.559 | 0.665 | 39.3 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 25.487 | 25.487 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.003 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 103.06 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.564 | 23.714 | 0.562 | 38.642 | 0.000 |
| 0.500 | 0.577 | 22.996 | 0.576 | 37.924 | 14.061 |
| 1.000 | 0.586 | 22.551 | 0.585 | 37.479 | 23.036 |
| 1.500 | 0.593 | 22.174 | 0.593 | 37.102 | 30.819 |
| 2.000 | 0.600 | 21.864 | 0.599 | 36.792 | 37.324 |
| 2.500 | 0.606 | 21.607 | 0.605 | 36.535 | 42.810 |
| 3.000 | 0.611 | 21.366 | 0.610 | 36.294 | 48.021 |
| 3.500 | 0.617 | 21.137 | 0.615 | 36.065 | 53.019 |
| 4.000 | 0.622 | 20.919 | 0.620 | 35.847 | 57.846 |
| 4.500 | 0.627 | 20.710 | 0.625 | 35.638 | 62.532 |
| 5.000 | 0.631 | 20.509 | 0.629 | 35.437 | 67.098 |
| 6.000 | 0.640 | 20.125 | 0.638 | 35.053 | 75.936 |

## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.10
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 325.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 19.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 40.396 | 131.224 | 105.443 | 12.505 | 10.000 |
| 2.500 | 45.936 | 142.729 | 112.196 | 16.429 | 10.000 |
| 3.000 | 51.490 | 153.916 | 117.789 | 20.659 | 10.000 |
| 3.500 | 57.040 | 164.801 | 123.231 | 25.183 | 10.000 |
| 4.000 | 62.572 | 175.401 | 128.531 | 29.990 | 10.000 |
| 4.500 | 68.077 | 185.731 | 133.696 | 35.069 | 10.000 |
| 5.000 | 73.545 | 195.805 | 138.733 | 40.411 | 10.000 |
| 5.500 | 78.972 | 205.636 | 143.649 | 46.006 | 10.000 |
| 6.000 | 84.351 | 215.236 | 148.449 | 51.847 | 10.000 |
| 6.500 | 89.681 | 224.618 | 153.140 | 57.924 | 10.000 |
| 7.500 | 100.183 | 242.764 | 162.213 | 70.762 | 10.000 |
| 8.000 | 105.351 | 251.549 | 166.605 | 77.510 | 10.000 |





## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 325.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 19.390 | 5.703 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 17.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 12.547 | 19.390 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.018 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 16.542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 7.500 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.999 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 167 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 19.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.665 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.174 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.559 | 25.487 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 20.047 | 29.390 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.898 | 1.153 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 16.542 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.593 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.052 | metros | Sost.sin sol> | 11.404 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.480 | metros | >> Pi Sost.= | 20.047 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.441 | T/m2 | Compres.hastiales = | 569.455 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 28.487 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.743 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002965 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | ========== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 19.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.665 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.174 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.559 | 25.487 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.241 | 1.566 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.593 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.142 | metros | Sost.sin sol> | 7.944 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.318 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.441 | T/m2 | Compres.hastiales = 276.593 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 42.659 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 5.647 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002965 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> 6.296 | 6.296 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | ========== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.174 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 19.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.665 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.174 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.559 | 25.487 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 40.514 | 46.217 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.837 | 1.813 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.593 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.142 | metros | Sost.sin sol> | 7.944 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.270 | metros | >> Pi Sost.= | 40.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.441 | T/m2 | Compres.hastiales = 276.593 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 48.955 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 5.647 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002685 |
| TH-29 | 0.003690 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 7.500 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.173 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 167 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 19.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.665 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.174 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.559 | 25.487 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 25.202 | 27.702 | 17.702 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.387 | 1.087 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.593 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.098) | metros | Sost.sin sol> | 19.126 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.410 | metros | >> Pi Sost.= | 25.202 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.441 | T/m2 | Compres.hastiales = 968.074 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 33.643 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 1.613 T x m |

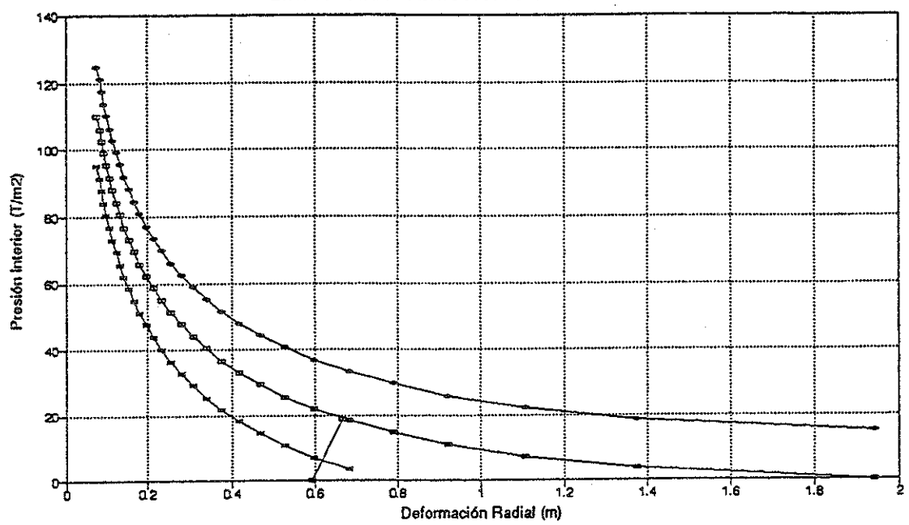




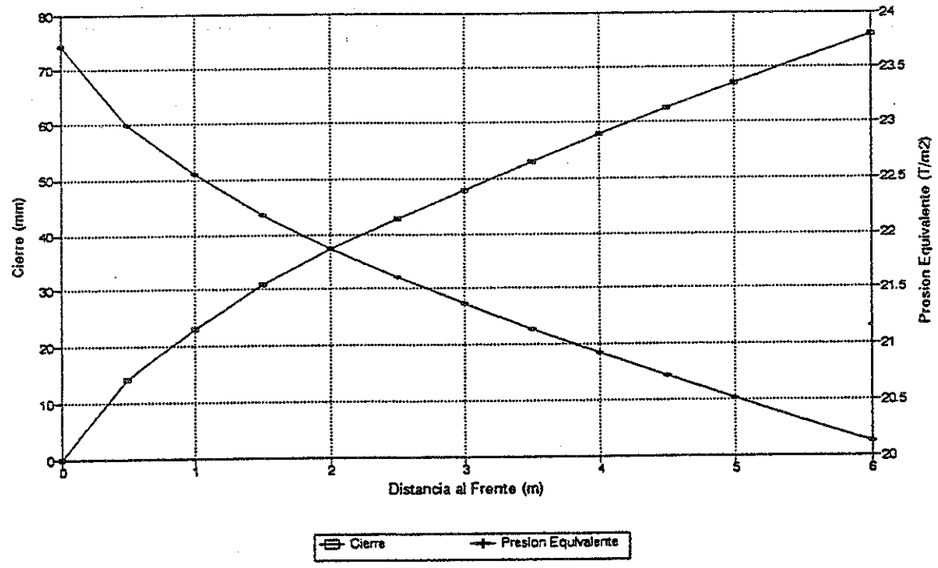
**iCYFSA**

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3325.10*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 48*

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD

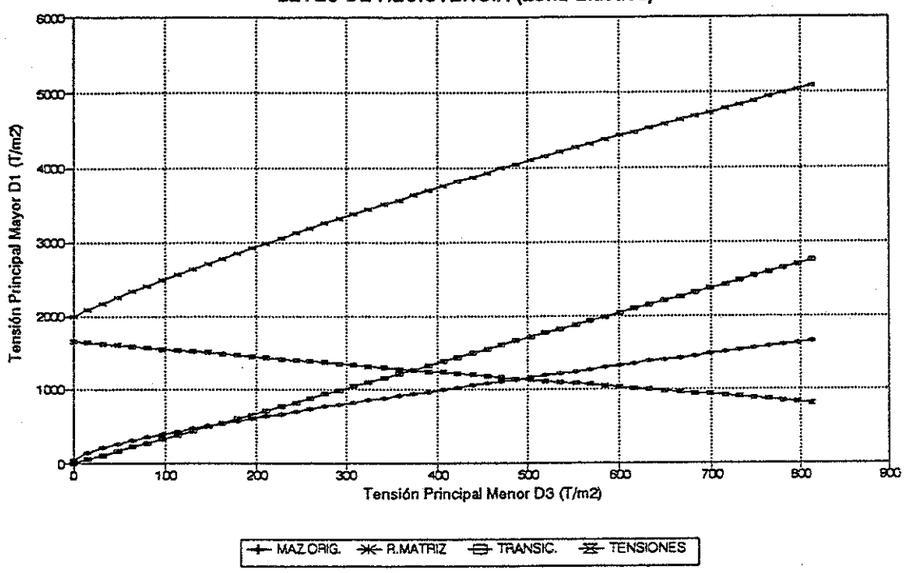



### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE

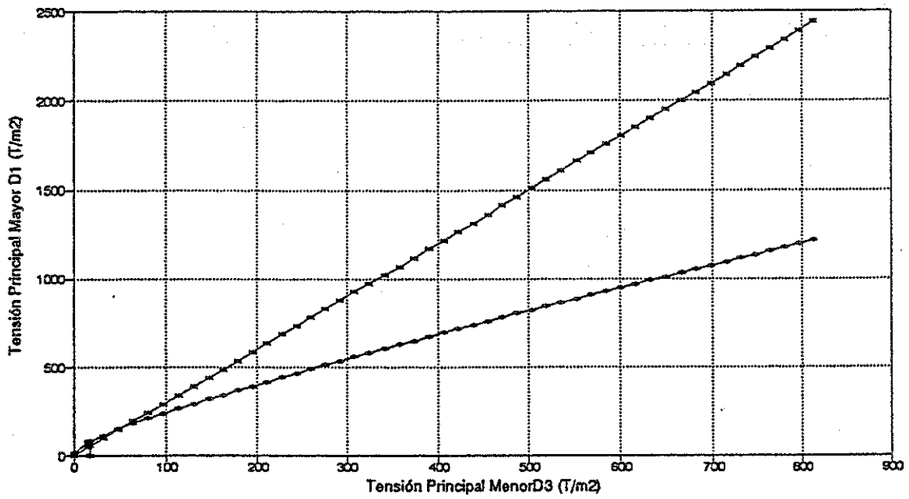


TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 48

**LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)**




**LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)**










## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.173 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 19.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.665 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.174 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.569 | 25.487 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 17.702 | 27.702 | 11.406 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.676 | 1.087 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.593 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.005 | metros | Sost.sin sol> | 13.501 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.518 | metros | >> Pi Sost.= | 17.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.441 | T/m2 | Compres.hastiales = | 968.074 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 26.143 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.613 T x m |

**ICYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10.095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.998 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDI SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 19.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.665 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.174 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.559 | 25.487 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 21.158 | 37.720 | 25.720 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.004 | 1.480 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.593 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.109 | metros | Sost.sin sol> | 9.150 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.464 | metros | >> Pi Sost.= | 21.158 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.441 | T/m2 | Compres.hastiales = | 537.819 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 29.599 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.904 T x m |





**ICYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10.095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 45.624 | 45.624 | 45.624 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 40.0 | 40.0 | 40.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 45.624 | 45.624 | 45.624 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.094 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 138.736 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDI SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 13.007 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 19.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.665 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.174 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.559 | 25.487 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.814 | 50.814 | 50.814 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 4.812 | 1.994 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 138.736 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.593 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.059 | metros | Sost.sin sol> | 11.094 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.210 | metros | >> Pi Sost.= | 50.814 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.441 | T/m2 | Compres.hastiales = | 242.018 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 59.254 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 6.454 T x m |

Página:4

# iCYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.275.10 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,600,000 | T/M2 | Em (H&B) = | 1,600,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 1,580,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 0.87762 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | | |
| CONST. S ..... | 0.00169 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 58 | | |
| CONST. Mr..... | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | | |
| PROFUNDIDAD MAX..... | 275 | M | PROFUND. Mi | 250 | M | | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 687.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 625.0 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBONA | CA |
| ARCILLOS | AC |
| ARENOSA | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE. | IG |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 314.02 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 140 | T/M2 | \| Pi FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 1.35018 | 21.71% | 53.828 | 47.608 | 765.40% | 0.015 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 0.83946 | 13.50% | 47.483 | 41.263 | 663.40% | 0.013 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 0.63424 | 10.20% | 43.634 | 37.414 | 601.52% | 0.012 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 0.50590 | 8.13% | 40.599 | 34.379 | 552.71% | 0.011 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.41590 | 6.69% | 38.053 | 31.833 | 511.79% | 0.011 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.34891 | 5.61% | 35.854 | 29.634 | 476.42% | 0.010 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.29713 | 4.78% | 33.916 | 27.696 | 445.28% | 0.009 |
| 32.667 | 47.595 | 17.739 | PLASTICA | 0.25600 | 4.12% | 32.188 | 25.968 | 417.49% | 0.009 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.22268 | 3.58% | 30.630 | 24.410 | 392.44% | 0.009 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.19525 | 3.14% | 29.215 | 22.995 | 369.69% | 0.008 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.17236 | 2.77% | 27.921 | 21.701 | 348.89% | 0.008 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.15306 | 2.46% | 26.732 | 20.512 | 329.77% | 0.007 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.13663 | 2.20% | 25.634 | 19.414 | 312.12% | 0.007 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.12252 | 1.97% | 24.616 | 18.396 | 295.76% | 0.007 |
| 65.333 | 80.261 | 50.405 | PLASTICA | 0.11033 | 1.77% | 23.669 | 17.449 | 280.53% | 0.007 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.09972 | 1.60% | 22.785 | 16.565 | 266.32% | 0.006 |
| 74.667 | 89.595 | 59.739 | PLASTICA | 0.09044 | 1.45% | 21.958 | 15.738 | 253.02% | 0.006 |
| 79.333 | 94.261 | 64.405 | PLASTICA | 0.08228 | 1.32% | 21.182 | 14.962 | 240.55% | 0.006 |
| 84.000 | 98.928 | 69.072 | PLASTICA | 0.07508 | 1.21% | 20.452 | 14.232 | 228.81% | 0.006 |
| 88.667 | 103.595 | 73.739 | PLASTICA | 0.06868 | 1.10% | 19.764 | 13.544 | 217.76% | 0.006 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.06299 | 1.01% | 19.115 | 12.895 | 207.31% | 0.005 |
| 98.000 | 112.928 | 83.072 | PLASTICA | 0.05790 | 0.93% | 18.501 | 12.281 | 197.44% | 0.005 |
| 102.667 | 117.595 | 87.739 | PLASTICA | 0.05333 | 0.86% | 17.919 | 11.699 | 188.08% | 0.005 |
| 107.333 | 122.261 | 92.405 | PLASTICA | 0.04922 | 0.79% | 17.366 | 11.146 | 179.20% | 0.005 |
| 112.000 | 126.928 | 97.072 | PLASTICA | 0.04552 | 0.73% | 16.841 | 10.621 | 170.76% | 0.005 |
| 116.667 | 131.595 | 101.739 | PLASTICA | 0.04217 | 0.68% | 16.342 | 10.122 | 162.73% | 0.005 |
| 121.333 | 136.261 | 106.405 | PLASTICA | 0.03913 | 0.63% | 15.865 | 9.646 | 155.08% | 0.004 |
| 126.000 | 140.928 | 111.072 | PLASTICA | 0.03637 | 0.58% | 15.412 | 9.192 | 147.78% | 0.004 |
| 130.667 | 145.595 | 115.739 | PLASTICA | 0.03385 | 0.54% | 14.979 | 8.759 | 140.82% | 0.004 |
| 135.333 | 150.261 | 120.405 | PLASTICA | 0.03155 | 0.51% | 14.564 | 8.344 | 134.15% | 0.004 |
| 140.000 | 154.928 | 125.072 | PLASTICA | 0.02945 | 0.47% | 14.168 | 7.948 | 127.78% | 0.004 |





# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.275.10 | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 48.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 275.000 | M | Po..... | 687.50 | T/M2 | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 14.500 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 34.086 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | 0.87762 | | | | | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | 0.00169 | | | | | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 14.500 | | |
| Tt1..... | 69.430 | | |
| Tr2..... | 74.340 | 314.025 | |
| Tt2..... | 197.254 | | |
| CONST.M | 0.187 | | |
| TtMEDIA.. | 44.420 | | |
| TtMEDIA.. | 133.342 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 112.868 | | |
| RES.TAN | 65.165 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°) | |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |
| PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA | | | |
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| FI..... | 30.000 | ° DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> / RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 7.490 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 7.490 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 14.500 | \| PRES. APORTADA ROCA | 7.490 |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 7.010 | 7.010 | 0.495 | 34.1 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 21.938 | 21.938 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.003 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 67.68 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.392 | 20.363 | 0.389 | 35.291 | 0.000 |
| 0.500 | 0.404 | 19.472 | 0.403 | 34.400 | 13.586 |
| 1.000 | 0.412 | 18.921 | 0.412 | 33.849 | 22.354 |
| 1.500 | 0.419 | 18.509 | 0.419 | 33.437 | 29.117 |
| 2.000 | 0.425 | 18.197 | 0.424 | 33.125 | 34.343 |
| 2.500 | 0.430 | 17.911 | 0.429 | 32.839 | 39.248 |
| 3.000 | 0.436 | 17.642 | 0.433 | 32.570 | 43.922 |
| 3.500 | 0.441 | 17.388 | 0.438 | 32.316 | 48.418 |
| 4.000 | 0.445 | 17.146 | 0.442 | 32.074 | 52.772 |
| 4.500 | 0.450 | 16.915 | 0.446 | 31.843 | 57.010 |
| 5.000 | 0.454 | 16.692 | 0.451 | 31.620 | 61.151 |
| 6.000 | 0.462 | 16.267 | 0.459 | 31.195 | 69.197 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.10
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 275.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 14.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 33.741 | 116.836 | 93.133 | 10.925 | 10.000 |
| 2.500 | 38.824 | 127.885 | 98.657 | 14.429 | 10.000 |
| 3.000 | 43.946 | 138.640 | 104.035 | 18.229 | 10.000 |
| 3.500 | 49.088 | 149.117 | 109.273 | 22.312 | 10.000 |
| 4.000 | 54.233 | 159.329 | 114.380 | 26.669 | 10.000 |
| 4.500 | 59.368 | 169.290 | 119.360 | 31.289 | 10.000 |
| 5.000 | 64.484 | 179.011 | 124.221 | 36.164 | 10.000 |
| 5.500 | 69.573 | 188.505 | 128.968 | 41.284 | 10.000 |
| 6.000 | 74.630 | 197.783 | 133.606 | 46.642 | 10.000 |
| 6.500 | 79.650 | 206.854 | 138.142 | 52.231 | 10.000 |
| 7.500 | 89.566 | 224.415 | 146.923 | 64.071 | 10.000 |
| 8.000 | 94.457 | 232.923 | 151.176 | 70.310 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>>> TH — MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> 21 — AREA >> 0.0026650 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 — 0.000 — 0.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> 0 T/m2 — SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 14.828 | 3.422 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 — RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 3.0 | 13.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 9.125 | 14.828 | 0.000 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.014 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 9,898 T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 2.333 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 111 T/m2 — SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.495 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.509 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.23% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.010 | 21.938 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 14.125 | 24.828 | 0.000 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.015 | 1.132 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 9,898 T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.419 metros
CIERRE SIN SOLERA >> 0.051 metros — Sost.sin sol> 8.213 T/m2
DEFORM.PARA SOST. >>> 0.371 metros — >> Pi Sost.= 14.125 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros — >> Pi Roca = 7.490 T/m2 — Compres.hastiales = 568.302 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.00% — Total Sost. = 21.615 T/m2 — Mom.adm.horm.arco = 1.601 T x m

## iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.495 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.509 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.23% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.010 | 21.938 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 4.881 | 1.820 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.419 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.098 | metros | Sost.sin sol> | 6.063 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.197 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.490 | T/m2 | Compres.hastiales = | 211.084 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 41.708 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.310 T x m |





## iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 3.422 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 3.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 7.414 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA>. | >>>>>> | >>>>>> | 0.017 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 9,898 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.840 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.495 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.509 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.23% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.010 | 21.938 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 18.710 | 27.702 | 6.296 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.669 | 1.263 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 9,898 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.419 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.040 | metros | Sost.sin sol> | 8.785 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.316 | metros | >> Pi Sost.= | 18.710 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.490 | T/m2 | Compres.hastiales = | 738.793 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 26.200 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.231 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002655 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005900 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.174 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.495 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.509 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.23% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.010 | 21.938 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 40.514 | 46.217 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 5.779 | 2.107 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.419 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.098 | metros | Sost.sin sol> | 6.063 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.166 | metros | >> Pi Sost.= | 40.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.490 | T/m2 | Compres.hastiales = 211.084 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 48.004 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 4.310 T x m |

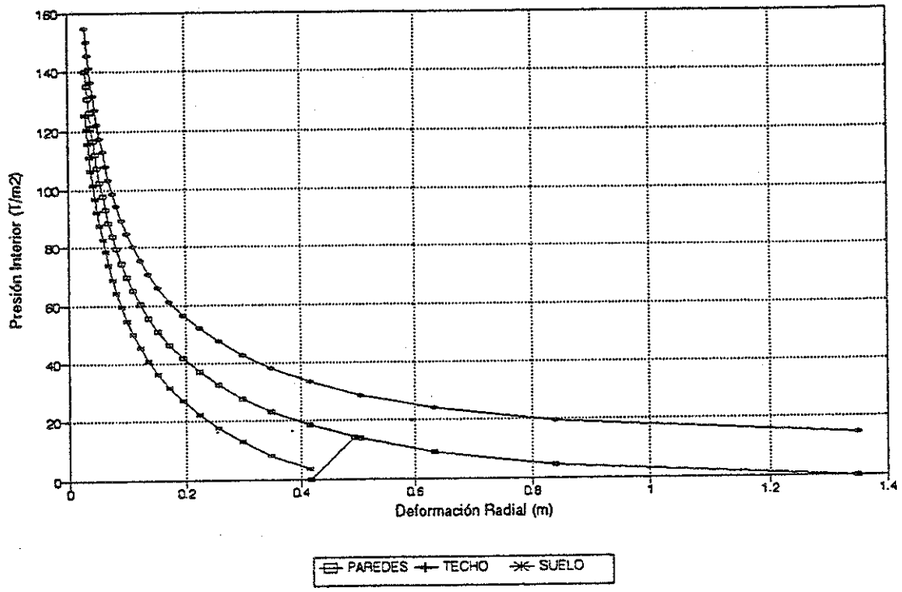




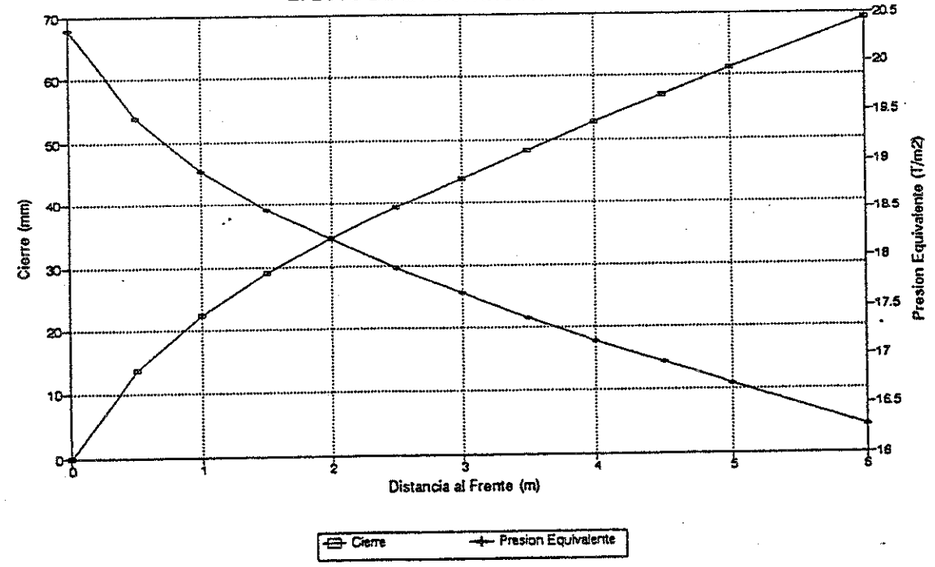
**iCYFSA**

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3275.10*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 48*

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



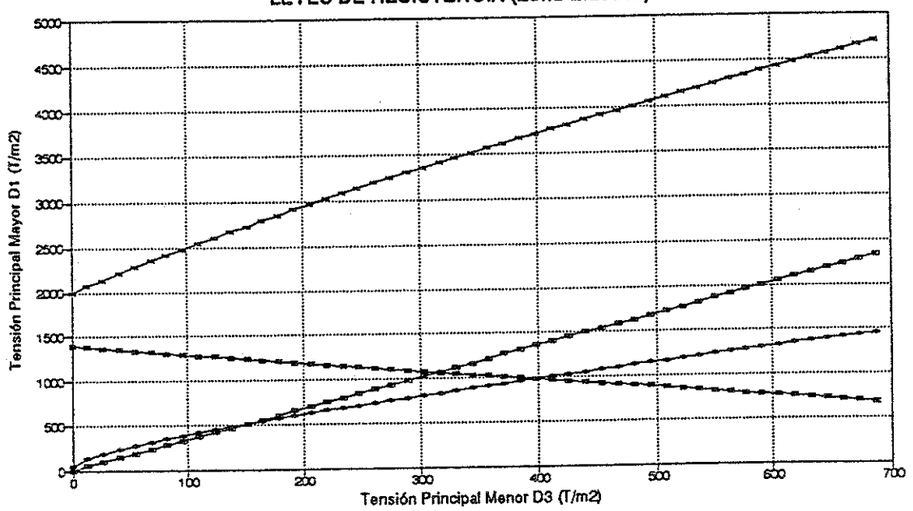

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



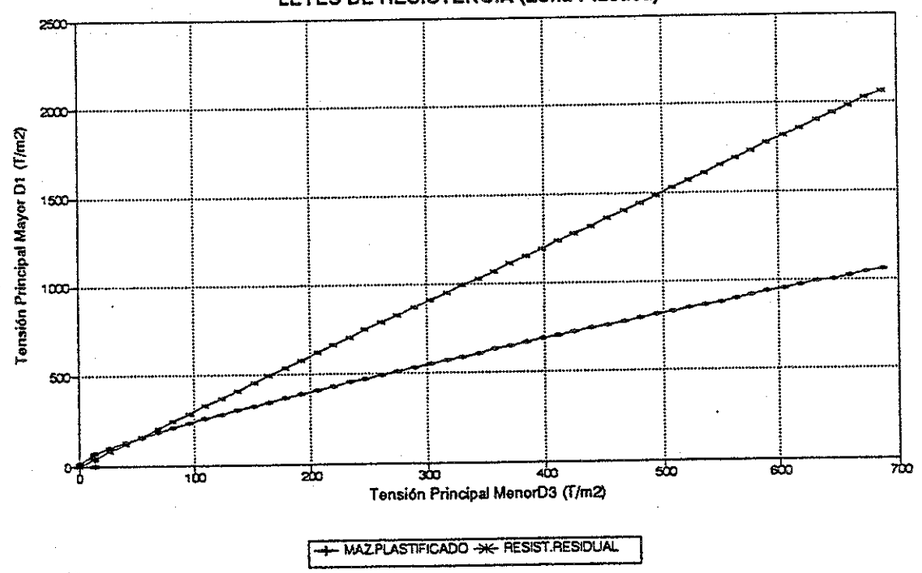
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 275.000

#### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002965 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005500 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.173 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.05-0.09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.495 | m |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.509 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.23% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.010 | 21.938 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 17.702 | 27.702 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.525 | 1.263 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.419 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.002 | metros | Sost.sin sol> | 10.895 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.327 | metros | >> Pi Sost.= | 17.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.490 | T/m2 | Compres.hastiales = | 738.793 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 25.192 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.231 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10.095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 9.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.495 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.509 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.23% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.010 | 21.938 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 21.158 | 34.720 | 25.720 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.018 | 1.583 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.419 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.078 | metros | Sost.sin sol> | 6.944 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.291 | metros | >> Pi Sost.= | 21.158 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.490 | T/m2 | Compres.hastiales = | 410.441 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 28.648 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.216 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10.095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 40.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 14.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.495 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 18.509 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.23% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.010 | 21.938 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 56.517 | 56.517 | 50.814 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 8.062 | 2.576 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.419 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.046 | metros | Sost.sin sol> | 8.478 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.114 | metros | >> Pi Sost.= | 56.517 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.490 | T/m2 | Compres.hastiales = | 164.176 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 64.007 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.541 T x m |

**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.225.10 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,330,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 1,000,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 1,330,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 0.70700 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | | |
| CONST. S ..... | 0.00109 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 55 | | |
| CONST. Mr..... | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 225 | M | PROFUND. MI | 200 | M | | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 562.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 500.0 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBONA | CA |
| ARCILLOS | AC |
| ARENOSA | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE. | IG |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 258.44 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 100 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.80787 | 12.99% | 47.472 | 41.252 | 663.22% | 0.013 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 0.52990 | 8.52% | 41.669 | 35.448 | 569.93% | 0.011 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.41359 | 6.65% | 38.404 | 32.184 | 517.43% | 0.011 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.33963 | 5.46% | 35.919 | 29.699 | 477.47% | 0.010 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.28679 | 4.61% | 33.873 | 27.653 | 444.58% | 0.009 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 0.24669 | 3.97% | 32.123 | 25.903 | 416.45% | 0.009 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.21509 | 3.46% | 30.590 | 24.370 | 391.80% | 0.008 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.18950 | 3.05% | 29.224 | 23.004 | 369.84% | 0.008 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.16836 | 2.71% | 27.994 | 21.774 | 350.06% | 0.008 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.15063 | 2.42% | 26.874 | 20.654 | 332.06% | 0.007 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.13557 | 2.18% | 25.848 | 19.628 | 315.56% | 0.007 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.12263 | 1.97% | 24.902 | 18.682 | 300.36% | 0.007 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.11142 | 1.79% | 24.026 | 17.806 | 286.26% | 0.007 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.10164 | 1.63% | 23.210 | 16.990 | 273.15% | 0.006 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.09305 | 1.50% | 22.447 | 16.227 | 260.89% | 0.006 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.08545 | 1.37% | 21.733 | 15.513 | 249.40% | 0.006 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.07870 | 1.27% | 21.061 | 14.841 | 238.61% | 0.006 |
| 56.667 | 71.595 | 41.739 | PLASTICA | 0.07267 | 1.17% | 20.428 | 14.208 | 228.43% | 0.006 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.06727 | 1.08% | 19.830 | 13.610 | 218.81% | 0.005 |
| 63.333 | 78.261 | 48.405 | PLASTICA | 0.06241 | 1.00% | 19.264 | 13.044 | 209.71% | 0.005 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.05801 | 0.93% | 18.727 | 12.507 | 201.07% | 0.005 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.05403 | 0.87% | 18.216 | 11.996 | 192.87% | 0.005 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.05042 | 0.81% | 17.731 | 11.511 | 185.06% | 0.005 |
| 76.667 | 91.595 | 61.739 | PLASTICA | 0.04712 | 0.76% | 17.267 | 11.047 | 177.61% | 0.005 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.04411 | 0.71% | 16.825 | 10.605 | 170.50% | 0.005 |
| 83.333 | 98.261 | 68.405 | PLASTICA | 0.04135 | 0.66% | 16.403 | 10.183 | 163.71% | 0.004 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.03882 | 0.62% | 15.998 | 9.778 | 157.21% | 0.004 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.03649 | 0.59% | 15.611 | 9.391 | 150.98% | 0.004 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.03435 | 0.55% | 15.239 | 9.019 | 145.01% | 0.004 |
| 96.667 | 111.595 | 81.739 | PLASTICA | 0.03237 | 0.52% | 14.883 | 8.663 | 139.27% | 0.004 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.03053 | 0.49% | 14.540 | 8.320 | 133.76% | 0.004 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.225.10 | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | | 48.000 | | | | |
| PROFUNDIDAD | 225.000 | M | Po..... | 562.50 | T/M2 | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 11.000 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 29.047 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 0.70700 | | | | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00109 | | | | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 11.000 | | |
| Tt1..... | 59.063 | | |
| Tr2..... | 66.219 | 258.442 | |
| Tt2..... | 182.267 | | |
| CONST.M | 0.152 | | |
| TtMEDIA.. | 38.609 | | |
| TtMEDIA.. | 120.665 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA> > | | | |
| TENS.NO | 100.838 | | |
| RES.TAN | 58.219 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| FI..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> RESIST. ARCO ROCA>> DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6.692 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 6.692 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 11.000 | \| PRES. APORTADA ROCA | 6.692 | | |
| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 4.308 | 4.308 | 0.322 | 29.0 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 19.236 | 19.236 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.003 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 41.14 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.234 | 17.976 | 0.233 | 32.904 | 0.000 |
| 0.500 | 0.245 | 16.835 | 0.245 | 31.763 | 11.490 |
| 1.000 | 0.252 | 16.246 | 0.251 | 31.174 | 17.786 |
| 1.500 | 0.257 | 15.779 | 0.256 | 30.707 | 22.975 |
| 2.000 | 0.262 | 15.361 | 0.261 | 30.289 | 27.767 |
| 2.500 | 0.267 | 14.978 | 0.266 | 29.906 | 32.304 |
| 3.000 | 0.271 | 14.620 | 0.270 | 29.548 | 36.660 |
| 3.500 | 0.275 | 14.282 | 0.274 | 29.210 | 40.883 |
| 4.000 | 0.279 | 13.960 | 0.278 | 28.888 | 45.003 |
| 4.500 | 0.283 | 13.653 | 0.282 | 28.581 | 49.042 |
| 5.000 | 0.286 | 13.358 | 0.286 | 28.286 | 53.017 |
| 6.000 | 0.293 | 12.828 | 0.292 | 27.856 | 58.991 |

# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.10
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 225.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | PI= | 11.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | º | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 28.326 | 104.556 | 61.810 | 9.583 | 9.583 |
| 2.500 | 33.004 | 115.199 | 87.131 | 12.729 | 10.000 |
| 3.000 | 37.744 | 125.571 | 92.317 | 16.161 | 10.000 |
| 3.500 | 42.523 | 135.696 | 97.375 | 19.858 | 10.000 |
| 4.000 | 47.323 | 145.553 | 102.308 | 23.839 | 10.000 |
| 4.500 | 52.130 | 155.186 | 107.125 | 28.066 | 10.000 |
| 5.000 | 56.933 | 164.595 | 111.829 | 32.540 | 10.000 |
| 5.500 | 61.723 | 173.789 | 116.426 | 37.253 | 10.000 |
| 6.000 | 66.493 | 182.780 | 120.922 | 42.197 | 10.000 |
| 6.500 | 71.238 | 191.575 | 125.319 | 47.366 | 10.000 |
| 7.500 | 80.634 | 209.617 | 133.840 | 58.349 | 10.000 |
| 8.000 | 85.280 | 216.879 | 137.971 | 64.151 | 10.000 |





# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 7.500 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 167 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 11.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.322 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.066 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 15.779 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.06% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.308 | 19.236 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 13.203 | 21.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.064 | 1.113 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.256 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.004 | metros | Sost.sin sol> | 8.750 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.216 | metros | >> Pi Sost.= | 13.203 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.692 | T/m2 | Compres.hastiales = | 560.464 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 19.894 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.934 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 2.000 | 2.000 | 2.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 9.583 | 9.583 | 9.583 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.095 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 11.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.322 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.066 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 15.779 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.06% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.308 | 19.236 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 7.942 | 2.075 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.256 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.061 | metros | Sost.sin sol> | 4.599 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.109 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.692 | T/m2 | Compres.hastiales = 160.133 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 40.910 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 3.269 T x m |

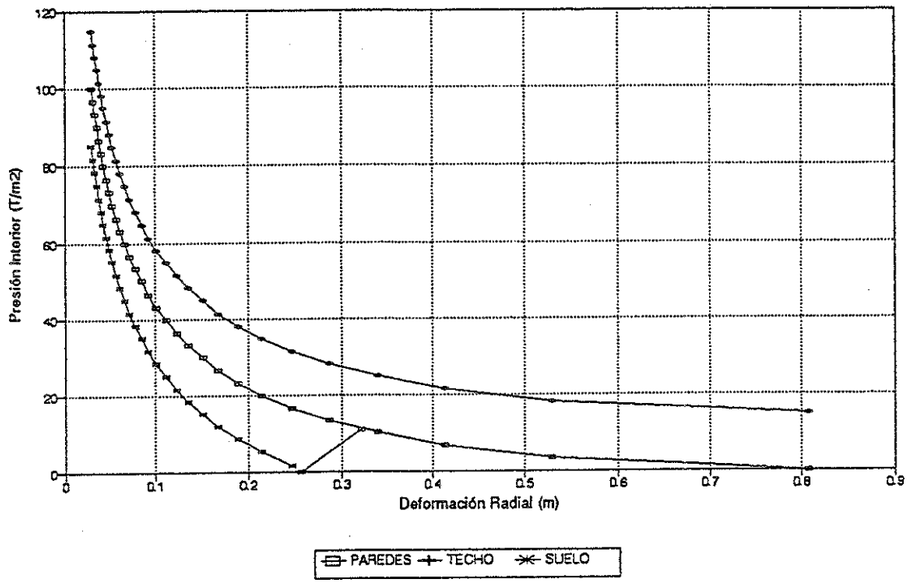




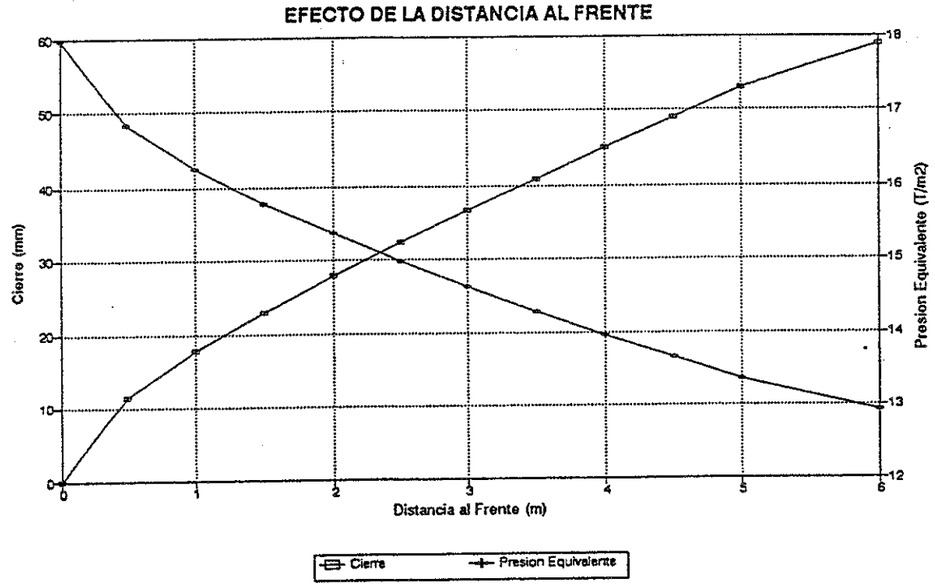
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3225.10
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 48

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



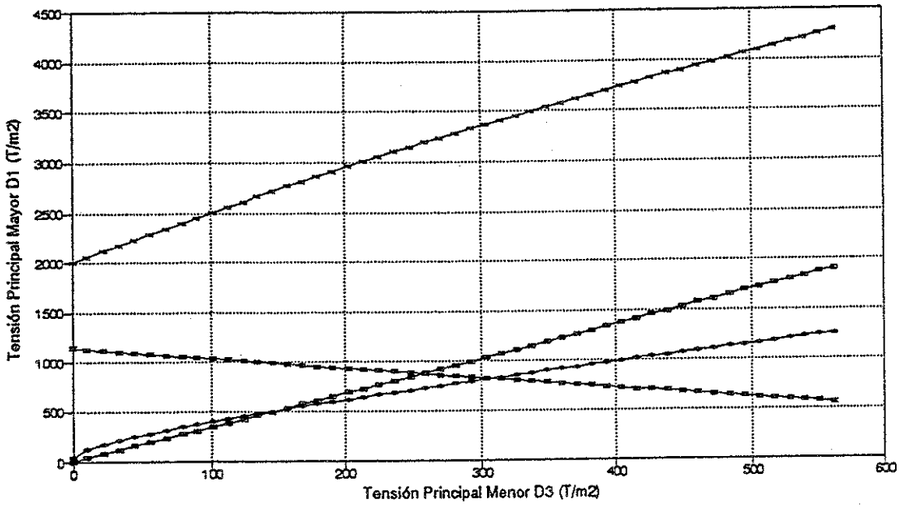

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



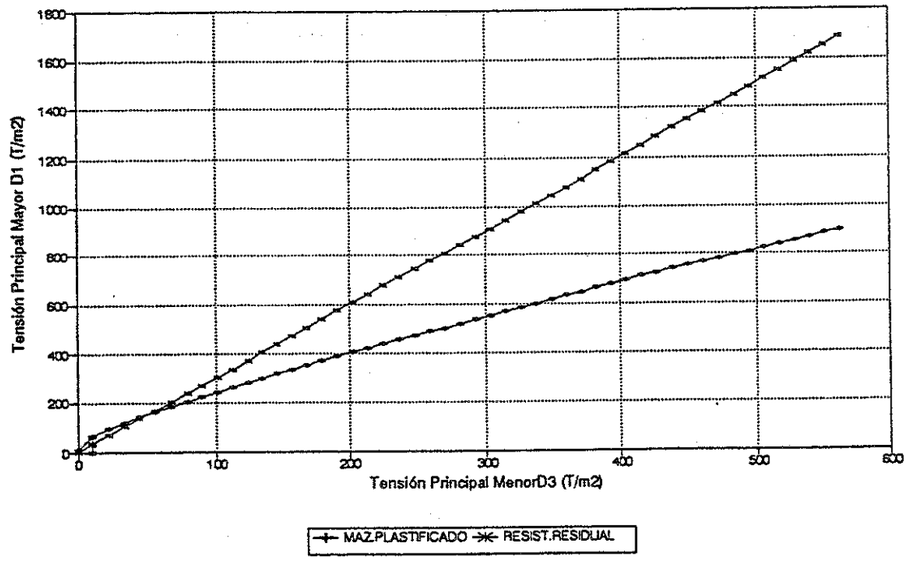
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 225.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003690 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,867 T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 2.000 | 2.000 | 2.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 2.500 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 11.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.322 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.066 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 15.779 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.06% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.308 | 19.236 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 8.203 | 21.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.904 | 1.113 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 | | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.256 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.036 | metros | Sost.sin sol> | 6.250 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.267 | metros | >> Pi Sost.= | 8.203 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.010 | metros | >> Pi Roca = | 6.692 | T/m2 | Compres.hastiales = | 560.464 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.17% | | Total Sost. = | 14.895 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.934 T x m |

**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.175.10 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 2.000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2.687.006 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1.080.000 | T/M2 | Em (H&B)= | 200.000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 1.090.000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.52995 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00061 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 51 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 175 | M | PROFUND. MI | 150 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 437.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 375.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 203.80 | T/M2 | | | |
| UMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 100 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.42165 | 6.78% | 39.489 | 33.269 | 534.86% | 0.010 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 0.26893 | 4.32% | 33.837 | 27.617 | 444.00% | 0.009 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.20786 | 3.34% | 30.874 | 24.654 | 396.37% | 0.008 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.16981 | 2.73% | 28.693 | 22.473 | 361.31% | 0.008 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.14297 | 2.30% | 26.937 | 20.717 | 333.08% | 0.007 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 0.12278 | 1.97% | 25.459 | 19.238 | 309.30% | 0.007 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.10697 | 1.72% | 24.178 | 17.958 | 288.72% | 0.006 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.09422 | 1.51% | 23.049 | 16.829 | 270.56% | 0.006 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.08373 | 1.35% | 22.039 | 15.819 | 254.32% | 0.006 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.07495 | 1.20% | 21.126 | 14.906 | 239.64% | 0.006 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.06750 | 1.09% | 20.293 | 14.073 | 226.26% | 0.005 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.06112 | 0.98% | 19.530 | 13.310 | 213.98% | 0.005 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.05559 | 0.89% | 18.824 | 12.604 | 202.64% | 0.005 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.05076 | 0.82% | 18.170 | 11.950 | 192.13% | 0.005 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.04653 | 0.75% | 17.561 | 11.341 | 182.33% | 0.005 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.04278 | 0.69% | 16.991 | 10.771 | 173.17% | 0.004 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.03945 | 0.63% | 16.457 | 10.237 | 164.58% | 0.004 |
| 56.667 | 71.595 | 41.739 | PLASTICA | 0.03648 | 0.59% | 15.954 | 9.734 | 156.50% | 0.004 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.03381 | 0.54% | 15.480 | 9.260 | 148.88% | 0.004 |
| 63.333 | 78.261 | 48.405 | PLASTICA | 0.03141 | 0.51% | 15.032 | 8.812 | 141.68% | 0.004 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.02924 | 0.47% | 14.608 | 8.388 | 134.85% | 0.004 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.02727 | 0.44% | 14.205 | 7.985 | 128.38% | 0.004 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.02548 | 0.41% | 13.822 | 7.602 | 122.22% | 0.004 |
| 76.667 | 91.595 | 61.739 | PLASTICA | 0.02385 | 0.38% | 13.457 | 7.237 | 116.36% | 0.004 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.02236 | 0.36% | 13.110 | 6.890 | 110.78% | 0.003 |
| 83.333 | 98.261 | 68.405 | PLASTICA | 0.02099 | 0.34% | 12.777 | 6.557 | 105.42% | 0.003 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.01973 | 0.32% | 12.460 | 6.240 | 100.32% | 0.003 |
| 90.000 | 104.878 | 75.122 | PLASTICA | 0.01857 | 0.30% | 12.156 | 5.936 | 95.43% | 0.003 |
| 93.333 | 107.480 | 79.187 | PLASTICA | 0.01751 | 0.28% | 11.864 | 5.644 | 90.75% | 0.003 |
| 96.667 | 110.112 | 83.221 | PLASTICA | 0.01652 | 0.27% | 11.585 | 5.365 | 86.25% | 0.003 |
| 100.000 | 112.772 | 87.228 | PLASTICA | 0.01560 | 0.25% | 11.316 | 5.096 | 81.93% | 0.003 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.175.10 | | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 48.000 | | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 175.000 | M | Po..... | 437.50 | T/M2 | | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 6.000 | T/M2 | | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 25.165 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | 0.52995 | | | | | | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | 0.00061 | | | | | | |
| Rc..... | 2.000.000 | T/M2 | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tri..... | 6.000 | | | | |
| Tri..... | 42.053 | | | | |
| Tr2..... | 53.137 | 203.802 | | | |
| Tr2..... | 157.175 | | | | |
| CONST.M | 0.117 | | | | |
| TriMEDIA.. | 29.568 | | | | |
| TriMEDIA.. | 99.614 | | | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | | | |
| TENS.NO | 81.357 | | | | |
| RES.TAN | 46.972 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |
| PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA | | | |
| C..... | 0.000 | T/M2 | <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) |
| Fi..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> RESIST. ARCO ROCA>> DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 5.399 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 5.399 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 6.000 | PRES. APORTADA ROCA 5.399

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.601 | 0.601 | 0.218 | 25.2 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 15.529 | 15.529 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

| | | |
|---|---|---|
| | CRITERIO ELASTOPLASTICO | |
| DEFORMACION ELAST. | 0.003 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 22.00 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.122 | 16.773 | 0.122 | 31.701 | 0.000 |
| 0.500 | 0.131 | 15.313 | 0.130 | 30.241 | 8.139 |
| 1.000 | 0.136 | 14.436 | 0.136 | 29.364 | 13.476 |
| 1.500 | 0.141 | 13.701 | 0.140 | 28.629 | 18.253 |
| 2.000 | 0.145 | 13.118 | 0.144 | 28.046 | 22.254 |
| 2.500 | 0.148 | 12.668 | 0.148 | 27.596 | 25.479 |
| 3.000 | 0.152 | 12.250 | 0.151 | 27.178 | 28.592 |
| 3.500 | 0.155 | 11.857 | 0.154 | 26.785 | 31.626 |
| 4.000 | 0.158 | 11.485 | 0.157 | 26.413 | 34.600 |
| 4.500 | 0.161 | 11.131 | 0.160 | 26.059 | 37.531 |
| 5.000 | 0.163 | 10.792 | 0.163 | 25.720 | 40.430 |
| 6.000 | 0.169 | 10.153 | 0.168 | 25.081 | 46.166 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.10
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 175.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 6.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 19.978 | 84.197 | 63.125 | 7.375 | 7.375 |
| 2.500 | 23.946 | 94.131 | 68.092 | 9.928 | 9.928 |
| 3.000 | 28.016 | 103.834 | 72.944 | 12.748 | 10.000 |
| 3.500 | 32.161 | 113.314 | 77.684 | 15.828 | 10.000 |
| 4.000 | 36.359 | 122.579 | 82.316 | 19.158 | 10.000 |
| 4.500 | 40.593 | 131.638 | 86.846 | 22.730 | 10.000 |
| 5.000 | 44.848 | 140.499 | 91.276 | 26.536 | 10.000 |
| 5.500 | 49.114 | 149.170 | 95.612 | 30.569 | 10.000 |
| 6.000 | 53.383 | 157.659 | 99.856 | 34.822 | 10.000 |
| 6.500 | 57.645 | 165.973 | 104.013 | 39.288 | 10.000 |
| 7.500 | 66.133 | 182.106 | 112.080 | 48.837 | 10.000 |
| 8.000 | 70.349 | 189.938 | 115.996 | 53.908 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:317 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 AREA >> 0.0029650 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002955 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002500 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 11.406 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 1.333 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 111 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA
ROCA DUR <0,01
PIZARRA 0,02-0,03
ROCA BLAN 0,06-0,09

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 6.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.218 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.077 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 13.701 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.601 | 15.529 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 10.703 | 21.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 17.804 | 1.378 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.140 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.006 | metros | Sost.sin sol> | 7.500 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.126 | metros | >> Pi Sost = | 10.703 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.399 | T/m2 | Compres.hastiales = | 305.708 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 16.102 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.510 T x m |

**ICYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 6.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.218 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.077 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 13.701 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.601 | 15.529 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 56.921 | 2.571 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84.967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.140 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.051 | metros | Sost.sin sol> | 2.509 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.056 | metros | >> Pi Sost = | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.399 | T/m2 | Compres.hastiales = 87.345 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 39.617 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 1.783 T x m |

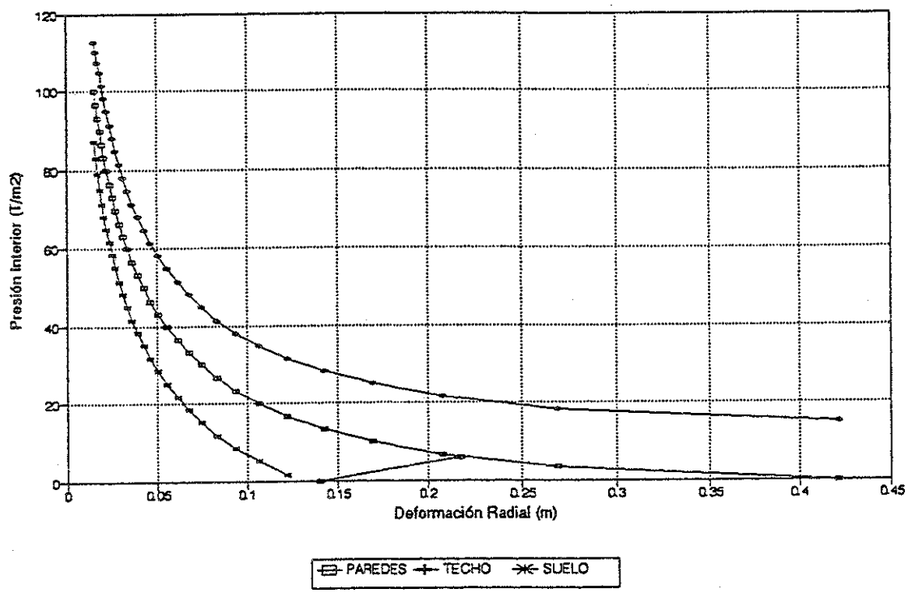




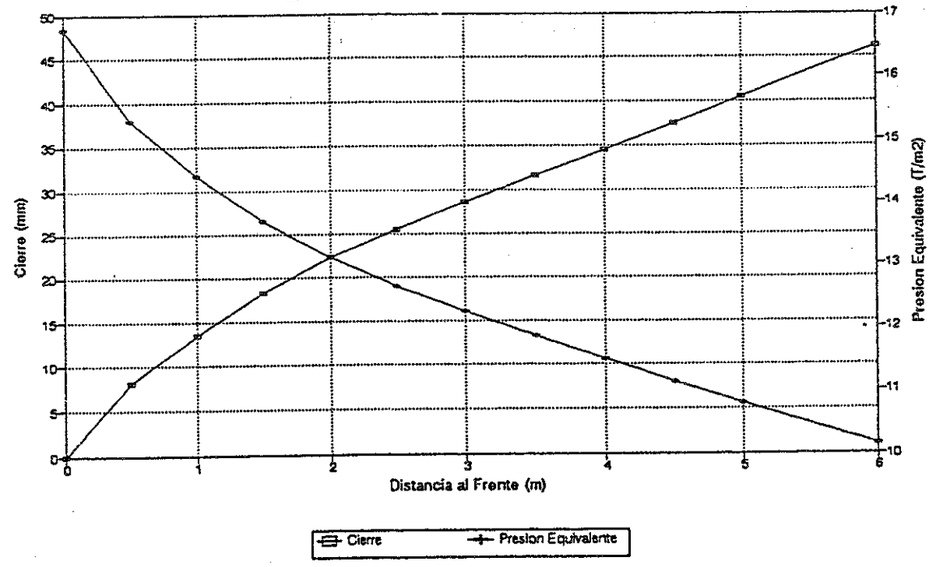
**ICYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3175.10
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 48

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



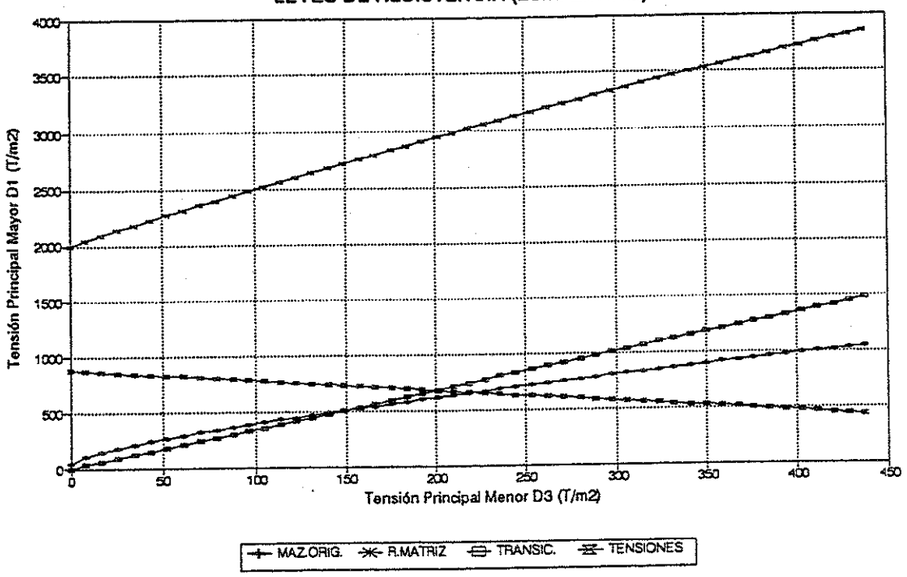

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



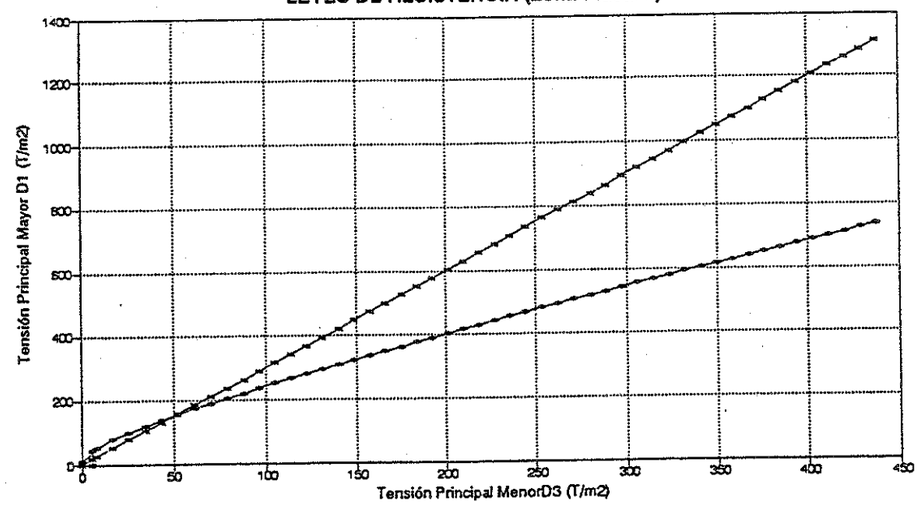
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:317 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 175.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003690 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 6.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.218 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.077 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 13.701 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.24% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.601 | 15.529 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 5.703 | 21.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 9.487 | 1.378 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.140 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.026 | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.160 | metros | >> Pi Sost = | 5.703 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.020 | metros | >> Pi Roca = | 5.399 | T/m2 | Compres.hastiales = | 305.708 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.31% | | Total Sost = | 11.102 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.510 T x m |

# iCYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.125.10 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 890,000 | T/M2 | Em (H&B) = | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 890,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 0.42692 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | | |
| CONST. S ..... | 0.00040 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 48 | | |
| CONST. Mr..... | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 125 | M | PROFUND. M! | 100 | M | | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 312.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 250.0 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBONA | CA |
| ARCILLOS | AC |
| ARENOSA | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE. | IG |

PRESION CRITICA..... 139.06 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 100 | T/M2 | \| PI FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.16658 | 2.68% | 29.080 | 22.860 | 367.52% | 0.007 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 0.10498 | 1.69% | 24.526 | 18.306 | 294.30% | 0.006 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.08092 | 1.30% | 22.238 | 16.018 | 257.52% | 0.005 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.06608 | 1.06% | 20.587 | 14.367 | 230.98% | 0.005 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.05567 | 0.90% | 19.274 | 13.054 | 209.87% | 0.005 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 0.04786 | 0.77% | 18.179 | 11.959 | 192.26% | 0.004 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.04176 | 0.67% | 17.237 | 11.017 | 177.12% | 0.004 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.03685 | 0.59% | 16.411 | 10.191 | 163.84% | 0.004 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.03280 | 0.53% | 15.675 | 9.455 | 152.01% | 0.004 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.02942 | 0.47% | 15.012 | 8.792 | 141.35% | 0.004 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.02654 | 0.43% | 14.410 | 8.190 | 131.67% | 0.003 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.02408 | 0.39% | 13.859 | 7.639 | 122.81% | 0.003 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.02194 | 0.35% | 13.351 | 7.131 | 114.65% | 0.003 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.02008 | 0.32% | 12.881 | 6.661 | 107.09% | 0.003 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.01844 | 0.30% | 12.444 | 6.224 | 100.06% | 0.003 |
| 50.000 | 64.574 | 35.426 | PLASTICA | 0.01699 | 0.27% | 12.035 | 5.815 | 93.50% | 0.003 |
| 53.333 | 66.949 | 39.718 | PLASTICA | 0.01569 | 0.25% | 11.653 | 5.433 | 87.35% | 0.003 |
| 56.667 | 69.381 | 43.952 | PLASTICA | 0.01454 | 0.23% | 11.294 | 5.074 | 81.57% | 0.003 |
| 60.000 | 71.866 | 48.134 | PLASTICA | 0.01350 | 0.22% | 10.955 | 4.735 | 76.13% | 0.003 |
| 63.333 | 74.399 | 52.268 | PLASTICA | 0.01226 | 0.20% | 10.636 | 4.416 | 71.00% | 0.002 |
| 66.667 | 76.975 | 56.359 | PLASTICA | 0.01079 | 0.17% | 10.335 | 4.115 | 66.15% | 0.002 |
| 70.000 | 79.590 | 60.410 | PLASTICA | 0.00954 | 0.15% | 10.049 | 3.829 | 61.55% | 0.002 |
| 73.333 | 82.240 | 64.426 | PLASTICA | 0.00847 | 0.14% | 9.777 | 3.557 | 57.18% | 0.002 |
| 76.667 | 84.924 | 68.409 | PLASTICA | 0.00755 | 0.12% | 9.518 | 3.298 | 53.02% | 0.002 |
| 80.000 | 87.638 | 72.362 | PLASTICA | 0.00675 | 0.11% | 9.271 | 3.051 | 49.04% | 0.002 |
| 83.333 | 90.380 | 76.287 | PLASTICA | 0.00606 | 0.10% | 9.035 | 2.815 | 45.25% | 0.002 |
| 86.667 | 93.148 | 80.185 | PLASTICA | 0.00546 | 0.09% | 8.809 | 2.589 | 41.63% | 0.002 |
| 90.000 | 95.941 | 84.059 | PLASTICA | 0.00494 | 0.08% | 8.593 | 2.373 | 38.16% | 0.002 |
| 93.333 | 98.756 | 87.911 | PLASTICA | 0.00448 | 0.07% | 8.387 | 2.167 | 34.83% | 0.002 |
| 96.667 | 101.592 | 91.741 | PLASTICA | 0.00407 | 0.07% | 8.188 | 1.968 | 31.64% | 0.002 |
| 100.000 | 104.449 | 95.551 | PLASTICA | 0.00371 | 0.06% | 7.998 | 1.778 | 28.58% | 0.002 |





# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.125.10 | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 48.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 125.000 | M | Po..... | 312.50 | T/M2 | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 1.500 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 20.180 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | 0.42692 | | | | | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | 0.00040 | | | | | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 1.500 | | |
| Tr1..... | 21.264 | | |
| Tr2..... | 37.675 | 139.052 | |
| Tr12..... | 125.423 | | |
| CONST.M | 0.087 | | |
| TrMEDIA. | 19.587 | | |
| TtMEDIA. | 73.344 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 58.113 | | |
| RES.TAN | 33.552 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

| RESIST. ARCO ROCA>> RESIST. ARCO ROCA>> DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3.856 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 3.856 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 1.500 | PRES. APORTADA ROCA 3.856

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.128 | 20.2 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 12.572 | 12.572 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

DEFORMACION ELAST. 0.003 m
RAZON DE HOMOTECIA 10.22

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.048 | 16.465 | 0.048 | 31.393 | 0.000 |
| 0.500 | 0.054 | 13.978 | 0.054 | 28.906 | 5.711 |
| 1.000 | 0.058 | 12.699 | 0.057 | 27.627 | 9.131 |
| 1.500 | 0.061 | 11.772 | 0.060 | 26.700 | 11.860 |
| 2.000 | 0.063 | 10.957 | 0.063 | 25.885 | 14.464 |
| 2.500 | 0.065 | 10.219 | 0.065 | 25.147 | 17.008 |
| 3.000 | 0.068 | 9.676 | 0.067 | 24.604 | 19.003 |
| 3.500 | 0.070 | 9.232 | 0.069 | 24.160 | 20.726 |
| 4.000 | 0.071 | 8.815 | 0.071 | 23.743 | 22.423 |
| 4.500 | 0.073 | 8.420 | 0.072 | 23.348 | 24.102 |
| 5.000 | 0.075 | 8.046 | 0.074 | 22.974 | 25.771 |
| 6.000 | 0.078 | 7.348 | 0.077 | 22.276 | 29.096 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.125.10
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 125.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 1.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 10.936 | 58.866 | 40.065 | 4.663 | 4.663 |
| 2.500 | 13.943 | 67.838 | 44.551 | 6.476 | 6.476 |
| 3.000 | 17.105 | 76.633 | 48.948 | 8.535 | 8.535 |
| 3.500 | 20.389 | 85.263 | 53.258 | 10.831 | 10.000 |
| 4.000 | 23.770 | 93.701 | 57.482 | 13.357 | 10.000 |
| 4.500 | 27.226 | 101.982 | 61.623 | 16.107 | 10.000 |
| 5.000 | 30.738 | 110.100 | 65.682 | 19.073 | 10.000 |
| 5.500 | 34.295 | 118.061 | 69.662 | 22.250 | 10.000 |
| 6.000 | 37.882 | 125.869 | 73.566 | 25.631 | 10.000 |
| 6.500 | 41.492 | 133.530 | 77.397 | 29.211 | 10.000 |
| 7.500 | 48.747 | 148.430 | 84.847 | 36.947 | 10.000 |
| 8.000 | 52.379 | 155.679 | 88.471 | 41.092 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH — MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 — AREA >> 0.0026650 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 — SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 — RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 1.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.128 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 11.772 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 12.572 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.249 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.060 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.010 | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.081 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.021 | metros | >> Pi Roca = | 3.856 | T/m2 | Compres.hastiales = | 152.854 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.33% | | Total Sost. = | 6.708 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.064 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 1.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.128 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 11.772 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 12.572 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 3.175 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.060 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.035 | metros | Sost.sin sol> | 0.627 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.023 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.856 | T/m2 | Compres.hastiales = 21.836 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 38.074 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.446 T x m |

