# ANEJO Nº 6: ESTRUCTURAS

# ANEJO Nº 6. ESTRUCTURAS

## ÍNDICE


**1. CUADRO RESUMEN**

**2. DESCRIPCIÓN**

E-1.-Viaducto sobre el río Perejiles

E-2.-Viaducto F.C. sobre el río Perejiles

E-3.-Paso Inferior nº 1

E-5.-Paso Inferior nº 2

OH-3200.-Sifón

E-4.-Paso Superior nº 1

OH-FC 5+7 Paso de Fauna

E-14.-Pantallas Acústicas

Barrera tipo N*ew Jersey*

**3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA**

E-1.-Viaducto sobre el río Perejiles

E-2.-Viaducto F.C. sobre el río Perejiles

E-3.-Paso Inferior nº 1

OH- 3200.-Sifón

E-4.-Paso Superior nº 1

E-5.-Paso Inferior nº 2

OH-FC 5+7 Paso de Fauna

Barreras Antirruido

Barrera tipo N*ew Jersey*

**4. CÁLCULOS**

4.1 Características.

4.2 Apéndices:

**5. PROCESO CONSTRUCTIVO**

E-1.-Viaducto sobre el río Perejiles

E-2.-Viaducto F.C. sobre el río Perejiles

E-3.-Paso inferior nº 1

OH.-3200-Sifón

E-4.-Paso Superior nº 1

E-5.-Paso Inferior nº 2

OH-FC 5+7 Paso de fauna

**6. RESUMEN DEL CONTROL DE CALIDAD**

Ensayos de resistencia y consistencia de hormigones

Compactación de cuñas de transición

**7. ACCESOS Y ELEMENTOS PARA EL MANTENIMIENTO**

**8. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

- Movimientos esperados en las estructuras

APÉNDICES:

APÉNDICE 1: REVISIÓN DE LOS PROYECTOS BASE

APÉNDICE 2: ESTRUCTURA E-2

APÉNDICE 3: ESTRUCTURA E-1

APÉNDICE 4: ESTRUCTURA E-3

APÉNDICE 5: ESTRUCTURA E-4

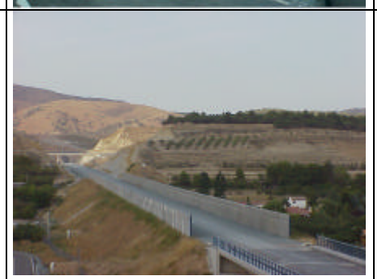
APÉNDICE 6: ESTRUCTURA DE E-5

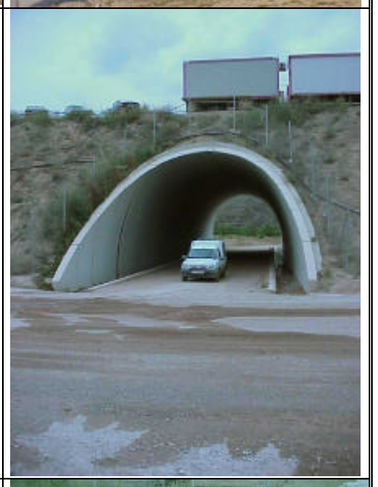
APÉNDICE 7. PASO DE FAUNA OH-5+700

APÉNDICE 8: SIFÓN PK 3+250

APÉNDICE 9: PANTALLAS ANTIRRUIDO (P.K. 2+733 A P.K. 3+212)

# *1. Cuadro resumen*

| ESTRUCTURA | DESCRIPCIÓN | TIPOLOGÍA | PK INICIO<br>PK FIN | | |
|---|---|---|---|---|---|
| E-1 | Puente sobre el río Peregiles | Viaducto para carretera de servicio realizado en tablero de doble viga artesa prefabricada con losa superior de un solo vano de 30 m apoyado sobre estribos cimentados sobre pilotes. | 2+665<br>2+695 | | |
| E-2 | Viaducto F.C. sobre el río Peregiles | Viaducto de ferrocarril de tres vanos realizado en tablero de dos vigas artesas prefabricadas de 2.35 m de canto que salvan tres vanos de 24, 30 y 24m con apoyo intermedio sobre parejas de pilas. | 2+647 a<br>2+725 | | |
| E-3 | Paso inferior nº 1 | Paso inferior para carretera nº 1 realizado mediante bóveda triarticulada sobre losa. Picos de flauta mediante costillas ménsula sobre viga flotante. Ancho 14,52. Gálibo a clave 6.77. Longitud entre claves :27.10 | 2+970 | | |
| E-14 | Pantallas Anti-ruido en T-3 | Pantallas antiruido en placa armada con recubrimiento de hormigon fonoabsorbente en 218 modulos de 4 metros de longitud por 3,6 de altura encajados en perfiles HEB 220 sobre zapatas de 2 x 2,40 x 0,8 metros | 2+754 a<br>3+190 |  | |
| OH-3200 | Sifón | Sifón para reposición de acequia de 46.5 metros de conduccion bajo plataforma con seccion rectangular y medio arco de 1.3 de altura por 0,8 m de ancho realizado en hormigón armado. | 3+265 | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| E-4 | Paso superior nº 1 | Paso superior del camino de servicio 7. Tablero isostático de tres vanos, uno central de 25 m y dos laterales de 15m, formado por dos vigas artesas prefabricadas y losa hormigonada “in situ”. Pilas constituidas por dos soportes octogonales prefabricados. Cimentación superficial mediante zapatas. | 4+020 | | |
| E-5 | Paso inferior nº 2 | Huermeda realizado mediante bóveda triarticulada sobre losa. Picos de flauta mediante costillas ménsula sobre viga flotante. Ancho 8.58. Gálibo a clave 6.72 . Longitud entre claves :30.77 | 5+450 | |  |
| OH- 5700 | Paso de Fauna | Boveda biarticulada ejecutada con elementos prefaricados sobre zapatas y solera intermadia de 6.28 m de alto x 3.04 de galibo y 45.25 metros de longitud para paso de fauna, drenaje y conservacion de la antigua calzada de Puerto Cavero . | 5+700 | | |

## *2. Descripción: tipología, aparatos de apoyo, juntas, impermeabilización, etc*

## 2. DESCRIPCION.-

### E-1.- VIADUCTO SOBRE EL RÍO PEREGILES

Se trata de un puente isostático de vano único apoyado directamente en estribos con una luz entre ejes de apoyos de 30 metros. El ancho total de la losa de compresión es de 9,00 m y esta preparada para el paso de una calzada de 7m así como por aceras de 1,20 m a ambos lados .

El tablero esta formado por una losa de compresión sobre dos vigas. La losa, de 0,25 m de espesor total, es de hormigón armado con fck>250 Kg/cm^2 y fue ejecutada “in situ” sobre prelosas prefabricadas.

Las vigas, de tipo artesa , son prefabricadas de hormigón pretensado con fck< 250 Kg/cm^2, de 1,20 m de canto y situadas con una distancia entre ejes de 4,70 m. Asi pues, el canto total del tablero es de 1,45 m.

La cimentación de los estribos se realiza mediante un encepado de cuatro pilotes de 1100 mm en cada estribo.

## E-2.- VIADUCTO F.C. SOBRE EL RÍO PEREGILES

Se trata de un puente de tres vanos isostáticos. El ancho total de la losa de compresión es de 12,94 m, y esta preparada para el paso de dos vias de ferrocarril de ancho internacional, separadas 4,50 m entre ejes, sobre una capa de balasto de 9,93 m de ancho.

Las longitudes de los vanos son las siguientes:

| | Longitud total | Luz de cálculo |
|---|---|---|
| VANO 1 | 24,45 | 23,45 |
| VANO 2 | 29,50 | 28,90 |
| VANO 3 | 24,45 | 23,45 |

El tablero esta compuesto transversalmente por dos vigas artesas de hormigón pretensado con fck > 250 kg/cm^2 de 2.35 m de canto y situadas con una distancia entre ejes de 4,50 m, bajo losa de 13 m de anchura y 0.30 m de espesor. Asi pues el canto total del tablero es de 2,65 m.

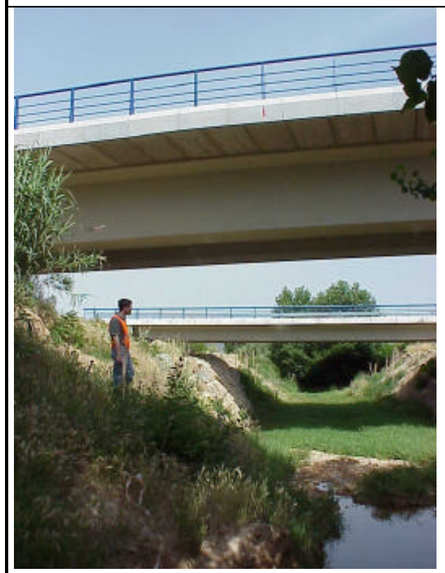
Los aparatos de apoyo están constituidos por neoprenos zunchados sobre mortero de nivelación situados en todos los extremos de viga del tablero.

Los tres tramos son independientes y discontinuos, dándose continuidad en la superficie de la losa mediante junta de 5 cm rellena de caucho cloropreno y cubierta con chapa metálica en T invertida

La infraestructura del tablero aloja una banda de 9.925 m para la capa de balasto de la superestructura y dos bandas de 1.50 donde se aloja la imposta con barandilla y acera, un murete guardabalasto y 47 cm entre este murete y la acera que sirve de canaleta para conducciones. Además se embuten en la acera las chapas de anclaje de los postes de catenaria y en el lado del balasto del murete guardabalasto se ubican los imbornales y desagües verticales para drenaje del tablero.

Los apoyos están realizados mediante cuatro encepados de diez pilotes de 1100 mm (en matriz de dos por cinco) y profundidad variable en torno a los 20 m sobre los que se macizan pilas y estribos. Las pilas están constituidas por dos soportes cuadrados de 1,80 m de lado con esquinas en chaflán y encofradas “in situ”. Los estribos están constituidos por un muro macizo de apoyo de 1.35 m de espesor y en continuados superiormente por un murete de contención de 40 cm,de espesor y aletas y tapajuntas de 50 cm de espesor , todos ellos encofrados “in situ”.

Las cuñas de transición se realizan en dos cuerpos con talud 2:1 de gravas tratadas y sin tratar compactadas hasta el 95% Proctor. El tratamiento del cimiento del terraplén T-3 mediante mechas drenantes se ha ampliado hasta la zona del estribo 2. Puede verse la descripción de estas en el anejo de obras de tierra.



**E-3.- PASO INFERIOR Nº 1**

Paso inferior realizado mediante bóveda triarticulada Este túnel artificial se compone de dos zonas de transición, en boquillas, conformadas con dovelas-mensula o “costillas” y una zona a sección completa con dovelas triarticuladas de geometría próxima al antifunicular. Esta última sección tiene comportamiento isostático permitiendo la colaboración del terreno en la función resistente.

Tanto en la luz como en la flecha y longitud de las dovelas se adoptan tolerancias desde un 0.9 % hasta 1.2%, según la pieza de que se trate. En cuanto al resalte en juntas la tolerancia máxima es de 3cm 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 estabilidad al vuelco de aquellas. El paramento de dicho muro, es decir, la dovela- ménsula, es prefabricado, mientras que la zapatas 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. Esta resuelto este problema de la alineacion mediantte un sistema de dos perfiles metálicos nivelables antes del hormigonado de la solera para cada costilla (Sistema JAO). Se describe este sistema en croquis adjuntos al documento de cálculo.

Para el relleno adyacente a la estructura se supone un terreno de terraplén de ángulo de rozamiento interno 30º y peso específico aparente 2,0 TM/m^3, Estos valores son conservadores dado que la pendiente de los taludes será habitualmente de 3H:2V, inestable para la hipótesis conservadora de 30º, valor que queda como remanente de seguridad.

Dado que la estructura no presenta aristas, no se ha 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.

**E-5.- PASO INFERIOR Nº 2**

Estructura de identicas caracteristicas a E-3

**OH-3200.- SIFÓN**

Sifón para reposición de acequia en cruce bajo la traza del ferrocarril de 46,5 metros de longitud entre bocas y pendiente en conducción enterrada del 1%. La sección se realiza en hormigón armado en galería rectangular con bóveda de arco de medio punto. La sección interior es un rectángulo de 80 x 90 cm con el arco de 80 cm de diámetro. El espesor de las paredes es de 25 cm de espesor en toda la sección y 30 cm más 10 cm de hormigón de limpieza en la losa de cimentación. Esta tiene un talón de 15 cm de vuelo hacia el terreno.

**E-4.- PASO SUPERIOR Nº 1**

El conjunto consta de un tablero isostatico de tres vanos, uno central de 25 m y dos laterales de 15m, formado por dos vigas artesa de 90 cm de canto, losa de 7,20 m de anchura, 25 cm de espesor, con aceras de 1,30 m. de anchura, defensas, ect. Las pilas intermedias están formadas mediante sendos soportes octogonales , prefabricados, totalmente exentos, en los que se apoya cada una de las vigas. Su cimentación es directa mediante zapata construida “in situ” a la cual se empotra su armadura longitudinal, embutida en una serie de vainas, dejadas al efecto, rellenas de mortero especial sin retracción. Los estribos vienen realizados mediante zapata con muro y aletas ejecutado también mediante hormigonado “in situ”.

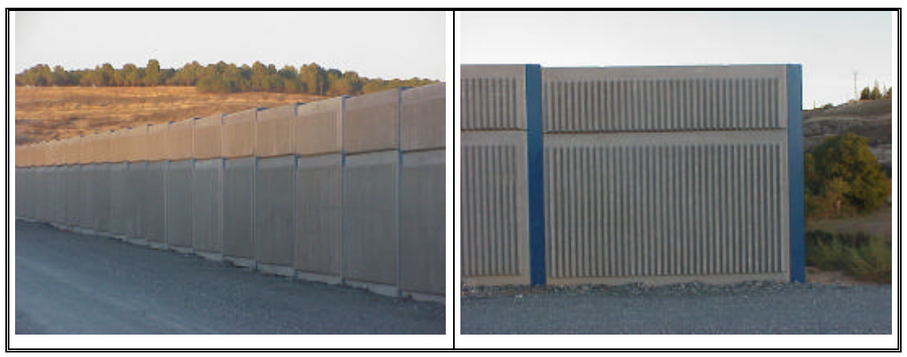
Los desmontes entre plataforma y estribos se terminan mediante chapado en lajas de pizarra para protección contra la erosión. La infraestructura del tablero incluye biondas en laterales de la carretera, barandillas a lo largo de la imposta del puente y mallas antivandalicas en el tramo de superposición con la vía.

**OH-FC 5+7 PASO DE FAUNA**

Bóveda biarticulada sobre solera de hormigón ejecutada mediante dóvelas prefabricadas según los mismos principios que los pasos inferiores E-3 y E-5

**E-14 PANTALLAS ACUSTICAS**

Pantallas antiruido para aislamiento acústico de la zona de vivienda residencial de Marivella formada por 218 módulos de 4 metros de longitud por 3,6 de altura encajados en perfiles HEB 220 sobre zapatas de 2 x 2,40 x 0,8 metros Los paneles estan realizados en placa armada con recubrimiento de hormigon fonoabsorbente. Situadas a ambos lados de la traza sobre el terraplen T-3 desde el PK 2+754 a 3+190.



**BARRERA TIPO *NEW JERSEY***

Barrera de seguridad situada entre la traza del ferrocarril y la Antgua NII para defensa de posibles caídas de vehículos a la traza. Constituida por un doble muro de hormigón simétrico con relleno intermedio de tierras para plantación de arizónicas. Se corona con valla de cerramiento y doble bionda de protección.

# 3. Definición geométrica

## 3. DEFINICION GEOMETRICA

### *E-1.- Viaducto sobre el río Peregiles*

Tablero

Luz libre entre apoyos: 30 m

Ancho del tablero: 9.00 m

Ancho de aceras: 1.20

Numero de vigas:2

Canto de vigas:1.20

Canto de losa: 0.25 m

Apoyos: Neoprenos zunchados en extremos de cada viga.

Juntas de dilatación: Sobre cada estribo con juego de 30 mm

Cimentación

Dimensiones encepado:1.75x5.20x9.50

Diámetro de los pilotes:1100 mm

Profundidad de los pilotes

Estribo 1

Pilote 41: 20.13 m

Pilote 42: 19.95 m

Pilote 43: 15.44 m

Pilote 44: 20.35 m

Estribo 2

Pilote 45: 15.91 m

Pilote 46: 15.01 m

Pilote 47: 16.10 m

Pilote 48: 16.02 m

### *E-2.- Viaducto FC sobre el río Peregiles*

Tablero

Luz libre entre apoyos: Tres vanos consecutivos de 24, 30 y 24 m

Ancho del tablero: 12.94 m

Ancho de aceras: 1.20

Numero de vigas: 2

Canto de vigas: 2.35

Canto de losa: 0.30 m

Apoyos: Neoprenos zunchados en extremos de cada viga y sobre pilares.

Juntas de dilatación: Sobre cada estribo o apoyo con juego de 50 mm

Cimentación

Dimensiones encepado estribo 1:1.75x5.20x14.5

Dimensiones encepado estribo 2:1.75x5.20x11.0

Diámetro de los pilotes:1100 mm

Profundlidad de los pilotes

Estribo 1

Pilotes 1 a 10: 20 m

Estribo 2

Pilotes 31 a 40: 20 m

Pila 1:

Pilotes 11 a 20: 20 m

Pila 2:

Pilotes 21 a 22: 20 m

***E-3.- Paso inferior nº 1***

Túnel artificial

Gálibo en clave:

Longitud entre claves 27,10

Numero de dovelas: 16 pares

Espesor de la dovela: 25 cm

Cimentación: Losa de 16,16x27.1x2.35 con ranuras de engarce.

Picos de flauta

5 pares de dovelas-mensulas de transición de espesor variable en cada pico de flauta sobre zapatas de canto 0,9 y 0,60 m. Veánse planos para más detalles.

***E-4.- Paso superior nº 1***

Tablero

Luz libre entre estribos y pilas: 14.67 m

Luz libre entre apoyos: 24.31 m

Ancho del tablero: 7.80 m

Ancho de aceras: 1.30

Numero de vigas:2

Canto de vigas:0.90

Canto de losa: 0.25 m

Apoyos: Neoprenos zunchados en extremos de cada viga.

Juntas de dilatación: Sobre cada estribo con juego de 30 mm

Cimentación Directa mediante zapatas

***OH-3+2.- Sifón***

Longitud de la galería del sifón:45 m

Area de la sección horizontal en galería:0,97 $m^2$

Pendiente de la galería horizontal:1%

Espesor de la galería: 25 cm H-175

Sección libre de la conducción vertical :0,78 $m^2$

Cota del labio de entrada: 547,110 m

Cota del labio de salida: 546,990 m

***E-5.- Paso inferior nº 2***

Túnel Artificial

Gálibo en clave: 6.72

Longitud entre claves 30.77

Numero de dovelas:17 pares

Espesor de la dovela:30 cm

Cimentación:

Losa de 1.5x34.47x9.78 con ranuras de engarce de 50 cm.

Picos de flauta

5 pares de dovelas-mensulas de transición de espesor variable en cada pico de flauta sobre zapatas de canto 0.4 y 0.60 . Vease planos

***OH-FC 5+7 Paso de fauna***

Túnel Artificial

Radio de la bóveda: 3.14 m

Longitud entre claves 17.5

Numero de dovelas:13 más picos de flauta

Espesor de la dovela:18 cm

Cimentación:

Doble viga flotante de 29,78 m x 3,4 m x 60 cm con ranura de engarce de 20 cm

Solera: de 20 cm entre vigas flotantes

Picos de flauta

2 o 3 segmentos de dovelas-ménsulas de transición sobre viga flotante de 30cm de canto. Véase planos .

***Barreras antiruido***

Nº de módulos:

218 a cada lado

Paneles del módulo:

Placa armada con recubrimiento de hormigón fonoabsorbente ondulante.

Dimensiones: 4 metros de longitud por 3,6 de altura.

Soportes:

Perfiles HEB 220 miniados y puestos a tierra acabados en azul

Cimentación:

Zapatas de 2 x 2,40 x 0,8

***Barrera tipo New Jersey***

Sección

Doble muro simétrico, vertical en cara interior y de doble pendiente al exterior, separados 80 cm y con relleno de tierra.

Dimensiones del muro: 81 cm de ancho en la base y 40 en coronación. Altura :140 cm

Cimentación:

Placa de 125 cm por 15 cm atravesada por perfil de carril embutido en terreno y muro cada 4m.

# 4. Cálculos

# 4.1. Cálculos. Características

## 4. CÁLCULOS

BASES DE CALCULO

Las hipótesis de calculo utilizadas en el diseño de los distintos elementos estructurales de la obra han sido:

a)Para el establecimiento de cargas:

- Documento Bases de cálculo (que incluye “Instrucción relativa a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril (1975) y U.I.C.:-(776)).
- Norma Sísmica NSCE-94.

b) Para el dimensionamiento de secciones:

- Secciones de hormigón armado EH-91
-Secciones de hormigón pretensado EP-93

c) Coeficientes de seguridad adoptados en el proyecto:

| | |
|---|---|
| Minoracion del Hormigón: | Según tipo de control |
| Minoración del acero: | Según tipo de control |
| Ponderación del pretensado | ±0.10 |
| Muros: CSV: | 2 |
| Muros: deslizamiento: | |
| En construcción: | 1.35 |
| En servicio: | 1.5 |
| Sismo: | 1.00 |

d) Materiales considerados en el proyecto.

Hormigones:

Hormigones en vigas pretensadas H-400

Hormigones en fustes de Pilas: H-250

Hormigones en alzados de muros, estribos, zapatas y encepados: H-250 H-200 y H-175 (Sifón)

Hormigones de pilotes: H-200 y H-250

Hormigones en capas de nivelación: H-125

Aceros:

Aceros para armar tipo AEH-500 N

Acero para pretensar f max K=19000 Kp/cm^2

Le=171 kg/mm^2 Lp=2% (en cordones de 0,6”)

Acero en perfiles y chapas laminados AEH-500 N y AEH-400 N

***E-1.- Viaducto sobre el río Peregiles***

El peso propio, cargas muertas y sobrecargas se han calculado según las directrices de la “Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras”, orden del MOP del 28-2-72.

Las vigas de hormigón pretensado están realizadas en clase II según normativa EP-93, no apareciendo en ninguna de las secuencias constructivas tensiones de tracción ni compresión superiores a la de figuración. El calculo de la armadura de cortante y de cosido entre viga y losa se efectúa igualmente según la Norma EH-91.

La evaluación y dimensionamiento de armaduras en el tablero se realiza con la adición de los esfuerzos generales de flexión del tablero y los localizados producidos por la incidencia de las cargas consideradas.

Los estribos se han calculado con las cargas evaluadas en el cálculo del tablero incrementadas con el empuje de tierras de relleno del trasdos.

La cimentación de acuerdo con los criterios del proyecto base, se ha efectuado en profundidad mediante pilotes. Estos están calculados teniendo en cuenta, además de los esfuerzos procedentes de la estructura los debidos al rozamiento negativo según las prescripciones del informe Geotecnico.

Se adjunta en el anexo de calculo de este anejo toda la información del proyecto de ejecución realizado por PRAINSA

***E-2.- Viaducto F.C. sobre el río Peregiles***

El tablero propuesto esta formado por dos vigas artesas de 2.35 m de canto, losa de 13 m de anchura y 0.30 m de espesor.

Peso propio de vigas, losa, aceras , así como cargas muertas de infraestructura ferroviaria y equipamientos, se ha obtenido siguiendo las directrices de “Bases de cálculo para el proyecto de puentes de ferrocarril. LAV Zaragoza Lérida.

Sobrecargas: Se han considerado paralelamente las de la normativa Española “Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril” y la de la “Unión Internationale des chemins de fer” –UIC-

Las vigas se han pretensado con un grupo de cordones pretesos y dos tendones postesos, con lo que se alcanza el estado tensional necesario para los esfuerzos que la solicitan.

El seguimiento de los estados tensionales sucesivos, tanto en viga como en losa, muestra que en todas las fases constructivas y de servicio se esta dentro de lo que la norma EP-93 denomina clase I, es decir, ausencia de fisuraciones y de descompresión en ninguna zona. Las vigas tienen, en el momento de tesar, unas tracciones en su fibra superior de alrededor de 15Kp/cm^2 pero son transitorias y muy alejadas de la tensión de fisuracion para un hormigón, que en ese momento responde al menos a la calidad de un H-350.

Las solicitaciones pésimas en servicio, tanto con las sobrecargas de la norma española como las de la UIC, dejan a las vigas con una compresión residual de aproximadamente 1Kp/cm^2

La evaluación de los esfuerzos transversales en el tablero se realiza, como es usual, con la adición de los generales de flexión del terreno y los localizados producidos por la incidencia de las cargas.

Se ha aportado un cálculo complementario de flechas y deformaciones realizado según las directrices de la norma UIC en el que se comprueba que la frecuencia propia natural del puente descargado, el giro torsional y la flecha máxima en servicio esta dentro de los límites fijados por dicha norma.

Toda la información sobre cálculos puede consultarse en el proyecto de ejecución realizado por PRAINSA que se encuentra en el apéndice “documentos de proyecto de E-2” incluido en este anejo.

***E-3.- Paso inferior nº 1***

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 calculo será de $\gamma c=1.5$, $\gamma s=1.15$.

Tratándose de elementos prefabricados se podría reducir esos coeficientes para los alzados pero se prefiere dejar esta opción como reserva.

Las acciones permanentes están mayoradas mediante el coeficiente $\gamma g=1.6$. Las sobrecargas se mayoran igualmente cuando se presentan. Se supone un ambiente medio para el cálculo a fisuración.

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 :

- INSTRUCCION PARA EL PROYECTO Y LA EJECUCION DE OBRAS DE - HORMIGON 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. Calculo de las estructuras de acero laminado en la edificación . MOPU.
- INSTRUCCIÓN RELATIVA A LAS ACCIONES A CONSIDERAR EN EL PROYECTO DE PUENTES DE FERROCARRIL

Puede completarse la información de cálculo en el apéndice “documentos de proyecto de E-3” incluido en este anejo.

***OH-3200.- Sifón***

Toda la información de cálculo, armado y control de fisuración se encuentra en el informe del apéndice “Documentos de proyecto del sifón PK 3+250” incluido en este anejo.

**E-4.- Paso superior nº 1**

Toda la información de cálculo puede verse en en el apéndice “documentos de proyecto de E-4” incluido en este anejo.

***E-5.- Paso inferior nº 2***

Por ser idéntica tipología estructural es valido para E-5 todo lo comentado para E-3. El calculo en detalle de esta estructura esta expuesto en el apéndice de este anejo: “Documentos de proyecto de E-5”

***OH-FC 5+7 Paso de fauna***

La tipología estructural de esta estructura es similar a E-3 y E-5 difiriendo en su forma de trabajo resistente y dimensiones, ya que la bóveda del falso túnel es biarticulada y su sección menor. La descripción y el calculo en detalle de esta estructura esta expuesto en el apéndice de este anejo: “Documentos de proyecto de OH-FC 5+7”

# 4.2. Cálculos. Apéndices

## 4.2 CÁLCULOS. APÉNDICES

Los cálculos, de las distintas estructuras, están situados en los Apéndices de acuerdo con la siguiente relación:

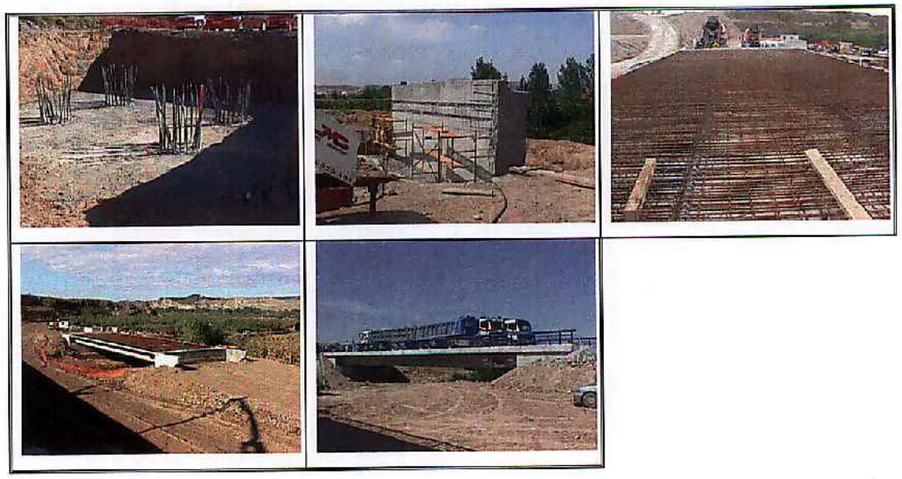
APÉNDICE Nº 1. Revisión de los Proyectos de Base
APÉNDICE Nº 2. Estructura E-2
APÉNDICE Nº 3. Estructura E-1
APÉNDICE Nº 4. Estructura E-3
APÉNDICE Nº 5. Estructura E-4
APÉNDICE Nº 6. Estructura E-5.
APÉNDICE Nº 7. Paso de Fauna OH-5+700
APÉNDICE Nº 8. Sifón P.K. 3+250
APÉNDICE Nº 9. Pantallas Antirruido (P.K. 2+733 A 3+212)

# 5. Proceso constructivo

## 5. PROCESO CONSTRUCTIVO -

### *5.1.-E-1.- Viaducto sobre el río Peregiles*

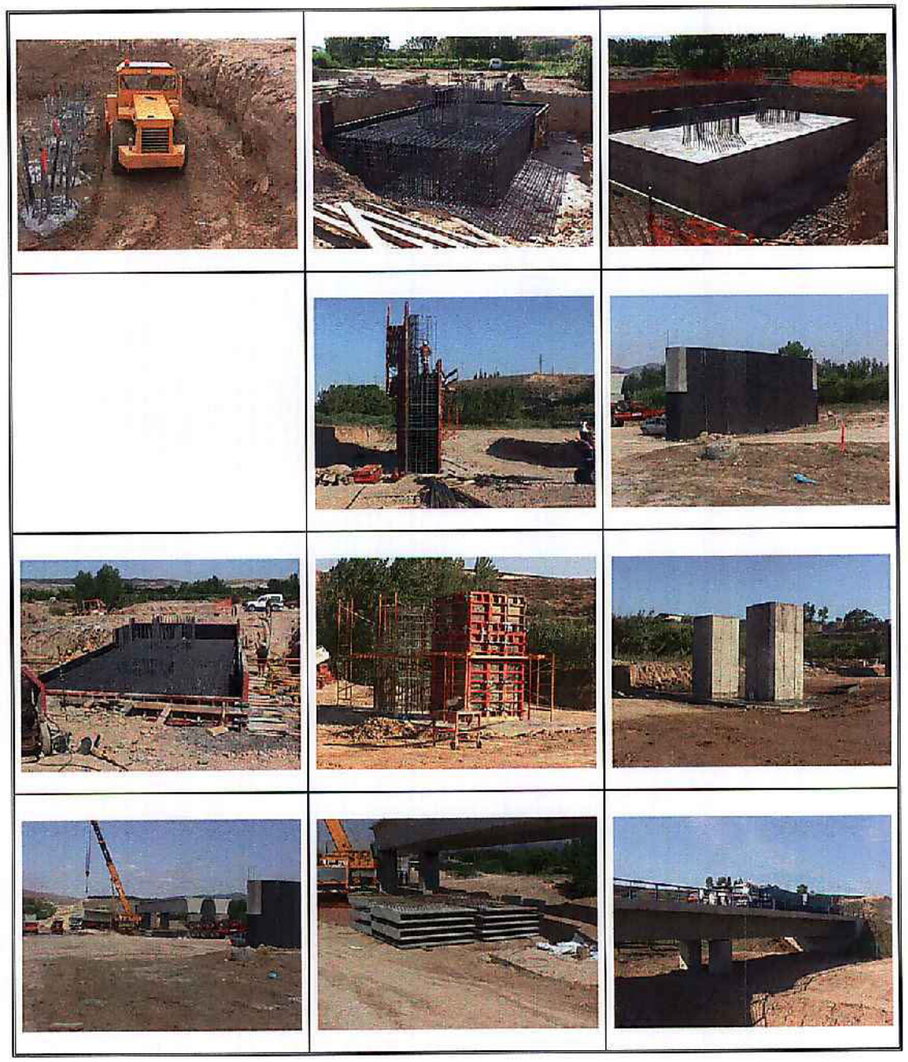
El proceso constructivo ha sido el habitual de este tipo de estructuras: Excavación del cimiento, pilotaje, construcción de estribos, montaje de vigas prefabricadas y colocación de prelosas prefabricadas, armado y hormigonado del tablero, hormigonado de aceras con imposta y colocación de juntas. Se rellenan y compactan las cuñas de transición y finalmente se extiende el firme y se colocan barandillas y biondas.



### *5.2.-E-2.- Viaducto F.C. sobre el río Peregiles*

El proceso constructivo ha sido el habitual de este tipo de estructuras: Excavación del cimiento, pilotaje, construcción de estribos y pilas, montaje de vigas prefabricadas y colocación de prelosas prefabricadas, armado y hormigonado del tablero, hormigonado de aceras con imposta y colocación de juntas. Se rellenan y compactan las cuñas de transición y finalmente se colocan barandillas y esperas de catenaria con puesta a tierra.

Puede verse en el documento de planos un esquema de las fases constructivas del tablero



### *5.3.-E-3.- Paso inferior nº1*

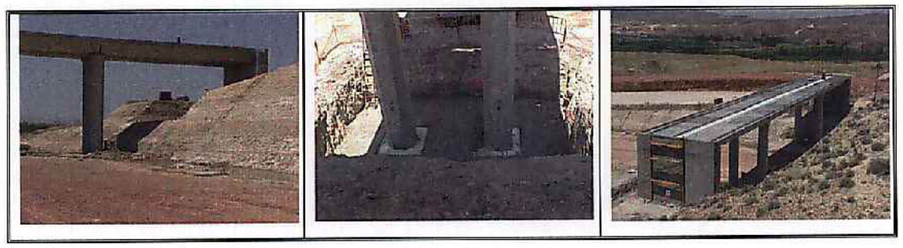
En el apéndice de este anejo: "Documentos de proyecto de E-3" se redactan los procedimientos constructivos particulares de este tipo de estructuras que son las aplicadas en obra.

### *5.6.-OH-3200.- Sifón*

En el apéndice de este anejo: "Sifón" se redactan los procedimientos constructivos particulares de este tipo de estructuras que son las aplicadas en obra.

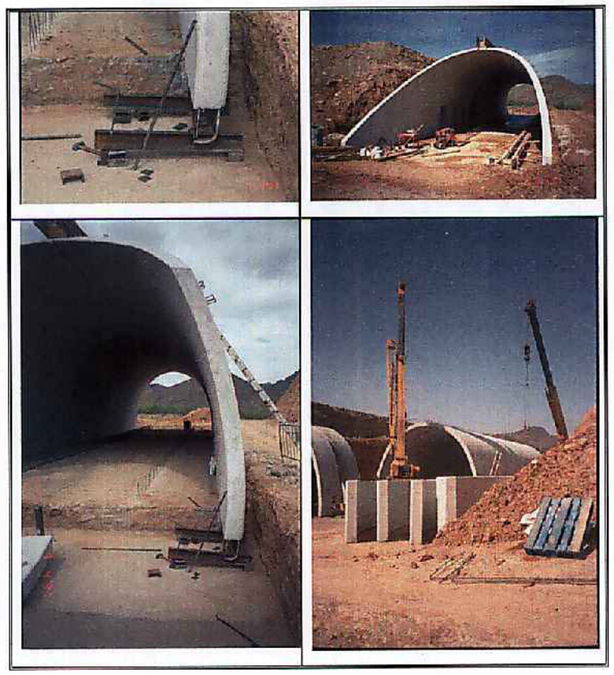
### *5.4.-E-4.- Paso superior nº1*

El proceso constructivo ha sido el habitual de este tipo de estructuras: Excavación del cimiento, hormigonado de zapatas, construcción de estribos y pilas, montaje de vigas prefabricadas y colocación de prelosas prefabricadas, armado y hormigonado del tablero, hormigonado de aceras con imposta y colocación de juntas. Se rellenan y compactan las cuñas de transición del trasdós de los estribos y finalmente se extiende el firme y se colocan barandillas y biondas.



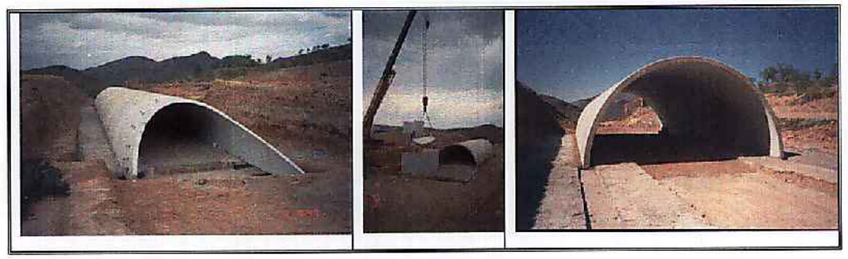
### *5.5.-E-5.- Paso inferior nº2*

En el apéndice de este anejo: "Documentos de proyecto de E-5" se redactan los procedimientos constructivos particulares de este tipo de estructuras que son las aplicadas en obra.



### *OH-FC 5+7 Paso de fauna*

En el apéndice de este anejo: "Documentos de proyecto de OH 5+700" se redactan los procedimientos constructivos particulares de este tipo de estructuras que son las aplicadas en obra.



# 6. Resumen del control de calidad

## 6. RESUMEN DEL CONTROL DE CALIDAD

Se exponen aquí los datos de los distintos ensayos realizados para el control de puesta en obra de los diversos elementos de las estructuras. Para ello se han realizado ensayos de hormigones y compactación de cuñas de transicion.

En el documento de auscultación se hace una exposición de todo el sistema de control de calidad y se recogen tambien los informes de auscultacion de estructuras que corresponden a la puesta en carga de tableros y a diagrafías de pilotes.

Los ensayos realizados relacionados con estructuras comprenden:

- Hormigones: Ensayos de rotura de probetas a compresion
- Cuñas de transición:
  Ensayos de placa de carga.
  Ensayos de clasificacion de suelos para cuñas de transición.

### 6.1 ENSAYOS DE HORMIGONES

Se ha realizado en las distintas estructuras un control de calidad de los hormigones de las zapatas de cimentación, pilotes, losas y estribos por parte de la contrata y la asistencia técnica que se expone a continuación en la correspondiente tabla de control de hormigones. Los ensayos para rotura de Hormigones estan basados en UNE 83300;84, UNE 83300;84, UNE 83301;91, UNE 83303;84, UNE 83304;84.

# CONTROL DE CALIDAD DE ESTRUCTURAS

# ENSAYOS DE RESISTENCIA Y CONSISTENCIA DE HORMIGONES

# CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia — ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT | FECHA DE EJEC | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est}$ | $K_N$ | APTO / NO APTO / PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| **ESTRUCTURA E-1** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 286 CE | 1287-1290 | 13-may-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | PILOTE 41 | 252 | 332 | | H200 | 16 | 292 | 0,88 | APTO | | 1 |
| 176 CI | 5165 | 13-may-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | PILOTE 41 | 261 | 396 | | H200 | 17 | | | | | |
| 295 CE | 1323-1326 | 14-may-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | PILOTE 42 | 201 | 326 | | H200 | 16 | | | | | |
| 296 CE | 1327-1330 | 15-may-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | PILOTE 43 | 162 | 261 | | H200 | 16 | 230 | 0,88 | APTO | | 2 |
| 297 CE | 1331-1334 | 15-may-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | PILOTE 44 | 162 | 270 | | H200 | 16 | 238 | 0,88 | APTO | | 3 |
| 364 CE | 1599-1602 | 01-jun-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | PILOTE 45 | 218 | 330 | | H200 | 16 | 290 | 0,88 | APTO | | 4 |
| 199 CI | 5252 | 01-jun-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | PILOTE 45 | 293 | 385 | | H200 | 10 | | | | | |
| 371 CE | 1627-1630 | 02-jun-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | PILOTE 48 | 150 | 227 | | H200 | 16 | 200 | 0,88 | APTO | | 5 |
| 365 CE | 1603-1606 | 01-jun-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | PILOTE 47 | 232 | 348 | | H200 | 16 | | | | | |
| 385 CE | 1683-1686 | 04-jun-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | PILOTE 47 | 265 | 299 | | H200 | 17 | 263 | 0,88 | APTO | | 6 |
| 306 CI | 5413 | 20-jul-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | ENCEPADO | 254 | 380 | | H250 | 13 | | | | | |
| 307 CI | 5414 | 20-jul-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | ENCEPADO | 282 | 323 | | H250 | 13 | 284 | 0,88 | APTO | | 7 |
| 350 CI | 5515 | 03-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | ALZADO | 271 | 444 | | H250 | | | | | | |
| 353 CI | 5522 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | ESPALDON | 316 | 397 | | H250 | 14 | 349 | 0,88 | APTO | | 8 |
| 611 CE | 2587-2590 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | ESPALDON | 238 | 399 | | H250 | 14 | | | | | |
| 612 CE | 2591-2594 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | ESPALDON | 220 | 366 | | H250 | 14 | 322 | 0,88 | APTO | | 9 |
| 445 CI | 5738 | 30-sep-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | L.TRANSICION | 276 | 343 | | H250 | 12 | | | | | |
| 719 CE | 3019-3022 | 30-sep-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 1 | L.TRANSICION | 244 | 296 | | H250 | 12 | 260 | 0,88 | APTO | | 10 |
| 402 CI | 5643 | 01-sep-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 277 | 333 | | H250 | 16 | 293 | 0,88 | APTO | | 11 |
| 671 CE | 2827-2830 | 01-sep-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 279 | 342 | | H250 | 16 | | | | | |
| 672 CE | 2831-2834 | 01-sep-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 263 | 312 | | H250 | 16 | 275 | 0,88 | APTO | | 12 |
| 412 CI | 5655 | 03-sep-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | ESPALDÓN | 242 | 333 | | H250 | 10 | 293 | 0,88 | APTO | | 13 |
| 688 CE | 2895-2898 | 03-sep-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO 2 | ESPALDÓN | 229 | 315 | | H250 | 12 | | | | | |
| 388 CI | 5578 | 25-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO-2 | ENCEPADO | 259 | 325 | | H250 | 13 | 286 | 0,88 | APTO | | 14 |
| 389 CI | 5579 | 25-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO-2 | ENCEPADO | 283 | 333 | | H250 | 14 | | | | | |
| 653 CE | 2755-2758 | 25-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO-2 | ENCEPADO | 239 | 286 | | H250 | 15 | | | | | |
| 654 CE | 2759-2762 | 25-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO-2 | ENCEPADO | 259 | 276 | | H250 | 16 | 243 | 0,88 | APTO | | 15 |
| 655 CE | 2763-2766 | 25-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO-2 | ENCEPADO | 275 | 340 | | H250 | 14 | | | | | |
| 656 CE | 2767-2770 | 25-ago-98 | PARACUELLOS | E-1 | ESTRIBO-2 | ENCEPADO | 257 | 284 | | H250 | 14 | 250 | 0,88 | APTO | | 16 |
| 455 CI | 5750 | 07-oct-98 | PARACUELLOS | E-1 | TABLERO | | 395 | 468 | | H250 | 14 | 412 | 0,88 | APTO | | 17 |
| 456 CI | 5751 | 07-oct-98 | PARACUELLOS | E-1 | TABLERO | | 409 | 491 | | H250 | 13 | | | | | |
| 729 CE | 3059-3062 | 07-oct-98 | PARACUELLOS | E-1 | TABLERO | | 349 | 496 | | H250 | 12 | 436 | 0,88 | APTO | | 18 |
| 730 CE | 3063-3066 | 07-oct-98 | PARACUELLOS | E-1 | TABLERO | | 375 | 499 | | H250 | 12 | | | | | |
| 731 CE | 3067-3070 | 07-oct-98 | PARACUELLOS | E-1 | TABLERO | | 374 | 497 | | H250 | 12 | | | | | |
| 732 CE | 3071-3074 | 07-oct-98 | PARACUELLOS | E-1 | TABLERO | | 369 | 484 | | H250 | 13 | 426 | 0,88 | APTO | | 19 |

# CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia — ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT | FECHA DE EJEC | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est}$ | $K_n$ | APTO NO APTO PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| | | | | | | **ESTRUCTURA E-2** | | | | | | | | | | |
| 309 CE | 1379-1380 | 19-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 10 | 232 | 288 | | H200 | 16 | | | | | |
| 310 CE | 1383-1386 | 19-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 5 | 229 | 260 | | H200 | 16 | 229 | 0,88 | APTO | | 1 |
| 320 CE | 1423-1426 | 20-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 3 | 203 | 244 | | H200 | 16 | 215 | 0,88 | APTO | | 2 |
| 319 CE | 1419-1422 | 20-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 8 | 229 | 285 | | H200 | 16 | | | | | |
| 337 CE | 1491-1494 | 26-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 1 | 188 | 313 | | H200 | 16 | 275 | 0,88 | APTO | | 3 |
| 336 CE | 1487-1490 | 26-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 6 | 197 | 316 | | H200 | 16 | | | | | |
| 348 CE | 1535-1538 | 28-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 2 | 198 | 333 | | H200 | 15 | | | | | |
| 349 CE | 1539-1542 | 28-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 7 | 170 | 268 | | H200 | 16 | 236 | 0,88 | APTO | | 4 |
| 357 CE | 1571-1574 | 29-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | PILOTE 9 | 190 | 305 | | H200 | 16 | 231 | 0,88 | APTO | | 5 |
| 372 CE | 1631-1634 | 02-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 31 | 194 | 323 | | H200 | 16 | 284 | 0,88 | APTO | | 6 |
| 378 CE | 1655-1658 | 03-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 32 | 212 | 359 | | H200 | 16 | | | | | |
| 379 CE | 1659-1662 | 03-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 33 | 170 | 340 | | H200 | 16 | | | | | |
| 202 CI | 5255 | 03-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 33 | 186 | 262 | | H200 | 16 | 231 | 0,88 | APTO | | 7 |
| 380 CE | 1663-1666 | 03-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 34 | 172 | 351 | | H200 | 16 | 231 | 0,88 | APTO | | 8 |
| 381 CE | 1667-1670 | 04-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 35 | 220 | 305 | | H200 | 16 | | | | | |
| 366 CE | 1607-1610 | 01-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 36 | 188 | 302 | | H200 | 16 | 266 | 0,88 | APTO | | 9 |
| 367 CE | 1611-1614 | 01-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 37 | 156 | 280 | | H200 | 17 | 246 | 0,88 | APTO | | 10 |
| 368 CE | 1615-1618 | 02-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 38 | 121 | 294 | | H200 | 15 | | | | | |
| 369 CE | 1619-1622 | 02-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 39 | 169 | 219 | | H200 | 15 | 193 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 11 |
| 370 CE | 1623-1626 | 02-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | PILOTE 40 | 201 | 323 | | H200 | 16 | | | | | |
| 356 CE | 1567-1570 | 29-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 11 | 187 | 250 | | H200 | 17 | 220 | 0,88 | APTO | | 12 |
| 311 CE | 1387-1390 | 19-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 12 | 195 | 221 | | H200 | 16 | 194 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 13 |
| 321 CE | 1427-1430 | 20-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 13 | 233 | 277 | | H200 | 16 | | | | | |
| 306 CE | 1367-1370 | 18-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 14 | 240 | 282 | | H200 | 16 | | | | | |
| 305 CE | 1363-1366 | 18-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 16 | 197 | 258 | | H200 | 16 | 227 | 0,88 | APTO | | 14 |
| 293 CE | 1315-1318 | 14-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 15 | 248 | 343 | | H200 | 16 | 302 | 0,88 | APTO | | 15 |
| 179 CI | 5168 | 14-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 15 | 284 | 403 | | H200 | 16 | | | | | |
| 304 CE | 1359-1362 | 18-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 18 | 221 | 262 | | H200 | 17 | | | | | |
| 182 CI | 5171 | 18-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 18 | 206 | 252 | | H200 | 17 | 222 | 0,88 | APTO | | 16 |
| 312 CE | 1391-1394 | 19-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 19 | 229 | 265 | | H200 | 16 | 241 | 0,91 | APTO | | 17 |
| 294 CE | 1319-1322 | 14-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 20 | 261 | 373 | | H200 | 15 | 328 | 0,88 | APTO | | 18 |
| 180 CI | 5169 | 14-may-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | PILOTE 20 | 197 | 296 | | H200 | 16 | | | | | |
| 384 CE | 1679-1682 | 04-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 21 | 312 | 330 | | H200 | 16 | 300 | 0,91 | APTO | | 19 |
| 397 CE | 1731-1734 | 08-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 22 | 244 | 320 | | H200 | 16 | 282 | 0,88 | APTO | | 20 |
| 208 CI | 5262 | 08-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 22 | 212 | 320 | | H200 | 12 | | | | | |
| 383 CE | 1675-1678 | 04-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 23 | 207 | 282 | | H200 | 16 | 248 | 0,88 | APTO | | 21 |
| 398 CE | 1735-1738 | 08-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 24 | 222 | 296 | | H200 | 16 | | | | | |
| 382 CE | 1671-1674 | 04-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 25 | 224 | 353 | | H200 | 16 | | | | | |
| 396 CE | 1727-1730 | 08-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 27 | 210 | 319 | | H200 | 16 | 281 | 0,88 | APTO | | 22 |
| 395 CE | 1723-1726 | 05-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 28 | 171 | 280 | | H200 | 17 | 255 | 0,91 | APTO | | 23 |
| 399 CE | 1739-1742 | 08-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 29 | 250 | 340 | | H200 | 16 | | | | | |
| 394 CE | 1719-1722 | 05-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 30 | 265 | 317 | | H200 | 17 | | | | | |
| 206 CI | 5260 | 05-jun-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | PILOTE 30 | 258 | 304 | | H200 | 13 | 268 | 0,88 | APTO | | 24 |
| 267 CI | 5378 | 08-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ENCEPADO | 346 | 424 | | H250 | 12 | | | | | |
| 268 CI | 5379 | 08-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ENCEPADO | 279 | 381 | | H250 | 12 | 335 | 0,88 | APTO | | 1 |
| 508 CE | 2175-2178 | 08-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ENCEPADO | 271 | 404 | | H250 | 15 | 356 | 0,88 | APTO | | 2 |
| 509 CE | 2179-2182 | 08-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ENCEPADO | 312 | 418 | | H250 | 15 | | | | | |
| 510 CE | 2183-2186 | 08-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ENCEPADO | 301 | 418 | | H250 | 16 | 368 | 0,88 | APTO | | 3 |
| 511 CE | 2187-2190 | 08-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ENCEPADO | 319 | 434 | | H250 | 16 | | | | | |
| 299 CI | 5407 | 16-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ALZADO | 243 | 358 | | H250 | 14 | | | | | |
| 300 CI | 5408 | 16-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ALZADO | 231 | 335 | | H250 | 13 | 295 | 0,88 | APTO | | 4 |
| 542 CE | 2311-2314 | 16-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ALZADO | 273 | 343 | | H250 | 12 | 302 | 0,88 | APTO | | 5 |
| 543 CE | 2315-2318 | 16-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ALZADO | 277 | 350 | | H250 | 13 | | | | | |
| 328 CI | 5433 | 23-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ESPALDON | 311 | 419 | | H250 | 14 | 369 | 0,88 | APTO | | 6 |
| 577 CE | 2451-2454 | 23-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 1 | ESPALDON | 258 | 427 | | H250 | 16 | | | | | |
| 318 CI | 5423 | 21-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ENCEPADO | 292 | 412 | | H250 | 15 | | | | | |
| 319 CI | 5424 | 21-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ENCEPADO | 284 | 410 | | H250 | 14 | 361 | 0,88 | APTO | | 7 |
| 557 CE | 2371-2374 | 21-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ENCEPADO | 305 | 404 | | H250 | 15 | 356 | 0,88 | APTO | | 8 |
| 558 CE | 2375-2378 | 21-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ENCEPADO | 325 | 458 | | H250 | 16 | | | | | |
| 559 CE | 2379-2382 | 21-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ENCEPADO | 311 | 415 | | H250 | 15 | | | | | |
| 560 CE | 2383-2386 | 21-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ENCEPADO | 268 | 378 | | H250 | 14 | 333 | 0,88 | APTO | | 9 |
| 344 CI | 5444 | 30-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 318 | 418 | | H250 | 13 | | | | | |
| 345 CI | 5445 | 30-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 265 | 410 | | H250 | 13 | 361 | 0,88 | APTO | | 10 |
| 599 CE | 2539-2542 | 30-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 287 | 419 | | H250 | 15 | | | | | |
| 600 CE | 2543-2546 | 30-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 260 | 409 | | H250 | 15 | 360 | 0,88 | APTO | | 11 |
| 601 CE | 2547-2550 | 30-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 244 | 401 | | H250 | 16 | 353 | 0,88 | APTO | | 12 |

# CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia

ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT. | FECHA DE EJEC. | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est.}$ | $K_N$ | APTO NO APTO PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| 351 CI | 5520 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ESPALDON | 293 | 422 | | H250 | 13 | | | | | |
| 609 CE | 2579-2582 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ESPALDON | 254 | 408 | | H250 | 14 | 359 | 0,88 | APTO | | 13 |
| 610 CE | 2583-2586 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-2 | ESTRIBO 2 | ESPALDON | 214 | 411 | | H250 | 14 | | | | | |
| 280 CI | 5391 | 13-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | ENCEPADO | 303 | 419 | | H250 | 12 | | | | | |
| 281 CI | 5392 | 13-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | ENCEPADO | 272 | 367 | | H250 | 12 | 323 | 0,88 | APTO | | 14 |
| 524 CE | 2239-2242 | 13-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | ENCEPADO | 276 | 305 | | H250 | 15 | 268 | 0,88 | APTO | | 15 |
| 525 CE | 2243-2246 | 13-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | ENCEPADO | 215 | 391 | | H250 | 16 | | | | | |
| 526 CE | 2247-2250 | 13-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | ENCEPADO | 171 | 390 | | H250 | 16 | | | | | |
| 527 CE | 2251-2254 | 13-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | ENCEPADO | 208 | 348 | | H250 | 16 | 306 | 0,88 | APTO | | 16 |
| 329 CI | 5434 | 23-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | FUSTE 2 | 329 | 451 | | H250 | 13 | | | | | |
| 578 CE | 2455-2458 | 23-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | FUSTE 2 | 283 | 380 | | H250 | 16 | 334 | 0,88 | APTO | | 17 |
| 339 CI | 5442 | 28-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 1 | FUSTE 1 | 268 | 414 | | H250 | 12 | 364 | 0,88 | APTO | | 18 |
| 291 CI | 5400 | 15-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | ENCEPADO | 264 | 382 | | H250 | 14 | | | | | |
| 292 CI | 5401 | 15-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | ENCEPADO | 290 | 380 | | H250 | 12 | 334 | 0,88 | APTO | | 19 |
| 537 CE | 2291-2294 | 15-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | ENCEPADO | 240 | 415 | | H250 | 14 | | | | | |
| 538 CE | 2295-2298 | 15-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | ENCEPADO | 268 | 377 | | H250 | 15 | 332 | 0,88 | APTO | | 20 |
| 539 CE | 2299-2302 | 15-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | ENCEPADO | 233 | 368 | | H250 | 12 | 324 | 0,88 | APTO | | 21 |
| 540 CE | 2303-2306 | 15-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | ENCEPADO | 300 | 400 | | H250 | 13 | | | | | |
| 343 CI | 5449 | 30-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | FUSTE 2 | 285 | 435 | | H250 | 14 | | | | | |
| 602 CE | 2551-2554 | 30-jul-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | FUSTE 2 | 233 | 402 | | H250 | 15 | 354 | 0,88 | APTO | | 22 |
| 352 CI | 5521 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | FUSTE 1 | 312 | 434 | | H250 | 14 | | | | | |
| 607 CE | 2571-2574 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | FUSTE 1 | 221 | 353 | | H250 | 15 | 311 | 0,88 | APTO | | 23 |
| 608 CE | 2575-2578 | 05-ago-98 | PARACUELLOS | E-2 | PILA 2 | FUSTE 1 | 256 | 353 | | H250 | 16 | 311 | 0,88 | APTO | | 24 |
| 457 CI | 5752 | 08-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | TABLERO | VANO 2, LATERALES | 337 | 481 | | H250 | 12 | | | | | |
| 458 CI | 5753 | 08-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | TABLERO | VANO 1, LATERALES | 326 | 438 | | H250 | 10 | 385 | 0,88 | APTO | | 25 |
| 459 CI | 5761 | 08-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | TABLERO | VANO 1, LATERALES | 216 | 299 | | H250 | 18 | 263 | 0,88 | APTO | | 26 |
| 723 CE | 3035-3038 | 01-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 1 | TABLERO | 368 | 428 | | H250 | 15 | | | | | |
| 724 CE | 3039-3042 | 01-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 1 | TABLERO | 403 | 449 | | H250 | 12 | | | | | |
| 449 CI | 5742 | 01-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 1 | TABLERO | 365 | 393 | | H250 | 12 | 346 | 0,88 | APTO | | 27 |
| 725 CE | 3043-3046 | 01-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 2 | TABLERO | 336 | 424 | | H250 | 12 | | | | | |
| 450 CI | 5743 | 01-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 2 | TABLERO | 323 | 374 | | H250 | 12 | 329 | 0,88 | APTO | | 28 |
| 726 CE | 3047-3050 | 06-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 3 | TABLERO | 367 | 393 | | H250 | 14 | 346 | 0,88 | APTO | | 29 |
| 727 CE | 3051-3054 | 06-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 3 | TABLERO | 407 | 446 | | H250 | 13 | | | | | |
| 453 CI | 5748 | 06-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 3 | TABLERO | 389 | 477 | | H250 | 11 | | | | | |
| 454 CI | 5749 | 06-oct-98 | PARACUELLOS | E-2 | VANO 3 | TABLERO | 389 | 466 | | H250 | 12 | 410 | 0,88 | APTO | | 30 |
| 784 CE | 3279-3282 | 15-ene-99 | PARACUELLOS | E-2 | MURETE | GUARDABALASTO | 248 | 371 | | H250 | 12 | 326 | 0,88 | APTO | | 31 |
| 523 CI | 6076 | 26-ene-99 | PARACUELLOS | E-2 | ACERA M.I. | | 275 | 404 | | H250 | 3 | 356 | 0,88 | APTO | | 32 |

# CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia — ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT | FECHA DE EJEC | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est}$ | $K_N$ | APTO / NO APTO / PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| | | | | | | **ESTRUCTURA E-3** | | | | | | | | | | |
| 515 CI | 6023 | 19-ene-99 | PARACUELLOS | E-3 | CORDÓN UNIÓN SUPERIOR | | 321 | 380 | | H250 | 10 | 334 | 0,88 | APTO | | 1 |
| 894 CE | 3719-3722 | 08-jun-99 | PARACUELLOS | E-3 | Trasdós 1 | Acera | 126 | 204 | | H150 | 16 | 180 | 0,88 | APTO | | 2 |
| 602 CI | 6862 | 24-jun-99 | PARACUELLOS | E-3 | Viga rigidización | Picos flauta MD | 232 | 318 | | H250 | 8 | | | | | |
| 921 CE | 3827-3830 | 24-jun-99 | PARACUELLOS | E-3 | Viga rigidización | Picos flauta MD | 216 | 307 | | H250 | 6 | 270 | 0,88 | APTO | | 3 |
| 614 CI | 6879 | 05-jul-99 | PARACUELLOS | E-3 | Viga rigidización | Picos flauta MI | 251 | 337 | | H250 | 6 | | | | | |
| 938 CE | 3895-3898 | 05-jul-99 | PARACUELLOS | E-3 | Viga rigidización | Picos flauta MI | 151 | 302 | | H250 | 8 | 266 | 0,88 | APTO | | 4 |
| 465 CI | 5865 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 225 | 320 | | H250 | 17 | | | | | |
| 466 CI | 5866 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 216 | 317 | | H250 | 15 | 279 | 0,88 | APTO | | 5 |
| 467 CI | 5867 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 253 | 348 | | H250 | 14 | | | | | |
| 468 CI | 5868 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 246 | 325 | | H250 | 14 | 286 | 0,88 | APTO | | 6 |
| 469 CI | 5869 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 222 | 321 | | H250 | 16 | 282 | 0,88 | APTO | | 7 |
| 470 CI | 5870 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 255 | 334 | | H250 | 14 | | | | | |
| 471 CI | 5871 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 258 | 320 | | H250 | 13 | | | | | |
| 744 CE | 3119-3122 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 220 | 265 | | H250 | 14 | 233 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 8 |
| 745 CE | 3123-3126 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 226 | 288 | | H250 | 12 | 253 | 0,88 | APTO | | 9 |
| 746 CE | 3127-3130 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 213 | 307 | | H250 | 12 | | | | | |
| 747 CE | 3131-3134 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 253 | 314 | | H250 | 12 | | | | | |
| 748 CE | 3135-3138 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 201 | 295 | | H250 | 13 | 260 | 0,88 | APTO | | 10 |
| 749 CE | 3139-3142 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 251 | 305 | | H250 | 12 | 268 | 0,88 | APTO | | 11 |
| 750 CE | 3143-3146 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 269 | 343 | | H250 | 14 | | | | | |
| 751 CE | 3147-3150 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 265 | 347 | | H250 | 14 | 305 | 0,88 | APTO | | 12 |
| 752 CE | 3151-3154 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 263 | 352 | | H250 | 12 | | | | | |
| 753 CE | 3155-3158 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 300 | 381 | | H250 | 14 | | | | | |
| 754 CE | 3159-3162 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 186 | 349 | | H250 | 12 | 307 | 0,88 | APTO | | 13 |
| 755 CE | 3163-3166 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 221 | 294 | | H250 | 12 | 259 | 0,88 | APTO | | 14 |
| 756 CE | 3167-3170 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 259 | 349 | | H250 | 12 | | | | | |
| 757 CE | 3171-3174 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 216 | 285 | | H250 | 14 | 251 | 0,88 | APTO | | 15 |
| 758 CE | 3175-3178 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 265 | 333 | | H250 | 12 | | | | | |
| 759 CE | 3179-3182 | 12-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 1 | 261 | 356 | | H250 | 14 | 313 | 0,88 | APTO | | 16 |
| 760 CE | 3183-3186 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 187 | 299 | | H250 | 14 | 263 | 0,88 | APTO | | 17 |
| 761 CE | 3187-3190 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 192 | 320 | | H250 | 12 | | | | | |
| 762 CE | 3191-3194 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 215 | 325 | | H250 | 13 | | | | | |
| 763 CE | 3195-3198 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 200 | 265 | | H250 | 14 | 233 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 18 |
| 764 CE | 3199-3202 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 195 | 324 | | H250 | 12 | 285 | 0,88 | APTO | | 19 |
| 765 CE | 3203-3206 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 205 | 326 | | H250 | 12 | | | | | |
| 766 CE | 3207-3210 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 178 | 289 | | H250 | 12 | | | | | |
| 767 CE | 3211-3214 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 194 | 277 | | H250 | 12 | 244 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 20 |
| 768 CE | 3215-3218 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 189 | 302 | | H250 | 12 | | | | | |
| 769 CE | 3219-3222 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 148 | 263 | | H250 | 12 | 231 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 21 |
| 770 CE | 3223-3226 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 194 | 261 | | H250 | 14 | | | | | |
| 771 CE | 3227-3230 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 162 | 259 | | H250 | 13 | 228 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 22 |
| 772 CE | 3231-3234 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 114 | 271 | | H250 | 12 | | | | | |
| 773 CE | 3235-3238 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 92 | 271 | | H250 | 12 | 238 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 23 |
| 475 CI | 5878 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 235 | 297 | | H250 | 17 | | | | | |
| 476 CI | 5879 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 203 | 274 | | H250 | 16 | 241 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 24 |
| 477 CI | 5880 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 177 | 263 | | H250 | 14 | 231 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 25 |
| 478 CI | 5881 | 19-nov-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | MODULO 2 | 140 | 267 | | H250 | 18 | | | | | |
| 504 CI | 5976 | 21-dic-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | PICOS FLAUTA MI | 172 | 226 | 270 | H250 | 9 | 238 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 26 |
| 777 CE | 3251-3254 | 21-dic-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | PICOS FLAUTA MI | 307 | 376 | | H250 | 12 | | | | | |
| 778 CE | 3255-3258 | 21-dic-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | PICOS FLAUTA MI | 234 | 389 | | H250 | 13 | 342 | 0,88 | APTO | | 27 |
| 779 CE | 3259-3262 | 21-dic-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | PICOS FLAUTA MI | 244 | 393 | | H250 | 12 | | | | | |
| 780 CE | 3263-3266 | 21-dic-98 | PARACUELLOS | E-3 | ZAPATAS | PICOS FLAUTA MD | 267 | 361 | | H250 | 13 | 318 | 0,88 | APTO | | 28 |

## CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia — ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT. | FECHA DE EJEC. | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est}$ | $K_N$ | APTO / NO APTO / PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| | | | | | | **ESTRUCTURA E-4** | | | | | | | | | | |
| 774 CE | 3239-3242 | 20-nov-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 2 | ALETAS | 215 | 331 | | H250 | 12 | 291 | 0,88 | APTO | | 1 |
| 412 CE | 1791-1794 | 10-jun-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 1 | ALZADO | 217 | 416 | | H250 | 16 | 366 | 0,88 | APTO | | 2 |
| 413 CE | 1795-1798 | 10-jun-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 1 | ALZADO | 226 | 428 | | H250 | 16 | | | | | |
| 215 CI | 5273 | 10-jun-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 1 | ALZADO | 298 | 473 | | H250 | 9 | 416 | 0,88 | APTO | | 3 |
| 247 CI | 5359 | 02-jul-98 | PARACUELLOS | E-4 | TABLERO | VANO-1 | 261 | 360 | | H250 | 13 | 317 | 0,88 | APTO | | 4 |
| 486 CE | 2087-2090 | 02-jul-98 | PARACUELLOS | E-4 | TABLERO | VANO-1 | 299 | 378 | | H250 | 16 | | | | | |
| 248 CI | 5360 | 02-jul-98 | PARACUELLOS | E-4 | TABLERO | VANO-3 | 330 | 443 | | H250 | 13 | | | | | |
| 489 CE | 2099-2102 | 02-jul-98 | PARACUELLOS | E-4 | TABLERO | VANO-3 | 326 | 385 | | H250 | 12 | 339 | 0,88 | APTO | | 5 |
| 487 CE | 2091-2094 | 02-jul-98 | PARACUELLOS | E-4 | TABLERO | VANO-2 | 286 | 355 | | H250 | 13 | 312 | 0,88 | APTO | | 6 |
| 488 CE | 2095-2098 | 02-jul-98 | PARACUELLOS | E-4 | TABLERO | VANO-2 | 292 | 368 | | H250 | 14 | | | | | |
| 527 CI | 6080 | 02-feb-99 | PARACUELLOS | E-4 | TACÓN | LOSA TRANSICIÓN M.I. | 181 | 303 | | H250 | 5 | 267 | 0,88 | APTO | | 7 |
| 267 CE | 1211-1214 | 06-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 1 (MD) | ZAPATA | 285 | 402 | | H250 | 6 | 366 | 0,91 | APTO | | 8 |
| 268 CE | 1215-1218 | 06-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 1 (MD) | ZAPATA | 272 | 419 | | H250 | 10 | | | | | |
| 170 CI | 5157 | 06-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 1 (MD) | ZAPATA | 361 | 406 | | H250 | 6 | 357 | 0,88 | APTO | | 9 |
| 339 CE | 1499-1502 | 27-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 293 | 419 | | H250 | 15 | | | | | |
| 338 CE | 1495-1498 | 27-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 314 | 462 | | H250 | 15 | | | | | |
| 192 CI | 5182 | 27-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 2 | ALZADO | 294 | 383 | | H250 | 15 | 349 | 0,91 | APTO | | 10 |
| 275 CE | 1243-1246 | 11-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 2 (MI) | ZAPATA | 294 | 385 | | H250 | 15 | 338,8 | 0,88 | APTO | | 11 |
| 276 CE | 1247-1250 | 11-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | ESTRIBO 2 (MI) | ZAPATA | 353 | 423 | | H250 | 12 | | | | | |
| 285 CE | 1283-1286 | 13-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | PILA 1 (MD) | H.LIMPIEZA | 169 | 242 | | H150 | 12 | 212,96 | 0,88 | APTO | | 12 |
| 341 CE | 1507-1510 | 27-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | PILA 2 | ZAPATA | 228 | 367 | | H250 | 10 | 323 | 0,88 | APTO | | 13 |
| 340 CE | 1503-1506 | 27-may-98 | PARACUELLOS | E-4 | PILA 2 | ZAPATA | 238 | 428 | | H250 | 10 | | | | | |

# CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia — ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT. | FECHA DE EJEC | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est}$ | $K_N$ | APTO NO APTO PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | **ESTRUCTURA E-5** | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 CI | 4205 | 28-feb-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | H. LIMPIEZA | CUERPO | 48 | 117 | | H125 | 4 | 102,96 | 0,88 | | | 1 |
| 19 CE | 73-76 | 05-may-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | H. MASA | | 49 | 84 | | H125 | 12 | 73,92 | 0,88 | | | 2 |
| 8 CI | 4222 | 05-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 204 | 279 | | H250 | 5 | 246 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 1 |
| 9 CI | 4223 | 05-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 219 | 292 | | H250 | 10 | | | | | |
| 6 CI | 4220 | 05-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 197 | 298 | | H250 | 10 | 262 | 0,88 | APTO | | 2 |
| 7 CI | 4221 | 05-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 215 | 302 | | H250 | 6 | | | | | |
| 10 CI | 4224 | 05-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 227 | 317 | | H250 | 10 | 279 | 0,88 | APTO | | 3 |
| 1 CE | 1-4 | 05-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 237 | 325 | | H250 | 9 | | | | | |
| 2 CE | 5-8 | 05-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 256 | 346 | | H250 | 10 | | | | | |
| 13 CI | 4229 | 06-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 228 | 279 | | H250 | 10 | 246 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 4 |
| 3 CE | 9-12 | 10-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 237 | 274 | | H250 | 14 | 241 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 5 |
| 15 CI | 4235 | 10-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 251 | 300 | | H250 | 8 | | | | | |
| 16 CI | 4236 | 10-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 251 | 306 | | H250 | 7 | 269 | 0,88 | APTO | | 6 |
| 18 CI | 4238 | 10-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 234 | 308 | | H250 | 14 | | | | | |
| 17 CI | 4237 | 10-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 249 | 313 | | H250 | 11 | | | | | |
| 19 CI | 4239 | 11-mar-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | BOVEDA | 187 | 267 | | H250 | 15 | 235 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 7 |
| 9 CE | 33-36 | 16-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | PICOS FLAUTA MD | 210 | 270 | | H250 | 6 | | | | | |
| 7 CE | 25-28 | 16-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | PICOS FLAUTA MI | 212 | 280 | | H250 | 11 | 247 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 8 |
| 46 CI | 4368 | 16-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | PICOS FLAUTA MD | 233 | 292 | | H250 | 7 | 257 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 9 |
| 43 CI | 4365 | 16-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | ZAPATA | PICOS FLAUTA MI | 261 | 295 | | H250 | 4,5 | | | | | |
| 8 CE | 29-32 | 16-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | BOVEDA | CORDON UNION | 223 | 283 | | H250 | 10 | 249 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 10 |
| 45 CI | 4367 | 16-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | BOVEDA | CORDON UNION | 262 | 334 | | H250 | 9,5 | | | | | |
| 51 CI | 4377 | 21-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | BORDILLO INTERIOR | NUMERO 2 | 198 | 270 | | H250 | 10 | 238 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 11 |
| 12 CE | 45-48 | 21-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | BORDILLO INTERIOR | NUMERO 2 | 224 | 316 | | H250 | 6,5 | | | | | |
| 58 CI | 4388 | 28-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | BORDILLO INTERIOR | NUMERO 1 | 210 | 273 | | H250 | 5 | 240 | 0,88 | APTO | fest ≥ 0,9*fck | 12 |
| 17 CE | 65-68 | 28-abr-97 | ROCAS Y CALIZOS | E 5 | BORDILLO INTERIOR | NUMERO 1 | 222 | 283 | | H250 | 6 | | | | | |

# CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia — ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT | FECHA DE EJEC. | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est}$ | $K_n$ | APTO / NO APTO / PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| | | | | | | **ESTRUCTURA E-14** | | | | | | | | | | |
| 798 CE | 3335-3338 | 07-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | H. LIMPIEZA | 2+750 M.D. | 146 | 191 | | H150 | 12 | 168 | 0,88 | APTO | | 1,00 |
| 799 CE | 3339-3342 | 08-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | H. LIMPIEZA | 2+750 M.I. | 150 | 216 | | H150 | 12 | 190 | 0,88 | APTO | | 2,00 |
| 800 CE | 3343-3346 | 08-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | H. LIMPIEZA | 2+800 M.I. | 154 | 227 | | H150 | 12 | 200 | 0,88 | APTO | | 3,00 |
| 537 CI | 6285 | 08-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+760 M.I. | 157 | 224 | | H150 | | 197 | 0,88 | APTO | | 4,00 |
| 802 CE | 3351-3354 | 13-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 78, 79, 80 M.D. | 251 | 335 | | H200 | 9 | 295 | 0,88 | APTO | | 1,00 |
| 539 CI | 6292 | 13-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 78, 79, 80 M.D. | 273 | 384 | | H200 | | | | | | |
| 803 CE | 3355-3358 | 14-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 84, 85 M.D. | 231 | 318 | | H200 | 20 | 280 | 0,88 | APTO | | 2,00 |
| 804 CE | 3359-3362 | 14-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 84, 85 M.D. | 260 | 335 | | H200 | 12 | | | | | |
| 805 CE | 3363-3366 | 15-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 89, 90 M.D. | 220 | 305 | | H200 | 12 | | | | | |
| 806 CE | 3367-3370 | 15-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 89, 90 M.D. | 173 | 301 | | H200 | 12 | 265 | 0,88 | APTO | | 3,00 |
| 540 CI | 6296 | 15-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+102 M.D. | 260 | 326 | | H200 | 13 | | | | | |
| 807 CE | 3371-3374 | 19-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 94, 95 M.D. | 260 | 324 | | H200 | 8 | 285 | 0,88 | APTO | | 4,00 |
| 808 CE | 3375-3378 | 19-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 94, 95 M.D. | 241 | 322 | | H200 | 8 | 283 | 0,88 | APTO | | 5,00 |
| 809 CE | 33793382 | 19-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 97 M.D. | 267 | 338 | | H200 | 10 | | | | | |
| 541 CI | 6300 | 19-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+130 M.D. | 171 | 241 | | H200 | 12 | 212 | 0,88 | APTO | | 6,00 |
| 810 CE | 3383-3386 | 20-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 100 M.D. | 258 | 306 | | H200 | 9 | | | | | |
| 811 CE | 3387-3390 | 20-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 98 M.I. | 217 | 335 | | H200 | 10 | | | | | |
| 542 CI | 6302 | 20-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+154 M.I. | 185 | 273 | | H200 | 13 | 240 | 0,88 | APTO | | 7,00 |
| 812 CE | 3391-3394 | 21-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 96 M.I. | 252 | 340 | | H200 | 10 | | | | | |
| 813 CE | 3395-3398 | 21-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 90 M.I. | 222 | 281 | | H200 | 10 | 247 | 0,88 | APTO | | 8,00 |
| 543 CI | 6303 | 21-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+122 M.I. | 221 | 272 | | H200 | | 239 | 0,88 | APTO | | 9,00 |
| 544 CI | 6304 | 21-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+110 M.I. | 245 | 289 | | H200 | 10 | | | | | |
| 814 CE | 3399-43402 | 22-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 87 M.I. | 135 | 216 | | H200 | 12 | 190 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 10,00 |
| 815 CE | 3403-3406 | 26-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 79 M.I. | 187 | 218 | | H200 | 12 | | | | | |
| 545 CI | 6433 | 26-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+062 MI | 172 | 220 | | H200 | 12 | 194 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 11,00 |
| 816 CE | 3407-3410 | 27-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 74 M.I. | 228 | 278 | | H200 | 6 | | | | | |
| 817 CE | 3411-3414 | 27-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 73 M.D. | 218 | 286 | | H200 | 6 | 252 | 0,88 | APTO | | 12,00 |
| 546 CI | 6434 | 27-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+038 MI | 253 | 319 | | H200 | 8 | | | | | |
| 818 CE | 3415-3418 | 28-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 71 M.I. | 166 | 230 | | H200 | 10 | | | | | |
| 819 CE | 3419-3422 | 29-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 70 M.I. | 168 | 218 | | H200 | 8 | 192 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 13,00 |
| 820 CE | 3423-3426 | 29-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 102 M.I. | 220 | 289 | | H200 | 10 | | | | | |
| 547 CI | 6435 | 29-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+054 MD | 157 | 227 | | H200 | 14 | 200 | 0,88 | APTO | | 14,00 |
| 821 CE | 3427-3430 | 30-abr-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 106 M.I. | 220 | 263 | | H200 | 8 | 231 | 0,88 | APTO | | 15,00 |
| 548 CI | 6438 | 04-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3+186 MD | 198 | 283 | | H200 | | | | | | |
| 822 CE | 3431-3434 | 04-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 109 M.D. | 199 | 256 | | H200 | 10 | 225 | 0,88 | APTO | | 16,00 |
| 549 CI | 6439 | 05-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+922 MD | 215 | 269 | | H200 | | | | | | |
| 823 CE | 3435-3438 | 05-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 43 M.D. | 190 | 253 | | H200 | 8 | 223 | 0,88 | APTO | | 17,00 |
| 824 CE | 3439-3442 | 05-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 40 M.D. | 227 | 296 | | H200 | 10 | | | | | |
| 550 CI | 6441 | 06-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+882 MD | 209 | 254 | | H200 | | 224 | 0,88 | APTO | | 18,00 |
| 825 CE | 3443-3446 | 06-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 37 M.D. | 217 | 288 | | H200 | 12 | | | | | |
| 826 CE | 3447-3450 | 06-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 32 M.D. | 234 | 291 | | H200 | 8 | | | | | |
| 827 CE | 3451-3454 | 07-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 29 M.D. | 186 | 259 | | H200 | 8 | 228 | 0,88 | APTO | | 19,00 |
| 551 CI | 6447 | 10-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+838 MD | 251 | 308 | | H200 | | | | | | |
| 828 CE | 3455-3458 | 10-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 25 M.D. | 217 | 296 | | H200 | 10 | 260 | 0,88 | APTO | | 20,00 |
| 829 CE | 3459-3462 | 10-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 21 M.D. | 173 | 263 | | H200 | 10 | 231 | 0,88 | APTO | | 21,00 |
| 552 CI | 6448 | 11-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+818 MD | 209 | 277 | | H200 | | | | | | |
| 830 CE | 3463-3466 | 11-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 18 M.D. | 160 | 283 | | H200 | 12 | 249 | 0,88 | APTO | | 22,00 |
| 831 CE | 3467-3470 | 12-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 9 M.D. | 245 | 315 | | H200 | 10 | | | | | |
| 832 CE | 3471-3474 | 12-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 6 M.D. | 236 | 293 | | H200 | 8 | 258 | 0,88 | APTO | | 23,00 |
| 836 CE | 3487-3490 | 13-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 3 M.I. | 173 | 223 | | H200 | 8 | 196 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 24,00 |
| 837 CE | 3491-3494 | 13-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 5 M.I. | 235 | 300 | | H200 | 8 | | | | | |
| 559 CI | 6465 | 17-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+798 MI | 191 | 293 | | H200 | 12 | | | | | |
| 842 CE | 3511-3514 | 17-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 13 M.I. | 209 | 290 | | H200 | 12 | 255 | 0,88 | APTO | | 25,00 |
| 843 CE | 3515-3518 | 17-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 15 M.I. | 175 | 236 | | H200 | 10 | 208 | 0,88 | APTO | | 26,00 |
| 563 CI | 6472 | 18-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+822 MI | 241 | 308 | | H200 | | | | | | |
| 847 CE | 3531-3534 | 18-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 17 M.I. | 202 | 289 | | H200 | 12 | 254 | 0,88 | APTO | | 27,00 |
| 566 CI | 6477 | 19-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+846 MI | 207 | 289 | | H200 | 12 | | | | | |
| 852 CE | 3551-3554 | 19-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 25 M.I. | 178 | 234 | | H200 | 8 | 206 | 0,88 | APTO | | 28,00 |
| 853 CE | 3555-3558 | 19-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 28 M.I. | 224 | 299 | | H200 | 6 | | | | | |
| 860 CE | 3583-3586 | 20-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 31 M.I. | 222 | 280 | | H200 | 10 | 246 | 0,88 | APTO | | 29,00 |
| 861 CE | 3587-3590 | 20-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 34 M.I. | 241 | 320 | | H200 | 8 | | | | | |
| 571 CI | 6462 | 21-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+902 MI | 210 | 303 | | H200 | 9 | | | | | |
| 864 CE | 3599-3602 | 21-may-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 38 M.I. | 198 | 264 | | H200 | 10 | 232 | 0,88 | APTO | | 30,00 |
| 592 CI | 6691 | 10-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+910 MI | 177 | 225 | | H200 | 8 | | | | | |
| 904 CE | 3759-3762 | 10-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 43 M.I. | 121 | 205 | | H200 | 18 | 180 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 31,00 |
| 595 CI | 6695 | 11-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+930 MI | 200 | 273 | | H200 | 7 | | | | | |

## CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia — ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT. | FECHA DE EJEC. | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est}$ | $K_N$ | APTO NO APTO PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| 908 CE | 3775-3778 | 16-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 48 M.I. | 191 | 241 | | H200 | 19 | 212 | 0,88 | APTO | | 32,00 |
| 597 CI | 6704 | 17-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 2+930 MD | 170 | 230 | | H200 | 10 | | | | | |
| 910 CE | 3783-3786 | 17-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 50 M.I. | 153 | 217 | | H200 | 8 | 191 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 33,00 |
| 911 CE | 3787-3790 | 17-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 45 M.D. | 142 | 210 | | H200 | 12 | 185 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 34,00 |
| 912 CE | 3791-3794 | 21-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 49 M.D. | 162 | 223 | | H200 | 18 | | | | | |
| 599 CI | 6710 | 22-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 54 M.D. | 207 | 289 | | H200 | 11 | | | | | |
| 914 CE | 3799-3802 | 22-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 49 M.D. | 191 | 236 | | H200 | 18 | 208 | 0,88 | APTO | | 35,00 |
| 915 CE | 3803-3806 | 22-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 49 M.D. | 187 | 260 | | H200 | 18 | 229 | 0,88 | APTO | | 36,00 |
| 922 CE | 3831-3834 | 28-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 58 M.D. | 210 | 248 | | H200 | 18 | | | | | |
| 605 CI | 6865 | 28-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 61 M.D. | 160 | 218 | | H200 | 15 | | | | | |
| 923 CE | 3835-3838 | 28-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 61 M.D. | 157 | 204 | | H200 | 20 | 186 | 0,91 | APTO | fest > 0,9*fck | 37,00 |
| 606 CI | 6866 | 29-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 66 M.I. | 214 | 271 | | H200 | 12 | | | | | |
| 924 CE | 3839-3842 | 29-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 64 M.D. | 209 | 264 | | H200 | 8 | 232 | 0,88 | APTO | | 38,00 |
| 925 CE | 3843-3846 | 29-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 67 M.D. | 173 | 241 | | H200 | 18 | 212 | 0,88 | APTO | | 39,00 |
| 607 CI | 6867 | 30-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 87 | 212 | 286 | | H200 | 11 | | | | | |
| 926 CE | 3847-3850 | 30-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 69 M.D. | 175 | 255 | | H200 | 18 | | | | | |
| 927 CE | 3851-3854 | 30-jun-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 107 M.D. | 178 | 243 | | H200 | 12 | 214 | 0,88 | APTO | | 40,00 |
| 610 CI | 6872 | 01-jul-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 66 | 179 | 237 | | H200 | 11 | | | | | |
| 932 CE | 3871-3874 | 01-jul-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 65 M.I. | 157 | 209 | | H200 | 12 | 184 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 41,00 |
| 933 CE | 3875-3878 | 01-jul-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 64 M.I. | 219 | 326 | | H200 | 10 | | | | | |
| 934 CE | 3879-3882 | 02-jul-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 62 M.I. | 165 | 222 | | H200 | 12 | 195 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 42,00 |
| 937 CE | 3891-3894 | 05-jul-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 59 M.I. | 147 | 293 | | H200 | 13 | | | | | |
| 939 CE | 3899-3902 | 06-jul-99 | PARACUELLOS | E-14 | ZAPATA | 56 M.I. | 86 | 122 | 206 | H200 | 13 | 181 | 0,88 | APTO | fest > 0,9*fck | 43,00 |

# CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE HORMIGONES

OBRA: AVE CALATAYUD -RICLA Subtramo Ia — ENSAYOS: RESISTENCIA Y CONSISTENCIA

| Nº DE SERIE | Nº DEL LABORAT | FECHA DE EJEC. | PLANTA | OBRA | | | RESISTENCIA | | | TIPO | CONO | $f_{est}$ | $K_N$ | APTO NO APTO PENDIENTE | CRITERIO | LOTE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SITUACION | ELEMENTO 1 | ELEMENTO 2 | 7 DIAS KG/CM2 | 28 DIAS KG/CM2 | 90 DIAS KG/CM2 | KG/CM2 | | | | | | |
| **MURO 2+460 MD** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 733 CE | 3075-3078 | 28-oct-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 3 | 284 | 354 | | H250 | 10 | 312 | 0,88 | APTO | | 1 |
| 734 CE | 3079-3082 | 28-oct-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 3 | 296 | 377 | | H250 | 10 | | | | | |
| 737 CE | 3091-3094 | 29-oct-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 4 | 223 | 380 | | H250 | 10 | 334 | 0,88 | APTO | | 2 |
| 738 CE | 3095-3098 | 29-oct-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 4 | 251 | 380 | | H250 | 10 | | | | | |
| 741 CE | 3107-3110 | 03-nov-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 5 | 354 | 369 | | H250 | 12 | | | | | |
| 742 CE | 3111-3114 | 04-nov-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 6 | 271 | 347 | | H250 | 10 | 305 | 0,88 | APTO | | 3 |
| 462 CI | 5862 | 10-nov-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | | 280 | 364 | | H250 | | | | | | |
| 464 CI | 5864 | 11-nov-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 1, 2º FASE | 276 | 345 | | H250 | 15 | 304 | 0,88 | APTO | | 4 |
| 485 CI | 5953 | 30-nov-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 8 | 352 | 469 | | H250 | 8 | | | | | |
| 488 CI | 5956 | 01-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 1 | 246 | 316 | | H250 | 9 | 278 | 0,88 | APTO | | 5 |
| 775 CE | 3243-3246 | 01-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 9 | 304 | 438 | | H250 | 13 | 385 | 0,88 | APTO | | 6 |
| 490 CI | 5960 | 02-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 10 | 330 | 473 | | H250 | 8 | | | | | |
| 776 CE | 3247-3250 | 02-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 10 | 374 | 470 | | H250 | 12 | 414 | 0,88 | APTO | | 7 |
| 491 CI | 5961 | 03-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 11 | 258 | 445 | | H250 | 8 | | | | | |
| 492 CI | 5963 | 09-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 2, 2ª FASE | 273 | 359 | | H250 | 13 | 316 | 0,88 | APTO | | 8 |
| 494 CI | 5965 | 10-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 3, 2ª FASE | 286 | 401 | | H250 | 10 | | | | | |
| 497 CI | 5968 | 11-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 3, 2ª FASE | 280 | 360 | | H250 | 9 | 317 | 0,88 | APTO | | 9 |
| 498 CI | 5969 | 14-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 4, 2ª FASE | 222 | 323 | | H250 | 12 | 284 | 0,88 | APTO | | 10 |
| 499 CI | 5970 | 15-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 5, 2ª FASE | 307 | 410 | | H250 | 12 | | | | | |
| 502 CI | 5974 | 17-dic-98 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 5, 2ª FASE | 280 | 347 | | H250 | 10 | 305 | 0,88 | APTO | | 11 |
| 508 CI | 6016 | 12-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 7, 2ª F | 192 | 277 | | H250 | 15 | 244 | 0,88 | APTO | | 12 |
| 781 CE | 3267-3270 | 12-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 7, 2ª F | 228 | 350 | | H250 | 12 | | | | | |
| 785 CE | 3283-3286 | 18-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 8, 2ª F | 287 | 393 | | H250 | 12 | | | | | |
| 516 CI | 6024 | 19-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 9, 2ª F | 328 | 371 | | H250 | 9 | 326 | 0,88 | APTO | | 13 |
| 786 CE | 3287-3290 | 19-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 9, 2ª F | 270 | 391 | | H250 | 14 | 344 | 0,88 | APTO | | 14 |
| 789 CE | 3299-3302 | 21-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 10, 2ª F | 284 | 394 | | H250 | 14 | | | | | |
| 790 CE | 3303 | 25-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 11, 2ª F | 303 | 406 | | H250 | 12 | | | | | |
| 522 CI | 6075 | 26-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 12, 2ª F | 194 | 319 | | H250 | 13 | 281 | 0,88 | APTO | | 15 |
| 792 CE | 3311-3314 | 27-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 12, 1ª F | 297 | 361 | | H250 | 12 | 318 | 0,88 | APTO | | 16 |
| 793 CE | 3315-3318 | 28-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 12, 2ª F | 225 | 368 | | H250 | 12 | | | | | |
| 794 CE | 3319-3322 | 29-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | MODULO 12 | 293 | 409 | | H250 | 12 | 360 | 0,88 | APTO | | 17 |
| 512 CI | 6020 | 14-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 286 | 331 | | H250 | 12 | 291 | 0,88 | APTO | | 18 |
| 783 CE | 3275-3278 | 14-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 255 | 416 | | H250 | 14 | | | | | |
| 514 CI | 6022 | 18-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 287 | 379 | | H250 | 8 | 334 | 0,88 | APTO | | 19 |
| 518 CI | 6026 | 20-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 269 | 346 | | H250 | 14 | 304 | 0,88 | APTO | | 20 |
| 788 CE | 3295-3298 | 20-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 242 | 351 | | H250 | 12 | | | | | |
| 519 CI | 6027 | 21-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 317 | 395 | | H250 | 11 | | | | | |
| 520 CI | 6073 | 25-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 220 | 339 | | H250 | 12 | 298 | 0,88 | APTO | | 21 |
| 791 CE | 3307-3310 | 26-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 309 | 415 | | H250 | 16 | | | | | |
| 524 CI | 6077 | 27-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 250 | 339 | | H250 | 11 | 298 | 0,88 | APTO | | 22 |
| 526 CI | 6079 | 28-ene-99 | PARACUELLOS | MURO | 2+460 | ZAPATA | 231 | 326 | | H250 | 10 | 287 | 0,88 | APTO | | 23 |

# CONTROL DE CALIDAD DE ESTRUCTURAS
# COMPACTACIÓN DE CUÑAS DE TRANSICIÓN

| RESUMEN CONTROL DE CALIDAD | | | UNIDAD: Estructuras | | | ENSAYO: Proctor Modificado NLT-108 | | | | | | OBRA: LAV Madrid-Calatayud. Subtramo Ia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CODIGO | NUMERO REGISTRO | ACTIVIDAD | UNIDAD | CONCEPTO | PROCEDENCIA | NUMERO ENSAYO | REFERENCIA | SITUACION INICIO: NOMBRE | SITUACION FINAL NOMBRE | LOTE | CANTIDA CONTROLA | MATERIA SUBBLOQUE GENERAL | MATERIA SUBAPARTADO GENERAL | VALORACION | FECHA ENSAYO | NO CONFORMIDAD | CORRELACION | OBSERVACIONES |
| IIE - IA | 280 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 6 | 6 CE | 5400 | E 5 | 1 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 11-jun-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 281 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 7 | 7 CE | 5700 | OH-FC 5+7 | 1y2 CAPA | 5 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 12-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 2 capa ) y trasdós 2 ( 1 capa ). |
| IIE - IA | 282 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 8 | 8 CE | 5400 | E 5 | 1 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 12-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 283 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 9 | 9 CE | 5400 | E 5 | 2 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 13-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 284 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 10 | 10 CE | 5700 | OH-FC 5+7 | 2 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 13-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 288 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 11 | 11 CE | 5400 | E 5 | 3 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 16-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 289 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 12 | 12 CE | 5400 | E 5 | 4y5 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 18-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 4 capa ) y trasdós 2 ( 5 capa ). |
| IIE - IA | 290 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 13 | 13 CE | 5400 | E 5 | 5y6 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 19-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 5 capa ) y trasdós 2 ( 6 capa ). |
| IIE - IA | 291 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 14 | 14 CE | 5700 | OH-FC 5+7 | 4 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 19-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 292 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 15 | 15 CE | 5400 | E 5 | 6y7 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 20-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 6 capa ) y trasdós 2 ( 7 capa ). |
| IIE - IA | 293 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 16 | 16 CE | 5700 | OH-FC 5+7 | 5 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 23-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 294 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 17 | 17 CE | 5700 | OH-FC 5+7 | 6 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 24-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 295 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 18 | 18 CE | 5400 | E 5 | 7y8 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 24-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 7 capa ) y trasdós 2 ( 8 capa ). |
| IIE - IA | 299 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 19 | 19 CE | 5700 | OH-FC 5+7 | 7 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 26-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 300 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 20 | 20 CE | 5400 | E 5 | 10 CAPA | 10 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 30-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 303 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | 22 | 22 CE | 5400 | E 5 | 1 CAPA | 4 | DENSIDADES | CAMINO | APTO | 30-jun-97 | | | camino |
| IIE - IA | 319 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4553-097 CI | 5700 | OH-FC 5+7 | 1 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 11-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 320 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4553-097 CI | 5700 | OH-FC 5+7 | 1 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 11-jun-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 321 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4553-097 CI | 5400 | E 5 | 1 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 11-jun-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 324 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4556-097 CI | 5400 | E 5 | 1 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 12-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 325 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4556-097 CI | 5700 | OH-FC 5+7 | 1 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 12-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 326 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4556-097 CI | 5700 | OH-FC 5+7 | 2 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 12-jun-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 327 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4558-097 CI | 5400 | E 5 | 2 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 13-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 328 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4558-097 CI | 5700 | OH-FC 5+7 | 2 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 13-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 329 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4559-097 CI | 5400 | E 5 | 3 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 16-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 330 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4559-097 CI | 5700 | OH-FC 5+7 | 3 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 16-jun-97 | | | Trasdós 1. Se realizan dos tomas, una de las cuales no cumple, recompactándose el material y se vuelve a comprobar obteniéndose unos resultados satisfactorios. |
| IIE - IA | 331 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4561-097 CI | 5400 | E 5 | 4 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 17-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 332 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4561-097 CI | 5700 | OH-FC 5+7 | 3 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 17-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 334 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4564-097 CI | 5400 | E 5 | 4y5 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 18-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 4 capa ) y trasdós 2 ( 5 capa ). |
| IIE - IA | 335 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4565-097 CI | 5400 | E 5 | 5y6 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 19-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 5 capa ) y trasdós 2 ( 6 capa ). |
| IIE - IA | 336 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4565-097 CI | 5700 | OH-FC 5+7 | 4 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 19-jun-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 337 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4568-097 CI | 5400 | E 5 | 6y7 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 20-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 6 capa ) y trasdós 2 ( 7 capa ). |
| IIE - IA | 339 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4571-097 CI | 5400 | E 5 | 7y8 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 24-jun-97 | | | Trasdós 1 ( 7 capa ) y trasdós 2 ( 6 capa ). |
| IIE - IA | 341 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4573-097 CI | 5400 | E 5 | 8 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 25-jun-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 346 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4575-097 CI | 5400 | E 5 | 9 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 26-jun-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 403 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4617b-097 CI | 3740 | OH-FC 3+7 | 1 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | NO APTO | 08-jul-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 405 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4620a-097 CI | 3740 | OH-FC 3+7 | 1 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 09-jul-97 | | 403 | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 406 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | PURROY | | S4620b-097 CI | 5400 | E 5 | 14 CAPA | 5 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 09-jul-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 537 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 40 | 40 CE | 3300 | OH - FC 3+2 | 1,2,3,4 CAPA | 12 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 540 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 42 | 42 CE | 3300 | OH - FC 3+2 | 5 CAPA | 5 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 03-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 541 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 43 | 43 CE | 3300 | OH - FC 3+2 | 1 CAPA | 5 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 06-oct-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 542 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 44 | 44 CE | 3300 | OH - FC 3+2 | 2,3,4 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-oct-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 600 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4798-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 1 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 601 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4798-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 1 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 602 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4798-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 2 CAPA | 4 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 603 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4798-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 3 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 604 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4798-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 4 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 605 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4799-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 5 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 03-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 606 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4800-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 1 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 06-oct-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 607 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4800-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 2 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 06-oct-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 608 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4801-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 2 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-oct-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 609 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4801-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 3 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-oct-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 610 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4801-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 4 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-oct-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 611 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4802-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 4 CAPA | 2 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-oct-97 | | | Trasdós 1. |
| IIE - IA | 612 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4802-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 6 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-oct-97 | | | Trasdós 2. |
| IIE - IA | 613 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4805-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 7 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 09-oct-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | 614 | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | | S4805-097 CI | 3300 | OH-FC 3+2 | 7 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 09-oct-97 | | | Trasdós 1 y 2. |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 184 | 184 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 1 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | NO APTO | 24-ago-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 185 | 185 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 1 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 24-ago-98 | | 184 | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 186 | 186 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 2 CAPA | 8 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 25-ago-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 187 | 187 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 3 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 26-ago-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 190 | 190 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 4 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 28-ago-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 193 | 193 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 5 y 6 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 31-ago-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 195 | 195 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 6 y 7 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-sep-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 197 | 197 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 7 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-sep-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | Desmonte 2+500 | 198 | 198 CE | 2600 | 2760 | 4 CAPA | 10 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-sep-98 | | | |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 199 | 199 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 7 y 8 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-sep-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 200 | 200 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 8 y 9 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 16-ago-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 201 | 201 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 8 y 9 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 16-sep-98 | | | GRAVA NO TRATADA |

**RESUMEN CONTROL DE CALIDAD** — **UNIDAD:** Estructuras — **ENSAYO:** Proctor Modificado NLT-108 — **OBRA:** LAV Madrid-Calatayud. Subtramo Ia

| CODIGO | NUMERO REGISTRO | ACTIVIDAD | UNIDAD | CONCEPTO | PROCEDENCIA | NUMERO ENSAYO | REFERENCIA | SITUACION INICIO: NOMBRE | SITUACION FINAL NOMBRE | LOTE | CANTIDA CONTROLA | MATERIA SUBBLOQUE GENERAL | MATERIA SUBAPARTADO GENERAL | VALORACION | FECHA ENSAYO | NO CONFORMIDAD | CORRELACION | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 202 | 202 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 9 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 21-sep-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 205 | 205 CE | 2020 | OH-FC 2+0, TRASDOS 1 y 2 | 4 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 23-sep-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 206 | 206 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 9 y 10 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 24-sep-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 207 | 207 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 10 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 24-sep-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 208 | 208 CE | 2020 | OH-FC 2+0, TRASDOS 1 y 2 | 5 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 24-sep-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 214 | 214 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 10 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 30-sep-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 218 | 218 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 10 y 11 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-oct-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 220 | 220 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 12 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-oct-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 221 | 221 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 11 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-oct-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 222 | 222 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 11 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-oct-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 227 | 227 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 11 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 16-oct-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 228 | 228 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 y 2 | 12 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 16-oct-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 232 | 232 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 12 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 22-oct-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 234 | 234 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 13 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 27-oct-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 235 | 235 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 13 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 27-oct-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 245 | 245 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 13 y 14 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 26-nov-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 246 | 246 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 13 y 14 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 26-nov-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 247 | 247 CE | 2686 | E2, TRASDOS 1 | 14 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 01-dic-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 253 | 253 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 15 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 04-dic-98 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 254 | 254 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 15 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 04-dic-98 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 255 | 255 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 16 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 13-ene-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 256 | 256 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 16 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 13-ene-99 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 257 | 257 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 17 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 20-ene-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 258 | 258 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 17 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 20-ene-99 | | | GRAVA - CEMENTO |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 260 | 260 CE | 2686 | E2, TRASDOS 2 | 18 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 21-ene-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 262 | 262 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 1 CAPA | 3 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 27-ene-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | LOS PESETES | 266 | 266 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 1 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 18-feb-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 267 | 267 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 2 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 25-feb-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 268 | 268 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 3 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 269 | 269 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 2 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 270 | 270 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 4 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 04-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 271 | 271 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 3 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 04-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 272 | 272 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 4 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 05-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 273 | 273 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 5 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 274 | 274 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 5 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 275 | 275 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 6 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 09-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 276 | 276 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 6 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 24-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 277 | 277 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 7 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 25-mar-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 278 | 278 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 8 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 15-abr-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 279 | 279 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 9 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 04-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 280 | 280 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 7 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 04-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 282 | 282 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 10 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 13-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 283 | 283 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 8 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 13-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 284 | 284 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 11 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 14-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 285 | 285 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 9 CAPA | 12 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 14-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 286 | 286 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 10 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 14-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 288 | 288 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 12 CAPA | 9 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 17-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 289 | 289 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 11 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 18-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 290 | 290 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 13 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 19-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 291 | 291 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 12 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 20-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 296 | 296 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 14 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 26-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 297 | 297 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 13 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 26-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 299 | 299 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 15 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 27-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 300 | 300 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 14 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 27-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 302 | 302 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 16 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 31-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 303 | 303 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 15 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 31-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 304 | 304 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 16 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 31-may-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 306 | 306 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 17 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 01-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 308 | 308 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 18 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 309 | 309 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 17 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 311 | 311 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 19 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 312 | 312 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 18 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 02-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 313 | 313 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 20 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 03-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 314 | 314 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 21 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 04-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 315 | 315 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 19 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 04-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 317 | 317 CE | 2970 | E3, TRASDOS 1 | 22 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 318 | 318 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 20 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 07-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 319 | 319 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 21 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 08-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 325 | 325 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 22 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 11-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |
| IIE - IA | | M. TIERRAS | CUÑAS DE TRANSICION | COMPACTACION | B.S.P. | 326 | 326 CE | 2970 | E3, TRASDOS 2 | 23 CAPA | 6 | DENSIDADES | 95 % P.M. | APTO | 15-jun-99 | | | GRAVA NO TRATADA |

# *7. Accesos y elementos para mantenimiento*

## 7. ACCESOS Y ELEMENTOS PARA EL MANTENIMIENTO.-

### *7.1.-E-1.- Viaducto sobre el río Peregiles*

El propio camino nº1 discurre sobre esta plataforma

### *7.2.-E-2.- Viaducto F.C. sobre el río Peregiles*

Existe una puerta de acceso a la plataforma a escasos metros del tablero desde el camino nº1 en el PK 2+610.

### *7.3.-E-3.- Paso inferior nº1*

Desde el camino 1 se atraviesa este paso inferior

### *7.4.-OH-3200.- Sifón*

No existe ninguna via de acceso. Debe accederse desde el exterior de la plataforma desde cada una de las bocas de E-3.

### *7.5.-E-4.- Paso superior nº1*

Da servicio al camino 7 con origen en la antigua N-II

### *7.6.-E-5.- Paso inferior nº2*

Puede accederse a esta estructura desde la antigua N-II por el camino de acceso a Huermeda o en sentido inverso desde Huermeda por la carretera que une esta población con Calatayud

### *7.8 OH-FC 5+7 Paso de fauna*

Antes de rebasar E-5 por la carretera de Huermeda se sigue recto por el camino 10 hasta llegar a este paso de fauna.

# *8. Recomendaciones para la conservación y mantenimiento*

## 8. RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACION Y EL MANTENIMIENTO.-

Como norma general para la conservación y el mantenimiento de todas las estructuras la propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa a la obra realizada , en la que figurarán las acciones hipótesis de cálculo, así como los datos de la puesta en obra, ensayos, ect.

Cada 5 años se realizará una inspección o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen en alguna zona: fisuras, deformaciones excesivas o cualquier otra patología.

En caso de ser observado alguno de estos síntomas, será estudiado por Técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y , en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

Estas directrices pueden confrontarse con la norma NTE EXV, publicada en el BOE de fecha 9-6-1973

Recomendaciones particulares:

***8.1.-E-1.- Viaducto sobre el río Peregiles***

Las generales

***8.2.-E-2.- Viaducto F.C. sobre el rio Peregiles***

Las generales

***8.3.-E-3.- Paso inferior nº1***

Las generales

***8.4.-OH-3200.- Sifón***

Las generales

***8.5.-E-4.- Paso superior nº1***

Las generales

***8.6.-E-5.- Paso inferior nº2***

Las generales

## MOVIMIENTOS PREVISTOS EN LAS ESTRUCTURAS

En el momento de redactar este Proyecto Construido no se pudieron incluir dichos movimientos.

La Asistencia de Obra señala que el dimensionamiento de las estructuras se realiza para una flecha máxima.

# *Apéndice 1. Revisión de los Proyectos de Base*

## INTRODUCCION:

Una vez estudiadas las estructuras E-1, E-2 y E-4 por los Servicios Técnicos de la U.T.E. adjudicataria de las obras, en los que se han tenido en cuenta los nuevos cálculos de las cimentaciones originados por el nuevo estudio de las mismas y del terraplén situados en la zona del río Perejiles (estudios que se aportan en este informe) y en los que se han considerado los rozamientos negativos a los que están sometidos los pilotes (67 Tm.) y que el tablero proyectado no podría cumplir las Normativas U.I.C. y RENFE; el contratista propone a esta Dirección de Obra el cambio de las estructuras E-1, E-2 y E-4 por elementos prefabricados.

Estos cambios tienen como objetivo el poder mantener unos plazos de ejecución y unos costes muy semejantes a los del Proyecto inicial, si lo comparamos con el sobredimensionamiento al que se vería sometido dicho Proyecto en su actualización, para que las estructuras pudieran soportar los esfuerzos reales que se han revelado gracias a los nuevos estudios geotécnicos.

En cuanto a las estructuras E-3, E-5 y O.M. 5+700 que conforman los pasos inferiores, se propone el cambio por bóvedas triarticuladas con el objetivo de optimizar la transición entre las estructuras y el terraplén, mejorando además la capacidad hidraulica de las mismas.

# *Apéndice 2. Estructura E-2*

# APENDICE 2: DOCUMENTOS DE PROYECTO DE E-2

**A1. INFORMES SOBRE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

**A2. CÁLCULOS**

MEMORIA PRELIMINAR

CÁLCULO CON NORMATIVA ESPAÑOLA

- *MEMORIA DE CÁLCULO*
- *LISTADO ORDENADOR VANO LARGO. DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS, LOSAS Y NEOPRENOS*
- *LISTADO ORDENADOR VANOS CORTOS. DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS, LOSAS Y NEOPRENOS*
- *LISTADO DE REACCIONES*

CÁLCULOS CON NORMA U.I.C.

- *MEMORIA DE CÁLCULO*
- *LISTADO ORDENADOR VANO LARGO. DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS, LOSAS Y NEOPRENOS*
- *LISTADO ORDENADOR VANOS CORTOS. DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS, LOSAS Y NEOPRENOS*
- *LISTADO DE REACCIONES*

CÁLCULO DE FLECHAS

- *MEMORIA DE CÁLCULO*
- *ESQUEMA DE EMPARRILLADO EMPLEADO*
- *LISTADO DE ORDENADOR*

RESUMEN DE ESFUERZOS

CÁLCULO DEL ESTRIBO

- *CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN DEL ESTRIBO*
- *PERFORACIONES*
- *CROQUIS DE ENCEPADO*
- *CÁLCULO DE ESTRIBO*

CALCULO DE PILAS

- *-CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN DE LOS SOPORTES DEL VIADUCTO DEL RÍO PEREGILES - ESTRUCTURA E-2*
- *PERFORACIONES*
- *CROQUIS DEL PILOTE ENCAMISADO*
- *CROQUIS DE ENCEPADOS*
- *CÁLCULO DE PILAS*

SINTESIS DE CÁLCULO DE APOYOS

***Estribo 1***

- *CARGAS Y ESFUERZOS*
- *DIÁMETRO Y TOPE ESTRUCTURAL*
- *LONGITUD DE PILOTE*
- *ARMADURAS. DIMENSIONAMIENTO*
- *DIMENSIONAMIENTO DE ENCEPADO*
- *MATERIALES DE CALCULO*

***Estribo 2***

- *CARGAS Y ESFUERZOS*
- *DIÁMETRO Y TOPE ESTRUCTURAL*
- *LONGITUD DE PILOTE*
- *ARMADURAS. DIMENSIONAMIENTO*
- *DIMENSIONAMIENTO DE ENCEPADO*
- *MATERIALES DE CÁLCULO*

***Soportes***

- *CARGAS Y ESFUERZOS*
- *DIÁMETRO Y TOPE ESTRUCTURAL*
- *LONGITUD DE PILOTE*
- *ARMADURAS. DIMENSIONAMIENTO*
- *DIMENSIONAMIENTO DE ENCEPADO*
- *MATERIALES DE CÁLCULO*

# *E-2: INFORMES SOBRE LA SOLUCION ADOPTADA*

# CALATAYUD-RICLA I-A: Tramo I-A

Estructura E-2

## VIADUCTO DEL PEREJILES

Revisión del Proyecto Base



## VIADUCTO DEL PEREJILES

Revisión del Proyecto Base

Base de cálculo:

Para las estructuras de la LAV ZARAGOZA-LERIDA, la Administración ha prescrito que se consideren las acciones de la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril de Junio de 1975" y de la "Norma U.I.C. edición 1979", tomando como valor de diseño la envolvente de los valores de las acciones prescritas en las normas anteriores.

Acciones consideradas:

Sobrecargas consideradas según U.I.C. con un coeficiente de compacto de 1,08 para esfuerzos de flexión y 1,05 para contantes.

En pag. 6 de anejo de cálculo de la estructura E-2 dice que se ha escogido el tren de cargas U.I.C., en lugar del de la Instrucción de Puentes de Ferrocarril del M.O.P., porque ésta es más desfavorable; remite a un anexo final donde consigna un cálculo justificativo.

En el anexo referenciado evalúa los esfuerzos producidos por una combinación de cargas, con distintas situaciones, de los trenes tipo de la "Instrucción M.O.P." afectados con un coeficiente de impacto de 1,08. La comparación de los valores obtenidos con los considerados en el cálculo dimensionante muestra que éstos son mayores, por tanto todo parece correcto. No obstante, no se justifica el coeficiente de impacto adoptado, que es el mismo que el calculado para las cargas de flexión de la U.I.C. y que posiblemente distorsiona el resultado anterior dado que éste, en la norma española, suele ser mayor. Hacemos un pequeño análisis de este parámetro con las directrices de la Instrucción M.O.P.

Para tramos simplemente apoyados de luz L > 6,00 m.

$$I = 114 \times L^{1/2} / (3{,}10 - 1{,}76 \times L^{1/2} + L)$$

Estructura del proyecto modificado.

L = 30,00 m. I = 27%
L = 24,00 m. I = 30%

Para tramos apoyados continuos y V ≤ 200 km/h.

$$I = 65 \times u / (1 - u + u^2)$$

$$u = \frac{V.T}{2.L}$$

$$v = \frac{200.000}{3.600} \text{ m/seg. velocidad paso del tren.}$$

T = período fundamental de vibración del elemento cargado en segundos.

L = Luz del elemento en estudio en metros.

El período T es la inversa de la Frecuencia del Modo Fundamental.

$$T = 2\P/f$$

$$f = \frac{\P^2}{L^2} \left(\frac{E.I}{m}\right)^{1/2} (Hz)$$

donde:

L = Luz de cálculo (m.)
E = Módulo de elasticidad (tn/m2)
I = Inercia de la sección ($m^4$)
m = masa del tablero (U.T.M.x$10^3$/ml).

Particularizamos estas fórmulas:

$$L = \frac{2x24+30}{3} = 26,00 \text{ m.}$$

$E = 3,5x10^6$ tn/m2
$I = 6,38\ M^4$
$m = (12,846x2,5 \text{ tn/m}^3+13,25 \text{ tn/ml})x10^3/9,8 = 4,63x10^3$ U.T.M.

$$f = \frac{n^2}{26^2} \times (3,5x10^6x6,38/4,63)^{1/2} = 32,00$$

$T = 2x\P/32 = 0,20$ seg.
$u = 55,56x0,20/(2x26) = 0,21$
$I = 65x0,21/(1-0,21+0,21^2) = 17$

Por tanto el factor de multiplicación de las cargas pasa de 1,08 a 1,17. Reproducimos el estado comparativo, efectuado en el anejo de cálculo del Proyecto, de los esfuerzos de diseño derivados de la aplicación de la Norma U.I.C. con los evaluados tras la aplicación de diversas hipótesis de situación del tren B de la Instrucción MO.P. con coeficiente de impacto 1,08, aumentado con los esfuerzos corregidos al alza aplicando el nuevo coeficiente de impacto.

Factor de transformación a aplicar a los esfuerzos de la Instrucción M.O.P.

K = 1,17/1,08 = 1,0833

| Momentos | U.I.C. mxtn | M.O.P. mxtn | (M.O.P)xK mxtn | % s/U.I.C |
|---|---|---|---|---|
| Centro 1er.vano | 3289,80 | 2963,50 | 3210,46 | −2,4% |
| Apoyos intermedios | −5117,00 | −5241,47 | −5678,26 | +11,0% |
| Centro vano central | 3330,60 | 3324,50 | 3601,54 | +8,1% |
| Cortantes | tn | tn | tn | |
| Apoyos intermedios | 1080,73 | 1073,95 | 1163,45 | 7,7% |

A la vista de los datos anteriores se concluye que la construcción del tablero proyectado no cumpliría las bases prescritas, con desviaciones que llegan hasta el 11%, sería por tanto necesario proceder a un recálculo estructural, contemplando los nuevos esfuerzos, y efectuando las consecuentes variaciones en las armaduras activas y pasivas.

Cimentación:

Las afecciones en las cimentaciones procederían de la revisión al alza de las solicitaciones procedentes de aplicar la Instrucción M.O.P. y de los esfuerzos, debido al rozamiento negativo, a tener en cuenta en estribos, de acuerdo con las recomendaciones del informe geotécnico. Los pilotes proyectados de diámetro 1,00 m. están muy próximos a su máxima capacidad portante, con las acciones consideradas en Proyecto, por tanto habría que modificar su diámetro ante el incremento de axiles y, dado que el dimensionamiento de los encepados está relacionado con el diámetro de los pilotes, habría igualmente que modificar éstos para cumplir las prescripciones de la norma EH-91.

Fdo. Juan Gregorio Lombardo

# CALCULOS E-2

MEMORIA

Prainsa
Dpto. Técnico

CALCULO DE TABLEROS DE FERROCARRIL.
LINEA MADRID-ZARAGOZA. TRAMO CALATAYUD-RICLA. SUBTRAMO I-A

En el presente documento se describen los criterios utilizados para el cálculo y dimensionamiento de los tableros para ferrocarril de alta velocidad de la línea Madrid-Zaragoza.

Siguiendo las bases de cálculo del proyecto para el establecimiento de acciones se han considerado las siguientes Instrucciones :

- "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril", correspondiente a al O.M. de 25 de junio de 1975.
- Norma U.I.C. ficha 776.1 3ª edición. 1/7/79. "Charges a prendre en consideration dans le Calcul des Ponts-Rails.
- Norma U.I.C. ficha 702.0 2ª edición 1/7/74. "Schema de Charges a prendre en consideration dans le Calcul des Ouvrages sous rail sur les Lignes Internationales".

En las bases de cálculo se indica que se tome en todo momento, como valor de diseño, la envolvente de los valores de las acciones prescritas por las anteriores normas e instrucciones y que , sin embargo, para el dimensionamiento y comprobación de secciones se actúe, en todo momento de acuerdo con las Normativas Españolas.

Atendiendo a dichas prescripciones la presente memoria se abordado de la siguiente manera :

Se ha realizado un dimensionamiento completo de el tablero formado por vigas prefabricadas, losa de compresión y apoyos elastoméricos según las cargas de la Norma Española y las de la U.I.C. y se ha añadido un listado de reacciones en los apoyos de las distintas hipótesis tenidas en cuenta, también en ambas Normas, para el cálculo de las pilas.

En los planos que acompañan la memoria se han dispuesto los distintos elementos constructivos de acuerdo al más exigente de los valores obtenidos.

El resultado de dicho análisis es que ,tanto para la losa de compresión como para las vigas, las cargas de la Normativa Española con su correspondiente coeficiente de impacto, que en este caso es de 1.27 para los vanos largos y 1.31 para los cortos, es la que rige el dimensionamiento. Se puede comprobar tanto en el pretensado como en el dimensionamiento a cortante de las vigas y en el armado de la losa.

Por contra la Normativa U.I.C. aplicada con sus coeficientes de impacto para flector (1.10) y cortante (1.07) es favorable para el tablero y vigas.

La ficha U.I.C. 776.1 gobierna el dimensionamiento de neoprenos y pilas debido a que los esfuerzos horizontales de frenado y lazo son mayores que sus equivalentes para la Instrucción Española, habida cuenta que no son de aplicación los coeficientes de impacto.

En los apartados siguientes se adjuntan los listados correspondientes precedidos de las memorias explicativas de los criterios asumidos.

# 2.- CALCULOS CON NORMATIVA ESPAÑOLA

Prainsa
Dpto. Técnico

## 2.1.- Memoria de Cálculo

Prainsa

PUENTES FF.CC. TABLEROS DE VIGAS CON LOSA SUPERIOR

MEMORIA DE CALCULO SEGUN LA NORMA ESPAÑOLA

Empresa: U.T.E. CALATAYUD I-A

Obra: VIADUCTO SOBRE RIO PEREJILES

## 1. DIMENSIONES

| | *VANO LARGO* | *VANOS CORTOS* |
|---|---|---|
| - Luz de cálculo: | 28.90 m. | 23.45 m. |
| - Ancho de tablero: | 12.92 m. | 12.92 m. |
| - Número de vigas: | 2 | 2 |
| - Canto de vigas: | 2.35 m. | 2.35 m. |
| - Canto de losa: | 0.30 m. | 0.30 m. |

(Incluso encofrado perdido)

## 2. ACCIONES CONSIDERADAS

### 2.1 Cargas permanentes

El peso propio de vigas prefabricadas y hormigón de losa se deduce por cubicación supuesta una densidad del hormigón de 2.5 T/m³.

Además se consideran:

Balasto ..... 1.6 Kg./m³

Vía + Traviesa ..... 0.64 T./m.



Prainsa

### 2.2 Sobrecargas

Se han considerado las acciones previstas en la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril". Según dicha Instrucción se considerará la acción que sea más desfavorable de los siguientes trenes de carga:

- Tipo A: Constituido por tres ejes de 30 T separados entre sí 1,5 m.
- Tipo B: Constituído por una sobrecarga uniforme de 12 T/m

En ambos casos, los trenes de carga irán afectados del correspondiente coeficiente de impacto.

## 3. CONTROL Y SEGURIDAD

Los niveles de control considerados son los siguientes:

Aceros ..... Normal

Hormigón en vigas prefabricadas ... Intenso

Hormigón "in situ" en losa ..... Normal

De la ejecución:

En vigas prefabricadas ..... Intenso

En losa "in situ" ..... Normal

Se consideran daños previsibles de tipo medio.

Aunque, como puede apreciarse, la fabricación de las vigas, se efectúa con un control a nivel intenso, no se tiene en cuenta ninguna minoración de los coeficientes de seguridad para los estados límites últimos, debido a que en la ejecución de la losa "in situ", fundamental en la rotura de la viga, se ha supuesto un nivel normal,

quedando así en todo caso, del lado de la seguridad.

Los coeficientes de seguridad adoptados son en consecuencia:

Coeficiente de minoración del acero

(armaduras activas y pasivas) ..... $C_s$ = 1.15

Coeficiente de minoración del hormigón ..... $C_c$ = 1.50

Coeficiente de mayoración de acciones ..... $C_f$ = 1.60

## 4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales empleados son:

Hormigón en vigas ..... fck = 425 Kp/cm²

Hormigón en losa ..... fck = 250 Kp/cm²

Armadura activa: Cordón Goliat Super "Stabilized"

Diámetro ..... 0.6 "

Area ..... 1.4 cm²

Límite elástico ..... 17.000 Kp/cm²

Carga de rotura ..... 19.100 Kp/cm²

Armadura pasiva en vigas.... fyk = 5.100 Kp/cm²

Al pretensar las vigas la resistencia mínima del hormigón es de 350 Kp/cm² o mayor si es necesario.

El acero activo se tensa a una tensión correspondiente al 75 % de la carga de rotura, o sea 14.250 Kg/cm².

Las tensiones máximas admisibles de compresión son:

Al pretensar, fibra inferior ..... 350/1.6 = 219 Kg/cm²

En carga, tiempo infinito, fibra superior 425/1.6 = 266 Kg/cm²



En carga, tiempo infinito, fibra superior

de losa ..... 250/1.6 = 156 Kg/cm²

El pretensado se calcula en clase I por lo que no se admiten tracciones en servicio.

## 5. PROCESO DE CALCULO

### 5.1 Cálculo de Esfuerzos

El cálculo de esfuerzos en vigas se realiza mediante un modelo de emparrillado plano, situándose el Tren A en posiciones que van variando metro a metro a lo largo de cada una de las vías del tablero, mientras que para el tren B se genera una única hipótesis para cada vía. Finalmente se seleccionan los esfuerzos más desfavorables

### 5.2 Cálculo del Pretensado

Se realiza en clase I comprobando que bajo la combinación más desfavorable de acciones no se alcanza el estado límite de descompresión. Asimismo se realiza la correspondiente comprobación de tensiones en la viga en la situación de vacío.

5.3 Cálculo de la armadura a cortante

El cálculo de la armadura a cortante se realiza ateniéndonos a lo dispuesto en la EP-93. Uno de los datos necesarios para hallar el ángulo de las fisuras es el de la tensión normal en la fibra baricéntrica de la sección, pero como el centro de gravedad de la sección homogeneizada varía al añadirle la losa y varía también según sea el tipo de carga - instantánea o permanente - a considerar, se ha optado por hacer un barrido de fibra neutra quedándonos con la máxima armadura transversal obtenida.

En cuanto a la armadura de cosido entre viga y losa se admite una tensión rasante entre los dos hormigones de 1.5 Kg/cm², que absorberá parte del esfuerzo, dejando el resto para ser resistido por el acero.

5.4 Seguridad frente a rotura

Se realiza considerando como ley de tensión-deformación en el hormigón la parábola rectángulo y suponiendo un acortamiento unitario de rotura por compresión en el hormigón de 3,5 por mil siendo 10 por mil el alargamiento unitario máximo en la fibra más traccionada.





Siguiendo la ley de "pivoteo" del plano de deformaciones que se indica en la EP-93 se fija la profundidad de la fibra neutra para la cual la resultante de las tensiones coincide con la compresión exterior - nula en nuestro caso - hallando el correspondiente momento generado por las tensiones internas que tendrá que ser mayor que el momento exterior mayorado para que la sección sea válida. En caso de que así no fuera se va incrementando la armadura pasiva inferior hasta igualar al momento exterior mayorado.

El origen de la ley tensión-deformación del acero de pretensado se traslada al punto de alargamiento unitario igual al obtenido en el acero después de pretensar.

5.5 Armadura transversal en losa sobre vigas

Los momentos más desfavorables se obtienen mediante suma de los correspondientes al efecto de cargas localizadas entre vigas y al de la flexión transversal general según las barras trànsversales del emparrillado.

Una vez obtenidos los momentos más desfavorables en el centro del tablero se procede al dimensionamiento de la armadura que se realiza según la Instrucción EH-91.

5.6 Cálculo de los apoyos

A efectos de dimensionamiento de apoyos de neopreno se ha considerado una variación longitudinal lenta del 0.6 por mil que incluye fluencia, retracción y variación térmica.

Para el frenado se ha adoptado el valor total preconizado por la Instrucción repartiendo a partes iguales esta fuerza entre el número de apoyos. En cuanto al giro del apoyo no se ha contado con las acciones anteriores a la del peso propio de la losa, ya que admitimos que al colocar la viga el apoyo no tiene ningún giro, cosa que, si los neoprenos son horizontales, nos dejará del lado de la seguridad, debido a la contraflecha de las vigas.

6. CONCLUSION

Los cálculos has sido efectuados conforme a las Instrucciones y Normativas españolas referentes a la materia, actualmente vigentes. Fundamentalmente se han considerado las siguientes:

- "Instrucción relativa a las accicnes a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril".
- "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado" (EH-91).
- "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado" (EP-93).





## 2.2.- Listado Ordenador vano largo. Dimensionamiento vigas, losa y neoprenos.

El Ingeniero Calculista:

Prainsa

PREFABRICADOS AGRICOLAS E INDUSTRIALES S.A.