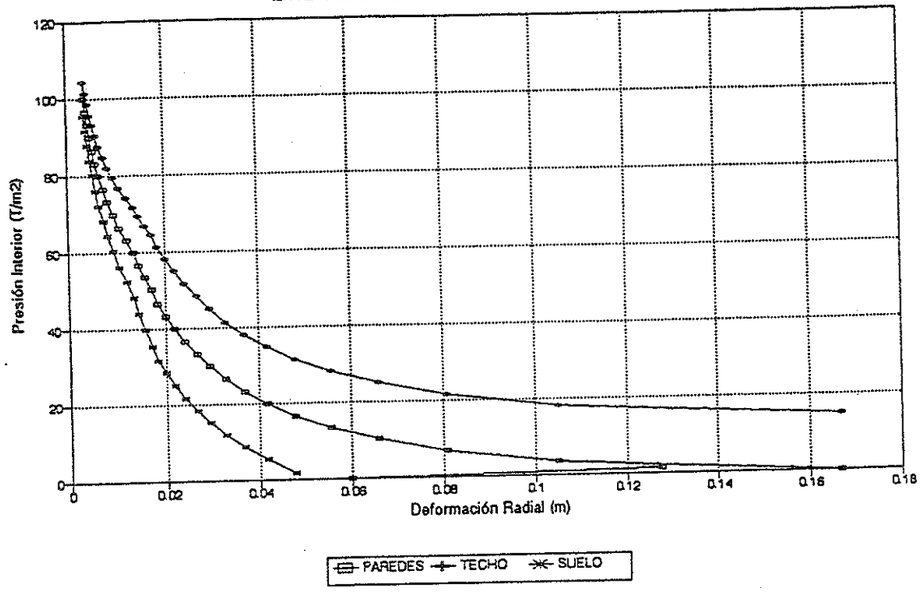




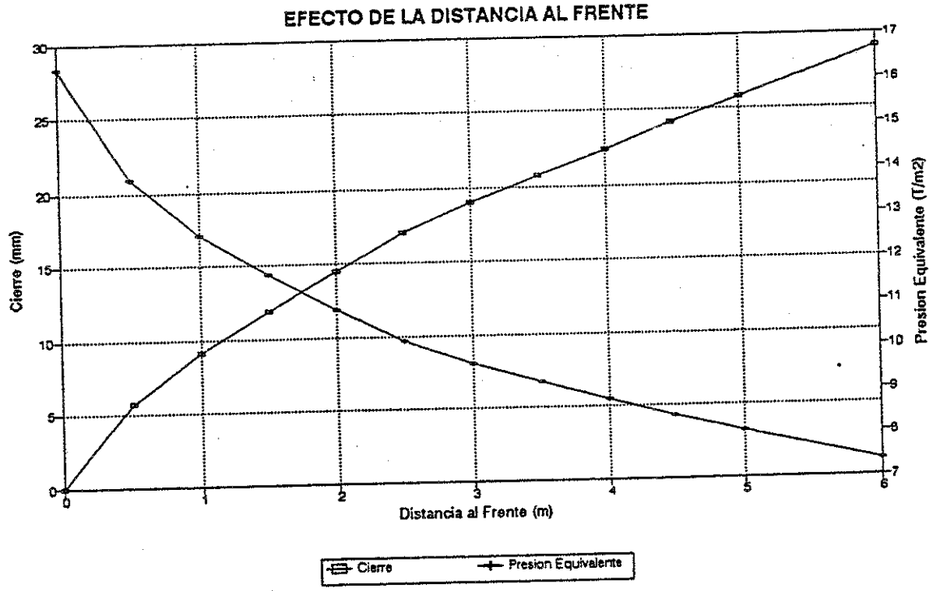
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3125.10
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 48

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



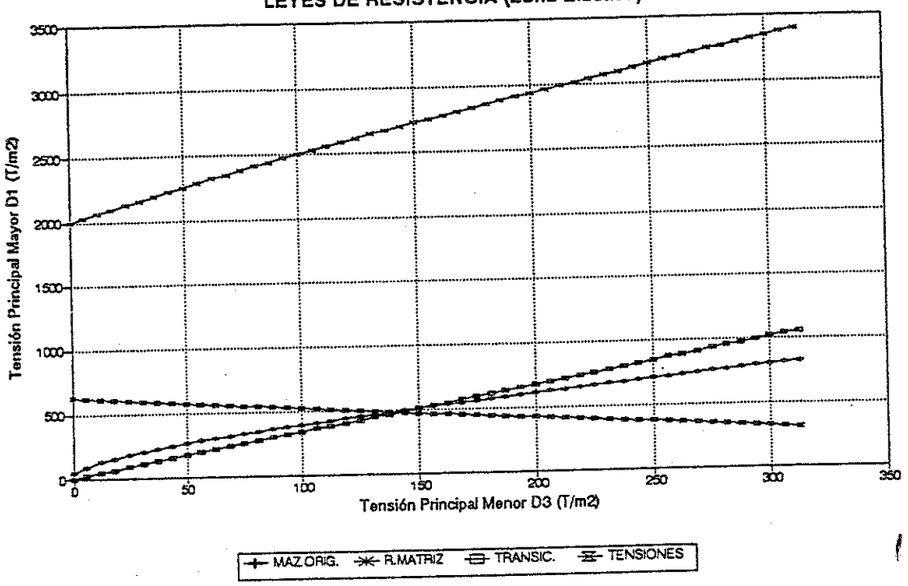

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



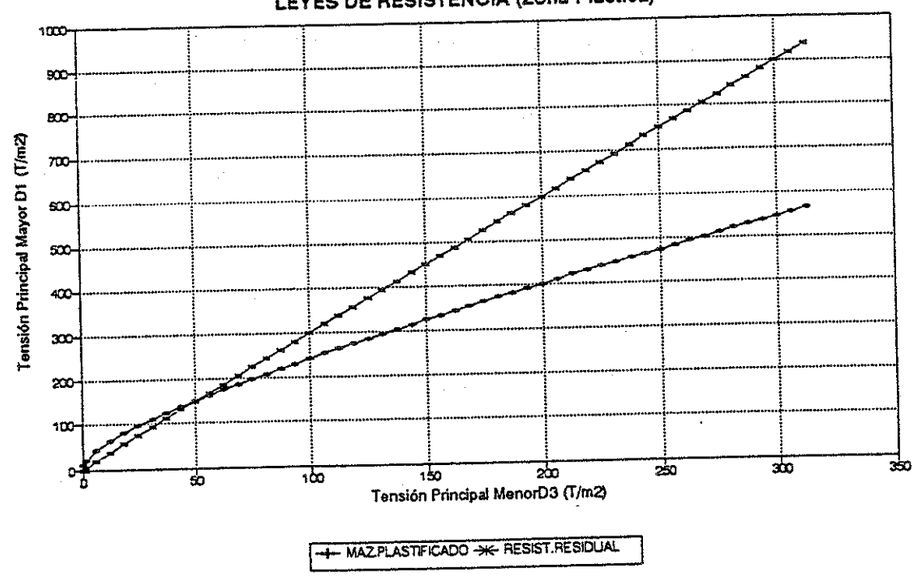
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 48

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ensanchador | | CASO: | 3.075.10 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 2.000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2.687.006 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 890.000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 890.000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 0.42692 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00040 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 48 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.101.03 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 75 | M | PROFUND. MI | 50 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 187.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 125.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 66.61 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 67 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.04264 | 0.69% | 17.823 | 11.603 | 186.54% | 0.003 |
| 2.220 | 17.148 | | PLASTICA | 0.03020 | 0.49% | 15.579 | 9.359 | 150.47% | 0.003 |
| 4.441 | 19.369 | | PLASTICA | 0.02457 | 0.39% | 14.374 | 8.154 | 131.09% | 0.002 |
| 6.661 | 21.589 | | PLASTICA | 0.02090 | 0.34% | 13.489 | 7.269 | 116.86% | 0.002 |
| 8.881 | 23.809 | | PLASTICA | 0.01822 | 0.29% | 12.777 | 6.557 | 105.42% | 0.002 |
| 11.101 | 26.029 | | PLASTICA | 0.01614 | 0.26% | 12.177 | 5.957 | 95.77% | 0.002 |
| 13.322 | 26.943 | | PLASTICA | 0.01447 | 0.23% | 11.656 | 5.436 | 87.40% | 0.002 |
| 15.542 | 28.009 | 3.075 | PLASTICA | 0.01308 | 0.21% | 11.195 | 4.975 | 79.99% | 0.002 |
| 17.762 | 29.193 | 6.332 | PLASTICA | 0.01192 | 0.19% | 10.782 | 4.562 | 73.35% | 0.002 |
| 19.983 | 30.475 | 9.490 | PLASTICA | 0.00996 | 0.16% | 10.409 | 4.189 | 67.34% | 0.002 |
| 22.203 | 31.836 | 12.570 | PLASTICA | 0.00840 | 0.14% | 10.066 | 3.846 | 61.84% | 0.002 |
| 24.423 | 33.264 | 15.582 | PLASTICA | 0.00717 | 0.12% | 9.751 | 3.531 | 56.76% | 0.002 |
| 26.643 | 34.750 | 18.537 | PLASTICA | 0.00618 | 0.10% | 9.458 | 3.238 | 52.05% | 0.002 |
| 28.864 | 36.285 | 21.442 | PLASTICA | 0.00537 | 0.09% | 9.185 | 2.965 | 47.67% | 0.001 |
| 31.084 | 37.865 | 24.303 | PLASTICA | 0.00470 | 0.08% | 8.929 | 2.709 | 43.56% | 0.001 |
| 33.304 | 39.484 | 27.125 | PLASTICA | 0.00415 | 0.07% | 8.689 | 2.469 | 39.70% | 0.001 |
| 35.525 | 41.137 | 29.912 | PLASTICA | 0.00369 | 0.06% | 8.463 | 2.243 | 36.06% | 0.001 |
| 37.745 | 42.822 | 32.668 | PLASTICA | 0.00328 | 0.05% | 8.249 | 2.029 | 32.62% | 0.001 |
| 39.965 | 44.535 | 35.395 | PLASTICA | 0.00294 | 0.05% | 8.046 | 1.826 | 29.36% | 0.001 |
| 42.185 | 46.274 | 38.097 | PLASTICA | 0.00264 | 0.04% | 7.854 | 1.634 | 26.27% | 0.001 |
| 44.406 | 48.036 | 40.776 | PLASTICA | 0.00238 | 0.04% | 7.671 | 1.451 | 23.33% | 0.001 |
| 46.626 | 49.819 | 43.433 | PLASTICA | 0.00216 | 0.03% | 7.496 | 1.276 | 20.52% | 0.001 |
| 48.846 | 51.623 | 46.070 | PLASTICA | 0.00197 | 0.03% | 7.330 | 1.110 | 17.84% | 0.001 |
| 51.067 | 53.444 | 48.689 | PLASTICA | 0.00179 | 0.03% | 7.170 | 0.950 | 15.28% | 0.001 |
| 53.287 | 55.283 | 51.291 | PLASTICA | 0.00164 | 0.03% | 7.018 | 0.798 | 12.83% | 0.001 |
| 55.507 | 57.137 | 53.877 | PLASTICA | 0.00151 | 0.02% | 6.872 | 0.652 | 10.47% | 0.001 |
| 57.727 | 59.006 | 56.449 | PLASTICA | 0.00139 | 0.02% | 6.731 | 0.511 | 8.22% | 0.001 |
| 59.948 | 60.888 | 59.007 | PLASTICA | 0.00128 | 0.02% | 6.596 | 0.376 | 6.04% | 0.001 |
| 62.168 | 62.783 | 61.553 | PLASTICA | 0.00118 | 0.02% | 6.466 | 0.246 | 3.95% | 0.001 |
| 64.388 | 64.690 | 64.086 | PLASTICA | 0.00109 | 0.02% | 6.341 | 0.121 | 1.94% | 0.001 |
| 66.609 | 66.609 | 66.609 | ELASTICA | 0.00101 | 0.02% | 6.220 | 0.000 | | |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ensanchador CASO: 3.075.10
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 75.000 | M | Pc..... | 187.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 11.603 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 0.42692 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00040 | |
| Rc..... | 2.000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | |
| Tr1..... | 9.356 | |
| Tr2..... | 29.171 | 66.609 |
| Tt2..... | 106.511 | |
| CONST.M | 0.060 | |
| TrMEDIA. | 14.585 | |
| TtMEDIA. | 57.933 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 45.177 | |
| RES.TAN | 26.083 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 2.998 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 2.998 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 2.998

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.043 | 11.6 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 11.930 | 11.930 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 4.38

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.012 | 16.800 | 0.012 | 28.667 | 0.000 |
| 0.500 | 0.015 | 12.511 | 0.015 | 26.590 | 2.640 |
| 1.000 | 0.017 | 10.591 | 0.017 | 25.519 | 4.176 |
| 1.500 | 0.018 | 9.259 | 0.018 | 24.187 | 5.428 |
| 2.000 | 0.019 | 8.284 | 0.019 | 23.212 | 6.468 |
| 2.500 | 0.020 | 7.492 | 0.020 | 22.420 | 7.404 |
| 3.000 | 0.021 | 6.777 | 0.021 | 21.705 | 8.336 |
| 3.500 | 0.022 | 6.267 | 0.021 | 21.195 | 9.059 |
| 4.000 | 0.022 | 5.824 | 0.022 | 20.752 | 9.730 |
| 4.500 | 0.023 | 5.413 | 0.023 | 20.341 | 10.397 |
| 5.000 | 0.024 | 5.027 | 0.023 | 19.955 | 11.063 |
| 6.000 | 0.025 | 4.365 | 0.025 | 19.293 | 12.317 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ensanchador CASO: 3.075.10
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 75.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 6.535 | 44.056 | 25.705 | 3.100 | 3.100 |
| 2.500 | 8.926 | 52.414 | 30.885 | 4.481 | 4.481 |
| 3.000 | 11.508 | 60.628 | 34.992 | 6.093 | 6.093 |
| 3.500 | 14.243 | 68.698 | 39.027 | 7.928 | 7.928 |
| 4.000 | 17.102 | 76.624 | 42.990 | 9.961 | 9.961 |
| 4.500 | 20.060 | 84.408 | 46.882 | 12.245 | 10.000 |
| 5.000 | 23.098 | 92.052 | 50.704 | 14.715 | 10.000 |
| 5.500 | 26.201 | 99.559 | 54.457 | 17.384 | 10.000 |
| 6.000 | 29.354 | 106.932 | 58.144 | 20.249 | 10.000 |
| 6.500 | 32.546 | 114.176 | 61.766 | 23.302 | 10.000 |
| 7.500 | 39.013 | 128.288 | 68.822 | 29.959 | 10.000 |
| 8.000 | 42.273 | 135.185 | 72.260 | 33.553 | 10.000 |

iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ensanchador | CASO:307 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 9.981 | 9.981 | 9.981 | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 9.981 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.335 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.043 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.025 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 9.259 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.40% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 11.930 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.684 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.315 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.018 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.001 | metros | Sost.sin sol> | 4.990 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.022 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.004 | metros | >> Pi Roca = | 2.998 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.07% | | Total Sost. = | 5.849 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |





iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ensanchador | CASO:307 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 9.981 | 9.981 | 9.981 | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.684 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

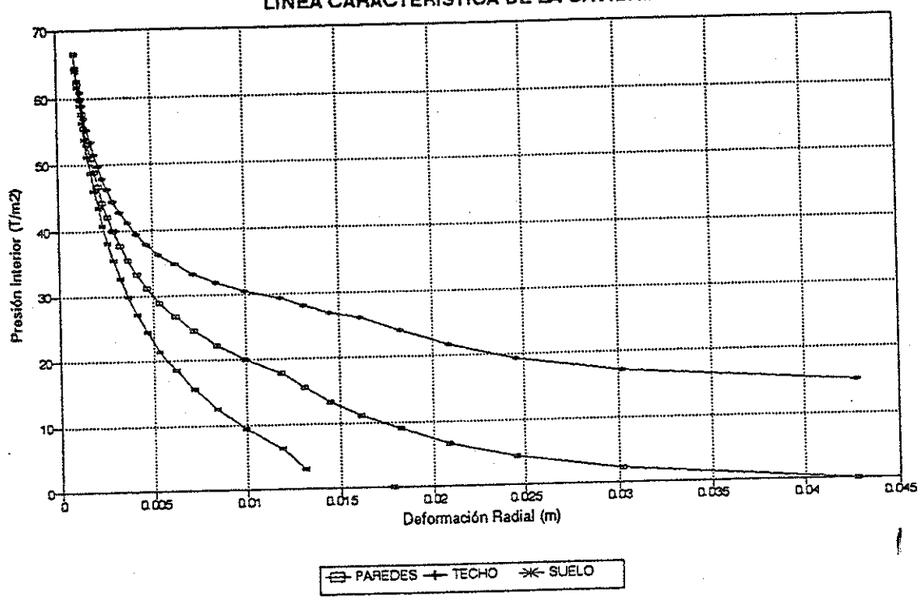
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.043 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.025 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 9.259 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.40% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 11.930 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 3.346 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.018 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.010 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.003 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 2.998 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 37.216 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

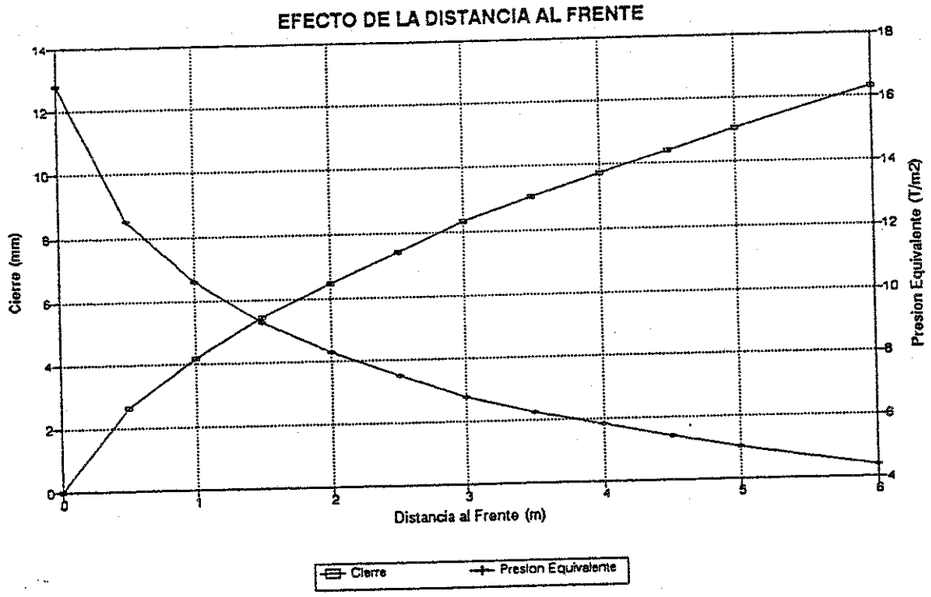
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ensanchado CASO..... 3075.10
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 48

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



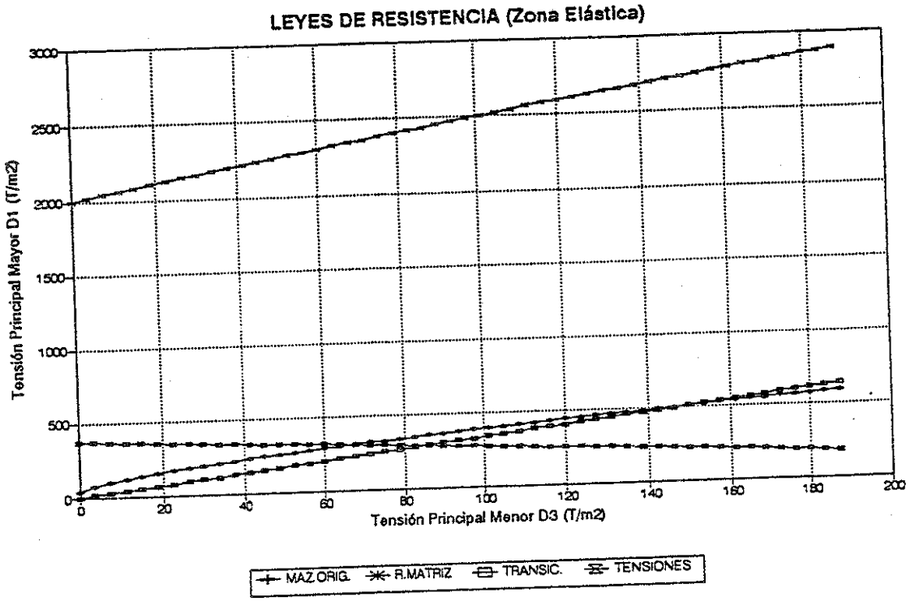




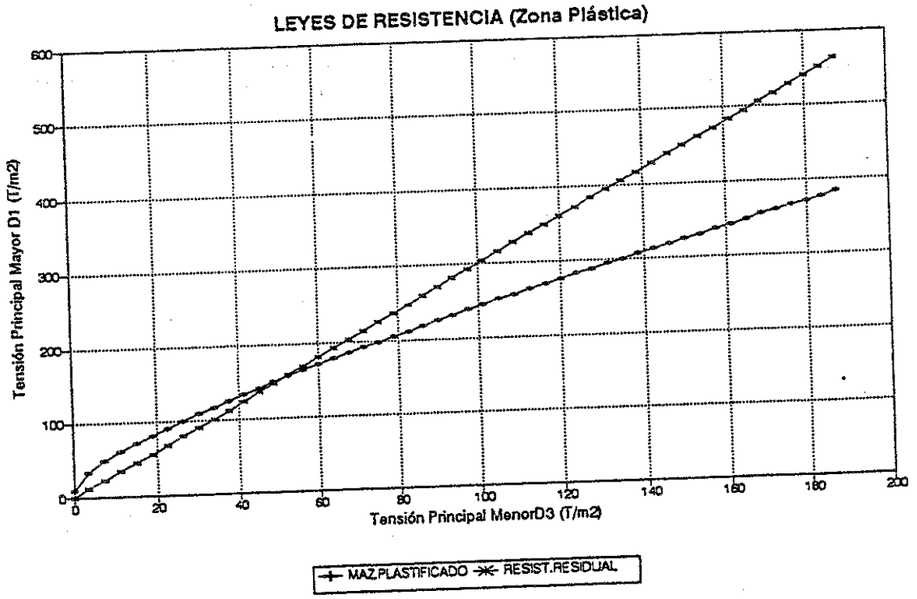

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ensanchado CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



# iCYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.025.10 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 48 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básI.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 2.000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2.687.006 | | | | |
| MODULO ELAST. | 890.000 | T/M2 | Em (H&B) = | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin) = | 890.000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 0.42692 | \| TIPO DE ROCA> | >>>>>>>>>>>> | AR | <RMR | CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00040 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL> | >>> | | 48 | 48 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ | >>>>> | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 25 | M | PROFUND. MI | 0 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 62.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 0.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA | 10.71 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 10.71 | T/M2 | \| PI FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 7.118 | | PLASTICA | 0.00326 | 0.05% | 9.064 | 2.844 | 45.73% | 0.001 |
| 0.357 | 6.752 | | PLASTICA | 0.00267 | 0.04% | 8.776 | 2.556 | 41.09% | 0.001 |
| 0.714 | 6.554 | | PLASTICA | 0.00229 | 0.04% | 8.554 | 2.334 | 37.53% | 0.001 |
| 1.071 | 6.449 | | PLASTICA | 0.00202 | 0.03% | 8.370 | 2.150 | 34.56% | 0.001 |
| 1.428 | 6.404 | | PLASTICA | 0.00180 | 0.03% | 8.209 | 1.989 | 31.98% | 0.001 |
| 1.785 | 6.403 | | PLASTICA | 0.00163 | 0.03% | 8.066 | 1.846 | 29.68% | 0.001 |
| 2.142 | 6.435 | | PLASTICA | 0.00149 | 0.02% | 7.937 | 1.717 | 27.60% | 0.001 |
| 2.499 | 6.494 | | PLASTICA | 0.00137 | 0.02% | 7.817 | 1.597 | 25.68% | 0.001 |
| 2.856 | 6.575 | | PLASTICA | 0.00127 | 0.02% | 7.707 | 1.487 | 23.91% | 0.001 |
| 3.213 | 6.674 | | PLASTICA | 0.00118 | 0.02% | 7.604 | 1.384 | 22.25% | 0.001 |
| 3.570 | 6.788 | 0.351 | PLASTICA | 0.00111 | 0.02% | 7.507 | 1.287 | 20.69% | 0.001 |
| 3.927 | 6.916 | 0.937 | PLASTICA | 0.00104 | 0.02% | 7.415 | 1.195 | 19.22% | 0.001 |
| 4.283 | 7.056 | 1.511 | PLASTICA | 0.00098 | 0.02% | 7.328 | 1.108 | 17.82% | 0.001 |
| 4.640 | 7.206 | 2.075 | PLASTICA | 0.00092 | 0.01% | 7.246 | 1.026 | 16.49% | 0.001 |
| 4.997 | 7.366 | 2.629 | PLASTICA | 0.00087 | 0.01% | 7.167 | 0.947 | 15.22% | 0.001 |
| 5.354 | 7.533 | 3.175 | PLASTICA | 0.00082 | 0.01% | 7.091 | 0.871 | 14.01% | 0.000 |
| 5.711 | 7.709 | 3.714 | PLASTICA | 0.00078 | 0.01% | 7.019 | 0.799 | 12.84% | 0.000 |
| 6.068 | 7.892 | 4.245 | PLASTICA | 0.00074 | 0.01% | 6.949 | 0.729 | 11.72% | 0.000 |
| 6.425 | 8.081 | 4.770 | PLASTICA | 0.00071 | 0.01% | 6.882 | 0.662 | 10.64% | 0.000 |
| 6.782 | 8.276 | 5.289 | PLASTICA | 0.00068 | 0.01% | 6.817 | 0.597 | 9.60% | 0.000 |
| 7.139 | 8.476 | 5.802 | PLASTICA | 0.00065 | 0.01% | 6.755 | 0.535 | 8.59% | 0.000 |
| 7.496 | 8.681 | 6.311 | PLASTICA | 0.00062 | 0.01% | 6.694 | 0.474 | 7.62% | 0.000 |
| 7.853 | 8.891 | 6.815 | PLASTICA | 0.00059 | 0.01% | 6.635 | 0.415 | 6.67% | 0.000 |
| 8.210 | 9.106 | 7.314 | PLASTICA | 0.00057 | 0.01% | 6.578 | 0.358 | 5.76% | 0.000 |
| 8.567 | 9.324 | 7.810 | PLASTICA | 0.00054 | 0.01% | 6.523 | 0.303 | 4.87% | 0.000 |
| 8.924 | 9.546 | 8.301 | PLASTICA | 0.00052 | 0.01% | 6.469 | 0.249 | 4.00% | 0.000 |
| 9.281 | 9.772 | 8.789 | PLASTICA | 0.00050 | 0.01% | 6.417 | 0.197 | 3.16% | 0.000 |
| 9.638 | 10.002 | 9.274 | PLASTICA | 0.00048 | 0.01% | 6.368 | 0.146 | 2.34% | 0.000 |
| 9.995 | 10.234 | 9.755 | PLASTICA | 0.00047 | 0.01% | 6.316 | 0.096 | 1.54% | 0.000 |
| 10.352 | 10.470 | 10.233 | PLASTICA | 0.00045 | 0.01% | 6.267 | 0.047 | 0.76% | 0.000 |
| 10.709 | 10.709 | 10.709 | ELASTICA | 0.00043 | 0.01% | 6.220 | 0.000 | | |





# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.025.10 | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 48.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 25.000 | M | Po | 62.50 | T/M2 | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | PL | 0.000 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF. | 2.844 | ESPES.PLAST. CALCULO> | 2.844 | | | | | |
| Mr | 0.10103 | M | 0.42692 | | | | | |
| Sr | 0.00002 | S | 0.00040 | | | | | |
| Rc | 2.000.000 | T/M2 | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tri | 0.000 | | | | |
| Tri | 9.356 | | | | |
| Tr2 | 10.709 | 10.709 | | | |
| Tri2 | 59.156 | | | | |
| CONST.M | 0.026 | | | | |
| TrMEDIA. | 5.354 | | | | |
| TrMEDIA. | 33.756 | | | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | | | |
| TENS.NO | 23.748 | | | | |
| RES.TAN | 13.711 | T/M2 | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | | | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°) | | | |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | | | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 13.100 | ° | | | |
| PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA | | | | | |
| C | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | | | |
| Fi | 30.000 | ° DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 | | |

| RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RESIST. ARCO ROCA>> DESARROLLO SEMI-CUÑA | 5.018 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 3.207 | 5.018 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 0.000 | \| PRES. APORTADA ROCA | 5.018 | |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 2.8 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 2.100 | 2.100 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

| | CRITERIO ELASTOPLASTICO |
|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.001 m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 1.00 |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.001 | 4.476 | 0.001 | 7.135 | 0.000 |
| 0.500 | 0.001 | 2.214 | 0.001 | 6.445 | 0.523 |
| 1.000 | 0.002 | 1.574 | 0.002 | 6.399 | 0.786 |
| 1.500 | 0.002 | 1.216 | 0.002 | 6.424 | 0.979 |
| 2.000 | 0.002 | 0.981 | 0.002 | 6.468 | 1.133 |
| 2.500 | 0.002 | 0.815 | 0.002 | 6.516 | 1.259 |
| 3.000 | 0.002 | 0.686 | 0.002 | 6.565 | 1.370 |
| 3.500 | 0.002 | 0.600 | 0.002 | 6.605 | 1.452 |
| 4.000 | 0.002 | 0.525 | 0.002 | 6.644 | 1.528 |
| 4.500 | 0.003 | 0.459 | 0.003 | 6.682 | 1.600 |
| 5.000 | 0.003 | 0.402 | 0.003 | 6.720 | 1.668 |
| 6.000 | 0.003 | 0.324 | 0.003 | 6.777 | 1.767 |

## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.025.10
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 25.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 23.000 | mm | LIM.ELAST. > | 55.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 176.715 | cm2 | R.TRACCION | 20.774 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 11.779 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 30.000 | mm | Pl= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 6.535 | 44.055 | 26.705 | 2.906 | 2.906 |
| 2.500 | 8.926 | 52.414 | 30.885 | 4.201 | 4.201 |
| 3.000 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 5.510 | 5.510 |
| 3.500 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 6.429 | 6.429 |
| 4.000 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 20.774 | 20.774 |
| 4.500 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 20.774 | 20.774 |
| 5.000 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 20.774 | 20.774 |
| 5.500 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 20.774 | 20.774 |
| 6.000 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 20.774 | 20.774 |
| 6.500 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 20.774 | 20.774 |
| 7.500 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 20.774 | 20.774 |
| 8.000 | 10.709 | 58.156 | 33.756 | 20.774 | 20.774 |





## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:302 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 25.000

#### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700.000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> 21 AREA >> 0.0026950 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002695 |
| TH-29 | 0.003690 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 3.422 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 3.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 1.711 | 3.422 | 0.000 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.008 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.774 | 20.774 | 20.774 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 5.193 | 0.000 |
| HILERA MEN.PIE BUL/M >>> | 0.641 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.003 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.001 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 1.216 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.02% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 2.100 | 0.000 |
| PHESION SOST.(T/m2)>> | 1.711 | 8.615 | 0.000 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 4.103 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.002 metros
CIERRE SIN SOLERA >> (0.001) metros Sost.sin sol> 2.597 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.001 metros >> Pi Sost.= 1.711 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros >> Pi Roca = 5.018 T/m2 Compres.hastiales = 0.000 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.00% Total Sost. = 6.729 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:302 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 25.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 AREA >> 0.0026650 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.058 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 84,967 T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.774 | 20.774 | 20.774 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 4.653 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.003 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.001 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 1.216 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.02% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 2.100 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 19.010 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 84,967 T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.002 metros
CIERRE SIN SOLERA >> (0.001) metros Sost.sin sol> 0.000 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.000 metros >> Pi Sost.= 34.218 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros >> Pi Roca = 5.018 T/m2 Compres.hastiales = 0.000 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.00% Total Sost. = 39.236 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m

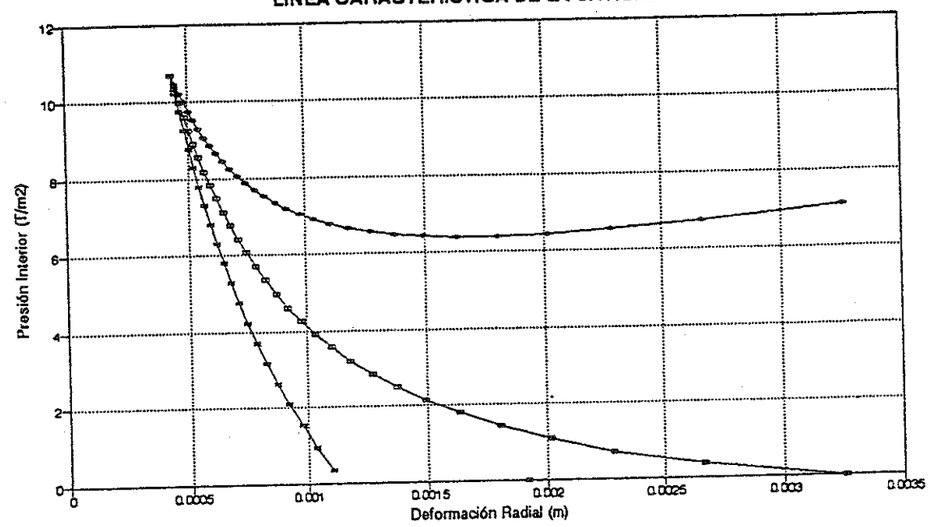




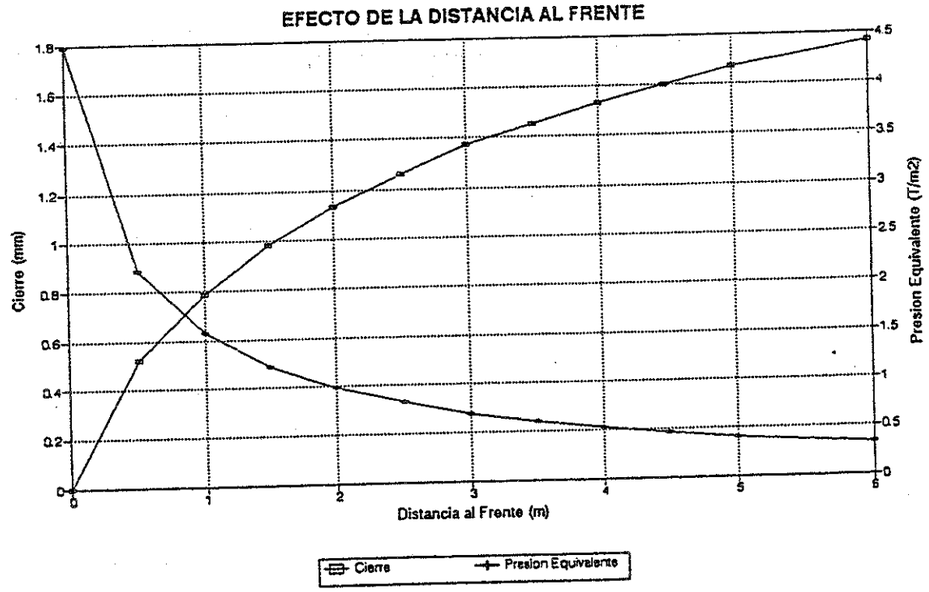
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3025.10
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 25 RMR..... 48

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



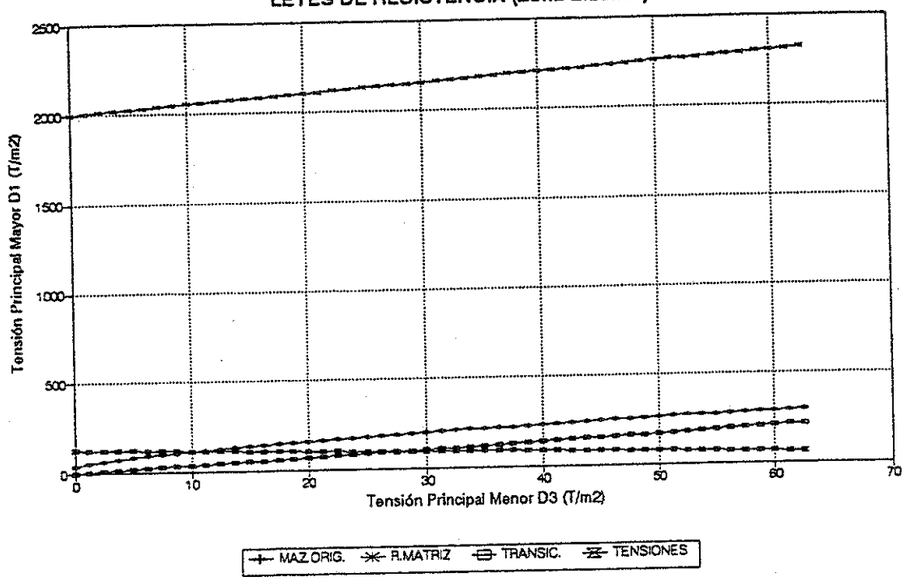

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



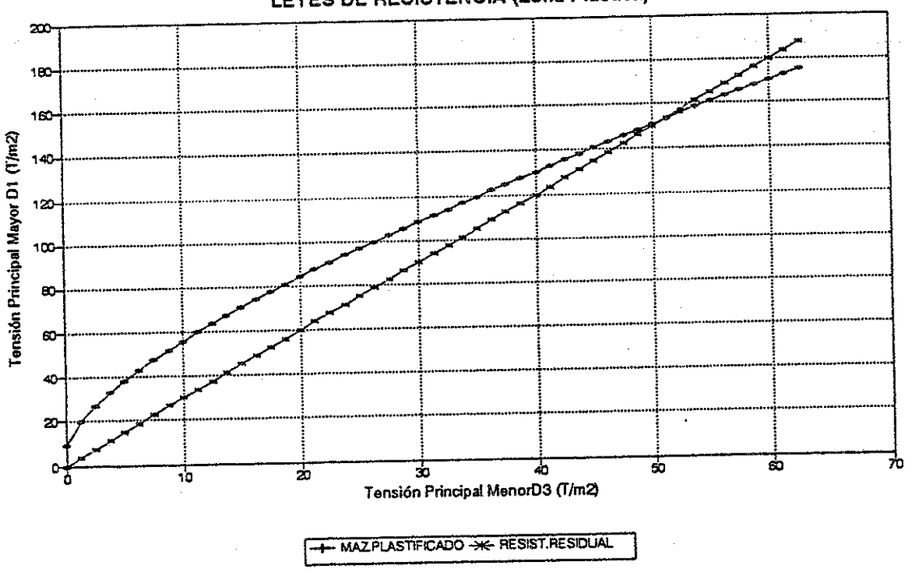
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 25 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.375.11 | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 |
| DENSIDAD..... | 2.50 T/M3 | | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 T/M2 | | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900.000 T/M2 | | Em (H&B)= | 4,400.000 | T/m2 | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 3.550.000 | T/m2 | | |
| CONST. M ..... | 2.40883 | TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | | |
| CONST. S ..... | 0.01282 | RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | 48 | |
| CONST. Mr..... | 0.15567 | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | 28 | |
| CONST. Sr ..... | 0.00005 | RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | 90 | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 375 M | PROFUND. MI | | 350 M | | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 937.5 T/M2 | PR.ORIG.MIN... | | 875.0 T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 M | | | | | | |

| <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|---|
| 72 | CARBONA | CA |
| 34 | ARCILLOS | AC |
| | ARENOSA | AR |
| | I.G.FINO | IF |
| | I.G.GRUE. | IG |

PRESION CRITICA..... 427.29 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 T/M2 | INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 150 T/M2 | Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.09939 | 65.91% | 53.199 | 46.979 | 755.29% | 0.017 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 3.25837 | 52.39% | 56.296 | 50.076 | 805.09% | 0.018 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 2.76929 | 44.52% | 56.735 | 50.515 | 812.14% | 0.018 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 2.38559 | 38.35% | 56.342 | 50.122 | 805.81% | 0.018 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 2.06833 | 33.25% | 55.468 | 49.248 | 791.76% | 0.018 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 1.80073 | 28.95% | 54.286 | 48.066 | 772.77% | 0.017 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.57287 | 25.29% | 52.906 | 46.686 | 750.58% | 0.017 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 1.37780 | 22.15% | 51.401 | 45.181 | 726.38% | 0.017 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 1.21021 | 19.46% | 49.824 | 43.604 | 701.02% | 0.016 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 1.06583 | 17.14% | 48.214 | 41.994 | 675.14% | 0.016 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.94113 | 15.13% | 46.599 | 40.379 | 649.19% | 0.015 |
| 55.000 | 69.928 | 40.072 | PLASTICA | 0.83317 | 13.39% | 45.001 | 38.781 | 623.49% | 0.014 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.73948 | 11.89% | 43.433 | 37.213 | 598.28% | 0.014 |
| 65.000 | 79.928 | 50.072 | PLASTICA | 0.65798 | 10.58% | 41.906 | 35.686 | 573.72% | 0.013 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.58692 | 9.44% | 40.425 | 34.205 | 549.92% | 0.013 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.52480 | 8.44% | 38.996 | 32.776 | 526.94% | 0.013 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.47036 | 7.56% | 37.620 | 31.400 | 504.82% | 0.012 |
| 85.000 | 99.928 | 70.072 | PLASTICA | 0.42254 | 6.79% | 36.299 | 30.079 | 483.58% | 0.012 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.38043 | 6.12% | 35.032 | 28.812 | 463.21% | 0.011 |
| 95.000 | 109.928 | 80.072 | PLASTICA | 0.34326 | 5.52% | 33.818 | 27.598 | 443.70% | 0.011 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.31036 | 4.99% | 32.657 | 26.437 | 425.04% | 0.011 |
| 105.000 | 119.928 | 90.072 | PLASTICA | 0.28119 | 4.52% | 31.547 | 25.327 | 407.18% | 0.010 |
| 110.000 | 124.928 | 95.072 | PLASTICA | 0.25526 | 4.10% | 30.485 | 24.265 | 390.11% | 0.010 |
| 115.000 | 129.928 | 100.072 | PLASTICA | 0.23215 | 3.73% | 29.470 | 23.250 | 373.79% | 0.009 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.21152 | 3.40% | 28.500 | 22.280 | 358.19% | 0.009 |
| 125.000 | 139.928 | 110.072 | PLASTICA | 0.19306 | 3.10% | 27.572 | 21.352 | 343.28% | 0.009 |
| 130.000 | 144.928 | 115.072 | PLASTICA | 0.17651 | 2.84% | 26.685 | 20.465 | 329.02% | 0.009 |
| 135.000 | 149.928 | 120.072 | PLASTICA | 0.16164 | 2.60% | 25.836 | 19.616 | 315.38% | 0.008 |
| 140.000 | 154.928 | 125.072 | PLASTICA | 0.14826 | 2.38% | 25.024 | 18.804 | 302.32% | 0.008 |
| 145.000 | 159.928 | 130.072 | PLASTICA | 0.13619 | 2.19% | 24.247 | 18.027 | 289.83% | 0.008 |
| 150.000 | 164.928 | 135.072 | PLASTICA | 0.12528 | 2.01% | 23.503 | 17.283 | 277.87% | 0.008 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.11
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po..... | 937.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 39.500 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 43.763 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.15567 | M..... | | 2.40683 | |
| Sr..... | 0.00005 | S..... | | 0.01282 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tri..... | 39.500 | |
| Tti..... | 118.247 | |
| Tr2..... | 110.117 | 427.294 |
| Tt2..... | 241.243 | |
| CONST.M | 0.510 | |
| TrMEDIA.. | 74.808 | |
| TtMEDIA.. | 179.745 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 164.377 | |
| RES.TAN | 94.903 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 10.908 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 39.500 | PRES. APORTADA ROCA 10.908

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 28.592 | 28.592 | 1.226 | 43.8 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 43.520 | 43.520 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 13.664 | 13.664 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.004 m
RAZON DE HOMOTECIA 178.95

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.189 | 40.741 | 1.187 | 55.669 | 0.000 |
| 0.500 | 1.209 | 40.057 | 1.208 | 54.985 | 20.986 |
| 1.000 | 1.221 | 39.684 | 1.220 | 54.612 | 32.640 |
| 1.500 | 1.231 | 39.373 | 1.230 | 54.301 | 42.440 |
| 2.000 | 1.241 | 39.093 | 1.239 | 54.021 | 51.334 |
| 2.500 | 1.249 | 38.834 | 1.247 | 53.762 | 59.619 |
| 3.000 | 1.257 | 38.592 | 1.255 | 53.520 | 67.454 |
| 3.500 | 1.265 | 38.362 | 1.262 | 53.290 | 74.936 |
| 4.000 | 1.273 | 38.142 | 1.270 | 53.070 | 82.133 |
| 4.500 | 1.280 | 37.930 | 1.277 | 52.858 | 89.091 |
| 5.000 | 1.286 | 37.727 | 1.283 | 52.655 | 95.845 |
| 6.000 | 1.299 | 37.338 | 1.296 | 52.266 | 108.848 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.11
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 375.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 39.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 64.480 | 164.928 | 141.588 | 16.746 | 10.000 |
| 2.500 | 70.547 | 175.591 | 146.919 | 21.629 | 10.000 |
| 3.000 | 76.525 | 185.909 | 152.078 | 26.791 | 10.000 |
| 3.500 | 82.410 | 195.904 | 157.076 | 32.219 | 10.000 |
| 4.000 | 88.201 | 205.599 | 161.923 | 37.903 | 10.000 |
| 4.500 | 93.897 | 215.014 | 166.630 | 43.832 | 10.000 |
| 5.000 | 99.499 | 224.164 | 171.206 | 49.995 | 10.000 |
| 5.500 | 105.008 | 233.067 | 175.657 | 56.385 | 10.000 |
| 6.000 | 110.426 | 241.736 | 179.992 | 62.992 | 10.000 |
| 6.500 | 115.755 | 250.186 | 184.217 | 69.810 | 10.000 |
| 7.500 | 126.151 | 266.473 | 192.360 | 84.047 | 10.000 |
| 8.000 | 131.224 | 274.332 | 196.290 | 91.454 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 17.109 | 17.109 | 17.109 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 15.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 17.109 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 20.000 | 25.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 444 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | (0.004) m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 43.405 | 48.405 | 23.405 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.518 | 1.112 | 1.713 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.398) metros | Sost.sin sol> | 44.152 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.847 metros | >> Pi Sost.= | 43.405 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 10.908 T/m2 | Compres.hastiales = | 1,341.716 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 54.313 T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.031 | T x m |



iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 375.000

CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 28.515 | 17.109 | 17.109 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 25.0 | 15.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 22.812 | 28.515 | 17.109 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | |

BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 12.500 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 6.840 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | (0.004) m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 39.108 | 47.311 | 23.405 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.368 | 1.087 | 1.713 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.134 metros | Sost.sin sol> | 24.470 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.941 metros | >> Pi Sost.= | 39.108 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 10.908 T/m2 | Compres.hastiales = | 805.030 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 50.016 T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 8.386 | T x m |

Página:4

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 20.000 | 25.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 444 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.004) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 60.514 | 71.217 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.116 | 1.636 | 2.548 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.257) | metros | Sost.sin sol> | 37.766 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.568 | metros | >> Pi Sost.= | 60.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.908 | T/m2 | Compres.hastiales = 575.021 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 71.422 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 11.740 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.174 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.004) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 40.514 | 46.217 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.417 | 1.062 | 2.548 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.456 | metros | Sost.sin sol> | 16.516 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.909 | metros | >> Pi Sost.= | 40.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.908 | T/m2 | Compres.hastiales = 575.021 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 51.422 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 11.740 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 12.500 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.174 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 | m |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | (0.004) | m |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.514 | 58.717 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.767 | 1.349 | 2.548 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.043 metros | Sost.sin sol> | 27.141 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.715 metros | >> Pi Sost.= | 50.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 10.908 | T/m2 | Compres.hastiales = | 575.021 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 61.422 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 11.740 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 12.593 | 12.593 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.500 | 0.500 | 1.000 | metros |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 12.593 | 12.593 | 6.296 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 24.495 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 17.109 | 17.109 | 17.109 |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 15.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 17.109 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 15.000 | 15.000 | 15.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.250 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 15.000 | 18.750 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.560 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 333 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 | m |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | (0.004) | m |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 44.702 | 48.452 | 23.405 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.563 | 1.113 | 1.713 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.283) metros | Sost.sin sol> | 38.840 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.821 metros | >> Pi Sost.= | 44.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 10.908 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,341.716 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 55.610 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.031 T x m |

Página:4bis'

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 12.593 | 12.593 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.500 | 0.500 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 12.593 | 12.593 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 24,495 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002955 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 15.000 | 15.000 | 15.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.250 | 0.000 | |
| PRESION L (T/m2) >> | 15.000 | 18.750 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 6.782 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 333 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.004) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 61.811 | 71.264 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.162 | 1.637 | 2.548 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.119) | metros | Sost.sin sol> | 32.453 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.552 | metros | >> Pi Sost.= | 61.811 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.908 | T/m2 | Compres.hastiales = 575.021 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 72.719 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 11.740 T x m |

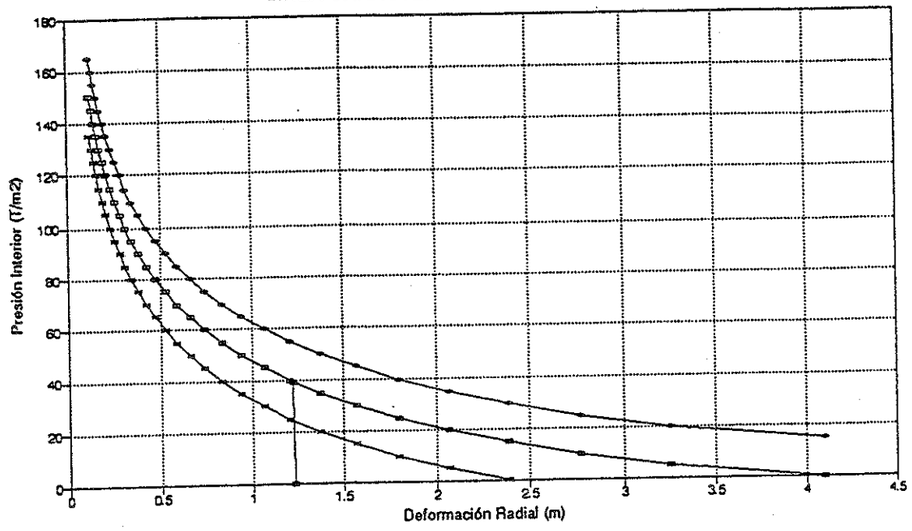




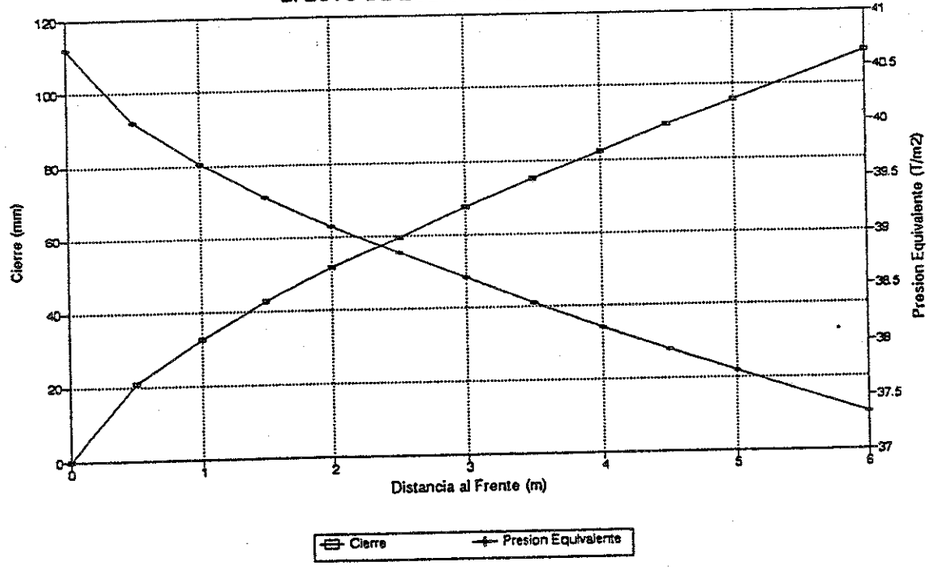
**iCYFSA**

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3375.11*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 48*

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



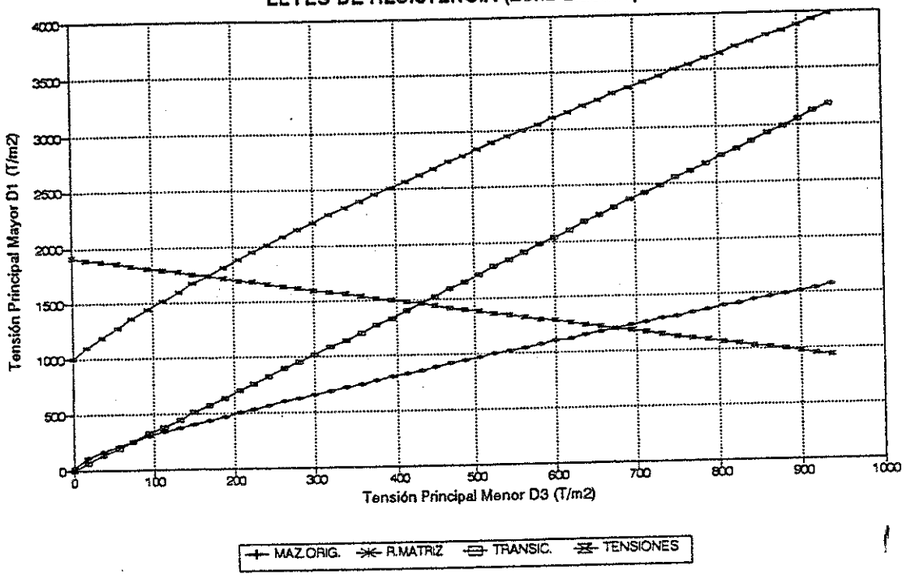

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



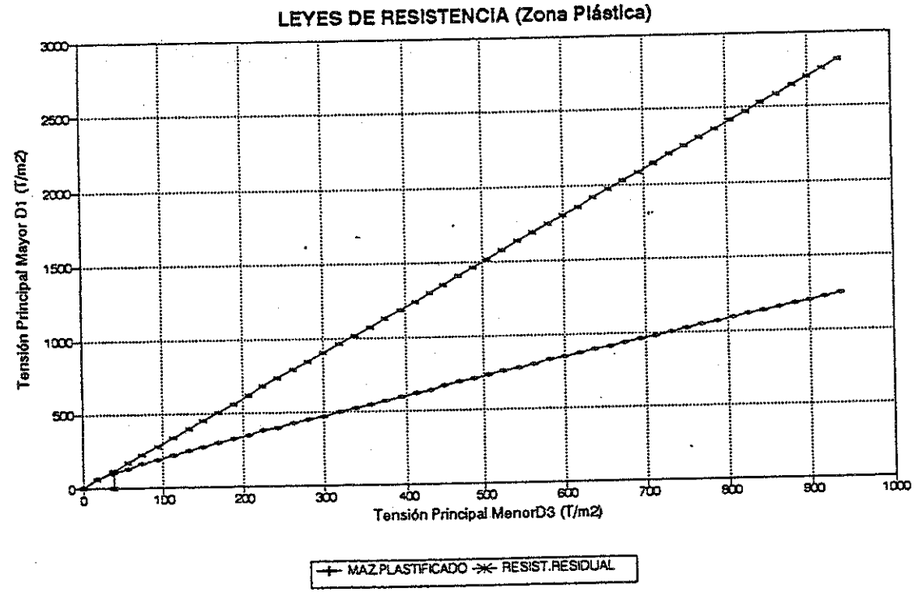
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... I-3 PROFUND.. 375 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:I-3 ROCA:I-3 RMR:48 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005800 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 17.109 | 11.406 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 10.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 11.406 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.250 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 25.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA
ROCA DUR <0,01
PIZARRA 0,02-0,03
ROCA BLAN 0,06-0,09

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.004) | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.405 | 48.405 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.168 | 1.112 | 1.296 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.230) | metros | Sost.sin sol> | 36.652 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.084 | metros | >> Pi Sost.= | 33.405 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.908 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,341.716 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 44.313 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.031 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 20.531 | 20.531 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 18.0 | 18.0 | 18.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.050 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION L (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.138 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.004) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.315 | 48.315 | 28.315 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.165 | 1.110 | 2.072 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.097) | metros | Sost.sin sol> | 31.672 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.087 | metros | >> Pi Sost.= | 33.315 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.908 | T/m2 | Compres.hastiales = 1,118.097 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 44.223 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 6.038 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 375.000

CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 39.921 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 35.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 39.921 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPERSWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION L (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 8.638 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 39.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.226 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.004) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 39.373 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.06% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 28.592 | 43.520 | 13.664 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 64.111 | 79.111 | 47.706 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.242 | 1.818 | 3.491 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.230 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.102) | metros | Sost.sin sol> | 31.846 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.525 | metros | >> Pi Sost.= | 64.111 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.908 | T/m2 | Compres.hastiales = 447.239 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 75.020 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 15.094 T x m |

Página:4

# ICYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.325.11 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 4,000,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 3,160,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 2.08379 | | TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | AR | | | |
| CONST. S ..... | 0.00960 | | RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | | |
| CONST. Mr..... | 0.12541 | | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00003 | | RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 325 | M | PROFUND. MI | 300 | M | | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 812.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 750.0 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> |
|---|---|
| 70 | CARBONA CA |
| 31 | ARCILLOS AC |
| | ARENOSA AR |
| | I.G.FINO IF |
| | I.G.GRUE. IG |

PRESION CRITICA..... 370.47 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 T/M2 | INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 150 T/M2 | PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.29623 | 69.07% | 54.632 | 48.412 | 778.34% | 0.015 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 3.37176 | 54.21% | 58.896 | 52.676 | 846.89% | 0.016 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 2.82764 | 45.46% | 59.635 | 53.415 | 858.77% | 0.017 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 2.39794 | 38.55% | 59.261 | 53.041 | 852.76% | 0.017 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 2.04333 | 32.85% | 58.236 | 52.016 | 836.27% | 0.016 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 1.74656 | 28.08% | 56.794 | 50.574 | 813.09% | 0.016 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.49687 | 24.07% | 55.088 | 48.868 | 785.66% | 0.015 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 1.28626 | 20.68% | 53.224 | 47.004 | 755.69% | 0.015 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 1.10833 | 17.82% | 51.277 | 45.057 | 724.39% | 0.014 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 0.95777 | 15.40% | 49.302 | 43.082 | 692.64% | 0.014 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.83014 | 13.35% | 47.338 | 41.118 | 661.06% | 0.013 |
| 55.000 | 69.928 | 40.072 | PLASTICA | 0.72172 | 11.60% | 45.411 | 39.191 | 630.07% | 0.013 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.62939 | 10.12% | 43.538 | 37.318 | 599.97% | 0.012 |
| 65.000 | 79.928 | 50.072 | PLASTICA | 0.55057 | 8.85% | 41.732 | 35.512 | 570.94% | 0.012 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.48309 | 7.77% | 39.999 | 33.779 | 543.08% | 0.011 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.42515 | 6.84% | 38.343 | 32.123 | 516.44% | 0.011 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.37525 | 6.03% | 36.763 | 30.543 | 491.05% | 0.010 |
| 85.000 | 99.928 | 70.072 | PLASTICA | 0.33216 | 5.34% | 35.261 | 29.041 | 466.89% | 0.010 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.29482 | 4.74% | 33.832 | 27.612 | 443.93% | 0.009 |
| 95.000 | 109.928 | 80.072 | PLASTICA | 0.26238 | 4.22% | 32.477 | 26.257 | 422.13% | 0.009 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.23411 | 3.76% | 31.190 | 24.970 | 401.45% | 0.009 |
| 105.000 | 119.928 | 90.072 | PLASTICA | 0.20940 | 3.37% | 29.969 | 23.749 | 381.82% | 0.008 |
| 110.000 | 124.928 | 95.072 | PLASTICA | 0.18775 | 3.02% | 28.811 | 22.591 | 363.20% | 0.008 |
| 115.000 | 129.928 | 100.072 | PLASTICA | 0.16872 | 2.71% | 27.712 | 21.492 | 345.53% | 0.008 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.15195 | 2.44% | 26.668 | 20.448 | 328.75% | 0.007 |
| 125.000 | 139.928 | 110.072 | PLASTICA | 0.13714 | 2.20% | 25.678 | 19.458 | 312.82% | 0.007 |
| 130.000 | 144.928 | 115.072 | PLASTICA | 0.12403 | 1.99% | 24.736 | 18.516 | 297.69% | 0.007 |
| 135.000 | 149.928 | 120.072 | PLASTICA | 0.11239 | 1.81% | 23.841 | 17.621 | 283.30% | 0.007 |
| 140.000 | 154.928 | 125.072 | PLASTICA | 0.10203 | 1.64% | 22.990 | 16.770 | 269.62% | 0.006 |
| 145.000 | 159.928 | 130.072 | PLASTICA | 0.09280 | 1.49% | 22.181 | 15.961 | 256.60% | 0.006 |
| 150.000 | 164.928 | 135.072 | PLASTICA | 0.08455 | 1.36% | 21.409 | 15.189 | 244.20% | 0.006 |





# ICYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.325.11 | | | |
| ROCA: | L-3 | RMR: | 48.000 | | | | |
| PROFUNDIDAD | 325.000 | M | Po..... | 812.50 | T/M2 | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 33.000 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 47.763 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | |
| Mr..... | 0.12541 | M..... | | 2.08379 | | | |
| Sr..... | 0.00003 | S..... | | 0.00960 | | | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 33.000 | | |
| Tri..... | 97.593 | | |
| Tr2..... | 90.665 | 370.467 | |
| Ti2..... | 197.453 | | |
| CONST.M | 0.442 | | |
| TrMEDIA.. | 61.832 | | |
| TiMEDIA.. | 147.523 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 135.266 | | |
| RES.TAN | 78.096 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

| RESIST. ARCO ROCA>> / RESIST. ARCO ROCA>> / DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8.976 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 8.976 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 33.000 | PRES. APORTADA ROCA 8.976

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 24.024 | 24.024 | 1.366 | 47.8 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 38.952 | 38.952 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 9.096 | 9.096 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | |
|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.003 m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 216.40 |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.246 | 36.134 | 1.243 | 51.062 | 0.000 |
| 0.500 | 1.264 | 35.625 | 1.262 | 50.553 | 19.108 |
| 1.000 | 1.275 | 35.309 | 1.274 | 50.237 | 31.150 |
| 1.500 | 1.285 | 35.039 | 1.285 | 49.967 | 41.496 |
| 2.000 | 1.293 | 34.829 | 1.293 | 49.757 | 49.664 |
| 2.500 | 1.301 | 34.639 | 1.300 | 49.567 | 57.046 |
| 3.000 | 1.309 | 34.462 | 1.307 | 49.390 | 64.019 |
| 3.500 | 1.316 | 34.293 | 1.314 | 49.221 | 70.673 |
| 4.000 | 1.323 | 34.132 | 1.320 | 49.060 | 77.067 |
| 4.500 | 1.329 | 33.977 | 1.326 | 48.905 | 83.244 |
| 5.000 | 1.336 | 33.828 | 1.332 | 48.756 | 89.237 |
| 6.000 | 1.348 | 33.543 | 1.344 | 48.471 | 100.758 |

## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.11
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 325.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 33.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 53.445 | 135.520 | 116.556 | 13.789 | 10.000 |
| 2.500 | 58.401 | 144.178 | 120.885 | 17.800 | 10.000 |
| 3.000 | 63.281 | 152.554 | 125.073 | 22.038 | 10.000 |
| 3.500 | 68.083 | 160.667 | 129.130 | 26.491 | 10.000 |
| 4.000 | 72.806 | 168.536 | 133.064 | 31.152 | 10.000 |
| 4.500 | 77.450 | 176.175 | 136.884 | 36.011 | 10.000 |
| 5.000 | 82.016 | 183.599 | 140.596 | 41.061 | 10.000 |
| 5.500 | 86.504 | 190.821 | 144.207 | 46.294 | 10.000 |
| 6.000 | 90.917 | 197.853 | 147.723 | 51.704 | 10.000 |
| 6.500 | 95.256 | 204.706 | 151.149 | 57.283 | 10.000 |
| 7.500 | 103.718 | 217.914 | 157.753 | 68.931 | 10.000 |
| 8.000 | 107.845 | 224.297 | 160.940 | 74.989 | 10.000 |





## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 325.000

#### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 0.000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 17.109 | 17.109 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 0.000 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPER'SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 20.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 444 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 metros | CIERRE>> | 0.068 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 43.405 | 43.405 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.807 | 1.114 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50.297 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.422) metros | Sost.sin sol> | 39.134 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.776 metros | >> Pi Sost.= | 43.405 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 8.976 T/m2 | Compres.hastiales = | 1,120.928 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 52.382 T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.203 | T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 28.515 | 20.531 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 18.0 | 25.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 24.523 | 28.515 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.047 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 7.840 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 | m |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 metros | CIERRE>> | 0.068 | m |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 40.819 | 44.811 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.699 | 1.150 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.075 | metros | Sost.sin sol> | 23.853 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.835 | metros | >> Pi Sost.= | 40.819 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.976 | T/m2 | Compres.hastiales = 672.557 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 49.795 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 7.008 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPER'SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 20.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 444 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 | m |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 metros | CIERRE>> | 0.068 | m |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 60.514 | 66.217 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.519 | 1.700 | 3.135 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.276) | metros | Sost.sin sol> | 33.798 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.489 | metros | >> Pi Sost.= | 60.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.976 | T/m2 | Compres.hastiales = 480.398 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 69.491 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 9.808 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.174 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 40.514 | 46.217 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.686 | 1.187 | 3.135 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.574 | metros | Sost.sin sol> | 13.798 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.842 | metros | >> Pi Sost.= | 40.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.976 | T/m2 | Compres.hastiales = 480.398 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 49.491 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 9.808 T x m |



000284

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.174 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.514 | 56.217 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.103 | 1.443 | 3.827 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.078 | metros | Sost.sin sol> | 23.798 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.638 | metros | >> Pi Sost.= | 50.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.976 | T/m2 | Compres.hastiales = 480.398 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 59.491 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 9.808 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 12.593 | 12.593 | 12.593 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.500 | 0.500 | 0.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 12.593 | 12.593 | 12.593 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 24,495 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 17.109 | 17.109 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 15.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 17.109 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 15.000 | 15.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 15.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.560 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 333 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 44.702 | 44.702 | 29.702 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.861 | 1.148 | 3.265 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.286) | metros | Sost.sin sol> | 34.134 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.749 | metros | >> Pi Sost.= | 44.702 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.976 | T/m2 | Compres.hastiales = 1,120.928 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 53.678 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 4.203 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 325.000

CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 12.593 | 12.593 | 12.593 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.500 | 0.500 | 0.500 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 12.593 | 12.593 | 12.593 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 24,495 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 39.921 | 39.921 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 35.0 | 35.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 39.921 | 39.921 | 39.921 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.081 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 15.000 | 15.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 15.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.005 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 333 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

SOSTENIMIENTO TOTAL

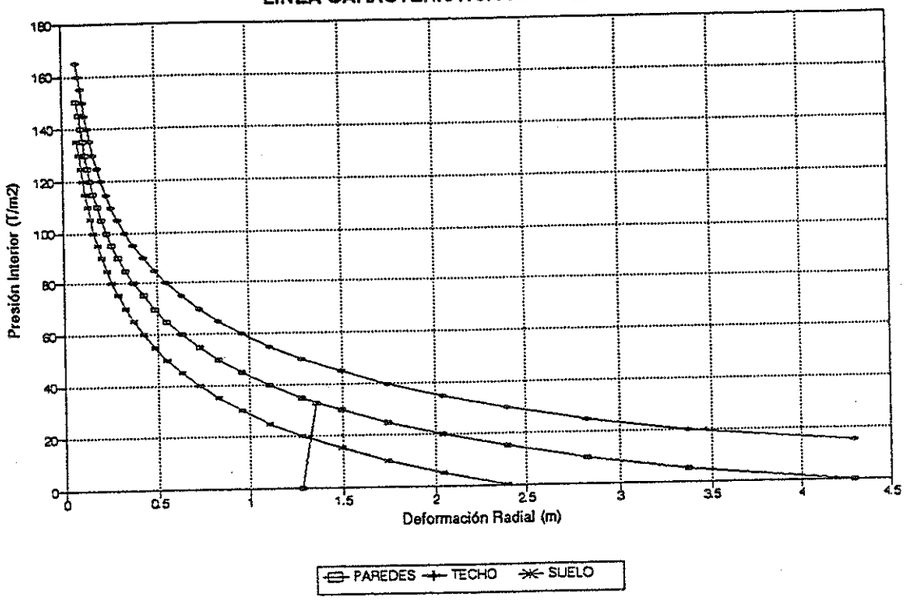
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 67.514 | 67.514 | 52.514 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.810 | 1.733 | 5.773 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.286) | metros | Sost.sin sol> | 34.241 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.409 | metros | >> Pi Sost.= | 67.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.976 | T/m2 | Compres.hastiales = 480.398 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 76.490 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 9.808 T x m |

Página:4bis"

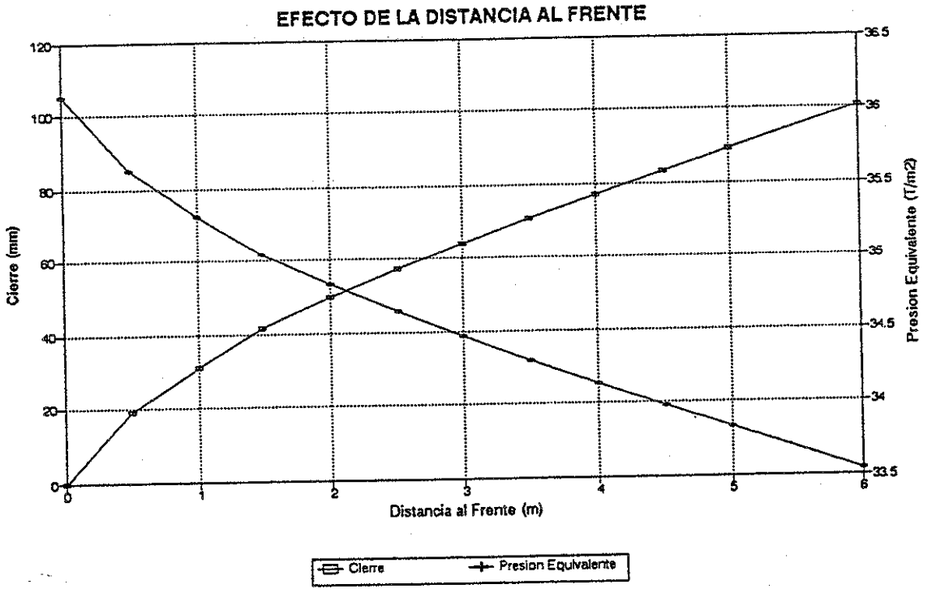
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3325.11
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 48

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



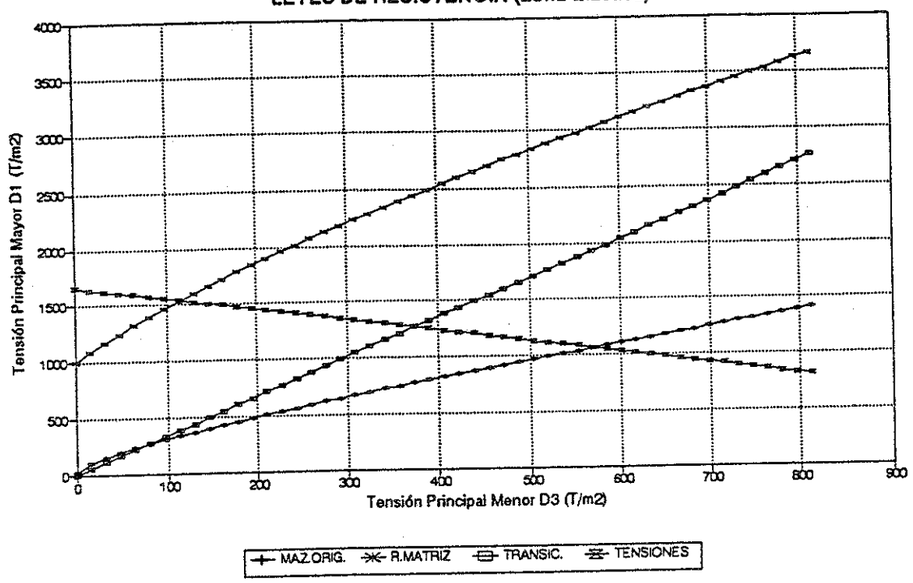




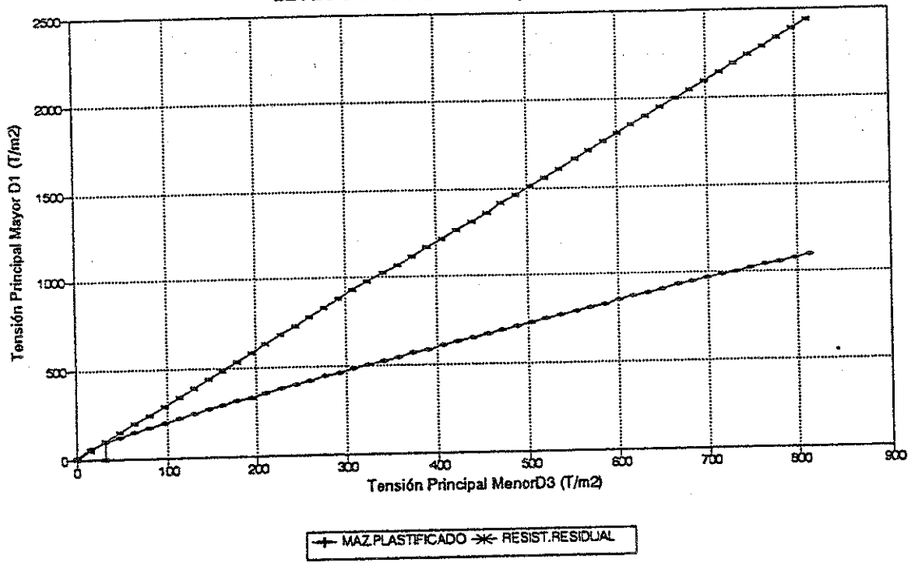

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 48

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



# ICYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 6.296 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700.000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 AREA >> 0.0036802 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 1.000 1.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION L EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 12.248 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 17.109 | 11.406 | 11.406 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149.772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 15.0 | 10.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 14.257 | 17.109 | 11.406 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 >> SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPER'SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION L (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 30.554 | 43.405 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.272 | 1.114 | 1.946 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.017 | metros | Sost.sin sol> | 25.283 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.124 | metros | >> Pi Sost.= | 30.554 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.976 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,120.928 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 39.530 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.203 T x m |





# ICYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 7.785 | 7.785 | 7.785 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> HEB MODULO 20,700.000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 140 AREA >> 0.0045500 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 1.000 1.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION L EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 15.142 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 20.531 | 11.406 | 20.531 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149.772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 >> SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPER'SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION L (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.804 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.366 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 2.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 34.699 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 28.753 | 48.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.197 | 1.240 | 3.113 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.298 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.274 | metros | Sost.sin sol> | 19.432 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.185 | metros | >> Pi Sost.= | 28.753 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.976 | T/m2 | Compres.hastiales = | 934.106 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 37.729 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.044 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 7.785 | 7.785 | 7.785 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> HEB MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 140 AREA >> 0.0045500 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 1.000 1.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 15,142 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 51.327 | 51.327 | 39.921 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 35.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 39.921 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 SUPER'SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 8.638 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>>. 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 111 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA
=====
ROCA DUR <0,01
PIZARRA 0,02-0,03
ROCA BLAN 0,06-0,09

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

PRESION I.CALCULO >> 33.000 T/m2 DEFORMACIO 1.366 m
DISTANCIA SOSTEN.>>> 2.500 metros CIERRE>> 0.069 m
PRES. MAXIMA SOST.>> 34.699 T/m2 Ui/Ri(%)= 1.10%
PRES.HIDROSTATICA 0.000 T/m2

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 24.024 | 38.952 | 9.096 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 64.111 | 79.111 | 47.706 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.669 | 2.031 | 5.245 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 157,141 T/m2
DEFORMACION INICIAL> 1.298 metros
CIERRE SIN SOLERA >> (0.087) metros Sost.sin sol> 28.045 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.446 metros >> Pi Sost.= 64.111 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros >> Pi Roca = 8.976 T/m2 Compres.hastiales = 373.643 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.00% Total Sost = 73.088 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 12.610 T x m





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

TUNEL..... PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3,275.11
TIPO DE ROCA..... L-3
RMR..... 48 Fi transici.> 33.055 ° >> D1/D3= 3.400
DENSIDAD..... 2.50 T/M3 Fi básimac.> 30.0 ° >> D1/D3= 3.000
RES.COMPRESION..... 1,000.0 T/M2 Em(r.matriz) 1,900,000
MODULO ELAST..... 1,900,000 T/M2 Em (H&B)= 3,400,000 T/m2
COEF.POISSON..... 0.20 Em (Serafin)= 2,660,000 T/m2
CONST. M ..... 1.67867 | TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> AR <RMR CA
CONST. S ..... 0.00621 | RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> 48 67
CONST. Mr..... 0.10857 | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> 28 29
CONST. Sr ..... 0.00003 | RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> 90
PROFUNDIDAD MAX.... 275 M PROFUND. MI 250 M
PRESION ORIGEN MED.. 687.5 T/M2 PR.ORIG.MIN... 625.0 T/M2
RADIO DEL TUNEL..... 6.22 M

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBONA | CA |
| ARCILLOS | AC |
| ARENOSA | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE. | IG |

PRESION CRITICA..... 319.32 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA
P.INTERIOR ORIG..... 0 T/M2 | INTERVALO 1.000
P.INTERIOR FINAL..... 100 T/M2 | Pi FINAL= 30.000 (CALCULADA)

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.08191 | 65.63% | 60.257 | 54.037 | 868.76% | 0.014 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 3.25898 | 52.40% | 53.714 | 57.494 | 924.34% | 0.015 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 2.77941 | 44.68% | 64.252 | 58.032 | 932.99% | 0.015 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 2.40263 | 38.63% | 63.873 | 57.653 | 926.90% | 0.015 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 2.09038 | 33.61% | 62.964 | 56.744 | 912.28% | 0.015 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 1.82623 | 29.36% | 61.712 | 55.492 | 892.15% | 0.014 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 1.60055 | 25.73% | 60.235 | 54.015 | 868.40% | 0.014 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 1.40667 | 22.62% | 58.613 | 52.393 | 842.33% | 0.014 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 1.23950 | 19.93% | 56.905 | 50.685 | 814.86% | 0.013 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.09495 | 17.60% | 55.153 | 48.933 | 786.70% | 0.013 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.96965 | 15.59% | 53.399 | 47.169 | 758.34% | 0.012 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.86079 | 13.84% | 51.636 | 45.416 | 730.16% | 0.012 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.76601 | 12.32% | 49.910 | 43.690 | 702.41% | 0.012 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.68339 | 10.99% | 48.223 | 42.003 | 675.30% | 0.011 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.61092 | 9.82% | 46.584 | 40.364 | 648.94% | 0.011 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.54748 | 8.80% | 44.997 | 38.777 | 623.42% | 0.010 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.49173 | 7.91% | 43.465 | 37.245 | 598.80% | 0.010 |
| 56.667 | 71.595 | 41.739 | PLASTICA | 0.44261 | 7.12% | 41.991 | 35.771 | 575.09% | 0.010 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.39925 | 6.42% | 40.574 | 34.354 | 552.31% | 0.009 |
| 63.333 | 78.261 | 48.405 | PLASTICA | 0.36089 | 5.80% | 39.214 | 32.994 | 530.45% | 0.009 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.32686 | 5.25% | 37.910 | 31.690 | 509.48% | 0.009 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.29661 | 4.77% | 36.660 | 30.440 | 489.39% | 0.009 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.26966 | 4.34% | 35.463 | 29.243 | 470.15% | 0.008 |
| 76.667 | 91.595 | 61.739 | PLASTICA | 0.24561 | 3.95% | 34.317 | 28.097 | 451.73% | 0.008 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.22409 | 3.60% | 33.220 | 27.000 | 434.08% | 0.008 |
| 83.333 | 98.261 | 68.405 | PLASTICA | 0.20480 | 3.29% | 32.169 | 25.949 | 417.19% | 0.007 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.18747 | 3.01% | 31.163 | 24.943 | 401.02% | 0.007 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.17189 | 2.76% | 30.200 | 23.980 | 385.52% | 0.007 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.15783 | 2.54% | 29.276 | 23.056 | 370.68% | 0.007 |
| 96.667 | 111.595 | 81.739 | PLASTICA | 0.14514 | 2.33% | 28.391 | 22.171 | 356.45% | 0.007 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.13366 | 2.15% | 27.543 | 21.323 | 342.81% | 0.006 |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.11
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 275.000 | M | Po..... | 687.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 27.500 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 50.249 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10857 | M..... | | 1.67867 | |
| Sr..... | 0.00003 | S..... | | 0.00521 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 27.500 | | |
| Tti..... | 82.373 | | |
| Tr2..... | 76.719 | 319.315 | |
| Tt2..... | 168.125 | | |
| CONST.M | 0.368 | | |
| TrMEDIA.. | 52.109 | | |
| TtMEDIA.. | 125.249 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 114.525 | | |
| RES.TAN | 66.121 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 7.600 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 7.600 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 27.500 | PRES. APORTADA ROCA 7.600

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 19.900 | 19.900 | 1.201 | 50.2 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 34.828 | 34.828 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 4.972 | 4.972 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.003 m
RAZON DE HOMOTECIA 242.99

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.184 | 27.952 | 1.181 | 42.880 | 0.000 |
| 0.500 | 1.200 | 27.586 | 1.198 | 42.514 | 16.253 |
| 1.000 | 1.210 | 27.358 | 1.208 | 42.286 | 26.489 |
| 1.500 | 1.218 | 27.165 | 1.217 | 42.093 | 35.280 |
| 2.000 | 1.225 | 26.990 | 1.225 | 41.918 | 43.258 |
| 2.500 | 1.232 | 26.829 | 1.232 | 41.757 | 50.688 |
| 3.000 | 1.239 | 26.678 | 1.239 | 41.606 | 57.713 |
| 3.500 | 1.245 | 26.552 | 1.245 | 41.480 | 63.582 |
| 4.000 | 1.251 | 26.433 | 1.250 | 41.361 | 69.154 |
| 4.500 | 1.257 | 26.319 | 1.256 | 41.247 | 74.536 |
| 5.000 | 1.262 | 26.209 | 1.261 | 41.137 | 79.757 |
| 6.000 | 1.273 | 25.999 | 1.271 | 40.927 | 89.795 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.11
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 275.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 27.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 44.909 | 114.917 | 98.645 | 11.667 | 10.000 |
| 2.500 | 49.137 | 122.351 | 102.362 | 15.069 | 10.000 |
| 3.000 | 53.304 | 129.545 | 105.959 | 18.666 | 10.000 |
| 3.500 | 57.406 | 136.514 | 109.444 | 22.449 | 10.000 |
| 4.000 | 61.442 | 143.273 | 112.823 | 26.410 | 10.000 |
| 4.500 | 65.413 | 149.837 | 116.105 | 30.541 | 10.000 |
| 5.000 | 69.318 | 156.217 | 119.295 | 34.836 | 10.000 |
| 5.500 | 73.158 | 162.424 | 122.399 | 39.289 | 10.000 |
| 6.000 | 76.935 | 168.468 | 125.421 | 43.894 | 10.000 |
| 6.500 | 80.649 | 174.360 | 128.367 | 48.645 | 10.000 |
| 7.500 | 87.896 | 185.716 | 134.044 | 58.567 | 10.000 |
| 8.000 | 91.433 | 191.195 | 136.784 | 63.729 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION L EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 11.406 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPERSWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 15.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 333 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.201 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.165 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 19.900 | 34.828 | 4.972 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 32.702 | 37.702 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.643 | 1.083 | 3.560 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.444) | metros | Sost.sin sol> | 32.172 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.758 | metros | >> Pi Sost.= | 32.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.600 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,401.160 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 40.302 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.335 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION L EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84.967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPERSWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 15.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 333 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

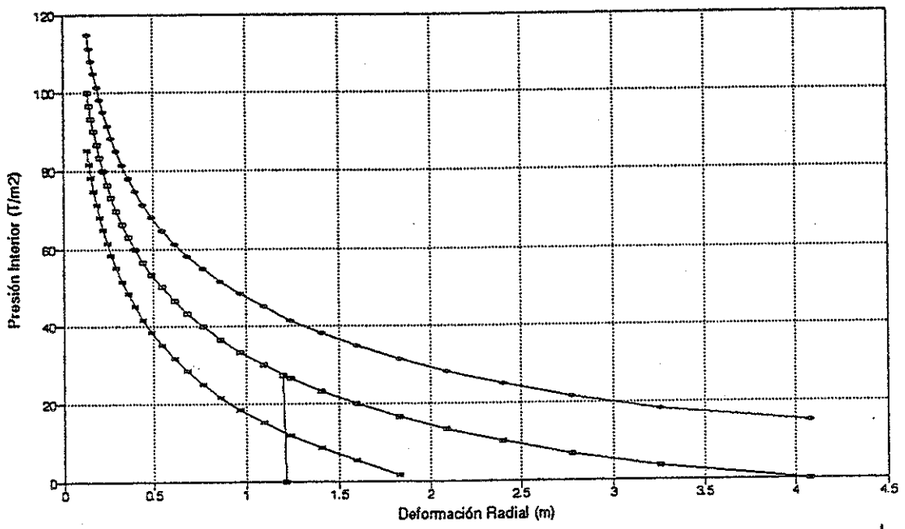
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.201 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.165 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 19.900 | 34.828 | 4.972 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 55.514 | 66.217 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.790 | 1.901 | 7.001 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.315) | metros | Sost.sin sol> | 27.748 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.363 | metros | >> Pi Sost.= | 55.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.600 | T/m2 | Compres.hastiales = | 400.331 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 63.114 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 8.173 T x m |

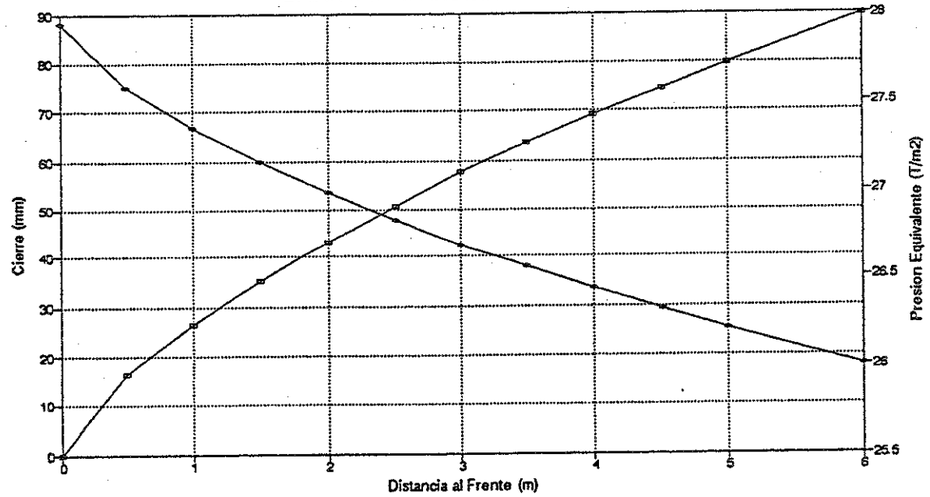
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3275.11
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 48

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



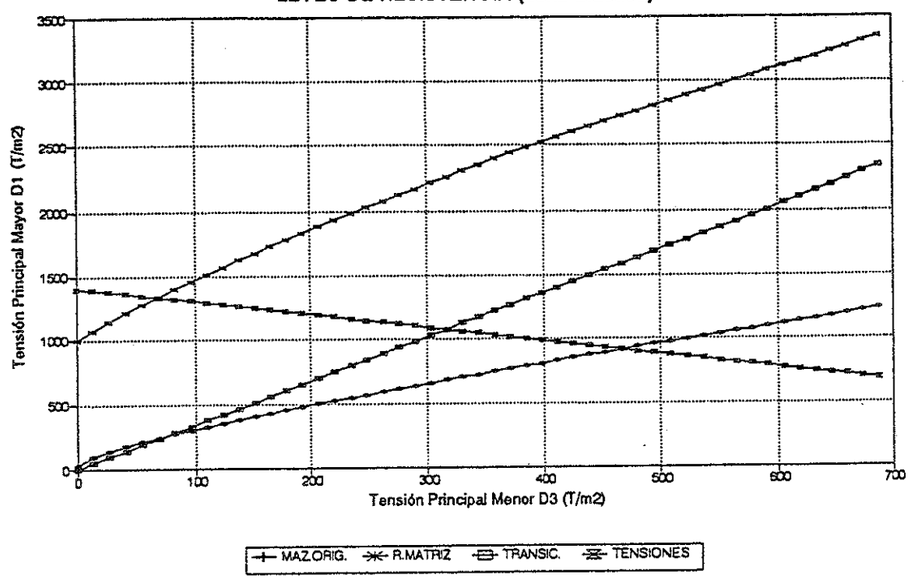




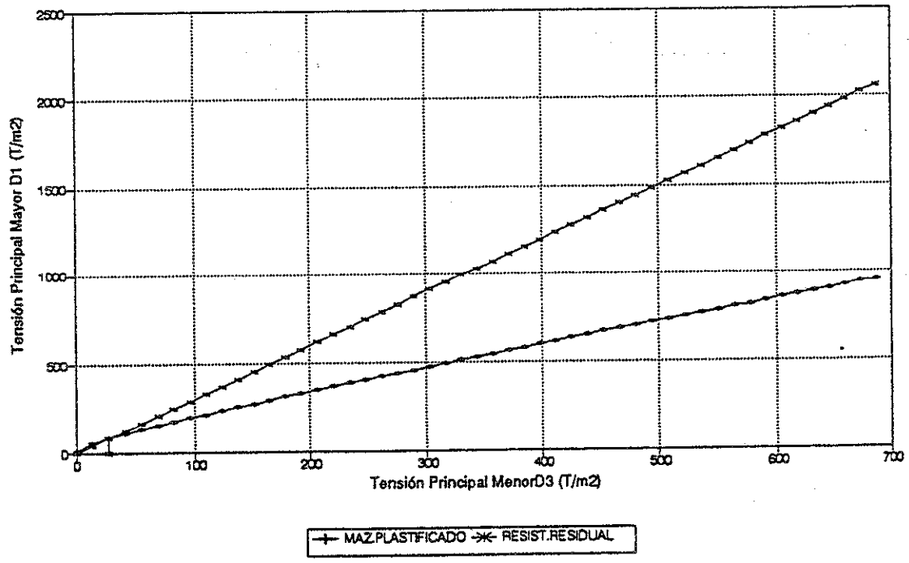

**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



# ICYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002985 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 11.406 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPERSWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.201 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.165 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 19.900 | 34.828 | 4.972 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 27.702 | 37.702 | 17.702 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.392 | 1.083 | 3.560 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.336) | metros | Sost.sin sol> | 28.422 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.904 | metros | >> Pi Sost.= | 27.702 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.600 | T/m2 | Compres.hastiales = 1,401.160 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 35.302 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 2.335 T x m |





# ICYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15.142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002985 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.201 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.165 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 19.900 | 34.828 | 4.972 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 23.753 | 40.315 | 28.315 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.194 | 1.158 | 5.695 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.416 | metros | Sost.sin sol> | 11.902 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.042 | metros | >> Pi Sost.= | 23.753 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.600 | T/m2 | Compres.hastiales = 778.422 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 31.353 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 4.203 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 39.921 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 35.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 39.921 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.201 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 27.165 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 19.900 | 34.828 | 4.972 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 59.111 | 71.111 | 47.706 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.970 | 2.042 | 9.595 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.022 | metros | Sost.sin sol> | 19.080 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.326 | metros | >> Pi Sost.= | 59.111 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.600 | T/m2 | Compres.hastiales = | 311.359 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 66.711 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 10.509 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.225.11 | | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | | |
| RMR | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900.000 | | | | | |
| MODULO ELAST. | 1,900.000 | T/M2 | Em (H&B)= | 3,000.000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,370.000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M | 1.50000 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | AR | | <RMR CA | | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00400 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 65 | | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 225 | M | PROFUND. MI | 200 | M | | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 562.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 500.0 | T/M2 | | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA 252.91 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 80 T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 3.14513 | 50.56% | 66.465 | 60.245 | 968.57% | 0.013 |
| 2.667 | 17.595 | | PLASTICA | 2.30540 | 37.06% | 66.212 | 59.992 | 964.50% | 0.013 |
| 5.333 | 20.261 | | PLASTICA | 1.87374 | 30.12% | 64.494 | 58.274 | 936.88% | 0.013 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 1.56389 | 25.14% | 62.416 | 56.196 | 903.48% | 0.012 |
| 10.667 | 25.595 | | PLASTICA | 1.32483 | 21.30% | 60.210 | 53.990 | 868.00% | 0.012 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 1.13404 | 18.23% | 57.977 | 51.757 | 832.11% | 0.011 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.97862 | 15.73% | 55.774 | 49.554 | 796.69% | 0.011 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.85020 | 13.67% | 53.632 | 47.412 | 762.24% | 0.010 |
| 21.333 | 36.261 | 6.405 | PLASTICA | 0.74294 | 11.94% | 51.567 | 45.347 | 729.05% | 0.010 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.65255 | 10.49% | 49.589 | 43.369 | 697.24% | 0.010 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.57582 | 9.26% | 47.701 | 41.481 | 666.89% | 0.009 |
| 29.333 | 44.261 | 14.405 | PLASTICA | 0.51026 | 8.20% | 45.903 | 39.683 | 637.99% | 0.009 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.45392 | 7.30% | 44.194 | 37.974 | 610.52% | 0.009 |
| 34.667 | 49.595 | 19.739 | PLASTICA | 0.40524 | 6.52% | 42.572 | 36.352 | 584.43% | 0.008 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.36299 | 5.84% | 41.031 | 34.811 | 559.67% | 0.008 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.32615 | 5.24% | 39.569 | 33.349 | 536.16% | 0.008 |
| 42.667 | 57.595 | 27.739 | PLASTICA | 0.29390 | 4.73% | 38.181 | 31.961 | 513.85% | 0.007 |
| 45.333 | 60.261 | 30.405 | PLASTICA | 0.26555 | 4.27% | 36.863 | 30.643 | 492.66% | 0.007 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.24056 | 3.87% | 35.611 | 29.391 | 472.52% | 0.007 |
| 50.667 | 65.595 | 35.739 | PLASTICA | 0.21844 | 3.51% | 34.420 | 28.200 | 453.38% | 0.007 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.19881 | 3.20% | 33.288 | 27.068 | 435.18% | 0.007 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.18133 | 2.92% | 32.210 | 25.990 | 417.85% | 0.006 |
| 58.667 | 73.595 | 43.739 | PLASTICA | 0.16573 | 2.66% | 31.183 | 24.963 | 401.34% | 0.006 |
| 61.333 | 76.261 | 46.405 | PLASTICA | 0.15177 | 2.44% | 30.205 | 23.985 | 385.61% | 0.006 |
| 64.000 | 78.928 | 49.072 | PLASTICA | 0.13923 | 2.24% | 29.271 | 23.051 | 370.60% | 0.006 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.12796 | 2.06% | 28.380 | 22.160 | 356.27% | 0.006 |
| 69.333 | 84.261 | 54.405 | PLASTICA | 0.11780 | 1.89% | 27.529 | 21.309 | 342.58% | 0.005 |
| 72.000 | 86.928 | 57.072 | PLASTICA | 0.10862 | 1.75% | 26.715 | 20.495 | 329.50% | 0.005 |
| 74.667 | 89.595 | 59.739 | PLASTICA | 0.10030 | 1.61% | 25.936 | 19.716 | 316.98% | 0.005 |
| 77.333 | 92.261 | 62.405 | PLASTICA | 0.09276 | 1.49% | 25.191 | 18.971 | 305.00% | 0.005 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.08591 | 1.38% | 24.477 | 18.257 | 293.52% | 0.005 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.11
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 225.000 | M | Po..... | 562.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 15.500 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 49.963 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 1.50000 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00400 | |
| Rc..... | 1.000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tri..... | 15.500 | |
| Tti..... | 55.347 | |
| Tr2..... | 53.752 | 252.915 |
| Tt2..... | 127.592 | |
| CONST.M | 0.310 | |
| TrMEDIA.. | 34.626 | |
| TtMEDIA.. | 91.469 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 80.829 | |
| RES.TAN | 46.656 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 5.364 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 5.364 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 15.500 | PRES. APORTADA ROCA 5.364

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 10.136 | 10.136 | 1.005 | 50.0 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 25.064 | 25.064 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 228.83

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.912 | 17.382 | 0.909 | 32.310 | 0.000 |
| 0.500 | 0.925 | 17.117 | 0.922 | 32.045 | 12.807 |
| 1.000 | 0.933 | 16.952 | 0.930 | 31.880 | 20.888 |
| 1.500 | 0.940 | 16.812 | 0.937 | 31.740 | 27.837 |
| 2.000 | 0.946 | 16.686 | 0.943 | 31.614 | 34.152 |
| 2.500 | 0.951 | 16.569 | 0.949 | 31.497 | 40.039 |
| 3.000 | 0.956 | 16.460 | 0.955 | 31.388 | 45.611 |
| 3.500 | 0.961 | 16.356 | 0.960 | 31.284 | 50.938 |
| 4.000 | 0.966 | 16.257 | 0.965 | 31.185 | 56.066 |
| 4.500 | 0.971 | 16.161 | 0.970 | 31.089 | 61.028 |
| 5.000 | 0.975 | 16.069 | 0.975 | 30.997 | 65.849 |
| 6.000 | 0.984 | 15.912 | 0.983 | 30.840 | 74.155 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.11
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 225.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 15.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 28.573 | 82.502 | 68.925 | 8.123 | 8.123 |
| 2.500 | 31.845 | 88.758 | 72.052 | 10.577 | 10.000 |
| 3.000 | 35.097 | 94.826 | 75.086 | 13.196 | 10.000 |
| 3.500 | 38.322 | 100.718 | 78.033 | 15.974 | 10.000 |
| 4.000 | 41.515 | 106.445 | 80.896 | 18.903 | 10.000 |
| 4.500 | 44.674 | 112.017 | 83.682 | 21.978 | 10.000 |
| 5.000 | 47.796 | 117.442 | 86.395 | 25.194 | 10.000 |
| 5.500 | 50.881 | 122.729 | 89.038 | 28.545 | 10.000 |
| 6.000 | 53.927 | 127.885 | 91.616 | 32.027 | 10.000 |
| 6.500 | 56.933 | 132.917 | 94.132 | 35.635 | 10.000 |
| 7.500 | 62.828 | 142.635 | 98.991 | 43.214 | 10.000 |
| 8.000 | 65.717 | 147.332 | 101.340 | 47.177 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 19.390 | 5.703 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 17.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 12.547 | 19.390 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.018 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.750 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 7.500 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.999 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 167 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.500 T/m2 | DEFORMACIO | 1.005 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.069 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.812 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.136 | 25.064 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 20.047 | 29.390 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.978 | 1.173 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.937 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.033 metros | Sost.sin sol> | 10.800 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.610 metros | >> Pi Sost.= | 20.047 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 5.364 T/m2 | Compres.hastiales = | 464.556 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 25.410 T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.238 | T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.666 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.500 T/m2 | DEFORMACIO | 1.005 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.069 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.812 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.136 | 25.064 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.376 | 1.593 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.937 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.299 metros | Sost.sin sol> | 6.481 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.332 metros | >> Pi Sost.= | 34.218 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 5.364 T/m2 | Compres.hastiales = | 225.641 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 39.582 T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.607 | T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 5.703 | 5.703 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 10.0 | 5.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 8.554 | 11.406 | 5.703 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.021 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | |
|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.507 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.005 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.812 | T/m2 | UI/RI(%)= | 1.10% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.136 | 25.064 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 19.851 | 27.702 | 11.999 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.958 | 1.105 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.937 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.036 | metros | Sost.sin sol> | 10.750 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.616 | metros | >> Pi Sost = | 19.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.364 | T/m2 | Compres.hastiales = | 789.744 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 25.215 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.316 T x m |





# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | |
|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.174 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

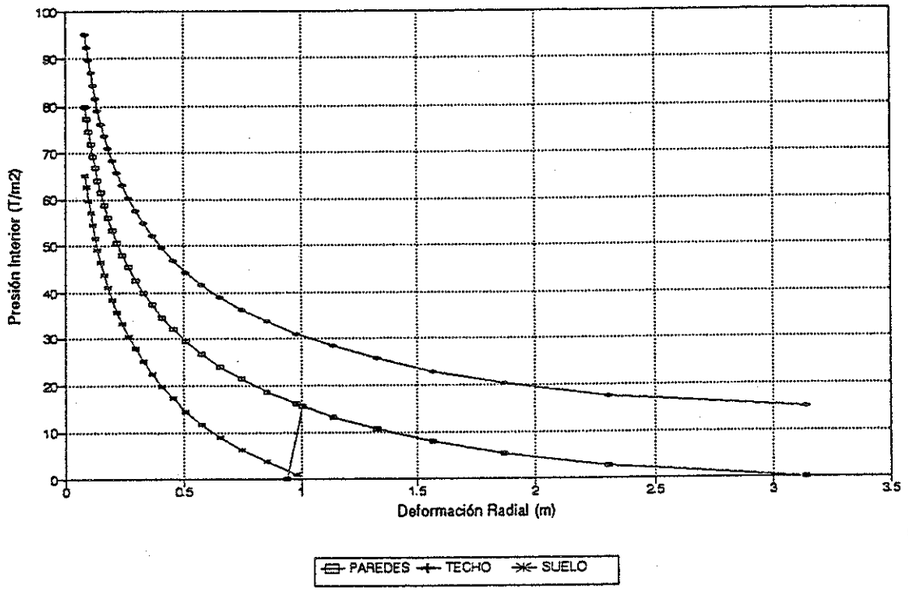
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.005 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.812 | T/m2 | UI/RI(%)= | 1.10% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.136 | 25.064 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 40.514 | 46.217 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.997 | 1.844 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.937 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.299 | metros | Sost.sin sol> | 6.481 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.260 | metros | >> Pi Sost.= | 40.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.364 | T/m2 | Compres.hastiales = | 225.641 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 45.878 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.607 T x m |

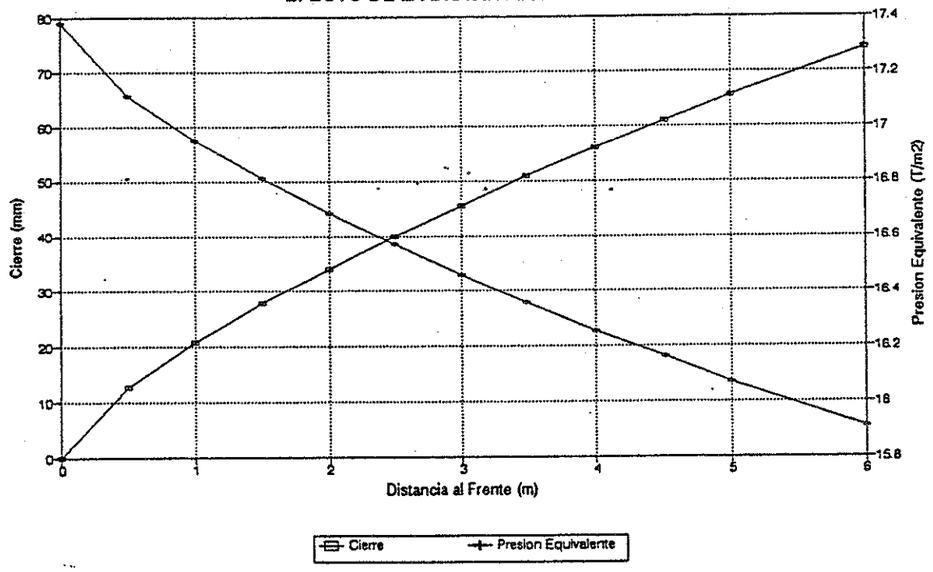
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3225.11
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 48

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



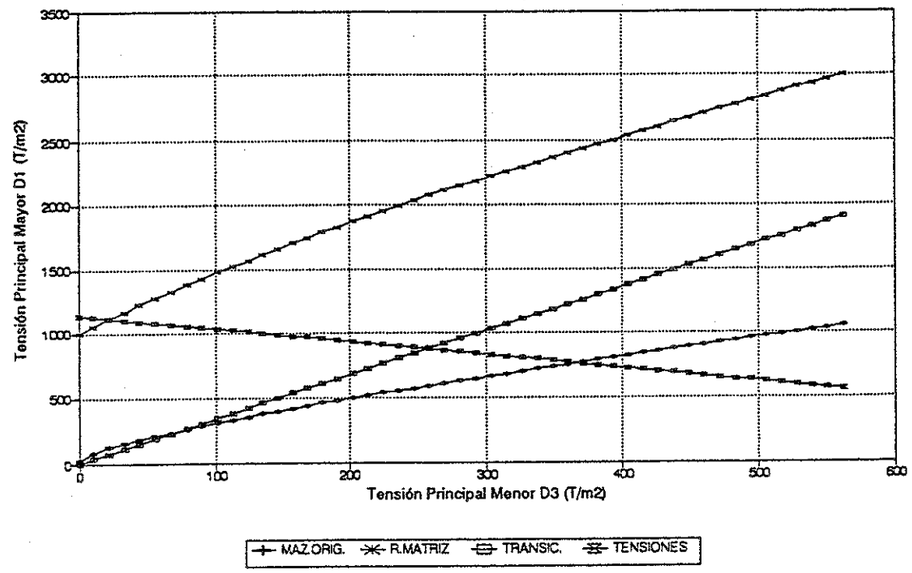




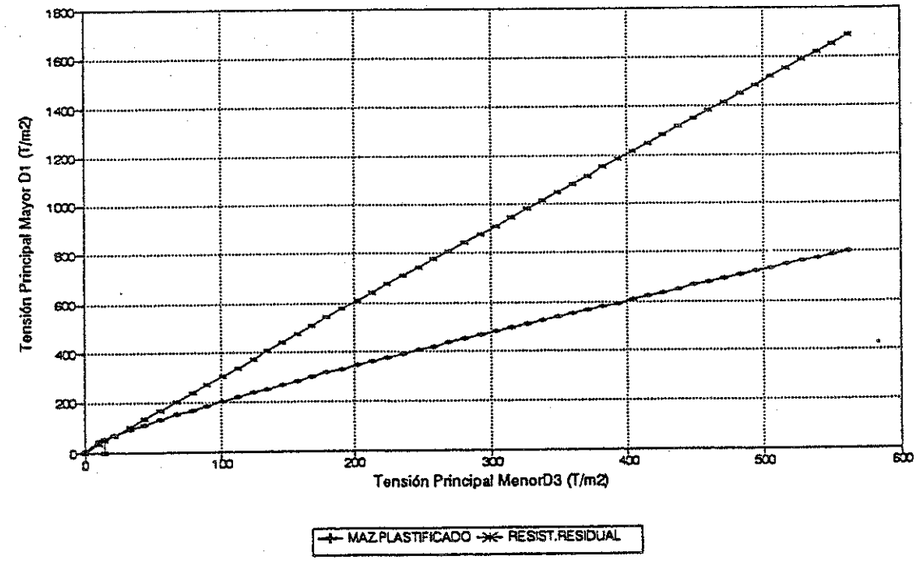

**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 5.703 | 5.703 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 10.0 | 5.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 8.554 | 11.406 | 5.703 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.021 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.507 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.005 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.812 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.136 | 25.064 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 14.851 | 27.702 | 11.999 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.465 | 1.105 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.937 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.262 | metros | Sost.sin sol> | 7.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.786 | metros | >> Pi Sost.= | 14.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.364 | T/m2 | Compres.hastiales = | 789.744 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 20.215 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.316 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:322 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10.095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.958 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.005 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.812 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.136 | 25.064 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 21.158 | 37.720 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.087 | 1.505 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.937 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.194 | metros | Sost.sin sol> | 8.017 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.580 | metros | >> Pi Sost.= | 21.158 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.364 | T/m2 | Compres.hastiales = | 438.747 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 26.522 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.359 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 10,095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 39.921 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 35.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 39.921 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.005 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.812 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.10% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 10.136 | 25.064 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 56.517 | 56.517 | 47.706 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 5.576 | 2.255 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.937 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.130 | metros | Sost.sin sol> | 9.063 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.149 | metros | >> Pi Sost.= | 56.517 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.364 | T/m2 | Compres.hastiales = | 175.499 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 61.880 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.923 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.175.11 | | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 2,200,000 | T/m2 | | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 1,880,000 | T/m2 | | | | | |
| CONST. M ..... | 1.08941 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | | |
| CONST. S ..... | 0.00261 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 61 | CARBONA | CA | | |
| CONST. Mr..... | 0.101.03 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 175 | M | PROFUND. MI | 150 | M | | I.G.FINO | IF | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 437.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 375.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 201.72 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 70 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 1.64756 | 26.49% | 70.473 | 64.253 | 1033.01% | 0.010 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 1.05153 | 16.91% | 63.600 | 57.380 | 922.52% | 0.009 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 0.80164 | 12.89% | 59.020 | 52.800 | 848.87% | 0.009 |
| 7.000 | 21.928 | | PLASTICA | 0.64229 | 10.33% | 55.259 | 49.039 | 788.40% | 0.008 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 0.52917 | 8.51% | 52.025 | 45.805 | 736.42% | 0.008 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 0.44430 | 7.14% | 49.181 | 42.961 | 690.70% | 0.007 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 0.37832 | 6.08% | 46.644 | 40.424 | 649.91% | 0.007 |
| 16.333 | 31.261 | 1.405 | PLASTICA | 0.32573 | 5.24% | 44.357 | 38.137 | 613.14% | 0.007 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.28302 | 4.55% | 42.280 | 36.060 | 579.74% | 0.006 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 0.24779 | 3.98% | 40.381 | 34.161 | 549.22% | 0.006 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.21838 | 3.51% | 38.636 | 32.416 | 521.16% | 0.006 |
| 25.667 | 40.595 | 10.739 | PLASTICA | 0.19357 | 3.11% | 37.026 | 30.806 | 495.27% | 0.006 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.17244 | 2.77% | 35.533 | 29.313 | 471.27% | 0.005 |
| 30.333 | 45.261 | 15.405 | PLASTICA | 0.15432 | 2.48% | 34.145 | 27.925 | 448.96% | 0.005 |
| 32.667 | 47.595 | 17.739 | PLASTICA | 0.13867 | 2.23% | 32.851 | 26.631 | 428.15% | 0.005 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.12506 | 2.01% | 31.640 | 25.420 | 408.68% | 0.005 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.11317 | 1.82% | 30.504 | 24.284 | 390.43% | 0.005 |
| 39.667 | 54.595 | 24.739 | PLASTICA | 0.10273 | 1.65% | 29.437 | 23.217 | 373.27% | 0.004 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.09352 | 1.50% | 28.433 | 22.213 | 357.12% | 0.004 |
| 44.333 | 59.261 | 29.405 | PLASTICA | 0.08536 | 1.37% | 27.484 | 21.264 | 341.87% | 0.004 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.07811 | 1.26% | 26.588 | 20.368 | 327.46% | 0.004 |
| 49.000 | 63.928 | 34.072 | PLASTICA | 0.07163 | 1.15% | 25.739 | 19.519 | 313.82% | 0.004 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.06584 | 1.06% | 24.935 | 18.715 | 300.88% | 0.004 |
| 53.667 | 68.595 | 38.739 | PLASTICA | 0.06063 | 0.97% | 24.170 | 17.950 | 288.59% | 0.004 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.05594 | 0.90% | 23.444 | 17.224 | 276.91% | 0.003 |
| 58.333 | 73.261 | 43.405 | PLASTICA | 0.05171 | 0.83% | 22.752 | 16.532 | 265.78% | 0.003 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.04788 | 0.77% | 22.092 | 15.872 | 255.18% | 0.003 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.04440 | 0.71% | 21.463 | 15.243 | 245.06% | 0.003 |
| 65.333 | 80.261 | 50.405 | PLASTICA | 0.04124 | 0.66% | 20.861 | 14.641 | 235.39% | 0.003 |
| 67.667 | 82.595 | 52.739 | PLASTICA | 0.03836 | 0.62% | 20.286 | 14.066 | 226.14% | 0.003 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.03573 | 0.57% | 19.736 | 13.516 | 217.29% | 0.003 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.11
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 175.000 | M | Po..... | 437.50 | T/M2 | Tr1..... | 8.500 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 8.500 | T/M2 | Tt1..... | 38.175 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | Tr2..... | 39.907 201.722 |
| | | | | | | Tt2..... | 103.574 |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 46.910 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | CONST.M | 0.236 |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 1.08941 | | TrMEDIA.. | 24.204 |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00261 | | TtMEDIA.. | 70.875 |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | | << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | |
| | | | | | | TENS.NO | 60.478 |
| | | | | | | RES.TAN | 34.917 T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 4.013 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 4.013 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 8.500 | PRES. APORTADA ROCA 4.013

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 4.487 | 4.487 | 0.566 | 46.9 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 19.415 | 19.415 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 154.12

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.478 | 10.746 | 0.475 | 25.674 | 0.000 |
| 0.500 | 0.487 | 10.504 | 0.484 | 25.432 | 8.643 |
| 1.000 | 0.492 | 10.354 | 0.489 | 25.282 | 14.128 |
| 1.500 | 0.497 | 10.226 | 0.494 | 25.154 | 18.865 |
| 2.000 | 0.501 | 10.111 | 0.498 | 25.039 | 23.186 |
| 2.500 | 0.505 | 10.005 | 0.502 | 24.933 | 27.229 |
| 3.000 | 0.508 | 9.905 | 0.506 | 24.833 | 31.068 |
| 3.500 | 0.512 | 9.811 | 0.510 | 24.739 | 34.749 |
| 4.000 | 0.515 | 9.721 | 0.513 | 24.649 | 38.304 |
| 4.500 | 0.518 | 9.634 | 0.517 | 24.562 | 41.754 |
| 5.000 | 0.521 | 9.551 | 0.520 | 24.479 | 45.115 |
| 6.000 | 0.527 | 9.392 | 0.527 | 24.320 | 51.620 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.11
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 175.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 8.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 18.737 | 62.494 | 50.335 | 5.910 | 5.910 |
| 2.500 | 21.408 | 68.149 | 53.162 | 7.781 | 7.781 |
| 3.000 | 24.093 | 73.650 | 55.912 | 9.803 | 9.803 |
| 3.500 | 26.781 | 79.005 | 58.590 | 11.969 | 10.000 |
| 4.000 | 29.464 | 84.222 | 61.199 | 14.275 | 10.000 |
| 4.500 | 32.137 | 89.308 | 63.741 | 16.715 | 10.000 |
| 5.000 | 34.796 | 94.270 | 66.222 | 19.285 | 10.000 |
| 5.500 | 37.437 | 99.113 | 68.644 | 21.980 | 10.000 |
| 6.000 | 40.057 | 103.844 | 71.009 | 24.796 | 10.000 |
| 6.500 | 42.656 | 108.468 | 73.321 | 27.729 | 10.000 |
| 7.500 | 47.781 | 117.416 | 77.795 | 33.932 | 10.000 |
| 8.000 | 50.306 | 121.749 | 79.962 | 37.196 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION L (T/m2) >> | 2.500 | 10.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 56 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 8.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.566 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 10.226 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.15% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.487 | 19.415 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 8.203 | 21.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.828 | 1.103 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.494 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.001) | metros | Sost.sin sol> | 6.250 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.427 | metros | >> Pi Sost.= | 8.203 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.013 | T/m2 | Compres.hastiales = | 433.086 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 12.216 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.722 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION L (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.696 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

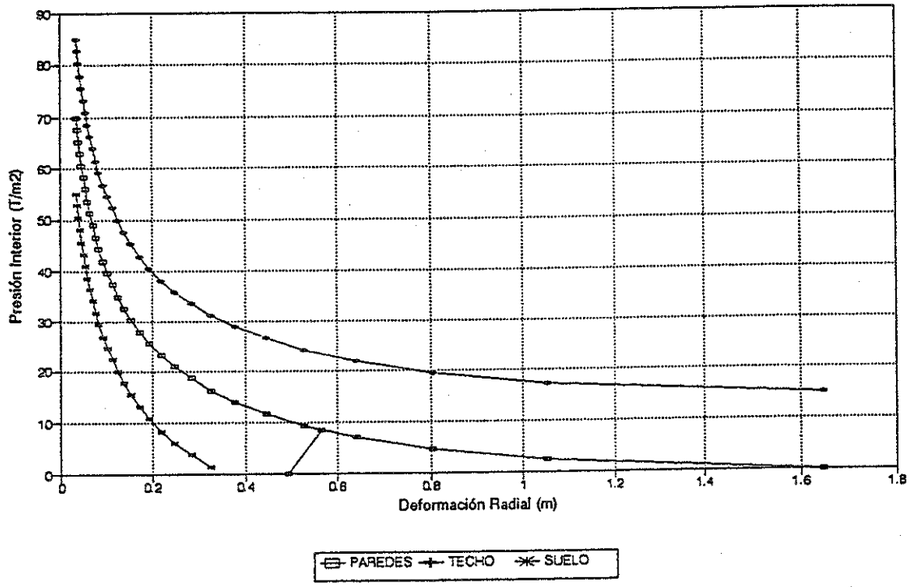
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 8.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.566 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 10.226 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.15% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 4.487 | 19.415 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 7.627 | 2.056 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.494 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.117 | metros | Sost.sin sol> | 3.554 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.109 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.013 | T/m2 | Compres.hastiales = | 123.739 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 38.231 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.526 T x m |

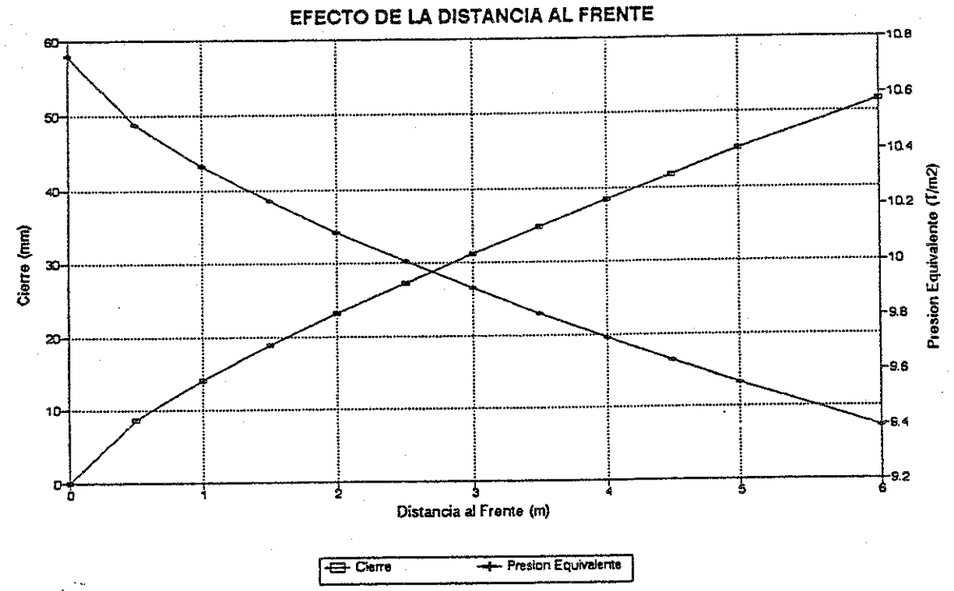
## iCYFSA

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3175.11*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 48*

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



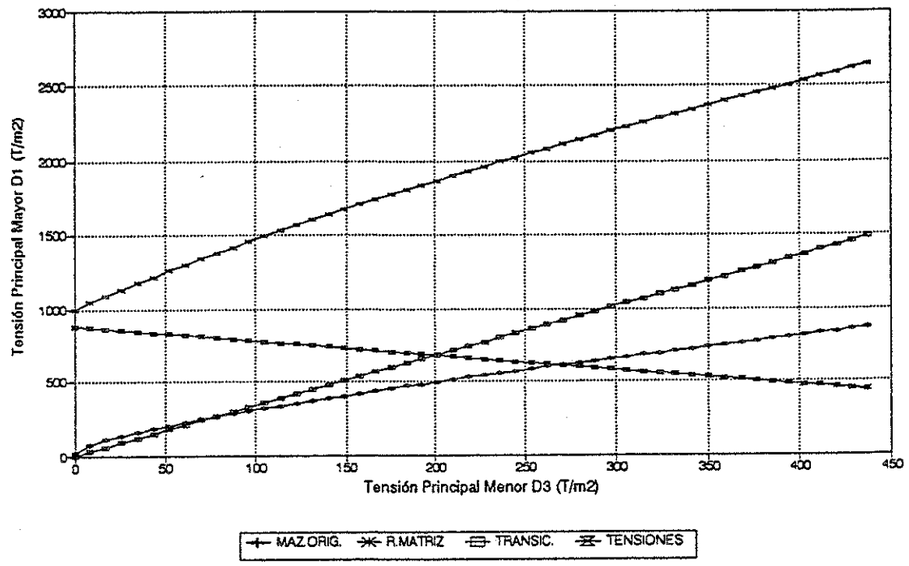




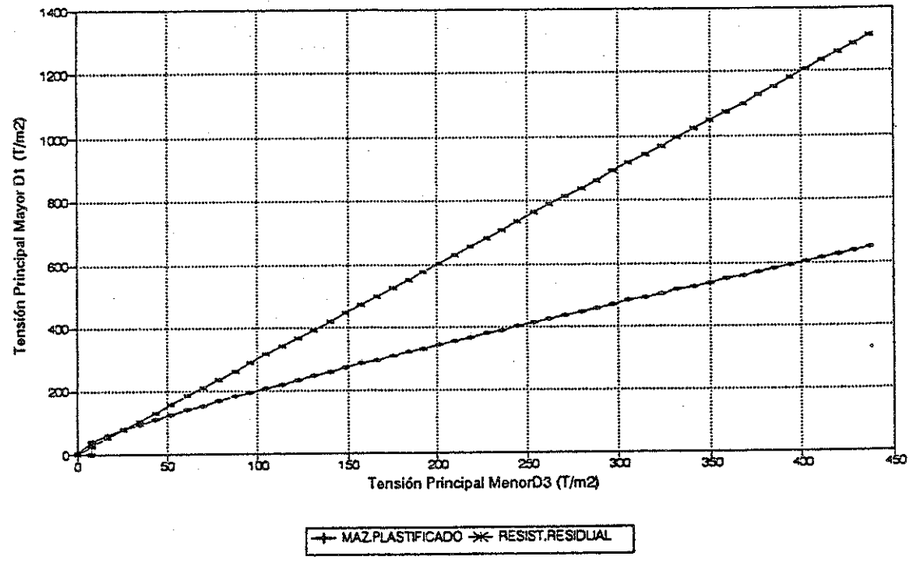

## iCYFSA

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 48*

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.125.11 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | FI transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | FI básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,410,000 | T/M2 | Em (H&B) = | 1,200,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 1,410,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.75982 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00126 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 56 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 125 | M | PROFUND. MI | 100 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 312.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 250.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 145.38 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 80 | T/M2 | \| PI FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.63242 | 10.17% | 56.206 | 49.986 | 803.64% | 0.008 |
| 2.667 | 17.595 | | PLASTICA | 0.34528 | 5.55% | 46.241 | 40.021 | 643.43% | 0.007 |
| 5.333 | 20.261 | | PLASTICA | 0.24719 | 3.97% | 41.245 | 35.025 | 563.11% | 0.006 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.19016 | 3.06% | 37.616 | 31.396 | 504.76% | 0.005 |
| 10.667 | 25.595 | | PLASTICA | 0.15213 | 2.45% | 34.732 | 28.512 | 458.39% | 0.005 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.12487 | 2.01% | 32.334 | 26.114 | 419.84% | 0.005 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.10443 | 1.68% | 30.284 | 24.064 | 386.89% | 0.004 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.08859 | 1.42% | 28.498 | 22.278 | 358.17% | 0.004 |
| 21.333 | 36.261 | 6.405 | PLASTICA | 0.07603 | 1.22% | 26.919 | 20.699 | 332.79% | 0.004 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.06588 | 1.06% | 25.509 | 19.289 | 310.11% | 0.004 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.05754 | 0.93% | 24.237 | 18.017 | 289.66% | 0.003 |
| 29.333 | 44.261 | 14.405 | PLASTICA | 0.05061 | 0.81% | 23.081 | 16.861 | 271.08% | 0.003 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.04478 | 0.72% | 22.026 | 15.806 | 254.11% | 0.003 |
| 34.667 | 49.595 | 19.739 | PLASTICA | 0.03983 | 0.64% | 21.056 | 14.836 | 238.53% | 0.003 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.03560 | 0.57% | 20.162 | 13.942 | 224.15% | 0.003 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.03196 | 0.51% | 19.333 | 13.113 | 210.83% | 0.003 |
| 42.667 | 57.595 | 27.739 | PLASTICA | 0.02879 | 0.46% | 18.563 | 12.343 | 198.44% | 0.003 |
| 45.333 | 60.261 | 30.405 | PLASTICA | 0.02604 | 0.42% | 17.845 | 11.625 | 186.90% | 0.003 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.02362 | 0.38% | 17.173 | 10.953 | 176.10% | 0.002 |
| 50.667 | 65.595 | 35.739 | PLASTICA | 0.02149 | 0.35% | 16.544 | 10.324 | 165.98% | 0.002 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.01961 | 0.32% | 15.952 | 9.732 | 156.47% | 0.002 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.01793 | 0.29% | 15.395 | 9.175 | 147.51% | 0.002 |
| 58.667 | 73.595 | 43.739 | PLASTICA | 0.01644 | 0.26% | 14.870 | 8.650 | 139.06% | 0.002 |
| 61.333 | 76.261 | 46.405 | PLASTICA | 0.01511 | 0.24% | 14.373 | 8.153 | 131.07% | 0.002 |
| 64.000 | 78.928 | 49.072 | PLASTICA | 0.01391 | 0.22% | 13.903 | 7.683 | 123.51% | 0.002 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.01283 | 0.21% | 13.457 | 7.237 | 116.35% | 0.002 |
| 69.333 | 84.261 | 54.405 | PLASTICA | 0.01186 | 0.19% | 13.033 | 6.813 | 109.54% | 0.002 |
| 72.000 | 86.928 | 57.072 | PLASTICA | 0.01098 | 0.18% | 12.631 | 6.411 | 103.07% | 0.002 |
| 74.667 | 89.595 | 59.739 | PLASTICA | 0.01018 | 0.16% | 12.248 | 6.028 | 96.91% | 0.002 |
| 77.333 | 91.509 | 63.158 | PLASTICA | 0.00946 | 0.15% | 11.882 | 5.662 | 91.03% | 0.002 |
| 80.000 | 93.303 | 66.697 | PLASTICA | 0.00880 | 0.14% | 11.534 | 5.314 | 85.43% | 0.002 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.125.11 | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 48.000 | | | | |
| PROFUNDIDAD | 125.000 | M | Po..... | 312.50 | T/M2 | Tm..... | 4.500 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 4.500 | T/M2 | Tt..... | 26.329 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | Tr2..... | 30.627 145.375 |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 36.389 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | Tt2..... | 86.448 |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | 0.75982 | | | CONST.M | 0.167 |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | 0.00126 | | | TrMEDIA. | 17.564 |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | | TtMEDIA. | 56.389 |

<< EN CUÑA PLASTIFICADA>>
TENS.NO 46.730
RES.TAN 26.980 T/M2

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.180 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 | <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) |
| FI..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> / RESIST. ARCO ROCA>> / DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3.101 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 3.101 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 4.500 | PRES. APORTADA ROCA 3.101

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 1.399 | 1.399 | 0.272 | 36.4 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 16.327 | 16.327 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | |
|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.002 m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 61.46 |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.183 | 8.474 | 0.182 | 23.402 | 0.000 |
| 0.500 | 0.190 | 8.025 | 0.190 | 22.953 | 7.403 |
| 1.000 | 0.194 | 7.831 | 0.193 | 22.759 | 10.741 |
| 1.500 | 0.197 | 7.675 | 0.196 | 22.603 | 13.520 |
| 2.000 | 0.200 | 7.534 | 0.198 | 22.462 | 16.067 |
| 2.500 | 0.203 | 7.405 | 0.201 | 22.333 | 18.452 |
| 3.000 | 0.205 | 7.284 | 0.203 | 22.212 | 20.747 |
| 3.500 | 0.208 | 7.170 | 0.205 | 22.098 | 22.947 |
| 4.000 | 0.210 | 7.061 | 0.207 | 21.989 | 25.061 |
| 4.500 | 0.212 | 6.957 | 0.209 | 21.885 | 27.161 |
| 5.000 | 0.215 | 6.856 | 0.212 | 21.784 | 29.195 |
| 6.000 | 0.219 | 6.666 | 0.215 | 21.594 | 33.156 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.125.11
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 125.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 4.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 12.549 | 48.461 | 37.395 | 4.376 | 4.376 |
| 2.500 | 14.758 | 53.652 | 39.991 | 5.838 | 5.838 |
| 3.000 | 17.005 | 58.716 | 42.522 | 7.440 | 7.440 |
| 3.500 | 19.278 | 63.657 | 44.993 | 9.175 | 9.175 |
| 4.000 | 21.568 | 68.480 | 47.404 | 11.041 | 10.000 |
| 4.500 | 23.866 | 73.191 | 49.760 | 13.032 | 10.000 |
| 5.000 | 26.167 | 77.795 | 52.062 | 15.144 | 10.000 |
| 5.500 | 28.466 | 82.296 | 54.312 | 17.373 | 10.000 |
| 6.000 | 30.759 | 86.699 | 56.514 | 19.716 | 10.000 |
| 6.500 | 33.043 | 91.009 | 58.669 | 22.169 | 10.000 |
| 7.500 | 37.574 | 99.363 | 62.846 | 27.393 | 10.000 |
| 8.000 | 39.818 | 103.415 | 64.972 | 30.158 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 7.500 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BULM >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ———— | ===== |
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 4.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.272 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 7.675 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.22% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 1.399 | 16.327 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 5.703 | 18.906 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 4.077 | 1.158 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.196 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.016 | metros | Sost.sin sol> | 3.750 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.177 | metros | >> Pi Sost.= | 5.703 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.101 | T/m2 | Compres.hastiales = | 229.281 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 8.804 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.382 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 9.696 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 4.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.272 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 7.675 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.22% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 1.399 | 16.327 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 24.459 | 2.445 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.196 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.061 | metros | Sost.sin sol> | 1.882 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.036 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.101 | T/m2 | Compres.hastiales = 65.509 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 37.319 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 1.337 T x m |

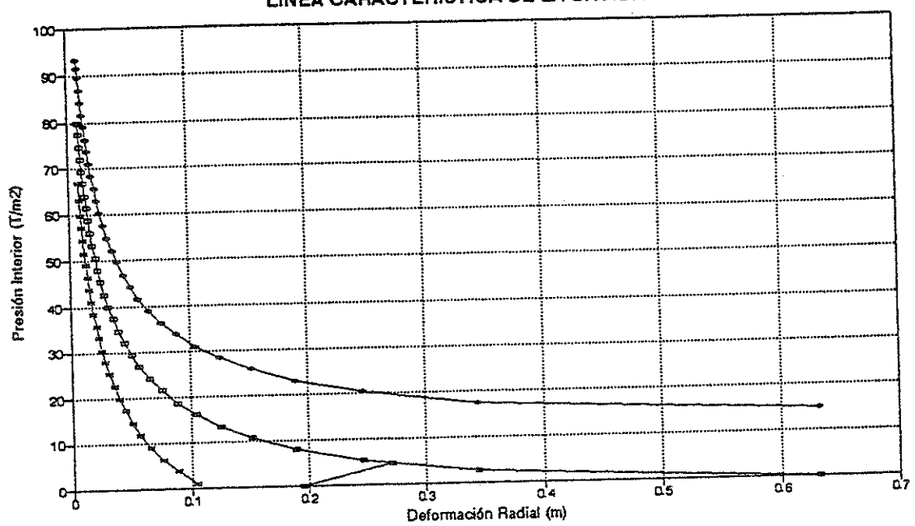




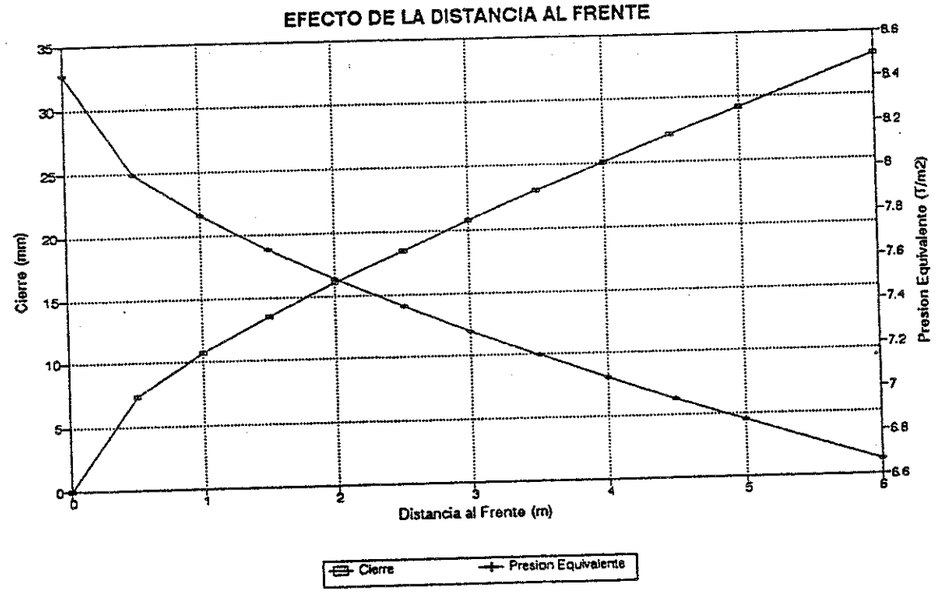
# iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3125.11
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 48

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



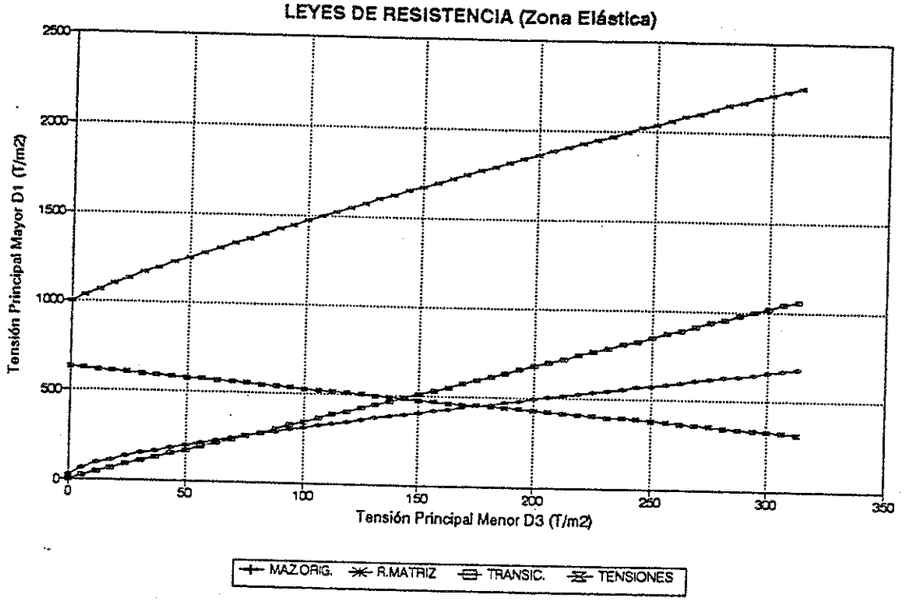

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



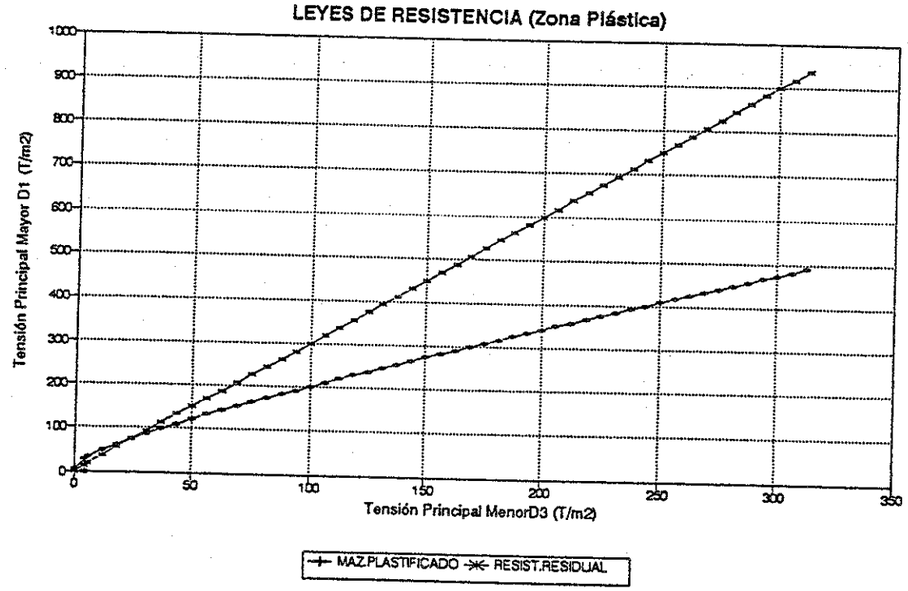
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 125.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026850 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002685 |
| TH-29 | 0.003580 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 10.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 11.406 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.500 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 2.500 | 5.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.333 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 56 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 4.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.272 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.076 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 7.675 | T/m2 | UI/Ri(%)= | 1.22% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 1.399 | 16.327 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 8.203 | 16.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 5.864 | 1.005 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.196 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.016 | metros | Sost.sin sol> | 3.750 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.145 | metros | >> PI Sost.= | 8.203 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> PI Roca = | 3.101 | T/m2 | Compres.hastiales = | 229.261 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 11.304 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.382 T x m |

**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ensanchador | | CASO: | 3.075.11 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900.000 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 940.000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 940.000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 0.45882 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AR | | | |
| CONST. S ..... | 0.00046 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | | | |
| CONST. Mr..... | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 75 | M | PROFUND. MI | 50 | M | | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 187.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 125.0 | T/M2 | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

| <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> |
|---|---|
| 48 49 | CARBONA CA |
| 28 28 | ARCILLOS AC |
| 90 | ARENOSA AR |
| | LG.FINO IF |
| | I.G.GRUE. IG |

PRESION CRITICA..... 87.02 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 |
| P.INTERIOR FINAL..... | 60 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA. (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.14613 | 2.35% | 35.517 | 29.297 | 471.02% | 0.005 |
| 2.000 | 16.928 | | PLASTICA | 0.08597 | 1.38% | 29.260 | 23.040 | 370.42% | 0.004 |
| 4.000 | 18.928 | | PLASTICA | 0.06423 | 1.03% | 26.244 | 20.024 | 321.92% | 0.003 |
| 6.000 | 20.928 | | PLASTICA | 0.05123 | 0.82% | 24.095 | 17.875 | 287.38% | 0.003 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.04233 | 0.68% | 22.403 | 16.183 | 260.18% | 0.003 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.03578 | 0.58% | 21.002 | 14.782 | 237.65% | 0.003 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 0.03075 | 0.49% | 19.805 | 13.585 | 218.42% | 0.003 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 0.02677 | 0.43% | 18.762 | 12.542 | 201.64% | 0.002 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.02353 | 0.38% | 17.838 | 11.618 | 186.78% | 0.002 |
| 18.000 | 32.928 | 3.072 | PLASTICA | 0.02085 | 0.34% | 17.009 | 10.789 | 173.46% | 0.002 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.01861 | 0.30% | 16.260 | 10.040 | 161.42% | 0.002 |
| 22.000 | 36.928 | 7.072 | PLASTICA | 0.01671 | 0.27% | 15.577 | 9.357 | 150.44% | 0.002 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.01508 | 0.24% | 14.951 | 8.731 | 140.37% | 0.002 |
| 26.000 | 40.928 | 11.072 | PLASTICA | 0.01367 | 0.22% | 14.373 | 8.153 | 131.09% | 0.002 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.01244 | 0.20% | 13.838 | 7.618 | 122.48% | 0.002 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.01136 | 0.18% | 13.340 | 7.120 | 114.47% | 0.002 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.01041 | 0.17% | 12.875 | 6.655 | 107.00% | 0.002 |
| 34.000 | 48.928 | 19.072 | PLASTICA | 0.00957 | 0.15% | 12.440 | 6.220 | 100.00% | 0.002 |
| 36.000 | 50.546 | 21.454 | PLASTICA | 0.00882 | 0.14% | 12.031 | 5.811 | 93.43% | 0.002 |
| 38.000 | 51.583 | 24.417 | PLASTICA | 0.00815 | 0.13% | 11.646 | 5.426 | 87.24% | 0.001 |
| 40.000 | 52.673 | 27.327 | PLASTICA | 0.00755 | 0.12% | 11.283 | 5.063 | 81.40% | 0.001 |
| 42.000 | 53.813 | 30.187 | PLASTICA | 0.00700 | 0.11% | 10.940 | 4.720 | 75.88% | 0.001 |
| 44.000 | 54.999 | 33.001 | PLASTICA | 0.00533 | 0.10% | 10.615 | 4.395 | 70.65% | 0.001 |
| 46.000 | 56.227 | 35.773 | PLASTICA | 0.00557 | 0.09% | 10.306 | 4.086 | 65.70% | 0.001 |
| 48.000 | 57.492 | 38.508 | PLASTICA | 0.00493 | 0.08% | 10.013 | 3.793 | 60.99% | 0.001 |
| 50.000 | 58.793 | 41.207 | PLASTICA | 0.00438 | 0.07% | 9.734 | 3.514 | 56.50% | 0.001 |
| 52.000 | 60.127 | 43.873 | PLASTICA | 0.00390 | 0.06% | 9.468 | 3.248 | 52.22% | 0.001 |
| 54.000 | 61.490 | 46.510 | PLASTICA | 0.00349 | 0.06% | 9.214 | 2.994 | 48.13% | 0.001 |
| 56.000 | 62.882 | 49.118 | PLASTICA | 0.00313 | 0.05% | 8.971 | 2.751 | 44.23% | 0.001 |
| 58.000 | 64.300 | 51.700 | PLASTICA | 0.00282 | 0.05% | 8.738 | 2.518 | 40.49% | 0.001 |
| 60.000 | 65.743 | 54.257 | PLASTICA | 0.00254 | 0.04% | 8.516 | 2.296 | 36.91% | 0.001 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ensanchador | | CASO: | 3.075.11 | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 48.000 | | | | |
| PROFUNDIDAD | 75.000 | M | Po..... | 187.50 | T/M2 | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.500 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 26.846 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | 0.45882 | | | | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | 0.00046 | | | | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 0.500 | | |
| Tr1..... | 9.009 | | |
| Tr2..... | 17.663 | 87.020 | |
| Tr2..... | 60.164 | | |
| CONST.M | 0.100 | | |
| TrMEDIA.. | 9.082 | | |
| TrMEDIA.. | 34.586 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 27.277 | | |
| RES.TAN | 15.748 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

| RESIST. ARCO ROCA>> / DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> 1.810 | <<<<<< 1.000 | Nº BULONES PARA CADA PASE DE 1.500 | 2.000 | 2.500 | >>>>>> 3.000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 1.810 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.500 | PRES. APORTADA ROCA 1.810

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.120 | 26.8 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 13.618 | 13.618 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 15.78

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.042 | 7.990 | 0.042 | 22.918 | 0.000 |
| 0.500 | 0.046 | 7.138 | 0.046 | 22.066 | 3.440 |
| 1.000 | 0.048 | 6.621 | 0.048 | 21.549 | 5.769 |
| 1.500 | 0.050 | 6.190 | 0.050 | 21.118 | 7.880 |
| 2.000 | 0.052 | 5.868 | 0.052 | 20.796 | 9.596 |
| 2.500 | 0.054 | 5.630 | 0.053 | 20.558 | 10.883 |
| 3.000 | 0.055 | 5.409 | 0.055 | 20.337 | 12.159 |
| 3.500 | 0.056 | 5.202 | 0.056 | 20.130 | 13.405 |
| 4.000 | 0.058 | 5.007 | 0.057 | 19.935 | 14.632 |
| 4.500 | 0.059 | 4.821 | 0.058 | 19.749 | 15.844 |
| 5.000 | 0.060 | 4.645 | 0.059 | 19.573 | 17.047 |
| 6.000 | 0.062 | 4.312 | 0.062 | 19.240 | 19.439 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ensanchador CASO: 3.075.11
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 75.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 4.835 | 27.427 | 18.218 | 2.119 | 2.119 |
| 2.500 | 6.257 | 31.832 | 20.420 | 2.967 | 2.967 |
| 3.000 | 7.762 | 36.153 | 22.581 | 3.936 | 3.936 |
| 3.500 | 9.332 | 40.390 | 24.699 | 5.021 | 5.021 |
| 4.000 | 10.953 | 44.545 | 26.777 | 6.221 | 6.221 |
| 4.500 | 12.615 | 48.620 | 28.814 | 7.530 | 7.530 |
| 5.000 | 14.309 | 52.617 | 30.813 | 8.946 | 8.946 |
| 5.500 | 16.027 | 56.537 | 32.773 | 10.466 | 10.000 |
| 6.000 | 17.764 | 60.384 | 34.696 | 12.087 | 10.000 |
| 6.500 | 19.513 | 64.159 | 36.584 | 13.806 | 10.000 |
| 7.500 | 23.037 | 71.505 | 40.257 | 17.528 | 10.000 |
| 8.000 | 24.804 | 75.081 | 42.045 | 19.527 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ensanchador CASO:307 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:48 PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 21 | AREA >> | 0.0029650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 | >> SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 2.000 | 2.000 | 2.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 2.119 | 10.000 | 2.119 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 6.289 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.120 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.070 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 6.190 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.12% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 13.618 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.153 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 | | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.050 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.003) | metros | Sost.sin sol> | 5.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.059 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.009 | metros | >> Pi Roca = | 1.810 | T/m2 | Compres.hastiales = | 50.951 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.15% | | Total Sost. = | 4.662 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.021 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ensanchador | CASO:307 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003580 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | >> SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 2.000 | 2.000 | 2.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 2.119 | 10.000 | 2.119 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 45.622 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.120 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.070 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 6.190 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.12% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 13.618 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 2.932 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.050 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.035 | metros | Sost.sin sol> | 0.209 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.009 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 1.810 | T/m2 | Compres.hastiales = 7.279 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost = | 36.028 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.149 T x m |

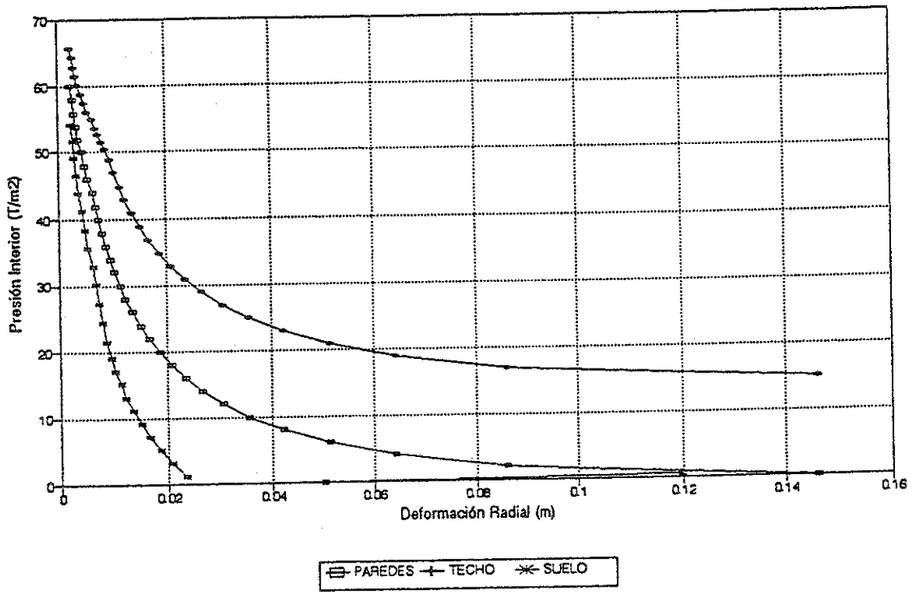




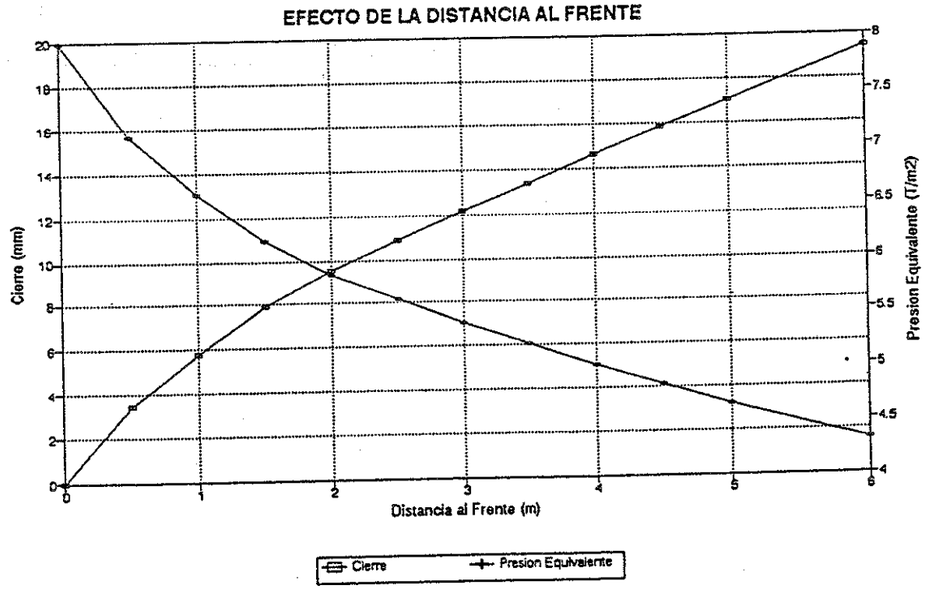
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ensanchado CASO..... 3075.11
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 48

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD

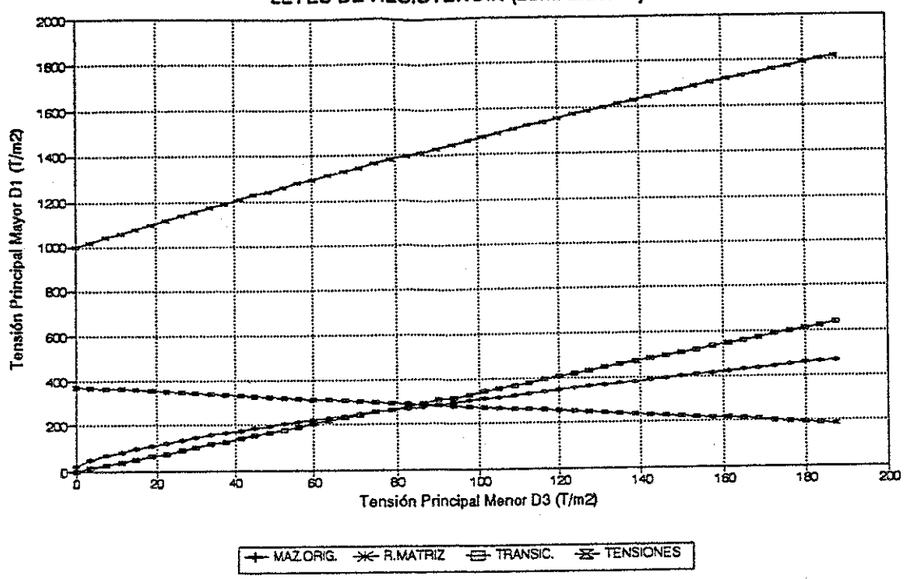



EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE

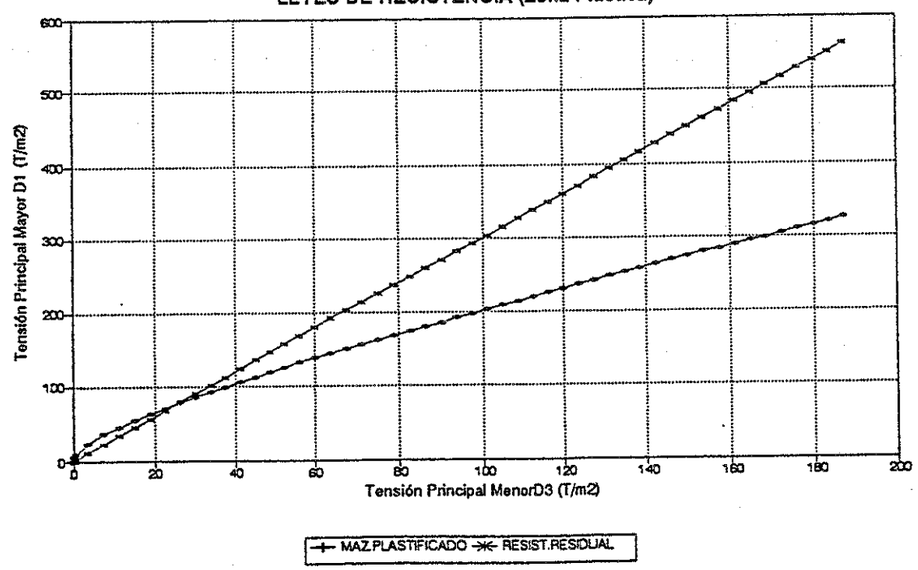


TUNEL..... PARAC-ensanchado CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 48

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)










## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.025.11 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 48 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 890,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 890.000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.42692 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AR | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00040 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 48 | 48 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.10103 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 28 | 28 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 25 | M | PROFUND. Mi | 0 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 62.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 0.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 17.80 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 18 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA. (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.00951 | 0.15% | 13.173 | 6.953 | 111.79% | 0.001 |
| 0.593 | 15.275 | | PLASTICA | 0.00763 | 0.12% | 12.086 | 5.866 | 94.31% | 0.001 |
| 1.186 | 14.207 | | PLASTICA | 0.00861 | 0.11% | 11.422 | 5.202 | 83.64% | 0.001 |
| 1.780 | 13.533 | | PLASTICA | 0.00590 | 0.09% | 10.916 | 4.696 | 75.50% | 0.001 |
| 2.373 | 13.083 | | PLASTICA | 0.00488 | 0.08% | 10.500 | 4.280 | 68.81% | 0.001 |
| 2.966 | 12.780 | | PLASTICA | 0.00399 | 0.06% | 10.142 | 3.922 | 63.06% | 0.001 |
| 3.559 | 12.584 | | PLASTICA | 0.00333 | 0.05% | 9.827 | 3.607 | 57.99% | 0.001 |
| 4.152 | 12.469 | | PLASTICA | 0.00284 | 0.05% | 9.544 | 3.324 | 53.45% | 0.001 |
| 4.746 | 12.419 | | PLASTICA | 0.00245 | 0.04% | 9.288 | 3.068 | 49.32% | 0.001 |
| 5.339 | 12.423 | | PLASTICA | 0.00214 | 0.03% | 9.052 | 2.832 | 45.53% | 0.001 |
| 5.932 | 12.471 | | PLASTICA | 0.00189 | 0.03% | 8.834 | 2.614 | 42.03% | 0.001 |
| 6.525 | 12.557 | 0.494 | PLASTICA | 0.00168 | 0.03% | 8.631 | 2.411 | 38.77% | 0.001 |
| 7.118 | 12.675 | 1.562 | PLASTICA | 0.00150 | 0.02% | 8.442 | 2.222 | 35.72% | 0.001 |
| 7.712 | 12.822 | 2.601 | PLASTICA | 0.00135 | 0.02% | 8.263 | 2.043 | 32.85% | 0.000 |
| 8.305 | 12.995 | 3.615 | PLASTICA | 0.00122 | 0.02% | 8.095 | 1.875 | 30.15% | 0.000 |
| 8.898 | 13.190 | 4.606 | PLASTICA | 0.00111 | 0.02% | 7.936 | 1.716 | 27.59% | 0.000 |
| 9.491 | 13.405 | 5.577 | PLASTICA | 0.00101 | 0.02% | 7.785 | 1.565 | 25.16% | 0.000 |
| 10.084 | 13.638 | 6.530 | PLASTICA | 0.00093 | 0.01% | 7.641 | 1.421 | 22.85% | 0.000 |
| 10.677 | 13.888 | 7.467 | PLASTICA | 0.00085 | 0.01% | 7.504 | 1.284 | 20.64% | 0.000 |
| 11.271 | 14.154 | 8.388 | PLASTICA | 0.00079 | 0.01% | 7.373 | 1.153 | 18.53% | 0.000 |
| 11.864 | 14.433 | 9.295 | PLASTICA | 0.00073 | 0.01% | 7.247 | 1.027 | 16.51% | 0.000 |
| 12.457 | 14.724 | 10.190 | PLASTICA | 0.00068 | 0.01% | 7.127 | 0.907 | 14.58% | 0.000 |
| 13.050 | 15.028 | 11.073 | PLASTICA | 0.00063 | 0.01% | 7.011 | 0.791 | 12.72% | 0.000 |
| 13.643 | 15.343 | 11.944 | PLASTICA | 0.00058 | 0.01% | 6.899 | 0.679 | 10.92% | 0.000 |
| 14.237 | 15.667 | 12.806 | PLASTICA | 0.00055 | 0.01% | 6.792 | 0.572 | 9.20% | 0.000 |
| 14.830 | 16.002 | 13.658 | PLASTICA | 0.00051 | 0.01% | 6.689 | 0.469 | 7.53% | 0.000 |
| 15.423 | 16.345 | 14.501 | PLASTICA | 0.00048 | 0.01% | 6.589 | 0.369 | 5.93% | 0.000 |
| 16.016 | 16.696 | 15.336 | PLASTICA | 0.00045 | 0.01% | 6.492 | 0.272 | 4.37% | 0.000 |
| 16.609 | 17.056 | 16.163 | PLASTICA | 0.00042 | 0.01% | 6.398 | 0.178 | 2.87% | 0.000 |
| 17.203 | 17.422 | 16.983 | PLASTICA | 0.00040 | 0.01% | 6.308 | 0.088 | 1.41% | 0.000 |
| 17.796 | 17.796 | 17.796 | ELASTICA | 0.00037 | 0.01% | 6.220 | 0.000 | | |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.025.11
ROCA: L-3 | RMR: 48.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 25.000 | M | Po..... | 62.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 6.953 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10103 | M..... | | 0.42692 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00040 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 0.000 | | |
| Tt1..... | 4.678 | | |
| Tr2..... | 14.585 | 17.796 | |
| Tt2..... | 53.256 | | |
| CONST.M | 0.045 | | |
| TtMEDIA. | 7.293 | | |
| TtMEDIA. | 28.967 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 22.588 | | |
| RES.TAN | 13.041 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< N° BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 1.499 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 1.499 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 1.499

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.010 | 7.0 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 13.429 | 13.429 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 2.92

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.003 | 4.277 | 0.003 | 12.454 | 0.000 |
| 0.500 | 0.004 | 3.381 | 0.004 | 12.633 | 0.760 |
| 1.000 | 0.004 | 2.985 | 0.004 | 12.772 | 1.213 |
| 1.500 | 0.004 | 2.750 | 0.004 | 12.876 | 1.529 |
| 2.000 | 0.005 | 2.555 | 0.005 | 12.976 | 1.825 |
| 2.500 | 0.005 | 2.385 | 0.005 | 13.075 | 2.114 |
| 3.000 | 0.005 | 2.248 | 0.005 | 13.163 | 2.368 |
| 3.500 | 0.005 | 2.126 | 0.005 | 13.249 | 2.615 |
| 4.000 | 0.006 | 2.015 | 0.006 | 13.333 | 2.860 |
| 4.500 | 0.006 | 1.912 | 0.006 | 13.416 | 3.015 |
| 5.000 | 0.006 | 1.817 | 0.006 | 13.499 | 3.111 |
| 6.000 | 0.006 | 1.591 | 0.006 | 13.718 | 3.355 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.025.11
ROCA: L-3 / RMR: 48 /PROFUND 25.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 23.000 | mm | LIM.ELAST. > | 55.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 176.715 | cm2 | R.TRACCION | 20.774 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 11.779 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 30.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 3.257 | 22.028 | 13.353 | 1.453 | 1.453 |
| 2.500 | 4.483 | 26.207 | 15.442 | 2.101 | 2.101 |
| 3.000 | 5.754 | 30.314 | 17.496 | 2.856 | 2.856 |
| 3.500 | 7.122 | 34.349 | 19.513 | 3.716 | 3.716 |
| 4.000 | 8.561 | 38.312 | 21.495 | 4.579 | 4.579 |
| 4.500 | 10.030 | 42.204 | 23.441 | 5.740 | 5.740 |
| 5.000 | 11.549 | 46.026 | 25.352 | 6.897 | 6.897 |
| 5.500 | 13.100 | 49.779 | 27.229 | 8.149 | 8.149 |
| 6.000 | 14.677 | 53.466 | 29.072 | 9.492 | 9.492 |
| 6.500 | 16.273 | 57.088 | 30.883 | 10.923 | 10.923 |
| 7.500 | 17.796 | 60.454 | 32.566 | 13.290 | 13.290 |
| 8.000 | 17.796 | 60.454 | 32.566 | 20.774 | 20.774 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:302 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 25.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.984 | 0.000 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 7.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 3.992 | 7.984 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 4.679 | 10.000 | 4.679 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.848 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.010 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.005 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 2.750 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.08% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 13.429 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 3.992 | 17.984 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.339 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.004 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.003) metros | Sost.sin sol> | 5.000 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.002 metros | >> Pi Sost.= | 3.992 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 1.499 T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 | |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 5.491 T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m | |





# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:302 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 25.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.008 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 4.679 | 10.000 | 4.679 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.848 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.010 m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.005 m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 2.750 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.08% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 13.429 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 0.000 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.169 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.004 metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.003) metros | Sost.sin sol> | 5.000 T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.003 metros | >> Pi Sost.= | 2.851 T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 metros | >> Pi Roca = | 1.499 T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 | |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | Total Sost. = | 4.350 T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m | |

## iCYFSA

# DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADOR | CASO:302 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:48 | PROF.= 25.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 21 | AREA >> | 0.0026650 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.058 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 4.679 | 10.000 | 4.679 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION L (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 20.650 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.010 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.005 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 2.750 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.08% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 13.429 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 2.973 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.004 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.002 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.000 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 1.499 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 35.717 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

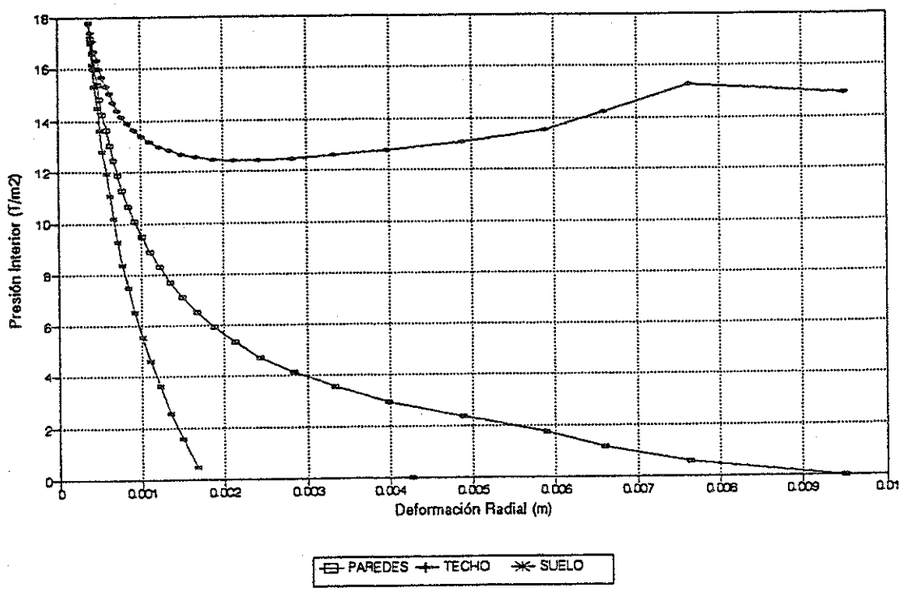




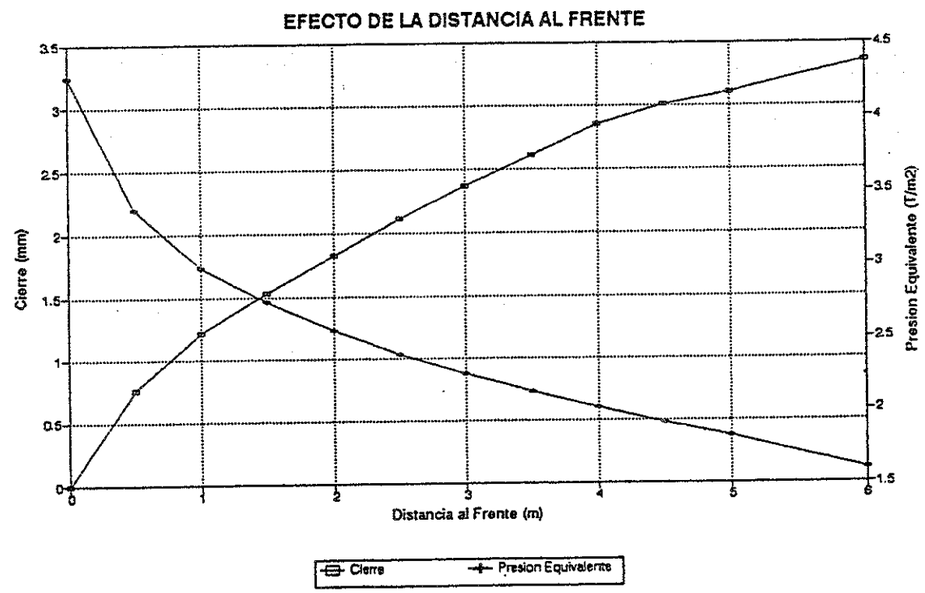
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3025.11
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 25 RMR..... 48

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



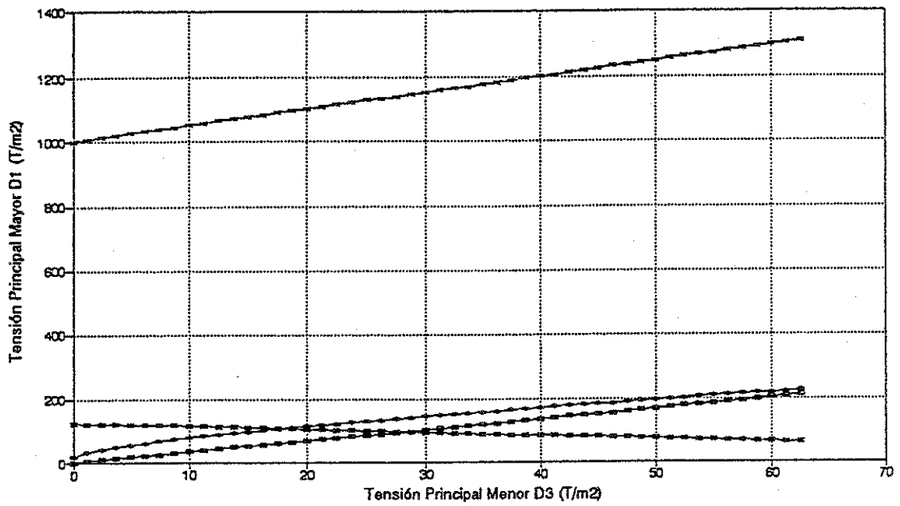

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



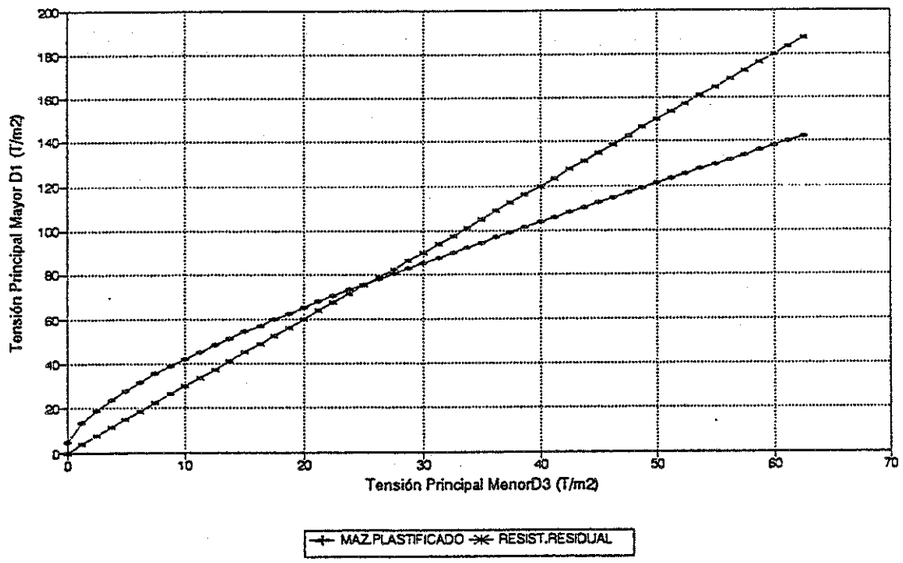
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 25 RMR..... 48

**LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)**




**LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)**






## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.375.21 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 2.000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2.697.006 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 2.697.006 | T/M2 | Em (H&B) = | 3.600.000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 2.820.000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 1.19486 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | 68 | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00718 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | | | CARBONA | CA |
| CONST. Mr..... | 0.07111 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | | 29 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00003 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 375 | M | PROFUND. MI | 350 | M | | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 937.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 875.0 | T/M2 | | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 425.97 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

P.INTERIOR ORIG..... 0 T/M2 | INTERVALO 1.000
P.INTERIOR FINAL..... 150 T/M2 | PI FINAL = 30.000 (CALCULADA)

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.04468 | 65.03% | 60.344 | 54.124 | 870.16% | 0.014 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 3.24874 | 52.23% | 63.595 | 57.375 | 922.42% | 0.015 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 2.74665 | 44.16% | 64.109 | 57.889 | 930.69% | 0.015 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 2.34943 | 37.77% | 63.625 | 57.405 | 922.90% | 0.015 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 2.02087 | 32.49% | 62.552 | 56.332 | 905.66% | 0.014 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 1.74466 | 28.05% | 61.102 | 54.882 | 882.35% | 0.014 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.51075 | 24.29% | 59.411 | 53.191 | 855.17% | 0.014 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 1.31186 | 21.09% | 57.573 | 51.353 | 825.61% | 0.013 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 1.14229 | 18.36% | 55.654 | 49.434 | 794.76% | 0.013 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 0.99738 | 16.04% | 53.704 | 47.484 | 763.41% | 0.012 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.87329 | 14.04% | 51.757 | 45.537 | 732.11% | 0.012 |
| 55.000 | 69.928 | 40.072 | PLASTICA | 0.76677 | 12.33% | 49.839 | 43.619 | 701.27% | 0.011 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.67512 | 10.85% | 47.967 | 41.747 | 671.17% | 0.011 |
| 65.000 | 79.928 | 50.072 | PLASTICA | 0.59607 | 9.58% | 46.151 | 39.931 | 641.98% | 0.011 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.52771 | 8.48% | 44.399 | 38.179 | 613.82% | 0.010 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.46843 | 7.53% | 42.716 | 36.496 | 586.76% | 0.010 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.41689 | 6.70% | 41.103 | 34.883 | 560.82% | 0.009 |
| 85.000 | 99.928 | 70.072 | PLASTICA | 0.37196 | 5.98% | 39.561 | 33.341 | 536.02% | 0.009 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.33269 | 5.35% | 38.087 | 31.867 | 512.34% | 0.009 |
| 95.000 | 109.928 | 80.072 | PLASTICA | 0.29827 | 4.80% | 36.682 | 30.462 | 489.74% | 0.008 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.26803 | 4.31% | 35.342 | 29.122 | 468.20% | 0.008 |
| 105.000 | 119.928 | 90.072 | PLASTICA | 0.24138 | 3.88% | 34.065 | 27.845 | 447.66% | 0.008 |
| 110.000 | 124.928 | 95.072 | PLASTICA | 0.21785 | 3.50% | 32.848 | 26.628 | 428.10% | 0.008 |
| 115.000 | 129.928 | 100.072 | PLASTICA | 0.19702 | 3.17% | 31.688 | 25.468 | 409.46% | 0.007 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.17853 | 2.87% | 30.583 | 24.363 | 391.69% | 0.007 |
| 125.000 | 139.928 | 110.072 | PLASTICA | 0.16208 | 2.61% | 29.530 | 23.310 | 374.75% | 0.007 |
| 130.000 | 144.928 | 115.072 | PLASTICA | 0.14742 | 2.37% | 28.525 | 22.305 | 358.60% | 0.007 |
| 135.000 | 149.928 | 120.072 | PLASTICA | 0.13433 | 2.16% | 27.567 | 21.347 | 343.19% | 0.006 |
| 140.000 | 154.928 | 125.072 | PLASTICA | 0.12260 | 1.97% | 26.652 | 20.432 | 328.49% | 0.006 |
| 145.000 | 159.928 | 130.072 | PLASTICA | 0.11209 | 1.80% | 25.779 | 19.559 | 314.45% | 0.006 |
| 150.000 | 164.928 | 135.072 | PLASTICA | 0.10263 | 1.65% | 24.945 | 18.725 | 301.04% | 0.006 |

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.21
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po..... | 937.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 36.300 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 50.859 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.07111 | M..... | | 1.19486 | |
| Sr..... | 0.00003 | S..... | | 0.00718 | |
| Rc..... | 2.000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 36.300 | | |
| Tt1..... | 108.853 | | |
| Tr2..... | 101.226 | 425.995 | |
| Tt2..... | 221.634 | | |
| CONST.M | 0.256 | | |
| TrMEDIA.. | 68.763 | | |
| TtMEDIA.. | 165.244 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 151.107 | | |
| RES.TAN | 87.242 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°) | |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | | |
| FI..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

RESIST. ARCO ROCA>>

| RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 10.027 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 36.300 | PRES. APORTADA ROCA 10.027

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 26.273 | 26.273 | 1.265 | 50.9 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 41.201 | 41.201 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 11.345 | 11.345 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

DEFORMACION ELAST. 0.003 m
RAZON DE HOMOTECIA 249.70

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.173 | 39.096 | 1.171 | 54.024 | 0.000 |
| 0.500 | 1.188 | 38.640 | 1.186 | 53.568 | 14.765 |
| 1.000 | 1.198 | 38.358 | 1.195 | 53.286 | 24.053 |
| 1.500 | 1.206 | 38.117 | 1.203 | 53.045 | 32.024 |
| 2.000 | 1.214 | 37.900 | 1.210 | 52.828 | 39.252 |
| 2.500 | 1.220 | 37.699 | 1.217 | 52.627 | 45.979 |
| 3.000 | 1.227 | 37.511 | 1.223 | 52.439 | 52.336 |
| 3.500 | 1.233 | 37.332 | 1.229 | 52.260 | 58.403 |
| 4.000 | 1.239 | 37.162 | 1.235 | 52.090 | 64.234 |
| 4.500 | 1.244 | 36.998 | 1.241 | 51.926 | 69.869 |
| 5.000 | 1.249 | 36.839 | 1.246 | 51.767 | 75.335 |
| 6.000 | 1.260 | 36.537 | 1.257 | 51.465 | 85.849 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.21
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 375.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE = | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 36.300 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 59.292 | 151.671 | 130.262 | 15.406 | 10.000 |
| 2.500 | 64.871 | 161.449 | 135.151 | 19.896 | 10.000 |
| 3.000 | 70.366 | 170.909 | 139.881 | 24.642 | 10.000 |
| 3.500 | 75.775 | 180.074 | 144.464 | 29.632 | 10.000 |
| 4.000 | 81.096 | 188.962 | 148.908 | 34.856 | 10.000 |
| 4.500 | 86.329 | 197.592 | 153.223 | 40.305 | 10.000 |
| 5.000 | 91.475 | 205.980 | 157.417 | 45.969 | 10.000 |
| 5.500 | 96.535 | 214.140 | 161.497 | 51.839 | 10.000 |
| 6.000 | 101.510 | 222.086 | 165.470 | 57.910 | 10.000 |
| 6.500 | 106.403 | 229.831 | 169.342 | 64.173 | 10.000 |
| 7.500 | 115.947 | 244.757 | 176.805 | 77.250 | 10.000 |
| 8.000 | 120.604 | 251.959 | 180.406 | 84.053 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0039802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 11.406 | 11.406 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 15.0 | 10.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 14.257 | 17.109 | 11.406 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 36.300 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.265 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.062 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 38.117 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.00% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 26.273 | 41.201 | 11.345 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 30.554 | 43.405 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.163 | 1.054 | 1.560 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.203 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.052 | metros | Sost.sin sol> | 26.561 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.124 | metros | >> Pi Sost = | 30.554 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.027 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,233.020 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 40.581 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.624 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0039802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 28.515 | 39.921 | 39.921 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 25.0 | 35.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 28.515 | 39.921 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.081 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 6.753 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

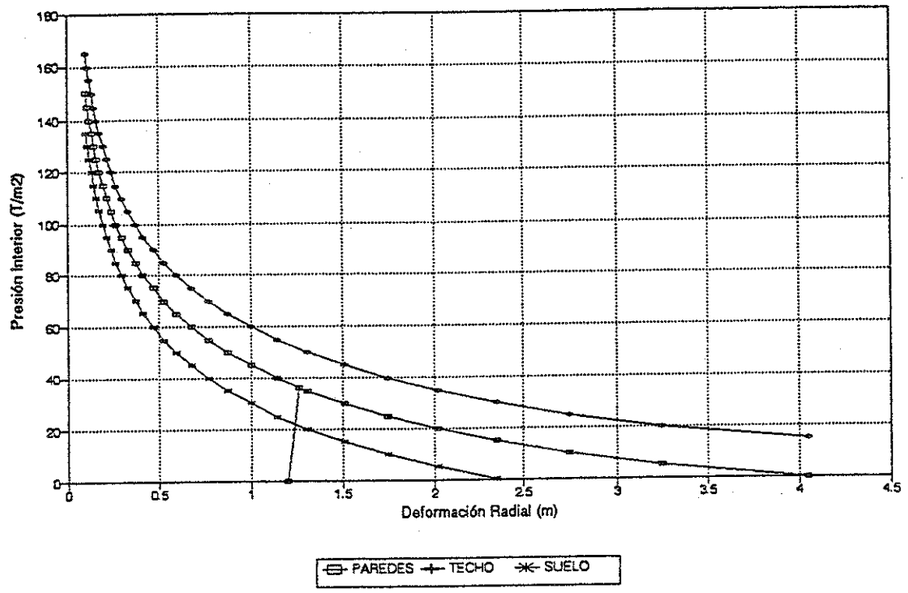
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 36.300 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.265 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.062 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 38.117 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.00% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 26.273 | 41.201 | 11.345 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.514 | 54.811 | 46.217 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.923 | 1.330 | 4.074 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120.574 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.203 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.375) | metros | Sost.sin sol> | 41.989 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.666 | metros | >> Pi Sost = | 50.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.027 | T/m2 | Compres.hastiales = | 739.812 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 60.542 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 7.706 T x m |

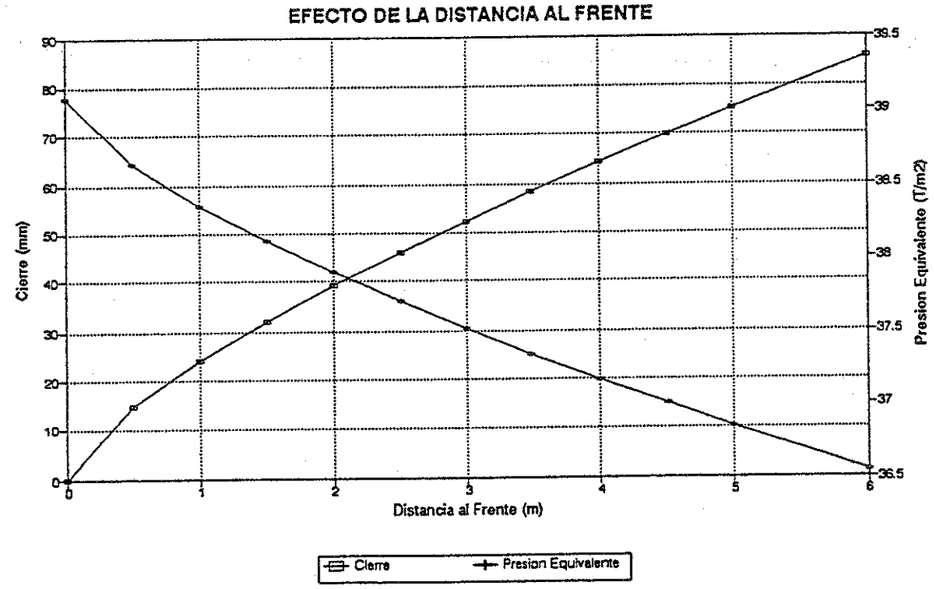
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3375.21
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



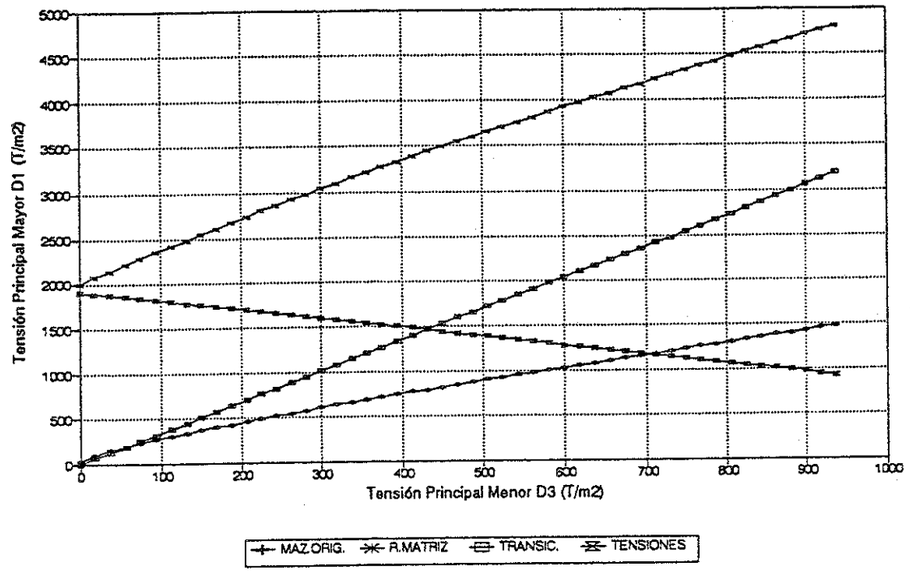




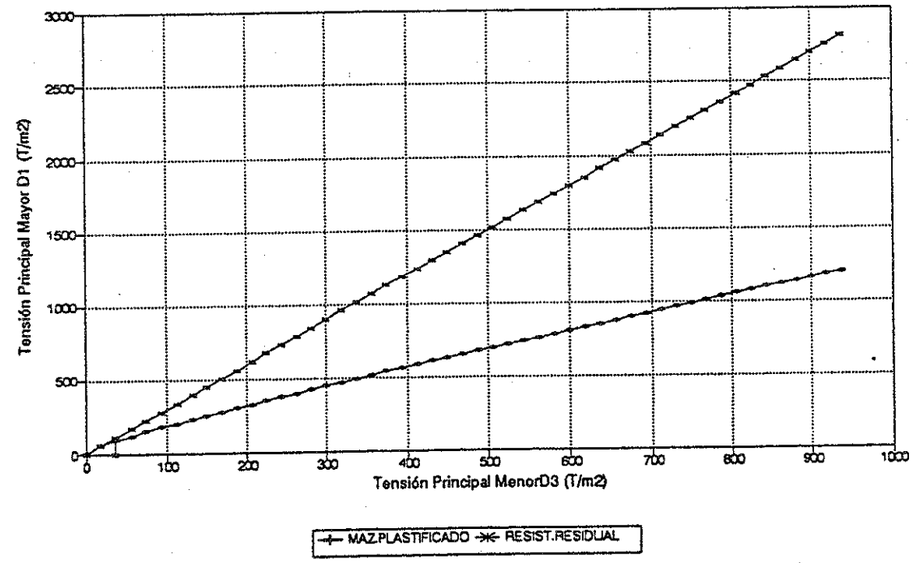

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 40

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 15.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 14.257 | 17.109 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | ROCA DUR <0,01 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 36.300 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.265 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.062 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 38.117 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.00% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 26.273 | 41.201 | 11.345 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 30.554 | 43.405 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.163 | 1.054 | 1.560 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.203 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.052 | metros | Sost.sin sol> | 26.561 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.124 | metros | >> Pi Sost.= | 30.554 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.027 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,233.020 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 40.581 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.624 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 18.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.050 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | ROCA DUR <0,01 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.138 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 36.300 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.265 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.062 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 38.117 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.00% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 26.273 | 41.201 | 11.345 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.315 | 48.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.268 | 1.173 | 2.496 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.203 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.056) | metros | Sost.sin sol> | 29.815 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.043 | metros | >> Pi Sost.= | 33.315 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.027 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,027.517 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 43.343 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.549 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 39.921 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 35.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 39.921 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 8.638 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 36.300 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.265 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.062 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 38.117 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.00% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 26.273 | 41.201 | 11.345 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 64.111 | 79.111 | 47.706 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.440 | 1.920 | 4.205 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.203 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.061) | metros | Sost.sin sol> | 29.975 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.478 | metros | >> Pi Sost.= | 64.111 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.027 | T/m2 | Compres.hastiales = 411.007 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 74.139 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 13.871 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,325.21 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | | |
| MODULO ELAST | 2,687,006 | T/M2 | Em (H&B)= | 3,200,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,510,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 1.03390 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00538 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 65 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.05153 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 27 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX | 325 | M | PROFUND. MI | 300 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 812.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 750.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 369.40 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 100 | T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 3.91578 | 62.95% | 64.165 | 57.945 | 931.59% | 0.013 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 3.23770 | 52.05% | 66.858 | 60.638 | 974.89% | 0.013 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 2.80251 | 45.06% | 67.392 | 61.172 | 983.48% | 0.013 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 2.45528 | 39.47% | 67.115 | 60.895 | 979.03% | 0.013 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 2.16401 | 34.79% | 66.354 | 60.134 | 966.78% | 0.013 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 1.91462 | 30.78% | 65.269 | 59.049 | 949.34% | 0.013 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 1.69888 | 27.31% | 63.964 | 57.744 | 928.36% | 0.013 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 1.51115 | 24.30% | 62.509 | 56.289 | 904.96% | 0.012 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 1.34716 | 21.66% | 60.955 | 54.735 | 879.99% | 0.012 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.20350 | 19.35% | 59.342 | 53.122 | 854.06% | 0.012 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 1.07737 | 17.32% | 57.700 | 51.480 | 827.65% | 0.011 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.96641 | 15.54% | 56.050 | 49.830 | 801.12% | 0.011 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.86860 | 13.96% | 54.409 | 48.189 | 774.74% | 0.011 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.76222 | 12.58% | 52.790 | 46.570 | 748.71% | 0.010 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.70579 | 11.35% | 51.202 | 44.982 | 723.19% | 0.010 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.63804 | 10.26% | 49.652 | 43.432 | 698.27% | 0.010 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.57786 | 9.29% | 48.144 | 41.924 | 674.02% | 0.010 |
| 56.667 | 71.595 | 41.739 | PLASTICA | 0.52432 | 8.43% | 46.682 | 40.462 | 650.51% | 0.009 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.47659 | 7.66% | 45.266 | 39.046 | 627.75% | 0.009 |
| 63.333 | 78.261 | 48.405 | PLASTICA | 0.43396 | 6.98% | 43.898 | 37.678 | 605.76% | 0.009 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.39581 | 6.36% | 42.578 | 36.358 | 584.54% | 0.008 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.36161 | 5.81% | 41.306 | 35.086 | 564.09% | 0.008 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.33090 | 5.32% | 40.081 | 33.861 | 544.39% | 0.008 |
| 76.667 | 91.595 | 61.739 | PLASTICA | 0.30326 | 4.88% | 38.901 | 32.681 | 525.42% | 0.008 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.27835 | 4.48% | 37.766 | 31.546 | 507.17% | 0.007 |
| 83.333 | 98.261 | 68.405 | PLASTICA | 0.25586 | 4.11% | 36.674 | 30.454 | 489.61% | 0.007 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.23553 | 3.79% | 35.623 | 29.403 | 472.71% | 0.007 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.21710 | 3.49% | 34.612 | 28.392 | 456.46% | 0.007 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.20039 | 3.22% | 33.639 | 27.419 | 440.83% | 0.007 |
| 96.667 | 111.595 | 81.739 | PLASTICA | 0.18520 | 2.98% | 32.704 | 26.484 | 425.78% | 0.006 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.17137 | 2.76% | 31.803 | 25.583 | 411.31% | 0.006 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.21
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 325.000 | M | Po..... | 812.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 31.400 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 52.435 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.06153 | M..... | | 1.03390 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00538 | |
| Rc..... | 2.000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tri..... | 31.400 | |
| Tti..... | 94.169 | |
| Tr2..... | 87.573 | 369.400 |
| Tt2..... | 191.751 | |
| CONST.M | 0.222 | |
| TrMEDIA.. | 59.487 | |
| TtMEDIA.. | 142.960 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 130.727 | |
| RES.TAN | 75.475 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

| RESIST. ARCO ROCA>> | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | N° BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 8.675 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 8.675 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 31.400 | PRES. APORTADA ROCA 8.675

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 22.725 | 22.725 | 1.149 | 52.4 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 37.653 | 37.653 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 7.797 | 7.797 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 278.93

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.136 | 31.795 | 1.134 | 46.723 | 0.000 |
| 0.500 | 1.149 | 31.430 | 1.147 | 46.358 | 13.850 |
| 1.000 | 1.158 | 31.202 | 1.156 | 46.130 | 22.563 |
| 1.500 | 1.165 | 31.009 | 1.164 | 45.937 | 30.042 |
| 2.000 | 1.172 | 30.834 | 1.170 | 45.762 | 36.825 |
| 2.500 | 1.178 | 30.673 | 1.177 | 45.601 | 43.138 |
| 3.000 | 1.184 | 30.522 | 1.183 | 45.450 | 49.105 |
| 3.500 | 1.189 | 30.378 | 1.188 | 45.306 | 54.800 |
| 4.000 | 1.194 | 30.241 | 1.194 | 45.169 | 60.274 |
| 4.500 | 1.199 | 30.109 | 1.199 | 45.037 | 65.564 |
| 5.000 | 1.204 | 29.984 | 1.204 | 44.912 | 70.605 |
| 6.000 | 1.213 | 29.770 | 1.213 | 44.698 | 79.268 |



# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.21
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 325.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 31.400 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| | | | | ESFUERZO POR BULON | |
|---|---|---|---|---|---|
| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
| 2.000 | 51.292 | 131.216 | 112.693 | 13.328 | 10.000 |
| 2.500 | 56.118 | 139.677 | 116.923 | 17.213 | 10.000 |
| 3.000 | 60.873 | 147.852 | 121.016 | 21.318 | 10.000 |
| 3.500 | 65.553 | 155.791 | 124.980 | 25.636 | 10.000 |
| 4.000 | 70.157 | 163.482 | 128.826 | 30.156 | 10.000 |
| 4.500 | 74.684 | 170.949 | 132.559 | 34.869 | 10.000 |
| 5.000 | 79.137 | 178.206 | 136.188 | 39.769 | 10.000 |
| 5.500 | 83.514 | 185.267 | 139.718 | 44.849 | 10.000 |
| 6.000 | 87.819 | 192.142 | 143.156 | 50.101 | 10.000 |
| 6.500 | 92.052 | 198.843 | 146.506 | 55.519 | 10.000 |
| 7.500 | 100.310 | 211.757 | 152.963 | 66.833 | 10.000 |
| 8.000 | 104.339 | 217.989 | 156.079 | 72.719 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 17.109 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50.297 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | |
|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 31.400 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.149 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.009 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 22.725 | 37.653 | 7.797 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.405 | 38.405 | 17.702 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.470 | 1.020 | 2.270 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50.297 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.164 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.242) | metros | Sost.sin sol> | 29.456 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.813 | metros | >> Pi Sost.= | 33.405 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.675 | T/m2 | Compres.hastiales = 1,066.580 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 42.080 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 4.000 T x m |



iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84.967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | |
|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