Fdo. Antonio Urrecho Corrales

Colegiado: 10410

Ing. Caminos, Canales y Puertos

PROYECTO: CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA FFCC

VIGA: U235s12f29

GEOMETRIA DEL TABLERO

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANCHO TOTAL..... | 12.92 m | ACERA IZQUIERDA. | 1.50 m | ACERA DERECHA... | 1.50 m |
| | | VUELO IZQ..... | 4.21 m | VUELO DER..... | 4.21 m |
| No DE VIGAS..... | 2.00 | ALA SUPERIOR.... | 1.81 m | CANTO LOSA..... | .30 m |
| ALT. ENC. PER... | .04 m | ENTREGA ..... | .08 m | | |
| | | ESP. BALASTO.... | .52 m | CANTO TOTAL..... | 2.65 m |
| No DE VIAS..... | 2 | ANCHO VIA..... | 1.668m | | |

COOR. INI.(Xi,Yi) m..: 0.000 3.910 COOR. FIN.(Xf,Yf) m..:28.900 3.910
COOR. INI.(Xi,Yi) m..: 0.000 8.410 COOR. FIN.(Xf,Yf) m..:28.900 8.410

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA: 1 | | | | | |
| LUZ DE CALCULO.. | 28.90 m | SITUACION VIGA.. | 0.00 m | CANTO VIGA..... | 2.35 m |
| LONGITUD VIGA... | 29.90 m | SEPARACION LIBRE | 3.36 m | ENCOF. PERDIDO.. | .04 m |
| VIGA: 2 | | | | | |
| LUZ DE CALCULO.. | 28.90 m | SITUACION VIGA.. | 4.50 m | CANTO VIGA..... | 2.35 m |
| LONGITUD VIGA... | 29.90 m | SEPARACION LIBRE | 3.36 m | ENCOF. PERDIDO.. | .04 m |

SECCION VIGA SIMPLE

| Trapecio | Base inferior | Base superior | Altura |
|---|---|---|---|
| INF.No. 1 | 1.760 | 1.808 | .020 |
| No. 2 | 1.808 | 1.916 | .270 |
| No. 3 | .420 | .320 | .050 |
| No. 4 | .320 | .320 | 1.640 |
| No. 5 | .320 | .558 | .120 |
| No. 6 | .558 | 1.188 | .130 |
| SUP.No. 7 | 1.188 | 1.140 | .120 |



CARACTERISTICAS MECANICAS SECCION SIMPLE

Area = 1.3876 m2 Inercia= .98172499 m4
Ysup = 1.3643 m Wsup = .71955927 m3
Yinf = .9857 m Winf = .99600984 m3
Canto= 2.3500 m

CARACTERISTICAS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ROTURA

| | | |
|---|---|---|
| Hormigon en viga: | Fck= 425 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Hormigon en losa: | Fck= 250 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Acero arm pasiva: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.15 |
| Armadura activa : | Cable Goliat Super'stabilized' | de 1/2 '' de diametro |
| | Fyk= 17165 Kp/cm2 | Fmaxk= 19000 Kp/cm2 |
| | Area=1.400 cm2 | Cs= 1.15 |
| | | Cf= 1.60 |

Acciones:

TENSIONES ADMISIBLES EN SERVICIO

| | | |
|---|---|---|
| En viga al pretensar: | Cvini= 275.00 Kp/cm2 | Tvini= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con cargas perm: | Cvper= 265.63 Kp/cm2 | Tvper= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con sobrecargas: | Cvsob= 265.63 Kp/cm2 | Tvsob= 0.00 Kp/cm2 |
| En losa con sobrecargas: | Clsob= 156.25 Kp/cm2 | |

ESTADO DE CARGAS

| | | |
|---|---|---|
| Pesos propios: | Peso Propio Viga= | 3469 Kp/m |
| | Peso Propio Losa= | 750 Kp/m2 |
| Cargas muertas: | Peso de Aceras= | 500 Kp/m2 |
| | Peso Barandillas= | 200.00 Kp/m |
| | Peso Balasto = | 827 Kp/m2 |
| | Peso Balasto+via= | 876 Kp/m2 |
| Sobrecargas: | Sobrec. uniforme= | 400 Kp/m2 |

NORMATIVA ESPAÑOLA

| | |
|---|---|
| Peso total trenA= | 90 T |
| Peso total trenB= | 12 T/m |
| Coef. Impacto = | 1.27 |

## MOMENTOS LONGITUDINALES EN VIGAS

| BA | MPPV | MPPL | MPM | MSCU | MTREN | MAXSUMCP | MAXSUMT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 362.16 | 511.80 | 552.69 | 62.52 | 1604.56 | 1426.65 | 3093.73 |
| 2 | 362.16 | 511.80 | 552.69 | 62.52 | 1582.38 | 1426.65 | 3071.54 |

## MOMENTOS TRANSVERSALES POR METRO DE ANCHO EN LOSA DEBIDOS AL EMPARRILLADO

| BANDA | MTPM+ | MTPM- | MTSCU+ | MTSCU- | MTTREN+ | MTTREN- | MT.TOT+ | MT.TOT- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.44 | 0.00 | 3.02 | -.95 | 34.96 | -34.96 | 42.42 | -31.47 |
| 2 | 4.44 | 0.00 | 2.15 | -.08 | 3.84 | -3.84 | 10.44 | 0.00 |
| 3 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 12.11 | -12.11 | 18.62 | -7.67 |
| 4 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 15.77 | -15.77 | 22.28 | -11.33 |
| 5 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 12.11 | -12.11 | 18.62 | -7.67 |
| 6 | 4.44 | 0.00 | 2.15 | -.08 | 3.84 | -3.84 | 10.44 | 0.00 |
| 7 | 4.44 | 0.00 | 3.02 | -.95 | 34.96 | -34.96 | 42.42 | -31.47 |

## MOMENTOS LOCALIZADOS EN LOSA/POR METRO DEBIDOS A SOBRECARGA TREN Y C.PERM.

| BANDA | MTLOCSCU+ | MTLOCSCU- | MTLOCTREN+ | MTLOCTREN- | MTLOCPM+ | MTLOCPM- |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | -1.28 | 3.90 | -7.79 | .47 | -3.66 |
| 2 | 0.00 | -1.28 | 3.90 | -7.79 | .47 | -3.66 |
| 3 | 0.00 | -1.28 | 3.90 | -7.79 | .47 | -3.66 |
| 4 | 0.00 | -1.28 | 3.90 | -7.79 | .47 | -3.66 |
| 5 | 0.00 | -1.28 | 3.90 | -7.79 | .47 | -3.66 |
| 6 | 0.00 | -1.28 | 3.90 | -7.79 | .47 | -3.66 |
| 7 | 0.00 | -1.28 | 3.90 | -7.79 | .47 | -3.66 |

## CORTANTES EN VIGAS DEBIDOS A CARGAS DE TREN

| VIGA | Vmax | Vcentro | Mcentro |
|---|---|---|---|
| 1 | 228.88 | 63.06 | 699.15 |
| 2 | 228.88 | 60.77 | 1092.21 |



## CALCULO Y REPARTO DE MOMENTOS FLECTORES LONGITUDINALES

VIGA 1 (viga extrema izquierda)

Momento peso propio viga = 362.160 mt
Momento peso propio losa = 511.798 mt
Momento pesos muertos = 552.69 mt
Momento sobrecarga unif. = 62.515 mt
Momento sob. Trenes = 1604.56 mt
VIGA : 1.00

Momento total permanentes= 1426.65 mt
Momento total sobrecargas= 1667.08 mt
Momento maximo total = 3093.73 mt

CALCULO DEL PRETENSADO. VIGA EXTREMA IZQUIERDA

ATOS DEL PRETENSADO

FUERZA EN BANCADA: 2114.700 T
ALTURA DEL PRETENSADO: .265 m
PERDIDAS INSTANTANEAS: 219.400 T (10.38%)
PERDIDAS TOTALES: 720.491 T (34.07%)

TENSIONES AL PRETENSAR EN SECCIONES:
DE APOYO (Cables entubados) A 7.3 m. (Todos los cables)

Fibra superior: -146.525 Fibra superior -148.962
Fibra inferior: 1434.910 Fibra inferior 2406.574

TENSIONES EN SECCION CENTRAL AL COLOCAR LOSA

ra superior: 689.875
Fibra inferior: 1686.844

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS

Fibra superior losa: 197.168
Fibra superior viga: 814.155
Fibra inferior viga: 1240.169

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 222.577
Fibra superior viga: 811.713
Fibra inferior viga: 1019.565

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON SOBRECARGA PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 779.688
Fibra superior viga: 1190.367
Fibra inferior viga: .297

CABLES ENVAINADOS: 47 EN 7.8 m. DESDE EL EXTREMO

CALCULO DE FLECHAS

INICIAL (AL CORTAR CABLES)= -3.022 cm AL HORMIGONAR LOSA= -2.913 cm
CON CARGAS MUERTAS = -2.834 cm A TIEMPO INFINITO = -7.953 cm
INCREMENTO POR SOBRECARGAS= 1.085 cm TOTAL = -6.868 cm



CALCULO DE ARM DE REFUERZO POR ROTURA A FLEXION: VIGA EXTREMA 1

SECCION VIGA COMPUESTA:

| TRAPECIO N. | BASES INF. m | BASES SUP. m | ORDENADAS INF. m | ORDENADAS SUP. m | RESISTENCIA DE CALCULO Kg/cm2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.760 | 1.808 | 0.000 | .020 | 304 |
| 2 | 1.808 | 1.916 | .020 | .290 | 304 |
| 3 | .420 | .320 | .290 | .340 | 304 |
| 4 | .320 | .320 | .340 | 1.980 | 304 |
| 5 | .320 | .558 | 1.980 | 2.100 | 304 |
| 6 | .558 | 1.188 | 2.100 | 2.230 | 304 |
| 7 | 1.188 | 1.140 | 2.230 | 2.350 | 304 |
| 8 | .900 | .900 | 2.350 | 2.390 | 179 |
| 9 | 6.460 | 6.460 | 2.390 | 2.650 | 179 |

ARMADURA ACTIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | DEFORM. EN DESCOMP. o/oo | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|---|
| 49.00 | .050 | 14926 | 1970000 | .5572 | 1.00 |
| 43.40 | .100 | 14926 | 1970000 | .5572 | 1.00 |
| 43.40 | .150 | 14926 | 1970000 | .5572 | 1.00 |
| 1.40 | .200 | 14926 | 1970000 | .5572 | 1.00 |
| 0.00 | .250 | 14926 | 1970000 | .5572 | 1.00 |
| 11.20 | 2.305 | 14926 | 1970000 | .5572 | 1.00 |

ARMADURA PASIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|
| 0.00 | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 7.07 | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 9.42 | .210 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .330 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .530 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .730 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .930 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.130 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.330 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.530 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.730 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 1.57 | 1.890 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 1.57 | 1.960 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 12.06 | 2.320 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 0.00 | 2.000 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| REFUERZO | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |

DEFORMACIONES LIMITE: ORDENADA:
Sup.= 3.50000 o/oo Y= 2.650 m
Inf.= 10.00000 o/oo Y= .035 m
Med.= 2.00000 o/oo

ESTADO LIMITE ULTIMO DE ROTURA A FLEXION (CON ARM DE REFUERZO)
DEFORMACIONES: ESFUERZOS:

Sup.= 1.60319 o/oo N= 0.00 t Mext= 3093.73 mt
Inf.= 10.00000 o/oo M= 5349.24 mt Coef.Seg.=1.73

ARMADURA DE REFUERZO DISPUESTA:

PASIVA : 0.000 cm2 - 0 m A CADA LADO DEL EJE DE LA VIGA (sin anclaje)

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL PARA ESFUERZOS CORTANTE

EN VIGA Y RASANTE EN UNION VIGA-LOSA. ( EP-93 )

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA:1 Fyd: | 4200 | Kp/cm2 | Vcuo : | 66.487 | Tm |
| Fct,k : | 25.0 | Kp/cm2 | A90 minimo cortante : | 6.476 | cm2/m |
| Espesor alma de viga: | .32 | m | A90 minimo rasante : | 9.714 | cm2/m |
| Ancho ala sup. viga : | 1.14 | m | Tau max. uniEn V-L : | 1.500 | Kg/cm2 |

***ZONA 1 (SECCION A 0.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 70.837 | 50.126 | 76.497 | 8.653 | 228.877 |
| M | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 695.984 | Tm |
| Sigma c1,d | : | 57.838 | Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** | |
| Y critica | : | 1.507 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.283 | |
| Vu1 | : | 740.427 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 49.540 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 502.443 | Tm |
| Tau | : | 131.363 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | .844 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 251.330 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 263.760 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 2 d 10 + 2 d 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 31.400 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |



***ZONA 2 (SECCION A 2.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 60.052 | 42.494 | 64.850 | 7.385 | 203.632 |
| M | 143.978 | 101.882 | 155.482 | 16.248 | 196.684 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 605.463 | Tm |
| Sigma c1,d | : | 34.626 | Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** | |
| Y critica | : | .950 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.643 | |
| Vu1 | : | 678.205 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 33.123 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 441.388 | Tm |
| Tau | : | 115.418 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 1.778 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 102.995 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 169.008 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 2 d 8 + 2 d 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 20.120 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 3 (SECCION A 3.600 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 53.189 | 37.638 | 57.439 | 6.631 | 187.567 |
| M | 223.247 | 157.975 | 241.084 | 23.872 | 304.971 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 547.942 | Tm |
| Sigma c1,d | : | -2.798 | Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** | |
| Y critica | : | .950 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.550 | |
| Vu1 | : | 695.674 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 31.365 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 402.619 | Tm |
| Tau | : | 105.294 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.152 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 76.524 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.880 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 15.700 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 4 (SECCION A 4.600 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 48.287 | 34.169 | 52.145 | 6.117 | 176.091 |
| M | 273.985 | 193.878 | 295.876 | 28.140 | 374.283 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 506.895 Tm |
| Sigma c1,d | : | -26.693 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .950 m |
| Cotg.Theta | : | 1.488 |
| Vu1 | : | 707.036 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 34.406 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 374.966 Tm |
| Tau | : | 98.073 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.360 |
| Cap.Mec. rasante | : | 64.193 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 169.008 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 2 d 8 + 2 d 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 20.120 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 5 (SECCION A 6.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 40.443 | 28.619 | 43.675 | 5.338 | 157.731 |
| M | 344.969 | 244.108 | 372.531 | 33.098 | 471.252 |

TANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 441.290 Tm |
| Sigma c1,d | : | -60.023 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .950 m |
| Cotg.Theta | : | 1.396 |
| Vu1 | : | 722.864 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 31.110 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 330.791 Tm |
| Tau | : | 86.537 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.624 |
| Cap.Mec. rasante | : | 49.729 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.880 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 15.700 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |



***ZONA 6 (SECCION A 8.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 31.619 | 22.375 | 34.146 | 4.525 | 137.076 |
| M | 409.826 | 290.002 | 442.570 | 36.202 | 559.851 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 367.585 Tm |
| Sigma c1,d | : | -12.271 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .950 m |
| Cotg.Theta | : | 1.777 |
| Vu1 | : | 652.583 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 17.105 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 281.195 Tm |
| Tau | : | 73.586 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.657 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 84.504 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 + 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 10.060 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 7 (SECCION A 9.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 26.717 | 18.906 | 28.852 | 4.103 | 125.601 |
| M | 438.994 | 310.642 | 474.068 | 36.923 | 599.696 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 326.684 Tm |
| Sigma c1,d | : | -4.316 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .950 m |
| Cotg.Theta | : | 1.857 |
| Vu1 | : | 637.401 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 14.145 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 253.688 Tm |
| Tau | : | 66.403 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.704 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 65.940 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 7.850 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 8 (SECCION A 11.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 16.913 | 11.968 | 18.264 | 3.319 | 102.650 |
| M | 482.624 | 341.516 | 521.184 | 36.513 | 659.298 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 244.982 Tm |
| Sigma c1,d | : | -24.069 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .950 m |
| Cotg.Theta | : | 1.818 |
| Vu1 | : | 644.959 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 9.916 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 198.774 Tm |
| Tau | : | 52.063 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.848 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 42.252 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 5.030 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 9 (SECCION A 12.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 12.010 | 8.499 | 12.970 | 2.959 | 91.175 |
| M | 497.085 | 351.749 | 536.801 | 35.507 | 679.053 |

TANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 204.181 Tm |
| Sigma c1,d | : | -30.531 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .950 m |
| Cotg.Theta | : | 1.805 |
| Vu1 | : | 647.430 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 10.659 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 171.366 Tm |
| Tau | : | 44.906 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.894 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 65.940 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 7.850 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |



***ZONA 10 (SECCION A 13.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 7.108 | 5.030 | 7.676 | 2.619 | 79.700 |
| M | 506.645 | 358.513 | 547.124 | 34.048 | 692.112 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 163.413 Tm |
| Sigma c1,d | : | -34.725 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .950 m |
| Cotg.Theta | : | 1.796 |
| Vu1 | : | 649.003 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 7.666 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 143.992 Tm |
| Tau | : | 37.758 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.924 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 42.252 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 5.030 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

RESUMEN DE ARMADO. VIGA: U235s12f29

HORMIGON:

RESISTENCIA CARACTERISTICA A 28 DIAS: 425 Kp/cm2
RESISTENCIA INICIAL AL CORTAR CABLES: 350 Kp/cm2

PRETENSADO: VIGA - 1

TENSION DE PRETENSADO DE LOS CABLES: 14250 Kp/cm2
FUERZA TOTAL DE PRETENSADO EN BANCADA:2114.700 Tn

| FILA | No. DE CORDONES | DIAMETRO (Pulgadas) | ALTURA FILA (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 35 | .500 | .050 |
| 2 | 31 | .500 | .100 |
| 3 | 31 | .500 | .150 |
| 4 | 1 | .500 | .200 |
| 5 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 8 | .500 | 2.305 |

CABLES ENVAINADOS: 47 EN 7.8 m. DESDE EL EXTREMO

ARMADURA PASIVA:

LIMITE ELASTICO ACERO: 5100 Kp/cm2

PLANTILLA 1 EN ALMA:
( Los asteriscos indican la zona que necesita refuerzo en ala )

(4 d 10 a 20 cms. en 4.10m./ 44 Ud.) (4 d 8 a 20 cms. en 3.00m./ 30 Ud.)
(2 d 10 a 20 cms. en 2.80m./ 28 Ud.) (2 d 8 a 20 cms en 1.00m./ 10 Ud.)
(1 d 10 a 20 cms. en 3.05m./ 30 Ud.) (1 d 8 a 20 cms. en 1.00m./ 10 Ud.)

REFUERZO COSIDO ALA :

NO ES NECESARIO NINGUN REFUERZO

PLANTILLAS 2, 3 y 4: 1 d 5 a 20 cms. MISMA SECUENCIA QUE PLANTILLA 1
No. DE PIEZAS DE CADA UNA:152

DATOS PARA TRANSPORTE:

PESO DE LA VIGA:103.72 Tn LONGITUD TOTAL: 29.90m.
MAXIMA LONGITUD DE VOLADIZO DURANTE EL TRANSPORTE: 0.00m.



MOMENTOS TRANSVERSALES EN LOSA

BANDA TRANSVERSAL.....: 1

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 34.959 mt
MOMENTO NEGATIVO=-34.959 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 3.019 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.947 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 3.896 mt
MOMENTO NEGATIVO=-7.791 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 46.784 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .403 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-44.2 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.403 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 379.785

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 403.555





BANDA TRANSVERSAL.....: 2

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 3.845 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.845 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.151 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.079 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 3.896 mt
MOMENTO NEGATIVO=-7.791 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 14.802 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .314 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-12.733 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO= 0 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 110.39
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 82.517

BANDA TRANSVERSAL.....: 3

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 12.107 mt
MOMENTO NEGATIVO=-12.107 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 3.896 mt
MOMENTO NEGATIVO=-7.791 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 22.985 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .151 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-20.401 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.151 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 187.409
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 142.993



BANDA TRANSVERSAL.....: 4

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 15.768 mt
MOMENTO NEGATIVO=-15.768 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 3.896 mt
MOMENTO NEGATIVO=-7.791 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 26.647 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .074 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-24.062 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.074 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 230.542
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 174.672

BANDA TRANSVERSAL.....: 5

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 12.107 mt
MOMENTO NEGATIVO=-12.107 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 3.896 mt
MOMENTO NEGATIVO=-7.791 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

NTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 22.985 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .151 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-20.401 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.151 mt

CAPACIDADES MECANICAS

ACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 187.409
PACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 142.993



BANDA TRANSVERSAL.....: 6

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 3.845 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.845 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.151 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.079 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 3.896 mt
MOMENTO NEGATIVO=-7.791 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 14.802 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .314 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-12.733 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO= 0 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 110.39
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 82.517

BANDA TRANSVERSAL.....: 7

---

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 34.959 mt
MOMENTO NEGATIVO=-34.959 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 3.019 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.947 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 3.896 mt
MOMENTO NEGATIVO=-7.791 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

NTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 46.784 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .403 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-44.2 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.403 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 383.762
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 403.555



REACCIONES DE LAS VIGAS (Para calculo del neopreno)

VERTICAL MAXIMA (T) : 451.752
VERTICAL MINIMA (T) : 206.003
HORIZONTAL LONG (FRENADO) (T) : 22.425
HORIZONTAL LONG (REOLOGICAS) (T) : 3.841
GIRO (Rad) : .009

HORIZONTAL TRANVERSAL (T) : 12.335
EL NEOPRENO ADECUADO ES EL No: 28
DE : 750 x 500 x 110

No. DE LAMINAS DE ACERO: 5
DE ESPESOR : 5

ESPESOR NETO DEL NEOPRENO : 65

## 2.3.- Listado Ordenador vanos cortos. Dimensionamiento vigas, losa y neoprenos.

PROYECTO: PEREJILES.VANOS CORTOS.NORMA FFCC

VIGA: U235s12f29
GEOMETRIA DEL TABLERO

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANCHO TOTAL..... | 12.92 m | ACERA IZQUIERDA. | 1.50 m | ACERA DERECHA... | 1.50 m |
| | | VUELO IZQ..... | 4.21 m | VUELO DER..... | 4.21 m |
| No DE VIGAS..... | 2.00 | ALA SUPERIOR.... | 1.81 m | CANTO LOSA..... | .30 m |
| ALT. ENC. PER... | .04 m | ENTREGA ..... | .08 m | | |
| | | ESP. BALASTO.... | .52 m | CANTO TOTAL..... | 2.65 m |
| No DE VIAS..... | 2 | ANCHO VIA..... | 1.668m | | |

COOR. INI.(Xi,Yi) m..: 0.000 3.910 COOR. FIN.(Xf,Yf) m..:23.450 3.910
COOR. INI.(Xi,Yi) m..: 0.000 8.410 COOR. FIN.(Xf,Yf) m..:23.450 8.410

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA: 1 | | | | | |
| LUZ DE CALCULO.. | 23.45 m | SITUACION VIGA.. | 0.00 m | CANTO VIGA..... | 2.35 m |
| LONGITUD VIGA... | 24.45 m | SEPARACION LIBRE | 3.36 m | ENCOF. PERDIDO.. | .04 m |
| VIGA: 2 | | | | | |
| LUZ DE CALCULO.. | 23.45 m | SITUACION VIGA.. | 4.50 m | CANTO VIGA..... | 2.35 m |
| LONGITUD VIGA... | 24.45 m | SEPARACION LIBRE | 3.36 m | ENCOF. PERDIDO.. | .04 m |

SECCION VIGA SIMPLE

| Trapecio | Base inferior | Base superior | Altura |
|---|---|---|---|
| INF.No. 1 | 1.760 | 1.808 | .020 |
| No. 2 | 1.808 | 1.916 | .270 |
| No. 3 | .420 | .320 | .050 |
| No. 4 | .320 | .320 | 1.640 |
| No. 5 | .320 | .558 | .120 |
| No. 6 | .558 | 1.188 | .130 |
| SUP.No. 7 | 1.188 | 1.140 | .120 |

CARACTERISTICAS MECANICAS SECCION SIMPLE

ea = 1.3876 m2 — Inercia= .98172499 m4
= 1.3643 m — Wsup = .71955927 m3
Yinf = .9857 m — Winf = .99600984 m3
Canto= 2.3500 m

CARACTERISTICAS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ROTURA

| | | |
|---|---|---|
| Hormigon en viga: | Fck= 425 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Hormigon en losa: | Fck= 250 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Acero arm pasiva: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.15 |
| Armadura activa : | Cable Goliat Super'stabilized' | de 1/2 '' de diametro |
| | Fyk= 17165 Kp/cm2 | Fmaxk= 19000 Kp/cm2 |
| | Area=1.400 cm2 | Cs= 1.15 |
| | | Cf= 1.60 |

Acciones:

IONES ADMISIBLES EN SERVICIO

| | | |
|---|---|---|
| En viga al pretensar: | Cvini= 275.00 Kp/cm2 | Tvini= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con cargas perm: | Cvper= 265.63 Kp/cm2 | Tvper= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con sobrecargas: | Cvsob= 265.63 Kp/cm2 | Tvsob= 0.00 Kp/cm2 |
| En losa con sobrecargas: | Clsob= 156.25 Kp/cm2 | |

ESTADO DE CARGAS

| | | |
|---|---|---|
| Pesos propios: | Peso Propio Viga= | 3469 Kp/m |
| | Peso Propio Losa= | 750 Kp/m2 |
| Cargas muertas: | Peso de Aceras= | 500 Kp/m2 |
| | Peso Barandillas= | 200.00 Kp/m |
| | Peso Balasto = | 827 Kp/m2 |
| | Peso Balasto+via= | 876 Kp/m2 |
| ecargas: | Sobrec. uniforme= | 400 Kp/m2 |

NORMATIVA ESPAÑOLA

| | |
|---|---|
| Peso total trenA= | 90 T |
| Peso total trenB= | 12 T/m |
| Coef. Impacto = | 1.31 |

MOMENTOS LONGITUDINALES EN VIGAS

| VIGA | MPPV | MPPL | MPM | MSCU | MTREN | MAXSUMCP | MAXSUMT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 238.45 | 336.97 | 363.89 | 41.16 | 1390.20 | 939.31 | 2370.67 |
| 2 | 238.45 | 336.97 | 363.89 | 41.16 | 1450.47 | 939.31 | 2430.93 |

MOMENTOS TRANSVERSALES POR METRO DE ANCHO EN LOSA DEBIDOS AL EMPARRILLADO

| BANDA | MTPM+ | MTPM- | MTSCU+ | MTSCU- | MTTREN+ | MTTREN- | MT.TOT+ | MT.TOT- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.44 | 0.00 | 2.79 | -.72 | 30.39 | -30.39 | 37.61 | -26.66 |
| 2 | 4.44 | 0.00 | 2.16 | -.09 | 5.41 | -5.41 | 12.01 | -1.06 |
| 3 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 11.71 | -11.71 | 18.22 | -7.27 |
| 4 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 16.51 | -16.51 | 23.02 | -12.07 |
| 5 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 11.89 | -11.89 | 18.40 | -7.45 |
| 6 | 4.44 | 0.00 | 2.16 | -.09 | 5.22 | -5.22 | 11.81 | -.86 |
| 7 | 4.44 | 0.00 | 2.79 | -.72 | 31.24 | -31.24 | 38.47 | -27.52 |

MOMENTOS LOCALIZADOS EN LOSA/POR METRO DEBIDOS A SOBRECARGA TREN Y C.PERM.

| BANDA | MTLOCSCU+ | MTLOCSCU- | MTLOCTREN+ | MTLOCTREN- | MTLOCPM+ | MTLOCPM- |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | -1.28 | 4.00 | -8.00 | .47 | -3.66 |
| 2 | 0.00 | -1.28 | 4.00 | -8.00 | .47 | -3.66 |
| 3 | 0.00 | -1.28 | 4.00 | -8.00 | .47 | -3.66 |
| 4 | 0.00 | -1.28 | 4.00 | -8.00 | .47 | -3.66 |
| 5 | 0.00 | -1.28 | 4.00 | -8.00 | .47 | -3.66 |
| 6 | 0.00 | -1.28 | 4.00 | -8.00 | .47 | -3.66 |
| 7 | 0.00 | -1.28 | 4.00 | -8.00 | .47 | -3.66 |

CORTANTES EN VIGAS DEBIDOS A CARGAS DE TREN

| VIGA | Vmax | Vcentro | Mcentro |
|---|---|---|---|
| 1 | 226.84 | 54.23 | 515.81 |
| 2 | 230.12 | 81.66 | 978.92 |

CALCULO Y REPARTO DE MOMENTOS FLECTORES LONGITUDINALES

GA 2 (viga extrema derecha)

nto peso propio viga = 238.446 mt
Momento peso propio losa = 336.968 mt
Momento pesos muertos = 363.89 mt
Momento sobrecarga unif. = 41.160 mt
Momento sob. Trenes = 1450.47 mt
VIGA : 2.00

Momento total permanentes= 939.31 mt
Momento total sobrecargas= 1491.63 mt
Momento maximo total = 2430.93 mt

CALCULO DEL PRETENSADO. VIGA EXTREMA DERECHA

DATOS DEL PRETENSADO

FUERZA EN BANCADA: 1576.050 T
ALTURA DEL PRETENSADO: .250 m
PERDIDAS INSTANTANEAS: 137.812 T ( 8.74%)
PERDIDAS TOTALES: 464.625 T (29.48%)

TENSIONES AL PRETENSAR EN SECCIONES:
DE APOYO (Cables entubados) A 7.3 m. (Todos los cables)

Fibra superior: -147.496
Fibra inferior: 1174.063

Fibra superior -148.370
Fibra inferior 1854.398

TENSIONES EN SECCION CENTRAL AL COLOCAR LOSA

Fibra superior: 373.979
Fibra inferior: 1394.586

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS

Fibra superior losa: 131.1
Fibra superior viga: 455.87
Fibra inferior viga: 1090.999

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 149.722
Fibra superior viga: 454.638
Fibra inferior viga: 934.25

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON SOBRECARGA PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 649.913
Fibra superior viga: 793.095
Fibra inferior viga: 5.787

CABLES ENVAINADOS: 32 EN 7.8 m. DESDE EL EXTREMO

CALCULO DE FLECHAS

INICIAL (AL CORTAR CABLES)= -1.609 cm
CON CARGAS MUERTAS = -1.705 cm
INCREMENTO POR SOBRECARGAS= .638 cm

AL HORMIGONAR LOSA= -1.680 cm
A TIEMPO INFINITO = -5.141 cm
TOTAL = -4.503 cm

CALCULO DE ARM DE REFUERZO POR ROTURA A FLEXION: VIGA EXTREMA 2

SECCION VIGA COMPUESTA:

| TRAPECIO N. | BASES INF. m | BASES SUP. m | ORDENADAS INF. m | ORDENADAS SUP. m | RESISTENCIA DE CALCULO Kg/cm2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.760 | 1.808 | 0.000 | .020 | 304 |
| 2 | 1.808 | 1.916 | .020 | .290 | 304 |
| 3 | .420 | .320 | .290 | .340 | 304 |
| 4 | .320 | .320 | .340 | 1.980 | 304 |
| 5 | .320 | .558 | 1.980 | 2.100 | 304 |
| 6 | .558 | 1.188 | 2.100 | 2.230 | 304 |
| 7 | 1.188 | 1.140 | 2.230 | 2.350 | 304 |
| 8 | .900 | .900 | 2.350 | 2.390 | 179 |
| 9 | 6.460 | 6.460 | 2.390 | 2.650 | 179 |

ARMADURA ACTIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | DEFORM. EN DESCOMP. o/oo | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|---|
| 49.00 | .050 | 14926 | 1970000 | .4321 | 1.00 |
| 43.40 | .100 | 14926 | 1970000 | .4321 | 1.00 |
| 9.80 | .150 | 14926 | 1970000 | .4321 | 1.00 |
| 0.00 | .200 | 14926 | 1970000 | .4321 | 1.00 |
| 0.00 | .250 | 14926 | 1970000 | .4321 | 1.00 |
| 8.40 | 2.305 | 14926 | 1970000 | .4321 | 1.00 |

ARMADURA PASIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|
| 0.00 | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 7.07 | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 9.42 | .210 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .330 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .530 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .730 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .930 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.130 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.330 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.530 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.730 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 1.57 | 1.890 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 1.57 | 1.960 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 12.06 | 2.320 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 0.00 | 2.000 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| REFUERZO | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |

DEFORMACIONES LIMITE: ORDENADA:
Sup.= 3.50000 o/oo Y= 2.650 m
Inf.= 10.00000 o/oo Y= .035 m
Med.= 2.00000 o/oo

ESTADO LIMITE ULTIMO DE ROTURA A FLEXION (CON ARM DE REFUERZO)
DEFORMACIONES: ESFUERZOS:

Sup.= 1.34130 o/oo N= 0.00 t Mext= 2430.93 mt
Inf.= 10.00000 o/oo M= 4123.74 mt Coef.Seg.=1.70

ARMADURA DE REFUERZO DISPUESTA:

PASIVA : 0.000 cm2 - 0 m A CADA LADO DEL EJE DE LA VIGA (sin anclaje)

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL PARA ESFUERZOS CORTANTE

EN VIGA Y RASANTE EN UNION VIGA-LOSA. ( EP-93 )

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA:2 Fyd: | 4200 | Kp/cm2 | Vcuo : | 66.905 | Tm |
| Fct,k : | 25.0 | Kp/cm2 | A90 minimo cortante : | 6.476 | cm2/m |
| Espesor alma de viga: | .32 | m | A90 minimo rasante : | 9.714 | cm2/m |
| Ancho ala sup. viga : | 1.14 | m | Tau max. uniEn V-L : | 1.500 | Kg/cm2 |

***ZONA 1 (SECCION A 0.000 m DEL APOYO) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 57.479 | 40.673 | 62.071 | 7.021 | 230.124 |
| M | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 635.788 | Tm |
| Sigma c1,d | : | 50.200 | Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** | |
| Y critica | : | 1.701 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.157 | |
| Vu1 | : | 755.516 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 49.657 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 478.745 | Tm |
| Tau | : | 125.450 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | .837 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 240.581 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 263.760 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 2 d 10 + 2 d 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 31.400 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 2 (SECCION A 2.200 m DEL APOYO) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 46.694 | 33.042 | 50.424 | 5.765 | 202.267 |
| M | 114.589 | 81.086 | 123.745 | 12.684 | 332.893 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 541.108 Tm |
| Sigma c1,d | : | 15.994 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .959 m |
| Cotg.Theta | : | 1.463 |
| Vu1 | : | 711.440 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 32.731 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 413.531 Tm |
| Tau | : | 108.384 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 1.693 |
| Cap.Mec. rasante | : | 100.619 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 169.008 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| metro (mm) | : | 2 d 8 + 2 d 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 20.120 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 3 (SECCION A 4.800 m DEL APOYO) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 33.948 | 24.022 | 36.660 | 4.441 | 169.346 |
| M | 219.423 | 155.269 | 236.955 | 21.316 | 637.445 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 429.468 Tm |
| Sigma c1,d | : | -50.734 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .959 m |
| Cotg.Theta | : | 1.206 |
| Vu1 | : | 750.397 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 31.336 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 336.716 Tm |
| Tau | : | 88.283 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.248 |
| Cap.Mec. rasante | : | 59.457 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.880 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 15.700 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 4 (SECCION A 7.400 m DEL APOYO) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 21.202 | 15.003 | 22.896 | 3.289 | 136.425 |
| M | 291.118 | 206.002 | 314.378 | 24.338 | 845.725 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 318.105 Tm |
| Sigma c1,d | : | -68.153 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .959 m |
| Cotg.Theta | : | 1.066 |
| Vu1 | : | 761.973 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 21.940 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 260.176 Tm |
| Tau | : | 68.254 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.540 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 95.004 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 12 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 11.310 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 5 (SECCION A 8.400 m DEL APOYO) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 16.300 | 11.534 | 17.602 | 2.892 | 123.763 |
| M | 309.869 | 219.271 | 334.627 | 24.292 | 900.199 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 275.346 Tm |
| Sigma c1,d | : | -36.283 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .959 m |
| Cotg.Theta | : | 1.479 |
| Vu1 | : | 708.504 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 16.581 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 230.812 Tm |
| Tau | : | 60.570 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.453 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 84.504 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 + 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 10.060 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 6 (SECCION A 9.400 m DEL APOYO) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 11.398 | 8.065 | 12.308 | 2.520 | 111.101 |
| M | 323.718 | 229.070 | 349.582 | 23.691 | 940.431 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 232.628 Tm |
| Sigma c1,d | : | -44.831 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .959 m |
| Cotg.Theta | : | 1.450 |
| Vu1 | : | 713.667 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 13.039 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 201.488 Tm |
| Tau | : | 52.897 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.511 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 65.940 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 7.850 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 7 (SECCION A 10.400 m DEL APOYO) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 6.495 | 4.596 | 7.014 | 2.174 | 98.439 |
| M | 332.665 | 235.401 | 359.244 | 22.613 | 966.421 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 189.952 Tm |
| Sigma c1,d | : | -50.284 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | 1.145 m |
| Cotg.Theta | : | 1.625 |
| Vu1 | : | 681.587 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 9.635 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 172.205 Tm |
| Tau | : | 45.234 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.547 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 42.252 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 5.030 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

RESUMEN DE ARMADO. VIGA: U235s12f29

HORMIGON:

RESISTENCIA CARACTERISTICA A 28 DIAS: 425 Kp/cm2
RESISTENCIA INICIAL AL CORTAR CABLES: 350 Kp/cm2

PRETENSADO: VIGA - 2

TENSION DE PRETENSADO DE LOS CABLES: 14250 Kp/cm2
FUERZA TOTAL DE PRETENSADO EN BANCADA:1576.050 Tn

| FILA | No. DE CORDONES | DIAMETRO (Pulgadas) | ALTURA FILA (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 35 | .500 | .050 |
| 2 | 31 | .500 | .100 |
| 3 | 7 | .500 | .150 |
| 4 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 6 | .500 | 2.305 |

CABLES ENVAINADOS: 32 EN 7.8 m. DESDE EL EXTREMO

ARMADURA PASIVA:

LIMITE ELASTICO ACERO: 5100 Kp/cm2

PLANTILLA 1 EN ALMA:
( Los asteriscos indican la zona que necesita refuerzo en ala )

(4 d 10 a 20 cms. en 4.10m./ 44 Ud.) (4 d 8 a 20 cms. en 2.60m./ 26 Ud.)
(2 d 10 a 20 cms. en 2.60m./ 26 Ud.) (1 d 12 a 20 cms. en 1.00m./ 10 Ud.)
(2 d 8 a 20 cms en 1.00m./ 10 Ud.) (1 d 10 a 20 cms. en .20m./ 2 Ud.) (1 d 8 a

REFUERZO COSIDO ALA :

NO ES NECESARIO NINGUN REFUERZO

PLANTILLAS 2, 3 y 4: 1 d 5 a 20 cms. MISMA SECUENCIA QUE PLANTILLA 1
No. DE PIEZAS DE CADA UNA:124

DATOS PARA TRANSPORTE:

PESO DE LA VIGA: 84.82 Tn LONGITUD TOTAL: 24.45m.
MAXIMA LONGITUD DE VOLADIZO DURANTE EL TRANSPORTE: 0.00m.

MOMENTOS TRANSVERSALES EN LOSA

NDA TRANSVERSAL.....: 1

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 30.386 mt
MOMENTO NEGATIVO=-30.386 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.788 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.715 mt

POR CARGA PERMANENTE

NTO POSITIVO= 4.439 mt
MENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 4.001 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.002 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 42.085 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .365 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-39.606 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.365 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 397.019

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 418.445

BANDA TRANSVERSAL.....: 2

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 5.413 mt
MOMENTO NEGATIVO=-5.413 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.16 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.087 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 4.001 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.002 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 16.484 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .301 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-14.005 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.301 mt

CAPACIDADES MECANICAS

PACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 124.9
ACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 93.928

BANDA TRANSVERSAL.....: 3

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 11.711 mt
MOMENTO NEGATIVO=-11.711 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 4.001 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.002 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 22.695 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .182 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-20.216 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.182 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 184.567
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 141.699

BANDA TRANSVERSAL.....: 4

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 16.507 mt
MOMENTO NEGATIVO=-16.507 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 4.001 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.002 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

ENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 27.491 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .097 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-25.011 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.097 mt

CAPACIDADES MECANICAS

ACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 242.339
ACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 183.843

BANDA TRANSVERSAL.....: 5

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 11.885 mt
MOMENTO NEGATIVO=-11.885 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 4.001 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.002 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 22.869 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .172 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-20.39 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.172 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 186.364
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 143.079

BANDA TRANSVERSAL.....: 6

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 5.215 mt
MOMENTO NEGATIVO=-5.215 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.16 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.087 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 4.001 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.002 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 16.286 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .314 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-13.807 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.314 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 123.256
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 92.565

BANDA TRANSVERSAL.....: 7

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 31.244 mt
MOMENTO NEGATIVO=-31.244 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.788 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.715 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 4.001 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.002 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 42.944 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .387 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-40.464 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.387 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 397.019
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 315.997

REACCIONES DE LAS VIGAS (Para calculo del neopreno)

| | | |
|---|---|---|
| VERTICAL MAXIMA | (T) | : 498.052 |
| VERTICAL MINIMA | (T) | : 168.454 |
| HORIZONTAL LONG (FRENADO) | (T) | : 18.338 |
| HORIZONTAL LONG (REOLOGICAS) | (T) | : 3.117 |
| GIRO | (Rad) | : .009 |
| HORIZONTAL TRANVERSAL | (T) | : 10.314 |

EL NEOPRENO ADECUADO ES EL No: 28
DE : 750 x 500 x 110

No. DE LAMINAS DE ACERO: 5
DE ESPESOR : 5

ESPESOR NETO DEL NEOPRENO : 65



## 2.4.- Listado de Reacciones

**Prainsa**
Dpto. Técnico

REACCIONES AVE CALATAYUD RICLA SUBTRAMO IA
CALCULADAS SEGUN LA NORMA ESPAÑOLA DE FFCC

Se adjuntan las reacciones por neopreno con su valor característico en toneladas. Las correspondientes a la carga del tren están afectadas por el coeficiente de impacto que para la luz de 29 m. es de 1.27 .

- Reacciones Verticales

Para la correcta interpretación de los resultados se ha de saber lo siguiente :

- Los nudos son los que aparecen en el croquis adjunto. Las vía se disponen ripadas 0.30 m. hacia la viga 1 que va de los nudos 1 al 13.
- La hipótesis F1 es la de carga muerta en todo el tablero.
- Las hipótesis F2 y F3 son las de sobrecarga uniforme en paseos izquierdo y derecho respectivamente.
- Las hipótesis F3 a F35 son las correspondientes a distintas posiciones del tren A sobre la vía 1.
- La hipótesis F36 es la correspondiente al tren B sobre la vía 1.
- Las hipótesis F36 a F68 son las correspondientes a distintas posiciones del tren A sobre la vía 2.
- La hipótesis F69 es la correspondiente al tren B sobre la vía 2.
- Además se ha de añadir la de peso propio de viga ( 50.40 T) y losa (70.826 T)

- Reacciones horizontales

En principio se suponen juntas entre todos los vanos y se reparten por igual entre los dos neoprenos sobre los que se apoyan cada viga.

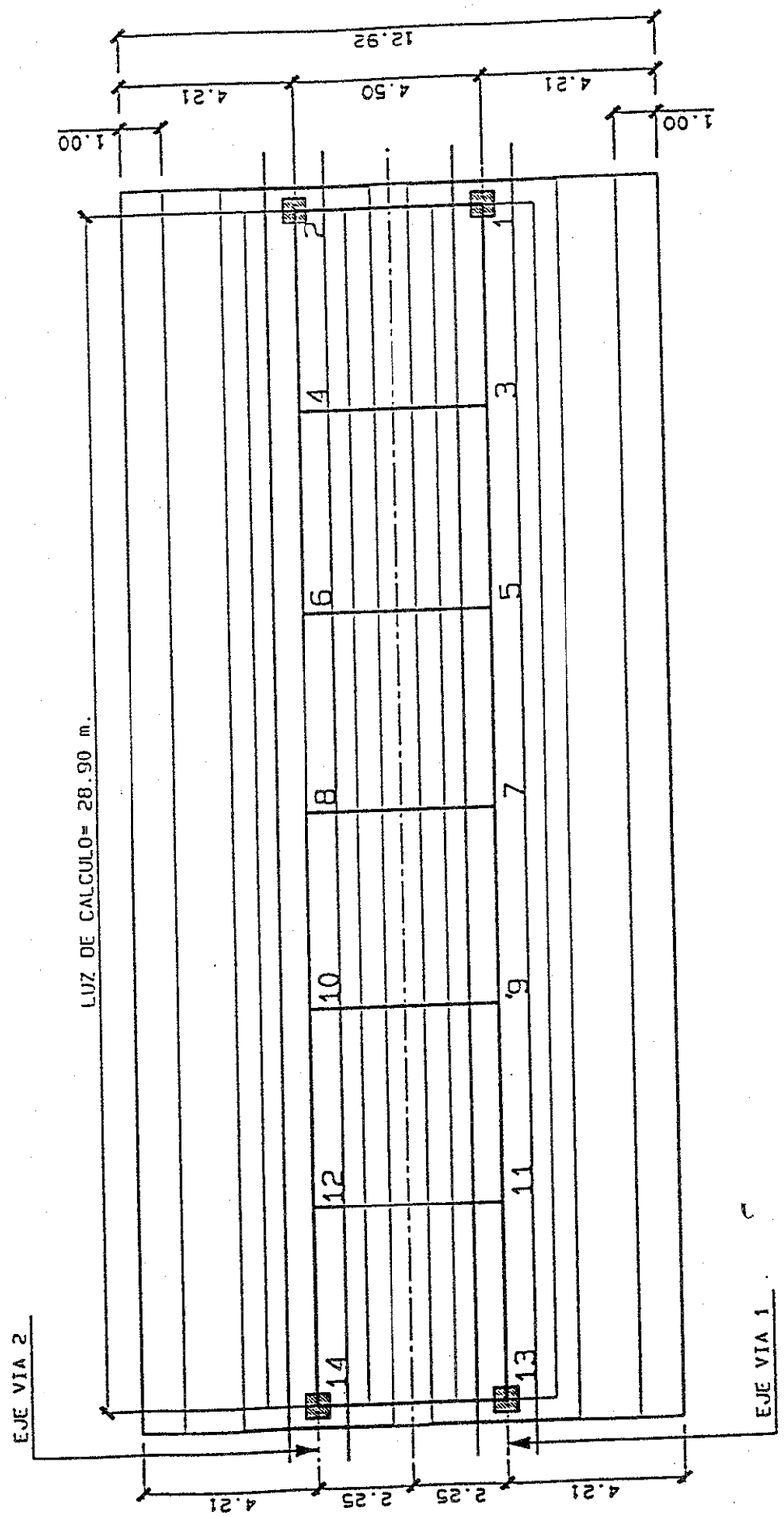
- Fuerza longitudinal de frenado : 22.42 T.
- Fuerza transversal : 12.335 T.

Las fuerzas transversales incluyen el efecto de lazo y el viento transversal sobre viga y tablero.

Además se ha de añadir el incremento de reacción que genera la altura del punto de aplicación de las cargas horizontales sobre la situación de los neoprenos



PRUEBA DE CARGA
OBRA: LINEA MADRID-ZARAGOZA. PUENTE SOBRE EL RIO PEREJILES (P.K. 0+442.000)
FIGURA 1 (EMPARRILLADO EMPLEADO)
PAGINA ...: 01
REVISION : 00
FECHA ...: 29-04-98
Prainsa Dpto. Técnico
Formato FC031 / Rev. 3



## REACCIONES DE LOS APOYOS RIGIDOS

| NUDO | HIPOTESIS | MX | MY | FZ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | F1 | 0.00000 | 0.00000 | -76.49676 |
| | F2 | 0.00000 | 0.00000 | -1.99684 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | -6.65582 |
| | F4 | 0.00000 | 0.00000 | -3.91251 |
| | F5 | 0.00000 | 0.00000 | -6.77590 |
| | F6 | 0.00000 | 0.00000 | -8.75012 |
| | F7 | 0.00000 | 0.00000 | -9.94551 |
| | F8 | 0.00000 | 0.00000 | -16.85677 |
| | F9 | 0.00000 | 0.00000 | -19.57184 |
| | F10 | 0.00000 | 0.00000 | -25.77720 |
| | F11 | 0.00000 | 0.00000 | -26.11237 |
| | F12 | 0.00000 | 0.00000 | -27.64025 |
| | F13 | 0.00000 | 0.00000 | -34.15591 |
| | F14 | 0.00000 | 0.00000 | -36.36453 |
| | F15 | 0.00000 | 0.00000 | -41.00988 |
| | F16 | 0.00000 | 0.00000 | -41.53257 |
| | F17 | 0.00000 | 0.00000 | -47.40201 |
| | F18 | 0.00000 | 0.00000 | -50.19165 |
| | F19 | 0.00000 | 0.00000 | -51.89345 |
| | F20 | 0.00000 | 0.00000 | -55.20296 |
| | F21 | 0.00000 | 0.00000 | -56.46707 |
| | F22 | 0.00000 | 0.00000 | -63.54361 |
| | F23 | 0.00000 | 0.00000 | -66.11422 |
| | F24 | 0.00000 | 0.00000 | -70.81230 |
| | F25 | 0.00000 | 0.00000 | -70.35791 |
| | F26 | 0.00000 | 0.00000 | -72.67534 |
| | F27 | 0.00000 | 0.00000 | -80.69828 |
| | F28 | 0.00000 | 0.00000 | -83.05138 |
| | F29 | 0.00000 | 0.00000 | -87.53144 |
| | F30 | 0.00000 | 0.00000 | -87.98541 |
| | F31 | 0.00000 | 0.00000 | -75.23161 |
| | F32 | 0.00000 | 0.00000 | -46.27914 |
| | F33 | 0.00000 | 0.00000 | -190.06950 |
| | F34 | 0.00000 | 0.00000 | -.33631 |
| | F35 | 0.00000 | 0.00000 | -.63558 |
| | F36 | 0.00000 | 0.00000 | -.80771 |
| | F37 | 0.00000 | 0.00000 | -.70642 |
| | F38 | 0.00000 | 0.00000 | -1.36814 |
| | F39 | 0.00000 | 0.00000 | -1.89381 |
| | F40 | 0.00000 | 0.00000 | -3.12006 |
| | F41 | 0.00000 | 0.00000 | -3.47595 |
| | F42 | 0.00000 | 0.00000 | -3.27497 |
| | F43 | 0.00000 | 0.00000 | -4.56399 |
| | F44 | 0.00000 | 0.00000 | -5.48639 |
| | F45 | 0.00000 | 0.00000 | -7.65769 |
| | F46 | 0.00000 | 0.00000 | -7.99489 |
| | F47 | 0.00000 | 0.00000 | -8.99408 |
| | F48 | 0.00000 | 0.00000 | -9.59722 |
| | F49 | 0.00000 | 0.00000 | -10.86143 |
| | F50 | 0.00000 | 0.00000 | -13.10704 |
| | F51 | 0.00000 | 0.00000 | -13.10393 |
| | F52 | 0.00000 | 0.00000 | -14.00932 |
| | F53 | 0.00000 | 0.00000 | -14.70480 |
| | F54 | 0.00000 | 0.00000 | -17.02661 |
| | F55 | 0.00000 | 0.00000 | -17.75114 |
| | F56 | 0.00000 | 0.00000 | -17.18151 |
| | F57 | 0.00000 | 0.00000 | -17.37497 |
| | F58 | 0.00000 | 0.00000 | -18.12757 |
| | F59 | 0.00000 | 0.00000 | -20.05520 |
| | F60 | 0.00000 | 0.00000 | -20.29422 |
| | F61 | 0.00000 | 0.00000 | -16.27663 |
| | F62 | 0.00000 | 0.00000 | -9.26091 |
| | F63 | 0.00000 | 0.00000 | -38.80779 |

## REACCIONES DE LOS APOYOS RIGIDOS

| NUDO | HIPOTESIS | MX | MY | FZ |
|---|---|---|---|---|
| 13 | F1 | 0.00000 | 0.00000 | -76.49676 |
| | F2 | 0.00000 | 0.00000 | -1.99684 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | -6.65582 |
| | F4 | 0.00000 | 0.00000 | -46.27914 |
| | F5 | 0.00000 | 0.00000 | -75.23161 |
| | F6 | 0.00000 | 0.00000 | -87.98541 |
| | F7 | 0.00000 | 0.00000 | -87.53144 |
| | F8 | 0.00000 | 0.00000 | -83.05138 |
| | F9 | 0.00000 | 0.00000 | -80.69828 |
| | F10 | 0.00000 | 0.00000 | -72.67534 |
| | F11 | 0.00000 | 0.00000 | -70.35791 |
| | F12 | 0.00000 | 0.00000 | -70.81230 |
| | F13 | 0.00000 | 0.00000 | -66.11422 |
| | F14 | 0.00000 | 0.00000 | -63.54361 |
| | F15 | 0.00000 | 0.00000 | -56.46707 |
| | F16 | 0.00000 | 0.00000 | -55.20296 |
| | F17 | 0.00000 | 0.00000 | -51.89345 |
| | F18 | 0.00000 | 0.00000 | -50.19165 |
| | F19 | 0.00000 | 0.00000 | -47.40201 |
| | F20 | 0.00000 | 0.00000 | -41.53257 |
| | F21 | 0.00000 | 0.00000 | -41.00988 |
| | F22 | 0.00000 | 0.00000 | -36.36453 |
| | F23 | 0.00000 | 0.00000 | -34.15591 |
| | F24 | 0.00000 | 0.00000 | -27.64025 |
| | F25 | 0.00000 | 0.00000 | -26.11237 |
| | F26 | 0.00000 | 0.00000 | -25.77720 |
| | F27 | 0.00000 | 0.00000 | -19.57184 |
| | F28 | 0.00000 | 0.00000 | -16.85677 |
| | F29 | 0.00000 | 0.00000 | -9.94551 |
| | F30 | 0.00000 | 0.00000 | -8.75012 |
| | F31 | 0.00000 | 0.00000 | -6.77590 |
| | F32 | 0.00000 | 0.00000 | -3.91251 |
| | F33 | 0.00000 | 0.00000 | -190.06950 |
| | F34 | 0.00000 | 0.00000 | -9.26091 |
| | F35 | 0.00000 | 0.00000 | -16.27663 |
| | F36 | 0.00000 | 0.00000 | -20.29422 |
| | F37 | 0.00000 | 0.00000 | -20.05520 |
| | F38 | 0.00000 | 0.00000 | -18.12757 |
| | F39 | 0.00000 | 0.00000 | -17.37497 |
| | F40 | 0.00000 | 0.00000 | -17.18151 |
| | F41 | 0.00000 | 0.00000 | -17.75114 |
| | F42 | 0.00000 | 0.00000 | -17.02661 |
| | F43 | 0.00000 | 0.00000 | -14.70480 |
| | F44 | 0.00000 | 0.00000 | -14.00932 |
| | F45 | 0.00000 | 0.00000 | -13.10393 |
| | F46 | 0.00000 | 0.00000 | -13.10704 |
| | F47 | 0.00000 | 0.00000 | -10.86143 |
| | F48 | 0.00000 | 0.00000 | -9.59722 |
| | F49 | 0.00000 | 0.00000 | -8.99408 |
| | F50 | 0.00000 | 0.00000 | -7.99489 |
| | F51 | 0.00000 | 0.00000 | -7.65769 |
| | F52 | 0.00000 | 0.00000 | -5.48639 |
| | F53 | 0.00000 | 0.00000 | -4.56399 |
| | F54 | 0.00000 | 0.00000 | -3.27497 |
| | F55 | 0.00000 | 0.00000 | -3.47595 |
| | F56 | 0.00000 | 0.00000 | -3.12006 |
| | F57 | 0.00000 | 0.00000 | -1.89381 |
| | F58 | 0.00000 | 0.00000 | -1.36814 |
| | F59 | 0.00000 | 0.00000 | -.70642 |
| | F60 | 0.00000 | 0.00000 | -.80771 |
| | F61 | 0.00000 | 0.00000 | -.63558 |
| | F62 | 0.00000 | 0.00000 | -.33631 |
| | F63 | 0.00000 | 0.00000 | -38.80779 |

## REACCIONES DE LOS APOYOS RIGIDOS

| NUDO | HIPOTESIS | MX | MY | FZ |
|---|---|---|---|---|
| 2 | F1 | 0.00000 | 0.00000 | -76.49676 |
| | F2 | 0.00000 | 0.00000 | -6.65582 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | -1.99684 |
| | F4 | 0.00000 | 0.00000 | -.08267 |
| | F5 | 0.00000 | 0.00000 | -.27874 |
| | F6 | 0.00000 | 0.00000 | -.44826 |
| | F7 | 0.00000 | 0.00000 | -.26723 |
| | F8 | 0.00000 | 0.00000 | -.38394 |
| | F9 | 0.00000 | 0.00000 | -.77466 |
| | F10 | 0.00000 | 0.00000 | -1.86013 |
| | F11 | 0.00000 | 0.00000 | -2.50566 |
| | F12 | 0.00000 | 0.00000 | -1.95849 |
| | F13 | 0.00000 | 0.00000 | -2.73366 |
| | F14 | 0.00000 | 0.00000 | -3.63083 |
| | F15 | 0.00000 | 0.00000 | -6.01345 |
| | F16 | 0.00000 | 0.00000 | -6.50512 |
| | F17 | 0.00000 | 0.00000 | -6.72462 |
| | F18 | 0.00000 | 0.00000 | -7.04442 |
| | F19 | 0.00000 | 0.00000 | -8.45205 |
| | F20 | 0.00000 | 0.00000 | -11.23149 |
| | F21 | 0.00000 | 0.00000 | -10.98174 |
| | F22 | 0.00000 | 0.00000 | -10.93317 |
| | F23 | 0.00000 | 0.00000 | -11.46835 |
| | F24 | 0.00000 | 0.00000 | -14.06110 |
| | F25 | 0.00000 | 0.00000 | -15.49619 |
| | F26 | 0.00000 | 0.00000 | -14.15947 |
| | F27 | 0.00000 | 0.00000 | -13.42735 |
| | F28 | 0.00000 | 0.00000 | -14.18006 |
| | F29 | 0.00000 | 0.00000 | -16.72796 |
| | F30 | 0.00000 | 0.00000 | -17.28835 |
| | F31 | 0.00000 | 0.00000 | -13.10721 |
| | F32 | 0.00000 | 0.00000 | -6.96175 |
| | F33 | 0.00000 | 0.00000 | -30.48016 |
| | F34 | 0.00000 | 0.00000 | -3.65213 |
| | F35 | 0.00000 | 0.00000 | -6.41025 |
| | F36 | 0.00000 | 0.00000 | -8.38663 |
| | F37 | 0.00000 | 0.00000 | -9.51223 |
| | F38 | 0.00000 | 0.00000 | -15.89303 |
| | F39 | 0.00000 | 0.00000 | -18.44832 |
| | F40 | 0.00000 | 0.00000 | -24.51104 |
| | F41 | 0.00000 | 0.00000 | -25.14208 |
| | F42 | 0.00000 | 0.00000 | -26.32999 |
| | F43 | 0.00000 | 0.00000 | -32.32995 |
| | F44 | 0.00000 | 0.00000 | -34.48851 |
| | F45 | 0.00000 | 0.00000 | -39.35972 |
| | F46 | 0.00000 | 0.00000 | -40.04684 |
| | F47 | 0.00000 | 0.00000 | -45.15155 |
| | F48 | 0.00000 | 0.00000 | -47.63885 |
| | F49 | 0.00000 | 0.00000 | -49.46509 |
| | F50 | 0.00000 | 0.00000 | -53.32337 |
| | F51 | 0.00000 | 0.00000 | -54.35080 |
| | F52 | 0.00000 | 0.00000 | -60.48792 |
| | F53 | 0.00000 | 0.00000 | -62.87341 |
| | F54 | 0.00000 | 0.00000 | -67.84057 |
| | F55 | 0.00000 | 0.00000 | -68.10297 |
| | F56 | 0.00000 | 0.00000 | -69.65952 |
| | F57 | 0.00000 | 0.00000 | -76.75503 |
| | F58 | 0.00000 | 0.00000 | -79.08340 |
| | F59 | 0.00000 | 0.00000 | -84.19829 |
| | F60 | 0.00000 | 0.00000 | -84.98358 |
| | F61 | 0.00000 | 0.00000 | -72.07099 |
| | F62 | 0.00000 | 0.00000 | -43.98671 |
| | F63 | 0.00000 | 0.00000 | -181.74187 |

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA FFCC

REACCIONES DE LOS APOYOS RIGIDOS

| NUDO | HIPOTESIS | MX | MY | FZ |
|---|---|---|---|---|
| 14 | F1 | 0.00000 | 0.00000 | -76.49676 |
| | F2 | 0.00000 | 0.00000 | -6.65582 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | -1.99684 |
| | F4 | 0.00000 | 0.00000 | -6.96175 |
| | F5 | 0.00000 | 0.00000 | -13.10721 |
| | F6 | 0.00000 | 0.00000 | -17.26835 |
| | F7 | 0.00000 | 0.00000 | -16.72796 |
| | F8 | 0.00000 | 0.00000 | -14.18006 |
| | F9 | 0.00000 | 0.00000 | -13.42735 |
| | F10 | 0.00000 | 0.00000 | -14.15947 |
| | F11 | 0.00000 | 0.00000 | -15.49619 |
| | F12 | 0.00000 | 0.00000 | -14.06110 |
| | F13 | 0.00000 | 0.00000 | -11.46835 |
| | F14 | 0.00000 | 0.00000 | -10.93317 |
| | F15 | 0.00000 | 0.00000 | -10.98174 |
| | F16 | 0.00000 | 0.00000 | -11.23149 |
| | F17 | 0.00000 | 0.00000 | -8.45205 |
| | F18 | 0.00000 | 0.00000 | -7.04442 |
| | F19 | 0.00000 | 0.00000 | -6.72462 |
| | F20 | 0.00000 | 0.00000 | -6.50512 |
| | F21 | 0.00000 | 0.00000 | -6.01345 |
| | F22 | 0.00000 | 0.00000 | -3.63083 |
| | F23 | 0.00000 | 0.00000 | -2.73366 |
| | F24 | 0.00000 | 0.00000 | -1.95849 |
| | F25 | 0.00000 | 0.00000 | -2.50566 |
| | F26 | 0.00000 | 0.00000 | -1.86013 |
| | F27 | 0.00000 | 0.00000 | -.77466 |
| | F28 | 0.00000 | 0.00000 | -.38394 |
| | F29 | 0.00000 | 0.00000 | -.26723 |
| | F30 | 0.00000 | 0.00000 | -.44826 |
| | F31 | 0.00000 | 0.00000 | -.27874 |
| | F32 | 0.00000 | 0.00000 | -.08267 |
| | F33 | 0.00000 | 0.00000 | -30.48016 |
| | F34 | 0.00000 | 0.00000 | -43.98671 |
| | F35 | 0.00000 | 0.00000 | -72.07099 |
| | F36 | 0.00000 | 0.00000 | -84.98358 |
| | F37 | 0.00000 | 0.00000 | -84.19829 |
| | F38 | 0.00000 | 0.00000 | -79.08340 |
| | F39 | 0.00000 | 0.00000 | -76.75503 |
| | F40 | 0.00000 | 0.00000 | -69.65952 |
| | F41 | 0.00000 | 0.00000 | -68.10297 |
| | F42 | 0.00000 | 0.00000 | -67.84057 |
| | F43 | 0.00000 | 0.00000 | -62.87341 |
| | F44 | 0.00000 | 0.00000 | -60.48792 |
| | F45 | 0.00000 | 0.00000 | -54.35080 |
| | F46 | 0.00000 | 0.00000 | -53.32337 |
| | F47 | 0.00000 | 0.00000 | -49.46509 |
| | F48 | 0.00000 | 0.00000 | -47.63885 |
| | F49 | 0.00000 | 0.00000 | -45.15155 |
| | F50 | 0.00000 | 0.00000 | -40.04684 |
| | F51 | 0.00000 | 0.00000 | -39.35972 |
| | F52 | 0.00000 | 0.00000 | -34.48851 |
| | F53 | 0.00000 | 0.00000 | -32.32995 |
| | F54 | 0.00000 | 0.00000 | -26.32999 |
| | F55 | 0.00000 | 0.00000 | -25.14208 |
| | F56 | 0.00000 | 0.00000 | -24.51104 |
| | F57 | 0.00000 | 0.00000 | -18.44832 |
| | F58 | 0.00000 | 0.00000 | -15.89303 |
| | F59 | 0.00000 | 0.00000 | -9.51223 |
| | F60 | 0.00000 | 0.00000 | -8.38663 |
| | F61 | 0.00000 | 0.00000 | -6.41025 |
| | F62 | 0.00000 | 0.00000 | -3.65213 |
| | F63 | 0.00000 | 0.00000 | -181.74187 |

# 3.- CALCULOS CON NORMATIVA U.I.C.

Prainsa
Dpto. Técnico

## 3.1.- Memoria de Cálculo

Prainsa

# PUENTES FF.CC. TABLEROS DE VIGAS CON LOSA SUPERIOR

## MEMORIA DE CALCULO SEGUN LA NORMA U.I.C.

Empresa: U.T.E. CALTAYUD I-A

Obra: VIADUCTO SOBRE RIO PEREJILES

## 1. DIMENSIONES

| | *VANO LARGO* | *VANOS CORTOS* |
|---|---|---|
| - Luz de cálculo: | 28.90 m. | 23.45 m. |
| - Ancho de tablero: | 12.92 m. | 12.92 m. |
| - Número de vigas: | 2 | 2 |
| - Canto de vigas: | 2.35 m. | 2.35 m. |
| - Canto de losa: | 0.30 m. | 0.30 m. |

(Incluso encofrado perdido)

## 2. ACCIONES CONSIDERADAS

### 2.1 Cargas permanentes

El peso propio de vigas prefabricadas y hormigón de losa se deduce por cubicación supuesta una densidad del hormigón de 2.5 T/m³.