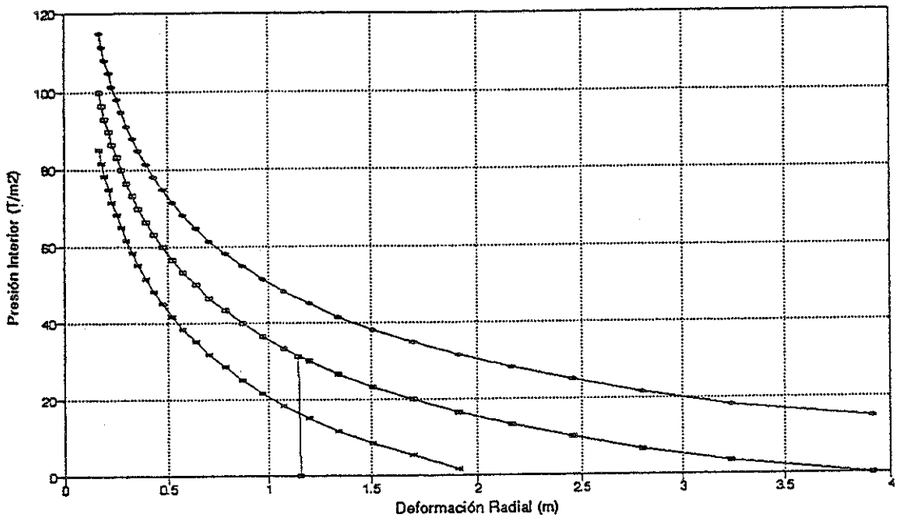
SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 31.400 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.149 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.009 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 22.725 | 37.653 | 7.797 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.514 | 61.217 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.223 | 1.626 | 4.465 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84.967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.164 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.076) | metros | Sost.sin sol> | 24.379 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.488 | metros | >> Pi Sost.= | 50.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.675 | T/m2 | Compres.hastiales = 457.106 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 59.189 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 8.333 T x m |

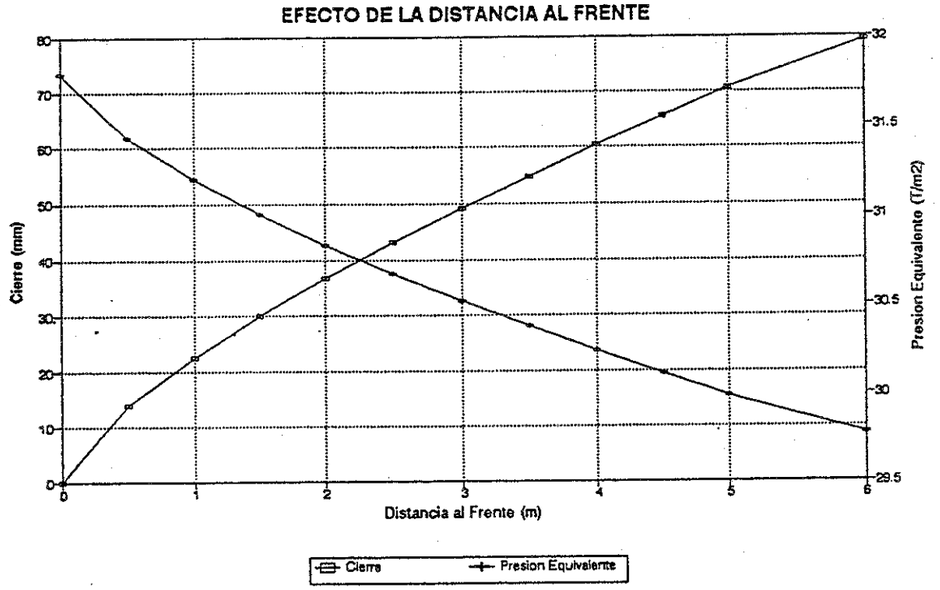
**iCYFSA**

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3325.21*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 40*

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE

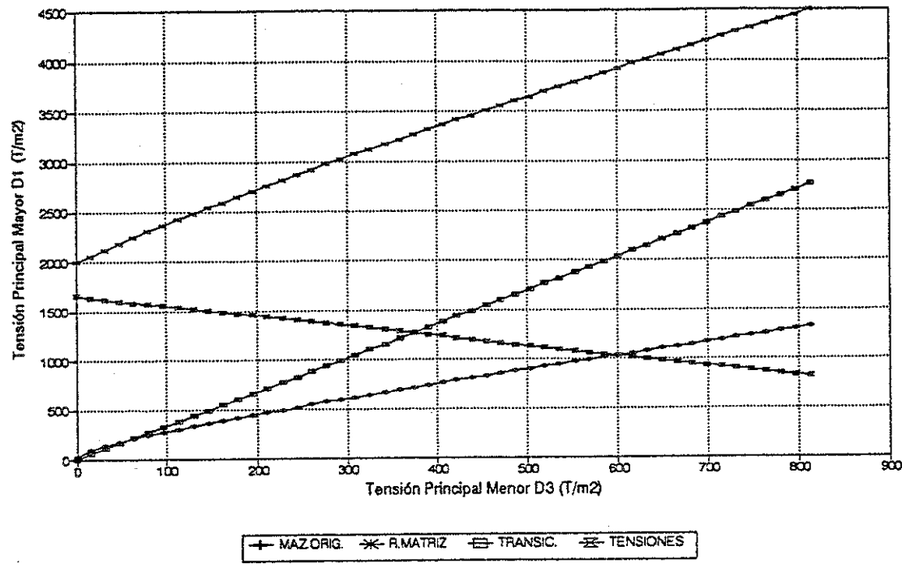




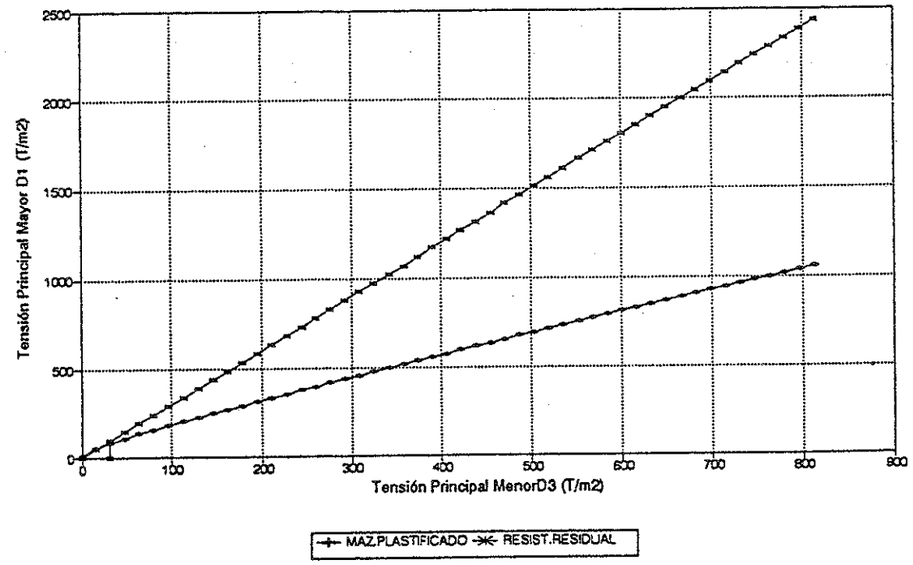

**iCYFSA**

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 15.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 14.257 | 17.109 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33.306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 31.400 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.149 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.009 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 22.725 | 37.653 | 7.797 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 30.554 | 38.405 | 17.702 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.345 | 1.020 | 2.270 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.164 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.041) | metros | Sost.sin sol> | 23.413 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.890 | metros | >> Pi Sost.= | 30.554 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.675 | T/m2 | Compres.hastiales = 1,066.580 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 39.229 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 4.000 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15.142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 39.921 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 35.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 39.921 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPERSWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 8.638 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 31.400 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.149 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.009 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 22.725 | 37.653 | 7.797 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 64.111 | 74.111 | 47.706 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.821 | 1.968 | 6.118 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.164 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.126) | metros | Sost.sin sol> | 25.860 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.336 | metros | >> Pi Sost.= | 64.111 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.675 | T/m2 | Compres.hastiales = 355.627 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 72.787 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 11.999 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15.142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 18.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.050 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPERSWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 15.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.138 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 31.400 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.149 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.009 | T/m2 | UI/RI(%)= | -0.24% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 22.725 | 37.653 | 7.797 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.315 | 43.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.466 | 1.150 | 3.632 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.164 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.123) | metros | Sost.sin sol> | 25.721 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.816 | metros | >> Pi Sost.= | 33.315 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.675 | T/m2 | Compres.hastiales = | 888.816 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 41.990 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.800 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.275.21 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 2.000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2.687,006 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 2.600,000 | T/M2 | Em (H&B) = | 2.600,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 2.110,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.83218 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00348 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 63 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.05000 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 23 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX..... | 275 | M | PROFUND. MI | 250 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 667.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 625.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 318.63 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 90 | T/M2 | \| Pi FINAL = | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.07541 | 65.52% | 67.285 | 61.065 | 981.75% | 0.011 |
| 3.000 | 17.928 | | PLASTICA | 3.33913 | 53.68% | 70.937 | 64.717 | 1040.46% | 0.012 |
| 6.000 | 20.928 | | PLASTICA | 2.87664 | 46.25% | 71.771 | 65.551 | 1053.88% | 0.012 |
| 9.000 | 23.928 | | PLASTICA | 2.50698 | 40.31% | 71.603 | 65.383 | 1051.17% | 0.012 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 2.19666 | 35.32% | 70.832 | 64.612 | 1038.78% | 0.012 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 1.93121 | 31.05% | 69.660 | 63.440 | 1019.93% | 0.012 |
| 18.000 | 32.928 | 3.072 | PLASTICA | 1.70214 | 27.37% | 68.211 | 61.991 | 996.64% | 0.012 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 1.50356 | 24.17% | 66.575 | 60.355 | 970.33% | 0.011 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 1.33090 | 21.40% | 64.816 | 58.596 | 942.06% | 0.011 |
| 27.000 | 41.928 | 12.072 | PLASTICA | 1.18048 | 18.98% | 62.984 | 56.764 | 912.61% | 0.011 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.04920 | 16.87% | 61.116 | 54.896 | 882.57% | 0.010 |
| 33.000 | 47.928 | 18.072 | PLASTICA | 0.93445 | 15.02% | 59.240 | 53.020 | 852.41% | 0.010 |
| 36.000 | 50.928 | 21.072 | PLASTICA | 0.83396 | 13.41% | 57.377 | 51.157 | 822.45% | 0.010 |
| 39.000 | 53.928 | 24.072 | PLASTICA | 0.74583 | 11.99% | 55.541 | 49.321 | 792.95% | 0.009 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.66838 | 10.75% | 53.745 | 47.525 | 764.07% | 0.009 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 0.60020 | 9.65% | 51.997 | 45.777 | 735.96% | 0.009 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.54006 | 8.68% | 50.300 | 44.080 | 708.69% | 0.009 |
| 51.000 | 65.928 | 36.072 | PLASTICA | 0.48691 | 7.83% | 48.660 | 42.440 | 682.31% | 0.008 |
| 54.000 | 68.928 | 39.072 | PLASTICA | 0.43984 | 7.07% | 47.077 | 40.857 | 656.86% | 0.008 |
| 57.000 | 71.928 | 42.072 | PLASTICA | 0.39808 | 6.40% | 45.552 | 39.332 | 632.34% | 0.008 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.36096 | 5.80% | 44.085 | 37.865 | 608.76% | 0.008 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.32788 | 5.27% | 42.675 | 36.455 | 586.09% | 0.007 |
| 66.000 | 80.928 | 51.072 | PLASTICA | 0.29836 | 4.80% | 41.321 | 35.101 | 564.32% | 0.007 |
| 69.000 | 83.928 | 54.072 | PLASTICA | 0.27196 | 4.37% | 40.021 | 33.801 | 543.42% | 0.007 |
| 72.000 | 86.928 | 57.072 | PLASTICA | 0.24830 | 3.99% | 38.774 | 32.554 | 523.37% | 0.007 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.22706 | 3.65% | 37.577 | 31.357 | 504.13% | 0.006 |
| 78.000 | 92.928 | 63.072 | PLASTICA | 0.20796 | 3.34% | 36.429 | 30.209 | 485.67% | 0.006 |
| 81.000 | 95.928 | 66.072 | PLASTICA | 0.19075 | 3.07% | 35.327 | 29.107 | 467.96% | 0.006 |
| 84.000 | 98.928 | 69.072 | PLASTICA | 0.17523 | 2.82% | 34.270 | 28.050 | 450.97% | 0.006 |
| 87.000 | 101.928 | 72.072 | PLASTICA | 0.16119 | 2.59% | 33.256 | 27.036 | 434.66% | 0.006 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.14848 | 2.39% | 32.282 | 26.062 | 419.00% | 0.005 |

## iCYFSA

### RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.21
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 275.000 | M | Po..... | 687.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 25.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 57.992 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.05000 | M..... | 0.83218 | | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | 0.00348 | | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 25.000 | | |
| Tt1..... | 75.398 | | |
| Tr2..... | 70.237 | 318.634 | |
| Tt2..... | 154.282 | | |
| CONST.M | 0.184 | | |
| TrMEDIA.. | 47.618 | | |
| TtMEDIA.. | 114.840 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 104.876 | | |
| RES.TAN | 60.550 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.150 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 6.960 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 6.960 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 25.000 | PRES. APORTADA ROCA 6.960

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 18.040 | 18.040 | 1.278 | 59.0 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 32.968 | 32.968 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 3.112 | 3.112 | | | m |

### DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 331.98

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.182 | 26.972 | 1.182 | 41.900 | 0.000 |
| 0.500 | 1.195 | 26.718 | 1.194 | 41.646 | 11.980 |
| 1.000 | 1.203 | 26.560 | 1.201 | 41.488 | 19.505 |
| 1.500 | 1.209 | 26.425 | 1.208 | 41.353 | 25.955 |
| 2.000 | 1.215 | 26.304 | 1.214 | 41.232 | 31.800 |
| 2.500 | 1.221 | 26.192 | 1.219 | 41.120 | 37.235 |
| 3.000 | 1.226 | 26.086 | 1.224 | 41.014 | 42.366 |
| 3.500 | 1.231 | 25.986 | 1.229 | 40.914 | 47.260 |
| 4.000 | 1.236 | 25.890 | 1.234 | 40.818 | 51.961 |
| 4.500 | 1.241 | 25.798 | 1.238 | 40.726 | 56.500 |
| 5.000 | 1.245 | 25.709 | 1.243 | 40.637 | 60.901 |
| 6.000 | 1.254 | 25.540 | 1.251 | 40.468 | 69.358 |





## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.275.21
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 275.0 m

### CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 25.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 40.994 | 105.333 | 90.366 | 10.696 | 10.000 |
| 2.500 | 44.881 | 112.172 | 93.785 | 13.805 | 10.000 |
| 3.000 | 48.710 | 118.789 | 97.094 | 17.103 | 10.000 |
| 3.500 | 52.481 | 125.200 | 100.299 | 20.572 | 10.000 |
| 4.000 | 56.191 | 131.419 | 103.409 | 24.204 | 10.000 |
| 4.500 | 59.842 | 137.457 | 106.428 | 27.994 | 10.000 |
| 5.000 | 63.432 | 143.327 | 109.363 | 31.934 | 10.000 |
| 5.500 | 66.963 | 149.037 | 112.218 | 36.020 | 10.000 |
| 6.000 | 70.435 | 154.599 | 114.999 | 40.245 | 10.000 |
| 6.500 | 73.850 | 160.019 | 117.709 | 44.604 | 10.000 |
| 7.500 | 80.515 | 170.467 | 122.933 | 53.711 | 10.000 |
| 8.000 | 83.767 | 175.509 | 125.454 | 58.449 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 17.109 | 11.406 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 10.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 11.406 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 25.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.278 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.071 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.425 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.14% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 18.040 | 32.968 | 3.112 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.405 | 38.405 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.852 | 1.165 | 5.688 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.208 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.263) | metros | Sost.sin sol> | 25.745 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.709 | metros | >> Pi Sost.= | 33.405 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.960 | T/m2 | Compres.hastiales = | 849.188 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 40.365 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.184 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 28.515 | 39.921 | 39.921 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 25.0 | 35.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 28.515 | 39.921 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.081 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 6.753 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

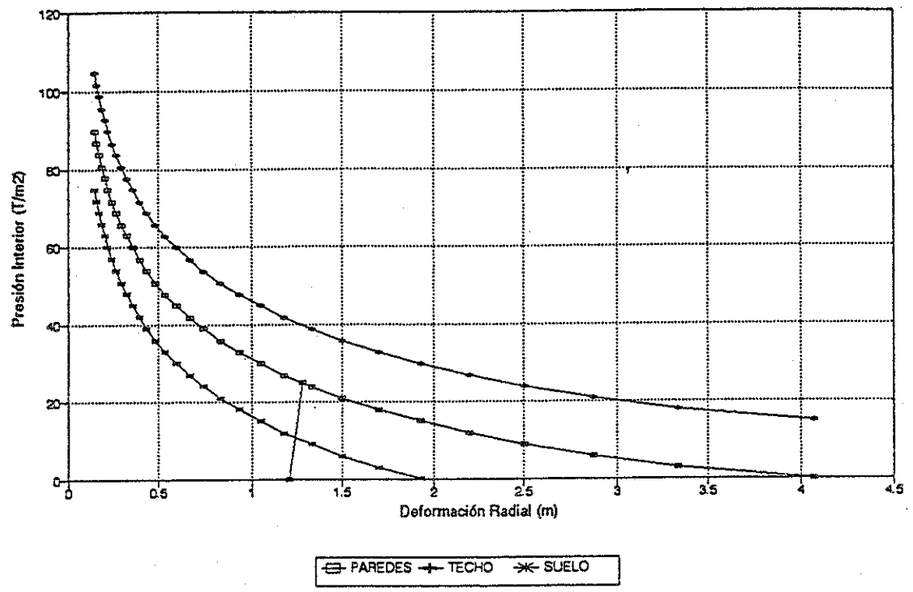
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 25.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.278 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.071 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.425 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.14% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 18.040 | 32.968 | 3.112 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 45.514 | 49.811 | 46.217 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.523 | 1.511 | 14.849 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.208 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.334) | metros | Sost.sin sol> | 27.809 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.463 | metros | >> Pi Sost.= | 45.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.960 | T/m2 | Compres.hastiales = | 509.513 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 52.474 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.307 T x m |

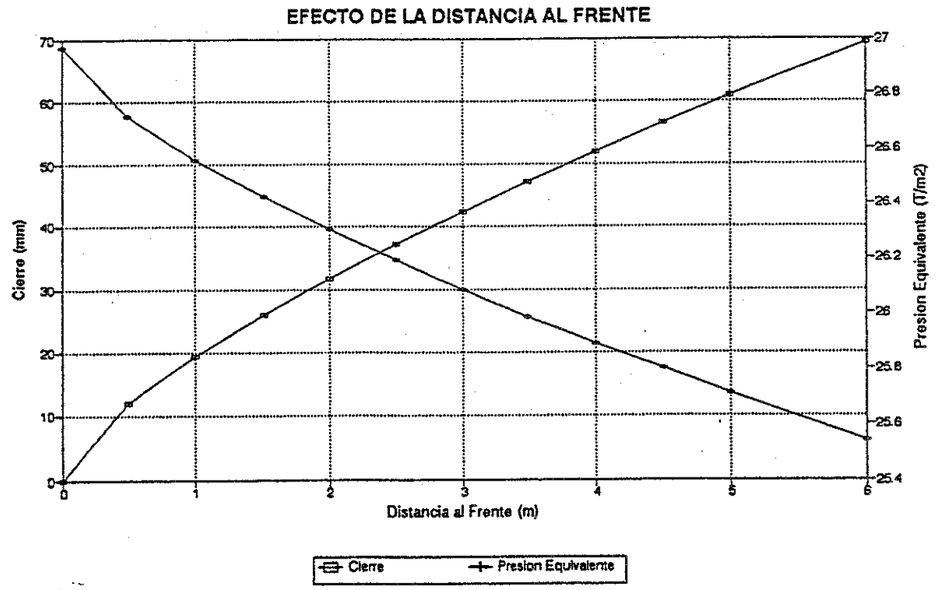
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3275.21
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 40

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



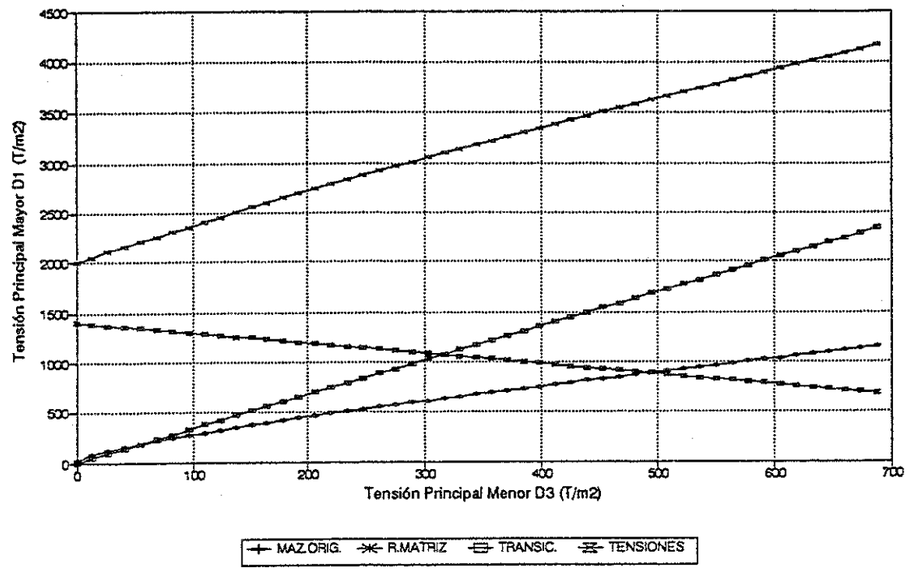




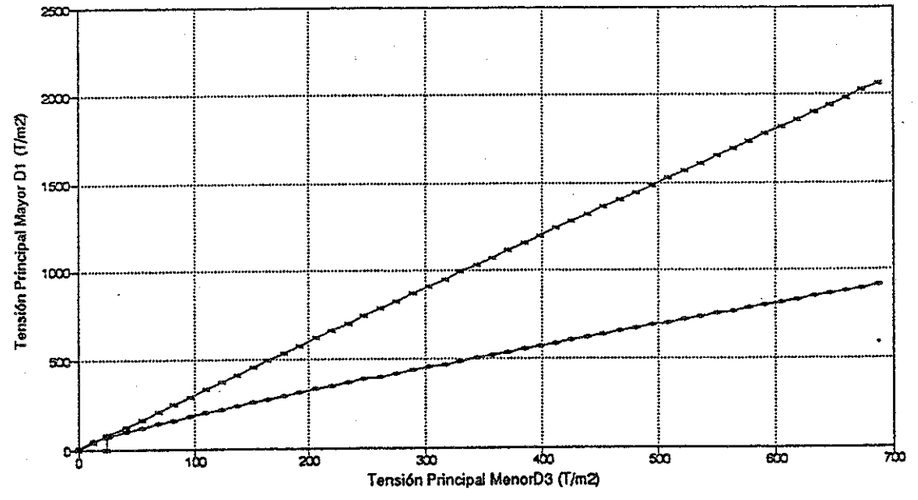

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 15.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 14.257 | 17.109 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 15.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 25.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.278 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.071 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.425 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.14% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 18.040 | 32.968 | 3.112 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 30.554 | 38.405 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.694 | 1.165 | 5.688 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.208 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.068) | metros | Sost.sin sol> | 20.934 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.788 | metros | >> Pi Sost.= | 30.554 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.960 | T/m2 | Compres.hastiales = | 849.188 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 37.513 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.184 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 40.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 9.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 25.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.278 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.071 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.425 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.14% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 18.040 | 32.968 | 3.112 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 59.111 | 68.111 | 53.408 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.277 | 2.066 | 17.160 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.208 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.132 | metros | Sost.sin sol> | 16.868 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.298 | metros | >> Pi Sost.= | 59.111 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.960 | T/m2 | Compres.hastiales = | 283.063 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 66.071 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 9.553 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | ========== ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 9.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 25.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.278 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.071 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.425 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.14% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 18.040 | 32.968 | 3.112 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 23.753 | 37.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.317 | 1.132 | 9.098 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.208 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.545 | metros | Sost.sin sol> | 10.342 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.021 | metros | >> Pi Sost.= | 23.753 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.960 | T/m2 | Compres.hastiales = | 707.656 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 30.713 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.821 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 275.000

CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | ========== ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 25.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.278 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.071 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 26.425 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.14% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 18.040 | 32.968 | 3.112 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 23.753 | 40.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.317 | 1.223 | 9.098 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.208 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.491 | metros | Sost.sin sol> | 11.092 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.021 | metros | >> Pi Sost.= | 23.753 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 6.960 | T/m2 | Compres.hastiales = | 707.656 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 30.713 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.821 T x m |

Página:4

**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.225.21 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 2,200,000 | T/M2 | Em (H&B) = | 2,200,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 1,880,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.72008 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00261 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 61 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.03986 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 21 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 225 | M | PROFUND. MI | 200 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 562.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 500.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 255.14 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 100 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.07864 | 65.57% | 66.741 | 60.521 | 973.00% | 0.011 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 3.17990 | 51.12% | 70.806 | 64.586 | 1038.36% | 0.012 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 2.62309 | 42.17% | 71.197 | 64.977 | 1044.65% | 0.012 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 2.18918 | 35.20% | 70.276 | 64.056 | 1029.84% | 0.012 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 1.83736 | 29.54% | 68.606 | 62.386 | 1002.99% | 0.011 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 1.54831 | 24.89% | 66.485 | 60.265 | 968.89% | 0.011 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 1.30950 | 21.05% | 64.103 | 57.883 | 930.59% | 0.011 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 1.11154 | 17.87% | 61.589 | 55.369 | 890.18% | 0.010 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.94700 | 15.23% | 59.031 | 52.811 | 849.06% | 0.010 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.80986 | 13.02% | 56.490 | 50.270 | 808.21% | 0.009 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.69521 | 11.18% | 54.006 | 47.786 | 768.26% | 0.009 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.59906 | 9.63% | 51.603 | 45.383 | 729.63% | 0.009 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.51815 | 8.33% | 49.298 | 43.078 | 692.57% | 0.008 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.44981 | 7.23% | 47.098 | 40.878 | 657.20% | 0.008 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.39188 | 6.30% | 45.006 | 38.786 | 623.57% | 0.008 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.34259 | 5.51% | 43.023 | 36.803 | 591.69% | 0.007 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.30050 | 4.83% | 41.146 | 34.926 | 561.51% | 0.007 |
| 56.667 | 71.595 | 41.739 | PLASTICA | 0.26444 | 4.25% | 39.371 | 33.151 | 532.98% | 0.007 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.23342 | 3.75% | 37.695 | 31.475 | 506.02% | 0.006 |
| 63.333 | 78.261 | 48.405 | PLASTICA | 0.20664 | 3.32% | 36.111 | 29.891 | 480.56% | 0.006 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.18346 | 2.95% | 34.615 | 28.395 | 456.50% | 0.006 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.16332 | 2.63% | 33.201 | 26.981 | 433.77% | 0.006 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.14577 | 2.34% | 31.864 | 25.644 | 412.29% | 0.005 |
| 76.667 | 91.595 | 61.739 | PLASTICA | 0.13043 | 2.10% | 30.600 | 24.380 | 391.97% | 0.005 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.11698 | 1.88% | 29.404 | 23.184 | 372.74% | 0.005 |
| 83.333 | 98.261 | 68.405 | PLASTICA | 0.10516 | 1.69% | 28.272 | 22.052 | 354.53% | 0.005 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.09473 | 1.52% | 27.199 | 20.979 | 337.28% | 0.005 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.08552 | 1.37% | 26.181 | 19.961 | 320.92% | 0.004 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.07736 | 1.24% | 25.216 | 18.996 | 305.40% | 0.004 |
| 96.667 | 111.595 | 81.739 | PLASTICA | 0.07012 | 1.13% | 24.299 | 18.079 | 290.66% | 0.004 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.06366 | 1.02% | 23.427 | 17.207 | 276.64% | 0.004 |





**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.225.21 | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 40.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 225.000 | M | Po..... | 562.50 | T/M2 | Tr1..... | 20.500 | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 20.500 | T/M2 | Tr1..... | 61.319 | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | Tr2..... | 56.996 | 255.144 |
| | | | | | | Tr2..... | 124.642 | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 57.512 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | CONST.M | 0.154 | |
| Mr..... | 0.03986 | M..... | | 0.72008 | | TrMEDIA. | 38.748 | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | | 0.00261 | | TrMEDIA. | 92.980 | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | | << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| | | | | | | TENS.NO | 85.072 | |
| | | | | | | RES.TAN | 49.116 | T/M2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| FI..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | N° BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 5.645 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 5.645 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 20.500 | PRES. APORTADA ROCA 5.645

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 14.855 | 14.855 | 1.277 | 57.5 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 29.783 | 29.783 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.002 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 343.60 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.183 | 22.133 | 1.179 | 37.061 | 0.000 |
| 0.500 | 1.195 | 21.924 | 1.191 | 36.852 | 12.186 |
| 1.000 | 1.208 | 21.793 | 1.198 | 36.721 | 19.843 |
| 1.500 | 1.210 | 21.682 | 1.205 | 36.610 | 26.407 |
| 2.000 | 1.216 | 21.582 | 1.211 | 36.510 | 32.356 |
| 2.500 | 1.221 | 21.489 | 1.216 | 36.417 | 37.887 |
| 3.000 | 1.226 | 21.402 | 1.222 | 36.330 | 43.111 |
| 3.500 | 1.231 | 21.320 | 1.227 | 36.248 | 48.094 |
| 4.000 | 1.236 | 21.241 | 1.231 | 36.169 | 52.880 |
| 4.500 | 1.240 | 21.165 | 1.236 | 36.093 | 57.502 |
| 5.000 | 1.245 | 21.091 | 1.241 | 36.019 | 61.994 |
| 6.000 | 1.253 | 20.951 | 1.249 | 35.879 | 70.598 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.21
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 225.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 20.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 33.430 | 85.363 | 73.341 | 8.675 | 8.675 |
| 2.500 | 36.566 | 90.853 | 76.086 | 11.201 | 10.000 |
| 3.000 | 39.655 | 96.165 | 78.742 | 13.872 | 10.000 |
| 3.500 | 42.695 | 101.310 | 81.315 | 16.690 | 10.000 |
| 4.000 | 45.685 | 106.300 | 83.810 | 19.619 | 10.000 |
| 4.500 | 48.626 | 111.145 | 86.232 | 22.684 | 10.000 |
| 5.000 | 51.517 | 115.854 | 88.587 | 25.870 | 10.000 |
| 5.500 | 54.360 | 120.435 | 90.877 | 29.172 | 10.000 |
| 6.000 | 57.155 | 124.895 | 93.107 | 32.586 | 10.000 |
| 6.500 | 59.904 | 129.243 | 95.281 | 36.108 | 10.000 |
| 7.500 | 65.266 | 137.621 | 99.470 | 43.462 | 10.000 |
| 8.000 | 67.881 | 141.664 | 101.491 | 47.287 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003590 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 11.406 | 11.406 | 5.703 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | |
| HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> 10.0 | 10.0 | 5.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> 11.406 | 11.406 | 5.703 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.750 | 0.000 | | ROCA BLAN 0,05-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 15.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.277 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.682 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 14.855 | 29.783 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 22.702 | 32.702 | 11.999 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.528 | 1.098 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.205 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.180) | metros | Sost.sin sol> | 19.369 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.875 | metros | >> Pi Sost.= | 22.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.645 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,044.501 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 28.348 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.741 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION L (T/m2) >> | 5.000 | 15.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.067 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.05-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.277 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.682 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 14.855 | 29.783 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 45.514 | 61.217 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.064 | 2.055 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.205 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.002) | metros | Sost.sin sol> | 16.071 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.327 | metros | >> Pi Sost.= | 45.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.645 | T/m2 | Compres.hastiales = | 298.429 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 51.160 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 6.093 T x m |

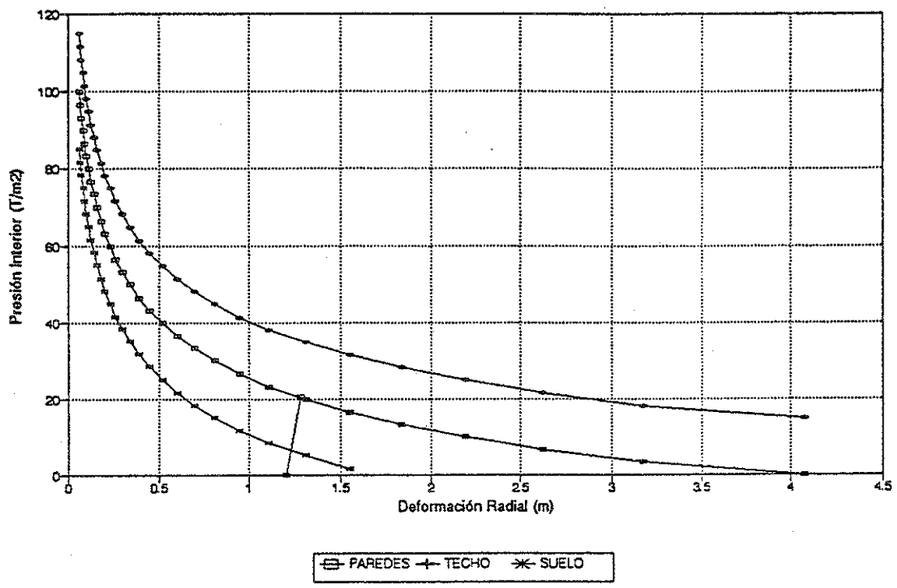




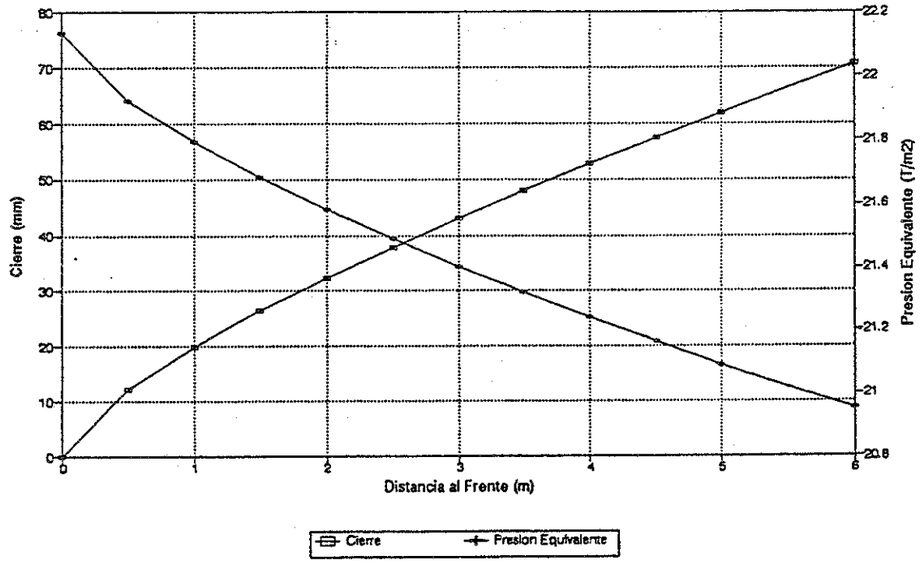
**iCYFSA**

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3225.21*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 40*

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



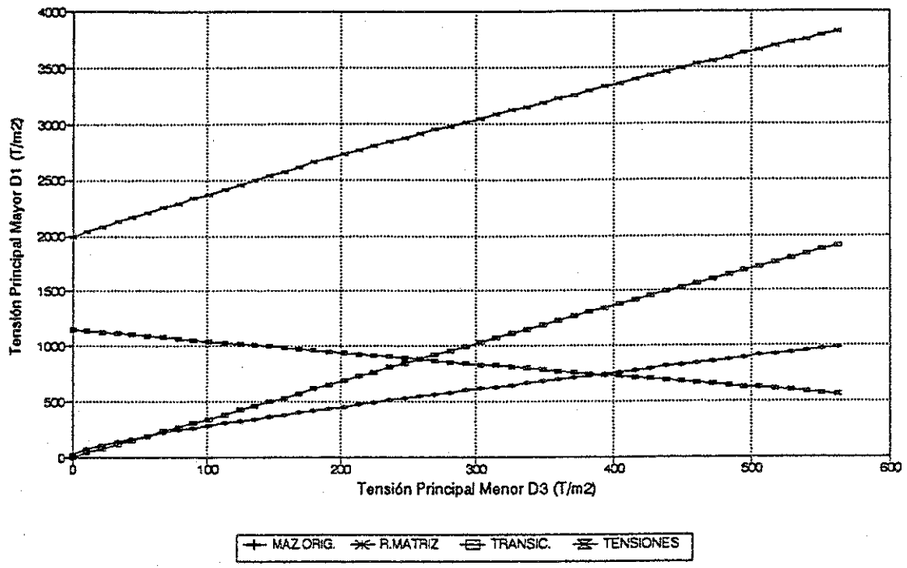

EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



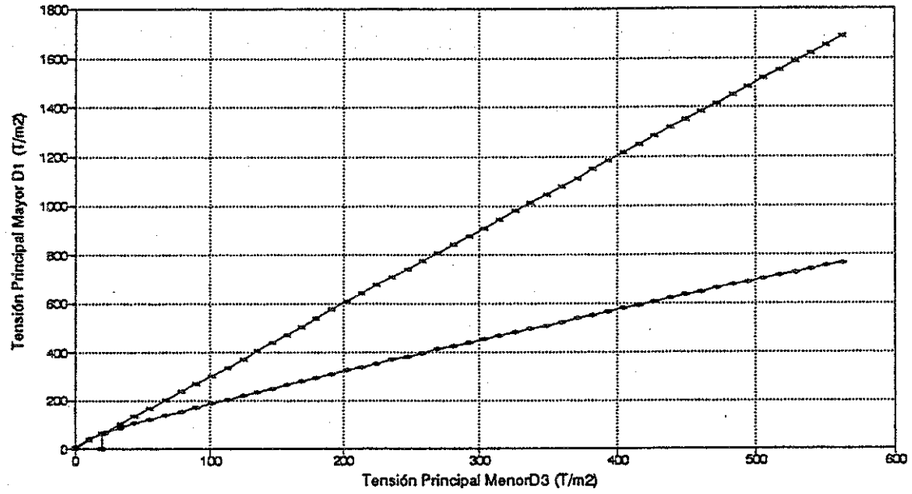
## ICYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## ICYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002955 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

#### BULONES

| | | | | | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | ========== ===== |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | ROCA DUR <0,01 |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 15.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.277 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.682 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 14.855 | 29.783 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 17.702 | 32.702 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.192 | 1.098 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.205 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.025 | metros | Sost.sin sol> | 15.619 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.111 | metros | >> Pi Sost.= | 17.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.645 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,044.501 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 23.348 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.741 T x m |

# DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:3225.21 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 225.000

## CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045600 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

## HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

## BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | DEFORMACION UNITARIA |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | ———— ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | SWELLEX | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 | | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 6.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

## CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

## SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.277 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.682 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 14.855 | 29.783 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 23.753 | 34.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.599 | 1.152 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.205 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.590 | metros | Sost.sin sol> | 8.136 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.833 | metros | >> Pi Sost.= | 23.753 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.645 | T/m2 | Compres.hastiales = | 580.278 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 29.398 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.134 T x m |





# DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:3225.21 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 225.000

## CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045600 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

## HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 40.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

## BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | DEFORMACION UNITARIA |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | ———— ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

## CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

## SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.277 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.682 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 14.855 | 29.783 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 59.111 | 59.111 | 53.408 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.979 | 1.985 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.205 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.269 | metros | Sost.sin sol> | 11.987 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.196 | metros | >> Pi Sost.= | 59.111 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.645 | T/m2 | Compres.hastiales = | 232.111 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 64.757 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 7.834 T x m |

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:3225 21 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.500 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 5.190 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 10,095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=Si;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=Si;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=Si;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 20.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.277 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.072 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 21.682 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.16% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 14.855 | 29.783 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 21.158 | 37.720 | 25.720 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.424 | 1.267 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.205 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.457 | metros | Sost.sin sol> | 9.636 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.941 | metros | >> Pi Sost.= | 21.158 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.645 | T/m2 | Compres.hastiales = | 580.278 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 26.803 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.134 T x m |







## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,175.21 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | | |
| MODULO ELAST. | 1,500,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 1,400,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 1,500,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 0.53914 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | AC | | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00146 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 57 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.03708 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 20 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 175 | M | PROFUND. MI | 150 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 437.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 375.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 201.39 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 70 T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 3.31814 | 53.35% | 68.233 | 62.013 | 996.99% | 0.013 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 2.49937 | 40.18% | 68.782 | 62.562 | 1005.82% | 0.013 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 2.02966 | 32.63% | 67.389 | 61.169 | 983.43% | 0.013 |
| 7.000 | 21.928 | | PLASTICA | 1.68463 | 27.08% | 65.388 | 59.168 | 951.26% | 0.012 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 1.41590 | 22.76% | 63.115 | 56.895 | 914.71% | 0.012 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 1.20085 | 19.31% | 60.731 | 54.511 | 876.38% | 0.011 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 1.02593 | 16.49% | 58.327 | 52.107 | 837.74% | 0.011 |
| 16.333 | 31.261 | 1.405 | PLASTICA | 0.88201 | 14.18% | 55.959 | 49.739 | 799.65% | 0.011 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.76254 | 12.26% | 53.658 | 47.438 | 762.66% | 0.010 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 0.66261 | 10.65% | 51.443 | 45.223 | 727.05% | 0.010 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.57847 | 9.30% | 49.323 | 43.103 | 692.98% | 0.009 |
| 25.667 | 40.595 | 10.739 | PLASTICA | 0.50722 | 8.15% | 47.305 | 41.085 | 660.52% | 0.009 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.44654 | 7.18% | 45.386 | 39.166 | 629.69% | 0.009 |
| 30.333 | 45.261 | 15.405 | PLASTICA | 0.39460 | 6.34% | 43.567 | 37.347 | 600.44% | 0.008 |
| 32.667 | 47.595 | 17.739 | PLASTICA | 0.34995 | 5.63% | 41.844 | 35.624 | 572.73% | 0.008 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.31138 | 5.01% | 40.212 | 33.992 | 546.49% | 0.008 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.27794 | 4.47% | 38.666 | 32.446 | 521.64% | 0.007 |
| 39.667 | 54.595 | 24.739 | PLASTICA | 0.24882 | 4.00% | 37.203 | 30.983 | 498.12% | 0.007 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.22337 | 3.59% | 35.817 | 29.597 | 475.84% | 0.007 |
| 44.333 | 59.261 | 29.405 | PLASTICA | 0.20106 | 3.23% | 34.504 | 28.284 | 454.73% | 0.007 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.18143 | 2.92% | 33.259 | 27.039 | 434.71% | 0.006 |
| 49.000 | 63.928 | 34.072 | PLASTICA | 0.16410 | 2.64% | 32.078 | 25.858 | 415.72% | 0.006 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.14877 | 2.39% | 30.956 | 24.736 | 397.69% | 0.006 |
| 53.667 | 68.595 | 38.739 | PLASTICA | 0.13516 | 2.17% | 29.891 | 23.671 | 380.56% | 0.006 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.12304 | 1.98% | 28.878 | 22.658 | 364.27% | 0.005 |
| 58.333 | 73.261 | 43.405 | PLASTICA | 0.11223 | 1.80% | 27.914 | 21.694 | 348.78% | 0.005 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.10256 | 1.65% | 26.996 | 20.776 | 334.02% | 0.005 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.09389 | 1.51% | 26.121 | 19.901 | 319.96% | 0.005 |
| 65.333 | 80.261 | 50.405 | PLASTICA | 0.08610 | 1.38% | 25.287 | 19.067 | 306.55% | 0.005 |
| 67.667 | 82.595 | 52.739 | PLASTICA | 0.07908 | 1.27% | 24.491 | 18.271 | 293.75% | 0.005 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.07275 | 1.17% | 23.731 | 17.511 | 281.52% | 0.004 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.21
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 175.000 | M | Po..... | 437.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 13.500 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 52.621 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.03708 | M..... | | 0.53914 | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | | 0.00146 | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 13.500 | | |
| Tt1..... | 45.573 | | |
| Tr2..... | 43.480 | 201.389 | |
| Tt2..... | 100.508 | | |
| CONST.M | 0.118 | | |
| TrMEDIA.. | 28.490 | | |
| TtMEDIA.. | 73.041 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 65.232 | | |
| RES.TAN | 37.662 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 4.329 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 13.500 | PRES. APORTADA ROCA 4.329

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 9.171 | 9.171 | 1.061 | 52.6 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 24.099 | 24.099 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 245.05

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.962 | 15.032 | 0.959 | 29.960 | 0.000 |
| 0.500 | 0.975 | 14.824 | 0.972 | 29.752 | 13.058 |
| 1.000 | 0.983 | 14.695 | 0.980 | 29.623 | 21.289 |
| 1.500 | 0.990 | 14.585 | 0.987 | 29.513 | 28.364 |
| 2.000 | 0.996 | 14.486 | 0.994 | 29.414 | 34.788 |
| 2.500 | 1.002 | 14.394 | 1.000 | 29.322 | 40.775 |
| 3.000 | 1.007 | 14.308 | 1.005 | 29.236 | 46.438 |
| 3.500 | 1.012 | 14.226 | 1.011 | 29.154 | 51.850 |
| 4.000 | 1.017 | 14.148 | 1.016 | 29.076 | 57.057 |
| 4.500 | 1.021 | 14.073 | 1.021 | 29.001 | 62.093 |
| 5.000 | 1.026 | 14.001 | 1.026 | 28.929 | 66.984 |
| 6.000 | 1.034 | 13.887 | 1.034 | 28.815 | 74.739 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.21
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 175.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 13.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 23.883 | 86.295 | 55.534 | 6.599 | 6.599 |
| 2.500 | 26.452 | 71.054 | 58.314 | 8.568 | 8.568 |
| 3.000 | 28.997 | 75.666 | 60.620 | 10.661 | 10.000 |
| 3.500 | 31.513 | 80.141 | 62.857 | 12.875 | 10.000 |
| 4.000 | 33.999 | 84.487 | 65.030 | 15.204 | 10.000 |
| 4.500 | 36.453 | 88.712 | 67.143 | 17.643 | 10.000 |
| 5.000 | 38.874 | 92.823 | 69.198 | 20.188 | 10.000 |
| 5.500 | 41.261 | 96.827 | 71.200 | 22.835 | 10.000 |
| 6.000 | 43.615 | 100.730 | 73.152 | 25.581 | 10.000 |
| 6.500 | 45.935 | 104.538 | 75.055 | 28.422 | 10.000 |
| 7.500 | 50.476 | 111.885 | 78.729 | 34.378 | 10.000 |
| 8.000 | 52.698 | 115.434 | 80.504 | 37.487 | 10.000 |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002685 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 11.406 | 5.703 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 10.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 8.554 | 11.406 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.021 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 15.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.753 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.05-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 13.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.061 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 14.585 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 9.171 | 24.099 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 13.554 | 26.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.478 | 1.096 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16.542 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.987 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.072) | metros | Sost.sin sol> | 11.419 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.800 | metros | >> Pi Sost.= | 13.554 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.329 | T/m2 | Compres.hastiales = | 687.842 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 17.883 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.146 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 175.000

CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002685 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.750 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 15.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.05-0.09 |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

SOSTENIMIENTO TOTAL

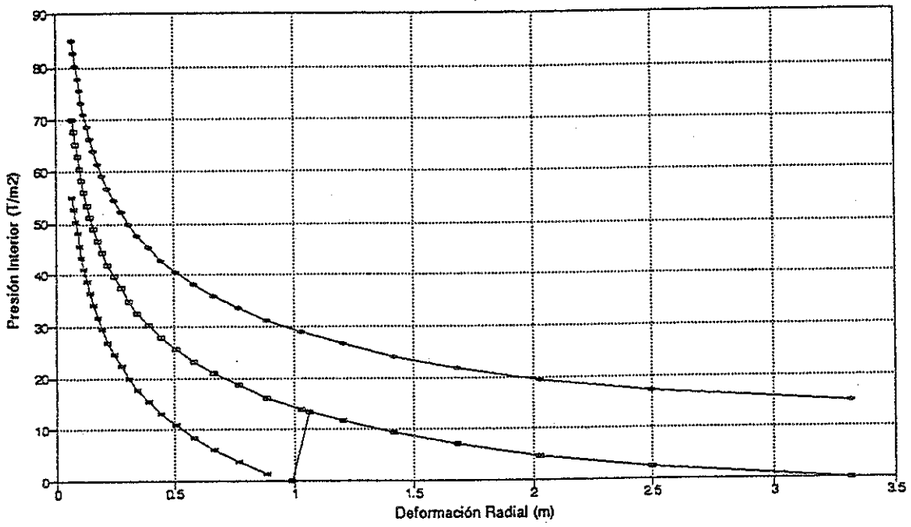
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 13.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.061 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 14.585 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 9.171 | 24.099 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 39.218 | 54.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 4.276 | 2.279 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.987 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.166) | metros | Sost.sin sol> | 13.145 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.208 | metros | >> Pi Sost.= | 39.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.329 | T/m2 | Compres.hastiales = | 196.526 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 43.547 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.012 T x m |

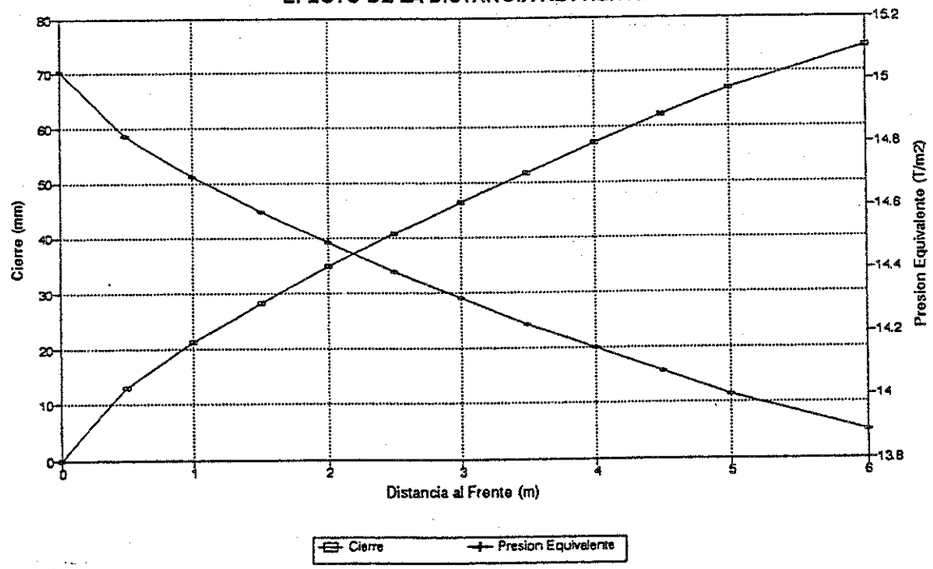
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3175.21
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



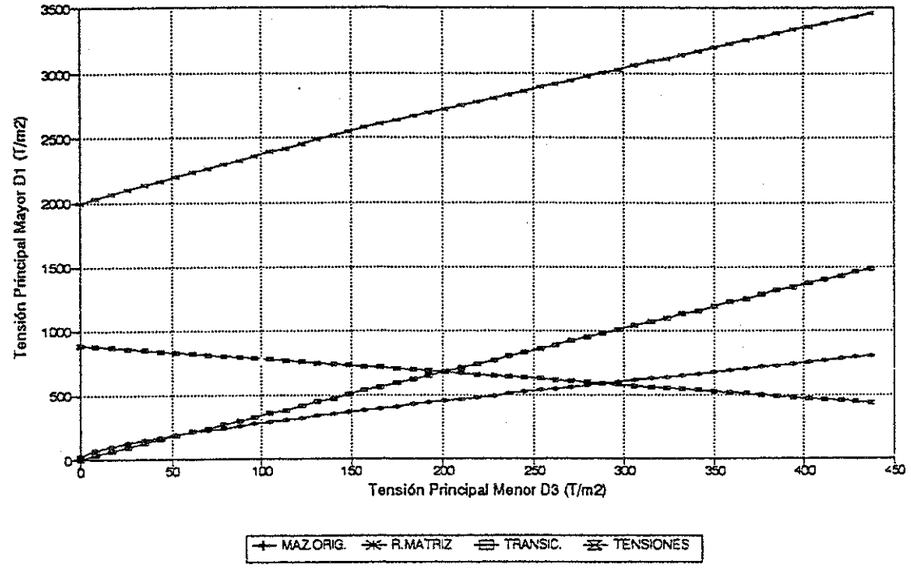




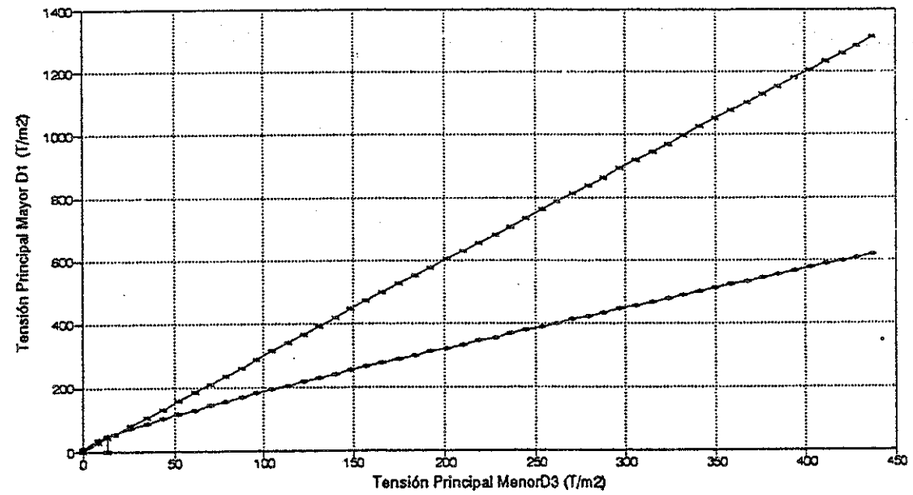

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 40

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005800 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION L EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 5.703 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 10.0 | 0.0 | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 8.554 | 11.406 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.021 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION L (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.753 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 13.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.061 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.073 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 14.585 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.18% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 9.171 | 24.099 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 13.554 | 31.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.478 | 1.303 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.987 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.142) | metros | Sost.sin sol> | 12.669 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.800 | metros | >> Pi Sost.= | 13.554 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.329 | T/m2 | Compres.hastiales = | 687.842 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 17.883 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.146 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | CASO: | 3.125.21 | | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687.006 | | | | |
| MODULO ELAST | 1,120,000 | T/M2 | Em (H&B) = | 400,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin) = | 1,120,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 0.37549 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | AC | | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.00071 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 52 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.03708 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 20 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX | 125 | M | PROFUND. Mi | 100 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 312.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 250.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 145.24 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG | 0 T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 50 T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 1.59110 | 25.58% | 66.256 | 60.036 | 965.21% | 0.012 |
| 1.667 | 16.595 | | PLASTICA | 1.08988 | 17.52% | 60.717 | 54.497 | 876.15% | 0.011 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 0.84609 | 13.60% | 56.666 | 50.446 | 811.02% | 0.010 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 0.68572 | 11.02% | 53.257 | 47.047 | 756.39% | 0.010 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.56984 | 9.16% | 50.306 | 44.088 | 708.82% | 0.009 |
| 8.333 | 23.261 | | PLASTICA | 0.48178 | 7.75% | 47.692 | 41.462 | 666.59% | 0.009 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.41265 | 6.63% | 45.322 | 39.102 | 628.66% | 0.008 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 0.35710 | 5.74% | 43.184 | 36.964 | 594.27% | 0.008 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.31167 | 5.01% | 41.232 | 35.012 | 562.89% | 0.007 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 0.27399 | 4.40% | 39.440 | 33.220 | 534.09% | 0.007 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 0.24235 | 3.90% | 37.788 | 31.568 | 507.53% | 0.007 |
| 18.333 | 33.261 | 3.405 | PLASTICA | 0.21554 | 3.47% | 36.259 | 30.039 | 482.94% | 0.006 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.19261 | 3.10% | 34.836 | 28.616 | 460.09% | 0.006 |
| 21.667 | 36.595 | 6.739 | PLASTICA | 0.17287 | 2.78% | 33.513 | 27.293 | 438.79% | 0.006 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.15576 | 2.50% | 32.275 | 26.055 | 418.89% | 0.006 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 0.14083 | 2.26% | 31.114 | 24.894 | 400.23% | 0.006 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.12775 | 2.05% | 30.024 | 23.804 | 382.71% | 0.005 |
| 28.333 | 43.261 | 13.405 | PLASTICA | 0.11623 | 1.87% | 28.998 | 22.778 | 366.21% | 0.005 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.10604 | 1.70% | 28.030 | 21.810 | 350.65% | 0.005 |
| 31.667 | 46.595 | 16.739 | PLASTICA | 0.09698 | 1.56% | 27.116 | 20.896 | 335.95% | 0.005 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.08892 | 1.43% | 26.250 | 20.030 | 322.03% | 0.005 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.08170 | 1.31% | 25.430 | 19.210 | 308.84% | 0.005 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.07522 | 1.21% | 24.651 | 18.431 | 296.32% | 0.004 |
| 38.333 | 53.261 | 23.405 | PLASTICA | 0.06940 | 1.12% | 23.910 | 17.690 | 284.41% | 0.004 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.06414 | 1.03% | 23.205 | 16.985 | 273.08% | 0.004 |
| 41.667 | 56.595 | 26.739 | PLASTICA | 0.05938 | 0.95% | 22.533 | 16.313 | 262.27% | 0.004 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.05507 | 0.89% | 21.892 | 15.672 | 251.97% | 0.004 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 0.05115 | 0.82% | 21.280 | 15.060 | 242.13% | 0.004 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.04758 | 0.76% | 20.695 | 14.475 | 232.71% | 0.004 |
| 48.333 | 63.261 | 33.405 | PLASTICA | 0.04432 | 0.71% | 20.135 | 13.915 | 223.71% | 0.004 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.04134 | 0.66% | 19.598 | 13.378 | 215.08% | 0.004 |

**ICYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.125.21 | |
| ROCA: | L-3 | RMR: | 40.000 | | |
| PROFUNDIDAD | 125.000 | M | Po..... | 312.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 7.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 43.539 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.03708 | M..... | 0.37549 | | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | 0.00071 | | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 7.000 | | |
| Ti1..... | 30.380 | | |
| Tr2..... | 31.130 | 145.240 | |
| Ti2..... | 79.465 | | |
| CONST.M | 0.084 | | |
| TiMEDIA.. | 19.065 | | |
| TiMEDIA.. | 54.922 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 47.119 | | |
| RES.TAN | 27.204 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | | |
| Fi..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 3.127 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 3.127 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 7.000 | PRES. APORTADA ROCA 3.127

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 3.873 | 3.873 | 0.550 | 43.5 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 18.801 | 18.801 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.002 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 122.83 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.461 | 8.824 | 0.460 | 23.752 | 0.000 |
| 0.500 | 0.471 | 8.584 | 0.470 | 23.512 | 10.589 |
| 1.000 | 0.478 | 8.435 | 0.477 | 23.363 | 17.338 |
| 1.500 | 0.483 | 8.314 | 0.483 | 23.242 | 22.938 |
| 2.000 | 0.488 | 8.225 | 0.487 | 23.153 | 27.125 |
| 2.500 | 0.492 | 8.142 | 0.491 | 23.070 | 31.038 |
| 3.000 | 0.496 | 8.065 | 0.494 | 22.993 | 34.750 |
| 3.500 | 0.500 | 7.992 | 0.498 | 22.920 | 38.307 |
| 4.000 | 0.504 | 7.922 | 0.501 | 22.850 | 41.739 |
| 4.500 | 0.507 | 7.855 | 0.505 | 22.783 | 45.066 |
| 5.000 | 0.510 | 7.791 | 0.508 | 22.719 | 48.305 |
| 6.000 | 0.517 | 7.667 | 0.514 | 22.595 | 54.567 |





| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | | MODULO | 20,700.000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | | 0.000 | 0.000 | metros | | |
| | HASTIALES | | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | | 0.000 | 0.000 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

| | |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.011 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.750 | 0.000 | | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 15.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 0.920 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 7.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.550 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 8.314 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | .HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 3.873 | 18.801 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 7.851 | 20.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.027 | 1.101 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.483 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.166) | metros | Sost.sin sol> | 10.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.379 | metros | >> Pi Sost.= | 7.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.127 | T/m2 | Compres.hastiales = | 713.318 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 10.978 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.297 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.05-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 7.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.550 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 8.314 | T/m2 | UI/RI(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 3.873 | 18.801 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 8.835 | 2.123 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.483 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.126 | metros | Sost.sin sol> | 2.927 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.073 | metros | >> PI Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> PI Roca = | 3.127 | T/m2 | Compres.hastiales = | 101.903 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 37.345 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.081 T x m |

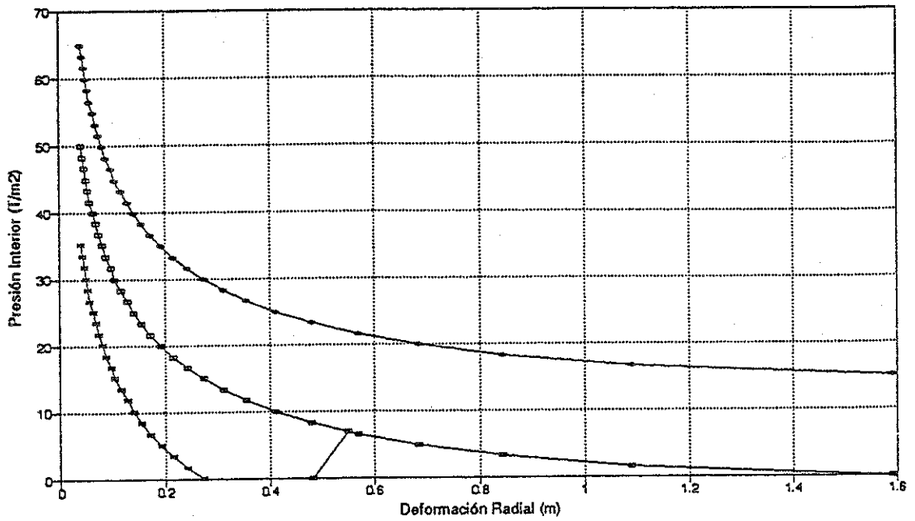




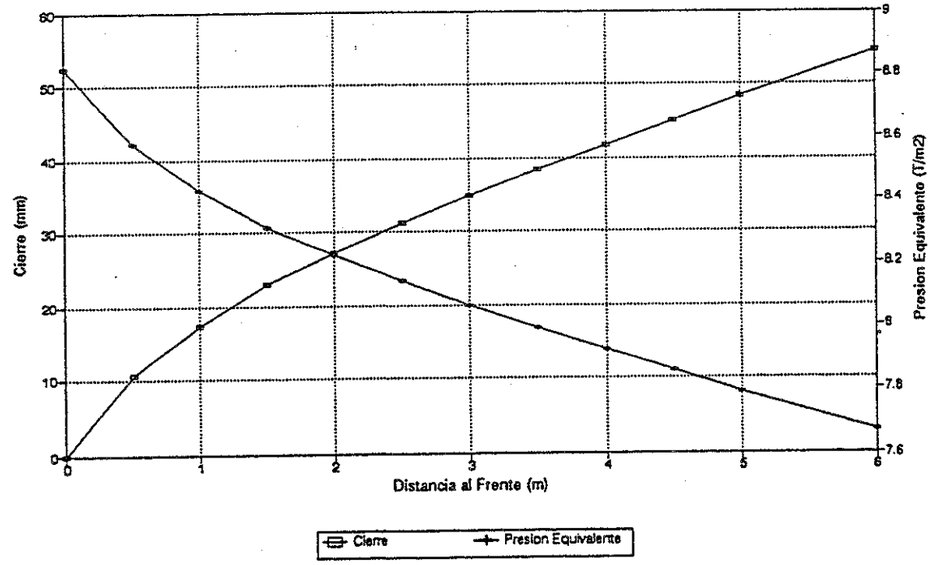
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3125.21
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