Además se consideran:

Balasto ..... 1.6 Kg./m³

Vía + Traviesa ..... 0.64 T./m.



Prainsa

### 2.2 Sobrecargas

Se han considerado las acciones previstas en la "Norma U.I.C. ficha 776.1 3ª edición 1/7/79". Según dicha Instrucción se considerará la acción del esquema de cargas de la ficha 702.0 2ª edición 1/7/74 en la posición que resulte más desfavorable para el efecto que se considere. La carga del Esquema de cálculo consta de:

- Cargas puntuales: Constituidas por cuatro ejes de 250 kN (25.48 t) separados entre sí 1,6 m.
- Carga uniforme: Constituída por una sobrecarga uniforme de 80 kN/m (8.15 t/m) extendida en la zona de la vía no ocupada por las cargas puntuales

El esquema U.I.C. de carga irá afectado del correspondiente coeficiente de impacto.

## 3. CONTROL Y SEGURIDAD

Para el dimensionamiento y comprobación de secciones se considera en todo momento las normativas españolas.

Los niveles de control considerados son los siguientes:

Aceros ..... Normal

Hormigón en vigas prefabricadas ... Intenso

Hormigón "in situ" en losa ..... Normal

De la ejecución:

En vigas prefabricadas ..... Intenso

En losa "in situ" ..... Normal

Se consideran daños previsibles de tipo medio.

Aunque, como puede apreciarse, la fabricación de las vigas, se efectúa con un control a nivel intenso, no se tiene en cuenta ninguna minoración de los coeficientes de seguridad para los estados límites últimos, debido a que en la ejecución de la losa "in situ", fundamental en la rotura de la viga, se ha supuesto un nivel normal, quedando así en todo caso, del lado de la seguridad.

Los coeficientes de seguridad adoptados son en consecuencia:

Coeficiente de minoración del acero
(armaduras activas y pasivas) ..... $C_s$ = 1.15

Coeficiente de minoración del hormigón ..... $C_c$ = 1.50

Coeficiente de mayoración de acciones ..... $C_f$ = 1.60

## 4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales empleados son:

Hormigón en vigas ..... fck = 425 Kp/cm²

Hormigón en losa ..... fck = 250 Kp/cm²

Armadura activa: Cordón Goliat Super "Stabilized"

Diámetro ..... 0.6 "

Area ..... 1.4 cm²

Límite elástico ..... 17.000 Kp/cm²

Carga de rotura ..... 19.100 Kp/cm²

Armadura pasiva en vigas.... fyk = 5.100 Kp/cm²



Al pretensar las vigas la resistencia mínima del hormigón es de 350 Kp/cm² o mayor si es necesario.

El acero activo se tensa a una tensión correspondiente al 75 % de la carga de rotura, o sea 14.250 Kg/cm².

Las tensiones máximas admisibles de compresión son:

Al pretensar, fibra inferior ..... 350/1.6 = 219 Kg/cm²

En carga, tiempo infinito, fibra superior 425/1.6 = 266 Kg/cm²

En carga, tiempo infinito, fibra superior
de losa ..... 250/1.6 = 156 Kg/cm²

El pretensado se calcula en clase I por lo que no se admiten tracciones en servicio.

## 5. PROCESO DE CALCULO

### 5.1 Cálculo de Esfuerzos

El cálculo de esfuerzos en vigas se realiza mediante un modelo de emparrillado plano, situándose el Esquema de cargas U.I.C. en posiciones que van variando metro a metro a lo largo de cada una de las vías del tablero seleccionándose los esfuerzos más desfavorables

### 5.2 Cálculo del Pretensado

Se realiza en clase I comprobando que bajo la combinación más desfavorable de acciones no se alcanza el estado límite de

descompresión. Asimismo se realiza la correspondiente comprobación de tensiones en la viga en la situación de vacío.

5.3 Cálculo de la armadura a cortante

El cálculo de la armadura a cortante se realiza ateniéndonos a lo dispuesto en la EP-93. Uno de los datos necesarios para hallar el ángulo de las fisuras es el de la tensión normal en la fibra baricéntrica de la sección, pero como el centro de gravedad de la sección homogeneizada varía al añadirle la losa y varía también según sea el tipo de carga - instantánea o permanente - a considerar, se ha optado por hacer un barrido de fibra neutra quedándonos con la máxima armadura transversal obtenida.

En cuanto a la armadura de cosido entre viga y losa se admite una tensión rasante entre los dos hormigones de 1.5 Kg/cm$^2$, que absorberá parte del esfuerzo, dejando el resto para ser resistido por el acero.

5.4 Seguridad frente a rotura

Se realiza considerando como ley de tensión-deformación en el hormigón la parábola rectángulo y suponiendo un acortamiento unitario de rotura por compresión en el hormigón de 3,5 por mil siendo 10 por mil el alargamiento unitario máximo en la fibra más traccionada.





Siguiendo la ley de "pivoteo" del plano de deformaciones que se indica en la EP-93 se fija la profundidad de la fibra neutra para la cual la resultante de las tensiones coincide con la compresión exterior - nula en nuestro caso - hallando el correspondiente momento generado por las tensiones internas que tendrá que ser mayor que el momento exterior mayorado para que la sección sea válida. En caso de que así no fuera se va incrementando la armadura pasiva inferior hasta igualar al momento exterior mayorado.

El origen de la ley tensión-deformación del acero de pretensado se traslada al punto de alargamiento unitario igual al obtenido en el acero después de pretensar.

5.5 Armadura transversal en losa sobre vigas

Los momentos más desfavorables se obtienen mediante suma de los correspondientes al efecto de cargas localizadas entre vigas y al de la flexión transversal general según las barras transversales del emparrillado.

Una vez obtenidos los momentos más desfavorables en el centro del tablero se procede al dimensionamiento de la armadura que se realiza según la Instrucción EH-91.

5.6 Cálculo de los apoyos

A efectos de dimensionamiento de apoyos de neopreno se ha considerado una variación longitudinal lenta del 0.6 por mil que incluye fluencia, retracción y variación térmica.

Para el frenado y el efecto lazo se ha adoptado el valor total preconizado por la U.I.C. repartiendo a partes iguales esta fuerza entre el número de apoyos.

El viento se ha generado según U.I.C. 776.1 con una velocidad del viento metereológico de 100Km/h y una altura de construcción inferior a 10 m.

En cuanto al giro del apoyo no se ha contado con las acciones anteriores a la del peso propio de la losa, ya que admitimos que al colocar la viga el apoyo no tiene ningún giro, cosa que, si los neoprenos son horizontales, nos dejará del lado de la seguridad, debido a la contraflecha de las vigas.



Prainsa

6. CONCLUSION

Los cálculos has sido efectuados de tal manera que para el establecimiento de acciones se ha empleado la Norma U.I.C. 776.1:

- "Charges a prendre en consideration dans le calcul des ponts rails".

Mientras que el dimensionamiento y comprobación de secciones se ha hecho conforme a las Instrucciones y Normativas españolas referentes a la materia, actualmente vigentes.

Fundamentalmente se han considerado las siguientes:

- "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado" (EH-91).
- "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado" (EP-93).

El Ingeniero Calculista:

Fdo: Antonio Utrecho Corrales

Coleg. 10410

Ing. Caminos, Canales y Puertos.

3.2.- Listado Ordenador vano largo. Dimensionamiento vigas, losa y neoprenos.

PROYECTO: CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

VIGA: U235s12f29
GEOMETRIA DEL TABLERO

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ANCHO TOTAL..... | 12.92 m | ACERA IZQUIERDA. | 1.50 m | ACERA DERECHA... | 1.50 m |
| | | VUELO IZQ..... | 4.21 m | VUELO DER..... | 4.21 m |
| No DE VIGAS..... | 2.00 | ALA SUPERIOR.... | 1.81 m | CANTO LOSA..... | .30 m |
| ALT. ENC. PER... | .04 m | ENTREGA ..... | .08 m | | |
| | | ESP. BALASTO.... | .52 m | CANTO TOTAL..... | 2.65 m |
| No DE VIAS..... | 2 | ANCHO VIA..... | 1.435m | | |

COOR. INI.(Xi,Yi) m..: 0.000 3.910 COOR. FIN.(Xf,Yf) m..:28.900 3.910
COOR. INI.(Xi,Yi) m..: 0.000 8.410 COOR. FIN.(Xf,Yf) m..:28.900 8.410

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA: 1 | | | | | |
| LUZ DE CALCULO.. | 28.90 m | SITUACION VIGA.. | 0.00 m | CANTO VIGA..... | 2.35 m |
| LONGITUD VIGA... | 29.90 m | SEPARACION LIBRE | 3.36 m | ENCOF. PERDIDO.. | .04 m |
| VIGA: 2 | | | | | |
| LUZ DE CALCULO.. | 28.90 m | SITUACION VIGA.. | 4.50 m | CANTO VIGA..... | 2.35 m |
| LONGITUD VIGA... | 29.90 m | SEPARACION LIBRE | 3.36 m | ENCOF. PERDIDO.. | .04 m |

SECCION VIGA SIMPLE

| Trapecio | Base inferior | Base superior | Altura |
|---|---|---|---|
| INF.No. 1 | 1.760 | 1.808 | .020 |
| No. 2 | 1.808 | 1.916 | .270 |
| No. 3 | .420 | .320 | .050 |
| No. 4 | .320 | .320 | 1.640 |
| No. 5 | .320 | .558 | .120 |
| No. 6 | .558 | 1.188 | .130 |
| SUP.No. 7 | 1.188 | 1.140 | .120 |

CARACTERISTICAS MECANICAS SECCION SIMPLE

rea = 1.3876 m2 — Inercia= .98172499 m4
p = 1.3643 m — Wsup = .71955927 m3
Yinf = .9857 m — Winf = .99600984 m3
Canto= 2.3500 m

CARACTERISTICAS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ROTURA

| | | |
|---|---|---|
| Hormigon en viga: | Fck= 425 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Hormigon en losa: | Fck= 250 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Acero arm pasiva: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.15 |
| Armadura activa : | Cable Goliat Super'stabilized' | de 1/2 '' de diametro |
| | Fyk= 17165 Kp/cm2 | Fmaxk= 19000 Kp/cm2 |
| | Area=1.400 cm2 | Cs= 1.15 |
| | | Cf= 1.60 |

Acciones:

SIONES ADMISIBLES EN SERVICIO

| | | |
|---|---|---|
| En viga al pretensar: | Cvini= 275.00 Kp/cm2 | Tvini= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con cargas perm: | Cvper= 265.63 Kp/cm2 | Tvper= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con sobrecargas: | Cvsob= 265.63 Kp/cm2 | Tvsob= 0.00 Kp/cm2 |
| En losa con sobrecargas: | Clsob= 156.25 Kp/cm2 | |

ESTADO DE CARGAS

| | | |
|---|---|---|
| Pesos propios: | Peso Propio Viga= | 3469 Kp/m |
| | Peso Propio Losa= | 750 Kp/m2 |
| Cargas muertas: | Peso de Aceras= | 500 Kp/m2 |
| | Peso Barandillas= | 200.00 Kp/m |
| | Peso Balasto = | 827 Kp/m2 |
| | Peso Balasto+via= | 876 Kp/m2 |
| Sobrecargas: | Sobrec. uniforme= | 400 Kp/m2 |

NORMA U.I.C. FICHA 776-1-R. ESQUEMA DE CARGAS 702-0

| | |
|---|---|
| Peso total cargas puntuales= | 101.92 T |
| Peso total sobrecarcas uniformes= | 8.15 T/m |
| Coef. Impacto Momentos Flectores= | 1.10 |
| Coef. Impacto Esfuerzos Cortantes= | 1.07 |

MOMENTOS LONGITUDINALES EN VIGAS

| VIGA | MPPV | MPPL | MPM | MSCU | MTREN | MAXSUMCP | MAXSUMT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 362.16 | 511.80 | 552.69 | 62.52 | 1266.75 | 1426.65 | 2755.91 |
| 2 | 362.16 | 511.80 | 552.69 | 62.52 | 1248.63 | 1426.65 | 2737.79 |

MOMENTOS TRANSVERSALES POR METRO DE ANCHO EN LOSA DEBIDOS AL EMPARRILLADO

| BANDA | MTPM+ | MTPM- | MTSCU+ | MTSCU- | MTTREN+ | MTTREN- | MT.TOT+ | MT.TOT- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.44 | 0.00 | 3.02 | -.95 | 27.33 | -27.33 | 34.79 | -23.84 |
| 2 | 4.44 | 0.00 | 2.15 | -.08 | 2.56 | -2.56 | 9.15 | 0.00 |
| 3 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 10.02 | -10.02 | 16.53 | -5.58 |
| 4 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 12.75 | -12.75 | 19.26 | -8.31 |
| 5 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 10.02 | -10.02 | 16.53 | -5.58 |
| 6 | 4.44 | 0.00 | 2.15 | -.08 | 2.56 | -2.56 | 9.15 | 0.00 |
| 7 | 4.44 | 0.00 | 3.02 | -.95 | 27.33 | -27.33 | 34.79 | -23.84 |

MOMENTOS LOCALIZADOS EN LOSA/POR METRO DEBIDOS A SOBRECARGA TREN Y C.PERM.

| BANDA | MTLOCSCU+ | MTLOCSCU- | MTLOCTREN+ | MTLOCTREN- | MTLOCPM+ | MTLOCPM- |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | -1.28 | 2.38 | -4.76 | .47 | -3.66 |
| 2 | 0.00 | -1.28 | 2.38 | -4.76 | .47 | -3.66 |
| 3 | 0.00 | -1.28 | 2.38 | -4.76 | .47 | -3.66 |
| 4 | 0.00 | -1.28 | 2.38 | -4.76 | .47 | -3.66 |
| 5 | 0.00 | -1.28 | 2.38 | -4.76 | .47 | -3.66 |
| 6 | 0.00 | -1.28 | 2.38 | -4.76 | .47 | -3.66 |
| 7 | 0.00 | -1.28 | 2.38 | -4.76 | .47 | -3.66 |

CORTANTES EN VIGAS DEBIDOS A CARGAS DE TREN

| VIGA | Vmax | Vcentro | Mcentro |
|---|---|---|---|
| 1 | 183.34 | 38.79 | 1193.28 |
| 2 | 183.34 | 38.14 | 1176.87 |

CALCULO Y REPARTO DE MOMENTOS FLECTORES LONGITUDINALES

VIGA 1 (viga extrema izquierda)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Momento peso propio viga | = 362.160 mt | | |
| Momento peso propio losa | = 511.798 mt | | |
| Momento pesos muertos | = 552.69 mt | Momento total permanentes= | 1426.65 mt |
| Momento sobrecarga unif. | = 62.515 mt | | |
| Momento sob. Trenes | = 1266.75 mt | Momento total sobrecargas= | 1329.27 mt |
| VIGA : | 1.00 | Momento maximo total = | 2755.91 mt |

CALCULO DEL PRETENSADO. VIGA EXTREMA IZQUIERDA

DATOS DEL PRETENSADO

| | | |
|---|---|---|
| FUERZA EN BANCADA: | 1895.250 T | |
| ALTURA DEL PRETENSADO: | .278 m | |
| PERDIDAS INSTANTANEAS: | 179.376 T | ( 9.46%) |
| PERDIDAS TOTALES: | 589.329 T | (31.10%) |

TENSIONES AL PRETENSAR EN SECCIONES:
DE APOYO (Cables entubados) A 5.3 m. (Todos los cables)

| | |
|---|---|
| Fibra superior: -146.525 | Fibra superior -145.959 |
| Fibra inferior: 1434.910 | Fibra inferior 2183.753 |

TENSIONES EN SECCION CENTRAL AL COLOCAR LOSA

Fibra superior: 763.145
Fibra inferior: 1435.552

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS

Fibra superior losa: 195.438
Fibra superior viga: 887.427
Fibra inferior viga: 1002.443

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 214.933
Fibra superior viga: 884.962
Fibra inferior viga: 827.965

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON SOBRECARGA PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 660.113
Fibra superior viga: 1186.936
Fibra inferior viga: 8.153

CABLES ENVAINADOS: 36 EN 5.8 m. DESDE EL EXTREMO

CALCULO DE FLECHAS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL (AL CORTAR CABLES) | = | -2.592 | cm | AL HORMIGONAR LOSA= | -2.343 cm |
| CON CARGAS MUERTAS | = | -2.192 | cm | A TIEMPO INFINITO = | -6.073 cm |
| INCREMENTO POR SOBRECARGAS | = | .868 | cm | TOTAL = | -5.205 cm |

CALCULO DE ARM DE REFUERZO POR ROTURA A FLEXION: VIGA EXTREMA 1

SECCION VIGA COMPUESTA:

| TRAPECIO N. | BASES INF. m | BASES SUP. m | ORDENADAS INF. m | ORDENADAS SUP. m | RESISTENCIA DE CALCULO Kg/cm2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.760 | 1.808 | 0.000 | .020 | 304 |
| 2 | 1.808 | 1.916 | .020 | .290 | 304 |
| 3 | .420 | .320 | .290 | .340 | 304 |
| 4 | .320 | .320 | .340 | 1.980 | 304 |
| 5 | .320 | .558 | 1.980 | 2.100 | 304 |
| 6 | .558 | 1.188 | 2.100 | 2.230 | 304 |
| 7 | 1.188 | 1.140 | 2.230 | 2.350 | 304 |
| 8 | .900 | .900 | 2.350 | 2.390 | 179 |
| 9 | 6.460 | 6.460 | 2.390 | 2.650 | 179 |

ARMADURA ACTIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | DEFORM. EN DESCOMP. o/oo | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|---|
| 49.00 | .050 | 14926 | 1970000 | .4970 | 1.00 |
| 43.40 | .100 | 14926 | 1970000 | .4970 | 1.00 |
| 29.40 | .150 | 14926 | 1970000 | .4970 | 1.00 |
| 0.00 | .200 | 14926 | 1970000 | .4970 | 1.00 |
| 0.00 | .250 | 14926 | 1970000 | .4970 | 1.00 |
| 11.20 | 2.305 | 14926 | 1970000 | .4970 | 1.00 |

ARMADURA PASIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|
| 0.00 | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 7.07 | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 9.42 | .210 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .330 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .530 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .730 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .930 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.130 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.330 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.530 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.730 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 1.57 | 1.890 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 1.57 | 1.960 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 12.06 | 2.320 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 0.00 | 2.000 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| REFUERZO | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |

DEFORMACIONES LIMITE: ORDENADA:

Sup.= 3.50000 o/oo Y= 2.650 m

Inf.= 10.00000 o/oo Y= .035 m

Med.= 2.00000 o/oo

ESTADO LIMITE ULTIMO DE ROTURA A FLEXION (CON ARM DE REFUERZO)

DEFORMACIONES: ESFUERZOS:

Sup.= 1.48142 o/oo N= 0.00 t Mext= 2755.91 mt

Inf.= 10.00000 o/oo M= 4813.22 mt Coef.Seg.=1.75

ARMADURA DE REFUERZO DISPUESTA:

PASIVA : 0.000 cm2 - 0 m A CADA LADO DEL EJE DE LA VIGA (sin anclaje)

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL PARA ESFUERZOS CORTANTE

EN VIGA Y RASANTE EN UNION VIGA-LOSA. ( EP-93 )

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA:1 Fyd: | 4200 | Kp/cm2 | Vcuo : | 66.125 | Tm |
| Fct,k : | 25.0 | Kp/cm2 | A90 minimo cortante : | 6.476 | cm2/m |
| Espesor alma de viga: | .32 | m | A90 minimo rasante : | 9.714 | cm2/m |
| Ancho ala sup. viga : | 1.14 | m | Tau max. uniEn V-L : | 1.500 | Kg/cm2 |

***ZONA 1 (SECCION A 0.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 70.837 | 50.126 | 76.497 | 8.653 | 183.335 |
| M | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 623.116 | Tm | |
| Sigma c1,d | : 59.718 | Kp/cm2 | |
| Zona | : ***AB*** | | |
| Y critica | : 1.696 | m | |
| Cotg.Theta | : 1.205 | | |
| Vu1 | : 750.481 | Tm | |
| A90 necesaria maxima: | 46.681 | cm2/m | |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 429.576 | Tm | |
| Tau | : 112.411 | T/m2 | |
| Cotg. Theta | : .840 | | |
| Cap.Mec. rasante | : 211.619 | Tm | |
| Cap.Mec. cortante | : 263.760 | Tm | |
| Cap.mec. suplement. | : 0.000 | Tm | |
| A90 rasante nec. | : 0.000 | cm2/m | |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : 2 d 10 + 2 d 10 | | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : 0.20 | m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | 31.400 | cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 2 (SECCION A 2.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 60.052 | 42.494 | 64.850 | 7.385 | 161.329 |
| M | 143.978 | 101.882 | 155.482 | 16.248 | 335.692 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 537.778 Tm |
| Sigma c1,d | : | 23.440 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .955 m |
| Cotg.Theta | : | 1.587 |
| Vu1 | : | 688.862 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 30.018 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 373.703 Tm |
| Tau | : | 97.802 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 1.834 |
| Cap.Mec. rasante | : | 82.348 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.880 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 15.700 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 3 (SECCION A 3.800 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 52.209 | 36.944 | 56.380 | 6.527 | 145.324 |
| M | 233.787 | 165.433 | 252.466 | 24.802 | 545.086 |

ANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 475.814 Tm |
| Sigma c1,d | : | -28.014 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .955 m |
| Cotg.Theta | : | 1.423 |
| Vu1 | : | 718.310 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 33.753 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 333.170 Tm |
| Tau | : | 87.205 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.272 |
| Cap.Mec. rasante | : | 57.961 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 169.008 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 2 d 8 + 2 d 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 20.120 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 4 (SECCION A 4.800 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 47.306 | 33.475 | 51.086 | 6.017 | 135.321 |
| M | 283.545 | 200.643 | 306.199 | 28.882 | 661.098 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 437.130 Tm |
| Sigma c1,d | : | -56.456 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .955 m |
| Cotg.Theta | : | 1.325 |
| Vu1 | : | 734.301 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 31.290 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 307.879 Tm |
| Tau | : | 80.592 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.482 |
| Cap.Mec. rasante | : | 48.209 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.880 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 15.700 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 5 (SECCION A 6.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 40.443 | 28.619 | 43.675 | 5.338 | 121.317 |
| M | 344.969 | 244.108 | 372.531 | 33.098 | 804.313 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 383.028 Tm |
| Sigma c1,d | : | -15.289 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .955 m |
| Cotg.Theta | : | 1.693 |
| Vu1 | : | 668.785 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 18.906 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 272.528 Tm |
| Tau | : | 71.350 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.546 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 84.504 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 + 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 10.060 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 6 (SECCION A 7.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 35.541 | 25.150 | 38.381 | 4.878 | 111.314 |
| M | 382.962 | 270.992 | 413.559 | 35.124 | 892.894 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 344.423 Tm |
| Sigma c1,d | : | -36.635 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .955 m |
| Cotg.Theta | : | 1.633 |
| Vu1 | : | 680.152 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 21.300 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 12 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 11.310 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 247.318 Tm |
| Tau | : | 64.758 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.691 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 95.004 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 7 (SECCION A 8.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 30.639 | 21.681 | 33.087 | 4.439 | 101.312 |
| M | 416.052 | 294.408 | 449.293 | 36.401 | 970.045 |

IANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 305.851 Tm |
| Sigma c1,d | : | -55.178 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .955 m |
| Cotg.Theta | : | 1.579 |
| Vu1 | : | 690.250 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 18.963 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 + 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 10.060 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 222.140 Tm |
| Tau | : | 58.176 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.811 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 84.504 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 8 (SECCION A 9.400 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 24.756 | 17.518 | 26.734 | 3.939 | 89.308 |
| M | 449.289 | 317.927 | 485.185 | 37.030 | 1047.538 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 259.609 Tm |
| Sigma c1,d | : | -73.740 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .955 m |
| Cotg.Theta | : | 1.524 |
| Vu1 | : | 700.506 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 15.378 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 7.850 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 191.970 Tm |
| Tau | : | 50.288 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.926 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 65.940 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 9 (SECCION A 11.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 15.932 | 11.274 | 17.205 | 3.246 | 71.303 |
| M | 485.908 | 343.840 | 524.731 | 36.351 | 1132.919 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 190.336 Tm |
| Sigma c1,d | : | -94.055 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .955 m |
| Cotg.Theta | : | 1.461 |
| Vu1 | : | 711.780 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 9.750 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 5.030 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 146.806 Tm |
| Tau | : | 38.480 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 3.048 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 42.252 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

RESUMEN DE ARMADO. VIGA: U235s12f29

HORMIGON:

RESISTENCIA CARACTERISTICA A 28 DIAS: 425 Kp/cm2
RESISTENCIA INICIAL AL CORTAR CABLES: 350 Kp/cm2

PRETENSADO: VIGA - 1

TENSION DE PRETENSADO DE LOS CABLES: 14250 Kp/cm2
FUERZA TOTAL DE PRETENSADO EN BANCADA:1895.250 Tn

| FILA | No. DE CORDONES | DIAMETRO (Pulgadas) | ALTURA FILA (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 35 | .500 | .050 |
| 2 | 31 | .500 | .100 |
| 3 | 21 | .500 | .150 |
| 4 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 8 | .500 | 2.305 |

CABLES ENVAINADOS: 36 EN 5.8 m. DESDE EL EXTREMO

ARMADURA PASIVA:

LIMITE ELASTICO ACERO: 5100 Kp/cm2

PLANTILLA 1 EN ALMA:
( Los asteriscos indican la zona que necesita refuerzo en ala )

(4 d 10 a 20 cms. en 4.10m./ 44 Ud.) (2 d 10 a 20 cms. en 3.00m./ 30 Ud.)
(4 d 8 a 20 cms. en 1.00m./ 10 Ud.) (2 d 8 a 20 cms en 2.20m./ 22 Ud.)
(1 d 12 a 20 cms. en 1.00m./ 10 Ud.) (1 d 10 a 20 cms. en 1.80m./ 18 Ud.) (1 d 8 a

REFUERZO COSIDO ALA :

NO ES NECESARIO NINGUN REFUERZO

PLANTILLAS 2, 3 y 4: 1 d 5 a 20 cms. MISMA SECUENCIA QUE PLANTILLA 1
No. DE PIEZAS DE CADA UNA:152

DATOS PARA TRANSPORTE:

PESO DE LA VIGA:103.72 Tn LONGITUD TOTAL: 29.90m.
MAXIMA LONGITUD DE VOLADIZO DURANTE EL TRANSPORTE: 0.00m.

MOMENTOS TRANSVERSALES EN LOSA

BANDA TRANSVERSAL.....: 1

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 27.33 mt
MOMENTO NEGATIVO=-27.33 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 3.019 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.947 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.382 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.764 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 37.642 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .317 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-33.543 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.317 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 374.032

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 284.732

BANDA TRANSVERSAL.....: 2

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 2.556 mt
MOMENTO NEGATIVO=-2.556 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.151 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.079 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.382 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.764 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 12 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .25 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-9.705 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO= 0 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 86.846
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 61.426

BANDA TRANSVERSAL.....: 3

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 10.019 mt
MOMENTO NEGATIVO=-10.019 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.382 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.764 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 19.384 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .125 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-15.286 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.125 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 150.081
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 102.138

BANDA TRANSVERSAL.....: 4

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 12.753 mt
MOMENTO NEGATIVO=-12.753 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.382 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.764 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 22.118 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .031 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-18.02 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.031 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 176.739
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 122.54

BANDA TRANSVERSAL.....: 5

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 10.019 mt
MOMENTO NEGATIVO=-10.019 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.382 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.764 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

ENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 19.384 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .125 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-15.286 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.125 mt

CAPACIDADES MECANICAS

ACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 150.081
ACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 102.138

BANDA TRANSVERSAL.....: 6

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 2.556 mt
MOMENTO NEGATIVO=-2.556 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.151 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.079 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.382 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.764 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 12 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .25 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-9.705 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO= 0 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 86.846
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 61.426

BANDA TRANSVERSAL.....: 7

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 27.33 mt
MOMENTO NEGATIVO=-27.33 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 3.019 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.947 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.382 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.764 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 37.642 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .317 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-33.543 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.317 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 374.032
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 284.732

REACCIONES DE LAS VIGAS (Para calculo del neopreno)

VERTICAL MAXIMA (T) : 404.634
VERTICAL MINIMA (T) : 206.003
HORIZONTAL LONG (FRENADO) (T) : 36.681
HORIZONTAL LONG (REOLOGICAS) (T) : 3.841
GIRO (Rad) : .009

HORIZONTAL TRANVERSAL (T) : 11.805
EL NEOPRENO ADECUADO ES EL No: 28
DE : 750 x 500 x 110

No. DE LAMINAS DE ACERO: 5
DE ESPESOR : 5

ESPESOR NETO DEL NEOPRENO : 65

3.3.- Listado Ordenador vanos cortos. Dimensionamiento vigas, losa y neoprenos.

PROYECTO: PEREJILES.VANOS CORTOS.NORMA U.I.C.

VIGA: U235s12f29
GEOMETRIA DEL TABLERO

ANCHO TOTAL..... 12.92 m
No DE VIGAS..... 2.00
ALT. ENC. PER... .04 m
No DE VIAS..... 2

ACERA IZQUIERDA. 1.50 m
VUELO IZQ..... 4.21 m
ALA SUPERIOR.... 1.81 m
ENTREGA ..... .08 m
ESP. BALASTO.... .52 m
ANCHO VIA..... 1.435m

ACERA DERECHA... 1.50 m
VUELO DER..... 4.21 m
CANTO LOSA..... .30 m
CANTO TOTAL..... 2.65 m

COOR. INI.(Xi,Yi) m..: 0.000 3.910 COOR. FIN.(Xf,Yf) m..:23.450 3.910
COOR. INI.(Xi,Yi) m..: 0.000 8.410 COOR. FIN.(Xf,Yf) m..:23.450 8.410

VIGA: 1
LUZ DE CALCULO.. 23.45 m
LONGITUD VIGA... 24.45 m
SITUACION VIGA.. 0.00 m
SEPARACION LIBRE 3.36 m
CANTO VIGA..... 2.35 m
ENCOF. PERDIDO.. .04 m

VIGA: 2
LUZ DE CALCULO.. 23.45 m
LONGITUD VIGA... 24.45 m
SITUACION VIGA.. 4.50 m
SEPARACION LIBRE 3.36 m
CANTO VIGA..... 2.35 m
ENCOF. PERDIDO.. .04 m

SECCION VIGA SIMPLE

| Trapecio | Base inferior | Base superior | Altura |
|---|---|---|---|
| INF.No. 1 | 1.760 | 1.808 | .020 |
| No. 2 | 1.808 | 1.916 | .270 |
| No. 3 | .420 | .320 | .050 |
| No. 4 | .320 | .320 | 1.640 |
| No. 5 | .320 | .558 | .120 |
| No. 6 | .558 | 1.188 | .130 |
| SUP.No. 7 | 1.188 | 1.140 | .120 |

CARACTERISTICAS MECANICAS SECCION SIMPLE

ea = 1.3876 m2
p = 1.3643 m
Yinf = .9857 m
Canto= 2.3500 m

Inercia= .98172499 m4
Wsup = .71955927 m3
Winf = .99600984 m3

CARACTERISTICAS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ROTURA

| | | |
|---|---|---|
| Hormigon en viga: | Fck= 425 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Hormigon en losa: | Fck= 250 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Acero arm pasiva: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.15 |
| Armadura activa : | Cable Goliat Super'stabilized' | de 1/2 '' de diametro |
| | Fyk= 17165 Kp/cm2 | Fmaxk= 19000 Kp/cm2 |
| | Area=1.400 cm2 | Cs= 1.15 |
| | | Cf= 1.60 |

Acciones:

TENSIONES ADMISIBLES EN SERVICIO

| | | |
|---|---|---|
| En viga al pretensar: | Cvini= 275.00 Kp/cm2 | Tvini= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con cargas perm: | Cvper= 265.63 Kp/cm2 | Tvper= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con sobrecargas: | Cvsob= 265.63 Kp/cm2 | Tvsob= 0.00 Kp/cm2 |
| En losa con sobrecargas: | Clsob= 156.25 Kp/cm2 | |

ESTADO DE CARGAS

| | | |
|---|---|---|
| Pesos propios: | Peso Propio Viga= | 3469 Kp/m |
| | Peso Propio Losa= | 750 Kp/m2 |
| Cargas muertas: | Peso de Aceras= | 500 Kp/m2 |
| | Peso Barandillas= | 200.00 Kp/m |
| | Peso Balasto = | 827 Kp/m2 |
| | Peso Balasto+via= | 876 Kp/m2 |
| Sobrecargas: | Sobrec. uniforme= | 400 Kp/m2 |

NORMA U.I.C. FICHA 776-1-R. ESQUEMA DE CARGAS 702-0

| | |
|---|---|
| Peso total cargas puntuales= | 101.92 T |
| Peso total sobrecarcas uniformes= | 8.15 T/m |
| Coef. Impacto Momentos Flectores= | 1.13 |
| Coef. Impacto Esfuerzos Cortantes= | 1.09 |

MOMENTOS LONGITUDINALES EN VIGAS

| VIGA | MPPV | MPPL | MPM | MSCU | MTREN | MAXSUMCP | MAXSUMT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 238.45 | 336.97 | 363.89 | 41.16 | 909.74 | 939.31 | 1890.20 |
| 2 | 238.45 | 336.97 | 363.89 | 41.16 | 884.01 | 939.31 | 1864.48 |

MOMENTOS TRANSVERSALES POR METRO DE ANCHO EN LOSA DEBIDOS AL EMPARRILLADO

| BANDA | MTPM+ | MTPM- | MTSCU+ | MTSCU- | MTTREN+ | MTTREN- | MT.TOT+ | MT.TOT- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.44 | 0.00 | 2.79 | -.72 | 23.11 | -23.11 | 30.34 | -19.39 |
| 2 | 4.44 | 0.00 | 2.16 | -.09 | 3.07 | -3.07 | 9.67 | 0.00 |
| 3 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 8.73 | -8.73 | 15.24 | -4.29 |
| 4 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 11.86 | -11.86 | 18.38 | -7.43 |
| 5 | 4.44 | 0.00 | 2.07 | 0.00 | 8.73 | -8.73 | 15.24 | -4.29 |
| 6 | 4.44 | 0.00 | 2.16 | -.09 | 3.07 | -3.07 | 9.67 | 0.00 |
| 7 | 4.44 | 0.00 | 2.79 | -.72 | 23.11 | -23.11 | 30.34 | -19.39 |

MOMENTOS LOCALIZADOS EN LOSA/POR METRO DEBIDOS A SOBRECARGA TREN Y C.PERM.

| BANDA | MTLOCSCU+ | MTLOCSCU- | MTLOCTREN+ | MTLOCTREN- | MTLOCPM+ | MTLOCPM- |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | -1.28 | 2.45 | -4.90 | .47 | -3.66 |
| 2 | 0.00 | -1.28 | 2.45 | -4.90 | .47 | -3.66 |
| 3 | 0.00 | -1.28 | 2.45 | -4.90 | .47 | -3.66 |
| 4 | 0.00 | -1.28 | 2.45 | -4.90 | .47 | -3.66 |
| 5 | 0.00 | -1.28 | 2.45 | -4.90 | .47 | -3.66 |
| 6 | 0.00 | -1.28 | 2.45 | -4.90 | .47 | -3.66 |
| 7 | 0.00 | -1.28 | 2.45 | -4.90 | | |

CORTANTES EN VIGAS DEBIDOS A CARGAS DE TREN

| VIGA | Vmax | Vcentro | Mcentro |
|---|---|---|---|
| 1 | 162.00 | 32.67 | 839.89 |
| 2 | 162.00 | 31.85 | 816.73 |

CALCULO Y REPARTO DE MOMENTOS FLECTORES LONGITUDINALES

VIGA 1 (viga extrema izquierda)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Momento peso propio viga | = 238.446 mt | | |
| Momento peso propio losa | = 336.968 mt | | |
| Momento pesos muertos | = 363.89 mt | Momento total permanentes= | 939.31 mt |
| Momento sobrecarga unif. | = 41.160 mt | | |
| Momento sob. Trenes | = 909.74 mt | Momento total sobrecargas= | 950.90 mt |
| VIGA : | 1.00 | Momento maximo total | = 1890.20 mt |

CALCULO DEL PRETENSADO. VIGA EXTREMA IZQUIERDA

DATOS DEL PRETENSADO

| | | |
|---|---|---|
| FUERZA EN BANCADA: | 1256.850 T | |
| ALTURA DEL PRETENSADO: | .282 m | |
| PERDIDAS INSTANTANEAS: | 91.908 T | ( 7.31%) |
| PERDIDAS TOTALES: | 311.368 T | (24.77%) |

TENSIONES AL PRETENSAR EN SECCIONES:
DE APOYO (Cables entubados) A 3 m. (Todos los cables)

| | |
|---|---|
| Fibra superior: -147.496 | Fibra superior -148.455 |
| Fibra inferior: 1174.063 | Fibra inferior 1518.916 |

TENSIONES EN SECCION CENTRAL AL COLOCAR LOSA

Fibra superior: 497.957
Fibra inferior: 997.621

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS

Fibra superior losa: 128.617
Fibra superior viga: 579.756
Fibra inferior viga: 712.674

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 139.37
Fibra superior viga: 578.265
Fibra inferior viga: 615.275

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON SOBRECARGA PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 459.354
Fibra superior viga: 794.118
Fibra inferior viga: 15.433

CABLES ENVAINADOS: 16 EN 3.5 m. DESDE EL EXTREMO

CALCULO DE FLECHAS

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| INICIAL (AL CORTAR CABLES) | = | -1.162 | cm | AL HORMIGONAR LOSA= | -1.080 cm |
| CON CARGAS MUERTAS | = | -1.026 | cm | A TIEMPO INFINITO = | -3.045 cm |
| INCREMENTO POR SOBRECARGAS | = | .408 | cm | TOTAL = | -2.637 cm |

CALCULO DE ARM DE REFUERZO POR ROTURA A FLEXION: VIGA EXTREMA 1

SECCION VIGA COMPUESTA:

| TRAPECIO N. | BASES INF. m | BASES SUP. m | ORDENADAS INF. m | ORDENADAS SUP. m | RESISTENCIA DE CALCULO Kg/cm2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.760 | 1.808 | 0.000 | .020 | 304 |
| 2 | 1.808 | 1.916 | .020 | .290 | 304 |
| 3 | .420 | .320 | .290 | .340 | 304 |
| 4 | .320 | .320 | .340 | 1.980 | 304 |
| 5 | .320 | .558 | 1.980 | 2.100 | 304 |
| 6 | .558 | 1.188 | 2.100 | 2.230 | 304 |
| 7 | 1.188 | 1.140 | 2.230 | 2.350 | 304 |
| 8 | .900 | .900 | 2.350 | 2.390 | 179 |
| 9 | 6.460 | 6.460 | 2.390 | 2.650 | 179 |

ARMADURA ACTIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | DEFORM. EN DESCOMP. o/oo | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|---|
| 49.00 | .050 | 14926 | 1970000 | .3370 | 1.00 |
| 30.80 | .100 | 14926 | 1970000 | .3370 | 1.00 |
| 0.00 | .150 | 14926 | 1970000 | .3370 | 1.00 |
| 0.00 | .200 | 14926 | 1970000 | .3370 | 1.00 |
| 0.00 | .250 | 14926 | 1970000 | .3370 | 1.00 |
| 8.40 | 2.305 | 14926 | 1970000 | .3370 | 1.00 |

ARMADURA PASIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|
| 0.00 | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 7.07 | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 9.42 | .210 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .330 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .530 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .730 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | .930 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.130 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.330 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.530 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 3.14 | 1.730 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 1.57 | 1.890 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 1.57 | 1.960 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 12.06 | 2.320 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| 0.00 | 2.000 | 4435 | 2100000 | 1.00 |
| REFUERZO | .050 | 4435 | 2100000 | 1.00 |

DEFORMACIONES LIMITE: ORDENADA:
Sup.= 3.50000 o/oo Y= 2.650 m
Inf.= 10.00000 o/oo Y= .035 m
Med.= 2.00000 o/oo

ESTADO LIMITE ULTIMO DE ROTURA A FLEXION (CON ARM DE REFUERZO)
DEFORMACIONES: ESFUERZOS:

Sup.= 1.18790 o/oo N= 0.00 t Mext= 1890.20 mt
Inf.= 10.00000 o/oo M= 3323.30 mt Coef.Seg.=1.76

ARMADURA DE REFUERZO DISPUESTA:

PASIVA : 0.000 cm2 - 0 m A CADA LADO DEL EJE DE LA VIGA (sin anclaje)

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL PARA ESFUERZOS CORTANTE

EN VIGA Y RASANTE EN UNION VIGA-LOSA. ( EP-93 )

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA:1 Fyd: | 4200 | Kp/cm2 | Vcuo : | 66.013 | Tm |
| Fct,k : | 25.0 | Kp/cm2 | A90 minimo cortante : | 6.476 | cm2/m |
| Espesor alma de viga: | .32 | m | A90 minimo rasante : | 9.714 | cm2/m |
| Ancho ala sup. viga : | 1.14 | m | Tau max. unión V-L : | 1.500 | Kg/cm2 |

***ZONA 1 (SECCION A 0.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 57.479 | 40.673 | 62.071 | 7.021 | 162.001 |
| M | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 526.791 | Tm | |
| Sigma c1,d | : 52.788 | Kp/cm2 | |
| Zona | : ***AB*** | | |
| Y critica | : 1.707 | m | |
| Cotg.Theta | : 1.163 | | |
| Vu1 | : 754.958 | Tm | |
| A90 necesaria maxima: | 40.019 | cm2/m | |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 369.748 | Tm | |
| Tau | : 97.060 | T/m2 | |
| Cotg. Theta | : .830 | | |
| Cap.Mec. rasante | : 180.320 | Tm | |
| Cap.Mec. cortante | : 169.008 | Tm | |
| Cap.mec. suplement. | : 11.312 | Tm | |
| A90 rasante nec. | : 2.693 | cm2/m | |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : 2 d 8 + 2 d 8 | | Diametro (mm) | : 8 | |
| Separacion | : 0.20 | m | Separacion | : 0.20 | m |
| A90 cortante real : | 20.120 | cm2/m | A90 rasante real : | 5.030 | cm2/m |

***ZONA 2 (SECCION A 2.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 46.694 | 33.042 | 50.424 | 5.765 | 137.733 |
| M | 114.589 | 81.086 | 123.745 | 12.684 | 285.614 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 437.853 Tm |
| Sigma c1,d | : | 24.109 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .966 m |
| Cotg.Theta | : | 1.516 |
| Vu1 | : | 701.889 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 24.765 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 310.277 Tm |
| Tau | : | 81.458 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 1.667 |
| Cap.Mec. rasante | : | 72.736 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.880 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| metro (mm) | : | 10 + 10 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 15.700 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 3 (SECCION A 3.400 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 40.811 | 28.879 | 44.072 | 5.133 | 124.497 |
| M | 167.092 | 118.238 | 180.442 | 17.451 | 416.477 |

RTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 389.425 Tm |
| Sigma c1,d | : | 7.899 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .966 m |
| Cotg.Theta | : | 1.515 |
| Vu1 | : | 702.165 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 21.561 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 277.922 Tm |
| Tau | : | 72.970 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 1.922 |
| Cap.Mec. rasante | : | 55.003 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 95.004 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 12 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 11.310 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 4 (SECCION A 4.400 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 35.909 | 25.410 | 38.778 | 4.633 | 113.466 |
| M | 205.452 | 145.383 | 221.867 | 20.387 | 512.089 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 349.114 Tm |
| Sigma c1,d | : | 4.149 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .966 m |
| Cotg.Theta | : | 1.564 |
| Vu1 | : | 693.102 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 18.280 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 251.004 Tm |
| Tau | : | 65.909 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.069 |
| Cap.Mec. rasante | : | 44.888 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 84.504 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 + 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 10.060 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 5 (SECCION A 5.800 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 29.046 | 20.553 | 31.366 | 3.977 | 98.023 |
| M | 250.920 | 177.557 | 270.968 | 23.069 | 625.418 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 292.746 Tm |
| Sigma c1,d | : | -23.140 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .966 m |
| Cotg.Theta | : | 1.477 |
| Vu1 | : | 708.972 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 15.502 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 213.387 Tm |
| Tau | : | 56.041 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.280 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 65.940 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real : | | 7.850 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 6 (SECCION A 8.400 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 16.300 | 11.534 | 17.602 | 2.892 | 69.344 |
| M | 309.869 | 219.271 | 334.627 | 24.292 | 772.349 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 188.275 Tm |
| Signa c1,d | : | -58.292 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | 1.151 m |
| Cotg.Theta | : | 1.566 |
| Vu1 | : | 692.763 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 9.616 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 143.741 Tm |
| Tau | : | 37.771 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.528 |
| Cap.Mec. rasante | : | 40.800 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 42.252 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 5.030 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

RESUMEN DE ARMADO. VIGA: U235s12f29

HORMIGON:

RESISTENCIA CARACTERISTICA A 28 DIAS: 425 Kp/cm2
RESISTENCIA INICIAL AL CORTAR CABLES: 350 Kp/cm2

PRETENSADO: VIGA - 1

TENSION DE PRETENSADO DE LOS CABLES: 14250 Kp/cm2
FUERZA TOTAL DE PRETENSADO EN BANCADA:1256.850 Tn

| FILA | No. DE CORDONES | DIAMETRO (Pulgadas) | ALTURA FILA (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 35 | .500 | .050 |
| 2 | 22 | .500 | .100 |
| 3 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 6 | .500 | 2.305 |

CABLES ENVAINADOS: 16 EN 3.5 m. DESDE EL EXTREMO

ARMADURA PASIVA:

LIMITE ELASTICO ACERO: 5100 Kp/cm2

PLANTILLA 1 EN ALMA:
( Los asteriscos indican la zona que necesita refuerzo en ala )

(4 d 8 a 20 cms. en 4.10m./ 44 Ud.)(*) (2 d 10 a 20 cms. en 1.20m./ 12 Ud.)
(1 d 12 a 20 cms. en 1.00m./ 10 Ud.) (2 d 8 a 20 cms en 1.40m./ 14 Ud.)
(1 d 10 a 20 cms. en 2.60m./ 26 Ud.) (1 d 8 a 20 cms. en 1.93m./ 18 Ud.)

REFUERZO COSIDO ALA :

(1 d 8 a 20 cms. en 4.10m./44 Ud.)(*)

PLANTILLAS 2, 3 y 4: 1 d 5 a 20 cms. MISMA SECUENCIA QUE PLANTILLA 1
No. DE PIEZAS DE CADA UNA:124

DATOS PARA TRANSPORTE:

PESO DE LA VIGA: 84.82 Tn LONGITUD TOTAL: 24.45m.
MAXIMA LONGITUD DE VOLADIZO DURANTE EL TRANSPORTE: 0.00m.

MOMENTOS TRANSVERSALES EN LOSA

NDA TRANSVERSAL.....: 1

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 23.111 mt
MOMENTO NEGATIVO=-23.111 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.788 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.715 mt

POR CARGA PERMANENTE

ENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.451 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.902 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
ENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 33.26 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .287 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-29.231 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.287 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 359.239

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 229.58

BANDA TRANSVERSAL.....: 2

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 3.069 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.069 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.16 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.087 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.451 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.902 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 12.591 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .236 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-9.844 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO= 0 mt

CAPACIDADES MECANICAS

ACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 91.456
ACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 62.369

BANDA TRANSVERSAL.....: 3

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 8.729 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.729 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.451 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.902 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 18.164 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .126 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-14.135 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.126 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 138.554
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 93.591

BANDA TRANSVERSAL.....: 4

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

R TREN :

MOMENTO POSITIVO= 11.864 mt
MOMENTO NEGATIVO=-11.864 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.451 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.902 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

OMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 21.298 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .026 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-17.269 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.026 mt

CAPACIDADES MECANICAS

APACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 168.135
ACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 116.584

BANDA TRANSVERSAL.....: 5

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 8.729 mt
MOMENTO NEGATIVO=-8.729 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.073 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.451 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.902 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 18.164 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .126 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-14.135 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.126 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 138.554
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 93.591

BANDA TRANSVERSAL.....: 6

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

TREN :

MOMENTO POSITIVO= 3.069 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.069 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.16 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.087 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.451 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.902 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 12.591 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .236 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-9.844 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO= 0 mt

CAPACIDADES MECANICAS

ACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 91.456
ACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 62.369

BANDA TRANSVERSAL.....: 7

MOMENTOS TRANSVERSALES GENERALIZADOS

POR TREN :

MOMENTO POSITIVO= 23.111 mt
MOMENTO NEGATIVO=-23.111 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 2.788 mt
MOMENTO NEGATIVO=-.715 mt

POR CARGA PERMANENTE

MOMENTO POSITIVO= 4.439 mt
MOMENTO NEGATIVO= 0 mt

MOMENTOS TRANSVERSALES LOCALIZADOS

POR TREN.

MOMENTO POSITIVO= 2.451 mt
MOMENTO NEGATIVO=-4.902 mt

POR SOBRECARGA UNIFORME

MOMENTO POSITIVO= 0 mt
MOMENTO NEGATIVO=-1.283 mt

MOMENTOS POR CARGAS PERMANENTES

MOMENTO POSITIVO= .471 mt
MOMENTO NEGATIVO=-3.659 mt

MOMENTOS TOTALES EN LOSA

MOMENTO POSITIVO TOTAL = 33.26 mt
MOMENTO TORSOS ASOCIADO= .287 mt
MOMENTO NEGATIVO TOTAL =-29.231 mt
MOMENTO TORSOR ASOCIADO=-.287 mt

CAPACIDADES MECANICAS

CAPACIDAD MECANICA MOMENTO POSITIVO 359.239
CAPACIDAD MECANICA MOMENTO NEGATIVO 229.58

REACCIONES DE LAS VIGAS (Para calculo del neopreno)

| | | |
|---|---|---|
| VERTICAL MAXIMA | (T) | : 344.684 |
| VERTICAL MINIMA | (T) | : 168.454 |
| HORIZONTAL LONG (FRENADO) | (T) | : 31.128 |
| HORIZONTAL LONG (REOLOGICAS) | (T) | : 2.814 |
| GIRO | (Rad) | : .009 |
| HORIZONTAL TRANVERSAL | (T) | : 10.109 |

EL NEOPRENO ADECUADO ES EL No: 25
DE : 500 x 600 x 84

No. DE LAMINAS DE ACERO: 6
DE ESPESOR : 4

ESPESOR NETO DEL NEOPRENO : 60

# 3.4.- Listado de Reacciones



Prainsa
Dpto. Técnico

REACCIONES AVE CALATAYUD RICLA SUBTRAMO IA
CALCULADAS SEGUN LA NORMA U.I.C.

Se adjuntan las reacciones por neopreno con su valor característico en toneladas. Las correspondientes a la carga del tren están afectadas por el coeficiente de impacto que para la luz de 29 m. es de 1.10 .

- Reacciones Verticales

Para la correcta interpretación de los resultados se ha de saber lo siguiente :

- Los nudos son los que aparecen en el croquis adjunto. Las vía se disponen ripadas 0.30 m. hacia la viga 1 que va de los nudos 1 al 13.
- La hipótesis F1 es la de carga muerta en todo el tablero.
- Las hipótesis F2 y F3 son las de sobrecarga uniforme en paseos izquierdo y derecho respectivamente.
- Las hipótesis F3 a F35 son las correspondientes a distintas posiciones del Esquema de cargas U.I.C. 702-0 en la vía 1.
- Las hipótesis F36 a F67 son las correspondientes a distintas posiciones del Esquema de cargas U.I.C. 702-0 en la vía 2.
- Además se ha de añadir la de peso propio de viga ( 50.40 T) y losa (70.826 T)

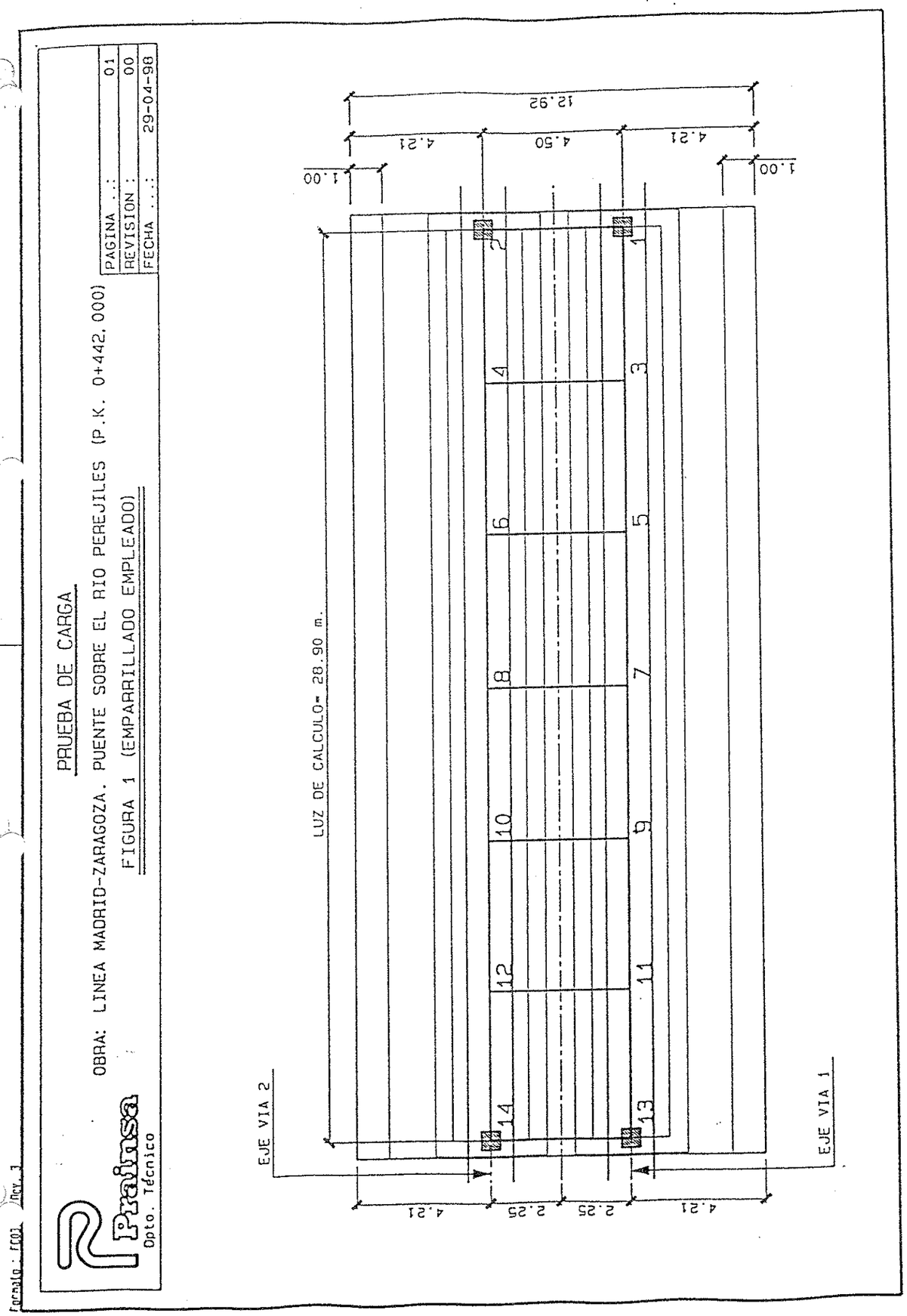
- Reacciones horizontales

En principio se suponen juntas entre todos los vanos y se reparten por igual entre los dos neoprenos sobre los que se apoyan cada viga.

- Fuerza longitudinal de frenado : 36.68 T.
- Fuerza transversal : 11.805 T.

Las fuerzas transversales incluyen el efecto de lazo y el viento transversal sobre viga y tablero. El viento se ha generado según ficha 776-1R U.I.C. con una velocidad del viento metereológico de 100 km/h y una altura de la construcción inferior a 10 m.

Además se ha de añadir el incremento de reacción que genera la altura del punto de aplicación de las cargas horizontales sobre la situación de los neoprenos.




CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

REACCIONES DE LOS APOYOS RIGIDOS

| NUDO | HIPOTESIS | MX | MY | FZ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | F1 | 0.00000 | 0.00000 | -76.49676 |
| | F2 | 0.00000 | 0.00000 | -1.99684 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | -6.65582 |
| | F4 | 0.00000 | 0.00000 | -114.66314 |
| | F5 | 0.00000 | 0.00000 | -115.80258 |
| | F6 | 0.00000 | 0.00000 | -117.24268 |
| | F7 | 0.00000 | 0.00000 | -119.18042 |
| | F8 | 0.00000 | 0.00000 | -120.43358 |
| | F9 | 0.00000 | 0.00000 | -121.73916 |
| | F10 | 0.00000 | 0.00000 | -123.47337 |
| | F11 | 0.00000 | 0.00000 | -125.08787 |
| | F12 | 0.00000 | 0.00000 | -126.64245 |
| | F13 | 0.00000 | 0.00000 | -128.44965 |
| | F14 | 0.00000 | 0.00000 | -129.89567 |
| | F15 | 0.00000 | 0.00000 | -131.41248 |
| | F16 | 0.00000 | 0.00000 | -133.28349 |
| | F17 | 0.00000 | 0.00000 | -134.62581 |
| | F18 | 0.00000 | 0.00000 | -135.98448 |
| | F19 | 0.00000 | 0.00000 | -137.41361 |
| | F20 | 0.00000 | 0.00000 | -138.96979 |
| | F21 | 0.00000 | 0.00000 | -140.72726 |
| | F22 | 0.00000 | 0.00000 | -142.10802 |
| | F23 | 0.00000 | 0.00000 | -143.55710 |
| | F24 | 0.00000 | 0.00000 | -145.46079 |
| | F25 | 0.00000 | 0.00000 | -147.20676 |
| | F26 | 0.00000 | 0.00000 | -148.62987 |
| | F27 | 0.00000 | 0.00000 | -150.26759 |
| | F28 | 0.00000 | 0.00000 | -151.57011 |
| | F29 | 0.00000 | 0.00000 | -152.95932 |
| | F30 | 0.00000 | 0.00000 | -146.51834 |
| | F31 | 0.00000 | 0.00000 | -139.93711 |
| | F32 | 0.00000 | 0.00000 | -133.64073 |
| | F33 | 0.00000 | 0.00000 | -22.03321 |
| | F34 | 0.00000 | 0.00000 | -22.13795 |
| | F35 | 0.00000 | 0.00000 | -22.18484 |
| | F36 | 0.00000 | 0.00000 | -22.33984 |
| | F37 | 0.00000 | 0.00000 | -22.52174 |
| | F38 | 0.00000 | 0.00000 | -22.74921 |
| | F39 | 0.00000 | 0.00000 | -23.09750 |
| | F40 | 0.00000 | 0.00000 | -23.28983 |
| | F41 | 0.00000 | 0.00000 | -23.59231 |
| | F42 | 0.00000 | 0.00000 | -24.13811 |
| | F43 | 0.00000 | 0.00000 | -24.53968 |
| | F44 | 0.00000 | 0.00000 | -24.91336 |
| | F45 | 0.00000 | 0.00000 | -25.45417 |
| | F46 | 0.00000 | 0.00000 | -25.92633 |
| | F47 | 0.00000 | 0.00000 | -26.41096 |
| | F48 | 0.00000 | 0.00000 | -26.85454 |
| | F49 | 0.00000 | 0.00000 | -27.22570 |
| | F50 | 0.00000 | 0.00000 | -27.80246 |
| | F51 | 0.00000 | 0.00000 | -28.26373 |
| | F52 | 0.00000 | 0.00000 | -28.67658 |
| | F53 | 0.00000 | 0.00000 | -29.15666 |
| | F54 | 0.00000 | 0.00000 | -29.37686 |
| | F55 | 0.00000 | 0.00000 | -29.65148 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| F56 | 0.00000 | 0.00000 | -30.06548 |
| F57 | 0.00000 | 0.00000 | -30.28168 |
| F58 | 0.00000 | 0.00000 | -30.37598 |
| F59 | 0.00000 | 0.00000 | -29.22987 |
| F60 | 0.00000 | 0.00000 | -27.82987 |
| F61 | 0.00000 | 0.00000 | -26.15478 |



REACCIONES DE LOS APOYOS RIGIDOS

| NUDO | HIPOTESIS | MX | MY | FZ |
|---|---|---|---|---|
| 13 | F1 | 0.00000 | 0.00000 | -76.49676 |
| | F2 | 0.00000 | 0.00000 | -1.99684 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | -6.65582 |
| | F4 | 0.00000 | 0.00000 | -133.64073 |
| | F5 | 0.00000 | 0.00000 | -139.93711 |
| | F6 | 0.00000 | 0.00000 | -146.51834 |
| | F7 | 0.00000 | 0.00000 | -152.95932 |
| | F8 | 0.00000 | 0.00000 | -151.57011 |
| | F9 | 0.00000 | 0.00000 | -150.26759 |
| | F10 | 0.00000 | 0.00000 | -148.62987 |
| | F11 | 0.00000 | 0.00000 | -147.20676 |
| | F12 | 0.00000 | 0.00000 | -145.46079 |
| | F13 | 0.00000 | 0.00000 | -143.55710 |
| | F14 | 0.00000 | 0.00000 | -142.10802 |
| | F15 | 0.00000 | 0.00000 | -140.72726 |
| | F16 | 0.00000 | 0.00000 | -138.96979 |
| | F17 | 0.00000 | 0.00000 | -137.41361 |
| | F18 | 0.00000 | 0.00000 | -135.98448 |
| | F19 | 0.00000 | 0.00000 | -134.62581 |
| | F20 | 0.00000 | 0.00000 | -133.28349 |
| | F21 | 0.00000 | 0.00000 | -131.41248 |
| | F22 | 0.00000 | 0.00000 | -129.89567 |
| | F23 | 0.00000 | 0.00000 | -128.44965 |
| | F24 | 0.00000 | 0.00000 | -126.64245 |
| | F25 | 0.00000 | 0.00000 | -125.08787 |
| | F26 | 0.00000 | 0.00000 | -123.47337 |
| | F27 | 0.00000 | 0.00000 | -121.73916 |
| | F28 | 0.00000 | 0.00000 | -120.43358 |
| | F29 | 0.00000 | 0.00000 | -119.18042 |
| | F30 | 0.00000 | 0.00000 | -117.24268 |
| | F31 | 0.00000 | 0.00000 | -115.80258 |
| | F32 | 0.00000 | 0.00000 | -114.66314 |
| | F33 | 0.00000 | 0.00000 | -26.15478 |
| | F34 | 0.00000 | 0.00000 | -27.82987 |
| | F35 | 0.00000 | 0.00000 | -29.22987 |
| | F36 | 0.00000 | 0.00000 | -30.37598 |
| | F37 | 0.00000 | 0.00000 | -30.28168 |
| | F38 | 0.00000 | 0.00000 | -30.06548 |
| | F39 | 0.00000 | 0.00000 | -29.65148 |
| | F40 | 0.00000 | 0.00000 | -29.37686 |
| | F41 | 0.00000 | 0.00000 | -29.15666 |
| | F42 | 0.00000 | 0.00000 | -28.67658 |
| | F43 | 0.00000 | 0.00000 | -28.26373 |
| | F44 | 0.00000 | 0.00000 | -27.80246 |
| | F45 | 0.00000 | 0.00000 | -27.22570 |
| | F46 | 0.00000 | 0.00000 | -26.85454 |
| | F47 | 0.00000 | 0.00000 | -26.41096 |
| | F48 | 0.00000 | 0.00000 | -25.92633 |
| | F49 | 0.00000 | 0.00000 | -25.45417 |
| | F50 | 0.00000 | 0.00000 | -24.91336 |
| | F51 | 0.00000 | 0.00000 | -24.53968 |
| | F52 | 0.00000 | 0.00000 | -24.13811 |
| | F53 | 0.00000 | 0.00000 | -23.59231 |
| | F54 | 0.00000 | 0.00000 | -23.28983 |
| | F55 | 0.00000 | 0.00000 | -23.09750 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| F56 | 0.00000 | 0.00000 | -22.74921 |
| F57 | 0.00000 | 0.00000 | -22.52174 |
| F58 | 0.00000 | 0.00000 | -22.33984 |
| F59 | 0.00000 | 0.00000 | -22.18484 |
| F60 | 0.00000 | 0.00000 | -22.13795 |
| F61 | 0.00000 | 0.00000 | -22.03321 |



REACCIONES DE LOS APOYOS RIGIDOS

| NUDO | HIPOTESIS | MX | MY | FZ |
|---|---|---|---|---|
| 2 | F1 | 0.00000 | 0.00000 | -76.49676 |
| | F2 | 0.00000 | 0.00000 | -6.65582 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | -1.99684 |
| | F4 | 0.00000 | 0.00000 | -17.14872 |
| | F5 | 0.00000 | 0.00000 | -17.23175 |
| | F6 | 0.00000 | 0.00000 | -17.21493 |
| | F7 | 0.00000 | 0.00000 | -17.21653 |
| | F8 | 0.00000 | 0.00000 | -17.37436 |
| | F9 | 0.00000 | 0.00000 | -17.57687 |
| | F10 | 0.00000 | 0.00000 | -17.81799 |
| | F11 | 0.00000 | 0.00000 | -17.90783 |
| | F12 | 0.00000 | 0.00000 | -18.17336 |
| | F13 | 0.00000 | 0.00000 | -18.63205 |
| | F14 | 0.00000 | 0.00000 | -19.01789 |
| | F15 | 0.00000 | 0.00000 | -19.34053 |
| | F16 | 0.00000 | 0.00000 | -19.70812 |
| | F17 | 0.00000 | 0.00000 | -20.19207 |
| | F18 | 0.00000 | 0.00000 | -20.67300 |
| | F19 | 0.00000 | 0.00000 | -21.08348 |
| | F20 | 0.00000 | 0.00000 | -21.35356 |
| | F21 | 0.00000 | 0.00000 | -21.83470 |
| | F22 | 0.00000 | 0.00000 | -22.29338 |
| | F23 | 0.00000 | 0.00000 | -22.67616 |
| | F24 | 0.00000 | 0.00000 | -23.03837 |
| | F25 | 0.00000 | 0.00000 | -23.11250 |
| | F26 | 0.00000 | 0.00000 | -23.39373 |
| | F27 | 0.00000 | 0.00000 | -23.73133 |
| | F28 | 0.00000 | 0.00000 | -23.93691 |
| | F29 | 0.00000 | 0.00000 | -23.95870 |
| | F30 | 0.00000 | 0.00000 | -23.23115 |
| | F31 | 0.00000 | 0.00000 | -22.12780 |
| | F32 | 0.00000 | 0.00000 | -20.53880 |
| | F33 | 0.00000 | 0.00000 | -109.77590 |
| | F34 | 0.00000 | 0.00000 | -110.89510 |
| | F35 | 0.00000 | 0.00000 | -112.27211 |
| | F36 | 0.00000 | 0.00000 | -114.05836 |
| | F37 | 0.00000 | 0.00000 | -115.28036 |
| | F38 | 0.00000 | 0.00000 | -116.55897 |
| | F39 | 0.00000 | 0.00000 | -118.20331 |
| | F40 | 0.00000 | 0.00000 | -119.70587 |
| | F41 | 0.00000 | 0.00000 | -121.21326 |
| | F42 | 0.00000 | 0.00000 | -122.95192 |
| | F43 | 0.00000 | 0.00000 | -124.38008 |
| | F44 | 0.00000 | 0.00000 | -125.83956 |
| | F45 | 0.00000 | 0.00000 | -127.54808 |
| | F46 | 0.00000 | 0.00000 | -128.89552 |
| | F47 | 0.00000 | 0.00000 | -130.24652 |
| | F48 | 0.00000 | 0.00000 | -131.63856 |
| | F49 | 0.00000 | 0.00000 | -133.08701 |
| | F50 | 0.00000 | 0.00000 | -134.75958 |
| | F51 | 0.00000 | 0.00000 | -136.13147 |
| | F52 | 0.00000 | 0.00000 | -137.54835 |
| | F53 | 0.00000 | 0.00000 | -139.35273 |
| | F54 | 0.00000 | 0.00000 | -140.94241 |
| | F55 | 0.00000 | 0.00000 | -142.36268 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| F56 | 0.00000 | 0.00000 | -143.94130 |
| F57 | 0.00000 | 0.00000 | -145.23119 |
| F58 | 0.00000 | 0.00000 | -146.54077 |
| F59 | 0.00000 | 0.00000 | -140.52029 |
| F60 | 0.00000 | 0.00000 | -134.23633 |
| F61 | 0.00000 | 0.00000 | -128.02750 |



## REACCIONES DE LOS APOYOS RIGIDOS

| NUDO | HIPOTESIS | MX | MY | FZ |
|---|---|---|---|---|
| 14 | F1 | 0.00000 | 0.00000 | -76.49676 |
| | F2 | 0.00000 | 0.00000 | -6.65582 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | -1.99684 |
| | F4 | 0.00000 | 0.00000 | -20.53880 |
| | F5 | 0.00000 | 0.00000 | -22.12780 |
| | F6 | 0.00000 | 0.00000 | -23.23115 |
| | F7 | 0.00000 | 0.00000 | -23.95870 |
| | F8 | 0.00000 | 0.00000 | -23.93691 |
| | F9 | 0.00000 | 0.00000 | -23.73133 |
| | F10 | 0.00000 | 0.00000 | -23.39373 |
| | F11 | 0.00000 | 0.00000 | -23.11250 |
| | F12 | 0.00000 | 0.00000 | -23.03837 |
| | F13 | 0.00000 | 0.00000 | -22.67616 |
| | F14 | 0.00000 | 0.00000 | -22.29338 |
| | F15 | 0.00000 | 0.00000 | -21.83470 |
| | F16 | 0.00000 | 0.00000 | -21.35356 |
| | F17 | 0.00000 | 0.00000 | -21.08348 |
| | F18 | 0.00000 | 0.00000 | -20.67300 |
| | F19 | 0.00000 | 0.00000 | -20.19207 |
| | F20 | 0.00000 | 0.00000 | -19.70812 |
| | F21 | 0.00000 | 0.00000 | -19.34053 |
| | F22 | 0.00000 | 0.00000 | -19.01789 |
| | F23 | 0.00000 | 0.00000 | -18.63205 |
| | F24 | 0.00000 | 0.00000 | -18.17336 |
| | F25 | 0.00000 | 0.00000 | -17.90783 |
| | F26 | 0.00000 | 0.00000 | -17.81799 |
| | F27 | 0.00000 | 0.00000 | -17.57687 |
| | F28 | 0.00000 | 0.00000 | -17.37436 |
| | F29 | 0.00000 | 0.00000 | -17.21653 |
| | F30 | 0.00000 | 0.00000 | -17.21493 |
| | F31 | 0.00000 | 0.00000 | -17.23175 |
| | F32 | 0.00000 | 0.00000 | -17.14872 |
| | F33 | 0.00000 | 0.00000 | -128.02750 |
| | F34 | 0.00000 | 0.00000 | -134.23633 |
| | F35 | 0.00000 | 0.00000 | -140.52029 |
| | F36 | 0.00000 | 0.00000 | -146.54077 |
| | F37 | 0.00000 | 0.00000 | -145.23119 |
| | F38 | 0.00000 | 0.00000 | -143.94130 |
| | F39 | 0.00000 | 0.00000 | -142.36268 |
| | F40 | 0.00000 | 0.00000 | -140.94241 |
| | F41 | 0.00000 | 0.00000 | -139.35273 |
| | F42 | 0.00000 | 0.00000 | -137.54835 |
| | F43 | 0.00000 | 0.00000 | -136.13147 |
| | F44 | 0.00000 | 0.00000 | -134.75958 |
| | F45 | 0.00000 | 0.00000 | -133.08701 |
| | F46 | 0.00000 | 0.00000 | -131.63856 |
| | F47 | 0.00000 | 0.00000 | -130.24652 |
| | F48 | 0.00000 | 0.00000 | -128.89552 |
| | F49 | 0.00000 | 0.00000 | -127.54808 |
| | F50 | 0.00000 | 0.00000 | -125.83956 |
| | F51 | 0.00000 | 0.00000 | -124.38008 |
| | F52 | 0.00000 | 0.00000 | -122.95192 |
| | F53 | 0.00000 | 0.00000 | -121.21326 |
| | F54 | 0.00000 | 0.00000 | -119.70587 |
| | F55 | 0.00000 | 0.00000 | -118.20331 |

CALCULOS FLECHAS

Prainsa

Empresa: U.T.E. CALATAYUD

Obra: VIADUCTO SOBRE RÍO PEREJILES
COMPROBACIÓN DE FLECHAS Y
DEFORMACIONES

Fecha: 22 de mayo de 1998

# INDICE:

1.- MEMORIA DE CALCULO

2.- ESQUEMA DEL EMPARRILLADO EMPLEADO

3.- LISTADO DE ORDENADOR

Prainsa
Dpto. Técnico

# MEMORIA

Prainsa

## 0.- INTRODUCCION

En lo que sigue se recogen la comprobación de las flechas y deformaciones del viaducto sobre el Río Peregiles de acuerdo, tal y como establecen las bases de cálculo, a la ficha U.I.C. 776-3.

## 1.- LIMITES PARA LA FRECUENCIA PROPIA. APTO. 3

El objeto de este análisis es comprobar que la frecuencia propia del puente no cargado queda en la horquilla considerada para el cálculo de los efectos dinámicos que se recoge en la ficha 776-1.

Estudiando el problema de un tramo apoyado de sección uniforme (EI), luz L, y masa m (U.T.M./ U de L) como un continuo de infinitos grados de libertad. Se demuestra que de la solución de la ecuación diferencial que gobierna el fenómeno obtenemos el siguiente valor de la primera frecuencia de oscilación natural.

Obtención de la Frecuencia del Modo Fundamental:

$$f = \frac{\Pi}{2L^2}\sqrt{\frac{EI}{m}}(Hz)$$

donde:

L = Luz de Cálculo (m)

E = Modulo de elasticidad ($t/m^2$)

I = Inercia de la sección resistente ($m^4$)

m = Masa del tablero (U.T.M. $10^3$/m.l)



Prainsa

Del cálculo se obtienen las características mecánicas de las secciones compuestas homogeneizadas para cargas instantáneas. De acuerdo a estos valores se calcula la frecuencia natural.

En nuestro caso:

L = 28.90 m.

$E = 19000\ \sqrt{425} \times 10 = 3916950\ t/m^2$

$I = 2 \times 3.164327 = 6.328654\ m^4$

Cálculo de m.:

| | |
|---|---|
| - Vigas: | $2 \times 1.3876\ m^2 \times 2.5\ t/m^3$ |
| - Losa: | 12.92 x 0.30 x 2.5 |
| - Aceras: | 2 x 1.50 x 0.5 |
| - Barandillas: | 2 x 0.2 |
| - Balasto: | 9.92 x 0.516 x 1.6 |
| - Traviesas+Carriles: | 2 x 0.64 |

$$\text{TOTAL} = \frac{1}{9.81 m/s^2} \times 27.99\ t/ml = 2.854\ \frac{U.T.M. x 10^3}{ml}$$

$$f = \frac{\Pi}{2x28.90^2} \times \sqrt{\frac{3916950x6.328654}{2.854}} = 5.54\ Hz.$$

Prainsa

LOS LIMITES SON:

$$n_o = \left(\frac{207.80}{L}\right)^{1/1.68857} < f < \left(\frac{438.80}{l}\right)^{1/1.33677}$$

$$3.09 < f < 7.28$$

Ver grafico adjunto tomado de U.I.C. 776-1 Annexe 102.

2.- LIMITES PARA EL GIRO TORSIONAL. APTO. 5

El giro torsional θx no supera en ningún caso 0.0025 rad. El máximo es de:

NUDO 7

| Hipótesis Vía 1 | Giro X |
|---|---|
| F19 | 0.00036 |

Luego cumple.

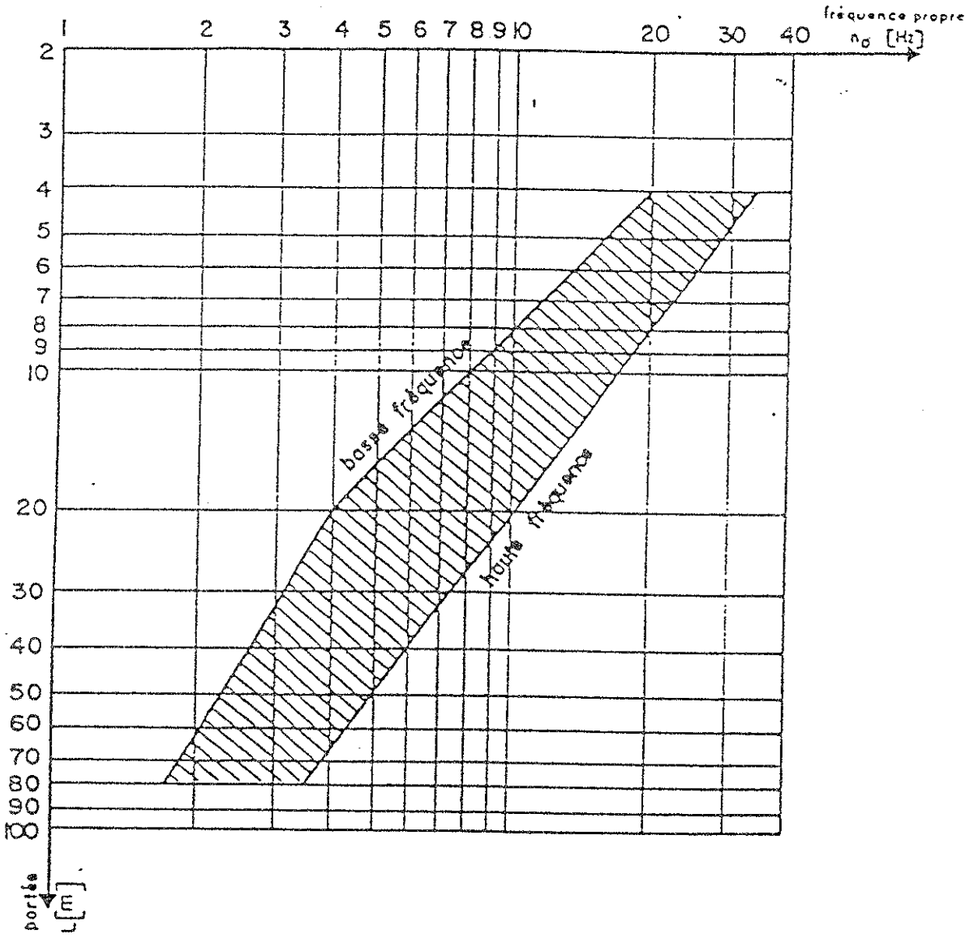
3.- LIMITES PARA LA FLEXION Y MOVIMIENTO VERTICAL DE LA VIA. APTO. 6.

En el caso de puentes con balasto de dos vías, la variación del ángulo en la transición entre el tablero y el estribo, o bien la variación del ángulo entre dos tableros consecutivos no puede superar 0.010 rad.

Según listado adjunto la variación mayor de ángulo es:



LIMITES DE LA FREQUENCE PROPRE $n_o$ DU PONT NON CHARGE




Ponts à haute fréquence propre : $n_o^{1,33677} = \frac{438,80}{L}$

Ponts à basse fréquence propre :

pour L = 4,0 - 20,0 m : $n_o = \frac{80}{L}$

pour L = 20,0 - 100,0 m : $n_o^{1,68857} = \frac{207,80}{L}$

- 69 -

776 - R ANNEXE

NUDO 1

| Hipótesis Vía 1 | Giro Y | Hipótesis Vía 2 | Giro Y | Giro Total |
|---|---|---|---|---|
| F21 | 0.00069 | F50 | 0.00046 | 0.00115 |

Luego cumple.

4.- LIMITES PARA LOS VALORES MAXIMOS DE FLECHAS HORIZONTALES. APTO.7

Las deformaciones horizontales comprenden la deformación del tablero y de la estructura portante (pilas y cimentaciones) frente a la acción de las acciones horizontales de viento, lazo, y fuerza centrífuga.

En nuestro caso, al ser las pilas de poca altura, y disponer el conjunto vigas y losa de un canto muy grande frente al viento, estas deformaciones se desprecian.

5.- VALORES MAXIMOS DE FLECHAS VERTICALES PARA EL CONFORT DE LOS VIAJEROS.

De acuerdo con U.I.C. 776-3 apartado 8, para asegurar un confort razonable para los viajeros, la flecha para las cargas de explotación no ha de superar los límites establecidos para el dominio de velocidad 3 (líneas nuevas o renovadas recorridas por trenes de viajeros a velocidad muy grande) en las líneas de tráfico de viajeros de alta calidad (Tabla 4 de relación luz/flecha).

Para el caso de un viaducto de más de 3 a 5 vanos y de 416 m. de longitud total, la relación luz/flecha es la siguiente:



$$1/F = 1200 + 1000\,\frac{28.90}{25.00} = 2356$$

La flecha máxima para la luz de proyecto es:

$$F = \frac{28.90}{2356} = 0.0123 \text{ m.}$$

Según el listado adjunto la flecha máxima, debida a las cargas de explotación es:

NUDO 7

| Hipótesis Vía 1 | Descenso | Hipótesis Vía 2 | Descenso | Flecha Total |
|---|---|---|---|---|
| F19 | 0.00621 | F50 | 0.00423 | 0.0104 |

Luego $F = 0.0104 < 0.0123 = F_{max}$ CUMPLE

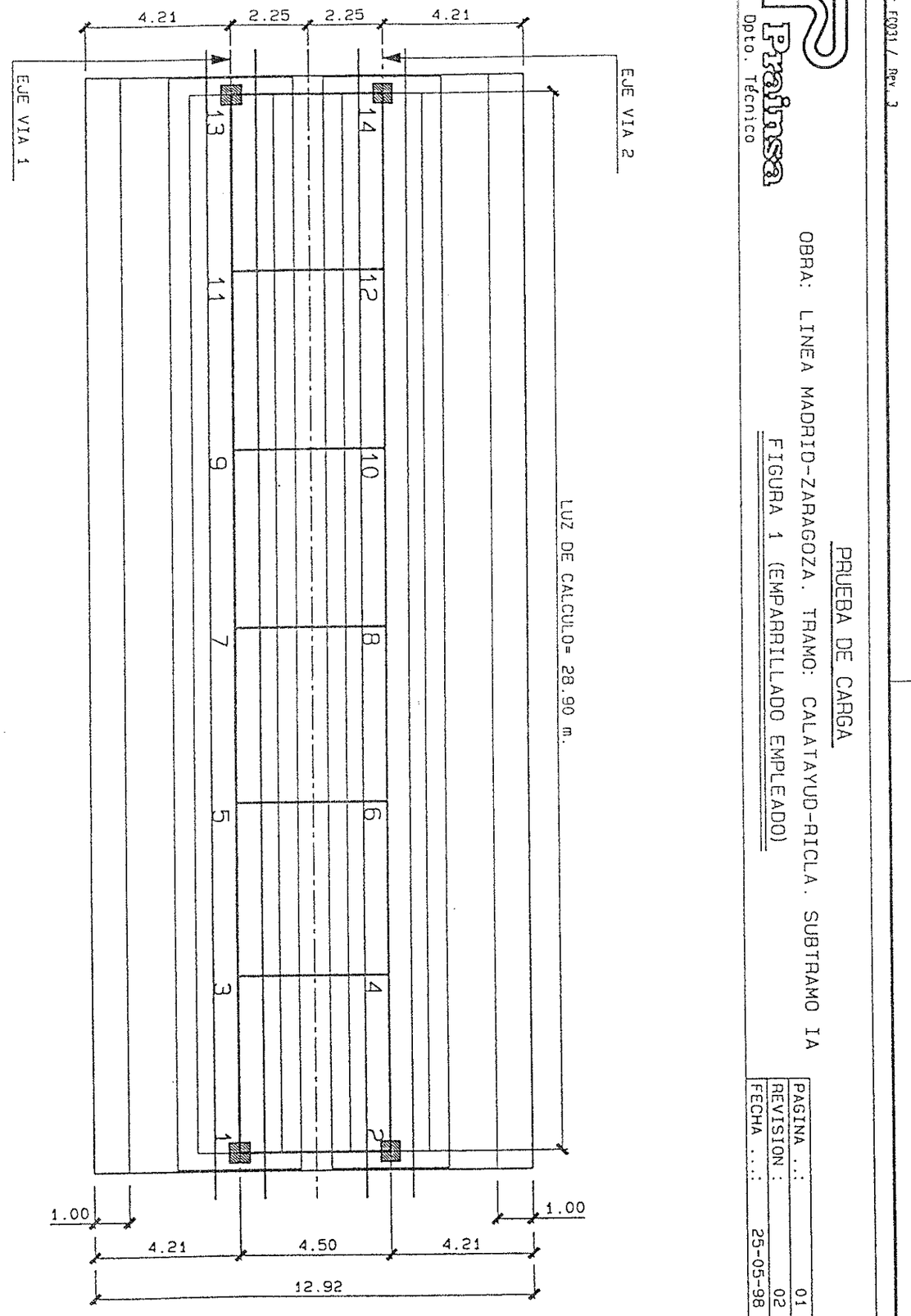
El Ingeniero Calculista:

Fdo: Antonio Urrecho Corrales

Colegiado: 10410

Ing. Caminos, Canales y Puertos.

# ESQUEMA DEL EMPARRILLADO EMPLEADO




Prainsa
Dpto. Técnico

PRUEBA DE CARGA

OBRA: LINEA MADRID-ZARAGOZA. TRAMO: CALATAYUD-RICLA. SUBTRAMO IA

FIGURA 1 (EMPARRILLADO EMPLEADO)

| | |
|---|---|
| PAGINA ...: | 01 |
| REVISION : | 02 |
| FECHA ...: | 25-05-98 |

# LISTADO DE ORDENADOR

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

| NUDO | HIPOTESIS | GIRO X | GIRO Y | DESCENSO |
|---|---|---|---|---|
| 7 | F1 | .00010 | 0.00000 | .00468 |
| | F2 | .00004 | 0.00000 | .00023 |
| | F3 | 0.00000 | 0.00000 | .00030 |
| | F4 | -.00028 | .00001 | .00493 |
| | F5 | -.00029 | .00001 | .00503 |
| | F6 | -.00030 | .00001 | .00515 |
| | F7 | -.00031 | .00001 | .00531 |
| | F8 | -.00031 | .00002 | .00542 |
| | F9 | -.00032 | .00002 | .00552 |
| | F10 | -.00033 | .00002 | .00566 |
| | F11 | -.00033 | .00002 | .00577 |
| | F12 | -.00034 | .00002 | .00587 |
| | F13 | -.00034 | .00002 | .00598 |
| | F14 | -.00035 | .00002 | .00606 |
| | F15 | -.00035 | .00001 | .00613 |
| | F16 | -.00036 | .00001 | .00619 |
| | F17 | -.00036 | 0.00000 | .00621 |
| | F18 | -.00036 | 0.00000 | .00622 |
| | F19 | -.00036 | -0.00000 | .00621 |
| | F20 | -.00036 | -.00001 | .00619 |
| | F21 | -.00035 | -.00001 | .00613 |
| | F22 | -.00035 | -.00002 | .00606 |
| | F23 | -.00034 | -.00002 | .00598 |
| | F24 | -.00034 | -.00002 | .00587 |
| | F25 | -.00033 | -.00002 | .00577 |
| | F26 | -.00033 | -.00002 | .00566 |
| | F27 | -.00032 | -.00002 | .00552 |
| | F28 | -.00031 | -.00002 | .00542 |
| | F29 | -.00031 | -.00001 | .00531 |
| | F30 | -.00030 | -.00001 | .00515 |
| | F31 | -.00029 | -.00001 | .00503 |
| | F32 | -.00028 | -.00001 | .00493 |
| | F33 | .00026 | 0.00000 | .00341 |
| | F34 | .00026 | 0.00000 | .00348 |
| | F35 | .00027 | 0.00000 | .00356 |
| | F36 | .00028 | .00001 | .00366 |
| | F37 | .00028 | .00001 | .00374 |
| | F38 | .00029 | .00001 | .00381 |
| | F39 | .00029 | .00001 | .00391 |
| | F40 | .00030 | .00001 | .00398 |
| | F41 | .00031 | .00001 | .00405 |
| | F42 | .00031 | .00001 | .00413 |
| | F43 | .00031 | .00001 | .00418 |
| | F44 | .00032 | .00001 | .00423 |
| | F45 | .00032 | 0.00000 | .00426 |
| | F46 | .00032 | 0.00000 | .00428 |
| | F47 | .00032 | 0.00000 | .00428 |
| | F48 | .00032 | -0.00000 | .00428 |
| | F49 | .00032 | -0.00000 | .00426 |
| | F50 | .00032 | -.00001 | .00423 |
| | F51 | .00031 | -.00001 | .00418 |
| | F52 | .00031 | -.00001 | .00413 |
| | F53 | .00031 | -.00001 | .00405 |
| | F54 | .00030 | -.00001 | .00398 |
| | F55 | .00029 | -.00001 | .00391 |
| | F56 | .00029 | -.00001 | .00381 |
| | F57 | .00028 | -.00001 | .00374 |
| | F58 | .00028 | -.00001 | .00366 |
| | F59 | .00027 | -0.00000 | .00356 |
| | F60 | .00026 | -0.00000 | .00348 |
| | F61 | .00026 | -0.00000 | .00341 |

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

| PO | HIPOTESIS | GIRO X | GIRO Y | DESCENSO |
|---|---|---|---|---|
| 8 | F1 | -.00010 | 0.00000 | .00468 |
| | F2 | -0.00000 | 0.00000 | .00030 |
| | F3 | -.00004 | 0.00000 | .00023 |
| | F4 | -.00028 | 0.00000 | .00333 |
| | F5 | -.00029 | 0.00000 | .00340 |
| | F6 | -.00030 | 0.00000 | .00348 |
| | F7 | -.00031 | .00001 | .00358 |
| | F8 | -.00031 | .00001 | .00365 |
| | F9 | -.00032 | .00001 | .00372 |
| | F10 | -.00033 | .00001 | .00381 |
| | F11 | -.00033 | .00001 | .00389 |
| | F12 | -.00034 | .00001 | .00395 |
| | F13 | -.00034 | .00001 | .00403 |
| | F14 | -.00035 | .00001 | .00408 |
| | F15 | -.00035 | 0.00000 | .00413 |
| | F16 | -.00036 | 0.00000 | .00416 |
| | F17 | -.00036 | 0.00000 | .00418 |
| | F18 | -.00036 | 0.00000 | .00418 |
| | F19 | -.00036 | -0.00000 | .00418 |
| | F20 | -.00036 | -0.00000 | .00416 |
| | F21 | -.00035 | -0.00000 | .00413 |
| | F22 | -.00035 | -.00001 | .00408 |
| | F23 | -.00034 | -.00001 | .00403 |
| | F24 | -.00034 | -.00001 | .00395 |
| | F25 | -.00033 | -.00001 | .00389 |
| | F26 | -.00033 | -.00001 | .00381 |
| | F27 | -.00032 | -.00001 | .00372 |
| | F28 | -.00031 | -.00001 | .00365 |
| | F29 | -.00031 | -.00001 | .00358 |
| | F30 | -.00030 | -0.00000 | .00348 |
| | F31 | -.00029 | -0.00000 | .00340 |
| | F32 | -.00028 | -0.00000 | .00333 |
| | F33 | .00026 | .00001 | .00485 |
| | F34 | .00026 | .00001 | .00495 |
| | F35 | .00027 | .00001 | .00507 |
| | F36 | .00028 | .00001 | .00522 |
| | F37 | .00028 | .00002 | .00533 |
| | F38 | .00029 | .00002 | .00543 |
| | F39 | .00029 | .00002 | .00556 |
| | F40 | .00030 | .00002 | .00568 |
| | F41 | .00031 | .00002 | .00578 |
| | F42 | .00031 | .00002 | .00589 |
| | F43 | .00031 | .00002 | .00596 |
| | F44 | .00032 | .00001 | .00603 |
| | F45 | .00032 | .00001 | .00608 |
| | F46 | .00032 | 0.00000 | .00611 |
| | F47 | .00032 | 0.00000 | .00611 |
| | F48 | .00032 | -0.00000 | .00611 |
| | F49 | .00032 | -.00001 | .00608 |
| | F50 | .00032 | -.00001 | .00603 |
| | F51 | .00031 | -.00002 | .00596 |
| | F52 | .00031 | -.00002 | .00589 |
| | F53 | .00031 | -.00002 | .00578 |
| | F54 | .00030 | -.00002 | .00568 |
| | F55 | .00029 | -.00002 | .00556 |
| | F56 | .00029 | -.00002 | .00543 |
| | F57 | .00028 | -.00002 | .00533 |
| | F58 | .00028 | -.00001 | .00522 |
| | F59 | .00027 | -.00001 | .00507 |
| | F60 | .00026 | -.00001 | .00495 |
| | F61 | .00026 | -.00001 | .00485 |

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

| NUDO | HIPOTESIS | GIRO X | GIRO Y | DESCENSO |
|---|---|---|---|---|
| 9 | F1 | .00010 | -.00025 | .00407 |
| | F2 | .00004 | -.00001 | .00020 |
| | F3 | 0.00000 | -.00002 | .00026 |
| | F4 | -.00026 | -.00025 | .00433 |
| | F5 | -.00027 | -.00026 | .00443 |
| | F6 | -.00028 | -.00026 | .00455 |
| | F7 | -.00029 | -.00026 | .00471 |
| | F8 | -.00030 | -.00027 | .00480 |
| | F9 | -.00030 | -.00027 | .00490 |
| | F10 | -.00031 | -.00028 | .00502 |
| | F11 | -.00031 | -.00029 | .00513 |
| | F12 | -.00032 | -.00030 | .00521 |
| | F13 | -.00032 | -.00030 | .00529 |
| | F14 | -.00033 | -.00031 | .00535 |
| | F15 | -.00033 | -.00032 | .00539 |
| | F16 | -.00033 | -.00032 | .00542 |
| | F17 | -.00033 | -.00033 | .00542 |
| | F18 | -.00033 | -.00033 | .00540 |
| | F19 | -.00033 | -.00033 | .00538 |
| | F20 | -.00033 | -.00033 | .00535 |
| | F21 | -.00032 | -.00033 | .00528 |
| | F22 | -.00032 | -.00033 | .00522 |
| | F23 | -.00031 | -.00032 | .00514 |
| | F24 | -.00031 | -.00032 | .00505 |
| | F25 | -.00030 | -.00031 | .00496 |
| | F26 | -.00030 | -.00030 | .00486 |
| | F27 | -.00029 | -.00029 | .00475 |
| | F28 | -.00029 | -.00029 | .00467 |
| | F29 | -.00028 | -.00028 | .00459 |
| | F30 | -.00027 | -.00027 | .00446 |
| | F31 | -.00027 | -.00027 | .00437 |
| | F32 | -.00026 | -.00026 | .00429 |
| | F33 | .00024 | -.00019 | .00295 |
| | F34 | .00024 | -.00019 | .00302 |
| | F35 | .00025 | -.00019 | .00309 |
| | F36 | .00026 | -.00020 | .00319 |
| | F37 | .00027 | -.00020 | .00326 |
| | F38 | .00027 | -.00021 | .00332 |
| | F39 | .00028 | -.00021 | .00341 |
| | F40 | .00028 | -.00022 | .00347 |
| | F41 | .00029 | -.00022 | .00353 |
| | F42 | .00029 | -.00022 | .00359 |
| | F43 | .00029 | -.00023 | .00363 |
| | F44 | .00030 | -.00023 | .00367 |
| | F45 | .00030 | -.00023 | .00369 |
| | F46 | .00030 | -.00024 | .00370 |
| | F47 | .00030 | -.00024 | .00370 |
| | F48 | .00030 | -.00024 | .00368 |
| | F49 | .00029 | -.00024 | .00366 |
| | F50 | .00029 | -.00024 | .00363 |
| | F51 | .00029 | -.00023 | .00358 |
| | F52 | .00028 | -.00023 | .00354 |
| | F53 | .00028 | -.00023 | .00347 |
| | F54 | .00027 | -.00022 | .00341 |
| | F55 | .00027 | -.00022 | .00334 |
| | F56 | .00026 | -.00021 | .00326 |
| | F57 | .00026 | -.00021 | .00320 |
| | F58 | .00025 | -.00020 | .00314 |
| | F59 | .00025 | -.00020 | .00306 |
| | F60 | .00024 | -.00019 | .00299 |
| | F61 | .00024 | -.00019 | .00293 |

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

| ...O | HIPOTESIS | GIRO X | GIRO Y | DESCENSO |
|---|---|---|---|---|
| 10 | F1 | -.00010 | -.00025 | .00407 |
| | F2 | -0.00000 | -.00002 | .00026 |
| | F3 | -.00004 | -.00001 | .00020 |
| | F4 | -.00026 | -.00018 | .00288 |
| | F5 | -.00027 | -.00019 | .00295 |
| | F6 | -.00028 | -.00019 | .00302 |
| | F7 | -.00029 | -.00019 | .00311 |
| | F8 | -.00030 | -.00020 | .00318 |
| | F9 | -.00030 | -.00020 | .00324 |
| | F10 | -.00031 | -.00021 | .00332 |
| | F11 | -.00031 | -.00021 | .00338 |
| | F12 | -.00032 | -.00022 | .00344 |
| | F13 | -.00032 | -.00022 | .00350 |
| | F14 | -.00033 | -.00022 | .00354 |
| | F15 | -.00033 | -.00023 | .00358 |
| | F16 | -.00033 | -.00023 | .00360 |
| | F17 | -.00033 | -.00023 | .00361 |
| | F18 | -.00033 | -.00023 | .00361 |
| | F19 | -.00033 | -.00023 | .00360 |
| | F20 | -.00033 | -.00023 | .00358 |
| | F21 | -.00032 | -.00023 | .00354 |
| | F22 | -.00032 | -.00023 | .00350 |
| | F23 | -.00031 | -.00023 | .00345 |
| | F24 | -.00031 | -.00022 | .00338 |
| | F25 | -.00030 | -.00022 | .00332 |
| | F26 | -.00030 | -.00021 | .00326 |
| | F27 | -.00029 | -.00021 | .00319 |
| | F28 | -.00029 | -.00020 | .00313 |
| | F29 | -.00028 | -.00020 | .00307 |
| | F30 | -.00027 | -.00019 | .00298 |
| | F31 | -.00027 | -.00019 | .00292 |
| | F32 | -.00026 | -.00019 | .00286 |
| | F33 | .00024 | -.00025 | .00426 |
| | F34 | .00024 | -.00025 | .00436 |
| | F35 | .00025 | -.00026 | .00448 |
| | F36 | .00026 | -.00026 | .00463 |
| | F37 | .00027 | -.00027 | .00472 |
| | F38 | .00027 | -.00027 | .00482 |
| | F39 | .00028 | -.00028 | .00494 |
| | F40 | .00028 | -.00029 | .00504 |
| | F41 | .00029 | -.00029 | .00512 |
| | F42 | .00029 | -.00030 | .00520 |
| | F43 | .00029 | -.00031 | .00526 |
| | F44 | .00030 | -.00031 | .00530 |
| | F45 | .00030 | -.00032 | .00533 |
| | F46 | .00030 | -.00032 | .00533 |
| | F47 | .00030 | -.00033 | .00531 |
| | F48 | .00030 | -.00033 | .00529 |
| | F49 | .00029 | -.00033 | .00526 |
| | F50 | .00029 | -.00032 | .00520 |
| | F51 | .00029 | -.00032 | .00513 |
| | F52 | .00028 | -.00032 | .00506 |
| | F53 | .00028 | -.00031 | .00496 |
| | F54 | .00027 | -.00031 | .00488 |
| | F55 | .00027 | -.00030 | .00479 |
| | F56 | .00026 | -.00029 | .00468 |
| | F57 | .00026 | -.00028 | .00459 |
| | F58 | .00025 | -.00028 | .00451 |
| | F59 | .00025 | -.00027 | .00439 |
| | F60 | .00024 | -.00026 | .00430 |
| | F61 | .00024 | -.00026 | .00422 |

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

| UDO | HIPOTESIS | GIRO X | GIRO Y | DESCENSO |
|---|---|---|---|---|
| 11 | F1 | .00010 | -.00044 | .00236 |
| | F2 | .00004 | -.00002 | .00011 |
| | F3 | .00001 | -.00003 | .00015 |
| | F4 | -.00021 | -.00047 | .00257 |
| | F5 | -.00022 | -.00048 | .00263 |
| | F6 | -.00022 | -.00049 | .00271 |
| | F7 | -.00023 | -.00051 | .00281 |
| | F8 | -.00024 | -.00052 | .00287 |
| | F9 | -.00024 | -.00053 | .00293 |
| | F10 | -.00025 | -.00055 | .00300 |
| | F11 | -.00025 | -.00056 | .00305 |
| | F12 | -.00026 | -.00057 | .00309 |
| | F13 | -.00026 | -.00058 | .00313 |
| | F14 | -.00026 | -.00058 | .00315 |
| | F15 | -.00026 | -.00059 | .00317 |
| | F16 | -.00026 | -.00059 | .00317 |
| | F17 | -.00026 | -.00059 | .00317 |
| | F18 | -.00026 | -.00059 | .00315 |
| | F19 | -.00026 | -.00058 | .00313 |
| | F20 | -.00026 | -.00058 | .00311 |
| | F21 | -.00025 | -.00057 | .00307 |
| | F22 | -.00025 | -.00057 | .00303 |
| | F23 | -.00025 | -.00056 | .00299 |
| | F24 | -.00024 | -.00055 | .00293 |
| | F25 | -.00024 | -.00054 | .00288 |
| | F26 | -.00023 | -.00053 | .00283 |
| | F27 | -.00023 | -.00052 | .00277 |
| | F28 | -.00023 | -.00051 | .00272 |
| | F29 | -.00022 | -.00050 | .00268 |
| | F30 | -.00022 | -.00048 | .00261 |
| | F31 | -.00021 | -.00047 | .00256 |
| | F32 | -.00021 | -.00047 | .00251 |
| | F33 | .00019 | -.00032 | .00170 |
| | F34 | .00020 | -.00033 | .00174 |
| | F35 | .00020 | -.00034 | .00179 |
| | F36 | .00021 | -.00035 | .00184 |
| | F37 | .00021 | -.00035 | .00188 |
| | F38 | .00022 | -.00036 | .00192 |
| | F39 | .00022 | -.00037 | .00197 |
| | F40 | .00023 | -.00038 | .00200 |
| | F41 | .00023 | -.00038 | .00204 |
| | F42 | .00023 | -.00039 | .00207 |
| | F43 | .00023 | -.00040 | .00209 |
| | F44 | .00024 | -.00040 | .00211 |
| | F45 | .00024 | -.00040 | .00212 |
| | F46 | .00024 | -.00040 | .00212 |
| | F47 | .00023 | -.00040 | .00211 |
| | F48 | .00023 | -.00040 | .00210 |
| | F49 | .00023 | -.00040 | .00209 |
| | F50 | .00023 | -.00039 | .00207 |
| | F51 | .00023 | -.00039 | .00204 |
| | F52 | .00022 | -.00038 | .00201 |
| | F53 | .00022 | -.00038 | .00197 |
| | F54 | .00022 | -.00037 | .00194 |
| | F55 | .00021 | -.00036 | .00190 |
| | F56 | .00021 | -.00036 | .00186 |
| | F57 | .00020 | -.00035 | .00183 |
| | F58 | .00020 | -.00034 | .00179 |
| | F59 | .00019 | -.00033 | .00175 |
| | F60 | .00019 | -.00033 | .00171 |
| | F61 | .00019 | -.00032 | .00168 |

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

| DO | HIPOTESIS | GIRO X | GIRO Y | DESCENSO |
|---|---|---|---|---|
| 12 | F1 | -.00010 | -.00044 | .00236 |
| | F2 | -.00001 | -.00003 | .00015 |
| | F3 | -.00004 | -.00002 | .00011 |
| | F4 | -.00021 | -.00031 | .00165 |
| | F5 | -.00022 | -.00032 | .00169 |
| | F6 | -.00022 | -.00033 | .00174 |
| | F7 | -.00023 | -.00034 | .00179 |
| | F8 | -.00024 | -.00035 | .00183 |
| | F9 | -.00024 | -.00035 | .00187 |
| | F10 | -.00025 | -.00036 | .00191 |
| | F11 | -.00025 | -.00037 | .00195 |
| | F12 | -.00026 | -.00038 | .00198 |
| | F13 | -.00026 | -.00038 | .00201 |
| | F14 | -.00026 | -.00039 | .00203 |
| | F15 | -.00026 | -.00039 | .00205 |
| | F16 | -.00026 | -.00039 | .00206 |
| | F17 | -.00026 | -.00039 | .00206 |
| | F18 | -.00026 | -.00039 | .00206 |
| | F19 | -.00026 | -.00039 | .00205 |
| | F20 | -.00026 | -.00039 | .00204 |
| | F21 | -.00025 | -.00039 | .00201 |
| | F22 | -.00025 | -.00038 | .00199 |
| | F23 | -.00025 | -.00038 | .00196 |
| | F24 | -.00024 | -.00037 | .00192 |
| | F25 | -.00024 | -.00036 | .00189 |
| | F26 | -.00023 | -.00036 | .00186 |
| | F27 | -.00023 | -.00035 | .00181 |
| | F28 | -.00023 | -.00034 | .00178 |
| | F29 | -.00022 | -.00033 | .00175 |
| | F30 | -.00022 | -.00032 | .00170 |
| | F31 | -.00021 | -.00032 | .00167 |
| | F32 | -.00021 | -.00031 | .00164 |
| | F33 | .00019 | -.00046 | .00252 |
| | F34 | .00020 | -.00047 | .00259 |
| | F35 | .00020 | -.00049 | .00266 |
| | F36 | .00021 | -.00050 | .00276 |
| | F37 | .00021 | -.00051 | .00282 |
| | F38 | .00022 | -.00052 | .00288 |
| | F39 | .00022 | -.00054 | .00294 |
| | F40 | .00023 | -.00055 | .00299 |
| | F41 | .00023 | -.00056 | .00303 |
| | F42 | .00023 | -.00057 | .00307 |
| | F43 | .00023 | -.00057 | .00310 |
| | F44 | .00024 | -.00058 | .00311 |
| | F45 | .00024 | -.00058 | .00312 |
| | F46 | .00024 | -.00058 | .00311 |
| | F47 | .00023 | -.00058 | .00310 |
| | F48 | .00023 | -.00058 | .00308 |
| | F49 | .00023 | -.00057 | .00306 |
| | F50 | .00023 | -.00056 | .00302 |
| | F51 | .00023 | -.00056 | .00298 |
| | F52 | .00022 | -.00055 | .00294 |
| | F53 | .00022 | -.00054 | .00288 |
| | F54 | .00022 | -.00053 | .00283 |
| | F55 | .00021 | -.00052 | .00278 |
| | F56 | .00021 | -.00051 | .00272 |
| | F57 | .00020 | -.00050 | .00268 |
| | F58 | .00020 | -.00049 | .00263 |
| | F59 | .00019 | -.00048 | .00256 |
| | F60 | .00019 | -.00047 | .00251 |
| | F61 | .00019 | -.00046 | .00247 |

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

| NUDO | HIPOTESIS | GIRO X | GIRO Y | DESCENSO |
|---|---|---|---|---|
| 13 | F1 | .00010 | -.00052 | 0.00000 |
| | F2 | .00004 | -.00003 | 0.00000 |
| | F3 | .00001 | -.00003 | 0.00000 |
| | F4 | -.00016 | -.00057 | 0.00000 |
| | F5 | -.00017 | -.00058 | 0.00000 |
| | F6 | -.00017 | -.00060 | 0.00000 |
| | F7 | -.00018 | -.00062 | 0.00000 |
| | F8 | -.00018 | -.00064 | 0.00000 |
| | F9 | -.00019 | -.00065 | 0.00000 |
| | F10 | -.00019 | -.00066 | 0.00000 |
| | F11 | -.00020 | -.00067 | 0.00000 |
| | F12 | -.00020 | -.00068 | 0.00000 |
| | F13 | -.00020 | -.00069 | 0.00000 |
| | F14 | -.00020 | -.00069 | 0.00000 |
| | F15 | -.00020 | -.00069 | 0.00000 |
| | F16 | -.00020 | -.00070 | 0.00000 |
| | F17 | -.00020 | -.00069 | 0.00000 |
| | F18 | -.00020 | -.00069 | 0.00000 |
| | F19 | -.00020 | -.00069 | 0.00000 |
| | F20 | -.00020 | -.00068 | 0.00000 |
| | F21 | -.00020 | -.00067 | 0.00000 |
| | F22 | -.00019 | -.00066 | 0.00000 |
| | F23 | -.00019 | -.00065 | 0.00000 |
| | F24 | -.00019 | -.00064 | 0.00000 |
| | F25 | -.00019 | -.00063 | 0.00000 |
| | F26 | -.00018 | -.00062 | 0.00000 |
| | F27 | -.00018 | -.00061 | 0.00000 |
| | F28 | -.00017 | -.00060 | 0.00000 |
| | F29 | -.00017 | -.00059 | 0.00000 |
| | F30 | -.00017 | -.00057 | 0.00000 |
| | F31 | -.00016 | -.00056 | 0.00000 |
| | F32 | -.00016 | -.00055 | 0.00000 |
| | F33 | .00015 | -.00037 | 0.00000 |
| | F34 | .00015 | -.00038 | 0.00000 |
| | F35 | .00016 | -.00039 | 0.00000 |
| | F36 | .00016 | -.00040 | 0.00000 |
| | F37 | .00017 | -.00041 | 0.00000 |
| | F38 | .00017 | -.00042 | 0.00000 |
| | F39 | .00017 | -.00043 | 0.00000 |
| | F40 | .00018 | -.00044 | 0.00000 |
| | F41 | .00018 | -.00044 | 0.00000 |
| | F42 | .00018 | -.00045 | 0.00000 |
| | F43 | .00018 | -.00045 | 0.00000 |
| | F44 | .00018 | -.00046 | 0.00000 |
| | F45 | .00018 | -.00046 | 0.00000 |
| | F46 | .00018 | -.00046 | 0.00000 |
| | F47 | .00018 | -.00046 | 0.00000 |
| | F48 | .00018 | -.00046 | 0.00000 |
| | F49 | .00018 | -.00045 | 0.00000 |
| | F50 | .00018 | -.00045 | 0.00000 |
| | F51 | .00017 | -.00044 | 0.00000 |
| | F52 | .00017 | -.00044 | 0.00000 |
| | F53 | .00017 | -.00043 | 0.00000 |
| | F54 | .00017 | -.00042 | 0.00000 |
| | F55 | .00016 | -.00041 | 0.00000 |
| | F56 | .00016 | -.00040 | 0.00000 |
| | F57 | .00016 | -.00039 | 0.00000 |
| | F58 | .00015 | -.00039 | 0.00000 |
| | F59 | .00015 | -.00038 | 0.00000 |
| | F60 | .00015 | -.00037 | 0.00000 |
| | F61 | .00014 | -.00036 | 0.00000 |

CALATAYUD I-A.PEREJILES.NORMA U.I.C.

DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS

| DO | HIPOTESIS | GIRO X | GIRO Y | DESCENSO |
|---|---|---|---|---|
| 14 | F1 | -.00010 | -.00052 | 0.00000 |
| | F2 | -.00001 | -.00003 | 0.00000 |
| | F3 | -.00004 | -.00003 | 0.00000 |
| | F4 | -.00016 | -.00036 | 0.00000 |
| | F5 | -.00017 | -.00037 | 0.00000 |
| | F6 | -.00017 | -.00038 | 0.00000 |
| | F7 | -.00018 | -.00039 | 0.00000 |
| | F8 | -.00018 | -.00040 | 0.00000 |
| | F9 | -.00019 | -.00041 | 0.00000 |
| | F10 | -.00019 | -.00042 | 0.00000 |
| | F11 | -.00020 | -.00042 | 0.00000 |
| | F12 | -.00020 | -.00043 | 0.00000 |
| | F13 | -.00020 | -.00044 | 0.00000 |
| | F14 | -.00020 | -.00044 | 0.00000 |
| | F15 | -.00020 | -.00044 | 0.00000 |
| | F16 | -.00020 | -.00045 | 0.00000 |
| | F17 | -.00020 | -.00045 | 0.00000 |
| | F18 | -.00020 | -.00044 | 0.00000 |
| | F19 | -.00020 | -.00044 | 0.00000 |
| | F20 | -.00020 | -.00044 | 0.00000 |
| | F21 | -.00020 | -.00044 | 0.00000 |
| | F22 | -.00019 | -.00043 | 0.00000 |
| | F23 | -.00019 | -.00042 | 0.00000 |
| | F24 | -.00019 | -.00042 | 0.00000 |
| | F25 | -.00019 | -.00041 | 0.00000 |
| | F26 | -.00018 | -.00040 | 0.00000 |
| | F27 | -.00018 | -.00039 | 0.00000 |
| | F28 | -.00017 | -.00038 | 0.00000 |
| | F29 | -.00017 | -.00038 | 0.00000 |
| | F30 | -.00017 | -.00037 | 0.00000 |
| | F31 | -.00016 | -.00036 | 0.00000 |
| | F32 | -.00016 | -.00035 | 0.00000 |
| | F33 | .00015 | -.00056 | 0.00000 |
| | F34 | .00015 | -.00057 | 0.00000 |
| | F35 | .00016 | -.00059 | 0.00000 |
| | F36 | .00016 | -.00061 | 0.00000 |
| | F37 | .00017 | -.00062 | 0.00000 |
| | F38 | .00017 | -.00064 | 0.00000 |
| | F39 | .00017 | -.00065 | 0.00000 |
| | F40 | .00018 | -.00066 | 0.00000 |
| | F41 | .00018 | -.00067 | 0.00000 |
| | F42 | .00018 | -.00067 | 0.00000 |
| | F43 | .00018 | -.00068 | 0.00000 |
| | F44 | .00018 | -.00068 | 0.00000 |
| | F45 | .00018 | -.00068 | 0.00000 |
| | F46 | .00018 | -.00068 | 0.00000 |
| | F47 | .00018 | -.00068 | 0.00000 |
| | F48 | .00018 | -.00067 | 0.00000 |
| | F49 | .00018 | -.00067 | 0.00000 |
| | F50 | .00018 | -.00066 | 0.00000 |
| | F51 | .00017 | -.00065 | 0.00000 |
| | F52 | .00017 | -.00064 | 0.00000 |
| | F53 | .00017 | -.00063 | 0.00000 |
| | F54 | .00017 | -.00062 | 0.00000 |
| | F55 | .00016 | -.00061 | 0.00000 |
| | F56 | .00016 | -.00060 | 0.00000 |
| | F57 | .00016 | -.00059 | 0.00000 |
| | F58 | .00015 | -.00058 | 0.00000 |
| | F59 | .00015 | -.00056 | 0.00000 |
| | F60 | .00015 | -.00055 | 0.00000 |
| | F61 | .00014 | -.00054 | 0.00000 |

RESUMEN DE ESFUERZOS

ESTRUCTURA E - 2 Viaducto de Perejiles

Instruccion Española

Cargas en Apoyo de vigas

| | Viga 1 | Viga 2 |
|---|---|---|
| Verticales | | |
| Peso propio de viga | 53,77 | 53,77 |
| Peso propio tablero | 75,56 | 75,56 |
| Carga muerta | 80,57 | 79,95 |
| Sobregarga paseo derecho | 2,76 | 0,34 |
| Sobregarga paseo izquierdo | 0,58 | 3,76 |
| Tren B sobre via 1 | 159,76 | 26,41 |
| Tren B sobre via 2 | 33,20 | 152,98 |
| Longitudinales (frenado) | | |
| Tren B sobre via 1 | 19,97 | 3,30 |
| Tren B sobre via 2 | 4,15 | 19,12 |

| | viento | | |
|---|---|---|---|
| Transversales (lazo, barandilla y viento | | | |
| Sin tren (0,2*4,44x31,9/2)/2 | 7,08 | 7,08 | 7,08 |
| Un tren (0,2x7,94x31,9/2+5+2,39)/2 | 12,66 | 16,36 | 16,36 |
| Dos trenes (0,2x8,24x31,9/2+5+2,39)/2 | 13,14 | 16,84 | 16,84 |
| Incremento verticales por transversales | viento | | |
| Sin tren | 5,57 | 5,57 | -5,57 |
| Un tren | 18,24 | 24,06 | -24,06 |
| Dos trenes | 19,39 | 25,21 | -25,21 |

Resumen cargas sobre apoyo

| | Qc | Qs | $F_L$ | $F_T$ | Qt |
|---|---|---|---|---|---|
| Sin tren | 209,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 209,90 |
| Un tren | 209,90 | 168,34 | 19,97 | 3,70 | 378,24 |
| Dos trenes | 209,90 | 202,11 | 24,12 | 3,70 | 412,01 |
| Sin tren con viento | 209,90 | 5,57 | 0,00 | 7,08 | 215,47 |
| Un tren con viento | 209,90 | 186,58 | 19,97 | 16,36 | 396,47 |
| Dos trenes con viento | 209,90 | 221,51 | 24,12 | 16,84 | 431,40 |

Cargas sobre cabeza de pila

| Un vano cargado | $Q_1$ | $Q_2$ | $F_L$ | $F_T$ | $Q_{1d}+Q_{2d}$ | $F_{Ld}$ | $F_{Td}$ | $M_{Td}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hipotesis I Un tren | 378,24 | 209,90 | 19,97 | 3,70 | 689,14 | 31,95 | 5,91 | 296,28 |
| Hipotesis II Dos trenes | 412,01 | 209,90 | 24,12 | 3,70 | 743,17 | 38,59 | 5,91 | 355,72 |
| Hipotesis III Un tren y viento | 396,47 | 215,47 | 19,97 | 23,44 | 727,23 | 28,76 | 33,76 | 286,71 |
| Hipotesis IV Dos trenes y viento | 431,40 | 215,47 | 24,12 | 23,92 | 783,12 | 34,73 | 34,44 | 342,04 |

| Dos vanos cargados | $Q_1$ | $Q_2$ | $F_L$ | $F_T$ | $Q_{1d}+Q_{2d}$ | $F_{Ld}$ | $F_{Td}$ | $M_{Td}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hipotesis I Un tren | 378,24 | 378,24 | 39,94 | 7,39 | 958,48 | 63,91 | 11,82 | 0,00 |
| Hipotesis II Dos trenes | 412,01 | 412,01 | 48,24 | 7,39 | 1066,56 | 77,18 | 11,82 | 0,00 |
| Hipotesis III Un tren y viento | 396,47 | 396,47 | 39,94 | 32,72 | 1016,84 | 57,51 | 47,11 | 0,00 |





| Hipotesis IV Dos trenes y viento | 431,40 | 431,40 | 48,24 | 33,68 | 1128,61 | 69,46 | 48,49 | 0,00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Al mayorar las cargas verticales solo lo hago con las sobrecargas, ya que al ser favorable el esfuerzo vertical, los valores del peso propio y muerto los sumo con su valor caracteristico

Para cada hipotesis considero cuatro alturas de pila y calculo las cargas incluyendo el peso propio sin mayorar, por cada metro de altura 7,90 t.

| Un vano cargado | | | | | Dos vanos cargados | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hipotesis I Un tren | H= | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ | Hipotesis I | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ |
| | 8,40 | 755,50 | 564,68 | 49,66 | | 1024,84 | 536,80 | 99,32 |
| | 7,00 | 744,44 | 519,94 | 41,38 | | 1013,78 | 447,34 | 82,77 |
| | 5,00 | 728,64 | 456,04 | 29,56 | | 997,98 | 319,53 | 59,12 |
| | 3,00 | 712,84 | 392,13 | 17,74 | | 982,18 | 191,72 | 35,47 |
| Hipotesis II Dos trenes | H= | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ | Hipotesis II | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ |
| | 8,40 | 809,53 | 679,89 | 49,66 | | 1132,92 | 648,34 | 99,32 |
| | 7,00 | 798,47 | 625,86 | 41,38 | | 1121,86 | 540,28 | 82,77 |
| | 5,00 | 782,67 | 548,68 | 29,56 | | 1106,06 | 385,92 | 59,12 |
| | 3,00 | 766,87 | 471,49 | 17,74 | | 1090,26 | 231,55 | 35,47 |
| Hipotesis III Un tren y viento | H= | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ | Hipotesis III | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ |
| | 8,40 | 793,59 | 528,27 | 283,54 | | 1083,20 | 483,12 | 395,76 |
| | 7,00 | 782,53 | 488,01 | 236,29 | | 1072,14 | 402,60 | 329,80 |
| | 5,00 | 766,73 | 430,50 | 168,78 | | 1056,34 | 287,57 | 235,57 |
| | 3,00 | 750,93 | 372,98 | 101,27 | | 1040,54 | 172,54 | 141,34 |
| Hipotesis IV Dos trenes y viento | H= | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ | Hipotesis IV | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ |
| | 8,40 | 849,48 | 633,79 | 289,33 | | 1194,97 | 583,50 | 407,34 |
| | 7,00 | 838,42 | 585,17 | 241,11 | | 1183,91 | 486,25 | 339,45 |
| | 5,00 | 822,62 | 515,70 | 172,22 | | 1168,11 | 347,32 | 242,46 |
| | 3,00 | 806,82 | 446,24 | 103,33 | | 1152,31 | 208,39 | 145,48 |

ESTRUCTURA E - 2 Viaducto de Perejiles

Norma U.I.C.

Cargas en Apoyo de vigas

| | Viga 1 | Viga 2 |
|---|---|---|
| Verticales | 53,77 | 53,77 |
| Peso propio de viga | 75,56 | 75,56 |
| Peso propio tablero | 80,57 | 79,95 |
| Carga muerta | 2,76 | 0,34 |
| Sobregarga paseo derecho | 0,58 | 3,76 |
| Sobregarga paseo izquierdo | 146,54 | 23,68 |
| Tren B sobre via 1 | 29,66 | 140,57 |
| Tren B sobre via 2 | | |
| Longitudinales (frenado) | 36,64 | 5,92 |
| Tren B sobre via 1 | 7,42 | 35,14 |
| Tren B sobre via 2 | | |

| Transversales (lazo, barandilla y viento) | viento | | |
|---|---|---|---|
| Mantengo los valores de Renfe | 7,08 | 7,08 | 7,08 |
| Sin tren (0,2*4,44x31,9/2)/2 | 12,66 | 16,36 | 16,36 |
| Un tren (0,2x7,94x31,9/2+5+2,39)/2 | 13,14 | 16,84 | 16,84 |
| Dos trenes (0,2x8,24x31,9/2+5+2,39)/2 | | | |
| Incremento verticales por transversales | viento | | |
| Sin tren | 5,57 | 5,57 | -5,57 |
| Un tren | 18,24 | 24,06 | -24,06 |
| Dos trenes | 19,39 | 25,21 | -25,21 |

Resumen cargas sobre apoyo

| | Qc | Qs | $F_L$ | $F_T$ | Qt |
|---|---|---|---|---|---|
| Sin tren | 209,90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 209,90 |
| Un tren | 209,90 | 155,12 | 36,64 | 3,70 | 365,02 |
| Dos trenes | 209,90 | 185,36 | 44,05 | 3,70 | 395,26 |
| Sin tren con viento | 209,90 | 5,57 | 0,00 | 7,08 | 215,47 |
| Un tren con viento | 209,90 | 173,36 | 36,64 | 16,36 | 383,25 |
| Dos trenes con viento | 209,90 | 204,75 | 44,05 | 16,84 | 414,65 |

Cargas sobre cabeza de pila

| Un vano cargado | $Q_1$ | $Q_2$ | $F_L$ | $F_T$ | $Q_{1d}+Q_{2d}$ | $F_{Ld}$ | $F_{Td}$ | $M_{Td}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hipotesis I Un tren | 365,02 | 209,90 | 36,64 | 3,70 | 667,98 | 58,62 | 5,91 | 273,01 |
| Hipotesis II Dos trenes | 395,26 | 209,90 | 44,05 | 3,70 | 716,37 | 70,48 | 5,91 | 326,23 |
| Hipotesis III Un tren y viento | 383,25 | 215,47 | 36,64 | 23,44 | 677,45 | 52,76 | 33,76 | 265,77 |
| Hipotesis IV Dos trenes y viento | 414,65 | 215,47 | 44,05 | 23,92 | 722,66 | 63,43 | 34,44 | 315,50 |

| Dos vanos cargados | $Q_1$ | $Q_2$ | $F_L$ | $F_T$ | $Q_{1d}+Q_{2d}$ | $F_{Ld}$ | $F_{Td}$ | $M_{Td}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hipotesis I Un tren | 365,02 | 365,02 | 73,27 | 7,39 | 916,17 | 117,23 | 11,82 | 0,00 |
| Hipotesis II Dos trenes | 395,26 | 395,26 | 88,10 | 7,39 | 1012,95 | 140,96 | 11,82 | 0,00 |
| Hipotesis III Un tren y viento | 383,25 | 383,25 | 73,27 | 32,72 | 919,06 | 105,51 | 47,11 | 0,00 |
| Hipotesis IV Dos trenes y viento | 414,65 | 414,65 | 88,10 | 33,68 | 1.009,48 | 126,87 | 48,49 | 0,00 |

Al mayorar las cargas verticales solo lo hago con las sobrecargas, ya que al ser favorable el esfuerzo vertical, los valores del peso propio y muerto los sumo con su valor caracteristico

Para cada hipotesis considero cuatro alturas de pila y calculo las cargas incluyendo el peso propio sin mayorar, por cada metro de altura 7,900 t.

| Un vano cargado | H= | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ | Hipotesis I | Dos vanos cargados $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hipotesis I Un tren | 8,4 | 734,34 | 765,39 | 49,661 | | 982,53 | 984,76 | 99,322 |
| | 7 | 723,28 | 683,33 | 41,384 | | 971,47 | 820,64 | 82,768 |
| | 5 | 707,48 | 566,09 | 29,56 | | 955,67 | 586,17 | 59,12 |
| | 3 | 691,68 | 448,86 | 17,736 | | 939,87 | 351,7 | 35,472 |
| Hipotesis II Dos trenes | H= | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ | Hipotesis II | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ |
| | 8,4 | 782,73 | 918,28 | 49,661 | | 1079,31 | 1184,1 | 99,322 |
| | 7 | 771,67 | 819,61 | 41,384 | | 1068,25 | 986,75 | 82,768 |
| | 5 | 755,87 | 678,64 | 29,56 | | 1052,45 | 704,82 | 59,12 |
| | 3 | 740,07 | 537,68 | 17,736 | | 1036,65 | 422,89 | 35,472 |
| Hipotesis III Un tren y viento | H= | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ | Hipotesis III | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ |
| | 8,4 | 743,81 | 708,91 | 283,54 | | 985,42 | 886,29 | 395,76 |
| | 7 | 732,75 | 635,06 | 236,29 | | 974,36 | 738,57 | 329,8 |
| | 5 | 716,95 | 529,55 | 168,78 | | 958,56 | 527,55 | 235,57 |
| | 3 | 701,15 | 424,04 | 101,27 | | 942,76 | 316,53 | 141,34 |
| Hipotesis IV Dos trenes y viento | H= | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ | Hipotesis IV | $Q_T$ | $M_{Td}$ | $M_{Ld}$ |
| | 8,4 | 789,02 | 848,35 | 289,33 | | 1075,84 | 1065,7 | 407,34 |
| | 7 | 777,96 | 759,54 | 241,11 | | 1064,78 | 888,07 | 339,45 |
| | 5 | 762,16 | 632,67 | 172,22 | | 1048,98 | 634,34 | 242,46 |
| | 3 | 746,36 | 505,81 | 103,33 | | 1033,18 | 380,6 | 145,48 |

ESTRUCTURA E - 2 Viaducto de Perejiles

Relacion de esfuerzos tanto con Hipotesis Renfe como UIC, ordenados por valor de la carga axil

| QT | MTd | MLd |
|---|---|---|
| 692 | 449 | 18 |
| 701 | 424 | 101 |
| 707 | 566 | 30 |
| 713 | 392 | 18 |
| 717 | 550 | 169 |
| 723 | 683 | 41 |
| 729 | 456 | 30 |
| 733 | 635 | 236 |
| 734 | 765 | 50 |
| 740 | 538 | 18 |
| 744 | 709 | 284 |
| 744 | 520 | 41 |
| 746 | 506 | 103 |
| 751 | 373 | 101 |
| 755 | 565 | 50 |
| 756 | 679 | 30 |
| 762 | 633 | 172 |
| 767 | 430 | 169 |
| 767 | 471 | 18 |
| 772 | 820 | 41 |
| 778 | 760 | 241 |
| 783 | 488 | 236 |
| 783 | 549 | 30 |
| 783 | 918 | 50 |
| 789 | 848 | 289 |
| 794 | 528 | 284 |
| 798 | 626 | 41 |
| 807 | 446 | 103 |
| 810 | 680 | 50 |
| 823 | 516 | 172 |
| 838 | 585 | 241 |
| 849 | 634 | 289 |
| 940 | 352 | 35 |
| 943 | 317 | 141 |
| 956 | 586 | 59 |
| 959 | 528 | 236 |
| 971 | 821 | 83 |
| 974 | 739 | 330 |
| 982 | 192 | 35 |
| 983 | 985 | 99 |
| 985 | 886 | 396 |
| 998 | 320 | 59 |
| 1014 | 447 | 83 |
| 1025 | 537 | 99 |
| 1033 | 381 | 145 |
| 1037 | 423 | 35 |
| 1041 | 173 | 141 |
| 1049 | 634 | 242 |
| 1052 | 705 | 59 |
| 1056 | 288 | 236 |
| 1065 | 888 | 339 |
| 1068 | 987 | 83 |
| 1072 | 403 | 330 |
| 1076 | 1066 | 407 |
| 1079 | 1184 | 99 |
| 1083 | 483 | 396 |
| 1090 | 232 | 35 |
| 1106 | 386 | 59 |
| 1122 | 540 | 83 |
| 1133 | 648 | 99 |
| 1152 | 208 | 145 |
| 1168 | 347 | 242 |
| 1184 | 486 | 339 |
| 1195 | 584 | 407 |

CALCULOS ESTRIBOS

CALCULOS REALIZADOS PARA CIMENTACION DE LOS ESTRIBOS
DEL VIADUCTO PEREJILES. ESTRUCTURA E-2.

Pilotes Santiago Sánchez,

OBRA: TRAMO T- A . AVE HOJA Nº 1 DE

ASUNTO VIADUCTO PEREJILES . E-2 . E

REALIZADO APROBADO

FECHA

1- Cargas y esfuerzos sobre pilotes de los estribos:

Las combinaciones de las hipótesis cargas facilitados por la oficina téc de nuestro cliente, totales y sin mayora son:

NORMA ESPAÑOLA.

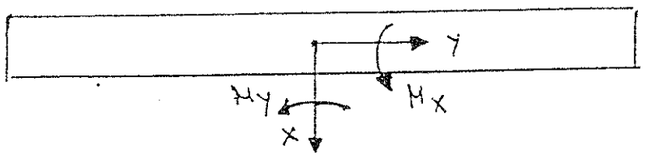
| | N(t) | Fx(t) | Fy(t) | Mx(tm) | My(tm |
|---|---|---|---|---|---|
| I) Cargas + Terraplén lado | 1.193'58 | 1 98'99 | — | -118'48 | — |
| II) Hipótesis I + viento | 1.193'58 | 198'99 | 10'66 | -118'48 | 98'81 |
| III) hip I + tren 1 vía + pasos + $\frac{\text{terraplén}}{2}$ | 1.417'14 | 236'12 | — | -35'39 | 30'25 |
| IV) hip I + tren 2 vías + pasos + terraplén | 1 655'10 | 273'24 | — | 35'171 | — |
| V) hip III + frenado + viento | 1 417'14 | 25'98 | 26'44 | 136'41 | 58'86 |
| VI) hip IV + frenado + viento | 1 655'10 | 32'12 | 27'16 | 39'131 | 29'1 |

y según la norma francesa son las s incluidas a continuación:

NORMA UJC.

| | N(t) | Fx(t) | Fy(t) | Mx(mt) | My(mt) |
|---|---|---|---|---|---|
| I) Cargas + tirantes vacío | 1.193'58 | 198'99 | — | -118'68 | — |
| II) hip I + viento . | 1.193'58 | 198'99 | 10'66 | -118'48 | 98'81 |
| III) hip I + tensión + pasos + frenado/2 | 1.588'39 | 236'42 | — | -39'39 | 227'34 |
| IV) hip I + tensiones + pasos + frenado | 1.577'6 | 273'24 | — | 39'71 | — |
| V) hip III + frenado + viento | 1.588'39 | 275'81 | 26'44 | 258'24 | 513'53 |
| VI) hip IV + frenado + viento | 1.577'6 | 352'62 | 27'16 | 655'06 | 291'53 |

Con la orientación de ejes siguientes y el criterio de momentos:




Las reacciones, N, que los momentos, Mx, provocan en los pilotes y según la Resistencia de Materiales, si están separados una distancia S, es:

$$N = \frac{Mx}{S}$$



Después de tantear varias soluciones, se llega a la conclusión que para un coeficiente de trabajo de hormigón 35 kg/cm2, se necesitan disponer 2 filas de pilotes de 5 unidades cada una y con la disposición siguiente:

pilote 1 pilote 2 pilote 3 pilote 4 pilote 5.

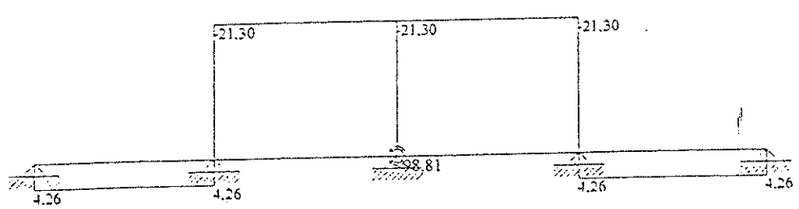
3'0m

pilote 6. pilote 7 pilote 8 pilote 9 pilote 10.

2'95m 2'95m 2'95m 2'95m

El momento My se considerará concentrado en el centro porque de esta forma se obtienen las acciones más desfavorables tanto para compresión como para tracción (iguales, al ser una disposición simétrica). Se ha puesto con una viga de 4 vanos mediante el programa STR - Autopista, obteniendo

Estado: 1 - 1
Cortante (Qz)





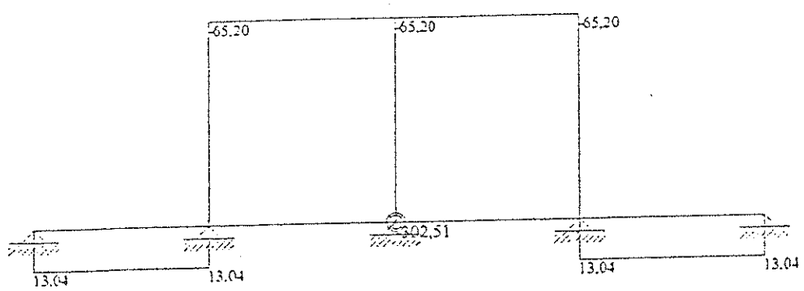

Estribos

14-01-1998
9:07:12
Archivo: CALAEST.STR

## REACCIONES Estado: 1

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -4,26 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 25,55 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -25,55 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 4,26 | 0,00 |

Estado: 2 - 2
Cortante (Qz)






Estribos

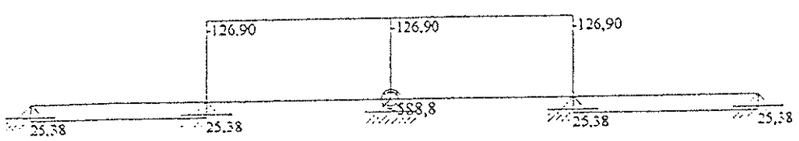
14-01-1998
9:07:30
Archivo: CALAEST.STR

## REACCIONES Estado: 2

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -13,04 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 78,24 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -78,24 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 13,04 | 0,00 |

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 3 - 3
Cortante (Qz)




# STR Analysis

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

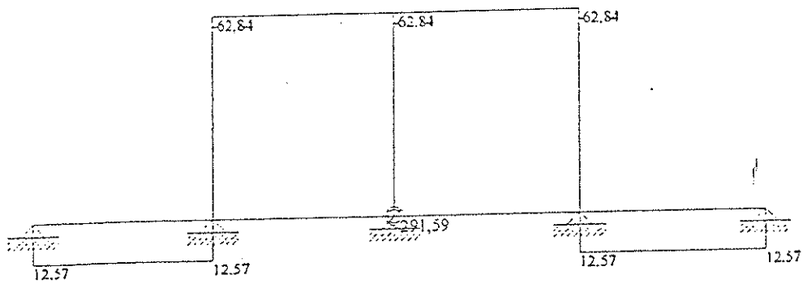
Estribos

14-01-1998
9:05:24
Archivo: CALAEST.STR

## REACCIONES Estado: 3

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -25,38 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 152,28 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -152,28 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 25,38 | 0,00 |

Estado: 4 - 4
Cortante (Qz)





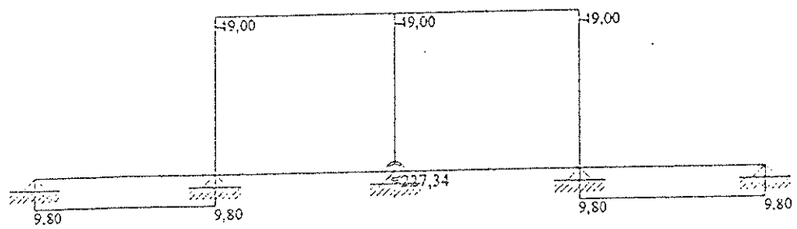

Estribos

14-01-1998
9:05:59
Archivo: CALREST.STR

## REACCIONES Estado: 4

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -12,57 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 75,41 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -75,41 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 12,57 | 0,00 |

Estado: 5 - 5
Cortante (Qz)





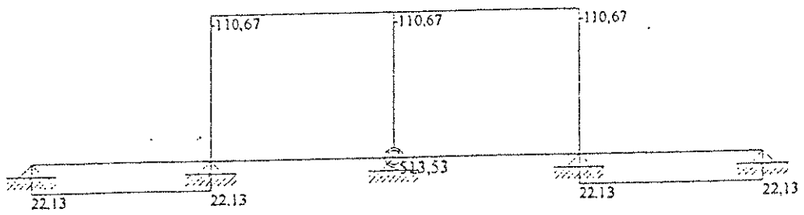

Estribos

14-01-1998
9:06:23
Archivo: CALREST.STR

## REACCIONES Estado: 5

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -9,80 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 58,79 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -58,79 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 9,80 | 0,00 |

Estado: 6 - 6
Cortante (Qz)






Estribos

14-01-1998
9:06:55
Archivo: CALEST.STR

## REACCIONES Estado: 6

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -22,13 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 132,81 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -132,81 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 22,13 | 0,00 |

las reacciones siguientes para cada hipótesis:

· NORMA ESPAÑOLA:

* Hipótesis I: $M_y = 0$ mt

$M_x = -118'48$ mt.

$N = 1.193'58$ mt.

Reacciones máximas: Q80

$$N_{máx} = \frac{1.193'58}{10} + \frac{118'48}{5\times3} = 137'26\,t.$$

$$N_{mín} = \frac{1.193'58}{10} - \frac{118'48}{5\times3} = 111'46\,t.$$

* Hipótesis II: $M_y = 98'81$ mt

$M_x = -118'48$ mt

$N = 1.193'58$ t.

Reacciones máximas debidas a $M_y$: 25'56 t

Reacciones mínimas debidas a $M_y$: -25'56 t.

$$N_{máx} = \frac{1.193'58}{10} + \frac{118'48}{5\times3} + \frac{25'56}{2} = 140'03\,t$$

$$N_{mín} = \frac{1.193'58}{10} - \frac{118'48}{5\times3} - \frac{25'56}{2} = 98'68\,t$$

* Hipótesis III: $M_y = 502'51$ mt

Reacciones máximas: 78'24 t

" mínimas: -78'24 t



$$N_{máx} = \frac{1.417'14}{10} + \frac{39'71}{15} + \frac{78'24}{2} = 187'4\,t.$$

$$N_{mín} = \frac{1.417'14}{10} - \frac{39'71}{15} - \frac{78'24}{2} = 99'97\,t.$$

* Hipótesis III: $M_y = 0$ mt

Reacciones máximas y mínimas:

$$N_{máx} = \frac{1.655'10}{10} + \frac{39'71}{15} = 166'15\,t.$$

$$N_{mín} = \frac{1.655'10}{10} - \frac{39'71}{15} = 160'86\,t.$$

* Hipótesis IV: $M_y = 588'8$ mt.

Reacciones máximas: 152'28

Reacciones mínimas: -152'28

$$N_{máx} = \frac{1.417'14}{10} + \frac{136'41}{15} + \frac{152'28}{2} = 226'9$$

$$N_{mín} = \frac{1.417'14}{10} - \frac{136'41}{15} - \frac{152'28}{2} = 56'48.$$

* Hipótesis V: $M_y = 291'59$ mt

Reacciones máximas: 75'11 t

" mínimas: -75'11 t

$$N_{máx} = \frac{1.635'1}{10} + \frac{39'13'1}{15} + \frac{75'11}{2} = 227$$

$$N_{mín} = \frac{1.635'1}{10} - \frac{39'13'1}{15} - \frac{75'11}{2} = 99'6$$

· NORMA FRANCESA:

* Hipótesis I : Igual a la hipótesis I española

* Hipótesis II : Igual a la hipótesis II española

* Hipótesis III : $M_y = 227'34$ mt

Reacciones máximas: 58'8 t.

" mínimas: -58'8 t.

$$N_{máx} = \frac{1.388'39}{10} + \frac{39'39}{15} + \frac{58'8}{2} = 170'86\ t.$$

$$N_{mín} = \frac{1.388'39}{10} - \frac{39'39}{15} - \frac{58'8}{2} = 106'81\ t.$$

* Hipótesis IV : $M_y = 0$ t

Reacciones máximas y mínimas: 0t

$$N_{máx} = \frac{1577'6}{10} + \frac{39'71}{15} = 160'41\ t.$$

$$N_{mín} = \frac{1.577'6}{10} - \frac{39'71}{15} = 155'11\ t.$$

* Hipótesis V : $M_y = 588'80$ mt

Reacciones máximas : 132'8 t

" mínimas: - 132'8 t

$$N_{máx} = \frac{1.417'14}{10} + \frac{136'41}{15} + \frac{132'8}{2} = 217'21\ t$$

$$N_{mín} = \frac{1.417'14}{10} - \frac{136'41}{15} - \frac{132'8}{2} = 66'22\ t.$$



* Hipótesis VI : $M_y = 291'53$ mt

Reacciones máximas : 75'11 t

" mínimas : -75'11 t

$$N_{máx} = \frac{1.577'6}{10} + \frac{635'06}{15} + \frac{75'11}{2} = 237'67\ t$$

$$N_{mín} = \frac{1.577'6}{10} - \frac{635'06}{15} - \frac{75'11}{2} = 77'87\ t.$$

Es decir con las hipótesis de cálculo y sus combinaciones, así como con las separaciones entre pilotes dispuestas, ningún pilote trabaja a tracción y ningún axil supera el tope estructural del pilote con coeficiente de trabajo 35 kg/cm², que será:

| Ø (mm) | Te (t) |
|---|---|
| 1.100 | 332'62 |
| 1.200 | 395'84. |

Nos quedaría para la hipótesis VI, es la más desfavorable a carga máxima un reparto de axiles:

CUADRO DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE DEBIDOS AL CALCULO DE LA ESTRUCTURA.

| | P. Lote 1 | P. Lote 2 | P. Lote 3 | P. Lote 4 | P. Lote 5 | P. Lote 6 | P. Lote 7 | P. Lote 8 | P. Lote 9 | P. Lote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 126'48 | 152'97 | 115'42 | 77'87 | 164'36 | 211'16 | 237'67 | 200'69 | 162'54 | 189'03 |

De igual manera que para los estribos del puente de carretera, se tendrá en cuenta el rozamiento negativo, obteniendo para pilote de diámetro 1.100 mm una carga:

$$G_N = 67'38\ t.$$

Con la influencia de esta carga, nos quedaría un resumen de axiles para cada pilote:

CUADRO RESUMEN DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE DERIVADOS DEL CALCULO DE LA ESTRUCTURA Y EL ROZ. NEGATIVO.

| | P. Lote 1 | P. Lote 2 | P. Lote 3 | P. Lote 4 | P. Lote 5 | P. Lote 6 | P. Lote 7 | P. Lote 8 | P. Lote 9 | P. Lote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 193'86 | 220'35 | 182'80 | 145'25 | 171'74 | 278'54 | 305'05 | 267'47 | 229'92 | 256'41 |

También, se consideran los empujes laterales transmitidos a los pilotes como consecuencia del incremento de carga superficial



Se han considerado la misma formulación el mismo espesor de estrato blando y la misma sobrepresión que en el caso del Puente de Carretera, ya que son las indicadas en el Estudio Geotécnico para el cálculo del viaducto.

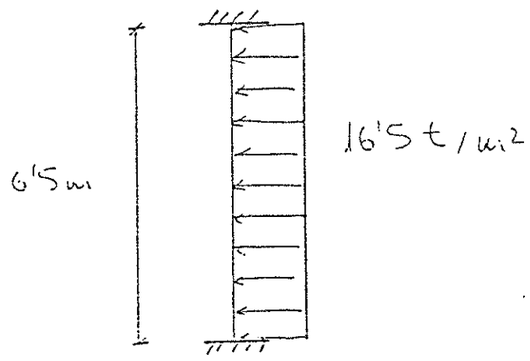
Se obtienen, conservando también las condiciones de contorno:

- Empotrado en el encepado.
- Empotrado a 0'5 m en la capa resistente inferior.

Es decir:

$$p_v = 13\ t/m^2$$

$$c_u = 1\ t/m^2$$




$$M_{K_1} = \frac{1}{12} q\ l^2 = \frac{1}{12} 165.$$

$$M_{K_1} = 52'09\ m\cdot t.$$

$$V_{K_1} = \frac{q\ l}{2} = \frac{16'5 \times 6'5}{2}$$

$$V_{K_1} = 53'62\ t.$$

Valores en los empotramientos.

Al igual que en el puente de carretera, estructura E-1, tenemos fuerzas horizontales derivadas del cálculo de la estructura.

La fuerza horizontal máxima de que estamos hablando pertenece a la hipótesis VI de la norma O.I.C. y es:

$$F_{máx} = 352'62\ t$$

Que le corresponde a cada pilote:

$$F_{máx,pilote} = 35'26\ t.$$

El axil concomitante con esta fuerza, el mínimo., es $N_{mín} = 77'87\ t$, sin tener en cuenta el rozamiento negativo, puesto que es una acción favorable a la hora de armar la sección y no se conoce realmente su comportamiento.

$$0'05 \times 77'87 = 3'89\ t$$

$$35'26 > 3'89$$

Luego habrá que calcular el efecto de esta fuerza de la misma manera que explicada en la estructura anterior.

Quedaría, entonces:

$$L' = 1'2 \cdot \sqrt[4]{\frac{E_p \cdot I_p}{E/3}} = 1'2 \cdot L_e$$

siendo:

$E_p$ = Módulo de deformación del pilote.

$I_p$ = Momento de inercia del pilote.

$E$ = Módulo de deformación del terreno.

$$L' = 1'2 \times \sqrt[4]{\frac{2 \cdot 10^6 \cdot 7'18 \cdot 10^{-2}}{900/3}} = 5'61\ m.$$

$$\frac{S}{L_e} = \frac{4'50}{4'58} \simeq 1'00 \rightarrow \alpha = 1'25$$

$$L_g = 5'62 \times 1'25 = 7'19\ m.$$

$$M_{K2} = 1'10 \times 35'26 \times \frac{7'19}{2} = 139'40\ m.t.$$

$$V_{K2} = 35'25\ t$$

- Esfuerzos en los pilotes:

En este caso los esfuerzos más pernicios que condicionarán el diseño resistente de los pilotes son:

$$N_{máx} = 305'05\ t$$

$$M_d = 1'6 \times (M_{K1} + M_{K2}) = 1'6 \times (53'32 + 139'40) = 312'98\ m.t$$

$Md = 1'6 \times 197'49$

$Md = 315'98$ m+

$Vd = 1'6 \times (V_{K_1} + V_{K_2}) = 1'6 \times (\frac{16'5 \times 6'5}{2} + 35'25)$

$Vd = 142'2$ t

Ndmín, concomitante con el máximo momento

Ndmín = 0'9 . 77'87 = 70'10 t.

Se dispone por tanto pilote de diámetro 1.100, por tope estructural y admitir un momento que no admitiría un diámetro mayor.

| ϕ | Te |
|---|---|
| 1.100 | 552'62 t. |

con coeficiente de trabajo del hormigón de 35 kg/cm².

Hay algunos resultados del cálculo de las armaduras de los pilotes, tanto a flexión como a cortante.

- Longitud de los pilotes.

Se aplica la formulación del Estudio Geotécnico para hallar el empotramiento necesario, ya explicado en la otra studia en:



$$Q adm = (1/F_f)\,\pi\, D \sum (L_i \bar{z}_i) + (1/F_p)\,\pi \frac{D^2}{4} R_p$$

y con los parámetros de suelo también indicados en el anterior anejo, se obtiene:

$$305'05 = (1/2)\,\pi\, 1'1\,(6*2'8 + L_{emp} \times 1'0) + (1/3)\,\pi \frac{1'1^2}{4} +$$

$$L_{emp} = 7'72 \text{ m.}$$

Que se empotrarán a partir de las margas o arcillas margosas duras o sustrato rocoso.

- Armaduras diversos elementos:

La armadura a flexión se determina con los esfuerzos:

$Nd = 315'98$ m+

$Nd = 0'9 \times 77'87 = 70'10$ t.

Entrando con estos datos en el programa informático, que recoge los cálculos y algoritmos.

22 ϕ 32 mm.

Para el cortante, el esfuerzo de cálculo es:

$V_d = 142'2$ t.

$V_{su} = 54'2 \times 0'952 \times 1'05 = 54'69$ t

$V_{su} = 142'2 - 54'69 = 87'51$ t

Para lo que se dispone cercos ϕ16 cada 15 cm.



- Dimensionamiento de encepados:

Según las limitaciones tenidas en cuenta anteriormente, los encepados para los estribos del Viaducto que nos ocupa tendrán como dimensiones:

1'5 x 5'20 x 1'65 m

Con una separación de pilotes en sentido transversal al viaducto de 2'93 m y 3'0 en sentido longitudinal.

El tipo de encepado es tipo I, encepado rígido, ya que la anchura del estribo es de 1'0 m y se cumple la condición que:

$$v = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1'0 \text{ m}$$

$$1'0 \in (0'5h, 1'5h)$$

$$1'0 \in (0'825, 2'475).$$

Además se cumple que la distancia de cara del exterior del pilote a la cara exterior del encepado no será menor de ϕ/2.

Se calcularán como encepados formados por dos pilotes.

* Cálculo a flexión:

Se calcula el momento flector en la sección de referencia $S_1$, situada a la distancia $0'15\,a$, siendo $a = 1'0$, desde la cara exterior del mismo.

Es decir, a una distancia del eje del pilote:

$$l = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} + 0'15 \times 1'0 = 1'15 \text{ m}.$$

Así, el momento más desfavorable es para el mayor axil por el brazo igual a 1'15 m:

$$M_k = 305'50 \text{ mt}$$

$$M_d = 1'6 \times 305'50 = 488'8 \text{ mt}$$

La armadura se obtiene mediante un cálculo a flexión simple, de acuerdo con el artículo 36º de la norma EH-91. Según éste y con una sección de cálculo correspondiente a cada pareja de pilotes:

$b = 2'95$ m

$h = 1'65$ m

$r = 0'5$ m.



Se obtienen redondos $\phi 25$ mm, colocados cada 11 cm.

La armadura se extenderá, en todos los casos, sin reducción alguna de su sección de un lado al otro del encepado.

La armadura secundaria será tal que la longitudinal será menor de $\frac{1}{10}$ de la capacidad mecánica de la inferior; es decir se colocarán $\phi 16$ mm cada 11 cm.

La armadura horizontal o de piel, será:

$$A = 0'0020\ b'\ t$$

$b' = 2'93 \rightarrow (> h/2)$

$t = 20$ cm.

$$A = 0'0020 \times \frac{1'65}{2} \times 20 = 3'3 \text{ cm}^2$$

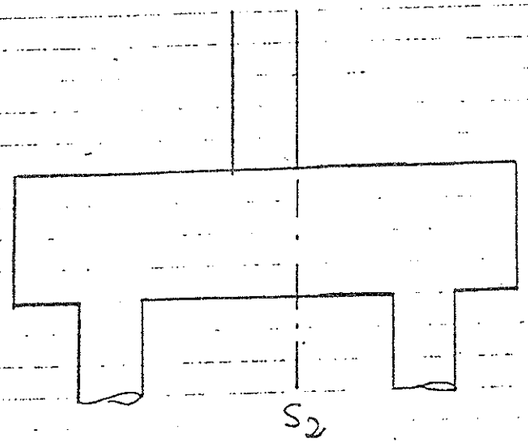
Se obtienen $\phi 20$ mm cada 20 cm como armadura de piel.

* Para el cálculo a cortante tenemos que la sección de referencia $S_2$ se sitúa a $d/2$ de la cara exterior del soporte: $d = 1'60$ m.

métricas del mismo.

En este caso, el vuelo del encepado es v = 1'0 m.

Y coincidirá con el vuelo del mismo respecto de la sección de referencia.




En este caso el cortante máximo en la sección de referencia $S_2$, se tomará el valor de la reacción íntegra si el pilote está totalmente fuera de la sección de referencia, y éste es nuestro caso.



Entonces tenemos que

$V_{K,S_2} \leq 305'05$

Hacemos la comprobación de cortante correspondiente:

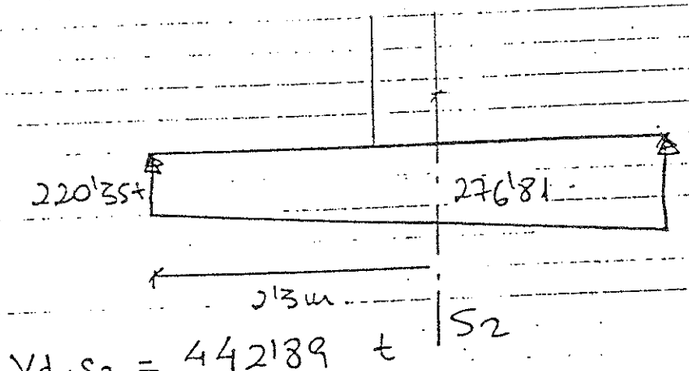
$$V_u = 3 \cdot b_2 \cdot d_2 \cdot f_{cv} \left(1 - \frac{v}{5d}\right)$$

y $V_d \leq V_u$

$$V_u = 3 \times 260 \times 150 \times 0'5 \sqrt{\frac{200}{115}} \left(1 - \frac{100}{5 \cdot 16}\right)$$

$V_u = 591'06$ t

$V_d < 488'08$ t, lo calculamos exactamente.




$V_{d,S_2} = 442'89$ t

Cumpliría esta condición.

1.- Cargas y esfuerzos sobre pilote de los estribos:

Con las combinaciones de las hipótesis de cargas facilitadas por la oficina técnica de nuestro cliente, totales y sin mayorar son:

NORMA ESPAÑOLA

| | N(t) | Fx(t) | Fy(t) | Mx(mt) | My(mt) |
|---|---|---|---|---|---|
| Hipótesis I) | 1.426'29 | 262'04 | — | -302'51 | — |
| Hipótesis II) | 1.426'29 | 262'04 | 10'56 | -302'51 | 51'43 |
| Hipótesis III) | 1.644'84 | 299'51 | — | 226'36 | 303'51 |
| " IV) | 1.832'46 | 337'58 | — | -150'70 | — |
| " V) | 1.644'84 | 325'25 | 26'44 | -115'14 | 430'22 |
| " VI) | 1.832'46 | 384'46 | 22'16 | -51'46 | 165'65 |

y según la norma francesa:



NORMA FRANCESA U.I.C.

| | N(t) | Fx(t) | Fy(t) | Mx(mt) | My(mt) |
|---|---|---|---|---|---|
| Hipótesis I) | 1.426'65 | 262'04 | — | -302'51 | — |
| " II) | 1.426'65 | 262'04 | 10'56 | -302'51 | 51'43 |
| " III) | 1.621'48 | 299'51 | — | -226'36 | 303'51 |
| " IV) | 1.810'30 | 337'58 | — | 150'70 | — |
| " V) | 1.621'48 | 339'50 | 26'44 | -34'66 | 355'05 |
| " VI) | 1.810'30 | 415'84 | 26'16 | 238'31 | 131'18 |

Con la misma orientación y disposición de pilotaje empleada para el estribo 1, se observa que la hipótesis más desfavorable para carga es la hipótesis I de la norma española. con un resultado de cargas por pilote:

| | N(t) | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.426'65 | 116'89 | 122'52 | 228'15 | 163'35 | 166'69 | 115'44 | 101'01 | 213'02 | 154'44 | |

Con la influencia del pretensado vamos a considerar:

$$P' = \frac{13 \times 4'83}{3'15} = 19'93 \text{ t/m} \quad \text{(disposición de pilotes)}$$

$$Q_1 = \frac{1}{6} \times 1'1 \times 0'25 \times 19'93 \times 6 = 10'35 \text{ t}$$

ESTRUCTURA E - 2

# ÍNDICE


RESUMEN DE ESFUERZOS ..... 150

CÁLCULO ESTRIBO ..... 158

- Cálculo de la cimentación del estribo ..... 158
- Perforaciones ..... 162
- Croquis de encepado ..... 164
- Cálculo de estribo ..... 168

CÁLCULO PILAS ..... 174

- Cálculo de la cimentación de los soportes del Viaducto del río Perejiles ..... 175
- Perforaciones ..... 191
- Croquis de pilotes encamisado ..... 193
- Croquis de encepados ..... 194
- Cálculo de pilas ..... 196

Pilotes Santiago Sánchez,

FECHA

OBRA: TRAMO I-A · AVE HOJA Nº 3 DE

ASUNTO VIAD. PILOTES. E-2. ESTRIBO 2

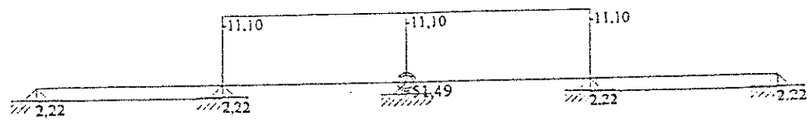
REALIZADO APROBADO

Con lo que nos queda un reparto de axiles:

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 285'67 | 220'19 | 275'82 | 331'45 | 266'55 | 269'99 | 260'24 | 205'11 | 316'39 | 260'34 |

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 1 - 1
Cortante (Qz)



Estribos

14-01-1998
17:53:30
Archivo: CALAEST2.STR

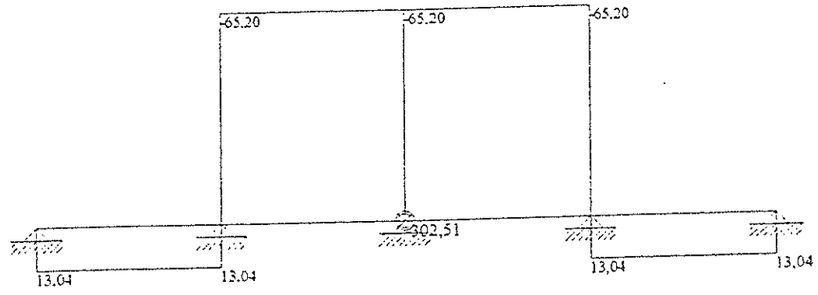
## REACCIONES Estado: 1

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -2,22 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 13,32 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -13,32 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 2,22 | 0,00 |

STR

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 2 - 2
Cortante (Qz)



Estribos

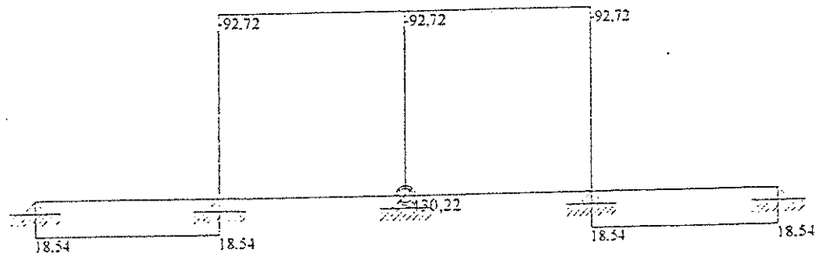
14-01-1998
17:57:36
Archivo: CALAEST2.STR

## REACCIONES Estado: 2

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -13,04 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 78,24 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -78,24 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 13,04 | 0,00 |

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 3 - 3
Cortante (Qz)



Estribos

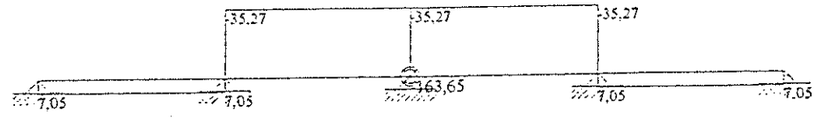
14-01-1998
18:05:35
Archivo: CALAEST2.STR

## REACCIONES Estado: 3

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -18,54 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 111,26 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -111,26 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 18,54 | 0,00 |

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 4 - 4
Cortante (Qz)



Estribos

14-01-1998
16:06:20
Archivo: CALAEST2.STR

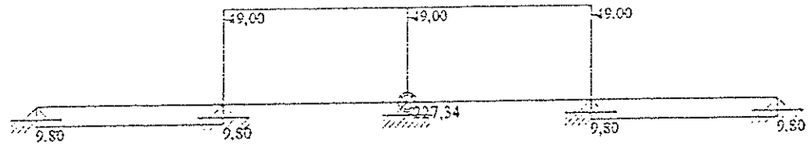
## REACCIONES Estado: 4

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -7,05 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 42,32 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -42,32 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 7,05 | 0,00 |

STR

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 5 - 5
Cortante (Qz)



Estribos

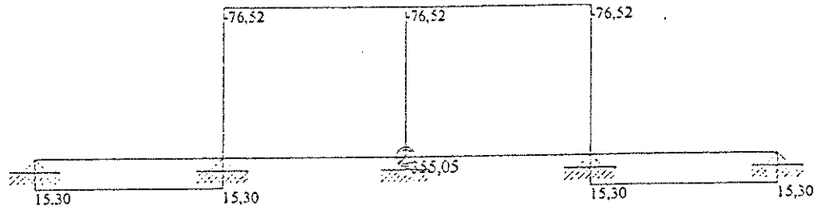
14-01-1998
18:13:14
Archivo: CALAEST2.STR

## REACCIONES Estado: 5

| *Nudo:* | *Vx* | *Vz* | *Gy* |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -9,80 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 58,79 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -58,79 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 9,80 | 0,00 |

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 6 - 6
Cortante (Qz)



Estribos

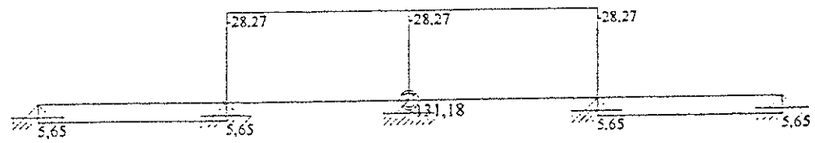
14-01-1998
18:16:34
Archivo: CALAEST2.STR

## REACCIONES Estado: 6

| *Nudo:* | *Vx* | *Vz* | *Gy* |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -15,30 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 91,82 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -91,82 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 15,30 | 0,00 |



Estado: 7 - 7
Cortante (Qz)



# STR Analysis

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estribos

14-01-1998
16:31:21
Archivo: CALAEST2.STR

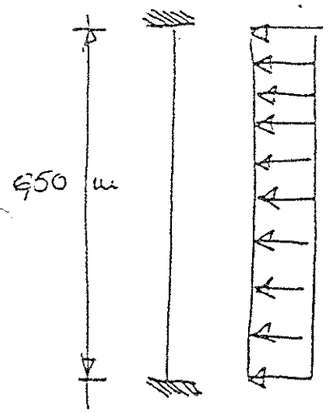
## REACCIONES Estado: 7

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | -5,65 | 0,00 |
| 2 | 0,00 | 33,93 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | -33,93 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 5,65 | 0,00 |

Debido a la variación de altura realizada en este estribo, la transmisión de la presión horizontal al pilote varía ya que depende directamente de la presión que ejerce el terreno sobre el muro anteriormente descrito. De esta forma se considera, para una altura de 4,83 m, la siguiente presión unitaria:

$$p_v = \frac{13 \times 4,83}{3,15} = 19,93 \text{ tn/m}^2$$

De acuerdo a estos valores planteamos el dimensionamiento de los pilotes del estribo 2 del Viaducto Perejiles considerando el siguiente esquema de cargas:




Axil concomitante = 148,55 tn

$$p_h = \left(p_v - 2 \times c_u\right) \times \frac{B}{n} = \left(19,93 - 2 \times 1\right) \times \frac{3}{2} = 26,89 \text{ tn}$$

ya que, aun cuando es el axil el que determina la longitud de los pilotes, son estos valores los que condicionan el dimensionamiento, ya sea por la interacción de fuerzas como por el momento flector producido por el empuje pésimo.

a) Dimensionamiento a flexión:

→ debido a la interacción de fuerzas:

$$M_1 = \frac{1}{12} \times q \times l^2 = \frac{1}{12} \times 26,89 \times 6,5^2 = 94,67 \text{ tn·m}$$

• Debido al esfuerzo lateral (aplicando la teoría de Ctto):

$$L' = 1,2 \times Le = 1,2 \times \sqrt{\frac{I_p \times E_p}{E/3}} = 1,2 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6 \times 7,18 \times 10^{-7}}{900/3}} =$$

$$= 1,2 \times 4,65 = 5,62 \text{ m}$$

Considerando el efecto de grupo $\Rightarrow L_g = L' \times \alpha = 1,28 \times 5,62 = 7,19$ m.

con lo que el momento resultante queda:

$$M_2 = 1,10 \times \left\{41,70 \times \frac{7,19}{2}\right\} = 164,90 \text{ tn·m}$$

$$\left.\begin{aligned} M_d^* &= 1,6 \times \{94,67 + 164,90\} = 415,31 \text{ tn·m} \\ N_{min}^* &= 0,90 \times 148,55 \text{ tn} = 133,69 \text{ tn} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \text{entrando con estos}$$

valores en el programa informático de hormigón, resulta una armadura necesaria de 32 ϕ32. El esfuerzo de 12 barras de ϕ32 se dispondrá solamente en los 9,25 primeros metros.

b) Dimensionamiento a cortante:

$$V_{cl}^* = 1,6 \times \left\{\frac{26,89 \times 6,5}{2} + 41,70\right\} = 1,6 \times \{87,39 + 41,70\} = 206,55$$

$$V_{cu} = 5 \times \sqrt{\frac{200}{\phi 167}} \times 0,952 \times 1,05 = 54,69 \text{ tn}.$$

$$V_{su} = V_d^* - V_{cu} = 206,55 - 54,69 = 151,86 \text{ tn} \Rightarrow S_t \leq 10,52 =$$

para cerco ϕ16 $\Rightarrow$ colocamos cerco ϕ16 cada 10cm.

Pilotes Santiago Sánchez,

FECHA

OBRA: TRAMO I-A. AVE HOJA Nº 6 DE

ASUNTO VIADUCTO PEREJILES. ESTRIBO E-2.

REALIZADO APROBADO

De esta forma, los pilotes del estribo E-2 del viaducto Perejiles quedará dimensionado de la siguiente manera:

- Armadura longitudinal:

  de 0 a -9.25 ⇒ 32 ∅ 32

  de -9,25 al final ⇒ 20 ∅ 32

- Armadura transversal:

  cerco ∅ 16 a 10 cm en todo el pilote.

Pilotes Santiago Sánchez,

OBRA: TRAMO I-A. AVE HOJA Nº 1 DE

ASUNTO VIADUCTO PEREJILES. E-2. ESTRIBO

REALIZADO APROBADO

- Dimensionamiento de encepados:

Con las limitaciones geométricas ya expuestas y las condiciones del mismo tipo del estribo, las dimensiones del mismo serán:

14'5 x 5'20 x 1'65 m.

Con separación de pilotes en sentido transversal al viaducto de 2'93 m y 5'0 m en sentido longitudinal.

Tipo de encepado es rígido, ya que

$V < 1'5\ h$.

$V = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1'0$ m.

$1'5\ h = 1'5 \times 1'65 = 2'475$.

$1 < 2'475$ m.

Además se cumple que la distancia de la cara exterior de los pilotes a la cara exterior de los encepados es igual a $d/2$.

Pilotes Santiago Sánchez,

FECHA

OBRA: TRAMO I-A AVE HOJA Nº 2 DE

ASUNTO VIADUCTO PERFILES E-2. ESTRIBO

REALIZADO APROBADO

Se calculan como encepados flexados por 2 pilotes, según las indicaciones del libro Cálculo de Estructuras de cimentación por J. Calavera para este tipo de encepados.

* Cálculo a flexión

Se calcula el momento flector en la sección de referencia $S_1$, que está a una distancia del eje del pilote de

$$\lambda = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} + 0'15 \times 1 = 1'15 \text{ m}$$

Con ésto el, el momento más desfavorable será:

$$M_d = 1'6 \times 1'15 \times 331'45 = 609'86 \text{ mt.}$$

Para una sección:

$b = 2'93$ m

$h = 1'65$ m

$r = 0'5$ m.

Habría que disponer una armadura longitudinal principal de ϕ25 cada 11 cm.

Pilotes Santiago Sánchez,

FECHA

OBRA: TRAMO I-A AVE HOJA Nº 3 DE

ASUNTO VIADUCTO PERFILES E-2. ESTRI

REALIZADO APROBADO

La armadura se extenderá en todos los casos, sin reducción alguna de su sección de un lado al otro del encepado.

La armadura secundaria será tal que en la cara superior del encepado, su capacidad mecánica no sea inferior a $1/10$ de la longitudinal inferior. Para ello se dispondrán ϕ16 cada 11 cm.

La armadura horizontal o de piel, será

$A = 0'0020 \; b \; t$

$b = 2'93 \rightarrow (> h/2)$

$t = 20$ cm.

$$A = 0'0020 \times \frac{1'65}{2} \times 20 = 3'3 \text{ cm}^2$$

Para lo que se dispondrán ϕ20 cada 20 cm.

Para la armadura vertical necesaria.

$$A = 0'002 \times \frac{1'65}{2} \times 11 = 1'815 \text{ cm}^2$$

Para lo que se dispondrán ϕ16 cada 20 cm.

* Para el cálculo a cortante tenemos que la sección de referencia $S_2$, que se sitúa, de igual modo que en el estribo 1, a distancia de 0'3 m de la cara exterior del soporte.

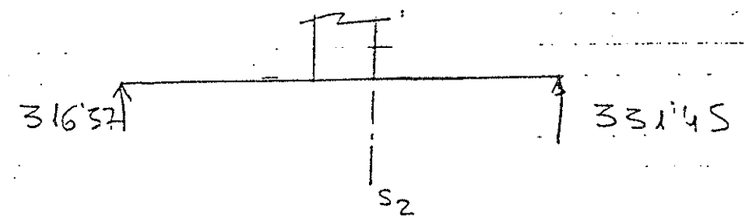
En este caso el cortante máximo en la sección de referencia $S_2$, se tomará el valor íntegro si el pilote está totalmente fuera de la sección de referencia que es nuestro caso.

$$V_{k,S_2} < 331'45$$

Se realiza la comprobación, y al igual que en el caso anterior, puesto que tiene las mismas disposiciones geométricas sería:

$$V_d = (316'37 + 10'53) \times 1'6 = 523'04\ t$$

El cortante en $S_2$ sería:






y:

$$V_u = 591'06\ t$$

$$V_d < V_u$$

SANTIAGO SANCHEZ
GUADALAJARA

CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A

REFERENCIA: 390797

SITUACION: CALATAYUD

EQUIPO HR-130

FECHA OCTUBRE-1997

SONDEO Nº 1 | ESCALA 1/150

## CORTE DEL SONDEO

REALIZADO POR:

REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) +0.00 | NIVEL FREATICO MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø1200 | SI | NO | 1.00 | | -1.00 ARCILLA ROJA |
| | | | 2.00 | | |
| | | | 3.00 | | -3.50 TOSCO O ARCILLA GRIS DURA (AL AIRE SE DESCOMPONE) |
| | | | 4.00 | | |
| | | | 5.00 | | |
| | | | 6.00 | | -6.20 N.F. |
| | | | 7.00 | | |
| | | | 8.00 | | ARCILLA GRISACEA MAS OSCURA |
| | | | 9.00 | | |
| | | | 10.00 | | |
| | | | 11.00 | | -11.50 |
| | | | 12.00 | | ARCILLA O TOSCO MUY DURO PERO MAS ROJIZO |
| | | | 13.00 | | -13.00 |
| | | | 14.00 | | |
| | | | 15.00 | | |
| | | | 16.00 | | MARGAS MAS ROJIZAS OSCURAS MUY DURAS |
| | | | 17.00 | | |
| | | | 18.00 | | -18.00 |
| | | | 19.00 | | |
| | | | 20.00 | | |
| | | | 21.00 | | |
| | | | 22.00 | | |
| | | | 23.00 | | |
| | | | 24.00 | | |
| | | | 25.00 | | |
| | | | 26.00 | | |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

SANTIAGO SANCHEZ
GUADALAJARA

CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A

REFERENCIA: 39079

SITUACION: CALATAYUD

EQUIPO HR-130

FECHA OCTUBRE-19

SONDEO Nº 2 | ESCALA 1/150

## CORTE DEL SONDEO

REALIZADO POR:

REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) +0.00 | NIVEL FREATICO MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø1200 | SI | NO | 1.00 | | ARCILLA ROJIZA DE LABRANZA |
| | | | 2.00 | | |
| | | | 3.00 | | -3.50 N.F. |
| | | | 4.00 | | ARCILLA CON ARENA |
| | | | 5.00 | | |
| | | | 6.00 | | -6.00 |
| | | | 7.00 | | -7.70 BOLOS Y GRAVAS DE HASTA 30cm. |
| | | | 8.00 | | |
| | | | 9.00 | | TOSCO GRISACEO DURO (MARGAS) |
| | | | 10.00 | | |
| | | | 11.00 | | -11.00 N.F. |
| | | | 12.00 | | |
| | | | 13.00 | | TOSCO GRISACEO MUY DURO (MARGAS GRISES OSCURAS) |
| | | | 14.00 | | -14.30 |
| | | | 15.00 | | |
| | | | 16.00 | | MARGAS MAS ROJIZAS OSCURAS MUY DURAS |
| | | | 17.00 | | |
| | | | 18.00 | | -18.00 |
| | | | 19.00 | | |
| | | | 20.00 | | |
| | | | 21.00 | | |
| | | | 22.00 | | |
| | | | 23.00 | | |
| | | | 24.00 | | |
| | | | 25.00 | | |
| | | | 26.00 | | |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

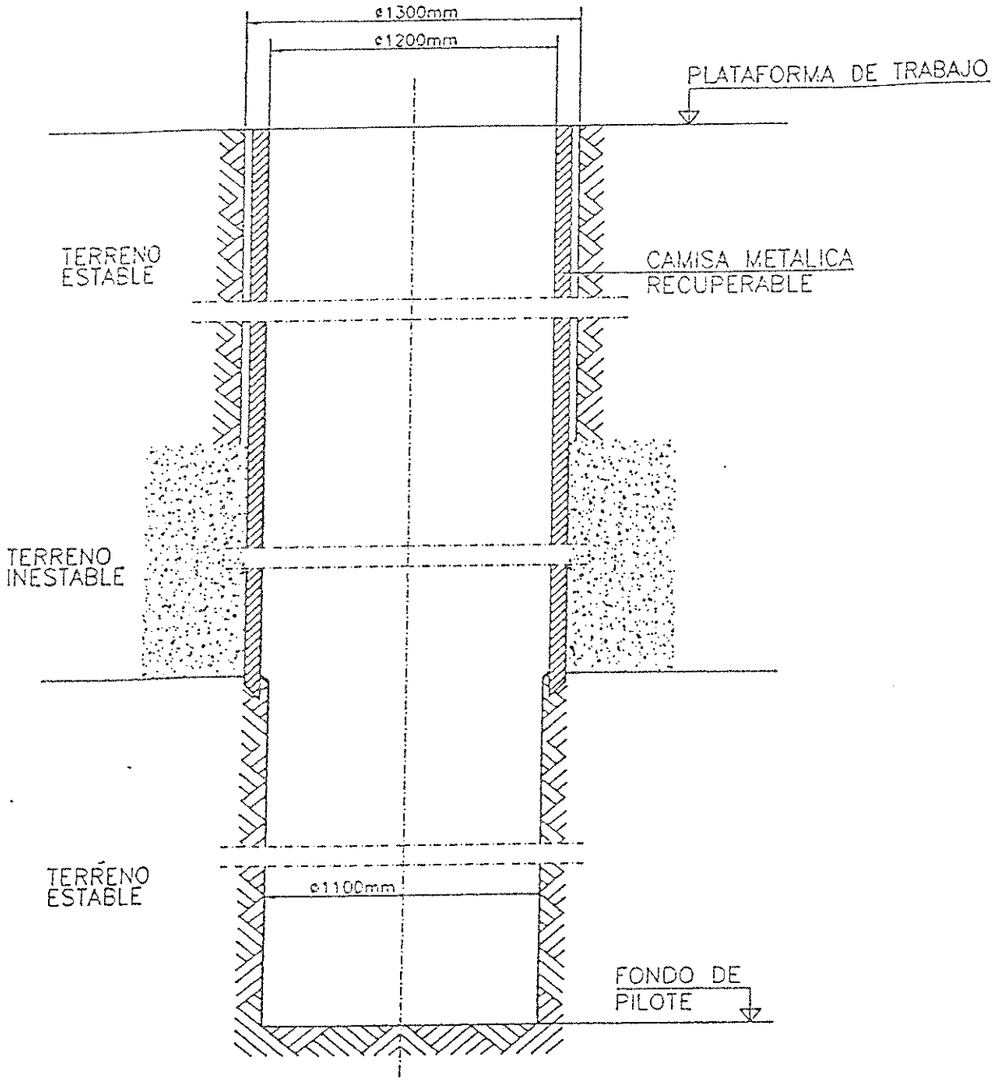
SANCHEZ
GUADALAJARA

| CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A | REFERENCIA: 390797 |
|---|---|
| SITUACION: CALATAYUD | |
| EQUIPO HR-130 | FECHA OCTUBRE-1997 |
| CORTE DEL SONDEO | SONDEO Nº 3 / ESCALA 1/150 |
| REALIZADO POR: | REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ |

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) | NIVEL FREATICO / MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø1200 | SI | NO | +0.00 | | |
| | | | 1.00 | | |
| | | | 2.00 | | |
| | | | 3.00 | −3.00 N.F. | ARCILLA ROJIZA DE LABRANZA |
| | | | 4.00 | | |
| | | | 5.00 | −5.70 | ARCILLA CON ARENA |
| | | | 6.00 | | |
| | | | 7.00 | | BOLOS Y GRAVAS CON MUCHA AGUA |
| | | | 8.00 | −9.00 | |
| | | | 9.00 | | |
| | | | 10.00 | | |
| | | | 11.00 | −11.00 N.F. | |
| | | | 12.00 | | |
| | | | 13.00 | | MARGAS GRISACEAS DURAS |
| | | | 14.00 | | |
| | | | 15.00 | | |
| | | | 16.00 | | |
| | | | 17.00 | | |
| | | | 18.00 | | |
| | | | 19.00 | | |
| | | | 20.00 | −20.00 | |
| | | | 21.00 | | |
| | | | 22.00 | | |
| | | | 23.00 | | |
| | | | 24.00 | | |
| | | | 25.00 | | |
| | | | 26.00 | | |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

CROQUIS DE PILOTE ENCAMISADO

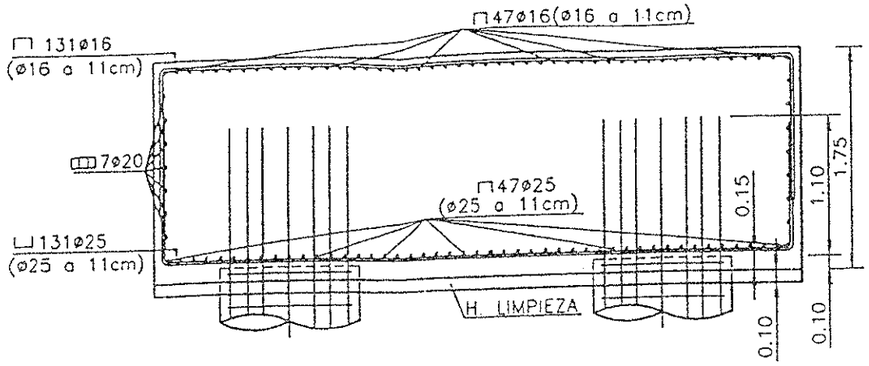


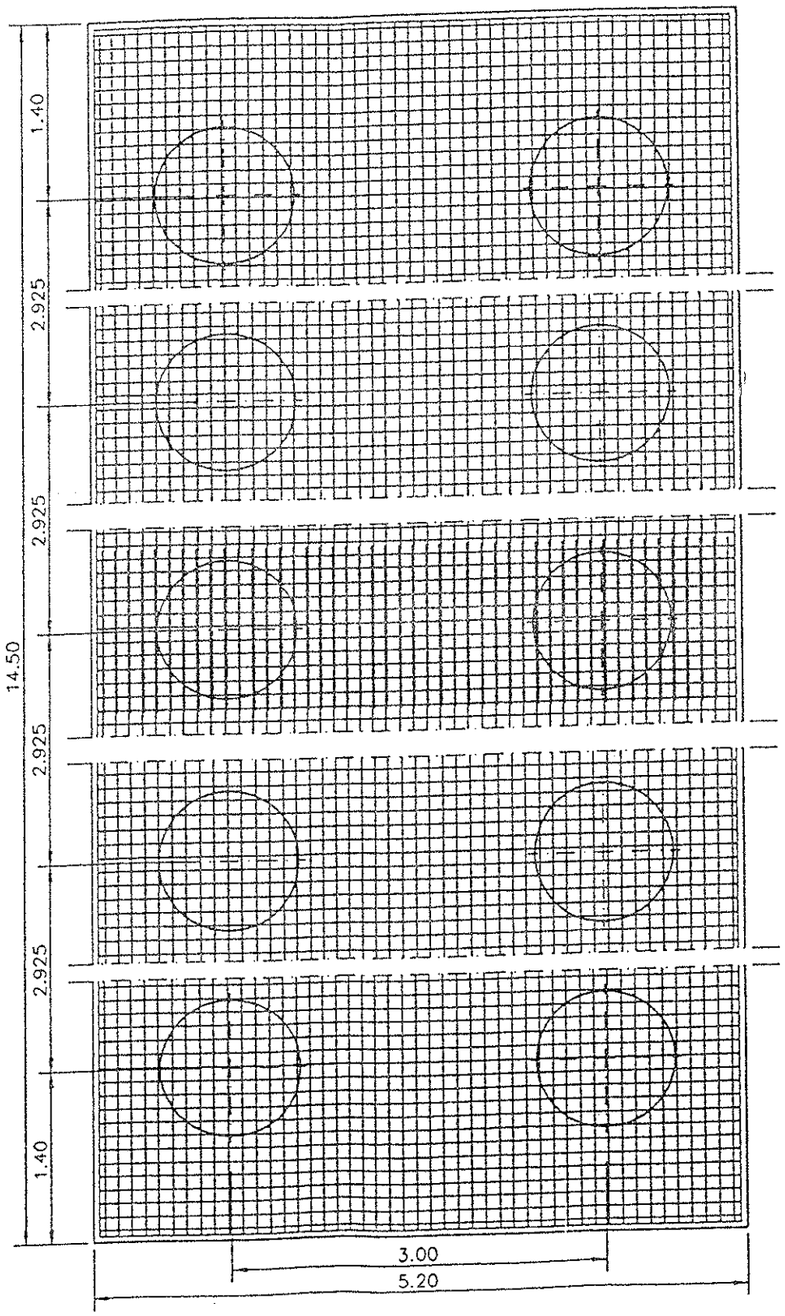

*PILOTE ENCAMISADO ø1100*

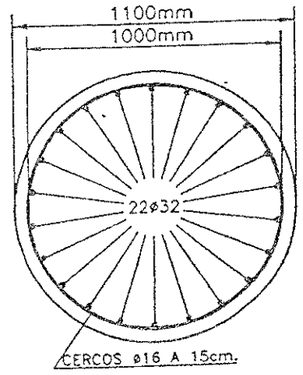
SIN ESCALA

| *CARACTERISTICAS DE PILOTE* |
| --- |
| PILOTE PSS-4 |
| REF. OBRA.- 390797 |

ANEJO 6. CROQUIS DE ENCEPADOS.




PILOTE PSSø1100mm.