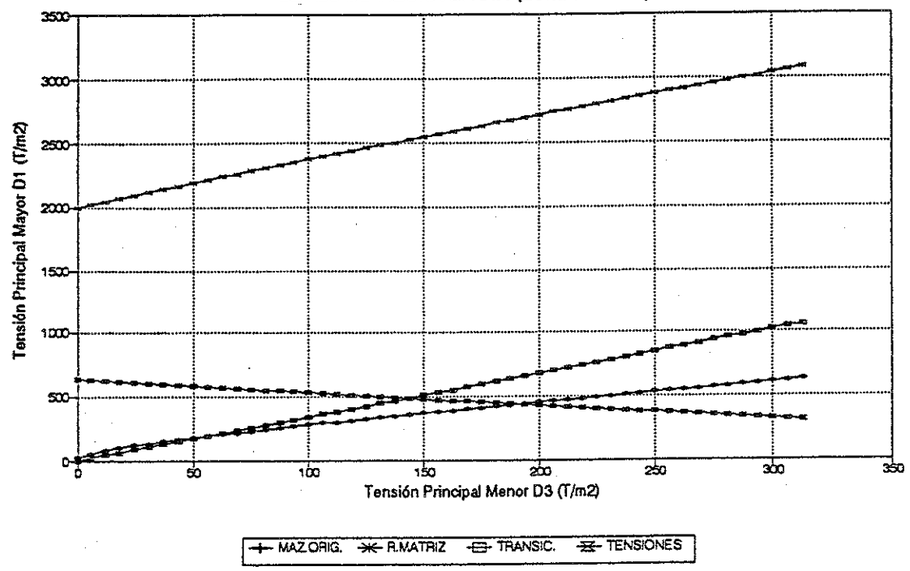

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



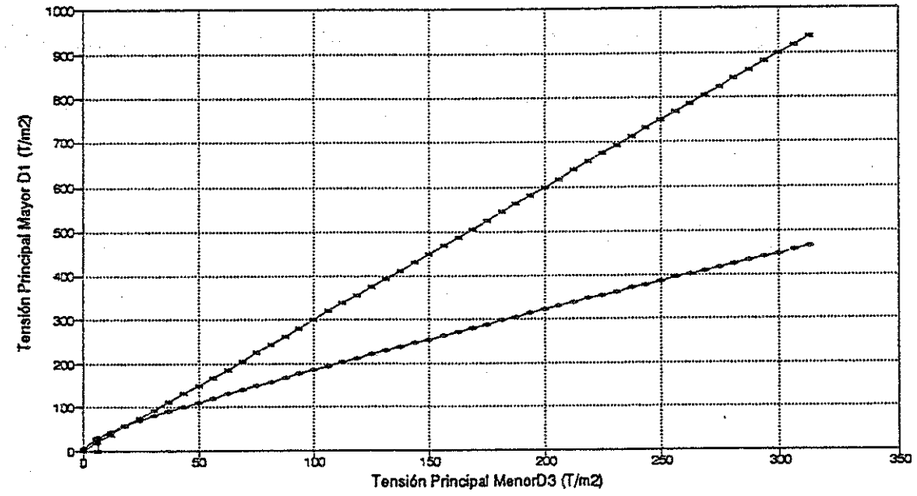
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 125.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002655 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.011 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

#### BULONES

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 0.920 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA
ROCA DUR <0.01
PIZARRA 0.02-0.03
ROCA BLAN 0.06-0.09

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 7.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.550 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.068 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 8.314 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.09% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 3.873 | 18.801 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 7.851 | 25.703 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.027 | 1.367 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.483 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.221) | metros | Sost.sin sol> | 12.500 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.379 | metros | >> Pi Sost.= | 7.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 3.127 | T/m2 | Compres.hastiales = | 713.318 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 10.978 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.297 T x m |

# iCYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.075.21 | | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | | |
| RES.COMPRESION..... | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 750,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 750,000 | T/m2 | | | | | |
| CONST. M ..... | 0.22629 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | | |
| CONST. S ..... | 0.00026 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 45 | CARBONA | CA | | |
| CONST. Mr..... | 0.03708 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 20 | ARCILLOS | AC | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 75 | M | PROFUND. MI | 50 | M | | I.G.FINO | IF | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 187.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 125.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 87.00 | T/M2 |

| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 |
| P.INTERIOR FINAL..... | 50 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.35206 | 5.66% | 44.660 | 38.440 | 618.00% | 0.007 |
| 1.667 | 16.595 | | PLASTICA | 0.21681 | 3.49% | 37.779 | 31.559 | 507.38% | 0.006 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 0.16095 | 2.59% | 33.972 | 27.752 | 446.17% | 0.005 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 0.12712 | 2.04% | 31.182 | 24.962 | 401.32% | 0.005 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.10392 | 1.67% | 28.956 | 22.736 | 365.53% | 0.005 |
| 8.333 | 23.261 | | PLASTICA | 0.08694 | 1.40% | 27.098 | 20.878 | 335.66% | 0.004 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.07398 | 1.19% | 25.504 | 19.284 | 310.04% | 0.004 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 0.06374 | 1.02% | 24.111 | 17.891 | 287.63% | 0.004 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.05550 | 0.89% | 22.874 | 16.654 | 267.76% | 0.004 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 0.04875 | 0.78% | 21.766 | 15.546 | 249.93% | 0.003 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 0.04312 | 0.69% | 20.763 | 14.543 | 233.80% | 0.003 |
| 18.333 | 33.261 | 3.405 | PLASTICA | 0.03839 | 0.62% | 19.848 | 13.628 | 219.11% | 0.003 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.03436 | 0.55% | 19.010 | 12.790 | 205.63% | 0.003 |
| 21.667 | 36.595 | 6.739 | PLASTICA | 0.03090 | 0.50% | 18.238 | 12.018 | 193.22% | 0.003 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.02791 | 0.45% | 17.523 | 11.303 | 181.72% | 0.003 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 0.02531 | 0.41% | 16.859 | 10.639 | 171.04% | 0.003 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.02302 | 0.37% | 16.239 | 10.019 | 161.06% | 0.003 |
| 28.333 | 43.261 | 13.405 | PLASTICA | 0.02102 | 0.34% | 15.660 | 9.440 | 151.76% | 0.003 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.01924 | 0.31% | 15.116 | 8.896 | 143.02% | 0.002 |
| 31.667 | 46.595 | 16.739 | PLASTICA | 0.01766 | 0.28% | 14.605 | 8.385 | 134.81% | 0.002 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.01624 | 0.26% | 14.123 | 7.903 | 127.06% | 0.002 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.01498 | 0.24% | 13.669 | 7.449 | 119.75% | 0.002 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.01384 | 0.22% | 13.238 | 7.018 | 112.83% | 0.002 |
| 38.333 | 53.261 | 23.405 | PLASTICA | 0.01282 | 0.21% | 12.831 | 6.611 | 106.28% | 0.002 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.01189 | 0.19% | 12.444 | 6.224 | 100.06% | 0.002 |
| 41.667 | 56.328 | 27.005 | PLASTICA | 0.01105 | 0.18% | 12.076 | 5.856 | 94.14% | 0.002 |
| 43.333 | 57.118 | 29.549 | PLASTICA | 0.01029 | 0.17% | 11.725 | 5.505 | 88.51% | 0.002 |
| 45.000 | 57.948 | 32.052 | PLASTICA | 0.00959 | 0.15% | 11.391 | 5.171 | 83.14% | 0.002 |
| 46.667 | 58.817 | 34.517 | PLASTICA | 0.00895 | 0.14% | 11.073 | 4.853 | 78.02% | 0.002 |
| 48.333 | 59.721 | 36.946 | PLASTICA | 0.00837 | 0.13% | 10.768 | 4.548 | 73.12% | 0.002 |
| 50.000 | 60.659 | 39.341 | PLASTICA | 0.00744 | 0.12% | 10.478 | 4.258 | 68.45% | 0.002 |





# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.075.21 | | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 40.000 | | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 75.000 | M | Po..... | 187.50 | T/M2 | | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 2.500 | T/M2 | | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 29.477 | ESPES.PLAST. CALCULO> | 5.971 | | | | | | |
| Mr..... | 0.03708 | M..... | 0.22629 | | | | | | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | 0.00026 | | | | | | |
| Rc..... | 2,000.000 | T/M2 | | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tm..... | 2.500 | | | |
| Tri..... | 17.091 | | | |
| Tr2..... | 20.715 | 87.000 | | |
| Tt2..... | 60.260 | | | |
| CONST.M | 0.050 | | | |
| TmMEDIA.. | 11.608 | | | |
| TmMEDIA.. | 38.676 | | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | | |
| TENS.NO | 31.692 | | | |
| RES.TAN | 18.297 | T/M2 | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 | <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) |
| Fi..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> / RESIST. ARCO ROCA>> DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2.103 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 2.103 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 2.500 | \| PRES. APORTADA ROCA | 2.103 |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.397 | 0.397 | 0.185 | 29.5 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 15.325 | 15.325 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.002 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 30.33 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.102 | 6.846 | 0.102 | 21.774 | 0.000 |
| 0.500 | 0.108 | 6.379 | 0.107 | 21.307 | 5.543 |
| 1.000 | 0.111 | 6.123 | 0.111 | 21.051 | 8.805 |
| 1.500 | 0.114 | 5.907 | 0.114 | 20.835 | 11.682 |
| 2.000 | 0.117 | 5.715 | 0.116 | 20.643 | 14.354 |
| 2.500 | 0.120 | 5.538 | 0.119 | 20.466 | 16.899 |
| 3.000 | 0.122 | 5.373 | 0.121 | 20.301 | 19.356 |
| 3.500 | 0.124 | 5.218 | 0.124 | 20.146 | 21.750 |
| 4.000 | 0.126 | 5.071 | 0.126 | 19.999 | 24.098 |
| 4.500 | 0.128 | 4.953 | 0.128 | 19.881 | 26.049 |
| 5.000 | 0.130 | 4.860 | 0.129 | 19.788 | 27.602 |
| 6.000 | 0.133 | 4.686 | 0.132 | 19.614 | 30.629 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.075.21
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 75.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | UM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 2.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 8.009 | 32.938 | 25.015 | 2.923 | 2.923 |
| 2.500 | 9.546 | 36.665 | 26.878 | 3.920 | 3.920 |
| 3.000 | 11.115 | 40.302 | 28.696 | 5.016 | 5.016 |
| 3.500 | 12.709 | 43.853 | 30.472 | 6.210 | 6.210 |
| 4.000 | 14.317 | 47.322 | 32.207 | 7.497 | 7.497 |
| 4.500 | 15.936 | 50.712 | 33.902 | 8.874 | 8.874 |
| 5.000 | 17.560 | 54.027 | 35.559 | 10.339 | 10.000 |
| 5.500 | 19.185 | 57.269 | 37.180 | 11.898 | 10.000 |
| 6.000 | 20.809 | 60.441 | 38.766 | 13.520 | 10.000 |
| 6.500 | 22.428 | 63.547 | 40.319 | 15.231 | 10.000 |
| 7.500 | 25.646 | 69.572 | 43.331 | 18.882 | 10.000 |
| 8.000 | 27.242 | 72.495 | 44.793 | 20.818 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:307 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 AREA >> 0.0036802 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 28.515 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 28.515 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.011 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.840 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el calculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA
ROCA DUR <0,01
PIZARRA 0,02-0,03
ROCA BLAN 0,06-0,09

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 2.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.185 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.071 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 5.907 | T/m2 | UI/Ri(%)= | 1.15% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.397 | 15.325 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 28.515 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 7.184 | 1.025 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.114 metros
CIERRE SIN SOLERA >> (0.015) metros Sost.sin sol> 5.000 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.128 metros >> Pi Sost.= 2.851 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.014 metros >> Pi Roca = 2.103 T/m2 Compres.hastiales = 254.756 T/m2
CIERRE (UI/Ri %) >> 0.23% Total Sost. = 4.955 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 0.106 T x m

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:307 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.173 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 2.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.185 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.071 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 5.907 | T/m2 | Ui/Ri(%)=. | 1.15% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.397 | 15.325 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 86.204 | 2.605 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.114 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.052 | metros | Sost.sin sol> | 1.045 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.014 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 2.103 | T/m2 | Compres.hastiales = 36.394 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 36.321 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.743 T x m |

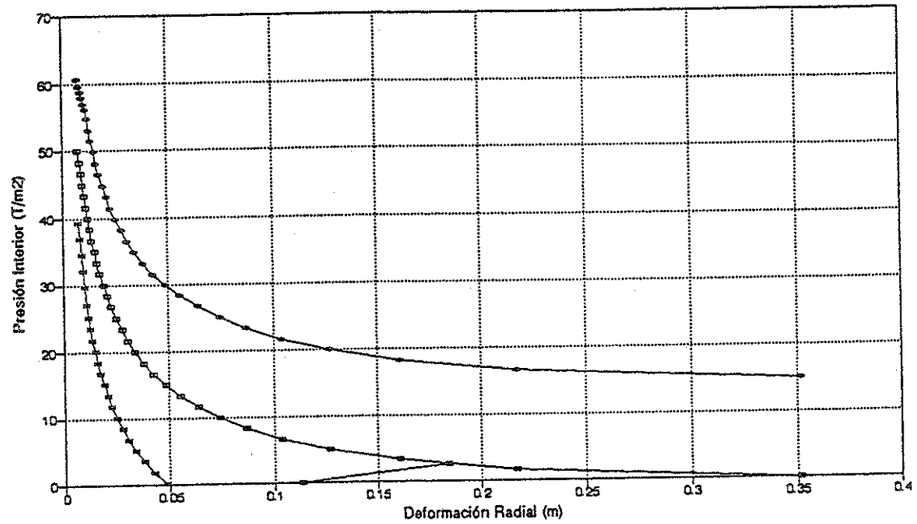




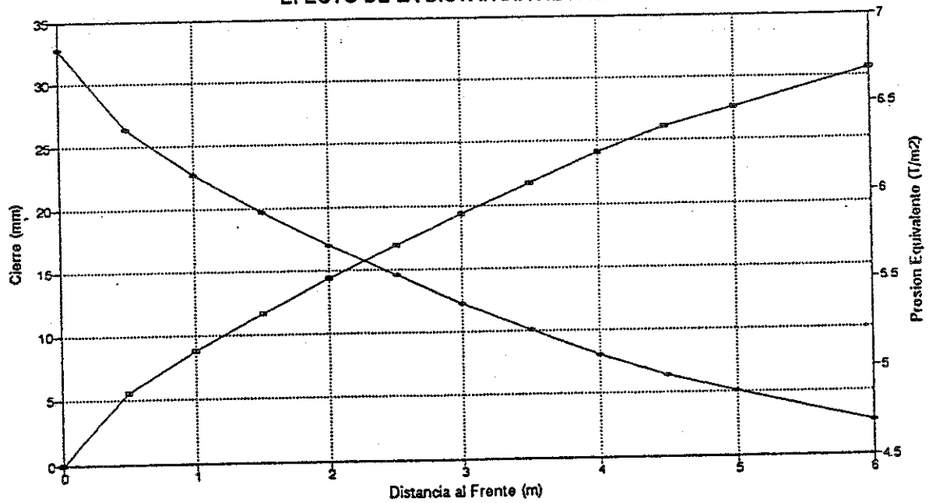
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3075.21
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



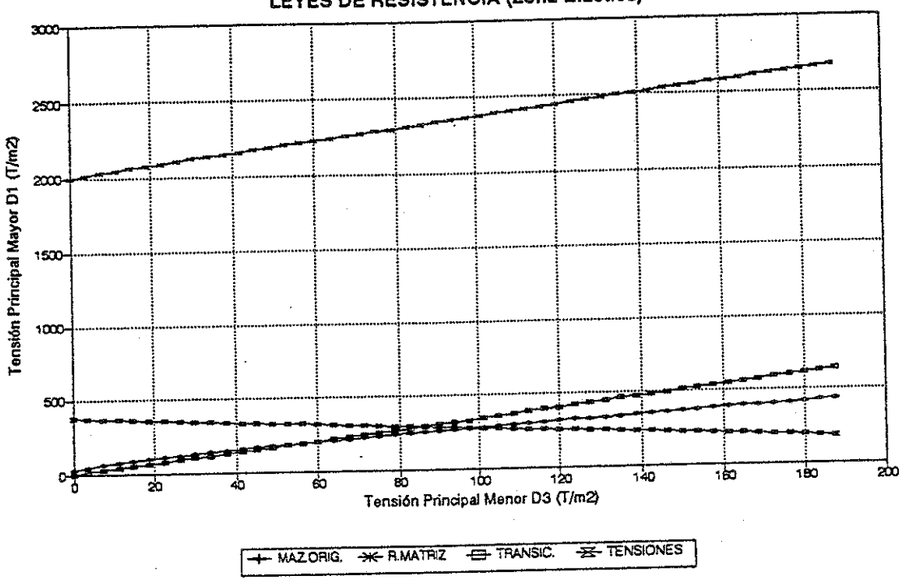

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



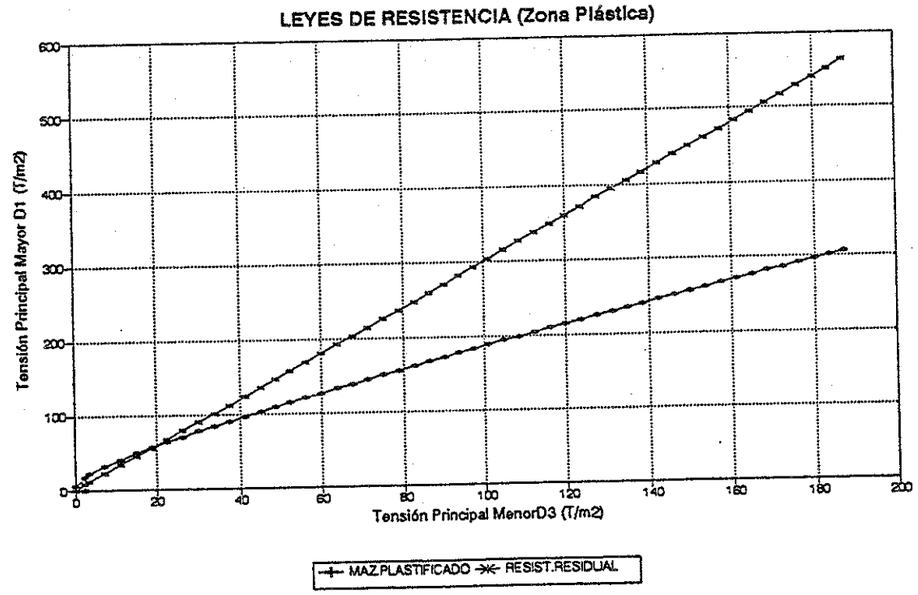
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 6.296 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>>> TH — MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> 29 — AREA >> 0.0036802 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 — 1.000 — 1.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> 12,248 T/m2 — SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 17.109 | 17.109 | 11.406 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 — RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 10.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 11.406 |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 T/m2 >> | | SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 25.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 3.420 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> 222 T/m2 — SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

PRESION I.CALCULO >> 40.000 T/m2 — DEFORMACIO 1.396 m
DISTANCIA SOSTEN.>>> 1.500 metros — CIERRE>> 0.121 m
PRES. MAXIMA SOST.>> 43.652 T/m2 — UI/RI(%)= 1.95%
PRES.HIDROSTATICA 0.000 T/m2

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 29.253 | 44.181 | 14.325 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.405 | 48.406 | 17.702 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.142 | 1.096 | 1.236 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> 50,297 T/m2
DEFORMACION INICIAL> 1.275 metros
CIERRE SIN SOLERA >> (0.121) metros — Sost.sin sol> 36.942 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 1.259 metros — >> Pi Sost = 33.405 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros — >> Pi Roca = 10.747 T/m2 — Compres.hastiales = 1,358.700 T/m2
CIERRE (UI/Ri %) >> 0.00% — Total Sost. = 44.152 T/m2 — Mom.adm.horm.arco = 5.095 T x m

**ICYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.025.21 | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 |
| RES.COMPRESION..... | 2,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 2,687,006 | | | |
| MODULO ELAST..... | 560,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 560,000 | T/m2 | | |
| CONST. M ..... | 0.15760 | | TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | AC | | |
| CONST. S ..... | 0.00012 | | RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | |
| CONST. Mr..... | 0.03708 | | RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | | RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 25 | M | PROFUND. MI | 0 | M | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 62.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 0.0 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | |

| <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> |
|---|---|
| 40 | CARBONA CA |
| 20 | ARCILLOS AC |
| | ARENOSA AR |
| | I.G.FINO IF |
| 90 | I.G.GRUE. IG |

PRESION CRITICA..... 20.65 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 15 | T/M2 | PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.01767 | 0.28% | 15.617 | 9.397 | 151.08% | 0.001 |
| 0.500 | 15.428 | | PLASTICA | 0.01457 | 0.23% | 14.491 | 8.271 | 132.98% | 0.001 |
| 1.000 | 15.928 | | PLASTICA | 0.01267 | 0.20% | 13.717 | 7.497 | 120.54% | 0.001 |
| 1.500 | 16.428 | | PLASTICA | 0.01128 | 0.18% | 13.107 | 6.887 | 110.72% | 0.001 |
| 2.000 | 16.928 | | PLASTICA | 0.01021 | 0.16% | 12.596 | 6.376 | 102.51% | 0.001 |
| 2.500 | 17.354 | | PLASTICA | 0.00933 | 0.15% | 12.153 | 5.933 | 95.39% | 0.001 |
| 3.000 | 16.873 | | PLASTICA | 0.00859 | 0.14% | 11.762 | 5.542 | 89.09% | 0.001 |
| 3.500 | 16.490 | | PLASTICA | 0.00796 | 0.13% | 11.409 | 5.189 | 83.43% | 0.001 |
| 4.000 | 16.186 | | PLASTICA | 0.00741 | 0.12% | 11.088 | 4.868 | 78.27% | 0.001 |
| 4.500 | 15.948 | | PLASTICA | 0.00693 | 0.11% | 10.793 | 4.573 | 73.53% | 0.001 |
| 5.000 | 15.766 | | PLASTICA | 0.00608 | 0.10% | 10.521 | 4.301 | 69.15% | 0.001 |
| 5.500 | 15.631 | | PLASTICA | 0.00534 | 0.09% | 10.268 | 4.048 | 65.08% | 0.001 |
| 6.000 | 15.536 | | PLASTICA | 0.00473 | 0.08% | 10.031 | 3.811 | 61.27% | 0.001 |
| 6.500 | 15.478 | | PLASTICA | 0.00422 | 0.07% | 9.808 | 3.588 | 57.68% | 0.001 |
| 7.000 | 15.451 | | PLASTICA | 0.00378 | 0.06% | 9.597 | 3.377 | 54.30% | 0.001 |
| 7.500 | 15.452 | | PLASTICA | 0.00341 | 0.05% | 9.398 | 3.178 | 51.09% | 0.001 |
| 8.000 | 15.478 | 0.522 | PLASTICA | 0.00309 | 0.05% | 9.209 | 2.989 | 48.05% | 0.001 |
| 8.500 | 15.528 | 1.472 | PLASTICA | 0.00281 | 0.05% | 9.029 | 2.809 | 45.16% | 0.001 |
| 9.000 | 15.598 | 2.402 | PLASTICA | 0.00256 | 0.04% | 8.857 | 2.637 | 42.40% | 0.001 |
| 9.500 | 15.688 | 3.312 | PLASTICA | 0.00235 | 0.04% | 8.694 | 2.474 | 39.77% | 0.001 |
| 10.000 | 15.795 | 4.205 | PLASTICA | 0.00216 | 0.03% | 8.537 | 2.317 | 37.24% | 0.001 |
| 10.500 | 15.918 | 5.082 | PLASTICA | 0.00199 | 0.03% | 8.386 | 2.166 | 34.82% | 0.001 |
| 11.000 | 16.056 | 5.944 | PLASTICA | 0.00183 | 0.03% | 8.241 | 2.021 | 32.50% | 0.001 |
| 11.500 | 16.209 | 6.791 | PLASTICA | 0.00170 | 0.03% | 8.102 | 1.882 | 30.25% | 0.001 |
| 12.000 | 16.374 | 7.626 | PLASTICA | 0.00158 | 0.03% | 7.969 | 1.749 | 28.11% | 0.001 |
| 12.500 | 16.551 | 8.449 | PLASTICA | 0.00147 | 0.02% | 7.840 | 1.620 | 26.04% | 0.001 |
| 13.000 | 16.739 | 9.261 | PLASTICA | 0.00137 | 0.02% | 7.715 | 1.495 | 24.04% | 0.001 |
| 13.500 | 16.938 | 10.062 | PLASTICA | 0.00128 | 0.02% | 7.595 | 1.375 | 22.10% | 0.001 |
| 14.000 | 17.147 | 10.853 | PLASTICA | 0.00119 | 0.02% | 7.478 | 1.258 | 20.23% | 0.001 |
| 14.500 | 17.366 | 11.634 | PLASTICA | 0.00112 | 0.02% | 7.366 | 1.146 | 18.42% | 0.001 |
| 15.000 | 17.593 | 12.407 | PLASTICA | 0.00105 | 0.02% | 7.257 | 1.037 | 16.67% | 0.001 |





**ICYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.025.21 | | | |
| ROCA: | L-3 | | RMR: | 40.000 | | | |
| PROFUNDIDAD | 25.000 | M | Po..... | 62.50 | T/M2 | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 9.397 | | ESPES.PLAST. CALCULO> | 5.971 | | | |
| Mr..... | 0.03708 | | M..... | 0.15760 | | | |
| Sr..... | 0.00001 | | S..... | 0.00012 | | | |
| Rc..... | 2.000.000 | T/M2 | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 0.000 | | |
| Tri..... | 5.242 | | |
| Tr2..... | 11.924 | 20.648 | |
| Tr2..... | 42.120 | | |
| CONST.M | 0.021 | | |
| TrMEDIA.. | 5.962 | | |
| TrMEDIA.. | 23.681 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 18.466 | | |
| RES.TAN | 10.662 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

| RESIST. ARCO ROCA>> / RESIST. ARCO ROCA>> / DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.225 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 1.225 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 0.000 | PRES. APORTADA ROCA 1.225

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.018 | 9.4 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 13.703 | 13.703 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 3.41

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.005 | 5.680 | 0.005 | 15.593 | 0.000 |
| 0.500 | 0.006 | 4.802 | 0.006 | 15.832 | 1.302 |
| 1.000 | 0.007 | 4.267 | 0.007 | 16.052 | 2.038 |
| 1.500 | 0.008 | 3.693 | 0.008 | 16.364 | 2.630 |
| 2.000 | 0.008 | 3.266 | 0.008 | 16.659 | 3.133 |
| 2.500 | 0.009 | 2.924 | 0.009 | 16.939 | 3.583 |
| 3.000 | 0.009 | 2.652 | 0.009 | 17.195 | 3.978 |
| 3.500 | 0.009 | 2.420 | 0.009 | 17.348 | 4.345 |
| 4.000 | 0.010 | 2.230 | 0.010 | 17.158 | 4.669 |
| 4.500 | 0.010 | 2.054 | 0.010 | 16.962 | 4.991 |
| 5.000 | 0.010 | 1.911 | 0.010 | 16.839 | 5.270 |
| 6.000 | 0.011 | 1.670 | 0.011 | 16.598 | 5.779 |

**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.025.21
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 25.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | º | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 2.903 | 18.483 | 11.862 | 1.377 | 1.377 |
| 2.500 | 3.887 | 21.657 | 13.449 | 1.952 | 1.952 |
| 3.000 | 4.936 | 24.773 | 15.007 | 2.613 | 2.613 |
| 3.500 | 6.035 | 27.831 | 16.536 | 3.359 | 3.359 |
| 4.000 | 7.175 | 30.831 | 18.036 | 4.187 | 4.187 |
| 4.500 | 8.347 | 33.774 | 19.508 | 5.095 | 5.095 |
| 5.000 | 9.545 | 36.662 | 20.952 | 6.080 | 6.080 |
| 5.500 | 10.762 | 39.497 | 22.369 | 7.141 | 7.141 |
| 6.000 | 11.995 | 42.279 | 23.760 | 8.274 | 8.274 |
| 6.500 | 13.239 | 45.010 | 25.126 | 9.479 | 9.479 |
| 7.500 | 15.750 | 50.327 | 27.784 | 12.095 | 10.000 |
| 8.000 | 17.011 | 52.916 | 29.079 | 13.502 | 10.000 |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:302 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 25.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> 29 AREA >> 0.0038802 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRESION I. EQUIV. >> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> 0 T/m2

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 28.515 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 28.515 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.011 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 | |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 1.840 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.018 m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.010 m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 3.693 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.16% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 13.703 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 28.515 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.146 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.008 metros
CIERRE SIN SOLERA >> (0.003) metros Sost.sin sol> 5.000 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.007 metros >> Pi Sost.= 2.851 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros >> Pi Roca = 1.225 T/m2 Compres.hastiales = 0.000 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.00% Total Sost. = 4.077 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:302 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 25.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> 29 AREA >> 0.0036802 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 0.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002955 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 39.921 | 28.515 | 28.515 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.061 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 84,967 T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 10.173 <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie
DEF. UNITARIA MAX.>> 0.070 % (solo para el cálculo de la rigidez)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA
ROCA DUR <0.01
PIZARRA 0.02-0.03
ROCA BLAN 0.06-0.09

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.018 | m |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.010 | m |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 3.693 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.16% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 13.703 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 28.515 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 2.913 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 84,967 T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.008 metros
CIERRE SIN SOLERA >> 0.004 metros Sost.sin sol> 0.000 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.000 metros >> Pi Sost.= 34.218 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros >> Pi Roca = 1.225 T/m2 Compres.hastiales = 0.000 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.00% Total Sost. = 35.443 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m

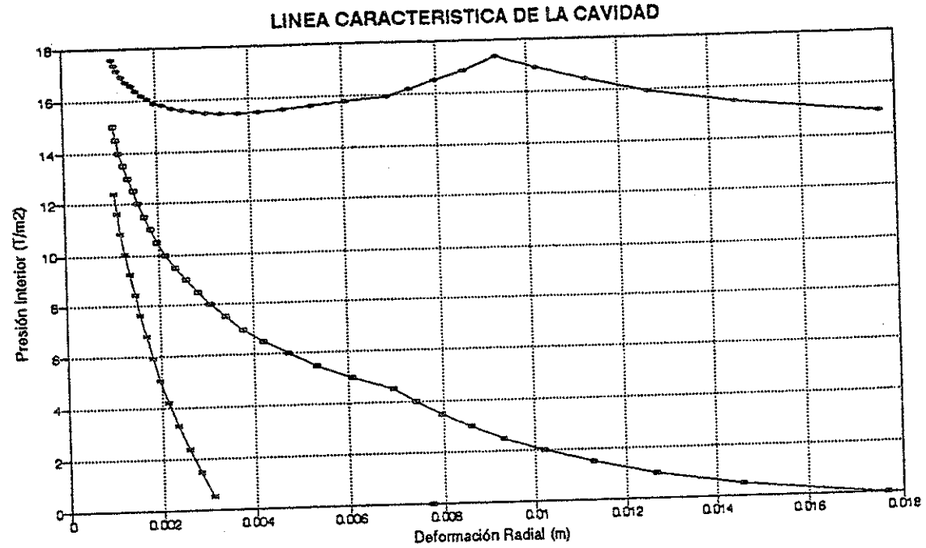




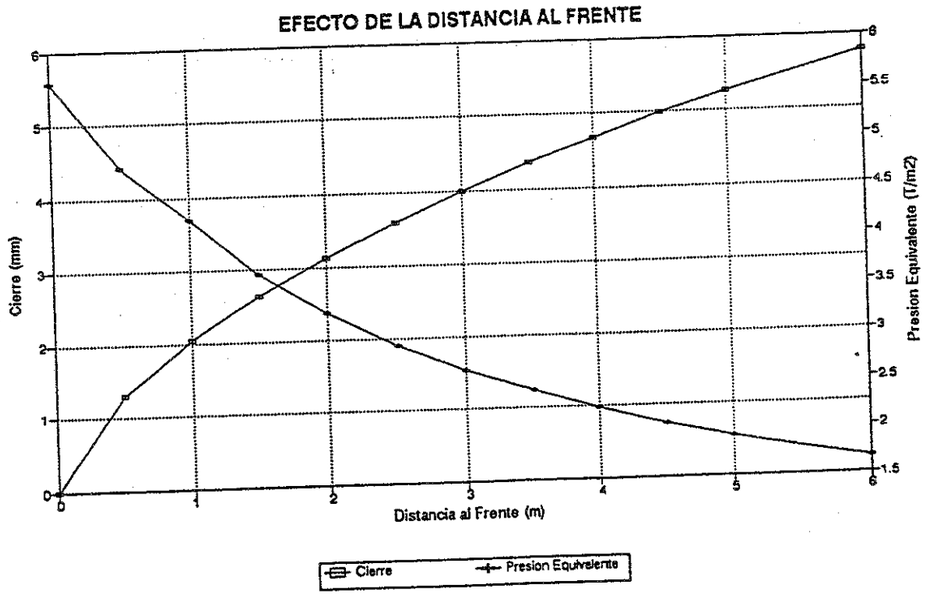
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3025.21
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 25 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



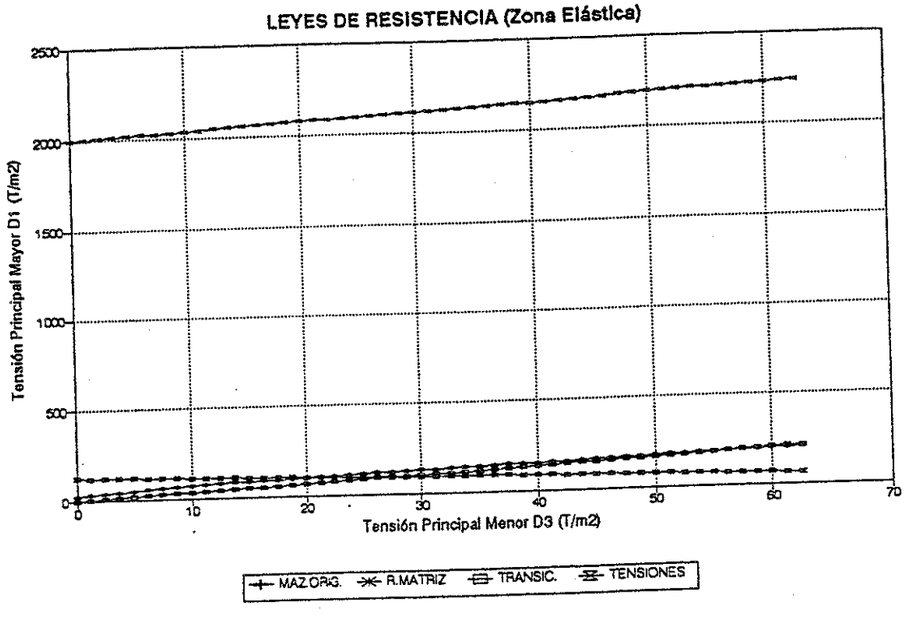

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



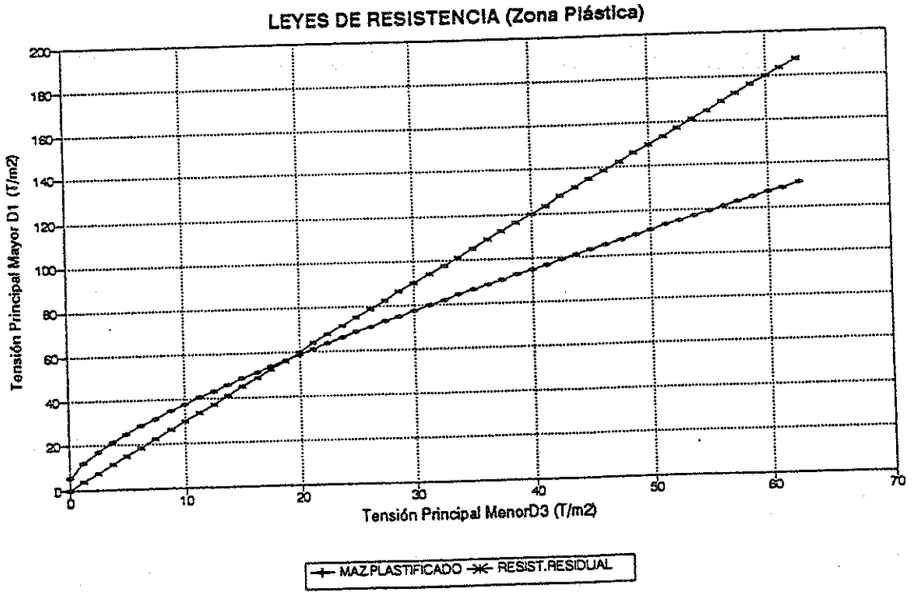
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 25 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,375.22 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transicl.> | 33.056 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 5,400,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 4,730,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 2.29137 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.02645 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 77 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.14950 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 39 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00011 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX..... | 375 | M | PROFUND. Mi | 350 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 937.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 875.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 432.92 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

P.INTERIOR ORIG..... 0 T/M2 | INTERVALO 1.000
P.INTERIOR FINAL..... 150 T/M2 | PI FINAL= 30.000 (CALCULADA)

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA. (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.25627 | 68.43% | 53.163 | 46.943 | 754.71% | 0.017 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 3.52589 | 56.69% | 56.576 | 50.356 | 809.59% | 0.018 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 3.04906 | 49.02% | 57.565 | 51.345 | 825.48% | 0.018 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 2.66082 | 42.78% | 57.650 | 51.430 | 826.85% | 0.018 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 2.33076 | 37.47% | 57.176 | 50.956 | 819.23% | 0.018 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 2.04595 | 32.89% | 55.318 | 50.098 | 805.44% | 0.018 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.79874 | 28.92% | 55.189 | 48.969 | 787.28% | 0.018 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 1.58369 | 25.46% | 53.870 | 47.650 | 766.08% | 0.017 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 1.39641 | 22.45% | 52.423 | 46.203 | 742.82% | 0.017 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 1.23326 | 19.83% | 50.896 | 44.676 | 718.27% | 0.016 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 1.09103 | 17.54% | 49.325 | 43.105 | 693.01% | 0.016 |
| 55.000 | 69.928 | 40.072 | PLASTICA | 0.96698 | 15.55% | 47.737 | 41.517 | 667.48% | 0.015 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.85867 | 13.80% | 46.155 | 39.935 | 642.04% | 0.015 |
| 65.000 | 79.928 | 50.072 | PLASTICA | 0.76401 | 12.28% | 44.592 | 38.372 | 616.92% | 0.014 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.68116 | 10.95% | 43.062 | 36.842 | 592.31% | 0.014 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.60853 | 9.78% | 41.571 | 35.351 | 568.34% | 0.013 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.54477 | 8.76% | 40.125 | 33.905 | 545.10% | 0.013 |
| 85.000 | 99.928 | 70.072 | PLASTICA | 0.48868 | 7.86% | 38.728 | 32.508 | 522.64% | 0.012 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.43926 | 7.06% | 37.382 | 31.162 | 501.00% | 0.012 |
| 95.000 | 109.928 | 80.072 | PLASTICA | 0.39562 | 6.36% | 36.087 | 29.867 | 480.18% | 0.011 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.35701 | 5.74% | 34.844 | 28.624 | 460.19% | 0.011 |
| 105.000 | 119.928 | 90.072 | PLASTICA | 0.32278 | 5.19% | 33.651 | 27.431 | 441.02% | 0.011 |
| 110.000 | 124.928 | 95.072 | PLASTICA | 0.29236 | 4.70% | 32.508 | 26.288 | 422.64% | 0.010 |
| 115.000 | 129.928 | 100.072 | PLASTICA | 0.26532 | 4.27% | 31.414 | 25.194 | 405.04% | 0.010 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.24119 | 3.88% | 30.366 | 24.146 | 388.19% | 0.010 |
| 125.000 | 139.928 | 110.072 | PLASTICA | 0.21963 | 3.53% | 29.362 | 23.142 | 372.08% | 0.009 |
| 130.000 | 144.928 | 115.072 | PLASTICA | 0.20033 | 3.22% | 28.402 | 22.182 | 356.62% | 0.009 |
| 135.000 | 149.928 | 120.072 | PLASTICA | 0.18303 | 2.94% | 27.482 | 21.262 | 341.84% | 0.009 |
| 140.000 | 154.928 | 125.072 | PLASTICA | 0.16747 | 2.69% | 26.602 | 20.382 | 327.69% | 0.008 |
| 145.000 | 159.928 | 130.072 | PLASTICA | 0.15347 | 2.47% | 25.759 | 19.539 | 314.14% | 0.008 |
| 150.000 | 164.928 | 135.072 | PLASTICA | 0.14085 | 2.26% | 24.952 | 18.732 | 301.16% | 0.008 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.22
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po..... | 937.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 40.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 46.203 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.14660 | M..... | | 2.29137 | |
| Sr..... | 0.00011 | S..... | | 0.02645 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 40.000 | | |
| Tt1..... | 117.277 | | |
| Tr2..... | 108.601 | 432.916 | |
| Tt2..... | 235.207 | | |
| CONST.M | 0.505 | | |
| TtMEDIA.. | 74.301 | | |
| TtMEDIA.. | 176.242 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 161.952 | | |
| RES.TAN | 93.503 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 10.747 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 40.000 | PRES. APORTADA ROCA 10.747

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 29.253 | 29.253 | 1.396 | 46.2 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 44.181 | 44.181 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 14.325 | 14.325 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.004 m
RAZON DE HOMOTECIA 185.80

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.234 | 44.967 | 1.234 | 59.895 | 0.000 |
| 0.500 | 1.254 | 44.356 | 1.253 | 59.284 | 18.796 |
| 1.000 | 1.267 | 43.976 | 1.265 | 58.904 | 30.632 |
| 1.500 | 1.277 | 43.652 | 1.275 | 58.580 | 40.795 |
| 2.000 | 1.287 | 43.362 | 1.284 | 58.290 | 50.018 |
| 2.500 | 1.295 | 43.093 | 1.293 | 58.021 | 58.605 |
| 3.000 | 1.304 | 42.841 | 1.301 | 57.769 | 66.724 |
| 3.500 | 1.312 | 42.602 | 1.309 | 57.530 | 74.476 |
| 4.000 | 1.319 | 42.373 | 1.316 | 57.301 | 81.930 |
| 4.500 | 1.326 | 42.153 | 1.323 | 57.081 | 89.135 |
| 5.000 | 1.333 | 41.942 | 1.330 | 56.870 | 96.128 |
| 6.000 | 1.346 | 41.537 | 1.344 | 56.465 | 109.595 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.375.22
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 375.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 45.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 40.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 64.364 | 162.108 | 139.693 | 16.530 | 10.000 |
| 2.500 | 70.292 | 172.334 | 144.806 | 21.326 | 10.000 |
| 3.000 | 76.095 | 182.224 | 149.751 | 26.390 | 10.000 |
| 3.500 | 81.802 | 191.803 | 154.540 | 31.708 | 10.000 |
| 4.000 | 87.412 | 201.089 | 159.183 | 37.271 | 10.000 |
| 4.500 | 92.925 | 210.104 | 163.691 | 43.068 | 10.000 |
| 5.000 | 98.343 | 218.864 | 168.071 | 49.090 | 10.000 |
| 5.500 | 103.667 | 227.384 | 172.331 | 55.327 | 10.000 |
| 6.000 | 108.900 | 235.679 | 176.478 | 61.773 | 10.000 |
| 6.500 | 114.043 | 243.761 | 180.519 | 68.419 | 10.000 |
| 7.500 | 124.070 | 259.335 | 188.306 | 82.286 | 10.000 |
| 8.000 | 128.959 | 266.848 | 192.063 | 89.495 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 17.109 | 17.109 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 15.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 17.109 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 20.000 | 25.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 444 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 40.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.396 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.121 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 43.652 | T/m2 | UI/RI(%)= | 1.95% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 29.253 | 44.181 | 14.325 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 43.405 | 48.405 | 23.405 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.484 | 1.096 | 1.634 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.275 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.312) | metros | Sost.sin sol> | 44.442 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.987 | metros | >> Pi Sost.= | 43.405 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.747 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,358.700 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 54.152 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.095 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 1.000 | 1.250 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 20.000 | 25.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 444 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

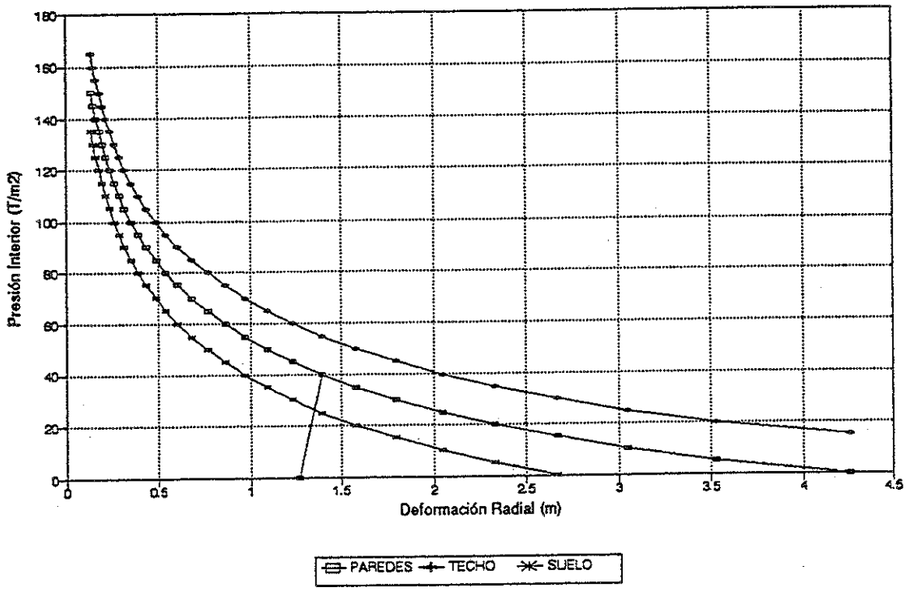
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 40.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.396 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.121 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 43.652 | T/m2 | UI/RI(%)= | 1.95% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 29.253 | 44.181 | 14.325 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 60.514 | 71.217 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.069 | 1.612 | 2.430 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.275 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.149) | metros | Sost.sin sol> | 37.975 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.662 | metros | >> Pi Sost.= | 60.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.747 | T/m2 | Compres.hastiales = | 582.300 T/m2 |
| CIERRE (UI/RI %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 71.261 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 11.889 T x m |

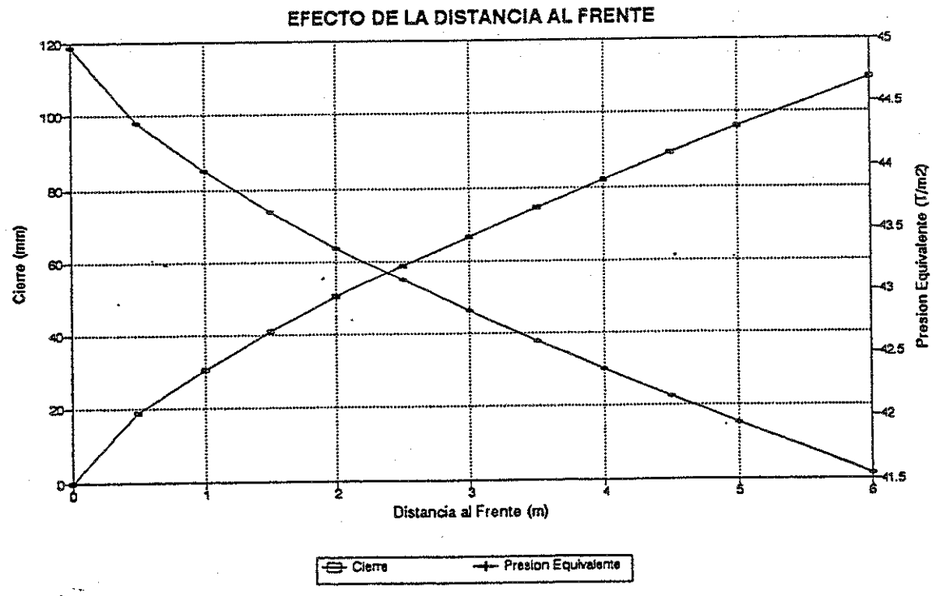
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3375.22
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



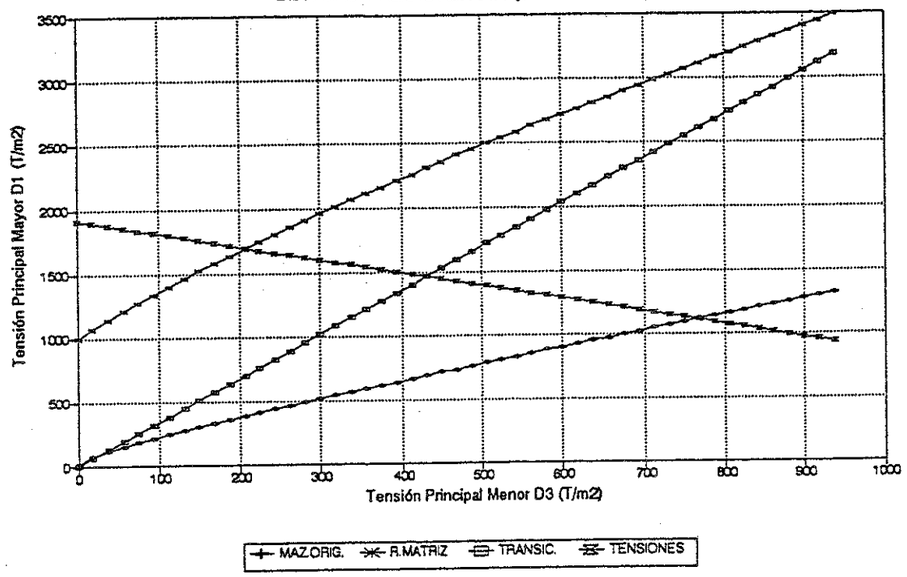




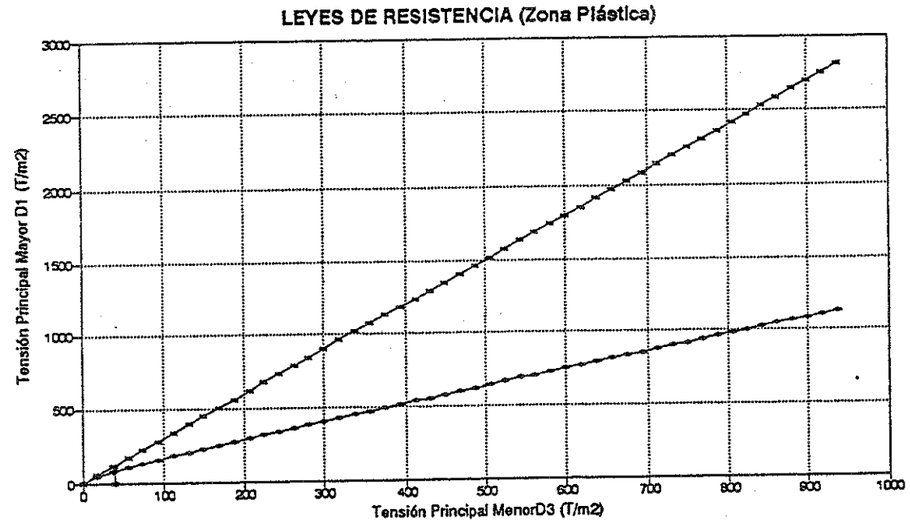

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 40

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 17.109 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.250 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 25.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 40.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.396 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.121 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 43.652 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.95% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 29.253 | 44.181 | 14.325 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.405 | 48.405 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.142 | 1.096 | 1.236 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.275 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.121) | metros | Sost.sin sol> | 36.942 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.259 | metros | >> Pi Sost.= | 33.405 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.747 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,358.700 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 44.152 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.095 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:337 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 18.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.050 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.138 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 40.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.396 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.121 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 43.652 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.95% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 29.253 | 44.181 | 14.325 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.315 | 48.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.139 | 1.094 | 1.977 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.275 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.030 | metros | Sost.sin sol> | 31.962 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.262 | metros | >> Pi Sost.= | 33.315 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.747 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,132.250 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 44.062 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 6.114 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:337 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION L EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 45.624 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 40.0 | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPERSWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION L (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 8.638 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION LCALCULO >> | 40.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.396 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.121 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 43.652 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.95% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 29.253 | 44.181 | 14.325 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 64.111 | 79.111 | 53.408 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.192 | 1.791 | 3.728 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.275 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.024 | metros | Sost.sin sol> | 32.138 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.610 | metros | >> Pi Sost.= | 64.111 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.747 | T/m2 | Compres.hastiales = | 452.900 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 74.859 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 15.285 T x m |





# iCYFSA

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: V3375.22 | | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | |
| MODULO ELAST. | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 5,400,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 4,730,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 2.29137 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | AC | | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.02645 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 77 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.14660 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 39 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00011 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 375 | M | PROFUND. MI | 350 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 937.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 675.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 432.92 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG. | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 |
| P.INTERIOR FINAL | 150 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.25627 | 68.43% | 53.163 | 46.943 | 754.71% | 0.017 |
| 5.000 | 19.928 | | PLASTICA | 3.52589 | 56.69% | 56.576 | 50.356 | 809.59% | 0.018 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 3.04906 | 49.02% | 57.565 | 51.345 | 825.48% | 0.018 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 2.66082 | 42.78% | 57.650 | 51.430 | 826.85% | 0.018 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 2.33076 | 37.47% | 57.176 | 50.956 | 819.23% | 0.018 |
| 25.000 | 39.928 | 10.072 | PLASTICA | 2.04595 | 32.89% | 56.318 | 50.098 | 805.44% | 0.018 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.79874 | 28.92% | 55.189 | 48.968 | 787.28% | 0.018 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 1.58369 | 25.46% | 53.870 | 47.650 | 766.08% | 0.017 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 1.39641 | 22.45% | 52.423 | 46.203 | 742.82% | 0.017 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 1.23326 | 19.83% | 50.896 | 44.676 | 718.27% | 0.016 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 1.09103 | 17.54% | 49.325 | 43.105 | 693.01% | 0.016 |
| 55.000 | 69.928 | 40.072 | PLASTICA | 0.96698 | 15.55% | 47.737 | 41.517 | 667.48% | 0.015 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.85867 | 13.80% | 46.155 | 39.935 | 642.04% | 0.015 |
| 65.000 | 79.928 | 50.072 | PLASTICA | 0.76401 | 12.28% | 44.592 | 38.372 | 616.92% | 0.014 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.68116 | 10.95% | 43.062 | 36.842 | 592.31% | 0.014 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.60853 | 9.78% | 41.571 | 35.351 | 568.34% | 0.013 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.54477 | 8.76% | 40.125 | 33.905 | 545.10% | 0.013 |
| 85.000 | 99.928 | 70.072 | PLASTICA | 0.48868 | 7.86% | 38.728 | 32.508 | 522.64% | 0.012 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.43926 | 7.06% | 37.382 | 31.162 | 501.00% | 0.012 |
| 95.000 | 109.928 | 80.072 | PLASTICA | 0.39562 | 6.36% | 36.087 | 29.867 | 480.18% | 0.011 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.35701 | 5.74% | 34.844 | 28.624 | 460.19% | 0.011 |
| 105.000 | 119.928 | 90.072 | PLASTICA | 0.32278 | 5.19% | 33.651 | 27.431 | 441.02% | 0.011 |
| 110.000 | 124.928 | 95.072 | PLASTICA | 0.29238 | 4.70% | 32.508 | 26.288 | 422.64% | 0.010 |
| 115.000 | 129.928 | 100.072 | PLASTICA | 0.26532 | 4.27% | 31.414 | 25.194 | 405.04% | 0.010 |
| 120.000 | 134.928 | 105.072 | PLASTICA | 0.24119 | 3.88% | 30.366 | 24.146 | 388.19% | 0.010 |
| 125.000 | 139.928 | 110.072 | PLASTICA | 0.21963 | 3.53% | 29.362 | 23.142 | 372.08% | 0.009 |
| 130.000 | 144.928 | 115.072 | PLASTICA | 0.20033 | 3.22% | 28.402 | 22.182 | 356.62% | 0.009 |
| 135.000 | 149.928 | 120.072 | PLASTICA | 0.18303 | 2.94% | 27.482 | 21.262 | 341.84% | 0.009 |
| 140.000 | 154.928 | 125.072 | PLASTICA | 0.16747 | 2.69% | 26.602 | 20.382 | 327.69% | 0.008 |
| 145.000 | 159.928 | 130.072 | PLASTICA | 0.15347 | 2.47% | 25.759 | 19.539 | 314.14% | 0.008 |
| 150.000 | 164.928 | 135.072 | PLASTICA | 0.14085 | 2.26% | 24.952 | 18.732 | 301.16% | 0.008 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: V3375.22
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 375.000 | M | Po..... | 937.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 40.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 46.203 | ESPES.PLAST. CALCULO> | 5.971 |
| Mr..... | 0.14660 | M..... | 2.29137 |
| Sr..... | 0.00011 | S..... | 0.02645 |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 40.000 | | |
| Tti..... | 117.277 | | |
| Tr2..... | 108.601 | 432.916 | |
| Tt2..... | 235.207 | | |
| CONST.M | 0.505 | | |
| TrMEDIA. | 74.301 | | |
| TtMEDIA. | 176.242 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 161.952 | | |
| RES.TAN | 93.503 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 10.747 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 10.747 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 40.000 | PRES. APORTADA ROCA 10.747

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 29.253 | 29.253 | 1.396 | 46.2 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 44.181 | 44.181 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 14.325 | 14.325 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.004 m
RAZON DE HOMOTECIA 185.80

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.234 | 44.967 | 1.234 | 59.895 | 0.000 |
| 0.500 | 1.254 | 44.356 | 1.253 | 59.284 | 18.795 |
| 1.000 | 1.267 | 43.976 | 1.265 | 58.904 | 30.632 |
| 1.500 | 1.277 | 43.652 | 1.275 | 58.580 | 40.795 |
| 2.000 | 1.287 | 43.362 | 1.284 | 58.290 | 50.018 |
| 2.500 | 1.295 | 43.093 | 1.293 | 58.021 | 58.605 |
| 3.000 | 1.304 | 42.841 | 1.301 | 57.769 | 66.724 |
| 3.500 | 1.312 | 42.602 | 1.309 | 57.530 | 74.476 |
| 4.000 | 1.319 | 42.373 | 1.316 | 57.301 | 81.930 |
| 4.500 | 1.326 | 42.153 | 1.323 | 57.081 | 89.135 |
| 5.000 | 1.333 | 41.942 | 1.330 | 56.870 | 96.128 |
| 6.000 | 1.346 | 41.537 | 1.344 | 56.465 | 109.585 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: V3375.22
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 375.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 40.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 64.394 | 162.108 | 139.693 | 16.530 | 10.000 |
| 2.500 | 70.292 | 172.334 | 144.806 | 21.326 | 10.000 |
| 3.000 | 76.095 | 182.224 | 149.751 | 26.390 | 10.000 |
| 3.500 | 81.802 | 191.803 | 154.540 | 31.708 | 10.000 |
| 4.000 | 87.412 | 201.089 | 159.183 | 37.271 | 10.000 |
| 4.500 | 92.925 | 210.104 | 163.691 | 43.068 | 10.000 |
| 5.000 | 98.343 | 218.864 | 168.071 | 49.090 | 10.000 |
| 5.500 | 103.667 | 227.384 | 172.331 | 55.327 | 10.000 |
| 6.000 | 108.900 | 235.679 | 176.478 | 61.773 | 10.000 |
| 6.500 | 114.043 | 243.761 | 180.519 | 68.419 | 10.000 |
| 7.500 | 124.070 | 259.335 | 188.306 | 82.286 | 10.000 |
| 8.000 | 128.959 | 266.848 | 192.063 | 89.495 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA caso V3375.22 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 375.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005800 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 90.000 | 90.000 | 90.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 23.552 | 23.552 | 11.776 | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 36.0 | 36.0 | 18.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 23.552 | 23.552 | 11.776 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.086 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 124,187 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 7.138 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 40.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.396 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.121 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 43.652 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.95% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

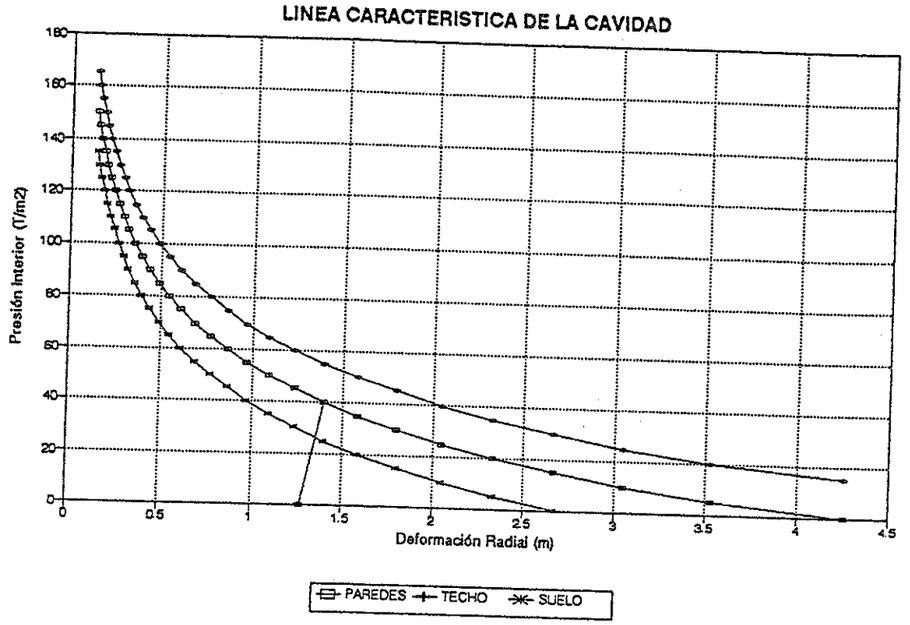
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 29.253 | 44.181 | 14.325 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 36.337 | 51.337 | 19.561 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.242 | 1.162 | 1.365 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 124,187 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.275 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.026 | metros | Sost.sin sol> | 32.080 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.172 | metros | >> Pi Sost.= | 36.337 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 10.747 | T/m2 | Compres.hastiales = 566.125 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 47.084 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 12.228 T x m |

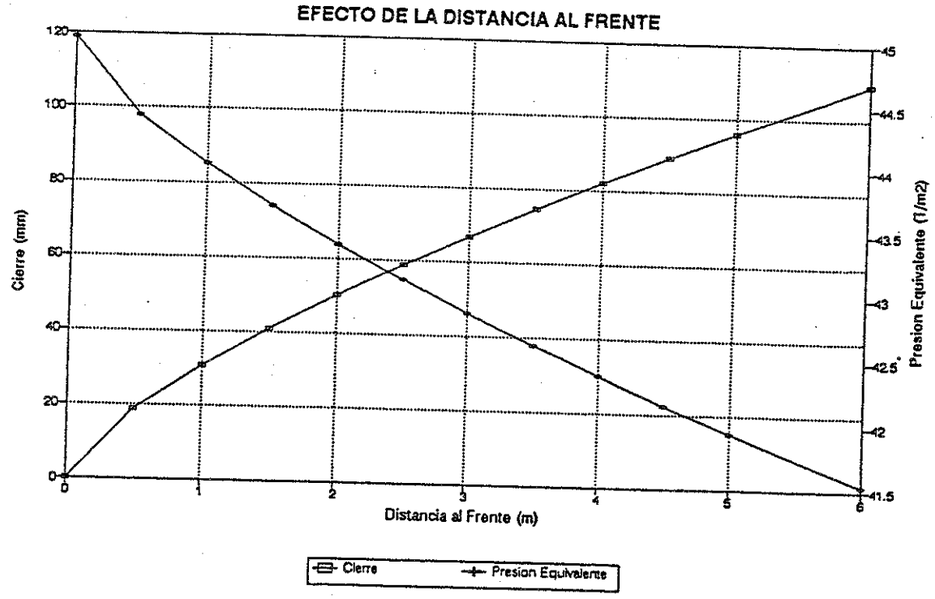




**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... V3375.22
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 40

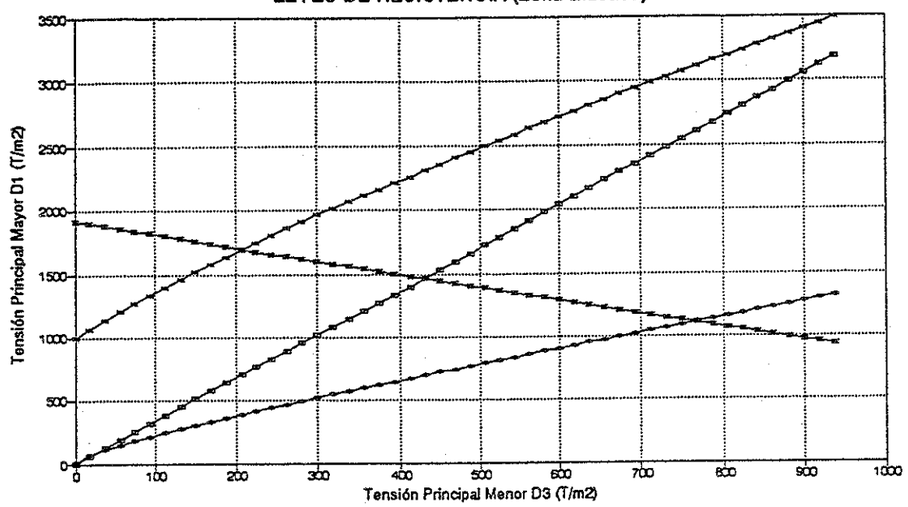


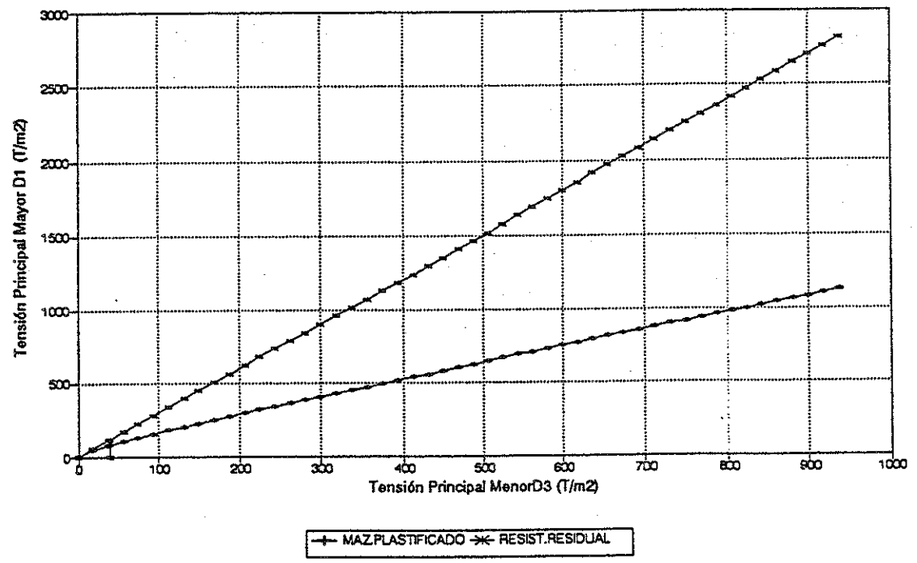
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... V3375.22
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 375 RMR..... 40

**LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)**




**LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)**








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.325.22 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (Hi&B)= | 5,000,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 4,220.000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 1.98270 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.01980 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 75 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.12685 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 37 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00008 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 325 | M | PROFUND. Mi | 300 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 812.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 750.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 375.42 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 100 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA. (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.13683 | 66.51% | 56.609 | 50.389 | 810.12% | 0.016 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 3.51294 | 56.48% | 59.497 | 53.277 | 856.54% | 0.016 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 3.10016 | 49.84% | 60.446 | 54.226 | 871.80% | 0.017 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 2.76265 | 44.42% | 60.656 | 54.436 | 875.17% | 0.017 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 2.47295 | 39.76% | 60.407 | 54.187 | 871.18% | 0.017 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 2.21941 | 35.68% | 59.837 | 53.617 | 862.01% | 0.017 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 1.99546 | 32.08% | 59.032 | 52.812 | 849.06% | 0.016 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 1.79671 | 28.89% | 58.052 | 51.832 | 833.31% | 0.016 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 1.61985 | 26.04% | 56.943 | 50.723 | 815.49% | 0.016 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.46223 | 23.51% | 55.742 | 49.522 | 796.18% | 0.015 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 1.32159 | 21.25% | 54.477 | 48.257 | 775.84% | 0.015 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 1.19600 | 19.23% | 53.171 | 46.951 | 754.83% | 0.015 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 1.08375 | 17.42% | 51.841 | 45.621 | 733.46% | 0.014 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.98335 | 15.81% | 50.503 | 44.283 | 711.94% | 0.014 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.89346 | 14.36% | 49.157 | 42.947 | 690.47% | 0.014 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.81290 | 13.07% | 47.844 | 41.624 | 669.19% | 0.013 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.74064 | 11.91% | 46.539 | 40.319 | 648.21% | 0.013 |
| 56.667 | 71.595 | 41.739 | PLASTICA | 0.67573 | 10.86% | 45.258 | 39.038 | 627.62% | 0.012 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.61739 | 9.93% | 44.005 | 37.785 | 607.48% | 0.012 |
| 63.333 | 78.261 | 48.405 | PLASTICA | 0.56484 | 9.08% | 42.783 | 36.563 | 587.83% | 0.012 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.51748 | 8.32% | 41.594 | 35.374 | 568.71% | 0.011 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.47473 | 7.63% | 40.438 | 34.218 | 550.13% | 0.011 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.43610 | 7.01% | 39.318 | 33.098 | 532.12% | 0.011 |
| 76.667 | 91.595 | 61.739 | PLASTICA | 0.40114 | 6.45% | 38.232 | 32.012 | 514.66% | 0.011 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.36945 | 5.94% | 37.181 | 30.961 | 497.76% | 0.010 |
| 83.333 | 98.261 | 68.405 | PLASTICA | 0.34070 | 5.48% | 36.164 | 29.944 | 481.42% | 0.010 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.31457 | 5.06% | 35.181 | 28.961 | 465.62% | 0.010 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.29080 | 4.68% | 34.232 | 28.012 | 450.35% | 0.009 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.26914 | 4.33% | 33.315 | 27.095 | 435.61% | 0.009 |
| 96.667 | 111.595 | 81.739 | PLASTICA | 0.24938 | 4.01% | 32.429 | 26.209 | 421.37% | 0.009 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.23133 | 3.72% | 31.574 | 25.354 | 407.61% | 0.009 |

089

**iCYFSA**

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.22
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 325.000 | M | Po..... | 812.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 33.000 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 48.386 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.12685 | M..... | | 1.98270 | |
| Sr..... | 0.00008 | S..... | | 0.01980 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tri..... | 33.000 | | |
| Tt1..... | 98.321 | | |
| Tr2..... | 91.319 | 375.423 | |
| Tt2..... | 199.322 | | |
| CONST.M | 0.437 | | |
| TrMEDIA.. | 62.159 | | |
| TtMEDIA.. | 148.821 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 136.278 | | |
| RES.TAN | 78.680 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

| RESIST. ARCO ROCA>> | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RESIST. ARCO ROCA>> | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 9.043 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 9.043 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 33.000 | PRES. APORTADA ROCA 9.043

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 23.957 | 23.957 | 1.335 | 48.4 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 38.885 | 38.885 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 9.029 | 9.029 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.003 m
RAZON DE HOMOTECIA 208.37

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.200 | 36.569 | 1.199 | 51.497 | 0.000 |
| 0.500 | 1.218 | 36.094 | 1.217 | 51.022 | 17.115 |
| 1.000 | 1.229 | 35.798 | 1.227 | 50.726 | 27.889 |
| 1.500 | 1.238 | 35.547 | 1.237 | 50.475 | 37.140 |
| 2.000 | 1.247 | 35.321 | 1.245 | 50.249 | 45.533 |
| 2.500 | 1.255 | 35.112 | 1.253 | 50.040 | 53.348 |
| 3.000 | 1.262 | 34.915 | 1.260 | 49.843 | 60.735 |
| 3.500 | 1.269 | 34.729 | 1.267 | 49.657 | 67.788 |
| 4.000 | 1.276 | 34.551 | 1.274 | 49.479 | 74.570 |
| 4.500 | 1.282 | 34.380 | 1.281 | 49.308 | 81.124 |
| 5.000 | 1.288 | 34.215 | 1.287 | 49.143 | 87.496 |
| 6.000 | 1.300 | 33.901 | 1.299 | 48.829 | 99.726 |





**iCYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.325.22
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 325.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 33.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 53.676 | 136.981 | 117.501 | 13.899 | 10.000 |
| 2.500 | 58.688 | 145.438 | 121.879 | 17.944 | 10.000 |
| 3.000 | 63.624 | 153.910 | 126.115 | 22.219 | 10.000 |
| 3.500 | 68.480 | 162.116 | 130.218 | 26.712 | 10.000 |
| 4.000 | 73.257 | 170.074 | 134.197 | 31.415 | 10.000 |
| 4.500 | 77.954 | 177.800 | 138.060 | 36.319 | 10.000 |
| 5.000 | 82.571 | 185.309 | 141.815 | 41.415 | 10.000 |
| 5.500 | 87.111 | 192.614 | 145.467 | 46.697 | 10.000 |
| 6.000 | 91.574 | 199.727 | 149.024 | 52.157 | 10.000 |
| 6.500 | 95.962 | 206.659 | 152.490 | 57.789 | 10.000 |
| 7.500 | 104.521 | 220.018 | 159.169 | 69.547 | 10.000 |
| 8.000 | 108.696 | 226.463 | 162.392 | 75.663 | 10.000 |

090

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 17.109 | 11.406 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 10.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 11.406 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.335 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.098 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 35.547 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.58% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 23.957 | 38.885 | 9.029 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 33.405 | 43.405 | 17.702 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.394 | 1.116 | 1.961 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.237 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.174) | metros | Sost.sin sol> | 31.634 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.009 | metros | >> Pi Sost.= | 33.405 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.043 | T/m2 | Compres.hastiales = 1,120.928 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 42.449 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 4.203 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

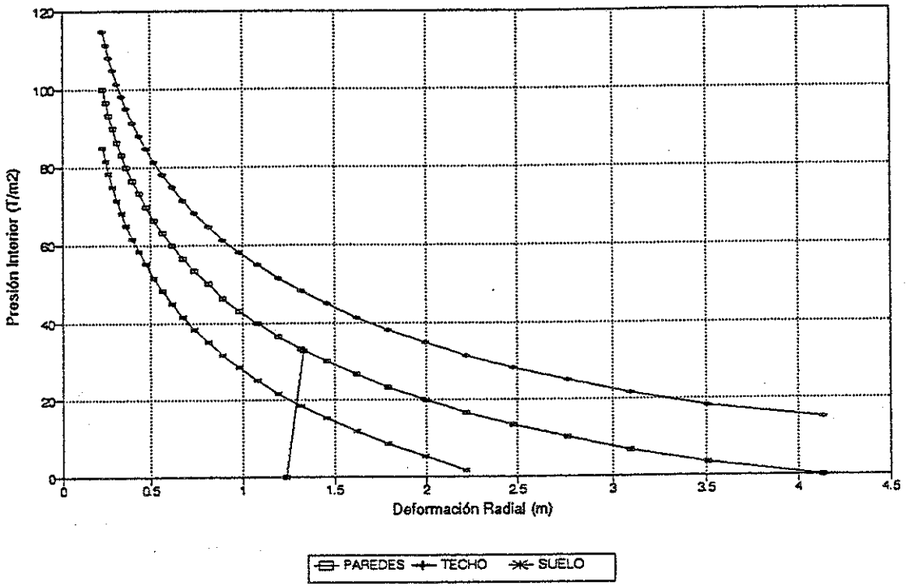
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.335 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.098 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 35.547 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.58% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 23.957 | 38.885 | 9.029 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.514 | 66.217 | 34.811 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.109 | 1.703 | 3.856 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.237 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.008 | metros | Sost.sin sol> | 26.298 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.625 | metros | >> Pi Sost.= | 50.514 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.043 | T/m2 | Compres.hastiales = 480.398 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 59.558 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 9.808 T x m |

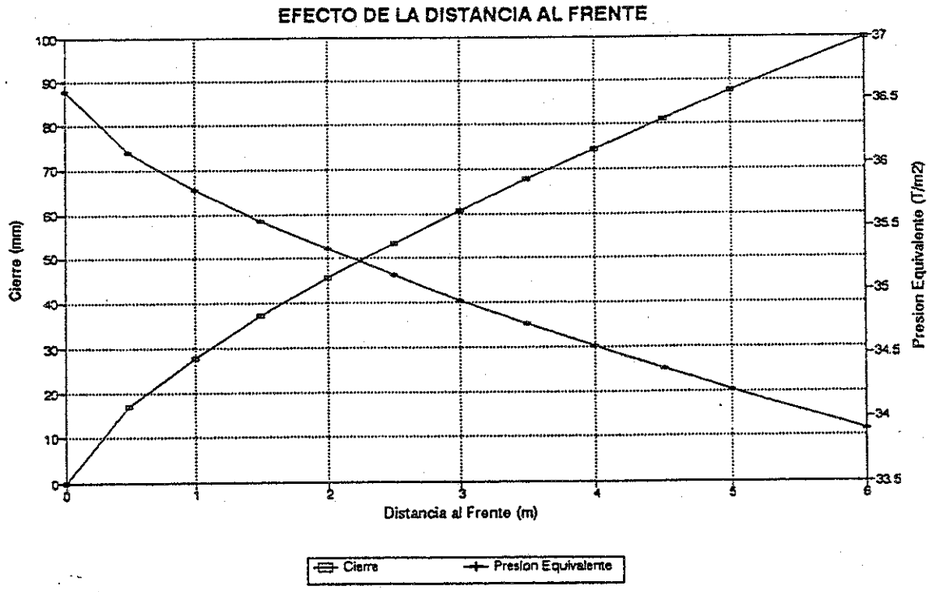
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3325.22
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



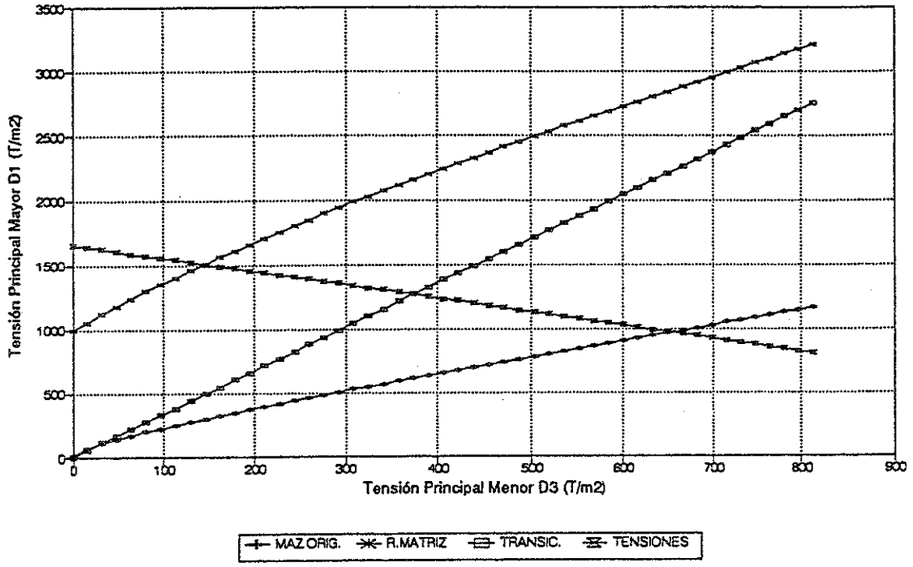




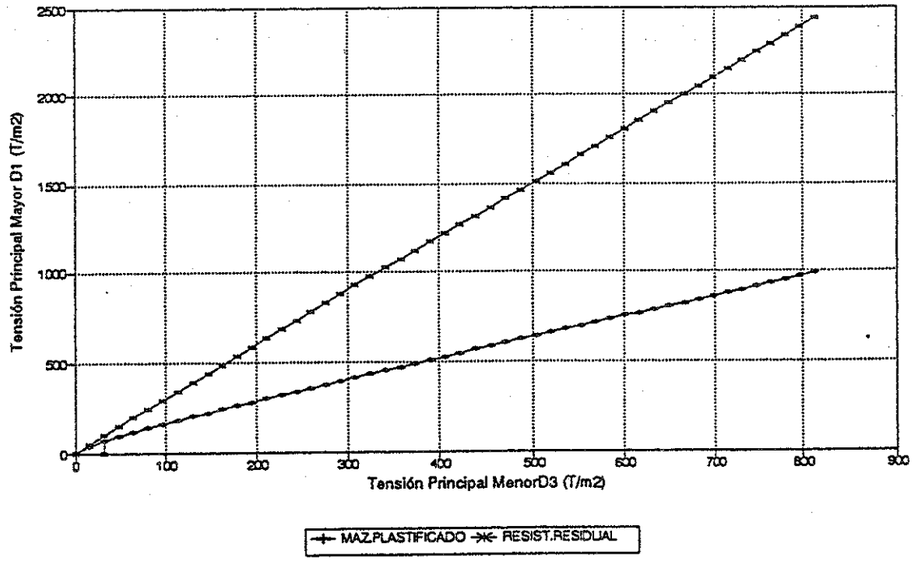

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 325 RMR..... 40

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)




092

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 17.109 | 17.109 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 15.0 | 15.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 17.109 | 17.109 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.041 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 3.420 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.335 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.098 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 35.547 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.58% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 23.957 | 38.885 | 9.029 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 28.405 | 43.405 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.186 | 1.116 | 1.961 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 50,297 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.237 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.050) | metros | Sost.sin sol> | 27.884 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.169 | metros | >> Pi Sost.= | 28.405 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.043 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,120.928 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 37.449 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.203 T x m |





# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:332 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 18.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.050 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 6.896 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.335 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.098 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 35.547 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.58% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 23.957 | 38.885 | 9.029 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 28.315 | 40.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.182 | 1.037 | 3.136 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.237 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.173 | metros | Sost.sin sol> | 22.150 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.172 | metros | >> Pi Sost.= | 28.315 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.043 | T/m2 | Compres.hastiales = | 934.106 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 37.359 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 5.044 T x m |

# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:332 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005800 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 40.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 33.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.335 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.098 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 35.547 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.58% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 23.957 | 38.885 | 9.029 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 59.111 | 71.111 | 53.408 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.467 | 1.829 | 5.915 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.237 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.167 | metros | Sost.sin sol> | 22.295 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.498 | metros | >> Pi Sost.= | 59.111 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 9.043 | T/m2 | Compres.hastiales = | 373.643 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 68.155 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 12.610 T x m |





# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:3325.21 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 18.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 20.531 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.050 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

| MODULO Es >>>>>>>>>> | 20,700,000 | T/m2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | SUPERSWELLEX | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 6.896 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 31.400 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.149 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.009 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 22.725 | 37.663 | 7.797 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 28.315 | 40.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.246 | 1.071 | 3.632 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 60,601 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.164 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.044 | metros | Sost.sin sol> | 21.221 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.956 | metros | >> Pi Sost.= | 28.315 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.675 | T/m2 | Compres.hastiales = | 888.816 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 36.990 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.800 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:3325.21 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 325.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 15,142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 39.921 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 35.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 39.921 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | SUPERSWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.398 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 31.400 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.149 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | (0.015) | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 31.009 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | -0.24% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 22.725 | 37.653 | 7.797 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 59.111 | 71.111 | 47.706 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.601 | 1.889 | 6.118 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.164 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.038 | metros | Sost.sin sol> | 21.360 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.384 | metros | >> Pi Sost.= | 59.111 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 8.675 | T/m2 | Compres.hastiales = 355.527 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 67.787 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 11.999 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,275.69 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | |
| MODULO ELAST. | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 4,600,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 3,760,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 1.71560 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | AC | | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S | 0.01482 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 73 | CARBONA | CA |
| CONST. Mr | 0.10210 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 34 | ARCILLOS | AC |
| CONST. Sr | 0.00005 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR |
| PROFUNDIDAD MAX. | 275 | M | PROFUND. MI | 250 | M | | I.G.FINO | IF |
| PRESION ORIGEN MED. | 687.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 625.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 314.96 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 100 | T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.19738 | 67.48% | 59.063 | 52.843 | 849.57% | 0.014 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 3.47456 | 55.86% | 62.650 | 56.430 | 907.24% | 0.015 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 3.00405 | 48.30% | 63.660 | 57.440 | 923.47% | 0.015 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 2.62236 | 42.16% | 63.706 | 57.486 | 924.22% | 0.015 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 2.29870 | 36.96% | 63.160 | 56.940 | 915.44% | 0.015 |
| 16.667 | 31.595 | 1.739 | PLASTICA | 2.01985 | 32.47% | 62.209 | 55.989 | 900.14% | 0.015 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 1.77800 | 28.59% | 60.972 | 54.752 | 880.25% | 0.014 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 1.56764 | 25.20% | 59.536 | 53.316 | 857.17% | 0.014 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 1.38441 | 22.26% | 57.957 | 51.747 | 831.94% | 0.014 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 1.22464 | 19.69% | 56.313 | 50.093 | 805.35% | 0.013 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 1.08524 | 17.45% | 54.613 | 48.393 | 778.03% | 0.013 |
| 36.667 | 51.595 | 21.739 | PLASTICA | 0.96349 | 15.49% | 52.897 | 46.677 | 750.43% | 0.012 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.85704 | 13.78% | 51.185 | 44.965 | 722.91% | 0.012 |
| 43.333 | 58.261 | 28.405 | PLASTICA | 0.76386 | 12.28% | 49.495 | 43.275 | 695.74% | 0.012 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.68217 | 10.97% | 47.838 | 41.618 | 669.10% | 0.011 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.61044 | 9.81% | 46.223 | 40.003 | 643.14% | 0.011 |
| 53.333 | 68.261 | 38.405 | PLASTICA | 0.54736 | 8.80% | 44.656 | 38.436 | 617.94% | 0.011 |
| 56.667 | 71.595 | 41.739 | PLASTICA | 0.49178 | 7.91% | 43.140 | 36.920 | 593.58% | 0.010 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.44271 | 7.12% | 41.678 | 35.458 | 570.07% | 0.010 |
| 63.333 | 78.261 | 48.405 | PLASTICA | 0.39932 | 6.42% | 40.271 | 34.051 | 547.44% | 0.009 |
| 66.667 | 81.595 | 51.739 | PLASTICA | 0.36086 | 5.80% | 38.918 | 32.698 | 525.69% | 0.009 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.32671 | 5.25% | 37.619 | 31.399 | 504.80% | 0.009 |
| 73.333 | 88.261 | 58.405 | PLASTICA | 0.29633 | 4.76% | 36.373 | 30.153 | 484.77% | 0.009 |
| 76.667 | 91.595 | 61.739 | PLASTICA | 0.26925 | 4.33% | 35.178 | 28.958 | 465.56% | 0.008 |
| 80.000 | 94.928 | 65.072 | PLASTICA | 0.24507 | 3.94% | 34.032 | 27.812 | 447.14% | 0.008 |
| 83.333 | 98.261 | 68.405 | PLASTICA | 0.22343 | 3.59% | 32.935 | 26.715 | 429.58% | 0.008 |
| 86.667 | 101.595 | 71.739 | PLASTICA | 0.20403 | 3.28% | 31.884 | 25.664 | 412.60% | 0.008 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.18660 | 3.00% | 30.876 | 24.656 | 396.40% | 0.007 |
| 93.333 | 108.261 | 78.405 | PLASTICA | 0.17093 | 2.75% | 29.911 | 23.691 | 380.88% | 0.007 |
| 96.667 | 111.595 | 81.739 | PLASTICA | 0.15680 | 2.52% | 28.986 | 22.766 | 366.01% | 0.007 |
| 100.000 | 114.928 | 85.072 | PLASTICA | 0.14404 | 2.32% | 28.099 | 21.879 | 351.74% | 0.007 |

095

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3,275.00
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 275.000 | M | Po..... | 687.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 27.500 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 51.339 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.10210 | M..... | | 1.71560 | |
| Sr..... | 0.00005 | S..... | | 0.01482 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tr1..... | 27.500 | |
| Tt1..... | 80.980 | |
| Tr2..... | 75.048 | 314.956 |
| Tt2..... | 162.884 | |
| CONST.M | 0.373 | |
| TtMEDIA.. | 51.274 | |
| TtMEDIA.. | 121.932 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 111.938 | |
| RES.TAN | 64.628 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 7.428 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| | 7.428 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 27.500 | PRES. APORTADA ROCA 7.428

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 20.072 | 20.072 | 1.342 | 51.3 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 35.000 | 35.000 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 5.144 | 5.144 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | |
|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.003 m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 249.86 |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.217 | 30.177 | 1.217 | 45.105 | 0.000 |
| 0.500 | 1.233 | 29.820 | 1.233 | 44.748 | 15.952 |
| 1.000 | 1.243 | 29.613 | 1.242 | 44.541 | 25.351 |
| 1.500 | 1.252 | 29.436 | 1.250 | 44.364 | 33.413 |
| 2.000 | 1.259 | 29.277 | 1.257 | 44.205 | 40.722 |
| 2.500 | 1.266 | 29.130 | 1.264 | 44.058 | 47.522 |
| 3.000 | 1.273 | 28.991 | 1.271 | 43.919 | 53.946 |
| 3.500 | 1.279 | 28.860 | 1.277 | 43.788 | 60.075 |
| 4.000 | 1.285 | 28.735 | 1.283 | 43.663 | 65.964 |
| 4.500 | 1.291 | 28.615 | 1.288 | 43.543 | 71.653 |
| 5.000 | 1.297 | 28.498 | 1.294 | 43.426 | 77.171 |
| 6.000 | 1.307 | 28.276 | 1.305 | 43.204 | 87.780 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3,275.00
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 275.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 27.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 44.394 | 112.107 | 96.543 | 11.423 | 10.000 |
| 2.500 | 48.482 | 119.209 | 100.094 | 14.740 | 10.000 |
| 3.000 | 52.504 | 126.079 | 103.529 | 18.243 | 10.000 |
| 3.500 | 56.461 | 132.731 | 106.855 | 21.923 | 10.000 |
| 4.000 | 60.351 | 139.182 | 110.081 | 25.773 | 10.000 |
| 4.500 | 64.175 | 145.444 | 113.212 | 29.785 | 10.000 |
| 5.000 | 67.933 | 151.529 | 116.255 | 33.954 | 10.000 |
| 5.500 | 71.626 | 157.449 | 119.214 | 38.273 | 10.000 |
| 6.000 | 75.256 | 163.211 | 122.095 | 42.736 | 10.000 |
| 6.500 | 78.824 | 168.827 | 124.903 | 47.338 | 10.000 |
| 7.500 | 85.782 | 179.648 | 130.314 | 56.943 | 10.000 |
| 8.000 | 89.174 | 184.868 | 132.824 | 61.937 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002655 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.342 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.092 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 29.436 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.48% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 20.072 | 35.000 | 5.144 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 27.702 | 37.702 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.380 | 1.077 | 3.442 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.250 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.258) | metros | Sost.sin sol> | 28.422 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.018 | metros | >> Pi Sost.= | 27.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.428 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,401.150 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 35.131 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.335 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:327 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002655 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 1.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 20.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

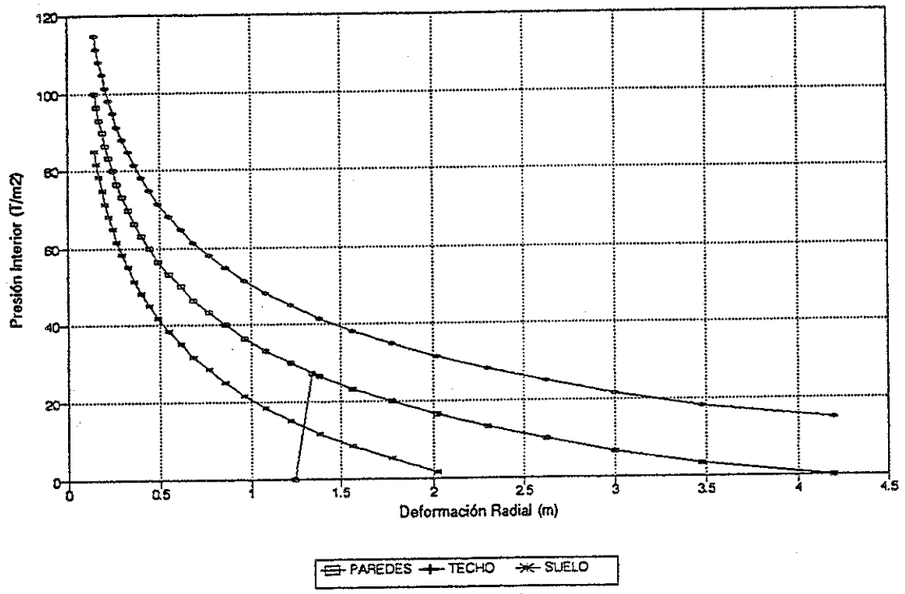
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.342 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.092 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 29.436 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.48% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 20.072 | 35.000 | 5.144 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.514 | 65.217 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.517 | 1.862 | 6.768 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.250 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.086) | metros | Sost.sin sol> | 23.998 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.472 | metros | >> Pi Sost.= | 50.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.428 | T/m2 | Compres.hastiales = | 400.331 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 57.943 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 8.173 T x m |

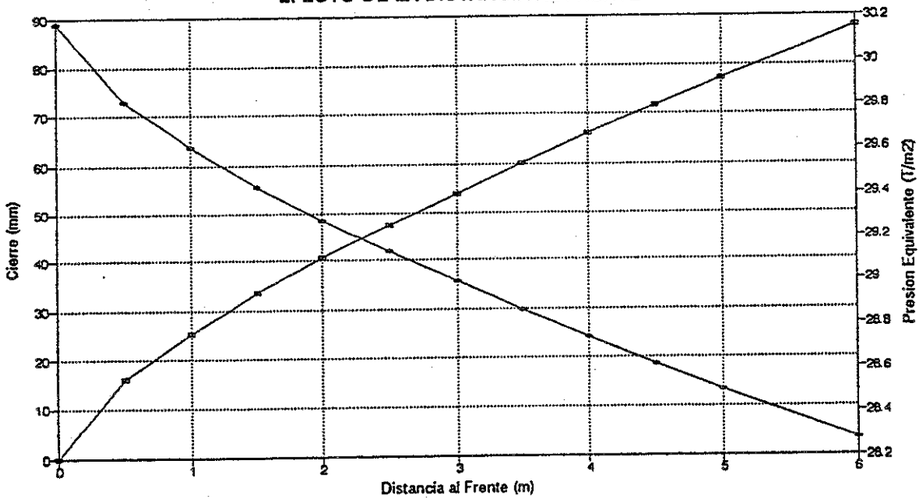
## iCYFSA

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3275.00*
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275* RMR..... 40

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



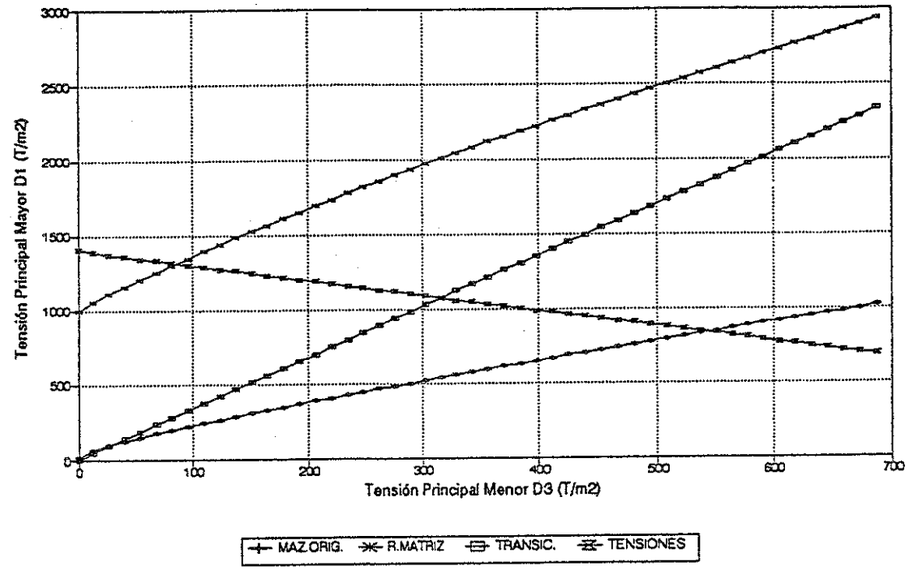




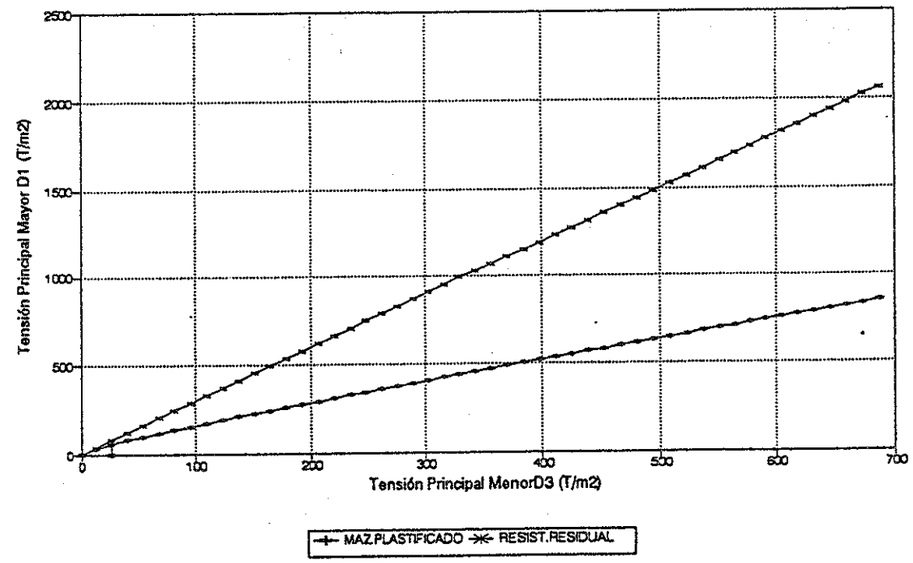

## iCYFSA

*TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... *********
*TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 275* RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:327 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.342 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.092 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 29.436 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.48% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 20.072 | 35.000 | 5.144 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 22.702 | 37.702 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.131 | 1.077 | 3.442 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.250 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.116) | metros | Sost.sin sol> | 24.672 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.219 | metros | >> Pi Sost.= | 22.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.428 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,401.160 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 30.131 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 2.335 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:3275.22 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 15.142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.342 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.092 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 29.436 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.48% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 20.072 | 35.000 | 5.144 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 23.753 | 40.315 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.183 | 1.152 | 5.505 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.250 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.574 | metros | Sost.sin sol> | 11.902 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.173 | metros | >> Pi Sost.= | 23.753 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.428 | T/m2 | Compres.hastiales = | 778.422 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 31.181 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.203 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:3275.22 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 275.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 7.785 | 7.785 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004560 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> 7.785 | 7.785 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 15.142 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | |
| HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> 45.0 | 45.0 | 40.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> 51.327 | 51.327 | 45.624 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> 12.000 | 12.000 | 12.000 | SWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> 0.000 | 1.000 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> 0.000 | 12.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX >> 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0.02-0.03 |
| ROCA BLAN | 0.06-0.09 |

### CHAPA BERNOLD

| HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 27.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.342 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.092 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 29.436 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.48% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 20.072 | 35.000 | 5.144 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 59.111 | 71.111 | 53.408 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 2.945 | 2.032 | 10.393 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.250 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.142 | metros | Sost.sin sol> | 19.080 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.362 | metros | >> Pi Sost.= | 59.111 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 7.428 | T/m2 | Compres.hastiales = | 311.369 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 66.540 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 10.509 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.225.22 | | | | |
| TIPO DE ROCA | L-3 | | | | | | | |
| RMR | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | |
| MODULO ELAST | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 4,000,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON | 0.20 | | Em (Serafin)= | 3,160,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M | 1.38088 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S | 0.00960 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | 40 | 70 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr | 0.08218 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | 20 | 31 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr | 0.00003 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX | 225 | M | PROFUND. MI | 200 | M | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED. | 562.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN. | 500.0 | T/M2 | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA 259.32 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL | 90 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.10665 | 66.02% | 64.229 | 58.009 | 932.62% | 0.012 |
| 3.000 | 17.928 | | PLASTICA | 3.29961 | 53.05% | 68.027 | 61.807 | 993.68% | 0.013 |
| 6.000 | 20.928 | | PLASTICA | 2.78799 | 44.82% | 68.730 | 62.510 | 1004.99% | 0.013 |
| 9.000 | 23.928 | | PLASTICA | 2.38157 | 38.29% | 68.300 | 62.080 | 998.08% | 0.013 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 2.04462 | 32.87% | 67.197 | 60.977 | 980.34% | 0.013 |
| 15.000 | 29.928 | 0.072 | PLASTICA | 1.76108 | 28.31% | 65.659 | 59.439 | 955.62% | 0.013 |
| 18.000 | 32.928 | 3.072 | PLASTICA | 1.52098 | 24.45% | 63.840 | 57.620 | 926.36% | 0.012 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 1.31700 | 21.17% | 61.847 | 55.627 | 894.32% | 0.012 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 1.14336 | 18.38% | 59.757 | 53.537 | 860.72% | 0.011 |
| 27.000 | 41.928 | 12.072 | PLASTICA | 0.99526 | 16.00% | 57.628 | 51.408 | 826.49% | 0.011 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.86873 | 13.97% | 55.499 | 49.279 | 792.27% | 0.011 |
| 33.000 | 47.928 | 18.072 | PLASTICA | 0.76039 | 12.22% | 53.400 | 47.180 | 758.52% | 0.010 |
| 36.000 | 50.928 | 21.072 | PLASTICA | 0.66743 | 10.73% | 51.351 | 45.131 | 725.57% | 0.010 |
| 39.000 | 53.928 | 24.072 | PLASTICA | 0.58746 | 9.44% | 49.354 | 43.144 | 693.63% | 0.009 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.51851 | 8.34% | 47.448 | 41.228 | 662.83% | 0.009 |
| 45.000 | 59.928 | 30.072 | PLASTICA | 0.45890 | 7.38% | 45.609 | 39.389 | 633.26% | 0.009 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.40721 | 6.55% | 43.847 | 37.627 | 604.93% | 0.008 |
| 51.000 | 65.928 | 36.072 | PLASTICA | 0.36229 | 5.82% | 42.164 | 35.944 | 577.87% | 0.008 |
| 54.000 | 68.928 | 39.072 | PLASTICA | 0.32313 | 5.20% | 40.557 | 34.337 | 552.05% | 0.008 |
| 57.000 | 71.928 | 42.072 | PLASTICA | 0.28891 | 4.64% | 39.027 | 32.807 | 527.44% | 0.007 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.25883 | 4.16% | 37.569 | 31.349 | 504.00% | 0.007 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.23258 | 3.74% | 36.180 | 29.960 | 481.68% | 0.007 |
| 66.000 | 80.928 | 51.072 | PLASTICA | 0.20937 | 3.37% | 34.859 | 28.639 | 460.43% | 0.007 |
| 69.000 | 83.928 | 54.072 | PLASTICA | 0.18888 | 3.04% | 33.601 | 27.381 | 440.21% | 0.006 |
| 72.000 | 86.928 | 57.072 | PLASTICA | 0.17074 | 2.75% | 32.403 | 26.183 | 420.95% | 0.006 |
| 75.000 | 89.928 | 60.072 | PLASTICA | 0.15465 | 2.49% | 31.263 | 25.043 | 402.61% | 0.006 |
| 78.000 | 92.928 | 63.072 | PLASTICA | 0.14034 | 2.26% | 30.176 | 23.956 | 385.14% | 0.006 |
| 81.000 | 95.928 | 66.072 | PLASTICA | 0.12758 | 2.05% | 29.140 | 22.920 | 368.49% | 0.006 |
| 84.000 | 98.928 | 69.072 | PLASTICA | 0.11619 | 1.87% | 28.153 | 21.933 | 352.61% | 0.005 |
| 87.000 | 101.928 | 72.072 | PLASTICA | 0.10599 | 1.70% | 27.211 | 20.991 | 337.47% | 0.005 |
| 90.000 | 104.928 | 75.072 | PLASTICA | 0.09685 | 1.56% | 26.311 | 20.091 | 323.01% | 0.005 |

# ICYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.22
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 225.000 | M | Po..... | 562.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 21.500 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 55.283 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.08218 | M..... | 1.38088 | | |
| Sr..... | 0.00003 | S..... | 0.00960 | | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tr1..... | 21.500 | |
| Tt1..... | 63.935 | |
| Tr2..... | 59.361 | 259.316 |
| Tt2..... | 129.449 | |
| CONST.M | 0.303 | |
| TrMEDIA. | 40.430 | |
| TtMEDIA. | 96.692 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 88.579 | |
| RES.TAN | 51.141 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | 5.878 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 5.878 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 21.500 | PRES. APORTADA ROCA 5.878

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 15.622 | 15.622 | 1.286 | 55.3 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 30.550 | 30.550 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.694 | 0.694 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 298.78

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.191 | 23.178 | 1.188 | 38.106 | 0.000 |
| 0.500 | 1.205 | 22.939 | 1.202 | 37.867 | 13.405 |
| 1.000 | 1.213 | 22.791 | 1.210 | 37.719 | 21.830 |
| 1.500 | 1.221 | 22.664 | 1.217 | 37.592 | 29.056 |
| 2.000 | 1.227 | 22.550 | 1.224 | 37.478 | 35.606 |
| 2.500 | 1.233 | 22.445 | 1.230 | 37.373 | 41.700 |
| 3.000 | 1.239 | 22.346 | 1.236 | 37.274 | 47.455 |
| 3.500 | 1.245 | 22.252 | 1.241 | 37.180 | 52.946 |
| 4.000 | 1.250 | 22.162 | 1.246 | 37.090 | 58.221 |
| 4.500 | 1.255 | 22.076 | 1.252 | 37.004 | 63.317 |
| 5.000 | 1.260 | 21.992 | 1.256 | 36.920 | 68.259 |
| 6.000 | 1.269 | 21.833 | 1.266 | 36.761 | 77.759 |





# ICYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.225.22
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 225.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | UM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 21.500 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 34.928 | 88.820 | 76.377 | 9.035 | 9.035 |
| 2.500 | 38.182 | 94.500 | 79.218 | 11.664 | 10.000 |
| 3.000 | 41.386 | 99.995 | 81.965 | 14.441 | 10.000 |
| 3.500 | 44.538 | 105.318 | 84.626 | 17.360 | 10.000 |
| 4.000 | 47.639 | 110.479 | 87.207 | 20.415 | 10.000 |
| 4.500 | 50.687 | 115.490 | 89.713 | 23.601 | 10.000 |
| 5.000 | 53.684 | 120.361 | 92.148 | 26.811 | 10.000 |
| 5.500 | 56.630 | 125.098 | 94.517 | 30.341 | 10.000 |
| 6.000 | 59.526 | 129.711 | 96.823 | 33.887 | 10.000 |
| 6.500 | 62.374 | 134.207 | 99.071 | 37.545 | 10.000 |
| 7.500 | 67.928 | 142.870 | 103.403 | 45.181 | 10.000 |
| 8.000 | 70.637 | 147.050 | 105.493 | 49.153 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 5.703 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 5.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 5.703 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | ========== | ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR | <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | | PIZARRA | 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 0.750 | 0.000 | | ROCA BLAN | 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 15.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 21.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.286 | m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.664 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 15.622 | 30.550 | 0.694 | | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 27.702 | 32.702 | 11.999 | | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.773 | 1.070 | 17.292 | | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.332) | metros | Sost.sin sol> | 23.698 | T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.741 | metros | >> Pi Sost.= | 27.702 | T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.878 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,095.452 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 33.581 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.826 | T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | ========== | ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR | <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | | PIZARRA | 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.500 | 0.750 | 0.000 | | ROCA BLAN | 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 10.000 | 15.000 | 0.000 | | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 222 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

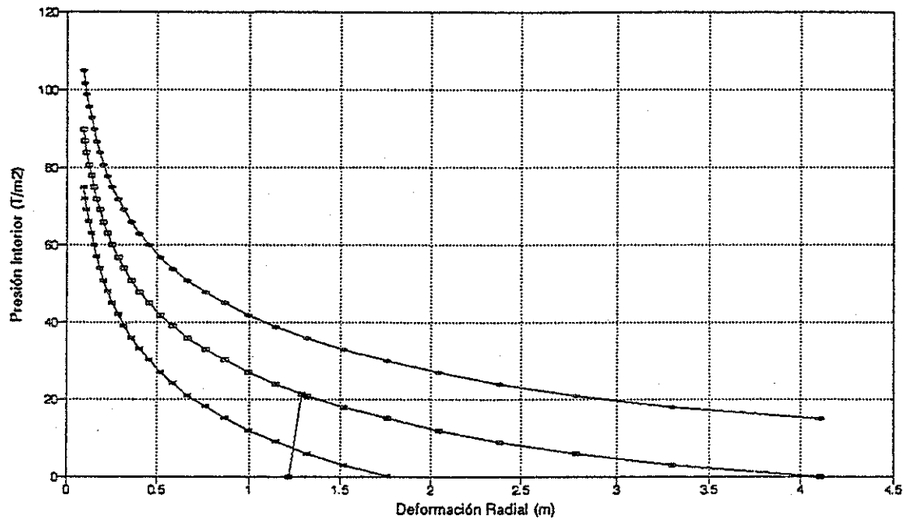
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 21.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.286 | m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.664 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 15.622 | 30.550 | 0.694 | | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 50.514 | 61.217 | 34.811 | | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.234 | 2.004 | 50.166 | | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.181) | metros | Sost.sin sol> | 20.240 | T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.295 | metros | >> Pi Sost.= | 50.514 | T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.878 | T/m2 | Compres.hastiales = | 312.986 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 56.392 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 6.390 | T x m |

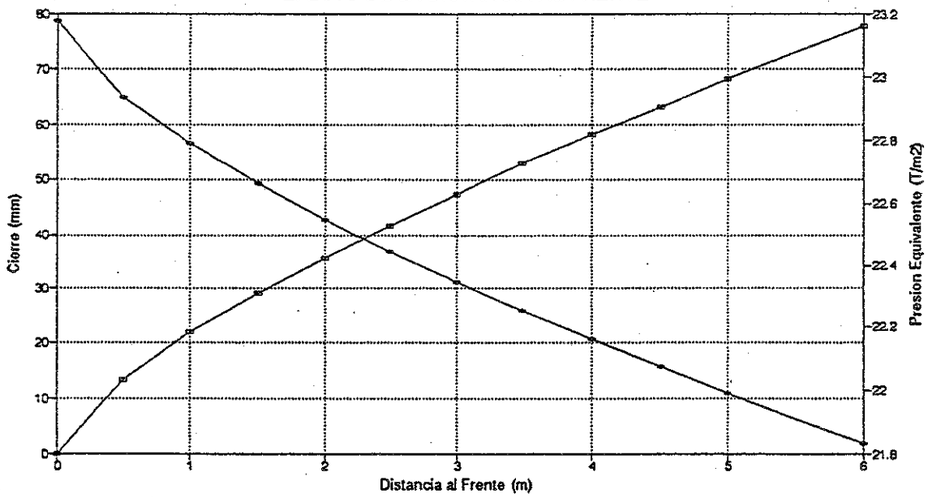
**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3225.22
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 40

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



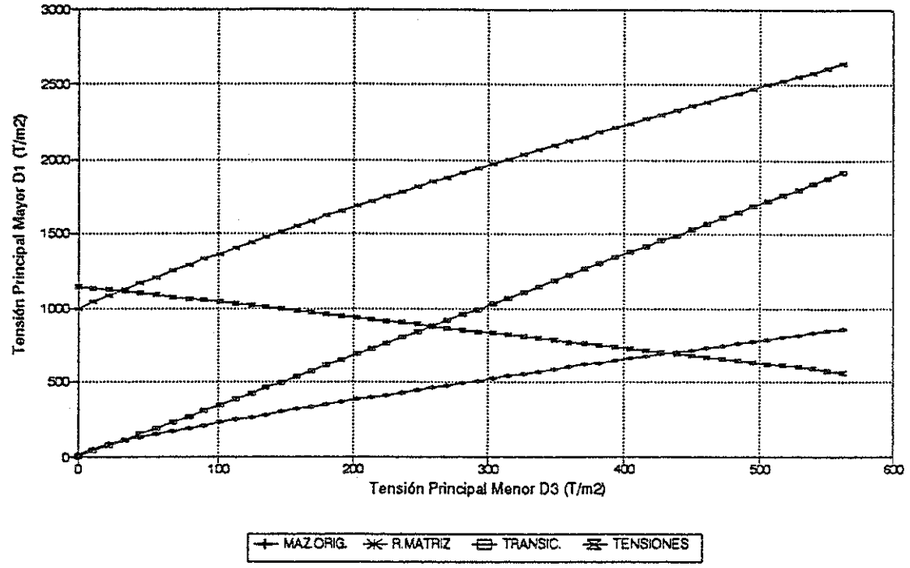




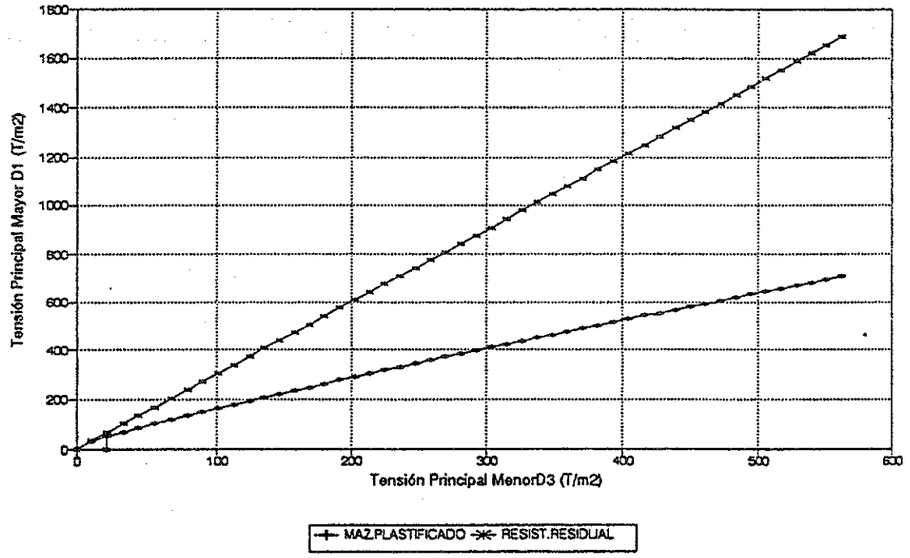

**iCYFSA**

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 225 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:322 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 12,248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 10.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 11.406 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | ========== ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 20.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 21.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.286 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.664 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 15.622 | 30.550 | 0.694 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 17.702 | 37.702 | 17.702 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.133 | 1.234 | 25.511 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.037) | metros | Sost.sin sol> | 17.448 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.166 | metros | >> Pi Sost.= | 17.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.878 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,095.452 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 23.581 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.826 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:3275.22 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.190 | 5.190 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 1.500 | 1.500 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> 5.190 | 5.190 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 10.095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 20.531 | 11.406 | 20.531 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 18.0 | 18.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 15.968 | 20.531 | 20.531 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.034 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | ========== ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR <0,01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | | ROCA BLAN 0,06-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 4.674 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 21.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.286 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.664 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 15.622 | 30.550 | 0.694 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 21.158 | 37.720 | 28.315 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.354 | 1.235 | 40.805 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.473 | metros | Sost.sin sol> | 9.959 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.994 | metros | >> Pi Sost.= | 21.158 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.878 | T/m2 | Compres.hastiales = | 608.584 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 27.036 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.286 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:3275.22 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 225.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.190 | 5.190 | 7.785 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | HEB | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 140 | AREA >> | 0.0045500 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.500 | 1.500 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION L EQUIV. >> | 5.190 | 5.190 | 7.785 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 10,095 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 51.327 | 51.327 | 45.624 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 45.0 | 45.0 | 40.0 | | |
| PRESION L(Tm/m2) >> | 51.327 | 51.327 | 45.624 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.104 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| PRESION L (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 14.396 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 21.500 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.286 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 22.654 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 15.622 | 30.650 | 0.694 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 56.517 | 56.517 | 53.408 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.618 | 1.850 | 76.966 | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 157,141 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.217 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.271 | metros | Sost.sin sol> | 12.571 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.238 | metros | >> Pi Sost.= | 56.517 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 5.878 | T/m2 | Compres.hastiales = | 243.434 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 62.395 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 8.216 T x m |





**iCYFSA**

## LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3,175.22 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 3,400,000 | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,660,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 1.11147 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00621 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | 40 | 67 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.06153 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | 20 | 27 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00002 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 175 | M | PROFUND. MI | 150 | M | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 437.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 375.0 | T/M2 | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 199.04 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 70 | T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.02571 | 64.72% | 69.717 | 63.497 | 1020.86% | 0.010 |
| 2.333 | 17.261 | | PLASTICA | 3.17677 | 51.07% | 73.596 | 67.376 | 1083.21% | 0.011 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 2.64811 | 42.57% | 74.029 | 67.809 | 1090.18% | 0.011 |
| 7.000 | 21.928 | | PLASTICA | 2.23435 | 35.92% | 73.221 | 67.001 | 1077.18% | 0.011 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 1.89638 | 30.49% | 71.697 | 65.477 | 1052.68% | 0.011 |
| 11.667 | 26.595 | | PLASTICA | 1.61608 | 25.98% | 69.731 | 63.511 | 1021.08% | 0.011 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 1.38203 | 22.22% | 67.498 | 61.278 | 985.18% | 0.010 |
| 16.333 | 31.261 | 1.405 | PLASTICA | 1.18581 | 19.06% | 65.117 | 58.897 | 946.90% | 0.010 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 1.02083 | 16.41% | 62.671 | 56.451 | 907.58% | 0.009 |
| 21.000 | 35.928 | 6.072 | PLASTICA | 0.88173 | 14.18% | 60.220 | 54.000 | 868.16% | 0.009 |
| 23.333 | 38.261 | 8.405 | PLASTICA | 0.76414 | 12.29% | 57.802 | 51.582 | 829.29% | 0.009 |
| 25.667 | 40.595 | 10.739 | PLASTICA | 0.66444 | 10.68% | 55.445 | 49.225 | 791.40% | 0.008 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.57966 | 9.32% | 53.167 | 46.947 | 754.77% | 0.008 |
| 30.333 | 45.261 | 15.405 | PLASTICA | 0.50733 | 8.16% | 50.977 | 44.757 | 719.56% | 0.008 |
| 32.667 | 47.595 | 17.739 | PLASTICA | 0.44544 | 7.16% | 48.881 | 42.661 | 685.87% | 0.007 |
| 35.000 | 49.928 | 20.072 | PLASTICA | 0.39230 | 6.31% | 46.882 | 40.662 | 653.73% | 0.007 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.34653 | 5.57% | 44.979 | 38.759 | 623.14% | 0.007 |
| 39.667 | 54.595 | 24.739 | PLASTICA | 0.30698 | 4.94% | 43.171 | 36.951 | 594.06% | 0.007 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.27270 | 4.38% | 41.453 | 35.233 | 566.45% | 0.006 |
| 44.333 | 59.261 | 29.405 | PLASTICA | 0.24290 | 3.91% | 39.823 | 33.603 | 540.24% | 0.006 |
| 46.667 | 61.595 | 31.739 | PLASTICA | 0.21691 | 3.49% | 38.276 | 32.056 | 515.37% | 0.006 |
| 49.000 | 63.928 | 34.072 | PLASTICA | 0.19418 | 3.12% | 36.809 | 30.589 | 491.78% | 0.006 |
| 51.333 | 66.261 | 36.405 | PLASTICA | 0.17424 | 2.80% | 35.416 | 29.196 | 469.39% | 0.005 |
| 53.667 | 68.595 | 38.739 | PLASTICA | 0.15670 | 2.52% | 34.094 | 27.874 | 448.14% | 0.005 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.14124 | 2.27% | 32.839 | 26.619 | 427.99% | 0.005 |
| 58.333 | 73.261 | 43.405 | PLASTICA | 0.12756 | 2.05% | 31.646 | 25.426 | 408.78% | 0.005 |
| 60.667 | 75.595 | 45.739 | PLASTICA | 0.11545 | 1.86% | 30.513 | 24.293 | 390.56% | 0.005 |
| 63.000 | 77.928 | 48.072 | PLASTICA | 0.10468 | 1.68% | 29.435 | 23.215 | 373.23% | 0.004 |
| 65.333 | 80.261 | 50.405 | PLASTICA | 0.09510 | 1.53% | 28.409 | 22.189 | 356.73% | 0.004 |
| 67.667 | 82.595 | 52.739 | PLASTICA | 0.08654 | 1.39% | 27.432 | 21.212 | 341.02% | 0.004 |
| 70.000 | 84.928 | 55.072 | PLASTICA | 0.07889 | 1.27% | 26.501 | 20.281 | 326.05% | 0.004 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.22
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 175.000 | M | Po..... | 437.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 15.700 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 59.553 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.06153 | M..... | | 1.11147 | |
| Sr..... | 0.00002 | S..... | | 0.00621 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tn1..... | 15.700 | | |
| Tt1..... | 47.085 | | |
| Tr2..... | 43.787 | 199.044 | |
| Tt2..... | 95.875 | | |
| CONST.M | 0.238 | | |
| TnMEDIA.. | 29.743 | | |
| TtMEDIA.. | 71.480 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 65.364 | | |
| RES.TAN | 37.738 | T/M2 | |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
Fi..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>> T/m2 >> <<<<<< Nº BULONES PARA CADA PASE DE >>>>>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 4.338 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 15.700 | PRES. APORTADA ROCA 4.338

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT· | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 11.362 | 11.362 | 1.236 | 59.6 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 26.290 | 26.290 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

DEFORMACION ELAST. 0.002 m
RAZON DE HOMOTECIA 376.58

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.167 | 16.593 | 1.166 | 31.521 | 0.000 |
| 0.500 | 1.179 | 16.430 | 1.178 | 31.358 | 12.388 |
| 1.000 | 1.186 | 16.329 | 1.186 | 31.257 | 20.114 |
| 1.500 | 1.192 | 16.256 | 1.192 | 31.184 | 25.727 |
| 2.000 | 1.198 | 16.191 | 1.197 | 31.119 | 30.810 |
| 2.500 | 1.203 | 16.130 | 1.202 | 31.058 | 35.535 |
| 3.000 | 1.208 | 16.073 | 1.206 | 31.001 | 39.994 |
| 3.500 | 1.212 | 16.019 | 1.210 | 30.947 | 44.244 |
| 4.000 | 1.217 | 15.968 | 1.214 | 30.896 | 48.326 |
| 4.500 | 1.221 | 15.918 | 1.218 | 30.846 | 52.266 |
| 5.000 | 1.225 | 15.870 | 1.222 | 30.798 | 56.084 |
| 6.000 | 1.232 | 15.778 | 1.229 | 30.706 | 63.418 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.175.22
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 175.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 15.700 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 25.646 | 65.608 | 56.346 | 5.654 | 5.654 |
| 2.500 | 28.059 | 69.838 | 58.462 | 8.606 | 8.606 |
| 3.000 | 30.436 | 73.931 | 60.508 | 10.659 | 10.000 |
| 3.500 | 32.776 | 77.896 | 62.490 | 12.818 | 10.000 |
| 4.000 | 35.078 | 81.741 | 64.413 | 15.078 | 10.000 |
| 4.500 | 37.342 | 85.474 | 66.280 | 17.435 | 10.000 |
| 5.000 | 39.568 | 89.103 | 68.094 | 19.885 | 10.000 |
| 5.500 | 41.757 | 92.633 | 69.859 | 22.424 | 10.000 |
| 6.000 | 43.910 | 96.071 | 71.578 | 25.050 | 10.000 |
| 6.500 | 46.026 | 99.421 | 73.253 | 27.759 | 10.000 |
| 7.500 | 50.155 | 105.879 | 76.482 | 33.417 | 10.000 |
| 8.000 | 52.169 | 108.994 | 78.040 | 36.350 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 11.406 | 5.703 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 10.0 | 10.0 | 5.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 11.406 | 11.406 | 5.703 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.031 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.500 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 2.587 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.700 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.236 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.044 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.256 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.71% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 11.362 | 26.290 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 22.702 | 27.702 | 11.999 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.998 | 1.054 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 33,306 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.192 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.234) | metros | Sost.sin sol> | 15.340 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.613 | metros | >> Pi Sost.= | 22.702 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.338 | T/m2 | Compres.hastiales = | 799.935 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 27.040 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.333 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 1.000 | 1.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 6.296 | 6.296 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 12.248 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | | |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 0.500 | 0.000 | | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 10.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

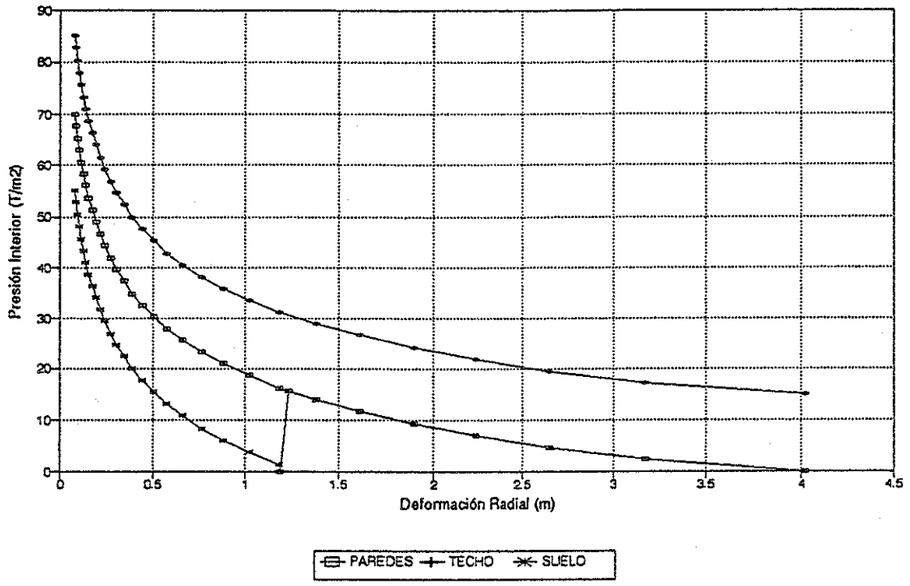
### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.700 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.236 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.044 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.256 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.71% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 11.362 | 26.290 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 45.514 | 56.217 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 4.006 | 2.138 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.192 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.067) | metros | Sost.sin sol> | 12.814 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.187 | metros | >> Pi Sost.= | 45.514 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.338 | T/m2 | Compres.hastiales = | 228.553 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 49.852 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.666 T x m |

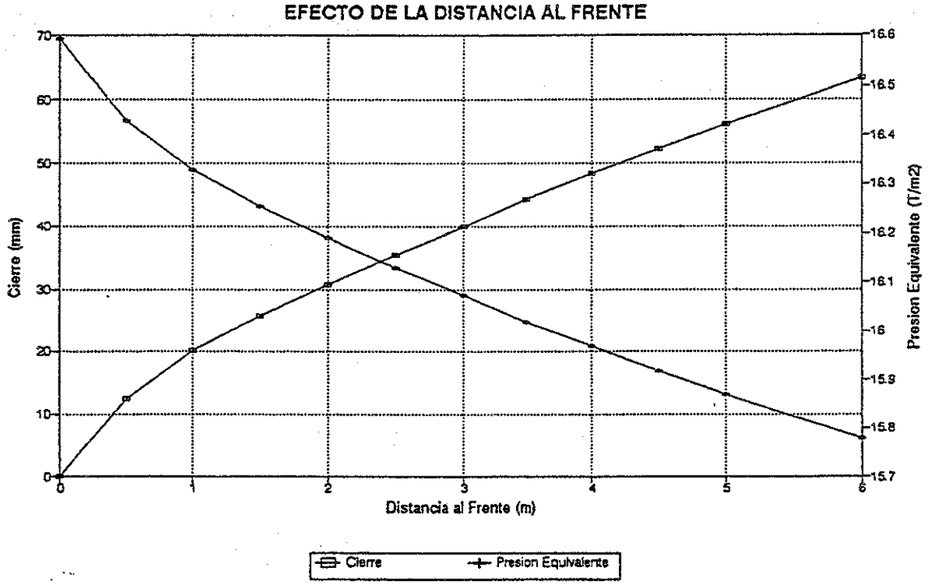
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3175.22
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