El INGENIERO CALCULISTA:

D. Carlos Lucas García
Nº 13.399.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGON H-200
ACERO AEH-500

PILOTES SANTIAGO SANCHEZ

# CIMENTACION MEDIANTE PILOTES

TRAMO AVE CALATAYUD - RICLA EN CALATAYUD
VIAD. PEREJILES-ESTRUCTURA E-2-ESTRIBOS
ENCEPADO DE ESTRIBO E-1 (H=3.15m.)
ENCARGO : UTE CALATAYUD I-A

NOTA: PLANO INFORMATIVO NO ES VALIDO SIN LA APROBACION DE LA DIRECCION FACULTATIVA.

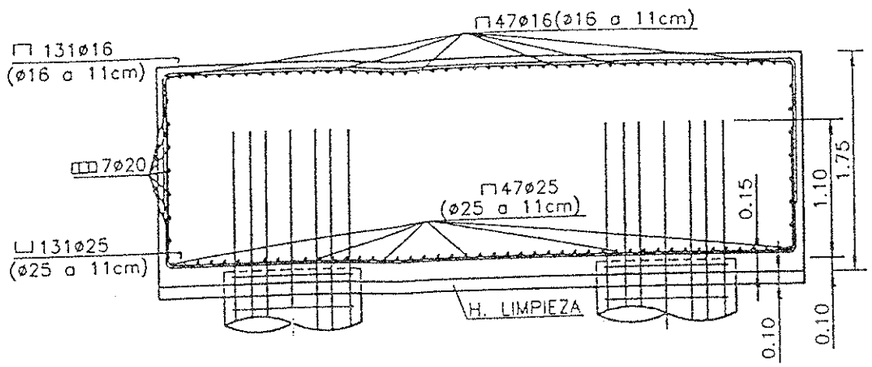
APROBADO POR LA DIRECCION FACULTATIVA

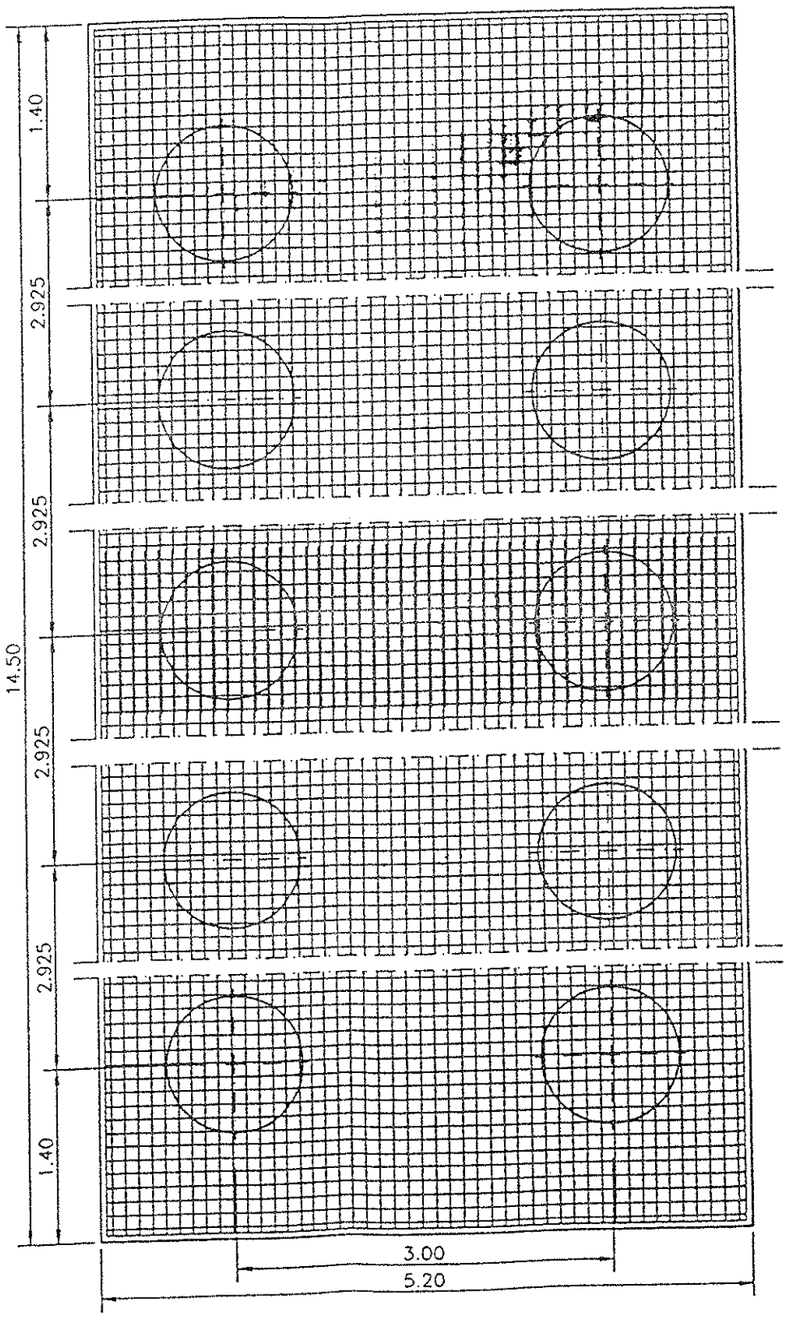
FIRMA

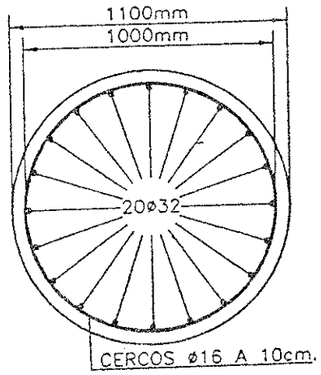
| FECHA | ESCALA | ANULA AL |
|---|---|---|
| 11-MAYO-1998 | 1/50 1/25 | TODOS LOS DE FECHA ANTERIOR |
| REFERENCIA | FICHERO | ANULADO POR |
| 390797 | 390797R.DWG | |
| PROVINCIA | | PLANO Nº |
| ZARAGOZA | | 1G DE 1 |



PILOTES SANTIAGO SANCHEZ




NOTA:
EL ARMADO EN LOS PRIMEROS 9.25m SERA:
ARMADURA LONG. =20+12ø32
CERCOS =ø16 A 10cm

PILOTE PSSø1100mm.

El ingeniero calculista:

D. Carlos Lucas García.
Nº 13.399

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

HORMIGON H-200
ACERO AEH-500

PILOTES SANTIAGO SANCHEZ

PILOTES SANTIAGO SANCHEZ

# CIMENTACION MEDIANTE PILOTES

TRAMO AVE CALATAYUD - RICLA EN CALATAYUD
VIAD. PEREJILES-ESTRUCTURA E-2-ESTRIBOS
ENCEPADO DE ESTRIBO E-2 (H=4.83m.)
ENCARGO : UTE CALATAYUD I-A

NOTA: PLANO INFORMATIVO NO ES VALIDO SIN LA APROBACION DE LA DIRECCION FACULTATIVA.

APROBADO POR LA DIRECCION FACULTATIVA

FIRMA

| | | |
|---|---|---|
| FECHA 11-MAYO-1998 | ESCALA 1/50 1/25 | ANULA AL TODOS LOS DE FECHA ANTERIOR |
| REFERENCIA 390797 | FICHERO 390797R.DWG | ANULADO POR |
| PROVINCIA ZARAGOZA | | PLANO Nº 1G DE 1 |

Estructura E-2

Estribos



Estructura E-2

Estribo

Peso propio del estribo

| Parte de obra | Wi (tn) | $d^iA$ (m) | $M^iA$ (mxtn) |
|---|---|---|---|
| Encepado: 14,50x6,00x1,75x2,5 tn/m3 | 380,625 | 3,00 | 1.141,875 |
| Alzado: 14,04x4,83x1,35x2,5 tn/m3 | 228,870 | 3,275 | 749,548 |
| Espaldón: 14,04x2,87x0,40x2,5 tn/m3 | 40,295 | 3,750 | 151,106 |
| Aletas: 2x3,35x1,90x0,50x2,5 tn/m3 | 15,913 | 5,360 | 85,291 |
| 2x0,95x2,80x0,50x2,5 tn/m3 | 6,650 | 3,080 | 20,482 |
| Terraplén: 14,04x7,70x2,05x1,9 tn/m3 | 421,081 | 4,975 | 2.094,876 |
| Vía+balasto:9,90x0,50x2,05x 1,6 tn/m3+2x2,05x0,64 tn/ml | 18,860 | 4,975 | 93,829 |
| Total | 1.112,294 | | 4.337,007 |

dA = 3,90 m.

Empuje del terraplén de trasdós.

Angulo roz. 30º

Peso espec. = 1,90 tn/m3

Ka = 0,33

Franja central de 9,90 m. de ancho ocupada por la infraestructura de la vía.

Sobrecarga: p = 18,86 / (2,05x9,90) = 0,93 tn/m2
adoptamos 1 tn/m2

eo = 0,33 tn/m2
eh = 0,33+7,63x0,33x1,9 tn/m3 = 5,11 tn/m2
Ec = 9,90 x (0,33+5,11) x 7,63 / 2 = 205,46 tn.
Zc = $(0,33x7,63^2/2+4,78x7,63^2/6)/(205,46 / 9,90)$ = 2,70 m.

Franjas laterales: l = 13,00 - 9,90 = 3,10 m.
El = $3,10x7,63^2x0,33x1,90$ tn/m3/2 = 56,58 tn.
Zl = 7,63/3 = 2,54 m.

Solicitaciones en vacío, respecto al eje de apoyo de vigas y central del encepado.

Axil = 1.112,294 tn.

M = 205,46 x 2,70 + 56,58 x 2,54 – 1.112,294 x (3,90 – 3,00) = – 302,61 mxtn.

Sobrecarga en trasdós de estribo.

Según Norma Española: sobrecarga repartida de 3,00 tn/m2.

Según UIC: capa de tierras de 1,70 m. de espesor y 1,8 tn/m3.

P = 1,7 x 1,8 = 3,06 tn/m2

Son prácticamente iguales. Consideramos esta carga en un ancho de explanación de 9,90 m., distancia entre los muretes guardabalasto.

Incremento del axil:
ΔN = 9,90 x 2,05 x 3,00 = 60,885 tn.
do = 1,975 m.

Incremento del empuje:
es = 3,00x0,33 = 1,00 tn/m2
ΔE = 9,90x7,63x1,00 = 75,54 tn.
z = 7,63/2 = 3,82 m.
ΔM = 75,54x3,82 – 60,885x1,975 = 152,51 mxtn

Resumen:

| | Fx(tn) | Nz(tn) | Mx(mt) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Terraplén vacío | 262,04 | 1.112,294 | -302,61 | - |
| Sobrecarga | 75,54 | 60,885 | 152,51 | - |
| Total | 337,58 | 1.173,18 | -150,10 | - |



ACCIONESVANO

ESTRUCTURA E-2 Viaducto de Perejiles

| | | | |
|---|---|---|---|
| Geometria | | | |
| Longitud vano | 24,00 | | |
| Separacion entre apoyos | 4,50 | | |
| Instruccion Española | | | |
| Cargas en apoyo de vigas | | | |
| | | Viga 1 | Viga 2 |
| Verticales | | | |
| Peso propio de viga | | 40,33 | 40,33 |
| Peso propio de tablero | | 56,67 | 56,67 |
| Carga muerta | | 60,43 | 59,96 |
| Sobrecarga paseo derecho | | 2,07 | 0,26 |
| Sobrecarga paseo izquierdo | | 0,44 | 2,82 |
| Tren B sobre via 1 | | 151,27 | 26,25 |
| Tren B sobre via 2 | | 33,75 | 153,77 |
| Longitudinales (frenado) | | | |
| Tren B sobre via 1 | | 20,16 | 3,28 |
| Tren B sobre via 2 | | 4,22 | 19,22 |
| Transversales (lazo,barandilla y viento) | viento | | |
| Sin tren | 5,33 | 5,33 | 5,33 |
| Un tren | 9,53 | 13,22 | 13,22 |
| Dos trenes | 9,89 | 13,58 | 13,58 |
| Incremento verticales por transversales | viento | | |
| Sin tren | 4,19 | 4,19 | -4,19 |
| Un tren | 13,72 | 19,53 | -19,53 |
| Dos trenes | 14,59 | 20,40 | -20,40 |

Resumen cargas apoyo y vano

| | Qc | Qs | Fl | Ft | Qt |
|---|---|---|---|---|---|
| Sin tren | 157,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 157,43 |
| Un tren | 157,43 | 169,15 | 20,16 | 3,70 | 350,43 |
| Dos trenes | 157,43 | 203,34 | 24,38 | 3,70 | 388,84 |
| Sin tren con viento | 157,43 | 4,19 | 0,00 | 5,33 | 166,94 |
| Un tren con viento | 157,43 | 182,87 | 20,16 | 13,22 | 373,68 |
| Dos trenes con viento | 157,43 | 217,93 | 24,38 | 13,58 | 413,32 |

ACCIONESVANO

Norma U.I.C.

Cargas en apoyo de vigas

| | Viga 1 | Viga 2 |
|---|---|---|
| Verticales | 40,33 | 40,33 |
| Peso propio de viga | 56,67 | 56,67 |
| Peso propio de tablero | 60,43 | 59,96 |
| Carga muerta | 2,07 | 0,26 |
| Sobrecarga paseo derecho | 0,44 | 2,82 |
| Sobrecarga paseo izquierdo | 130,19 | 28,58 |
| Tren B sobre vía 1 | 28,58 | 130,19 |
| Tren B sobre vía 2 | | |
| Longitudinales (frenado) | | |
| Tren B sobre vía 1 | 32,55 | 7,14 |
| Tren B sobre vía 2 | 7,14 | 32,55 |
| Transversales (lazo,barandilla y viento) | viento | |
| Sin tren | 5,33 | 5,33 |
| Un tren | 9,53 | 13,22 |
| Dos trenes | 9,89 | 13,58 |
| Incremento verticales por transversales | viento | |
| Sin tren | 4,19 | -4,19 |
| Un tren | 13,72 | -18,53 |
| Dos trenes | 14,59 | -20,40 |

| Resumen cargas apoyo y vano | Qc | Qs | Fl | Ft | Qt |
|---|---|---|---|---|---|
| Sin tren | 157,43 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 157,43 |
| Un tren | 157,43 | 138,08 | 32,55 | 3,70 | 331,74 |
| Dos trenes | 157,43 | 167,09 | 39,59 | 3,70 | 367,90 |
| Sin tren con viento | 157,43 | 4,19 | 0,00 | 5,33 | 166,94 |
| Un tren con viento | 157,43 | 151,80 | 32,55 | 13,22 | 354,99 |
| Dos trenes con viento | 157,43 | 181,68 | 39,69 | 13,58 | 392,38 |

NORMA ESPAÑOLA

| ACCIONES | V1(tn) | V2(tn) | N=V1+V2 | Fx(tn) | Fy(tn) | Mx(mxtn) | My(mxtn) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) Concargas | 157,43 | 156,96 | 314,39 | – | – | – | – | |
| b) Concarga+viento | 157,43 | 156,96 | 314,39 | – | 10,66 | – | 51,49 | |
| c) Tren 1 vía+paseos | 163,78 | 29,33 | 193,11 | – | – | – | 302,51 | Desequilibrio entre V1 y V2 |
| d) Tren 2 vías+paseos | 197,53 | 183,10 | 380,63 | – | – | – | 32,47 | Desequilibrio entre V1 y V2 |
| e) hip c+viento+frenado | | | 193,11 | 23,44 | 26,44 | 113,22 | 430,22 | |
| f) hip d+viento+frenado | | | 380,63 | 46,88 | 27,16 | 226,43 | 163,65 | |
| Composición | | | | | | | | |
| I) hip a+terraplén vacío | | | 1.426,29 | 262,04 | – | -302,61 | – | |
| II) hip I+viento | | | 1.426,29 | 262,04 | 10,66 | -302,61 | 51,49 | |
| III)hip(I+C)+sobrec.terr./2 | | | 1.649,84 | 299,81 | – | -226,36 | 302,51 | |
| IV) hip(I+d)+sobr.terraplén | | | 1.882,46 | 337,58 | – | -150,10 | – | |
| V) hip III+fren+viento | | | 1.649,84 | 323,25 | 26,44 | -113,14 | 430,22 | |
| VI) hip IV+fren+viento | | | 1.882,46 | 384,46 | 27,16 | 75,92 | 163,65 | |

NORMA UIC

| ACCIONES | V1(tn) | V2(tn) | N=V1+V2 | Fx(tn) | Fy(tn) | Mx(mxtn) | My(mxtn) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) Concargas | 157,43 | 156,96 | 314,39 | – | – | – | – | |
| b) Concarga+viento | – | – | 314,39 | – | 10,66 | – | 51,49 | |
| c) Tren 1 vía+paseos | 132,70 | 31,66 | 164,36 | – | – | – | 227,34 | Desequilibrio entre V1 y V2 |
| d) Tren 2 vías+paseos | 161,28 | 161,85 | 323,13 | – | – | – | – | |
| e) hip c+viento+frenado | | | 164,36 | 39,69 | 26,44 | 191,70 | 355,05 | |
| f) hip d+viento+frenado | | | 323,13 | 79,38 | 27,16 | 383,41 | 131,18 | |
| Composición | | | | | | | | |
| I) hip a+terraplén vacío | | | 1.426,68 | 262,04 | – | -302,61 | – | |
| II) hip I+viento | | | 1.426,68 | 262,04 | 10,66 | -302,61 | 51,49 | |
| III)hip(I+C)+sobrec.terr./2 | | | 1.621,48 | 299,81 | – | -226,36 | 227,34 | |
| IV) hip(I+d)+sobr.terraplén | | | 1.810,70 | 337,58 | – | -150,10 | – | |
| V) hip III+fren+viento | | | 1.621,48 | 339,50 | 26,44 | -34,66 | 355,05 | |
| VI) hip IV+fren+viento | | | 1.810,70 | 416,96 | 27,16 | 233,31 | 131,18 | |

Esfuerzos en el arranque del alzado del muro estribo:

1.- En vacío:
N = 228,87+40,295+15,913 = 285,08 tn.
eo = (40,295x0,475+15,913x2,085)/285,08 = -0,18 m.
M = 205,46x2,70-285,08x0,18 = 503,43 mxtn.

2.- Con cargas de tablero:
N = 285,08+314,39 = 599,47 tn.
M = 503,43+314,39x0,275 = 589,89 mxtn.

3.- Tren en dos vías + frenado. Norma Española:
N = 599,47+380,63 = 980,10 tn.
M = 589,89+46,88x4,83+380,63x0,275 = 920,99 mxtn.

3bis Tren en dos vías + frenado. Norma UIC:
N = 599,47+323,13 = 922,60 tn.
M = 589,89+79,38x4,83+323,13x0,275 = 1.062,16 mxtn.

Cálculo de armaduras de flexión:

Situación pésima hip. 3 bis.

Esfuerzos unitarios:

Nd = 1,6x922,60 / 14,04 = 105,14 tn/ml
Md = 1,6x1062,16 / 14,04 = 121,04 mxtn/ml.
b = 1,00 m. d = 1,30 m. d´= 0,05 mxtn H-250
Uc = 2.166,67 tn.

Us1 = 0,04 Uc = 86,67 tn.
Así < 19,54 cm2 / ml. -> D = 20 a 0,15 m. resto de armadura dimensinada por cuantía geométrica.

Cara anterior y ambas caras armadura horizontal: D = 16 a 0,15 m.

Cortante pésimo:

V = 205,46 + 56,58 + 75,54 + 76,38 = 413,96 tn.
Vd = 1,6 x 413,96 / 14,04 = 47,17 tn/ml.
Vc = 1,30+1,00x5xV2,50/1,5 = 83,91 tn/ml.> vd.

Espaldón:

Terraplén vacío:

eo = 0,33 tn/ml.
en = 0,33+2,80x+0,33x1,9 = 2,09 tn/ml.
M = 0,33 x $(2,80^2/2)$ + $(1,76x2,80^2/6)$ = 3,59 mxtn.

Sobrecarga en terraplén:
▲M = 1,00x$2,80^2/2$ = 3,92 mxtn.
Md = 1,6x(3,59+3,92) = 12,02 mxtn.
H-250 ,, b = 0,35 m. ,, Uc = 583,33 tn. ,, Us¹ = 35,27 tn ,,
As¹ = 7,95 cm2 < D = 20 a 0,15 m.

Aleta:

Franja de b = 1,00 m. de profundidad funcionando en voladizo de 3,35 m. de luz.

lmax. = 1,00 + 0,33 + 1,00 x 0,33 x 1,9 = 1,96 tn/ml.
M = 1,96 x $3,35^2/2$ = 11,00 mxtn.
Md = 17,60 mxtn.
H-250 ,, b = 1,00 m. ,, d = 0,45 m. ,, Uc = 750,00 tn. ,,
$Us^1$ = 39,92 tn ,, $As^1$ = 9,00 cm2 < D = 16 a 0,20 m.

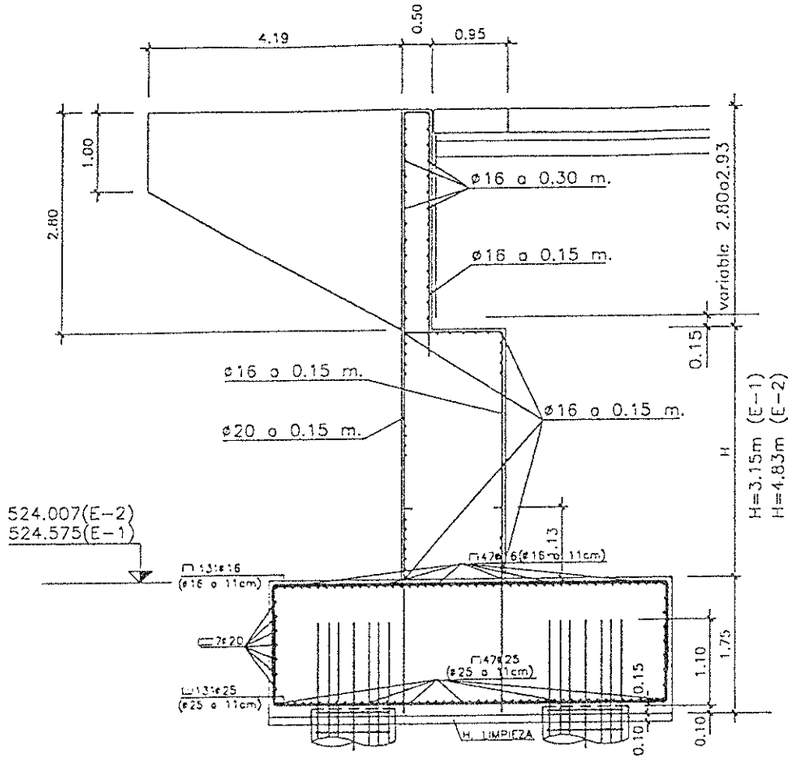
Carga concentrada sobre neoprenos.

Nmax =

$As^1$ = 7,95 cm2 < D = 20 a 0,15 m.

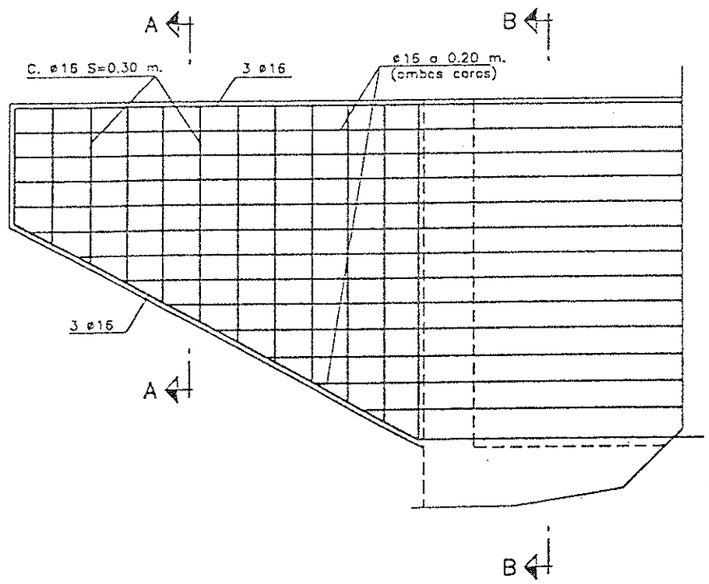
Fdo. Juan Gregorio Lombardo.

## ESTRIBO E-1. ARMADURAS
ESCALA 1:50

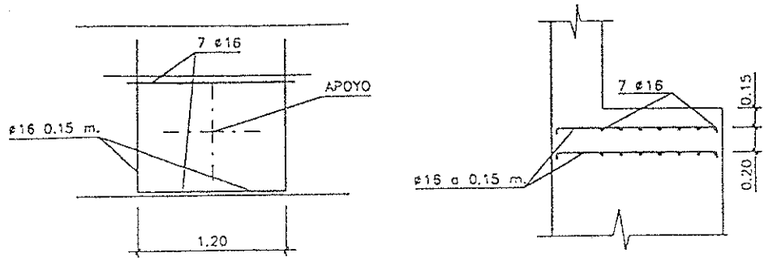



## SECCION B-B
ESCALA 1:40

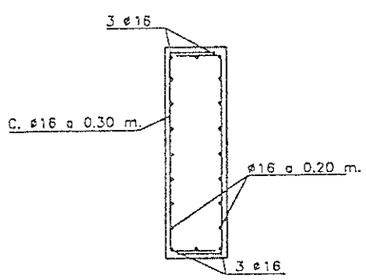
## ALETAS Y TAPAJUNTAS
ESCALA 1:25



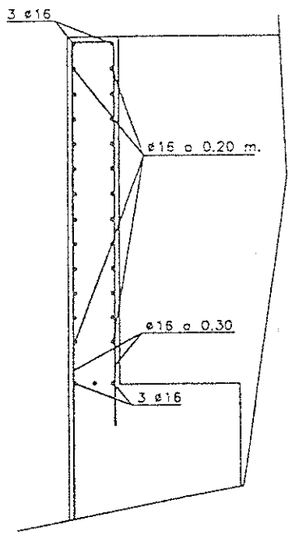

## ARMADURA DE REFUERZO BAJO APOYOS
ESCALA 1:25

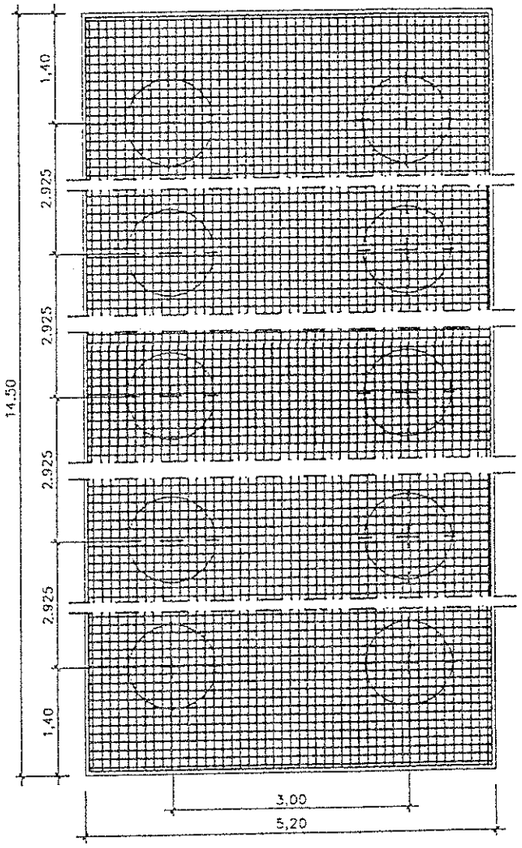


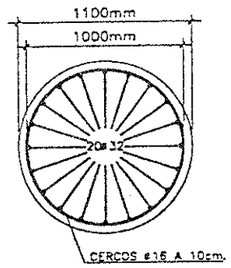

## SECCION A-A
ESCALA 1:25




## SECCION B-B
ESCALA 1:25




NOTA:
EL ARMADO EN LOS PRIMEROS 9.25m SERA:
ARMADURA LONG. =20+12ø32
CERCOS =ø16 A 10cm

PILOTE PSSø1100mm.

El ingeniero calculista:
D. Carlos Lucas García.
Nº 13399

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTRIBOS | 1.5 | 1.15 | 1.6 | H-250 | AEH-500 | NORMAL | NORMAL | NORMAL |
| PILOTES | 1.5 | 1.15 | 1.6 | H-200 | AEH-500 | NORMAL | NORMAL | NORMAL |
| ELEMENTO | $\gamma_c$ HORMIGON | $\gamma_s$ ACERO | $\gamma_f$ ESFUERZOS | HORMIGON | ACERO | HORMIGON | ACERO | EJECUCION |
| | COEFICIENTE DE SEGURIDAD | | | CARACTERISTICAS | | NIVEL DE CONTROL DE CALIDAD | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GIF Gestor de Infraestructuras Ferroviarias | TITULO DEL PROYECTO: MODIFICACION N. 1 DEL PROYECTO LINEA MADRID-ZARAGOZA TRAMO: CALATAYUD-RICLA. SUBTRAMO 1A | EL INGENIERO TECNICO O.P.S. FDO. JOSE OGAYAR MARTOS | EL INGENIERO AUTOR DE LA MODIFICACION: FDO. MANUEL MORENO CERVERA | CONFORME EL CONTRATISTA: FDO. FELIX MARTINEZ DEL SAZ | ESCALAS: VARIAS EN ORIGINAL A1 / GRAFICAS METROS | FECHA: ABRIL 1.998 | N. DE PLANO 5.2. N. DE HOJA Hojo 08 de 13 | TITULO DEL PLANO: ESTRUCTURA E-2. PUENTE DE FERROCARRIL SOBRE EL RIO PEREJILES (P.K. 2+647,000) ESTRIBOS ARMADURA |

CALCULOS REALIZADOS PARA CIMENTACION DE LOS SOPORTES
DEL VIADUCTO PEREJILES. ESTRUCTURA E-2.

## 1.- Cargas y esfuerzos sobre pilotes de las pilas:

Las combinaciones de las hipótesis de cargas facilitados por la empresa principal, previstas en el cálculo de la estructura, sin mayorar y por pila (cada uno de los dos soportes está formado por dos pilas). A pie de pila:

NORMA ESPAÑOLA.

| Vano largo cargado | $Q_T$ | $M_T$ | $M_L$ | $F_T$ | $F_L$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Hipótesis I Un tren | 602'03 | 410'64 | 31'08 | 3'70 | 19'97 |
| Hipótesis II Dos trenes | 635'80 | 482'65 | 31'08 | 3'70 | 24'12 |
| Hipótesis III Un tren y viento | 629'77 | 420'23 | 181'94 | 21'66 | 19'92 |
| Hipótesis IV Dos trenes y viento | 664'70 | 493'51 | 186'23 | 22'17 | 24'12 |

| Dos vanos cargados | $Q_T$ | $M_T$ | $M_L$ | $F_T$ | $F_L$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Hipótesis I Un tren | 745'05 | 567'68 | 62'08 | 7'39 | 40'15 |
| Hipótesis II 2 trenes | 867'21 | 432'89 | 62'08 | 7'39 | 48'50 |
| Hipótesis III 1 tren + viento | 836'51 | 362'16 | 248'47 | 29'58 | 40'13 |
| Hipótesis IV 2 trenes + viento | 911'08 | 427'23 | 255'53 | 30'42 | 48'50 |

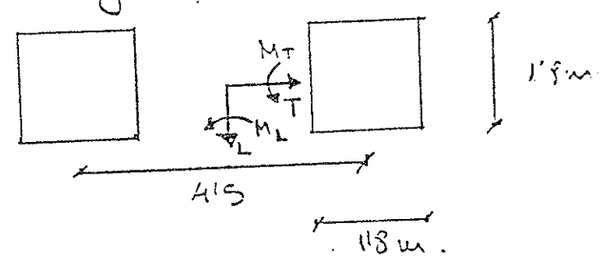


NORMA U.I.C.

| Vano largo cargado | $Q_T$ | $M_T$ | $M_L$ | $F_T$ | $F_L$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Hipótesis I Un tren | 588'81 | 536'13 | 31'08 | 3'70 | 36'64 |
| Hipótesis II Dos trenes | 619'05 | 631'63 | 31'08 | 3'70 | 44'05 |
| Hipótesis III 1 tren + viento | 616'55 | 545'72 | 182'20 | 21'69 | 36'64 |
| Hipótesis IV 2 trenes y viento | 647'95 | 642'50 | 186'23 | 22'17 | 44'05 |

| Dos vanos cargados | $Q_T$ | $M_T$ | $M_L$ | $F_T$ | $F_L$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Hipótesis I Un tren | 763'12 | 617'80 | 62'08 | 7'39 | 69'19 |
| Hipótesis II Dos trenes | 829'52 | 733'51 | 62'08 | 7'39 | 83'24 |
| Hipótesis III Un tren y viento | 804'60 | 612'28 | 243'42 | 29'58 | 69'19 |
| Hipótesis IV Dos trenes y viento | 873'39 | 727'91 | 255'53 | 30'42 | 83'24 |

Con la orientación y sentidos para los momentos y fuerzas:




Después de tantear varias soluciones, se llega a la condición que cada un soporte

FECHA _____

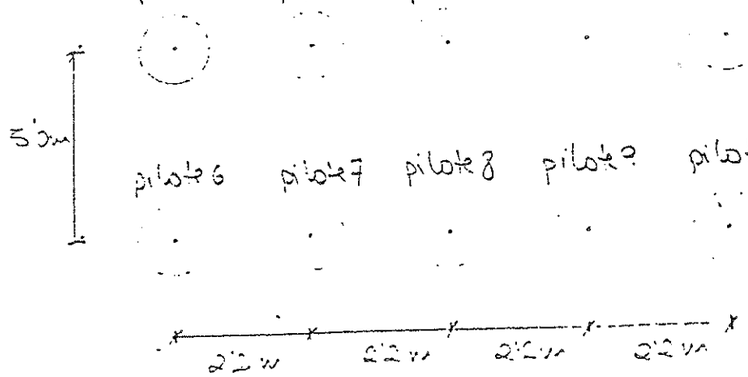
**Pilotes Santiago Sánchez,**

OBRA: TRAMO I-A . AVE HOJA Nº 3 DE _____

ASUNTO VIADUCTO PERFILES E-2 . PILAS

REALIZADO _____ APROBADO _____

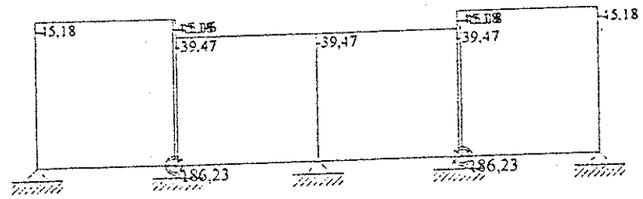
de trabajo de hormigón de 35 kg/cm², se necesitan disponer 2 filas de pilotes de 5 unidades cada una y con la disposición siguiente:




Se considerarán los M.E. aplicados en cada pila que constituyen los soportes, obteniendo los resultados por cada par de pilotes. Se hace mediante el modelo de una viga de 4 vanos mediante el programa CYPE - Analysis y se adjuntan a continuación los resultados obtenidos.



Estado: 1 - I-4
Cortante (Qz)



calatayud

14-01-1998
9:10:14
Archivo: CALAPILA.STR

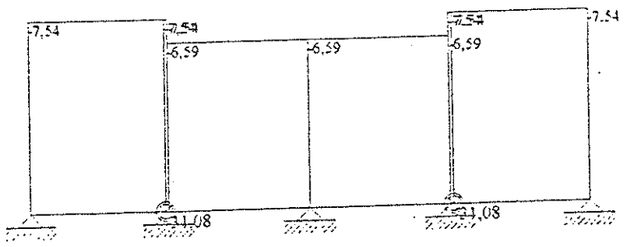
## REACCIONES Estado: 1

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 45,18 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | -5,70 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 5,71 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | -45,18 | 0,00 |

STR

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 2 - I-1y2
Cortante (Qz)



calatayud

14-01-1998
9:11:44
Archivo: CALAPILA.STR

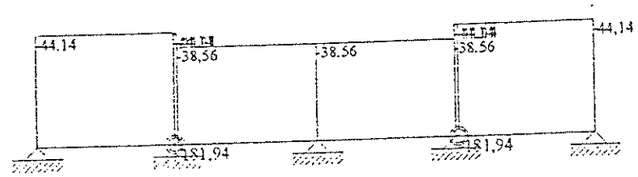
# REACCIONES Estado: 2

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 7,54 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | -0,95 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 0,95 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | -7,54 | 0,00 |

STR Analysis

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 3 - I-3
Cortante (Qz)



calatayud

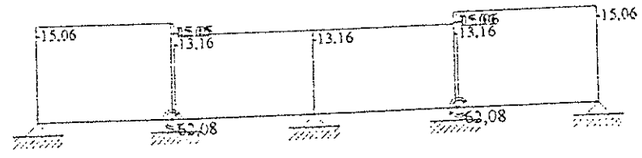
14-01-1998
9:12:39
Archivo: CALAPILA.STR
-

## REACCIONES Estado: 3

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 44,14 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | -5,57 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 5,58 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | -44,14 | 0,00 |



Estado: 4 - II-1y2
Cortante (Qz)



calatayud

14-01-1998
9:13:16
Archivo: CALAPILA.STR

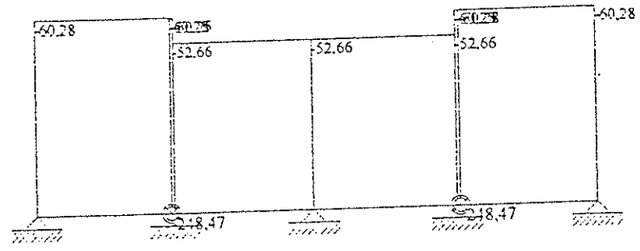
## REACCIONES Estado: 4

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 15,06 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | -1,90 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 1,90 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | -15,06 | 0,00 |

STR

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 5 - II-3
Cortante (Qz)



calatayud

14-01-1998
9:13:51
Archivo: CALAPILA.STR

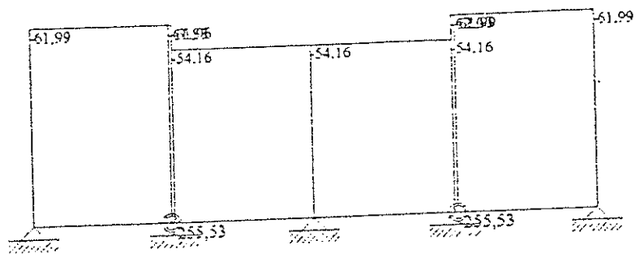
## REACCIONES Estado: 5

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 60,28 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | -7,60 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 7,62 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | -60,28 | 0,00 |

STR

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

Estado: 6 - II-4
Cortante (Qz)



STR Analysis

Licencia: Pilotes
Santiago Sanchez

calatayud

14-01-1998
9:14:19
Archivo: CALAPILA.STR

## REACCIONES Estado: 6

| Nudo: | Vx | Vz | Gy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,00 | 61,99 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | -7,82 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 7,83 | 0,00 |
| 7 | 0,00 | -61,99 | 0,00 |

Pilotes Santiago Sánchez,

OBRA: TRAMO 2-A. AVE HOJA Nº 4 DE ____

ASUNTO VIADUCTO PERETILES-2. PILA 2

REALIZADO ____ APROBADO ____

Con esto, se obtienen las reacciones siguientes para esta hipótesis:

NORMA ESPAÑOLA:

TANTO PARA CIMENTACIÓN

Hipótesis I: $Q_+ = 602'03$ t

$N_+ = 410'64$ mt

$M_L = 31'08$ mt

Reacción máxima = $7'52$ t

" mínima = $-7'52$ t

$N_{máx} = \frac{602'03 \times 2}{10} + \frac{410'64 \times 2}{15} + \frac{7'52}{2} = 151'81$ t

$N_{mín} = \frac{602'03 \times 2}{10} - \frac{410'64 \times 2}{15} - \frac{7'52}{2} = 61'86$ t

Hipótesis I: $Q_+ = 635'8$ t

$N_+ = 482'55$ mt

$M_L = 31'08$ mt

Reacción máxima: $7'52$ t

mínima: $-7'52$ t

$N_{máx} = \frac{635'8 \times 2}{10} + \frac{482'55 \times 2}{15} + \frac{7'52}{2} = 158'71$ t

$N_{mín} = 68'01$ t

Hipótesis I: $Q_- = 62'22$ t

$N_- = 200'22$ mt

$M_L = 121'22$ mt

$R = 44'14$ t

$N_{max} = 204'05$ t

$N_{min} = 47'85$ t

* Hipótesis II: $Q_T = 654'1$ t

$M_T = 495'51$ t·m

$M_L = 186'25$ m·t

$R = 45'15$ t

$N_{max} = 221'33$ t

$N_{min} = 44'55$ t

DOS VIAJES CARGADOS

* Hipótesis I: $Q_T = 795'05$ t

$M_T = 367'65$ t·m

$M_L = 62'05$ m·t

$R = 15'06$ t

$N_{max} = 215'50$ t

$N_{min} = 102'15$ t

* Hipótesis II: $Q_T = 867'21$ t

$M_T = 432'52$ t·m

$M_L = 62'08$ m·t

$R = 15'03$ t

$N_{max} = 238'52$ t

$N_{min} = 105'12$ t



* Hipótesis I: $Q_T = 856'51$ t

$N_T = 302'16$ m·t

$M_L = 248'42$ m·t

$R = 60'25$ t

$N_{max} = 245'25$ t

$N_{min} = 88'35$ t

* Hipótesis II: $Q_T = 911'03$ t

$M_T = 427'29$ m·t

$M_L = 255'55$ m·t

$R = 62$ t

$N_{max} = 270'19$ t

$N_{min} = 93'20$ t

NORMA FRANCESA . UIC.

VIAJE CARGADO

* Hipótesis I: $Q_T = 588'51$ t

$M_T = 536'13$ t·m

$M_L = 31'08$ m·t

$R = 7'50$ t

$N_{max} = 125'05$ t

$N_{min} = 42'45$ t

* Hipótesis II: $Q_T = 619'05$ t

$M_T = 631'65$ m·t

$M_L = 31'08$ m·t

$R = 7'52$ t

* Hipótesis I : $Q_T = 616'55$ t

$N_T = 548'72$ t

$M_L = 182'20$ t

$R = 44'14$ t

$N_{max} = 218'14$ t

$N_{min} = 25'48$ t

* Hipótesis IV : $Q_T = 642'95$ t

$M_T = 642'50$ m t

$M_L = 186'25$ m t

$R = 45'15$ t

$N_{max} = 232'55$ t

$N_{min} = 21'35$ t

* Hipótesis I : $Q_T = 755'12$ t

$M_T = 617'8$ m t

$M_L = 62'05$ m t

$R = 15'06$ t

$N_{max} = 242'55$ t

$N_{min} = 62'52$ t

* Hipótesis II : $Q_T = 552'55$ t

$M_T = 533'51$ m t

$M_L = 62'05$ m t

$R = 15'05$ t



$N_{max} = 271'23$ t

$N_{min} = 60'57$ t

* Hipótesis III : $Q_T = 804'6$ t

$M_T = 612'18$ t. m

$M_L = 248'47$ t. m

$R = 60'28$ t

$N_{max} = 272'69$ t

$N_{min} = 49'14$.

* Hipótesis IV : $Q_T = 853'39$ t

$M_T = 727'91$ t. m

$M_L = 255'55$ m t

$R = 62$ t.

$N_{max} = 302'75$ t

$N_{min} = 46'62$ t.

Con las hipótesis de cálculo consideradas, la pila para dintel superior a 1.000 m², ninguno de ellos trabaja a tracción, con lo cual las disposiciones de armadura ya definidas y la cuantía de hormigón de 35 kg/m³.

| φ (mm) | Te (t) |
|---|---|
| 1.100 | 332'62 |
| 1.200 | 325'84 |

La hipótesis más desfavorable para carga máxima de pilote será, pues, la nº IV de la U.I.C. para dos vías cargadas. Y nos queda un reparto por pilote.

CUADRO DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE DERIVADOS DEL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4 | Pilote 5 | Pilote 6 | Pilote 7 | Pilote 8 | Pilote 9 | Pilote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 168'63 | 73'21 | 77'65 | 81'55 | 46'63 | 302'33 | 201'81 | 271'73 | 275'65 | 240'43 |

Se considerará el peso propio del encepado, puesto que en las hipótesis anteriormente relacionadas no se encuentra incluido este efecto.

Esta carga adicional tiene un valor de:

$$P_{encepado} = \frac{2'2 \times 1'65 \times 5'2 \times 2'35}{10} = 2\,t.$$

Nos queda un cuadro resumen de axiles como el que sigue:

AXILES INCLUYENDO CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA Y PESO DE ENCEPADO.

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4 | Pilote 5 | Pilote 6 | Pilote 7 | Pilote 8 | Pilote 9 | Pilote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 135'63 | 18'71 | 102'65 | 106'55 | 71'63 | 327'73 | 232'81 | 296'73 | 300'65 | 265'23 |

Para los esfuerzos no se considerará ni los efectos de los esfuerzos laterales, ni de rozamientos negativos, ya que no existe sobrecargas que produzcan consolidación del terreno.

El efecto que sí se considera será la fuerza horizontal según las tres expuestas anteriormente de cada eje. Debido a la carga horizontal máxima de la hipótesis IV de la U.I.C:

$$F_{max} = 83'74 \times 2 = 167'48\,t$$

Que por cada pilote se obtiene:

$$F_{max} = 16'75\,t$$

Que sólo actúa con un axil mínimo consistente de:

$N = 46'63$ t

sin contar con el peso del encepado, que al estar semienterrado contra el terreno no se cuece muy bien su comportamiento y de esta manera nos quedamos del lado de la seguridad.

Se comprueba que la carga horizontal supera el 5% de la vertical mínima

$0'05 \times 46'63 = 2'35$ t

$16'75 > 2'33$ t

hemos bien que tener en cuenta este efecto de la misma manera ya explicada en apartados anteriores, de tal forma que nos queda:

$$L' = 1'2 \sqrt[4]{\frac{2 \cdot 10^6 \cdot 7'18 \cdot 10^{-2}}{90'5}} = 5'61 \text{ m.}$$

$$\lambda_q = L' \cdot \alpha$$

$\alpha = 1'25$

$\lambda_q = 1'25 \cdot 5'61 = 7'12$ m.

y los esfuerzos:



$$M_{K1} = 11 \times 16'74 \times \frac{7'18}{2}$$

$M_{K1} = 62'75$ m t

$V_{K1} = 16'74$ t.

- Diámetro y tope estructural:

En este caso tenemos como esfuerzos más desfavorables que solicitan al pilote son:

$N_{max} = 327'73$ t

$M_d = 1'6 \times 62'75 = 111'61$ m t

$V_d = 26'78$ t

$N_d = 0'9 \times 46'63 = 41'96$ t

Axil mínimo concomitante

Los apoyos se disponen pilotes de diámetro 1.150 mm, con un tope estructural de 332'62 t para un esfuerzo de trabajo de 35 kg/cm² y comprobado a hormigonado con agua. Los adelantes se disponen el armado de los pilotes.

- Longitud de los pilotes:

Se aplica la formulación del Estudio Geotécnico para obtener el empotramiento de los pilotes con la mayor carga:

$$Qadm = \left(\frac{1}{F_2}\right) \pi D \Sigma (Li\ Rd_i) + \left(\frac{1}{F_1}\right) \cdot \pi \frac{D^2}{4} \cdot R_f$$

Con los parámetros del terreno que se conocen de anteriores estructuras:

$$327'73 = \left(\frac{1}{2}\right) \pi\ 11\ (6 \times 2'5 + Lemp \times 10) + \left(\frac{1}{3}\right) \pi \frac{1'4^2}{4} 450$$

$$Lemp = 9'03\ m.$$

Que se empotrará a partir de que se encuentre el sustrato rocoso, o arcillas margosas duras.

- Armaduras dimensionamiento:

La armadura a flexión se obtendrá con los esfuerzos:

$$Md = 111'61\ m\cdot t$$
$$Nd = 419'5\ t$$

Con estos datos de entrada en el programa se obtiene como armadura



longitudinal: 15 redondos $\phi$ 25 mm.

El dimensionamiento a cortante se hará con el esfuerzo de cálculo:

$$Vd = 261'8\ t.$$

Se dispondrán cercos $\phi$ 16 cada 15 cm

- Dimensionamiento de encepados:

Según las limitaciones geométricas ya explicadas anteriormente, los encepados para los soportes tendrán las dimensiones siguientes:

11'0 x 5'20 x 1'65 m.

Con una separación de pilotes en sentido transversal al viaducto de 2'2 m y 3'0 m en sentido longitudinal.

La anchura de los soportes es de 1'8 m.

El tipo de encepado es rígido, ya que cumple la condición de que el vuelo en cualquier dirección:

$$v = \frac{3}{2} - \frac{1'5}{2} = 0'6 \text{ m}.$$

es menor que $1'5\ h = 2'475$ m.

Tomando como encepados los pilotes y para este tipo de encepados

Con independencia de la relación del vuelo al canto, la armadura se dimensionará a partir del momento de



de cálculo aplicados a la sección correspondiente.

Estará a $0'15\ x$ desde la cara exterior del soporte $= 0'15 \times 1'8 = 0'27$ m.

$N_{máx,x} = 32'73$ t

$N_{máx,d} = 524'37$ t.

Que provoca un momento en la sección de referencia de:

$$M_{d_1} = 524'37 \times \left(\frac{3}{2} - \frac{1'5}{2} + 0'27\right) = 456'2$$

Que para una sección que le corresponde a cada pareja de pilotes:

$b = 2'2$ m

$h = 1'65$ m

$r = 5$ m

Habrá que disponer Ø25 cada 11 cm.

+ Cálculo a cortante:

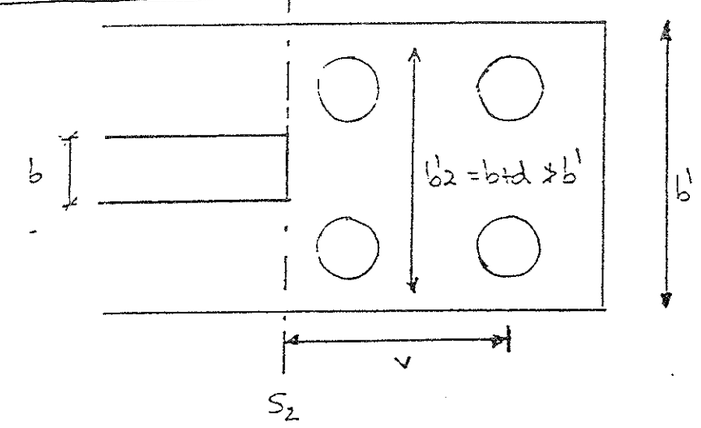
La sección de referencia estará a $\frac{h}{2}$ de la cara interior del soporte, ya que los pilotes están parcialmente

te situados a menos de medio canto útil de la cara del soporte para soportar de hormigón.

Para este caso y los pilotes más cargados pilotes 1 y 6.

$$V_2 = 1'6 \times (133'63 + 327'73) = 738'17 \text{ t}$$

CASO GENERAL.




El valor de esfuerzo cortante en la sección de referencia $S_2$ habrá de cumplir la limitación siguiente:

$$V_{d_2} \leq 3 \cdot b_2 \cdot d_2 \left(1 - \frac{v}{5d}\right) \cdot f_{cv}$$

Con:

$b_2 = 1'8 + 1'65 = 3'45$ m

$d_2 = d \geq 1'5 v$

$v = 1'25$

$1'5 \cdot 1'25 = 1'875$

$d_2 = 1'60$ m.

$V_u = 806'21$ t → Cumplirá esta condición

La armadura longitudinal no tendrá capacidad mecánica inferior a $\frac{1}{10}$ de la longitudinal inferior. Para lo que se disponen $\phi 16$ cada 11 cm.

La armadura horizontal o de piel será tal que cumpla

$$A = 0'002 \cdot b' \cdot t = 3 \text{ cm}.$$

Se sobre con $\phi 20$ cada 20 cm.

SANTIAGO SANCHEZ
GUADALAJARA

CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A

REFERENCIA: 390797

SITUACION: CALATAYUD

EQUIPO HR-130

FECHA OCTUBRE-1997

SONDEO Nº 1 | ESCALA 1/150

## CORTE DEL SONDEO

REALIZADO POR:

REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) | NIVEL FREATICO / MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø1200 | SI | NO | +0.00 | | |
| | | | -1.00 | | ARCILLA ROJA |
| | | | -3.50 | | TOSCO O ARCILLA GRIS DURA (AL AIRE SE DESCOMPONE) |
| | | | -6.20 N.F. | | |
| | | | | | ARCILLA GRISACEA MAS OSCURA |
| | | | -11.50 | | |
| | | | -13.00 | | ARCILLA O TOSCO MUY DURO PERO MAS ROJIZO |
| | | | -18.00 | | MARGAS MAS ROJIZAS OSCURAS MUY DURAS |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

SANTIAGO SANCHEZ
GUADALAJARA

CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A

REFERENCIA: 390797

SITUACION: CALATAYUD

EQUIPO HR-130

FECHA OCTUBRE-199

SONDEO Nº 2 | ESCALA 1/150

## CORTE DEL SONDEO

REALIZADO POR:

REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) | NIVEL FREATICO / MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø1200 | SI | NO | +0.00 | | |
| | | | -3.50 N.F. | | ARCILLA ROJIZA DE LABRANZA |
| | | | -6.00 | | ARCILLA CON ARENA |
| | | | -7.70 | | BOLOS Y GRAVAS DE HASTA 30cm. |
| | | | -11.00 N.F. | | TOSCO GRISACEO DURO (MARGAS) |
| | | | -14.30 | | TOSCO GRISACEO MUY DURO (MARGAS GRISES OSCURAS) |
| | | | -18.00 | | MARGAS MAS ROJIZAS OSCURAS MUY DURAS |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

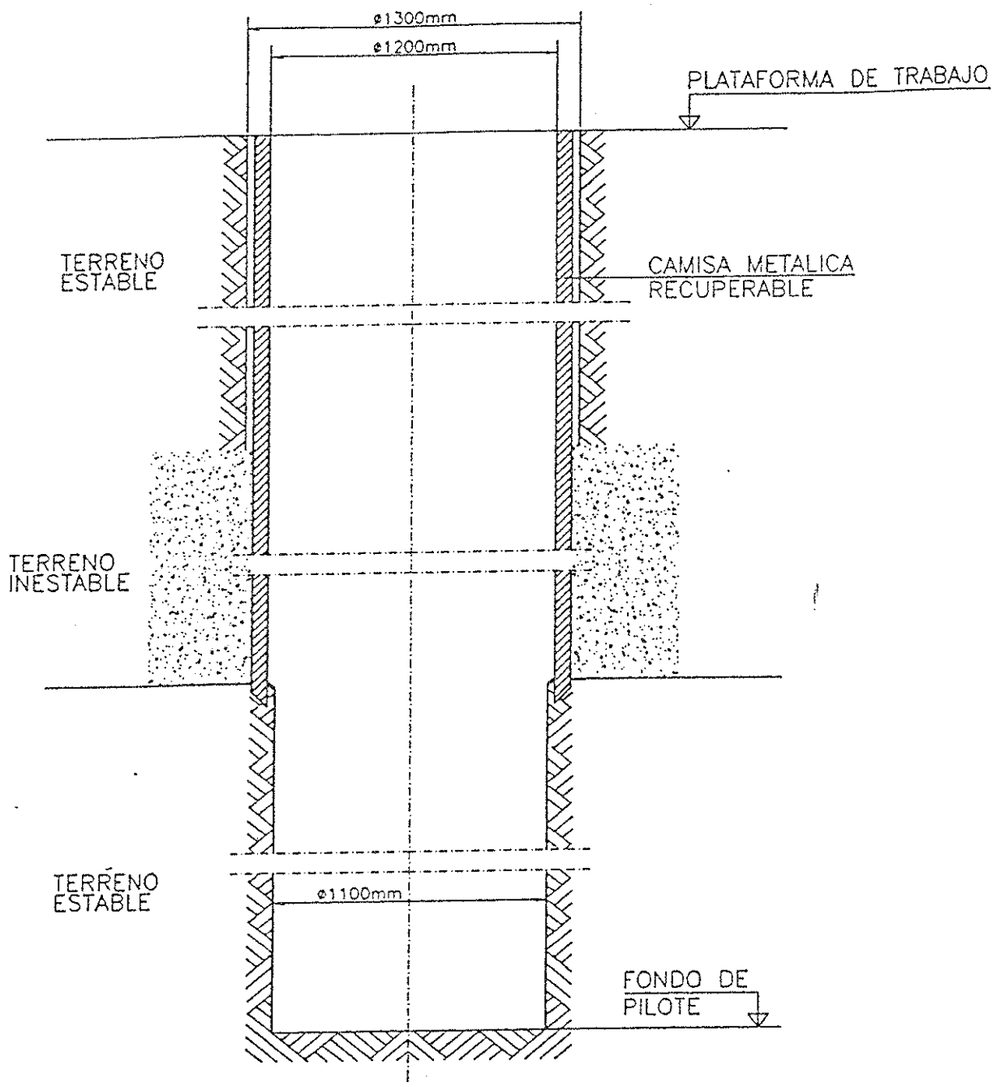
SANCHEZ
GUADALAJARA

| | |
|---|---|
| CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A | REFERENCIA: 390797 |
| SITUACION: CALATAYUD | |
| EQUIPO HR-130 | FECHA OCTUBRE-1997 |
| CORTE DEL SONDEO | SONDEO Nº 3 / ESCALA 1/150 |
| REALIZADO POR: | REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ |

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) | NIVEL FREATICO / MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø120 | SI | NO | +0.00 | | |
| | | | 1.00 | | |
| | | | 2.00 | | |
| | | | 3.00 | −3.00 N.F. | ARCILLA ROJIZA DE LABRANZA |
| | | | 4.00 | | |
| | | | 5.00 | −5.70 | ARCILLA CON ARENA |
| | | | 6.00 | | |
| | | | 7.00 | | |
| | | | 8.00 | | BOLOS Y GRAVAS CON MUCHA AGUA |
| | | | 9.00 | −9.00 | |
| | | | 10.00 | | |
| | | | 11.00 | −11.00 N.F. | |
| | | | 12.00 | | |
| | | | 13.00 | | |
| | | | 14.00 | | MARGAS GRISACEAS DURAS |
| | | | 15.00 | | |
| | | | 16.00 | | |
| | | | 17.00 | | |
| | | | 18.00 | | |
| | | | 19.00 | | |
| | | | 20.00 | −20.00 | |
| | | | 21.00 | | |
| | | | 22.00 | | |
| | | | 23.00 | | |
| | | | 24.00 | | |
| | | | 25.00 | | |
| | | | 26.00 | | |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

ANEJO 5. CROQUIS DE PILOTE ENCAMISADO.

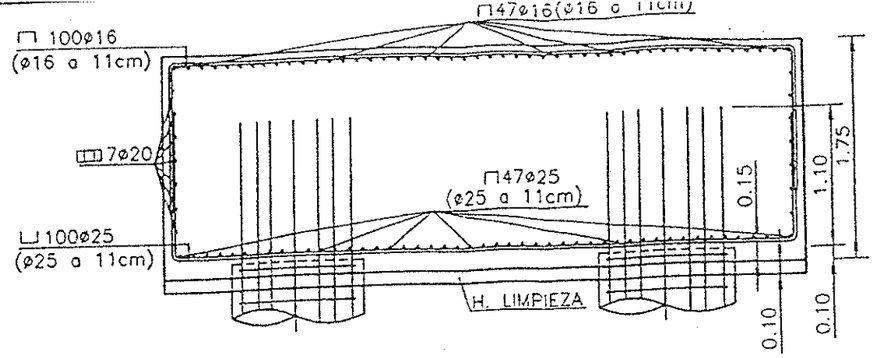


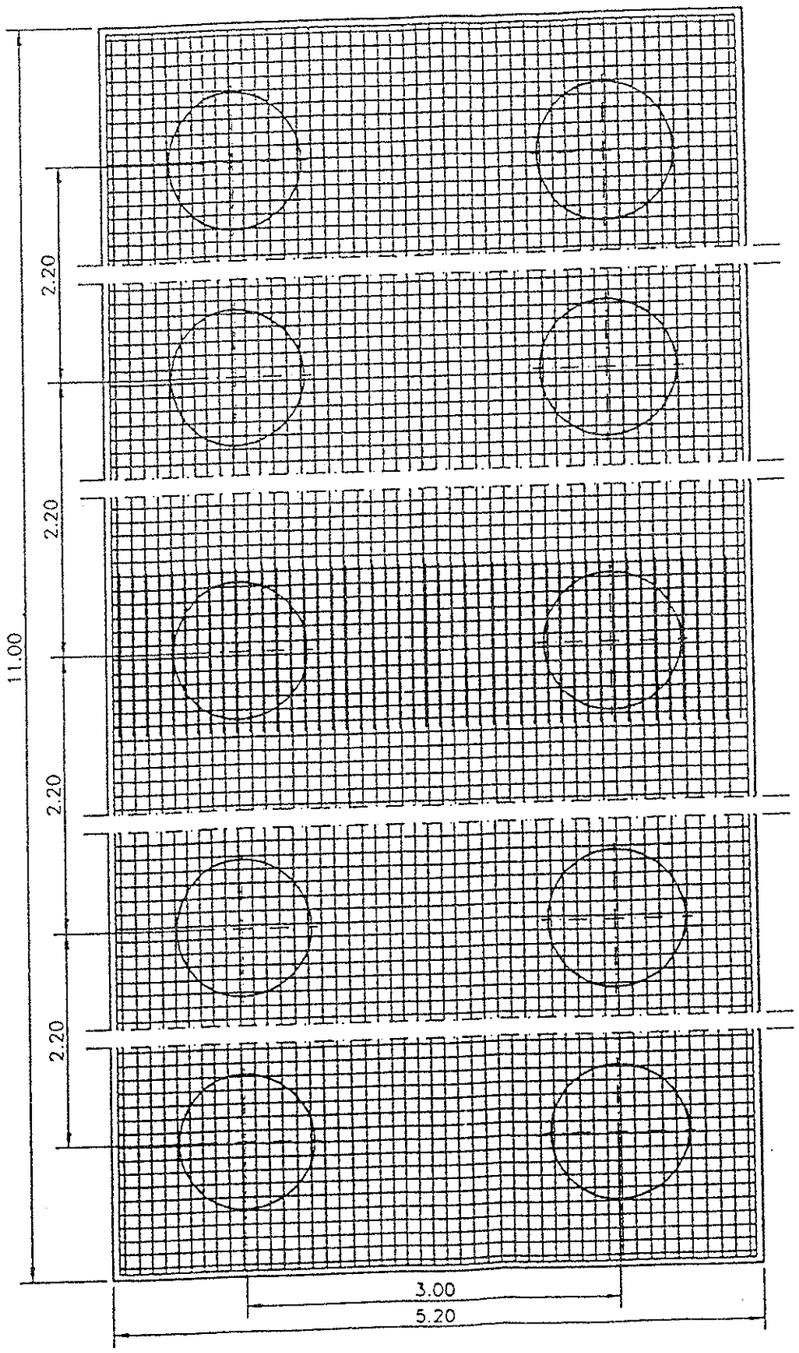

*PILOTE ENCAMISADO ø1100*

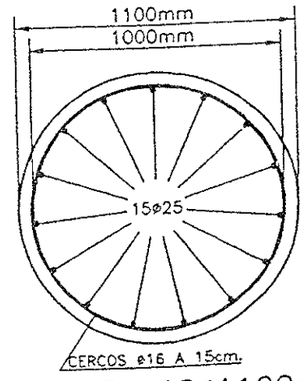
SIN ESCALA

| *CARACTERISTICAS DE PILOTE* |
| --- |
| PILOTE PSS-4 |
| REF. OBRA.- 390797 |

ANEJO 6. CROQUIS DE ENCEPADOS.