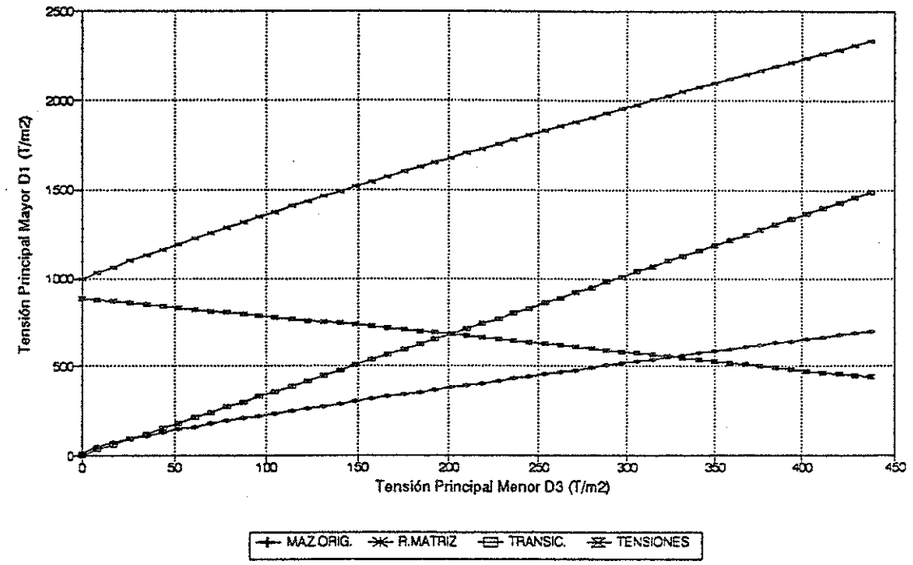




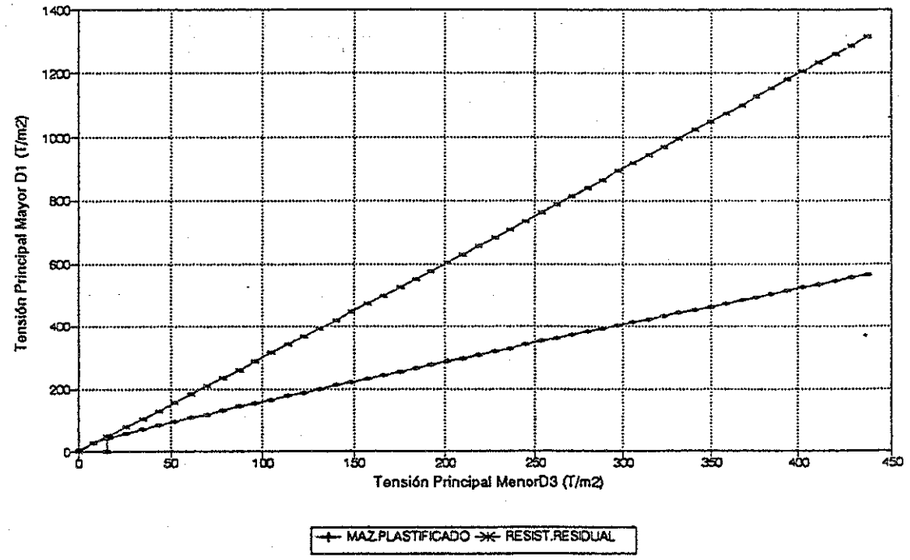

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 175 RMR..... 40

### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




### LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005800 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 11.406 | 5.703 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 10.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 8.554 | 11.406 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.021 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | | ROCA DUR | <0,01 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | PIZARRA | 0,02-0,03 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | ROCA BLAN | 0,06-0,09 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.753 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.700 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.236 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.044 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.256 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.71% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 11.362 | 26.290 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 13.554 | 31.406 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.193 | 1.195 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.192 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.102) | metros | Sost.sin sol> | 13.308 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 1.072 | metros | >> Pi Sost.= | 13.554 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.338 | T/m2 | Compres.hastiales = | 799.935 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 17.892 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.333 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:317 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 175.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | metros | | HEB-160 | 0.005800 |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 39.921 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 35.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 39.921 | 39.921 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.081 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SUPERSWELLEX | ROCA DUR | <0,01 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | PIZARRA | 0,02-0,03 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | ROCA BLAN | 0,06-0,09 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 6.753 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 15.700 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.236 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.044 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 16.256 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.71% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 11.362 | 26.290 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 44.921 | 59.921 | 0.000 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 3.953 | 2.279 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.192 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.375) | metros | Sost.sin sol> | 17.904 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA SOST. >>> | 0.192 | metros | >> Pi Sost.= | 44.921 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 4.338 | T/m2 | Compres.hastiales = | 228.553 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 49.258 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 4.666 T x m |

## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.125.22 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,900,000 | T/M2 | Em (H&B)= | 2,400,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 2,000,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.77410 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | | | |
| CONST. S ..... | 0.00301 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | 40 | 62 | | |
| CONST. Mr..... | 0.03986 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | 20 | 21 | | |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | 90 | | | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 125 | M | PROFUND. MI | 100 | M | | | | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 312.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 250.0 | T/M2 | | | | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| <<TIPO DE ROCA>> | |
|---|---|
| CARBONA | CA |
| ARCILLOS | AC |
| ARENOSA | AR |
| I.G.FINO | IF |
| I.G.GRUE. | IG |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 143.57 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 60 | T/M2 | \| Pi FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA. (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 4.23038 | 68.01% | 77.077 | 70.857 | 1139.17% | 0.008 |
| 2.000 | 16.928 | | PLASTICA | 3.24048 | 52.10% | 83.116 | 76.896 | 1236.26% | 0.009 |
| 4.000 | 18.928 | | PLASTICA | 2.62503 | 42.20% | 83.818 | 77.598 | 1247.55% | 0.009 |
| 6.000 | 20.928 | | PLASTICA | 2.14612 | 34.50% | 82.610 | 76.390 | 1228.14% | 0.009 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 1.76172 | 28.32% | 80.315 | 74.095 | 1191.23% | 0.009 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 1.45091 | 23.33% | 77.382 | 71.162 | 1144.08% | 0.008 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 1.19910 | 19.28% | 74.103 | 67.883 | 1091.37% | 0.008 |
| 14.000 | 28.928 | | PLASTICA | 0.99485 | 15.99% | 70.674 | 64.454 | 1036.24% | 0.008 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.82890 | 13.33% | 67.225 | 61.005 | 980.79% | 0.007 |
| 18.000 | 32.928 | 3.072 | PLASTICA | 0.69374 | 11.15% | 63.841 | 57.621 | 926.39% | 0.007 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.58331 | 9.38% | 60.574 | 54.354 | 873.86% | 0.006 |
| 22.000 | 36.928 | 7.072 | PLASTICA | 0.49274 | 7.92% | 57.454 | 51.234 | 823.70% | 0.006 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.41815 | 6.72% | 54.497 | 48.277 | 776.16% | 0.006 |
| 26.000 | 40.928 | 11.072 | PLASTICA | 0.35645 | 5.73% | 51.708 | 45.488 | 731.32% | 0.006 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.30519 | 4.91% | 49.086 | 42.866 | 689.16% | 0.005 |
| 30.000 | 44.928 | 15.072 | PLASTICA | 0.26240 | 4.22% | 46.626 | 40.406 | 649.61% | 0.005 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.22652 | 3.64% | 44.320 | 38.100 | 612.54% | 0.005 |
| 34.000 | 48.928 | 19.072 | PLASTICA | 0.19631 | 3.16% | 42.160 | 35.940 | 577.82% | 0.004 |
| 36.000 | 50.928 | 21.072 | PLASTICA | 0.17076 | 2.75% | 40.138 | 33.918 | 545.30% | 0.004 |
| 38.000 | 52.928 | 23.072 | PLASTICA | 0.14906 | 2.40% | 38.243 | 32.023 | 514.84% | 0.004 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.13058 | 2.10% | 36.467 | 30.247 | 486.28% | 0.004 |
| 42.000 | 56.928 | 27.072 | PLASTICA | 0.11472 | 1.84% | 34.801 | 28.581 | 459.50% | 0.004 |
| 44.000 | 58.928 | 29.072 | PLASTICA | 0.10111 | 1.63% | 33.237 | 27.017 | 434.36% | 0.004 |
| 46.000 | 60.928 | 31.072 | PLASTICA | 0.08937 | 1.44% | 31.768 | 25.548 | 410.75% | 0.003 |
| 48.000 | 62.928 | 33.072 | PLASTICA | 0.07922 | 1.27% | 30.387 | 24.167 | 388.54% | 0.003 |
| 50.000 | 64.928 | 35.072 | PLASTICA | 0.07041 | 1.13% | 29.087 | 22.867 | 367.64% | 0.003 |
| 52.000 | 66.928 | 37.072 | PLASTICA | 0.06274 | 1.01% | 27.862 | 21.642 | 347.94% | 0.003 |
| 54.000 | 68.928 | 39.072 | PLASTICA | 0.05603 | 0.90% | 26.707 | 20.487 | 329.37% | 0.003 |
| 56.000 | 70.928 | 41.072 | PLASTICA | 0.05016 | 0.81% | 25.616 | 19.396 | 311.84% | 0.003 |
| 58.000 | 72.928 | 43.072 | PLASTICA | 0.04501 | 0.72% | 24.586 | 18.366 | 295.28% | 0.003 |
| 60.000 | 74.928 | 45.072 | PLASTICA | 0.04047 | 0.65% | 23.612 | 17.392 | 279.61% | 0.003 |





## iCYFSA

### RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.125.22 | | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 40.000 | | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 125.000 | M | Po..... | 312.50 | T/M2 | | | | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 10.900 | T/M2 | | | | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 69.716 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | | | | |
| Mr..... | 0.03986 | M..... | 0.77410 | | | | | | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | 0.00301 | | | | | | |
| Pc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tr1..... | 10.900 | | |
| Tt1..... | 31.935 | | |
| Tr2..... | 29.569 | 143.570 | |
| Tt2..... | 64.017 | | |
| CONST.M | 0.169 | | |
| TrMEDIA.. | 20.234 | | |
| TtMEDIA.. | 47.976 | | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | | |
| TENS.NO | 44.093 | | |
| RES.TAN | 25.457 | T/M2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m | |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° | Introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M | |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° | |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | | |
| FI..... | 30.000 | ° | DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> RESIST. ARCO ROCA>> DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2.926 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 2.926 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 10.900 | \| PRES. APORTADA ROCA | 2.926 |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 7.974 | 7.974 | 1.331 | 69.7 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 22.902 | 22.902 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

### DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

| | | |
|---|---|---|
| | CRITERIO ELASTOPLASTICO | |
| DEFORMACION ELAST. | 0.001 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 554.01 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 1.227 | 11.780 | 1.224 | 26.708 | 0.000 |
| 0.500 | 1.236 | 11.706 | 1.233 | 26.634 | 8.542 |
| 1.000 | 1.242 | 11.661 | 1.238 | 26.589 | 13.896 |
| 1.500 | 1.247 | 11.622 | 1.243 | 26.550 | 18.480 |
| 2.000 | 1.251 | 11.586 | 1.247 | 26.514 | 22.628 |
| 2.500 | 1.255 | 11.554 | 1.251 | 26.482 | 26.480 |
| 3.000 | 1.259 | 11.523 | 1.254 | 26.451 | 30.114 |
| 3.500 | 1.263 | 11.494 | 1.258 | 26.422 | 33.576 |
| 4.000 | 1.266 | 11.466 | 1.261 | 26.394 | 36.898 |
| 4.500 | 1.270 | 11.440 | 1.264 | 26.368 | 40.103 |
| 5.000 | 1.273 | 11.414 | 1.268 | 26.342 | 43.207 |
| 6.000 | 1.279 | 11.364 | 1.273 | 26.292 | 49.165 |

## iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.125.22
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 125.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 10.900 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 17.539 | 44.131 | 38.033 | 4.501 | 4.501 |
| 2.500 | 19.144 | 46.913 | 39.424 | 5.806 | 5.806 |
| 3.000 | 20.723 | 49.604 | 40.769 | 7.185 | 7.185 |
| 3.500 | 22.276 | 52.209 | 42.072 | 8.632 | 8.632 |
| 4.000 | 23.803 | 54.736 | 43.335 | 10.147 | 10.000 |
| 4.500 | 25.303 | 57.188 | 44.561 | 11.724 | 10.000 |
| 5.000 | 26.777 | 59.571 | 45.753 | 13.363 | 10.000 |
| 5.500 | 28.226 | 61.889 | 46.912 | 15.061 | 10.000 |
| 6.000 | 29.650 | 64.145 | 48.040 | 16.816 | 10.000 |
| 6.500 | 31.049 | 66.344 | 49.139 | 18.624 | 10.000 |
| 7.500 | 33.777 | 70.580 | 51.258 | 22.399 | 10.000 |
| 8.000 | 35.107 | 72.624 | 52.279 | 24.361 | 10.000 |





## iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | TIPO | AREA(m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | TH-21 | 0.002665 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 6.296 | | TH-29 | 0.003680 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | | HEB-120 | 0.002600 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | HEB-140 | 0.004550 |
| SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros | | HEB-160 | 0.005600 |
| HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | HEB-180 | 0.006750 |
| PRESION I. EQUIV. >> 0.000 | 0.000 | 6.296 | | | HEB-200 | 0.008000 |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | | |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 5.703 | 0.000 | | | |
| RESISTENCIA COMP. >> 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | | |
| MODULO Es >>>>>>>>>>> 1,149,772 | T/m2 | | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> 0.25 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 5.0 | 5.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 5.703 | 5.703 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.021 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | DEFORMACION UNITARIA |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | | ———— ===== |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | | ROCA DUR <0.01 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | | PIZARRA 0,02-0,03 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.250 | 1.000 | 0.000 | | ROCA BLAN 0,05-0,09 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 5.000 | 20.000 | 0.000 | | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.753 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 111 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 10.900 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.331 | m | | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.088 | m | | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 11.622 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.42% | | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.974 | 22.902 | 0.000 | | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 10.703 | 25.703 | 6.296 | | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.342 | 1.122 | ERR | | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 16,542 | T/m2 | | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.243 | metros | | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.548) | metros | Sost.sin sol> | 15.052 | T/m2 | | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 1.030 | metros | >> Pi Sost.= | 10.703 | T/m2 | | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 2.926 | T/m2 | Compres.hastiales = | 1,110.737 | T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 13.629 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.463 | T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:312 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 125.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | | 39.921 | 28.515 | 28.515 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.051 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 5.087 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

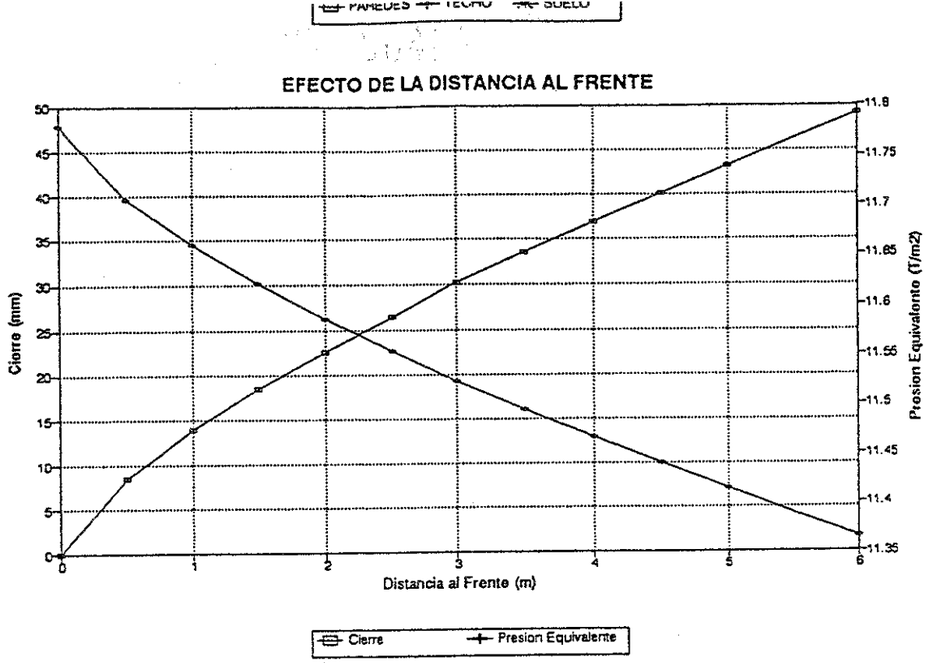
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 10.900 | T/m2 | DEFORMACIO | 1.331 | m | | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.088 | m | | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 11.622 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.42% | | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 7.974 | 22.902 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 4.291 | 1.743 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,967 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 1.243 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.610 | metros | Sost.sin sol> | 4.557 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.158 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 2.926 | T/m2 | Compres.hastiales = | 158.677 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 37.144 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 3.240 T x m |



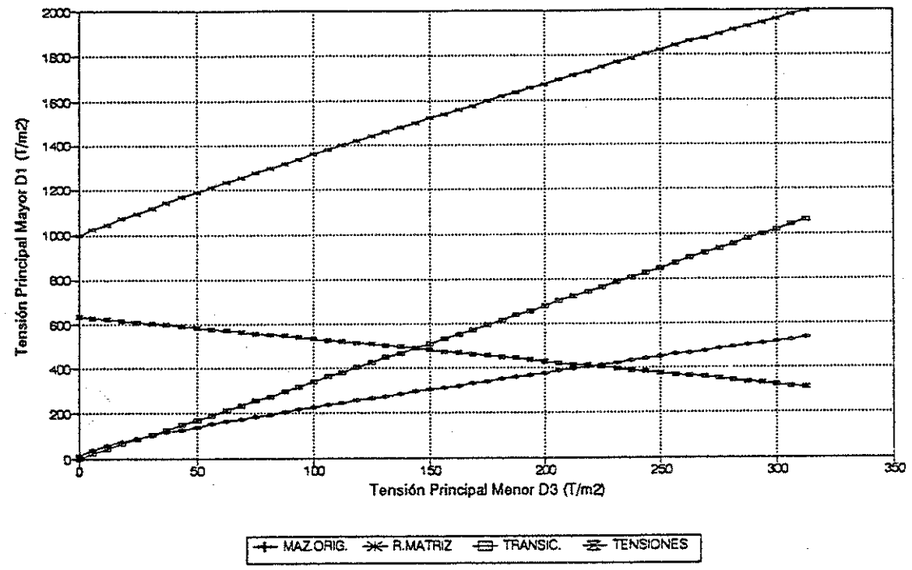




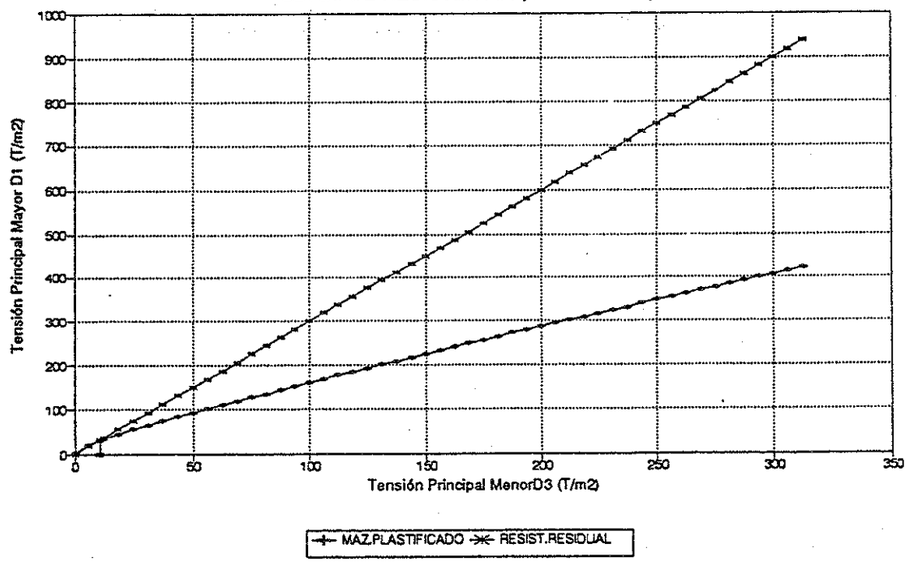
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 125 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)








## iCYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.075.22 | | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fi transici.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fi básimac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | | |
| MODULO ELAST..... | 1,330,000 | T/M2 | Em (H&B) = | 1,000,000 | T/m2 | | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin) = | 1,330,000 | T/m2 | | | | |
| CONST. M ..... | 0.46651 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | | |
| CONST. S ..... | 0.00109 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | 40 | 55 | CARBONA | CA | |
| CONST. Mr..... | 0.03708 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | 20 | 20 | ARCILLOS | AC | |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | 90 | | ARENOSA | AR | |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 75 | M | PROFUND. MI | 50 | M | | I.G.FINO | IF | |
| PRESION ORIGEN MED.. | 187.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 125.0 | T/M2 | | I.G.GRUE. | IG | |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PRESION CRITICA..... | 86.00 | T/M2 | | | |
| LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA | | | | | |
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 40 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 1.65294 | 26.57% | 83.646 | 77.426 | 1244.79% | 0.008 |
| 1.333 | 16.261 | | PLASTICA | 0.96712 | 15.55% | 73.930 | 67.710 | 1088.59% | 0.007 |
| 2.667 | 17.595 | | PLASTICA | 0.68487 | 11.01% | 67.057 | 60.837 | 978.09% | 0.006 |
| 4.000 | 18.928 | | PLASTICA | 0.51525 | 8.28% | 61.465 | 55.245 | 888.18% | 0.006 |
| 5.333 | 20.261 | | PLASTICA | 0.40155 | 6.46% | 56.745 | 50.525 | 812.30% | 0.005 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.32067 | 5.16% | 52.678 | 46.458 | 746.92% | 0.005 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.26085 | 4.19% | 49.125 | 42.905 | 689.78% | 0.004 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 0.21533 | 3.46% | 45.985 | 39.765 | 639.32% | 0.004 |
| 10.667 | 25.595 | | PLASTICA | 0.17991 | 2.89% | 43.188 | 36.968 | 594.34% | 0.004 |
| 12.000 | 26.928 | | PLASTICA | 0.15186 | 2.44% | 40.677 | 34.457 | 553.97% | 0.004 |
| 13.333 | 28.261 | | PLASTICA | 0.12931 | 2.08% | 38.406 | 32.188 | 517.49% | 0.004 |
| 14.667 | 29.595 | | PLASTICA | 0.11096 | 1.78% | 36.347 | 30.127 | 484.35% | 0.003 |
| 16.000 | 30.928 | 1.072 | PLASTICA | 0.09596 | 1.54% | 34.467 | 28.247 | 454.13% | 0.003 |
| 17.333 | 32.261 | 2.405 | PLASTICA | 0.08331 | 1.34% | 32.743 | 26.523 | 426.42% | 0.003 |
| 18.667 | 33.595 | 3.739 | PLASTICA | 0.07280 | 1.17% | 31.158 | 24.938 | 400.92% | 0.003 |
| 20.000 | 34.928 | 5.072 | PLASTICA | 0.06394 | 1.03% | 29.694 | 23.474 | 377.39% | 0.003 |
| 21.333 | 36.261 | 6.405 | PLASTICA | 0.05640 | 0.91% | 28.338 | 22.118 | 355.59% | 0.003 |
| 22.667 | 37.595 | 7.739 | PLASTICA | 0.04996 | 0.80% | 27.079 | 20.859 | 335.35% | 0.002 |
| 24.000 | 38.928 | 9.072 | PLASTICA | 0.04442 | 0.71% | 25.907 | 19.687 | 316.50% | 0.002 |
| 25.333 | 40.261 | 10.405 | PLASTICA | 0.03963 | 0.64% | 24.812 | 18.592 | 298.91% | 0.002 |
| 26.667 | 41.595 | 11.739 | PLASTICA | 0.03548 | 0.57% | 23.789 | 17.569 | 282.46% | 0.002 |
| 28.000 | 42.928 | 13.072 | PLASTICA | 0.03186 | 0.51% | 22.830 | 16.610 | 267.04% | 0.002 |
| 29.333 | 44.261 | 14.405 | PLASTICA | 0.02868 | 0.46% | 21.929 | 15.709 | 252.56% | 0.002 |
| 30.667 | 45.595 | 15.739 | PLASTICA | 0.02590 | 0.42% | 21.082 | 14.862 | 238.94% | 0.002 |
| 32.000 | 46.928 | 17.072 | PLASTICA | 0.02344 | 0.38% | 20.283 | 14.063 | 226.10% | 0.002 |
| 33.333 | 48.261 | 18.405 | PLASTICA | 0.02126 | 0.34% | 19.530 | 13.310 | 213.99% | 0.002 |
| 34.667 | 49.595 | 19.739 | PLASTICA | 0.01933 | 0.31% | 18.818 | 12.598 | 202.54% | 0.002 |
| 36.000 | 50.928 | 21.072 | PLASTICA | 0.01762 | 0.28% | 18.144 | 11.924 | 191.71% | 0.002 |
| 37.333 | 52.261 | 22.405 | PLASTICA | 0.01608 | 0.26% | 17.506 | 11.286 | 181.44% | 0.002 |
| 38.667 | 53.595 | 23.739 | PLASTICA | 0.01471 | 0.24% | 16.900 | 10.680 | 171.70% | 0.002 |
| 40.000 | 54.928 | 25.072 | PLASTICA | 0.01348 | 0.22% | 16.325 | 10.105 | 162.46% | 0.001 |

# iCYFSA

## RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3,075.22
ROCA: L-3 | RMR: 40.000

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PROFUNDIDAD | 75.000 | M | Po..... | 187.50 | T/M2 |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 3.600 | T/M2 |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 56.818 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | |
| Mr..... | 0.03708 | M..... | 0.46651 | | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | 0.00109 | | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Tr1..... | 3.600 | |
| Tt1..... | 15.448 | |
| Tr2..... | 15.771 | 85.997 |
| Tt2..... | 40.096 | |
| CONST.M | 0.102 | |
| TtMEDIA. | 9.696 | |
| TtMEDIA. | 27.772 | |
| << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| TENS.NO | 23.963 | |
| RES.TAN | 13.777 | T/M2 |

ALTURA DE LA CUÑA: 10.190 m
ANGULO DE LA CUÑA: 35.000 ° Introducir 15,20,25,30 ó 35°)
PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: 5.971 M
ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: 27.500 °
PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA
C..... 0.000 T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES)
FI..... 30.000 ° DIAMETRO BARRA (mm) > 25.000

RESIST. ARCO ROCA>>
RESIST. ARCO ROCA>>

| DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> 1.584 | <<<<<< 1.000 | Nº BULONES PARA CADA PASE DE 1.500 | 2.000 | 2.500 | >>>>>> 3.000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.713 | 1.584 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

PRES. INTERIOR NEC.> 3.600 | PRES. APORTADA ROCA 1.584

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL.> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 2.016 | 2.016 | 0.559 | 56.8 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 16.944 | 16.944 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

## DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO
DEFORMACION ELAST. 0.001 m
RAZON DE HOMOTECIA 252.55

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.479 | 4.421 | 0.475 | 19.349 | 0.000 |
| 0.500 | 0.486 | 4.348 | 0.481 | 19.276 | 6.714 |
| 1.000 | 0.490 | 4.302 | 0.486 | 19.230 | 10.959 |
| 1.500 | 0.493 | 4.263 | 0.489 | 19.191 | 14.616 |
| 2.000 | 0.496 | 4.228 | 0.493 | 19.156 | 17.944 |
| 2.500 | 0.499 | 4.196 | 0.496 | 19.124 | 21.050 |
| 3.000 | 0.501 | 4.165 | 0.499 | 19.093 | 23.994 |
| 3.500 | 0.504 | 4.137 | 0.502 | 19.065 | 26.811 |
| 4.000 | 0.506 | 4.109 | 0.504 | 19.037 | 29.526 |
| 4.500 | 0.508 | 4.083 | 0.507 | 19.011 | 32.157 |
| 5.000 | 0.510 | 4.057 | 0.509 | 18.985 | 34.715 |
| 6.000 | 0.515 | 4.008 | 0.514 | 18.936 | 39.653 |





# iCYFSA

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3,075.22
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 75.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE = | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 3.600 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 7.524 | 24.641 | 20.044 | 2.355 | 2.355 |
| 2.500 | 8.661 | 26.773 | 21.110 | 3.091 | 3.091 |
| 3.000 | 9.700 | 28.845 | 22.146 | 3.885 | 3.885 |
| 3.500 | 10.736 | 30.861 | 23.154 | 4.732 | 4.732 |
| 4.000 | 11.769 | 32.824 | 24.136 | 5.632 | 5.632 |
| 4.500 | 12.796 | 34.737 | 25.092 | 6.582 | 6.582 |
| 5.000 | 13.816 | 36.601 | 26.024 | 7.581 | 7.581 |
| 5.500 | 14.827 | 38.421 | 26.934 | 8.626 | 8.626 |
| 6.000 | 15.828 | 40.197 | 27.822 | 9.717 | 9.717 |
| 6.500 | 16.821 | 41.933 | 28.690 | 10.852 | 10.000 |
| 7.500 | 18.774 | 45.290 | 30.369 | 13.248 | 10.000 |
| 8.000 | 19.735 | 46.914 | 31.181 | 14.507 | 10.000 |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:307 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.011 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 15.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 0.920 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 3.600 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.559 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 4.263 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 2.016 | 16.944 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 20.703 | 6.296 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.414 | 1.222 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.489 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.266) | metros | Sost.sin sol> | 7.500 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.473 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 1.584 | T/m2 | Compres.hastiales = | 366.849 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 4.435 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.153 T x m |





**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA | CASO:307 | ROCA:L-3 | ROCA:L-3 | RMR:40 | PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 6.296 |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 28.515 | 28.515 |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 25.0 | 35.0 | 25.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 39.921 | 28.515 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.061 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,867 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 10.000 | 10.000 | 10.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 10.173 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,05-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

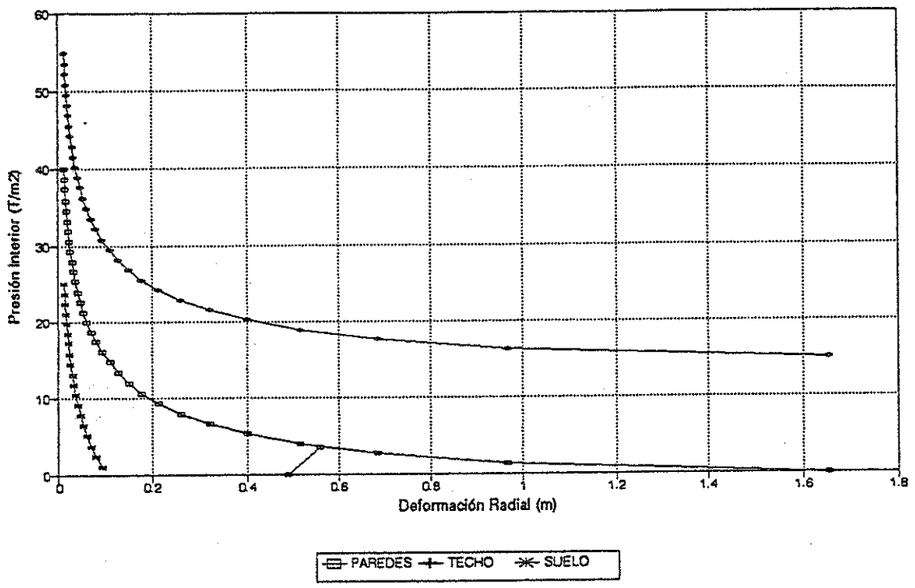
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 3.600 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.559 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 4.263 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 2.016 | 16.944 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 39.921 | 34.811 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 16.969 | 2.356 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 84,867 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.489 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.133 | metros | Sost.sin sol> | 1.505 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.018 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 1.584 | T/m2 | Compres.hastiales = | 52.407 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 35.801 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 1.070 T x m |

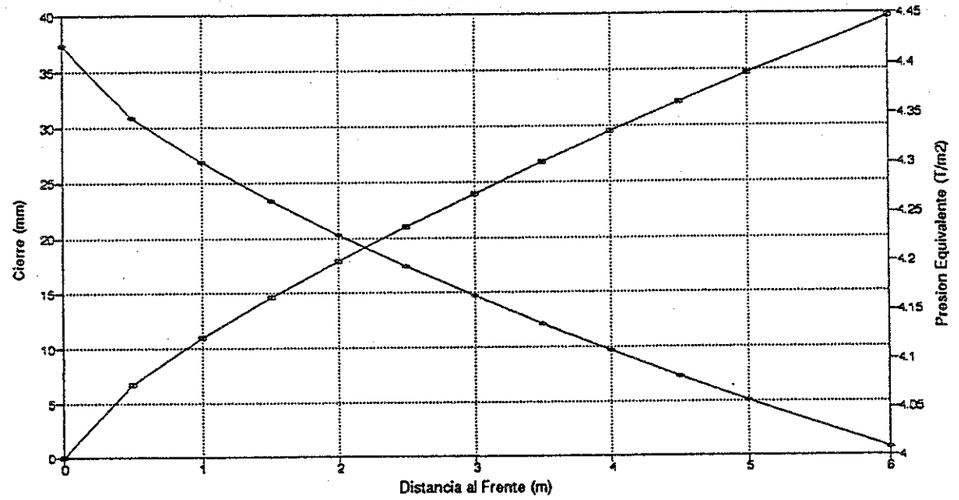
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3075.22
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 40

LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD




EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



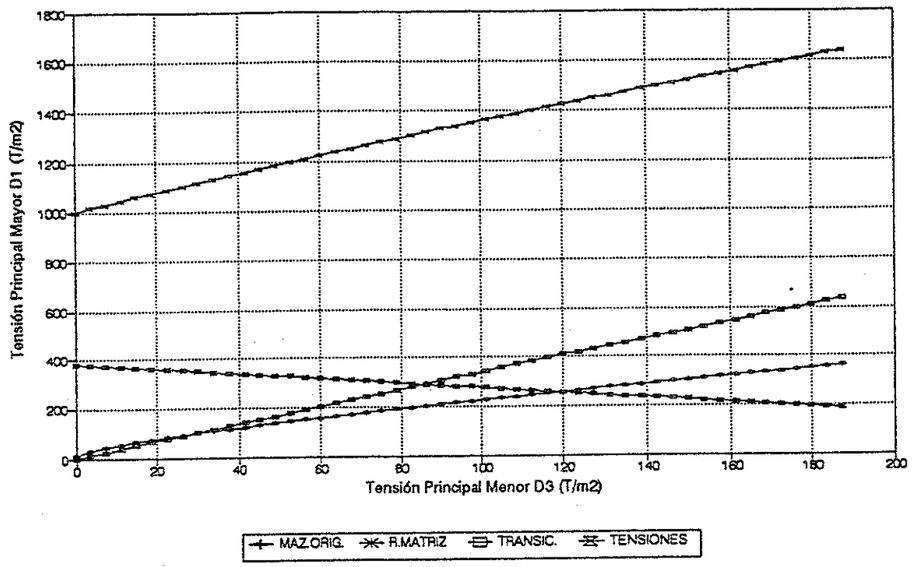




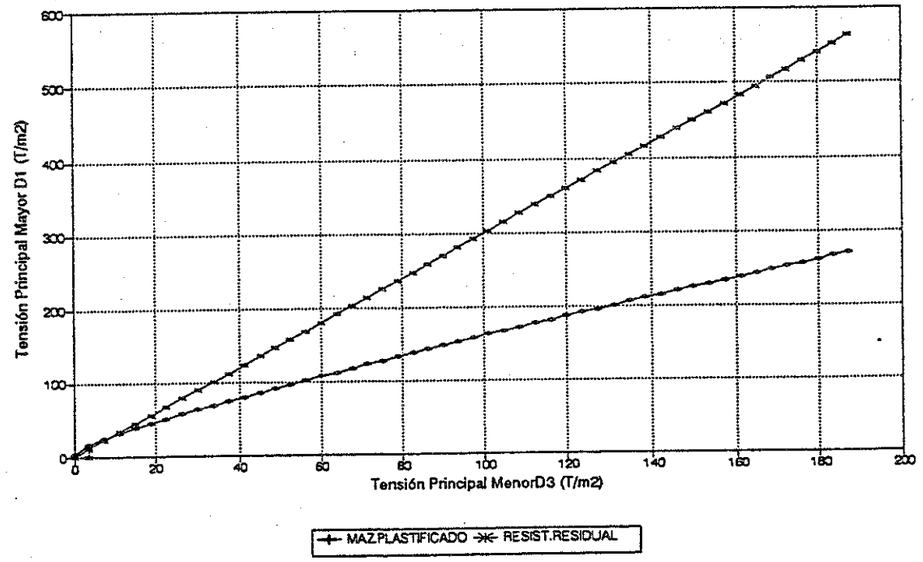

## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 75 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)



# iCYFSA

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:307 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 75.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 6.296 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.011 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 20.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 0.920 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 3.600 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.559 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 4.263 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 2.016 | 16.944 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 25.703 | 6.296 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.414 | 1.517 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.489 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.329) | metros | Sost.sin sol> | 10.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.473 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 1.584 | T/m2 | Compres.hastiales = 366.849 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 4.435 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.153 T x m |





iCYFSA

DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:307 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 75.000

CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 6.296 | | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700.000 | T/m2 | | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros | | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) | |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 | |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.011 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) | |

BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700.000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 1.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 12.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.533 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 3.600 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.559 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.069 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 4.263 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 1.11% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 2.016 | 16.944 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 17.703 | 6.296 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | 1.414 | 1.045 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.489 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.212) | metros | Sost.sin sol> | 6.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.473 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 1.584 | T/m2 | Compres.hastiales = 366.849 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 4.435 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.153 T x m |

## ICYFSA

### LINEA CARACTERISTICA DE TUNELES (MODELO DE HOEK & BROWN)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL..... | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.025.22 | | | | |
| TIPO DE ROCA..... | L-3 | | | | | | | |
| RMR..... | 40 | | Fl transicl.> | 33.055 | ° >> | D1/D3= | 3.400 | |
| DENSIDAD..... | 2.50 | T/M3 | Fl básl.mac.> | 30.0 | ° >> | D1/D3= | 3.000 | |
| RES.COMPRESION..... | 1,000.0 | T/M2 | Em(r.matriz) | 1,900,000 | | | | |
| MODULO ELAST..... | 560,000 | T/M2 | Em (H&B)= | ***** | T/m2 | | | |
| COEF.POISSON..... | 0.20 | | Em (Serafin)= | 560,000 | T/m2 | | | |
| CONST. M ..... | 0.15760 | \| TIPO DE ROCA>>>>>>>>>>>> | | | AC | <RMR CA | <<TIPO DE ROCA>> | |
| CONST. S ..... | 0.00012 | \| RMR DEL MACIZO ORIGINAL>>>> | | | | 40 | 40 | CARBONA CA |
| CONST. Mr..... | 0.03708 | \| RMR DEL MACIZO PLASTIFICADO> | | | | 20 | 20 | ARCILLOS AC |
| CONST. Sr ..... | 0.00001 | \| RMR DE LA ROCA MATRIZ >>>>> | | | | 90 | | ARENOSA AR |
| PROFUNDIDAD MAX.... | 25 | M | PROFUND. MI | 0 | M | | | I.G.FINO IF |
| PRESION ORIGEN MED.. | 62.5 | T/M2 | PR.ORIG.MIN... | 0.0 | T/M2 | | | I.G.GRUE. IG |
| RADIO DEL TUNEL..... | 6.22 | M | | | | | | |

PRESION CRITICA..... 28.52 T/M2

LIMITES DEL CALCULO Y DE LA REPRESENTACION GRAFICA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| P.INTERIOR ORIG..... | 0 | T/M2 | \| INTERVALO | 1.000 | |
| P.INTERIOR FINAL..... | 20 | T/M2 | \| PI FINAL= | 30.000 | (CALCULADA) |

| PRESION HAST. (T/m2) | P. TECHO (T/m2) | P.SUELO (T/m2) | ESTADO | DEF. RAD. (M) | (%) | RAD.PLAS (M) | CORONA (m) | CORONA.PL (%) | DEF.BORDE Z.PLA.(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 14.928 | | PLASTICA | 0.05783 | 0.93% | 31.088 | 24.856 | 399.77% | 0.002 |
| 0.667 | 15.595 | | PLASTICA | 0.03784 | 0.61% | 26.528 | 20.308 | 326.50% | 0.002 |
| 1.333 | 16.261 | | PLASTICA | 0.02905 | 0.47% | 23.999 | 17.779 | 285.84% | 0.002 |
| 2.000 | 16.928 | | PLASTICA | 0.02358 | 0.38% | 22.157 | 15.937 | 256.22% | 0.002 |
| 2.667 | 17.595 | | PLASTICA | 0.01974 | 0.32% | 20.689 | 14.469 | 232.63% | 0.002 |
| 3.333 | 18.261 | | PLASTICA | 0.01687 | 0.27% | 19.466 | 13.246 | 212.95% | 0.001 |
| 4.000 | 18.928 | | PLASTICA | 0.01464 | 0.24% | 18.415 | 12.195 | 196.07% | 0.001 |
| 4.667 | 19.595 | | PLASTICA | 0.01285 | 0.21% | 17.495 | 11.275 | 181.28% | 0.001 |
| 5.333 | 20.261 | | PLASTICA | 0.01139 | 0.18% | 16.678 | 10.458 | 168.13% | 0.001 |
| 6.000 | 20.928 | | PLASTICA | 0.01016 | 0.16% | 15.943 | 9.723 | 156.31% | 0.001 |
| 6.667 | 21.595 | | PLASTICA | 0.00913 | 0.15% | 15.276 | 9.056 | 145.59% | 0.001 |
| 7.333 | 22.261 | | PLASTICA | 0.00825 | 0.13% | 14.666 | 8.446 | 135.79% | 0.001 |
| 8.000 | 22.928 | | PLASTICA | 0.00749 | 0.12% | 14.106 | 7.886 | 126.78% | 0.001 |
| 8.667 | 23.595 | | PLASTICA | 0.00682 | 0.11% | 13.588 | 7.368 | 118.46% | 0.001 |
| 9.333 | 24.261 | | PLASTICA | 0.00624 | 0.10% | 13.107 | 6.887 | 110.72% | 0.001 |
| 10.000 | 24.928 | | PLASTICA | 0.00573 | 0.09% | 12.659 | 6.439 | 103.52% | 0.001 |
| 10.667 | 25.595 | | PLASTICA | 0.00528 | 0.08% | 12.239 | 6.019 | 96.78% | 0.001 |
| 11.333 | 25.408 | | PLASTICA | 0.00487 | 0.08% | 11.846 | 5.626 | 90.45% | 0.001 |
| 12.000 | 25.149 | | PLASTICA | 0.00451 | 0.07% | 11.476 | 5.256 | 84.50% | 0.001 |
| 12.667 | 24.942 | 0.391 | PLASTICA | 0.00419 | 0.07% | 11.127 | 4.907 | 78.89% | 0.001 |
| 13.333 | 24.783 | 1.894 | PLASTICA | 0.00389 | 0.06% | 10.797 | 4.577 | 73.58% | 0.001 |
| 14.000 | 24.668 | 3.332 | PLASTICA | 0.00344 | 0.06% | 10.485 | 4.265 | 68.56% | 0.001 |
| 14.667 | 24.593 | 4.740 | PLASTICA | 0.00304 | 0.05% | 10.188 | 3.968 | 63.80% | 0.001 |
| 15.333 | 24.555 | 6.112 | PLASTICA | 0.00270 | 0.04% | 9.907 | 3.687 | 59.27% | 0.001 |
| 16.000 | 24.550 | 7.450 | PLASTICA | 0.00240 | 0.04% | 9.638 | 3.418 | 54.96% | 0.001 |
| 16.667 | 24.577 | 8.757 | PLASTICA | 0.00215 | 0.03% | 9.382 | 3.162 | 50.84% | 0.001 |
| 17.333 | 24.632 | 10.034 | PLASTICA | 0.00193 | 0.03% | 9.138 | 2.918 | 46.92% | 0.001 |
| 18.000 | 24.715 | 11.285 | PLASTICA | 0.00174 | 0.03% | 8.905 | 2.685 | 43.16% | 0.001 |
| 18.667 | 24.822 | 12.511 | PLASTICA | 0.00157 | 0.03% | 8.681 | 2.461 | 39.57% | 0.001 |
| 19.333 | 24.953 | 13.713 | PLASTICA | 0.00142 | 0.02% | 8.467 | 2.247 | 36.13% | 0.001 |
| 20.000 | 25.106 | 14.894 | PLASTICA | 0.00129 | 0.02% | 8.262 | 2.042 | 32.83% | 0.001 |





## ICYFSA

### RESISTENCIA DEL ARCO DE ROCA PLASTIFICADA (CON O SIN BULONES A CORTANTE)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TUNEL: | PARAC-ENSANCHADOR | | CASO: | 3.025.22 | | | | |
| ROCA: | L-3 | \| RMR: | 40.000 | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 25.000 | M | Po..... | 62.50 | T/M2 | Tri..... | 0.000 | |
| DENSIDAD | 2.500 | T/M3 | Pi..... | 0.000 | T/M2 | Tri..... | 2.621 | |
| RADIO DEL TUNEL: | 6.22 | M | | | | Tr2..... | 5.962 | 28.518 |
| | | | | | | Tt2..... | 21.060 | |
| ESPESOR COR.PLASTIF.... | 24.896 | ESPES.PLAST. CALCULO> | | 5.971 | | CONST.M | 0.034 | |
| Mr..... | 0.03708 | M..... | | 0.15760 | | TrMEDIA.. | 2.981 | |
| Sr..... | 0.00001 | S..... | | 0.00012 | | TtMEDIA.. | 11.840 | |
| Rc..... | 1,000.000 | T/M2 | | | | << EN CUÑA PLASTIFICADA>> | | |
| | | | | | | TENS.NO | 9.233 | |
| | | | | | | RES.TAN | 5.331 | T/M2 |

| | | |
|---|---|---|
| ALTURA DE LA CUÑA: | 10.190 | m |
| ANGULO DE LA CUÑA: | 35.000 | ° introducir 15,20,25,30 ó 35°) |
| PROFUNDIDAD DE LA CUÑA: | 5.971 | M |
| ANGULO EN CENTRO DE LA CUÑA: | 27.500 | ° |

PARAMETROS RESIDUALES EN LA LINEA DE CORTE DE LA CUÑA PLASTIFICADA

| | | | |
|---|---|---|---|
| C..... | 0.000 | T/M2 <<<(ESTA COHESION ES A CONSEGUIR CON LOS BULONES) | |
| Fl..... | 30.000 | ° DIAMETRO BARRA (mm) > | 25.000 |

| RESIST. ARCO ROCA>> / DESARROLLO SEMI-CUÑA | T/m2 >> | <<<<<< | Nº BULONES PARA CADA PASE DE | | | >>>>>> |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.613 | 1.000 | 1.500 | 2.000 | 2.500 | 3.000 |
| 6.713 | 0.613 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRES. INTERIOR NEC.> | 0.000 | \| PRES. APORTADA ROCA | 0.613 | |

| SOST. RESULTANTE | <<<TOTAL | <ESTRICT | <DEF.RAD m | <COR.PL> | |
|---|---|---|---|---|---|
| HASTIALES (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.058 | 24.9 | m |
| TECHO (T/m2) >>>>>>> | 14.315 | 14.315 | | | m |
| SOLERA (T/m2) >>>>>> | 0.000 | 0.000 | | | m |

### DEFORMACIONES EN FUNCION DE LA DISTANCIA DEL SOSTENIMIENTO AL FRENTE

CRITERIO ELASTOPLASTICO

| | | |
|---|---|---|
| DEFORMACION ELAST. | 0.001 | m |
| RAZON DE HOMOTECIA | 11.16 | |

| DISTANCIA AL FRENTE | DEFORMAC ELASTP.(m) | P.EQ.HAST (T/m2) | DEF.LINEA CARACT.(m) | P.EQ.TECH (T/m2) | CIERRE CIERRE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.000 | 0.017 | 3.365 | 0.017 | 18.293 | 0.000 |
| 0.500 | 0.019 | 2.915 | 0.019 | 17.843 | 1.824 |
| 1.000 | 0.020 | 2.654 | 0.020 | 17.582 | 3.048 |
| 1.500 | 0.021 | 2.489 | 0.021 | 17.417 | 3.895 |
| 2.000 | 0.022 | 2.343 | 0.021 | 17.271 | 4.695 |
| 2.500 | 0.022 | 2.211 | 0.022 | 17.139 | 5.470 |
| 3.000 | 0.023 | 2.090 | 0.023 | 17.018 | 6.230 |
| 3.500 | 0.024 | 1.983 | 0.024 | 16.911 | 6.934 |
| 4.000 | 0.024 | 1.909 | 0.024 | 16.837 | 7.453 |
| 4.500 | 0.025 | 1.838 | 0.025 | 16.766 | 7.964 |
| 5.000 | 0.025 | 1.771 | 0.025 | 16.699 | 8.468 |
| 6.000 | 0.026 | 1.645 | 0.026 | 16.573 | 9.464 |

**ICYFSA**

TUNEL: PARAC-ENSANCHADOR CASO: 3.025.22
ROCA: L-3 / RMR: 40 /PROFUND 25.0 m

## CAPACIDAD DE LOS ANCLAJES PASIVOS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO..... | 17.449 | mm | LIM.ELAST. > | 46.000 | T/m2 |
| SUP.PLATO..... | 78.540 | cm2 | R.TRACCION | 10.000 | Tm |
| | | | R.CORTE= | 5.670 | Tm |
| DIAM.PERFORACION..... | 32.000 | mm | Pi= | 0.000 | T/m2 |
| COHES.RESIDUAL..... | 0.000 | T/m2 | (EN BULBO) | | |
| ROZ.RESIDUAL..... | 30.000 | ° | (EN BULBO) | | |

| LONG.BUL. | Tr2 | Tt2 | TtMEDIA | ESFUERZO POR BULON Tm(bulbo) | Tm (conjunto) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.000 | 1.451 | 9.241 | 5.931 | 0.688 | 0.688 |
| 2.500 | 1.944 | 10.829 | 6.725 | 0.976 | 0.976 |
| 3.000 | 2.468 | 12.397 | 7.504 | 1.307 | 1.307 |
| 3.500 | 3.017 | 13.915 | 8.268 | 1.680 | 1.680 |
| 4.000 | 3.587 | 15.415 | 9.018 | 2.094 | 2.094 |
| 4.500 | 4.174 | 16.887 | 9.754 | 2.548 | 2.548 |
| 5.000 | 4.772 | 18.331 | 10.476 | 3.040 | 3.040 |
| 5.500 | 5.381 | 19.748 | 11.185 | 3.570 | 3.570 |
| 6.000 | 5.998 | 21.139 | 11.880 | 4.137 | 4.137 |
| 6.500 | 6.620 | 22.505 | 12.563 | 4.740 | 4.740 |
| 7.500 | 7.875 | 25.163 | 13.892 | 6.047 | 6.047 |
| 8.000 | 8.506 | 26.458 | 14.539 | 6.751 | 6.751 |





**ICYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:302 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 25.000

### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 6.296 |

TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH MODULO 20,700,000 T/m2
TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> 29 AREA >> 0.0036802 m2
SEPARACION >>>>>>>>> 0.000 0.000 1.000 metros

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 5.703 | 0.000 | 0.000 |

RESISTENCIA COMP. >> 1,667 T/m2 RES.CORTE> 333 T/m2
MODULO Es >>>>>>>>>> 1,149,772 T/m2
COEFIC.DE POISSON >> 0.25

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 |

ESPESOR MIN. SOLERA> >>>>>> >>>>>> 0.011 m << (para movilizar el sostenimiento a cortante)
RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2 >> SE CONSIDER 1 (1=SI;0=NO)

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.500 | 0.000 |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 10.000 | 0.000 |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 0.920 | <<<<<< <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX >> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> 0 T/m2 SE CONSIDER 0 (1=SI;0=NO)

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.058 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.037 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 2.489 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.60% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 14.315 | 0.000 |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 15.703 | 6.296 |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.097 | ERR |

RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> (0) T/m2
DEFORMACION INICIAL> 0.021 metros
CIERRE SIN SOLERA >> (0.010) metros Sost.sin sol> 5.000 T/m2
DEFORM.PARA.SOST. >>> 0.016 metros >> Pi Sost.= 2.851 T/m2
CIERRE PARA SOSTEN.> 0.000 metros >> Pi Roca = 0.613 T/m2 Compres.hastiales = 0.000 T/m2
CIERRE (Ui/Ri %) >> 0.00% Total Sost. = 3.464 T/m2 Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m

## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:302 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 25.000

#### CERCHAS

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 0.000 | 0.000 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>> TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros |

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003690 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | 28.515 | 39.921 | 39.921 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 25.0 | 35.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 34.218 | 28.515 | 39.921 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.081 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 20.000 | 20.000 | 20.000 | SWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M.>>> | 6.753 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 T/m2 | DEFORMACIO | 0.058 | m |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 metros | CIERRE>> | 0.037 | m |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 2.489 T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.60% | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 T/m2 | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 14.315 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 34.218 | 28.515 | 46.217 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.992 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.021 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.018 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.000 | metros | >> Pi Sost.= | 34.218 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.613 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 34.831 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

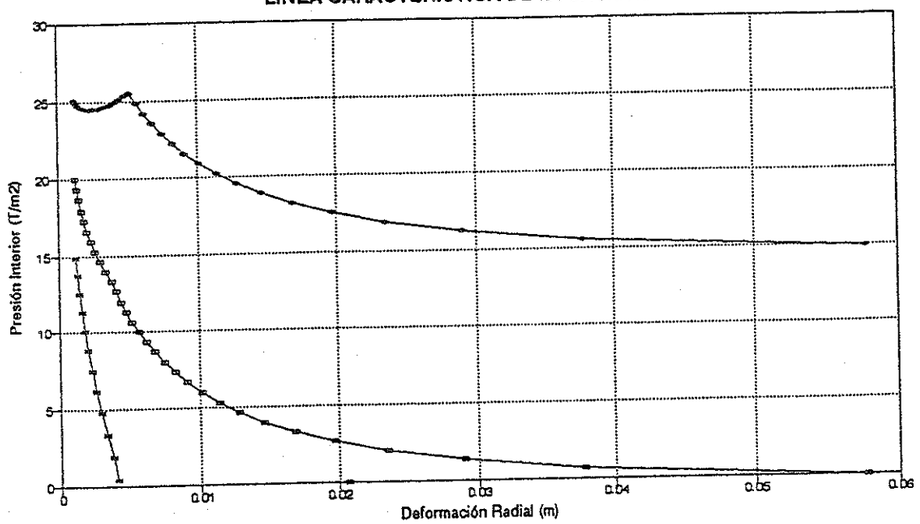




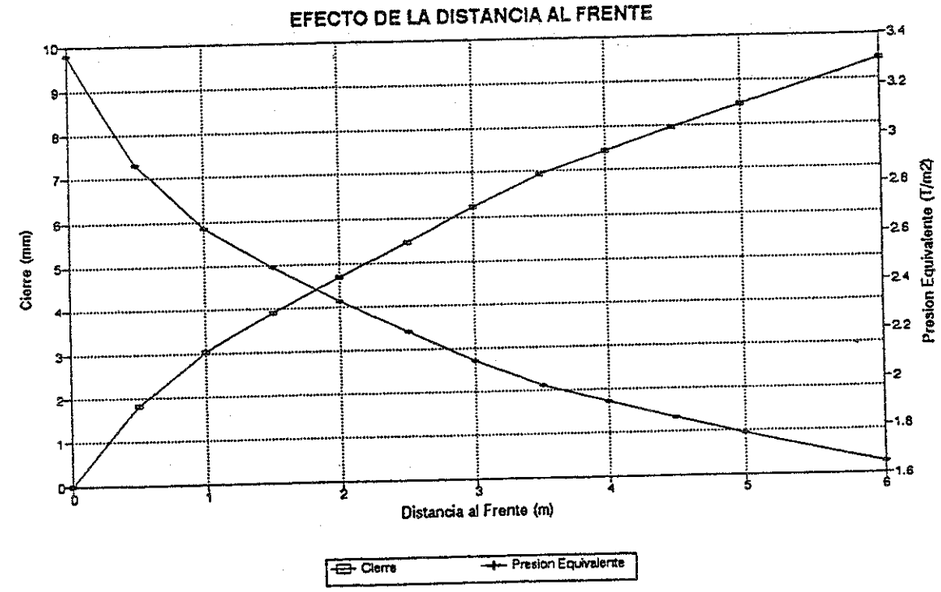
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... 3025.22
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 25 RMR..... 40

### LINEA CARACTERISTICA DE LA CAVIDAD



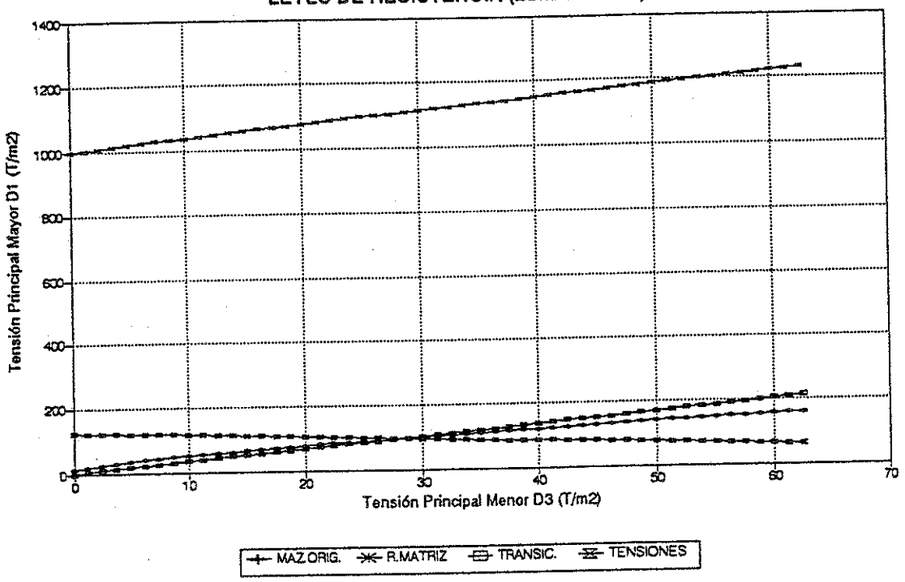

### EFECTO DE LA DISTANCIA AL FRENTE



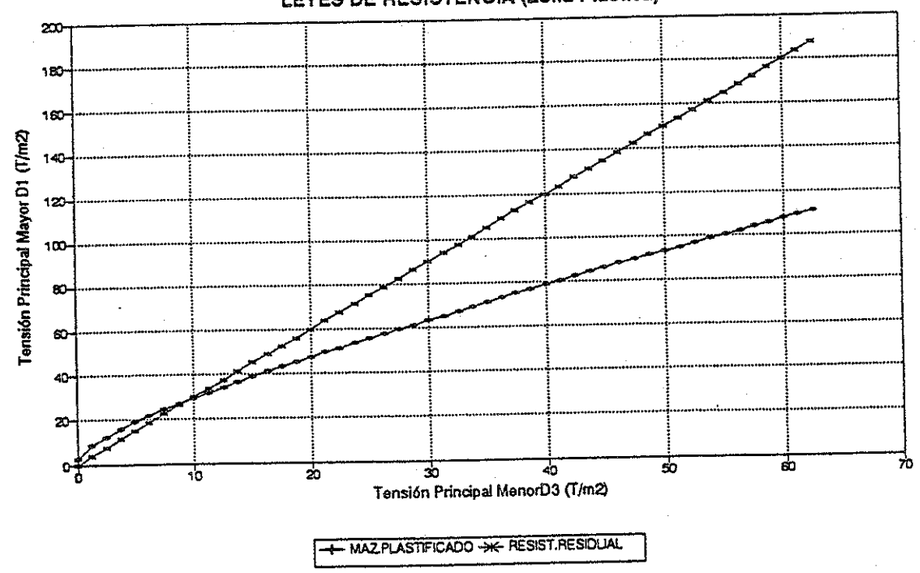
## iCYFSA

TUNEL..... PARAC-ENSANCHA CASO..... ********
TIPO DE ROCA..... L-3 PROFUND.. 25 RMR..... 40

LEYES DE RESISTENCIA (Zona Elástica)




LEYES DE RESISTENCIA (Zona Plástica)






## iCYFSA

### DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA CASO:302 ROCA:L-3 ROCA:L-3 RMR:40 PROF.= 25.000

#### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0038802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002985 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002530 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

#### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 5.703 | 0.000 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | |
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 0.0 | 5.0 | 0.0 | | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 2.851 | 5.703 | 0.000 | | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.011 | m | << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 | (1=SI;0=NO) |

#### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.750 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 9.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 1.533 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % | (solo para el cálculo de la rigidez) | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0,01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

#### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

#### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.058 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.037 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 2.489 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.60% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |
| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | |
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 14.315 | 0.000 | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 2.851 | 14.703 | 6.296 | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 1.027 | ERR | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>>> | (0) | T/m2 | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.021 | metros | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | (0.009) | metros | Sost.sin sol> | 4.500 | T/m2 | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.016 | metros | >> Pi Sost.= | 2.851 | T/m2 | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.613 | T/m2 | Compres.hastiales = 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 3.464 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = 0.000 T x m |

**iCYFSA**

## DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE SOSTENIMIENTO

TUNEL:PARAC-ENSANCHADORA  CASO:3025.22  ROCA:L-3  RMR:40  PROF.= 25.000

### CERCHAS

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN LA SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 0.000 | 0.000 | 6.296 | |
| TIPO >>>>>>>>>>>>>>> | TH | MODULO | 20,700,000 | T/m2 | |
| TAMAÑO >>>>>>>>>>>>> | 29 | AREA >> | 0.0036802 | m2 | |
| SEPARACION >>>>>>>>> | 0.000 | 0.000 | 1.000 | metros | |
| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | | |
| PRESION I. EQUIV. >> | 0.000 | 0.000 | 6.296 | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 | (1=SI;0=NO) |

| TIPO | AREA(m2) |
|---|---|
| TH-21 | 0.002665 |
| TH-29 | 0.003680 |
| HEB-120 | 0.002600 |
| HEB-140 | 0.004550 |
| HEB-160 | 0.005600 |
| HEB-180 | 0.006750 |
| HEB-200 | 0.008000 |

### HORMIGON PROYECTADO

| | | SUPERIOR | INFERIOR | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANGULO DE CORTE EN SEMICUÑA | | 35.000 | 35.000 | 35.000 | |
| PRESION EQUIV. EN SEMICUÑA | | 39.921 | 39.921 | 0.000 | |
| RESISTENCIA COMP. >> | 1,667 | T/m2 | RES.CORTE> | 333 | T/m2 |
| MODULO Es >>>>>>>>>> | 1,149,772 | T/m2 | | | |
| COEFIC.DE POISSON >> | 0.25 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| ESPESOR (cm) >>>>>>> | 35.0 | 35.0 | 0.0 | |
| PRESION I.(Tm/m2) >> | 39.921 | 39.921 | 0.000 | |
| ESPESOR MIN. SOLERA> | >>>>>> | >>>>>> | 0.081 | m << (para movilizar el sostenimiento a cortante) |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 >> | SE CONSIDER | 1 (1=SI;0=NO) |

### BULONES

MODULO Es >>>>>>>>>> 20,700,000 T/m2

| | HASTIALES | TECHO | SOLERA | |
|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO (mm) >>>>>>>> | 25.000 | 25.000 | 25.000 | |
| LONGITUD (m) >>>>>>> | 4.000 | 4.000 | 4.000 | |
| ESF. MAXIMO (Tm) >>>>> | 12.000 | 12.000 | 12.000 | MIDISWELLEX |
| CUANTIA (Uds/m2) >>>>> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| PRESION I. (T/m2) >> | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| HILERA MIN.PIE BUL/M >>> | 11.256 | <<<<<< | <<< para movilizar el sostenimiento a cortante en el pie | |
| DEF. UNITARIA MAX.>> | 0.070 | % (solo para el cálculo de la rigidez) | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 0 | T/m2 | SE CONSIDER | 0 (1=SI;0=NO) |

DEFORMACION UNITARIA

| | |
|---|---|
| ROCA DUR | <0.01 |
| PIZARRA | 0,02-0,03 |
| ROCA BLAN | 0,06-0,09 |

### CHAPA BERNOLD

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA |
|---|---|---|---|
| ESPESOR (mm) >>>>>>> | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### SOSTENIMIENTO TOTAL

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRESION I.CALCULO >> | 0.000 | T/m2 | DEFORMACIO | 0.058 | m | |
| DISTANCIA SOSTEN.>>> | 1.500 | metros | CIERRE>> | 0.037 | m | |
| PRES. MAXIMA SOST.>> | 2.489 | T/m2 | Ui/Ri(%)= | 0.60% | | |
| PRES.HIDROSTATICA | 0.000 | T/m2 | | | | |

| | HASTIAL | TECHO | SOLERA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRES.S.NECES.(T/m2) | 0.000 | 14.315 | 0.000 | | | | |
| PRESION SOST.(T/m2)>> | 39.921 | 39.921 | 6.296 | | | | |
| COEF.DE SEGURIDAD >> | ERR | 2.789 | ERR | | | | |
| RIGIDEZ >>>>>>>>>>>> | 120,574 | T/m2 | | | | | |
| DEFORMACION INICIAL> | 0.021 | metros | | | | | |
| CIERRE SIN SOLERA >> | 0.018 | metros | Sost.sin sol> | 0.000 | T/m2 | | |
| DEFORM.PARA.SOST. >>> | 0.000 | metros | >> Pi Sost = | 39.921 | T/m2 | | |
| CIERRE PARA SOSTEN.> | 0.000 | metros | >> Pi Roca = | 0.613 | T/m2 | Compres.hastiales = | 0.000 T/m2 |
| CIERRE (Ui/Ri %) >> | 0.00% | | Total Sost. = | 40.534 | T/m2 | Mom.adm.horm.arco = | 0.000 T x m |