PILOTE PSSø1100mm.

El ingeniero calculista:

D. Carlos Lucas García.
Nº 13.399

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALE

HORMIGON H-200
ACERO AEH-500

PILOTES SANTIAGO SANCHEZ

CIMENTACION MEDIANTE PILOTES

TRAMO AVE CALATAYUD - RICLA EN CALATAY
VIAD. PEREJILES-ESTRUCTURA E-2-ESTRIBOS
ENCEPADO DE SOPORTES
ENCARGO : UTE CALATAYUD I-A

NOTA: PLANO INFORMATIVO NO ES VALIDO SIN LA APROBACION DE LA DIRECCION FACULTATIVA.

APROBADO POR LA DIRECCION FACULTATIVA

FIRMA

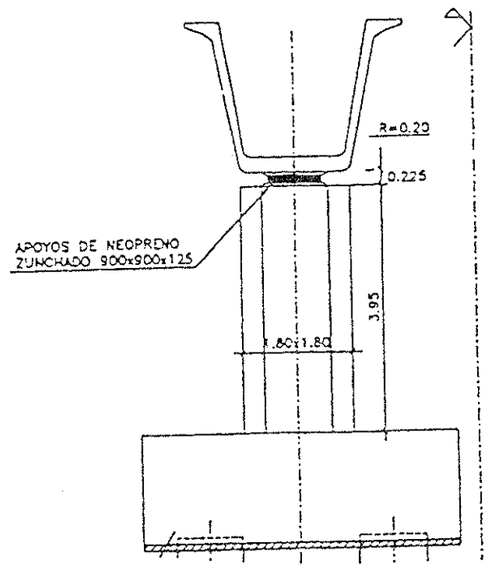
| | | |
|---|---|---|
| FECHA 6-MAYO-1998 | ESCALA 1/50 1/25 | ANULA AL TODOS LOS DE FECHA ANTERIC |
| REFERENCIA 390797 | FICHERO 390797B.DWG | ANULADO POR |
| PROVINCIA ZARAGOZA | | PLANO Nº 1 DE |

# RICLA I-A

## Estructura E-2

## PILAS

PILAS: Dos soportes de 1,80x1,80 m.




Peso propio del soporte:
(1,8x1,8-2x0,20x0,20)x3,95x2,50 tn/m3 = 31,21 tn.

Cargas en apoyos:

Norma Española:

- Vano largo

  Peso propio de viga: 50,40 tn.
  Peso propio tablero: 70,83 tn.
  Cargas muertas: 76,50 tn.

  Con cargas: $F^20$ = 50,40+70,83+76,50 = 197,73 tn.
  Cargas en andenes: $F^21$ = 8,66 tn.
  Sobrecargas: $F^22$ = 228,88 tn.

  Fuerza longitudinal de frenado: $H_L$ = 22,42 tn.
  Fuerza transversal de viento; $H_T$ = 12,34 tn.

- Vano corto

  Con cargas: $F^10$ = 40,33+56,67+60,43 = 157,43 tn.
  Cargas en andenes: $F^11$ = 2,51 tn.
  Sobrecargas: $F^12$ = 195,02 tn.

  Fuerza longitudinal de frenado: $H_L$ = tn.

Norma Española

Resumen cargas en apoyo:

- Vano largo

| | |
|---|---|
| Vertical máximo: | 451,752 tn. |
| Vertical mínimo: | 206,003 tn. |
| Horizontal frenado: | 22,425 tn. |
| Horizontal reológico: | 3,841 tn. |
| Horizontal transversal: | 12,335 tn. |

- Vano corto

| | |
|---|---|
| Vertical máximo: | 398,052 tn. |
| Vertical mínimo: | 168,454 tn. |
| Horizontal frenado: | 18,338 tn. |
| Horizontal reológico: | 3,117 tn. |
| Horizontal transversal: | 10,314 tn. |

Combinación de cargas sobre pila.

Arranque de pila.

| | Ps(tn) | V1(tn) | V2(tn) | $H_L$(tn) | $H_T$(tn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C-1 | 31,21 | 168,454 | 206,003 | - | - | Sin tren ni viento |
| C-2 | 31,21 | 168,454 | 206,003 | - | 22,65 | Sin tren con viento |
| C-3 | 31,21 | 168,454 | 451,752 | 22,430 | 22,65 | Tren vano largo |
| C-4 | 31,21 | 398,052 | 206,003 | 18,338 | 22,65 | Tren vano corto |
| C-5 | 31,21 | 398,052 | 451,752 | 40,768 | 22,65 | Tren dos vanos |

Resumen de esfuerzos

| | N | Mx | My | Vx | Vy |
|---|---|---|---|---|---|
| C-1 | 405,67 | 20,65 | - | - | - |
| C-2 | 405,67 | 20,65 | 89,47 | - | 22,65 |
| C-3 | 651,42 | 244,41 | 89,47 | 22,43 | 22,65 |
| C-4 | 635,27 | -33,19 | 89,47 | 18,34 | 22,65 |
| C-5 | 849,80 | 190,57 | 89,47 | 40,77 | 22,65 |

Norma U.C.I.

- Vano largo

| | |
|---|---|
| Vertical máximo: | 404,634 tn. |
| Vertical mínimo: | 206,003 tn. |
| Horizontal frenado: | 36,680 tn. |
| Horizontal reológico: | 3,841 tn. |
| Horizontal transversal: | 11,805 tn. |

- Vano corto

| | |
|---|---|
| Vertical máximo: | 344,684 tn. |
| Vertical mínimo: | 168,454 tn. |
| Horizontal frenado: | 31,128 tn. |
| Horizontal reológico: | 2,814 tn. |
| Horizontal transversal: | 10,109 tn. |

Combinación de cargas sobre pilas.

Arranque de pila.

| | Ps(tn) | V1(tn) | V2(tn) | $H_L$(tn) | $H_T$(tn) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C-1 | 31,21 | 168,454 | 206,003 | - | - | Sin tren ni viento |
| C-2 | 31,21 | 168,454 | 206,003 | - | 21,91 | Sin tren con viento |
| C-3 | 31,21 | 168,454 | 404,634 | 36,680 | 21,91 | Tren vano largo |
| C-4 | 31,21 | 344,684 | 206,003 | 31,128 | 21,91 | Tren vano corto |
| C-5 | 31,21 | 344,684 | 404,634 | 67,808 | 21,91 | Tren dos vanos |

Resumen de esfuerzos

| | N | Mx | My | Vx | Vy |
|---|---|---|---|---|---|
| C-1 | 405,67 | 20,65 | - | - | - |
| C-2 | 405,67 | 20,65 | 86,54 | - | 21,91 |
| C-3 | 604,30 | 274,79 | 86,54 | 36,68 | 21,91 |
| C-4 | - | - | - | - | - |
| C-5 | 780,53 | 300,81 | 86,54 | 67,81 | 21,91 |



Obra : RICLA 1-A: ESTRUCTURA E-2, SOPORTE DE PILA.
Fecha: 6/5/1998
Hora : 18:34

CALCULO DE SECCIONES POLIGONALES A FLEXION COMPUESTA ESVIADA

1. Datos

- Materiales

fck [kp/cm²] = 250
fyk [kp/cm²] = 5100
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Coordenadas de los 8vértices exteriores [cm] :

x[1] = 20.0
y[1] = -0.0

x[2] = 160.0
y[2] = -0.0

x[3] = 180.0
y[3] = 20.0

x[4] = 180.0
y[4] = 160.0

x[5] = 160.0
y[5] = 180.0

x[6] = 20.0
y[6] = 180.0

x[7] = 0.0
y[7] = 160.0

x[8] = 0.0
y[8] = 20.0

Barras en los lados exteriores :

nº de barras en el lado 1-2 = 11
nº de barras en el lado 2-3 = 3
nº de barras en el lado 3-4 = 11
nº de barras en el lado 4-5 = 3
nº de barras en el lado 5-6 = 11
nº de barras en el lado 6-7 = 3
nº de barras en el lado 7-8 = 11
nº de barras en el lado 8-1 = 3

Recubrimiento exterior [mm] = 4.0

2. Dimensionamiento

Nd [Mp] = 1397.40
Mxd [m·Mp] = 1164.70
Myd [m·Mp] = 408.85

Plano de deformación de agotamiento

| | |
|---|---|
| x [cm] | = 100.0 |
| β [°] | = 202.2 |
| 1/r [1/m]·1.E-3 | = 3.50 |
| εs ·1.E-3 | = 3.50 |
| εi ·1.E-3 | = -4.18 |

Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

| Profundidad [cm] | Deformación ·1.E-3 | Tensión [kp/cm²] |
|---|---|---|
| 4.3 | 3.35 | 4434.8 |
| 215.3 | -4.03 | -4434.8 |

Propuesta armadura dimensionamiento

| Aest [cm²] | ϕest [mm] | A [cm²] | ϕ [mm] | Nu [Mp] | Mxu [m·Mp] | Myu [m·Mp] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 151.1 | 20.0 | 235.6 | 25 | 1694.1 | 1412.0 | 495.7 |



Obra : RICLA 1-A: ESTRUCTURA E-2, SOPORTE DE PILA.
Fecha: 8/5/1998
Hora : 18:00

## CALCULO DE SECCIONES POLIGONALES A FLEXION COMPUESTA ESVIADA

1. Datos

- Materiales

fck [kp/cm²] = 250
fyk [kp/cm²] = 5100
γc = 1.50
γs = 1.15

- Sección

Coordenadas de los vértices exteriores [cm] :

x[1] = 20.0
y[1] = -0.0

x[2] = 160.0
y[2] = -0.0

x[3] = 180.0
y[3] = 20.0

x[4] = 180.0
y[4] = 160.0

x[5] = 160.0
y[5] = 180.0

x[6] = 20.0
y[6] = 180.0

x[7] = 0.0
y[7] = 160.0

x[8] = 0.0
y[8] = 20.0

Barras en los lados exteriores :

nº de barras en el lado 1-2 = 11
nº de barras en el lado 2-3 = 3
nº de barras en el lado 3-4 = 11
nº de barras en el lado 4-5 = 3
nº de barras en el lado 5-6 = 11
nº de barras en el lado 6-7 = 3
nº de barras en el lado 7-8 = 11
nº de barras en el lado 8-1 = 3

Recubrimiento exterior [mm] = 4.0

2. Diagrama

$\phi$ [mm] = 25
Nº de hipótesis = 3
Nº Puntos por hipótesis = 24

Resultados numéricos del diagrama de interacción

1ª Hipótesis.

Axil [Mp] = 649.1

Esfuerzos últimos

| Punto | x [cm] | B [°] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [Mp] | Mxu [m·Mp] | Myu [m·Mp] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 47.8 | 0.0 | 7.32 | 649.1 | -1237.2 | 0.0 |
| 2 | 68.1 | 15.0 | 5.14 | 649.1 | -1179.2 | -313.3 |
| 3 | 81.7 | 30.0 | 4.29 | 649.1 | -1038.6 | -609.3 |
| 4 | 83.5 | 45.0 | 4.19 | 649.1 | -850.3 | -850.3 |
| 5 | 81.7 | 60.0 | 4.29 | 649.1 | -609.3 | -1038.6 |
| 6 | 68.1 | 75.0 | 5.14 | 649.1 | -313.3 | -1179.2 |
| 7 | 47.8 | 90.0 | 7.32 | 649.1 | -0.0 | -1237.2 |
| 8 | 68.1 | 105.0 | 5.14 | 649.1 | 313.3 | -1179.2 |
| 9 | 81.7 | 120.0 | 4.29 | 649.1 | 609.3 | -1038.6 |
| 10 | 83.5 | 135.0 | 4.19 | 649.1 | 850.3 | -850.3 |
| 11 | 81.7 | 150.0 | 4.29 | 649.1 | 1038.6 | -609.3 |
| 12 | 68.1 | 165.0 | 5.14 | 649.1 | 1179.2 | -313.3 |
| 13 | 47.8 | 180.0 | 7.32 | 649.1 | 1237.2 | -0.0 |
| 14 | 68.1 | 195.0 | 5.14 | 649.1 | 1179.2 | 313.3 |
| 15 | 81.7 | 210.0 | 4.29 | 649.1 | 1038.6 | 609.3 |
| 16 | 83.5 | 225.0 | 4.19 | 649.1 | 850.3 | 850.3 |
| 17 | 81.7 | 240.0 | 4.29 | 649.1 | 609.3 | 1038.6 |
| 18 | 68.1 | 255.0 | 5.14 | 649.1 | 313.3 | 1179.2 |
| 19 | 47.8 | 270.0 | 7.32 | 649.1 | 0.0 | 1237.2 |
| 20 | 68.1 | 285.0 | 5.14 | 649.1 | -313.3 | 1179.2 |
| 21 | 81.7 | 300.0 | 4.29 | 649.1 | -609.3 | 1038.6 |
| 22 | 83.5 | 315.0 | 4.19 | 649.1 | -850.3 | 850.3 |
| 23 | 81.7 | 330.0 | 4.29 | 649.1 | -1038.6 | 609.3 |
| 24 | 68.1 | 345.0 | 5.14 | 649.1 | -1179.2 | 313.3 |

Resultados numéricos del diagrama de interacción

2ª Hipótesis.

Axil [Mp] = 1359.7

Esfuerzos últimos

| Punto | x [cm] | B [°] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [Mp] | Mxu [m·Mp] | Myu [m·Mp] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 74.4 | 0.0 | 4.71 | 1359.7 | -1496.0 | 0.0 |
| 2 | 93.4 | 15.0 | 3.75 | 1359.7 | -1435.0 | -311.2 |
| 3 | 106.0 | 30.0 | 3.30 | 1359.7 | -1258.6 | -656.9 |
| 4 | 108.0 | 45.0 | 3.24 | 1359.7 | -988.0 | -988.0 |
| 5 | 106.0 | 60.0 | 3.30 | 1359.7 | -656.9 | -1258.6 |
| 6 | 93.4 | 75.0 | 3.75 | 1359.7 | -311.2 | -1435.0 |
| 7 | 74.4 | 90.0 | 4.71 | 1359.7 | -0.0 | -1496.0 |
| 8 | 93.4 | 105.0 | 3.75 | 1359.7 | 311.2 | -1435.0 |
| 9 | 106.0 | 120.0 | 3.30 | 1359.7 | 656.9 | -1258.6 |
| 10 | 108.0 | 135.0 | 3.24 | 1359.7 | 988.0 | -988.0 |
| 11 | 106.0 | 150.0 | 3.30 | 1359.7 | 1258.6 | -656.9 |
| 12 | 93.4 | 165.0 | 3.75 | 1359.7 | 1435.0 | -311.2 |
| 13 | 74.4 | 180.0 | 4.71 | 1359.7 | 1496.0 | -0.0 |
| 14 | 93.4 | 195.0 | 3.75 | 1359.7 | 1435.0 | 311.2 |
| 15 | 106.0 | 210.0 | 3.30 | 1359.7 | 1258.6 | 656.9 |
| 16 | 108.0 | 225.0 | 3.24 | 1359.7 | 988.0 | 988.0 |
| 17 | 106.0 | 240.0 | 3.30 | 1359.7 | 656.9 | 1258.6 |
| 18 | 93.4 | 255.0 | 3.75 | 1359.7 | 311.2 | 1435.0 |
| 19 | 74.4 | 270.0 | 4.71 | 1359.7 | 0.0 | 1496.0 |
| 20 | 93.4 | 285.0 | 3.75 | 1359.7 | -311.2 | 1435.0 |
| 21 | 106.0 | 300.0 | 3.30 | 1359.7 | -656.9 | 1258.6 |
| 22 | 108.0 | 315.0 | 3.24 | 1359.7 | -988.0 | 988.0 |
| 23 | 106.0 | 330.0 | 3.30 | 1359.7 | -1258.6 | 656.9 |
| 24 | 93.4 | 345.0 | 3.75 | 1359.7 | -1435.0 | 311.2 |

Resultados numéricos del diagrama de interacción

3ª Hipótesis.

Axil [Mp] = 1248.8

Esfuerzos últimos

| Punto | x [cm] | B [°] | 1/r [1/m] ·1.E-3 | Nu [Mp] | Mxu [m·Mp] | Myu [m·Mp] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 70.2 | 0.0 | 4.99 | 1248.8 | -1466.1 | 0.0 |
| 2 | 89.5 | 15.0 | 3.91 | 1248.8 | -1405.7 | -312.0 |
| 3 | 102.3 | 30.0 | 3.42 | 1248.8 | -1234.7 | -652.3 |
| 4 | 104.4 | 45.0 | 3.35 | 1248.8 | -973.0 | -973.0 |
| 5 | 102.3 | 60.0 | 3.42 | 1248.8 | -652.3 | -1234.7 |
| 6 | 89.5 | 75.0 | 3.91 | 1248.8 | -312.0 | -1405.7 |
| 7 | 70.2 | 90.0 | 4.99 | 1248.8 | -0.0 | -1466.1 |
| 8 | 89.5 | 105.0 | 3.91 | 1248.8 | 312.0 | -1405.7 |
| 9 | 102.3 | 120.0 | 3.42 | 1248.8 | 652.3 | -1234.7 |
| 10 | 104.4 | 135.0 | 3.35 | 1248.8 | 973.0 | -973.0 |
| 11 | 102.3 | 150.0 | 3.42 | 1248.8 | 1234.7 | -652.3 |
| 12 | 89.5 | 165.0 | 3.91 | 1248.8 | 1405.7 | -312.0 |
| 13 | 70.2 | 180.0 | 4.99 | 1248.8 | 1466.1 | -0.0 |
| 14 | 89.5 | 195.0 | 3.91 | 1248.8 | 1405.7 | 312.0 |
| 15 | 102.3 | 210.0 | 3.42 | 1248.8 | 1234.7 | 652.3 |
| 16 | 104.4 | 225.0 | 3.35 | 1248.8 | 973.0 | 973.0 |
| 17 | 102.3 | 240.0 | 3.42 | 1248.8 | 652.3 | 1234.7 |
| 18 | 89.5 | 255.0 | 3.91 | 1248.8 | 312.0 | 1405.7 |
| 19 | 70.2 | 270.0 | 4.99 | 1248.8 | 0.0 | 1466.1 |
| 20 | 89.5 | 285.0 | 3.91 | 1248.8 | -312.0 | 1405.7 |
| 21 | 102.3 | 300.0 | 3.42 | 1248.8 | -652.3 | 1234.7 |
| 22 | 104.4 | 315.0 | 3.35 | 1248.8 | -973.0 | 973.0 |
| 23 | 102.3 | 330.0 | 3.42 | 1248.8 | -1234.7 | 652.3 |
| 24 | 89.5 | 345.0 | 3.91 | 1248.8 | -1405.7 | 312.0 |

Carga concentrada sobre neoprenos: 75 x 50 cm.

Nd = 1,6x451,75 = 722,80 tn.
$Ac_1 = a_1 \times b_1$ = 0,50 x 0,75 = 0,375 m2
Ac = a x b = 0,90 x 1,80 = 1,620 m2

Asa x fyd = 0,3x722,80 (0,90-0,50/0,90) = 96,37 tn.
Asb x fyd = 0,3x722,80 (1,80-0,75/1,80) = 126,49 tn.

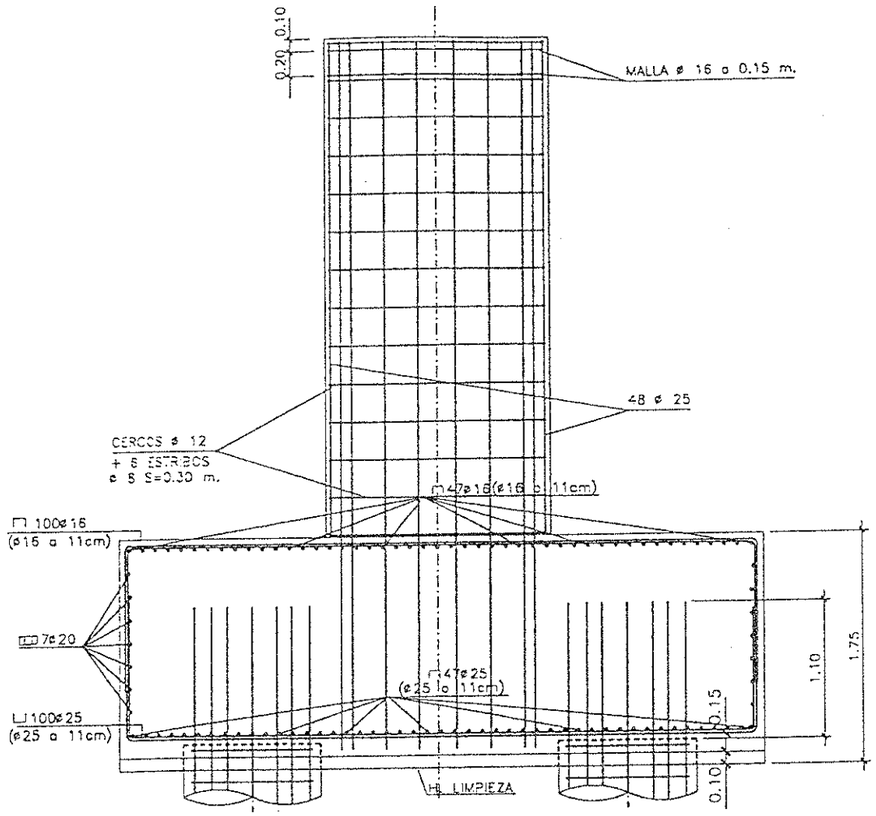
Asa = 8,15 cm2
Asb = 21,73 cm2 <-> 3 capas D=12 a 0,15 m.= a 0,9+0,18 y 0,27 m.

V x d = 1,6 x 67,808 = 108,49 tn.
Vc = 1,40x1,75x5x 250x0,9/1,5 = 150,03 tn.

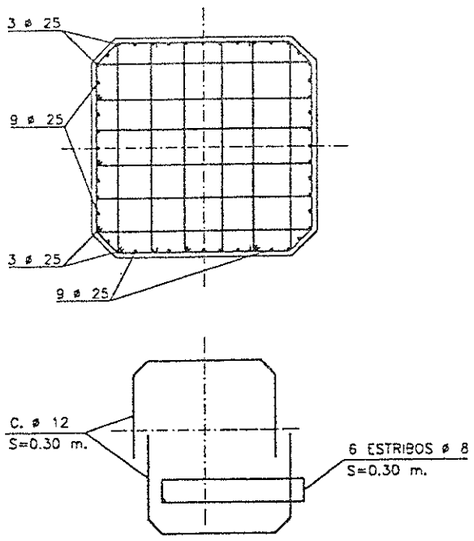
Cercos mínimos:
S-= 0,30 m.

0,1 a = 9 cm ,, c = 0,90 m.

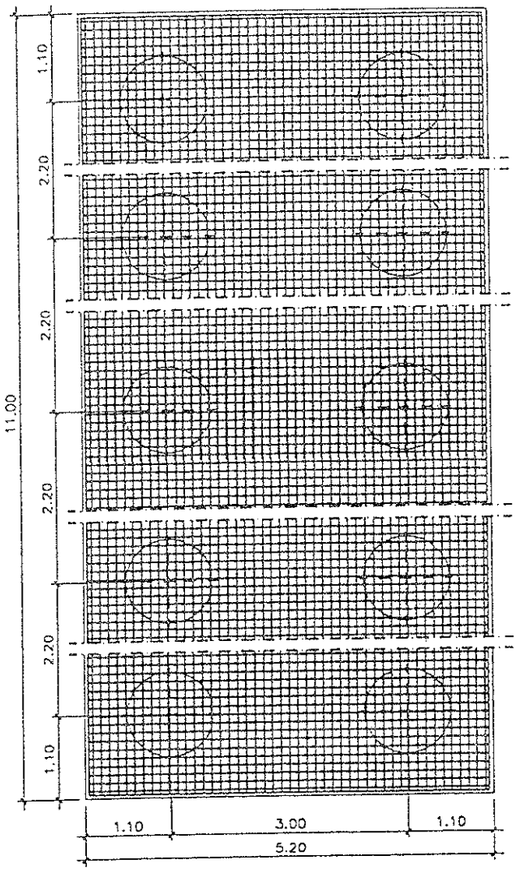
Fdo. Juan Gregorio Lombardo



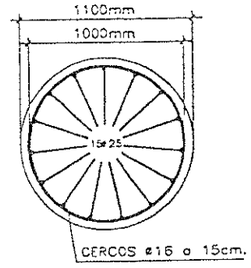

ARMADURA DE PILAS. ALZADO
ESCALA 1:25




ARMADURA DE PILAS. SECCION TRANSVERSAL
ESCALA 1:25




PLANTA
ENCEPADOS Y PILOTES DE PILAS
ESCALA 1:40




PILOTE ø 1100 mm
ESCALA 1:80

El ingeniero calculista:
D. Carlos Lucas García
Nº 13.399

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PILAS | 1.5 | 1.15 | 1.6 | H-250 | AEH-500 | NORMAL | NORMAL | NORMAL |
| PILOTES | 1.5 | 1.15 | 1.6 | H-200 | AEH-500 | NORMAL | NORMAL | NORMAL |
| ELEMENTO | $\gamma_c$ HORMIGON | $\gamma_s$ ACERO | $\gamma_f$ ESFUERZOS | HORMIGON | ACERO | HORMIGON | ACERO | EJECUCION |
| | COEFICIENTE DE SEGURIDAD | | | CARACTERISTICAS | | NIVEL DE CONTROL DE CALIDAD | | |

GIF Gestor de Infraestructuras Ferroviarias

TITULO DEL PROYECTO:
MODIFICACION N. 1 DEL PROYECTO
LINEA MADRID-ZARAGOZA
TRAMO: CALATAYUD-RICLA. SUBTRAMO IA

EL INGENIERO TECNICO O.P.:
FDO. JOSE OGAYAR MARTOS

EL INGENIERO AUTOR DE LA MODIFICACION:
FDO. MANUEL MORENO CERVERA

CONFORME EL CONTRATISTA:
FDO. FELIX MARTINEZ DEL SAZ

ESCALAS: VARIAS — GRAFICAS
EN ORIGINAL A1 — METROS

FECHA: ABRIL 1.998

N. DE PLANO: 5.2
N. DE HOJA: Hoja 10 de 13

TITULO DEL PLANO:
ESTRUCTURA E-2. PUENTE DE FERROCARRIL SOBRE EL RIO PEREJILES (P.K. 2+647,000)
PILAS, ARMADURAS

# 4.-VIADUCTO PEREJILES. ESTRUCTURA E-2.

## 4.1.-ESTRIBOS.

### 4.1.1.-Estribo 1

#### *4.1.1.1-Cargas y esfuerzos*

Las combinaciones de las hipótesis de cargas han sido facilitadas por la oficina técnica de nuestro cliente y se indican en le anejo de cálculo correspondiente a este apartado.

Después de tantear varias soluciones, se llega a la conclusión de que para un coeficiente de trabajo de hormigón 35 kg/cm$^2$, se necesitan disponer 2 filas de pilotes de 5 unidades cada una y con la disposición de dos filas de pilotes paralelas al estribo formadas con 5 pilotes cada una de ellas.

Se tiene que la hipótesis más desfavorable, con el reparto de cargas indicado en los cálculos realizados, que nos da la máxima compresión en uno de los pilotes es la Hipótesis VI de la norma francesa y se obtiene el siguiente cuadro:

CUADRO DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE DEBIDOS AL CALCULO DE LA ESTRUCTURA

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4 | Pilote 5 | Pilote 6 | Pilote 7 | Pilote 8 | Pilote 9 | Pilote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 126,48 | 152,97 | 115,42 | 77,87 | 104,36 | 221, 16 | 237,67 | 200,09 | 162,54 | 189,03 |

De igual manera que para los estribos del puente de carretera, se tendrá en cuenta el rozamiento negativo, obteniendo para pilote de diámetro 1.100 mm una carga:

$$Q_N=67,38\ t$$

Con la influencia de esta carga, nos quedaría un resumen de axiles para cada pilote:

CUADRO RESUMEN DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE, DERIVADOS DEL CALCULO DE LA ESTRUCTURA Y EL ROZAMIENTO NEGATIVO

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4 | Pilote 5 | Pilote 6 | Pilote 7 | Pilote 8 | Pilote 9 | Pilote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 193,86 | 220,35 | 182,60 | 145,25 | 171,74 | 278,54 | 305,05 | 267,47 | 229,92 | 256,41 |

También se consideran los empujes laterales transmitidos a los pilotes como consecuencia del incremento de carga superficial.

Se ha considerado la misma formulación, el mismo espesor de estrato blando y la misma sobrepresión que en el caso del Puente de carretera, ya que son las indicadas en el Estudio Geotécnico para el cálculo del viaducto.

Se obtienen, conservando también les condiciones de contorno:

- Empotramiento en el encepado.
- Empotramiento a 0,5 m en la capa resistente inferior.

Se ha tomado:

$Pv = 13 T/m^2$

$Cu = 1 T/m^2$ (mínima obtenida para el estrato blando).

Con lo que se obtiene, para un pilote de diámetro igual a 1100 mm y la disposición indicada:

$P_{hr} = 16,5 T/m^2$

Estos últimos esfuerzos son condicionantes a la hora de dimensionar la cimentación debido a los momentos flectores máximos y cortantes que producen, y son:

$Mk_1 = 58,09$ mt

$Vk_1 = 53,62$ t

valores dados en los empotramientos.





Al igual que en el puente de carretera, estructura E-1. Tenemos fuerzas horizontales derivados del cálculo de la estructura.

La fuerza horizontal máxima de que estamos hablando pertenece a la Hipótesis VI de la norma U.I.C. y es:

$F_{máx} = 352,62$ t

que le corresponde a cada pilote:

$F'_{máx.\ pilote} = 35,26$ t

El axil concomitante con esta fuerza, el mínimo, es $N_{min} = 77,87$ t, sin tener en cuenta el rozamiento negativo, puesto que es un acción favorable a la hora de armar la sección y no se conoce realmente su comportamiento.

$35,26 > 0,05 \times 77,87 = 3,89$ t

Luego habrá que calcular el efecto de esta fuerza de la misma manera ya explicada en la estructura anterior.

Quedaría entonces:
Siendo:

$L' = 1,2 * \sqrt[3]{\frac{Ep * Ip}{E/3}}$

Ep: Módulo de deformación del pilote.
Ip: Momento de inercia del pilote.
E: Módulo de deformación del terreno.
Obteniendo los resultados mediante los cálculos realizados y que se detallarán en el correspondiente anejo.

$L' = 5,61$ m
$\alpha = 1,28$
$Lg = 7,19$ m
$Mk_2 = 139,40$ mt.
$Vk_2 = 35,25$ t

*4.1.1.2.-Diámetro y tope estructural.*

En este caso los esfuerzos más pesimistas que condicionan el dimensionamiento de los pilotes son:

$N_{máx}$ = 305,05 t.
$M_d$ = 315,98 mt.
$V_d$ = 142,2 t.

Se disponen, por tanto, pilotes de diámetro 1.100 mm, por tope estructural y además un momento que no admitiría un diámetro menor.

| ϕ | Te |
|---|---|
| 1.100 mm | 332,62t |

con coeficiente de trabajo del hormigón de 35 kg/cm$^2$.

Más adelante se detallará el cálculo de las armaduras de los pilotes, tanto a flexión como a cortante.

*4.1.1.3. Longitud de pilotes.*

Se aplica la formulación del Estudio Geotécnico para hallar el empotramiento necesario, ya explicado en la otra estructura.

$$Q_{adm} = (1/F_f)*\pi*D*\Sigma(L_i*Rf_i)+(1/F_p)*\pi*D^2/4*R_p$$

Y con los parámetros del suelo también indicados en el anterior anejo, se obtiene:

$L_{emp}$ = 7,72 m.

Que se empotrarán a partir de las arcillas margosas duras (sustrato rocoso).



PILOTES SANTIAGO SANCHEZ

*4.1.1.4.Armaduras. dimensionamiento.*

La armadura a flexión se determinará con los esfuerzos:

Md = 315.98 mt
Nd = 70.10 T.

Mediante la norma EH-91 informatizada, se obtiene una armadura longitudinal de 22 ϕ 32 mm.

Para el cortante, el esfuerzo de cálculo es:

Vd = 142.2 t
Vcu = 54.69 t
Vsu = 142.2 – 54.69 = 87.51 mt

Que lo soportan cercos ϕ 16 mm cada 15 cm.

*4.1.1.5. Dimensionamiento de encepado:*

Según el cálculo realizado para los encepados en el anejo correspondiente, se obtiene:

| | |
|---|---|
| *Dimensiones: | 14,5x5,2x1,75 m |
| *Separación de pilotes en sentido longitudinal: | 3,0 m |
| *Separación de pilotes en sentido transversal del viaducto entre ejes: | 3,9 m. |
| *Armadura superior en sentido longitudinal del viaducto: | 131Φ16. |
| *Armadura inferior en sentido longitudinal del viaducto: | 131Φ25. |
| *Armadura de piel: | 7Φ20(en tres cercos). |
| *Armadura en sentido transversal del viaducto: | 47Φ16(superior).<br>47Φ25(inferior). |

*4.1.1.6.-Materiales de cálculo*

Para este tipo de pilotes se han considerado los siguientes materiales:

a)Hormigón de consistencia fluida, tamaño máximo del árido de 12 a 15 mm y resistencia característica 200 kg/cm$^2$.

b)Acero de calidad AEH-500.

4.1.2.-Estribo 2

*4.1.2.1-Cargas y esfuerzos*

Las combinaciones de las hipótesis de cargas han sido facilitadas por la oficina técnica de nuestro cliente y se indican en le anejo de cálculo correspondiente a este apartado.

Después de tantear varias soluciones, se llega a la conclusión de que para un coeficiente de trabajo de hormigón 35 kg/cm$^2$, se necesitan disponer 2 filas de pilotes de 5 unidades cada una y con la disposición de dos filas de pilotes paralelas al estribo formadas con 5 pilotes cada una de ellas.

Se tiene que la hipótesis más desfavorable, con el reparto de cargas indicado en los cálculos realizados, que nos da la máxima compresión en uno de los pilotes es la Hipótesis V de la norma española y se obtiene el siguiente cuadro:

CUADRO DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE DEBIDOS AL CALCULO DE LA ESTRUCTURA

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4 | Pilote 5 | Pilote 6 | Pilote 7 | Pilote 8 | Pilote 9 | Pilote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 181.77 | 116.89 | 172.52 | 228.15 | 163.25 | 166.69 | 157.44 | 101.81 | 213.07 | 157.44 |

De igual manera que para los estribos del puente de carretera, se tendrá en cuenta el rozamiento negativo, obteniendo para pilote de diámetro 1.100 mm una carga:

$Q_N$=103.30 t



PILOTES SANTIAGO SANCHEZ

Con la influencia de esta carga, nos quedaría un resumen de axiles para cada pilote:

CUADRO RESUMEN DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE, DERIVADOS DEL CALCULO DE LA ESTRUCTURA Y EL ROZAMIENTO NEGATIVO

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4 | Pilote 5 | Pilote 6 | Pilote 7 | Pilote 8 | Pilote 9 | Pilote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 285.07 | 220.19 | 275.82 | 331.45 | 266.55 | 269.99 | 260.74 | 205.11 | 316.37 | 260.74 |

También se consideran los empujes laterales transmitidos a los pilotes como consecuencia del incremento de carga superficial.

Se ha considerado la misma formulación, el mismo espesor de estrato blando y la misma sobrepresión que en el caso del Puente de carretera, ya que son las indicadas en el Estudio Geotécnico para el cálculo del viaducto.

Se obtienen, conservando también les condiciones de contorno:

- Empotramiento en el encepado.
- Empotramiento a 0,5 m en la capa resistente inferior.

Se ha tomado:

$Pv = 19.93 T/m^2$

$Cu = 1 T/m^2$ (mínima obtenida para el estrato blando).

Con lo que se obtiene, para un pilote de diámetro igual a 1100 mm y la disposición indicada:

$P_{hr} = 19.93 T/m^2$

Estos últimos esfuerzos son condicionantes a la hora de dimensionar la cimentación debido a los momentos flectores máximos y cortantes que producen, y son:

$Mk_1 = 94.67$ mt

$Vk_1 = 87.39$ t

valores dados en los empotramientos.

Al igual que en el puente de carretera, estructura E-1. Tenemos fuerzas horizontales derivados del cálculo de la estructura.

La fuerza horizontal máxima de que estamos hablando pertenece a la Hipótesis y es:

$F_{máx}$ =416.96 t

que le corresponde a cada pilote:

$F'_{máx.\ pilote}$ = 41.69 t

El axil concomitante con esta fuerza, el mínimo, es $N_{min}$ = 148.55 t, sin tener en cuenta el rozamiento negativo, puesto que es un acción favorable a la hora de armar la sección y no se conoce realmente su comportamiento.

41.69 > 0,05 x 148.55 = 7.42 t

Luego habrá que calcular el efecto de esta fuerza de la misma manera ya explicada en la estructura anterior.

Quedaría entonces:
Siendo:

$$L' = 1{,}2 * \sqrt[4]{\frac{Ep * Ip}{E/3}}$$

Ep: Módulo de deformación del pilote.
Ip: Momento de inercia del pilote.
E: Módulo de deformación del terreno.
Obteniendo los resultados mediante los cálculos realizados y que se detallarán en el correspondiente anejo.

L´ = 5,61 m
$\alpha$ = 1,28
Lg = 7,19 m
$Mk_2$ = 164.90 mt.
$Vk_2$ = 41.70 t





*4.1.2.2.-Diámetro y tope estructural.*

En este caso los esfuerzos más pesimistas que condicionan el dimensionamiento de los pilotes son:

$N_{máx}$ = 331.45 t.
$M_d$ = 415.31 mt.
$V_d$ = 206.55 t.

Se disponen, por tanto, pilotes de diámetro 1.100 mm, por tope estructural y además un momento que no admitiría un diámetro menor.

| $\phi$ | Te |
|---|---|
| 1.100 mm | 332,62t |

con coeficiente de trabajo del hormigón de 35 kg/cm$^2$.

Más adelante se detallará el cálculo de las armaduras de los pilotes, tanto a flexión como a cortante.

*4.1.2.3. Longitud de pilotes.*

Se aplica la formulación del Estudio Geotécnico para hallar el empotramiento necesario, ya explicado en la otra estructura.

$$Q_{adm} = (1/F_f)*\pi*D*\Sigma(L_i*Rf_i)+(1/F_p)*\pi*D^2/4*R_p$$

Y con los parámetros del suelo también indicados en el anterior anejo, se obtiene:

$L_{emp}$ = 9.25 m.

Que se empotrarán a partir de las arcillas margosas duras (sustrato rocoso).

*4.1.2.4.Armaduras. dimensionamiento.*

La armadura a flexión se determinará con los esfuerzos:

Md = 415.31 mt
Nd = 133.69 T.

Mediante la norma EH-91 informatizada, se obtiene una armadura longitudinal de 32 ϕ 32 mm. El refuerzo de 12 barras de 32 mm se dispondrá solamente en los 9.25 m primeros, quedando 20 barras de diámetro 32 en el resto de la longitud de los pilotes.

Para el cortante, el esfuerzo de cálculo es:

Vd = 206.55 t
Vcu = 54.69 t
Vsu = 206.55 – 54.69 = 151.86 mt

Que lo soportan cercos ϕ 16 mm cada 10 cm.

*4.1.2.5. Dimensionamiento de encepado:*

Según el cálculo realizado para los encepados en el anejo correspondiente, se obtiene:

| | |
|---|---|
| *Dimensiones: | 14,5x5,2x1,75 m |
| *Separación de pilotes en sentido longitudinal: | 3,0 m |
| *Separación de pilotes en sentido transversal del viaducto entre ejes: | 3,9 m |
| *Armadura superior en sentido longitudinal del viaducto: | 131Φ16. |
| *Armadura inferior en sentido longitudinal del viaducto: | 131Φ25. |
| *Armadura de piel: | 7Φ20(en tres cercos). |
| *Armadura en sentido transversal del viaducto: | 47Φ16(superior).<br>47Φ25(inferior). |





*4.1.2.6.-Materiales de cálculo*

Para este tipo de pilotes se han considerado los siguientes materiales:

a)Hormigón de consistencia fluida, tamaño máximo del árido de 12 a 15 mm y resistencia característica 200 kg/cm$^2$.

b)Acero de calidad AEH-500.

## 4.2.-SOPORTES.

### 4.2.1.-Cargas y esfuerzos

Las combinaciones de las hipótesis de cargas han sido facilitadas por la empresa Prainsa, resultantes del cálculo de la estructura, sin mayorar y por pila (cada una de los dos soportes está formado por dos pilas) y se indican en el anejo de cálculo correspondiente a este apartado.

Después de tantear varias soluciones, se llega a la conclusión de que para un coeficiente de trabajo de hormigón 35 kg/cm$^2$, se necesitan disponer 2 filas de pilotes de 5 unidades cada una y con la disposición de dos filas de pilotes paralelas al estribo formadas con 5 pilotes cada una de ellas.

Se tiene que la hipótesis más desfavorable, con el reparto de cargas indicado en los cálculos realizados, que nos da la máxima compresión en uno de los pilotes es la Hipótesis IV de la norma francesa (dos vanos cargados) y se obtiene el siguiente cuadro:

CUADRO DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE DEBIDOS AL CALCULO DE LA ESTRUCTURA

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4 | Pilote 5 | Pilote 6 | Pilote 7 | Pilote 8 | Pilote 9 | Pilote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 108,63 | 73,71 | 77,65 | 81,55 | 46,63 | 302,73 | 207,81 | 271,73 | 275,65 | 240,73 |

En este caso, se considerará el peso del encepado sobre cada pilote ya que en las hipótesis de carga no se incluye la influencia de este efecto provocando en cada pilote el siguiente axil:

CUADRO RESUMEN DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE, DERIVADOS DEL CALCULO DE LA ESTRUCTURA Y EL PESO DEL ENCEPADO

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4 | Pilote 5 | Pilote 6 | Pilote 7 | Pilote 8 | Pilote 9 | Pilote 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N(t) | 133,63 | 18,71 | 102,65 | 106,55 | 71,63 | 327,73 | 232,81 | 296,73 | 300,65 | 265,73 |

Para los soportes no se considerará ni los efectos de los esfuerzos laterales, ni de rozamiento negativos, ya que no existen sobrecargas que provoquen consolidación del terreno.

El efecto que sí se considera será la fuerza horizontal según las teorías expuestas anteriormente de Carlos Oteo. Debido a la carga horizontal máxima de la hipótesis IV de la U.I.C.:

$$F_{máx} = 167,48t$$

que le corresponde a cada pilote:

$$F'_{máx.\ pilote} = 16,75\ t$$

El axil concomitante con esta fuerza, el mínimo, es $N_{min} = 46,63$ t, sin tener en cuenta el peso del encepado, que al estar hormigonado contra el terreno no se conoce muy bien su comportamiento y de esta manera nos quedamos del lado de la seguridad.

Se comprueba que la carga horizontal supera el 5% de la vertical mínima

$$16,75 > 0,05 \times 46,63 = 2,33\ t$$

Luego habrá que calcular el efecto de esta fuerza de la misma manera ya explicada en apartados anteriores, de forma que queda:

$L' = 5,61$ m
$\alpha = 1,28$
$Lg = 7,19$ m
$Mk_2 = 69,75$ mt.
$Vk_2 = 16,74$ t





4.2.2.-Diámetro y tope estructural.

En este caso los esfuerzos más pesimistas que condicionan el dimensionamiento de los pilotes son:

$N_{máx} = 327,73$ t.
$M_d = 111,61$ mt.
$V_d = 26,78$ t.
$N_d = 41,96$(axil mínimo concomitante)

Se disponen, por tanto, pilotes de diámetro 1.100 mm, por tope estructural de 332,62 ty además un momento que no admitiría un diámetro menor.

| $\phi$ | Te |
|---|---|
| 1.100 mm | 332,62t |

con coeficiente de trabajo del hormigón de 35 kg/cm$^2$ correspondiente al hormigonado con agua.

Más adelante se detallará el cálculo de las armaduras de los pilotes, tanto a flexión como a cortante.

4.2.3. Longitud de pilotes.

Se aplica la formulación del Estudio Geotécnico para hallar el empotramiento necesario, ya explicado en la otra estructura.

$$Q_{adm} = (1/F_f)*\pi*D*\Sigma(L_i*Rf_i)+(1/F_p)*\pi*D^2/4*R_p$$

Y con los parámetros del suelo también indicados en el anterior anejo, se obtiene:

$L_{emp} = 9,03$ m

Que se empotrarán a partir de las arcillas margosas duras (sustrato rocoso).

4.2.4.Armaduras. dimensionamiento.

La armadura a flexión se determinará con los esfuerzos:

Md = 111,61 mt
Nd = 41,96 T.

Mediante la norma EH-91 informatizada, se obtiene una armadura longitudinal de 15 $\phi$ 25 mm.

Para el cortante, el esfuerzo de cálculo es:

Vd = 26,78 t

Que lo soportan cercos $\phi$ 16 mm cada 15 cm.

4.2.5.-Dimensionamiento de encepado.

Según el cálculo realizado para los encepados en el anejo correspondiente, se obtiene:

| | |
|---|---|
| *Dimensiones: | 11,0 x 5,2 x 1,75 m |
| *Separación de pilotes en sentido longitudinal: | 3,0 m |
| *Separación de pilotes en sentido transversal del viaducto entre ejes: | 2,2 m |
| *Armadura superior en sentido longitudinal del viaducto: | 100Φ16. |
| *Armadura inferior en sentido longitudinal del viaducto: | 100Φ25. |
| *Armadura de piel: | 7Φ20(en tres cercos). |
| *Armadura en sentido transversal del viaducto: | 47Φ16(superior).<br>47Φ25(inferior). |



PILOTES SANTIAGO SANCHEZ

4.2.6.-Materiales de cálculo

Para este tipo de pilotes se han considerado los siguientes materiales:

a)Hormigón de consistencia fluida, tamaño máximo del árido de 12 a 15 mm y resistencia característica 200 kg/cm$^2$.

b)Acero de calidad AEH-500.

La presente memoria se somete a la aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

El INGENIERO CALCULISTA:

D. Carlos Lucas García
Nº 13.399.

# *Apéndice 3. Estructura E-1*

# *APENDICE 3: DOCUMENTOS DE PROYECTO DE E-1*

**A3.1 INFORMES SOBRE LA SOLUCION ADOPTADA**

**A3.2 CÁLCULOS**

CÁLCULO DEL TABLERO

- *Memoria de cálculo*
- *Resultados de Ordenador*

CÁLCULO DE ESTRIBOS

CÁLCULO DE PILOTES DE E-1

- *Antecedentes*
- *Caracterización de terreno*
- *Paso superior estructura E-1*

CARGAS Y ESFUERZOS

DIÁMETRO Y TOPE ESTRUCTURAL

LONGITUD DE LOS PILOTES

ARMADURAS Y DIMENSIONAMIENTO

DIMENSIONAMIENTO DE ENCEPADO

MATERIALES DE CÁLCULO

**ANEXO A**: Cálculos realizados para cimentación del puente de carretera. Estructura E-1

**ANEXO B**: Perforaciones

**ANEXO C**: Croquis de Pilotes encamisados

**ANEXO D**: Croquis de encepados

# E-1: INFORMES SOBRE LA SOLUCION ADOPTADA

U.T.E. CALATAYUD

Estructura E-1

Puente de Carretera sobre el río Perejiles



Estructura E - 1

# PUENTE DE CARRETERA SOBRE EL RIO PEREJILES

Datos de partida:

El tablero propuesto está formado por 2 vigas artesas de 1,20 m. de canto, losa de 9,00 m. de anchura y 0,25 m. de espesor, provista de calzada pavimentada con aglomerado asfáltico de 6 cm. de espesor mínimo, aceras, impostas, barandillas,defensas, etc.

El peso propio, cargas muertas y sobrecargas se han calculado según las directrices de la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras", orden del MO.P. del 28-2-72.

Cálculo estructural:

Las vigas de hormigón pretensado están realizadas en clase II según normativa E.P-93, no apareciendo en ninguna de las secuencias constructivas tensiones de tracción ni compresión supeiores a las de fisuración.

El cálculo de la armadura de cortante y de cosido entre viga y losa se efectúa igualmente según la norma EH-93.

La evaluación y dimensionamiento de armaduras en el tablero se realiza con la adición de los esfuerzos generales de flexión del tablero y los localizados producidos por la incidencia de las cargas consideradas.

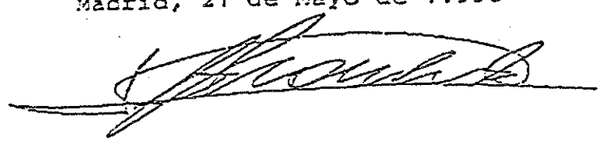
Los estribos se han calculado con las cargas evaluadas en el cálculo del tablero, incrementadas con el empuje de tierras del relleno de trasdós.

La cimentación, de acuerdo con los criterios del proyecto base, se ha efectuado en profundidad mediante pilotes. Estos están calculados teniendo en cuenta, además de los esfuerzos procedentes de la estructura, los debidos al rozamiento negativo según las prescripciones del Informe Geotécnico.

Conclusión:

La estructura proyectada, tanto desde el punto de vista constructivo como de diseño, creemos que es apta para ser ejecutada.

Madrid, 21 de Mayo de 1.998



Fdo.: Juan Gregorio Lombardo Maldonado

# *UTE CALATAYUD*
# *VIADUCTO SOBRE EL RÍO PEREJILES*
# *TABLERO*

## DATOS DE PARTIDA

El tablero propuesto está formado por 2 vigas artesa de 2,35 m. de canto, losa de 13,00 m. de anchura y 0,30 m. de espesor.

Peso propio de vigas, losa, aceras, así como cargas muertas de infraestructura ferroviaria y equipamientos, se ha obtenido siguiendo las directrices de "Bases de cálculo para el proyecto de puentes de ferrocarril. LAV Zaragoza-Lérida".

Sobrecargas: se han considerado paralelamente las de la norma española, "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril" y la de la "Unión Internationale des chemins de fer" - UIC-.

## CÁLCULO ESTRUCTURAL

Las vigas se han pretensado con un grupo de cordones pretesos y dos tendones postesos, con lo que se alcanza el estado tensional necesario para los esfuerzos que la solicitan.

El seguimiento de los estados tensionales sucesivos, tanto en vigas como en losa, muestra que en todas las fases constructivas y de servicio se está dentro de lo que la norma EP-93 denomina clase I, es decir, ausencia de fisuraciones y de descompresión en ninguna zona. Las vigas tienen, en el momento de tesar, unas tracciones en su fibra superior de alrededor de 15 Kp/cm$^2$ pero son transitorias y muy alejadas de la tensión de fisuración para un hormigón, que en ese momento, responde al menos a la calidad de un H-350.



Las solicitaciones pésimas en servicio, tanto con las sobrecargas de la norma española como con las de UIC, dejan a las vigas con una compresión residual de aproximadamente 1 Kp/cm$^2$.

La evaluación de los esfuerzos transversales en el tablero se realiza, como es usual, con la adición de los generales de flexión del tablero y los localizados producidos por la incidencia de las cargas.

Se ha aportado un cálculo complementario de flechas y deformaciones, realizado según las directrices de la norma UIC en el que se comprueba que la frecuencia propia natural del puente descargado, el giro torsional y la flecha máxima en servicio está dentro de los límites fijados por dicha norma.

## ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

El tablero es de fácil construcción, no se aprecia ningún aspecto de especial complicación, máxime teniendo en cuenta su reducida altura sobre el suelo. No obstante, señalamos que es de suma importancia cuidar el proyecto y realización de las juntas de tableros y estribos, así como la colocación de los aparatos de apoyo.

## CONCLUSIÓN

El tablero proyectado, tanto estructural como constructivamente parece correcto.



Fdo. Juan G. Lombardo

## CÁLCULO ESTRUCTURAL

En el cálculo del tablero efectuado se incluye un epilogo con sendos cuadros de cargas sobre cabezas de pilas obtenidas, a partir de las solicitaciones de la Instrucción Española y de la UIC. Con los esfuerzos pésimos calcula la armadura del fuste mediante el programa "Prontuario informativo del hormigón".

# CALCULOS E-1

CALCULOS TABLERO

ESTRUCTURA E - 1

# Prainsa

PREFABRICADOS DE HORMIGON

Prainsa

# TABLEROS DE VIGAS CON Llosa SUPERIOR

## MEMORIA DE CALCULO

Empresa: UTE CALATAYUD I-A

Obra: ESTRUCTURA E1. PTE. SOBRE EL RIO PEREJILES

## 1. DIMENSIONES

| | |
|---|---|
| - Luz de cálculo (m): | 30.00 |
| - Ancho de tablero (m): | 9.40 |
| - Ancho de aceras (m): | 1.20 |
| - Número de vigas: | 2.00 |
| - Canto de vigas (m):: | 1.20 |
| - Canto de losa (m): | 0.25 |

## 2. ACCIONES CONSIDERADAS

### 2.1 Cargas permanentes

El peso propio de vigas y losa superior se deducen por cubicación de éstas, supuesta una densidad del hormigón de 2.5 T/m$^3$.

Además se consideran:

| | |
|---|---|
| Aceras | 750 Kg/m2 |
| Pavimento | 216 Kg/m2 |
| Barandillas | 100 Kg/m |

Prainsa

## 2.2 Sobrecargas

Se han considerado las acciones previstas en la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras", Orden del M.O.P. del 28.02.72, publicada en el B.O.E. de 18.04.72.

Según dicha Instrucción el tren de cargas se valorará por la acción simultánea de:

a) Una sobrecarga uniforme de 400 Kgf/m$^2$ extendida a toda la superficie a nivel de la calzada o a parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento en estudio.

b) Un vehículo de 60t, cuyo eje longitudinal se considerará paralelo al eje de la calzada y formado por seis cargas, de 10t, pudiendo desplazarse en sentido transversal hasta el límite de 0.50 m. de la acera o barrera.

La separación entre cargas en sentido longitudinal será de 1.50 m y en sentido transversal de 2 m.

La superficie de apoyo sobre la que actuará cada carga será de 0.2 m paralelamente al eje del vehículo, por 0.6 m de ancho.

El tren de cargas así definido se extenderá a toda la superficie a nivel de la calzada delimitada por bordillos o barreras independientes de las marcas viales que se fijen.

Para el frenado se toma 1/20 de la sobrecarga total en calzada con un máximo de 18 t (ap. 4.2.1.2) que se considerarán repartidas por igual entre el número total de apoyos.





Prainsa

Como es difícil prever con exactitud en el proyecto los tiempos que transcurrirán entre la fabricación de la viga y colocación de la misma en obra, hormigonado de la losa, introducción de pesos muertos y disposición de juntas de dilatación, así como las características ambientales, se ha optado por considerar unos períodos y unas variables termohigrométricas fijas para todos los puentes con vistas a obtener unos valores de retracción y fluencia que nos dejen del lado de la seguridad.

Los períodos considerados han sido:

| | |
|---|---|
| Introducción del pretensado: | a los 4 días del hormigonado de la viga. |
| Hormigonado de losa sobre vigas: | a los 30 días del hormigonado de la viga. |
| Colocación de pesos muertos: | a los 60 días del hormigonado de la viga. |

## 3. CONTROL Y SEGURIDAD

Los niveles de control considerados son los siguientes:

Aceros ..... Normal

Hormigón en vigas prefabricadas ... Intenso

Hormigón "in situ" en losa ..... Normal

De la ejecución:

En vigas prefabricadas ..... Intenso

En losa "in situ" ..... Normal

Se consideran daños previsibles de tipo Medio.

Prainsa

Aunque, como puede apreciarse, la fabricación de las vigas, se efectúa con un control a nivel intenso, no se tiene en cuenta ninguna minoración de los coeficientes de seguridad ara los estados límites últimos, debido a que en la ejecución de la losa "in situ", fundamental en la rotura de la viga, se ha supuesto un nivel normal, quedando así en todo caso, del lado de la seguridad.

Los coeficientes de seguridad adoptados son en consecuencia:

| | |
|---|---|
| Coeficiente de minoración del acero (armaduras activas y pasivas) | $C_s = 1.15$ |
| Coeficiente de minoración del hormigón | $C_c = 1.50$ |
| Coeficiente de mayoración de acciones | $C_f = 1.60$ |

## 4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales empleados son las siguientes:

Hormigón en vigas ..... fck = 425 Kp/cm$^2$

Hormigón en losa ..... fck = 250 Kp/cm$^2$

Armadura activa: Cordón Goliat Super "Stabilized"

Diámetro ..... 0.6 "

Area ..... 1.4 cm$^2$

Límite elástico ..... 17.000 Kp/cm$^2$

Carga de rotura ..... 19.100 Kp/cm$^2$

Armadura pasiva en vigas.... fyk = 5.100 Kp/cm$^2$

Al pretensar las vigas la resistencia mínima del hormigón es de 250 Kp/cm$^2$ o mayor si es necesario.

El acero activo se tensa a una tensión correspondiente al 75 % de la carga de rotura, o sea 14.250 Kg/cm$^2$.

Las tensiones máximas admisibles de compresión son:





Prainsa

Al pretensar, fibra inferior ..... 350/1.6 = 219 Kg/cm$^2$

En carga, tiempo infinito, fibra superior 425/1.6 = 266 Kg/cm$^2$

En carga, tiempo infinito, fibra superior de losa ..... 250/1.6 = 156 Kg/cm$^2$

El pretensado se calcula en clase II con lo que, prácticamente, las vigas y la losa, considerada en sentido longitudinal, permanecerán comprimidas a lo largo de la vida de servicio del puente, ya que una sobrecarga que produzca los efectos de nuestra instrucción difícilmente se dará en la realidad.

En consecuencia la máxima tracción que se admite en servicio es de 25 Kp/cm$^2$.

## 5. PROCESO DE CALCULO

### 5.1 Cálculo de Esfuerzos

El cálculo de esfuerzos en vigas se realiza mediante un modelo de emparrillado plano, situándose las sobrecargas en distintas posiciones del tablero y seleccionándose los esfuerzos más desfavorables.

### 5.2 Cálculo del Pretensado

Se realiza en clase II comprobando que, tanto en servicio como en vacio, no se alcanza el estado límite de aparición de fisuras, por tracción o por compresión. Es decir, una vez obtenido el momento máximo de la viga, se determinan las tensiones. La fuerza de pretensado se incrementa hasta que las tensiones en servicio son inferiores a las admisibles, comprobándose a continuación las tensiones en vacio.

### 5.3 Cálculo de la armadura a cortante

Prainsa

El cálculo de la armadura a cortante se realiza ateniéndonos a lo dispuesto en la EP-93. Uno de los datos necesarios para hallar el ángulo de las fisuras es el de la tensión normal en la fibra baricéntrica de la sección, pero como el centro de gravedad de la sección homogeneizada varía al añadirle la losa y varía también según sea el tipo de carga - instantánea o permanente - a considerar, se ha optado por hacer un barrido de fibra neutra quedándonos con la máxima armadura transversal obtenida.

En cuanto a la armadura de cosido entre viga y losa, se admite una tensión rasante entre los dos hormigones de 1.5 Kg/cm$^2$, que absorverá parte del esfuerzo, dejando el resto para ser resistido por el acero.

5.4 Seguridad frente a rotura

Se realiza considerando como ley de tensión-deformación en el hormigón la parábola rectángulo y suponiendo un acortamiento unitario de rotura por compresión en el hormigón de 3 por mil siendo 10 por mil el alargamiento unitario máximo en la fibra más traccionada. Siguiendo la ley de "pivoteo" del plano de deformaciones que se indica en la EP-93 se fija la profundidad de la fibra neutra para la cual la resultante de las tensiones coincide con la compresión exterior - nula en nuestro caso - hallando el correspondiente momento generado por las tensiones internas que tendrá que ser mayor que el momento exterior mayorado para que la sección sea válida. En caso de que así no fuera se va incrementando la armadura pasiva inferior hasta igualar al momento exterior mayorado.

El origen de la ley tensión-deformación del acero de pretensado se traslada al punto de alargamiento unitario igual al obtenido en el acero después de pretensar.

5.5 Armadura transversal en losa sobre vigas





Prainsa

Los momentos más desfavorables se obtienen mediante suma de los correspondientes al efecto de la flexión general de las barras transversales del emparrillado y al de localizadas entre vigas.

El efecto localizado de las cargas puntuales del carro se resuelve por el método de Westergaard.

Una vez obtenidos los momentos más desfavorables se procede al dimensionamiento de la armadura que se realiza según la Instrucción EH-91.

5.6 Cálculo de los apoyos

A efectos de dimensionamiento de apoyos de neopreno se ha considerado una variación longitudinal lenta del 0.8 por mil, valor deducido a partir de un fluencia y retracción que se empiezan a tener en cuenta desde la colocación de la viga, supuesta un mes después del pretensado. El salto térmico admitido es de 40° C y para el frenado se ha adoptado el valor total preconizado por la Instrucción repartiendo a partes iguales esta fuerza entre el número de apoyos. En cuanto al giro del apoyo no se ha contado con las acciones anteriores a la del peso propio de la losa, ya que admitimos que al colocar la viga el apoyo no tiene ningún giro, cosa que, si los neoprenos son horizontales, nos dejará del lado de la seguridad, debido a la contraflecha de las vigas.

6. CONCLUSION

Prainsa

Los cálculos has sido efectuados conforme a las Instrucciones y Normativas españolas referentes a la materia, actualmente vigentes.

Fundamentalmente se han considerado las siguientes:

-"Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera".

-"Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado" (EH-91)

-"Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado" (EP-93).





Prainsa

## ANEJO

## RESULTADO DE ORDENADOR

PROYECTO: ESTRUCTURA 51

VIGA: U120

GEOMETRIA DEL TABLERO

ANCHO TOTAL..... 9.40 m ACERA IZQUIERDA. 1.20 m ACERA DERECHA... 1.20 m
CANTO LOSA ..... .25 m CANTO ENCOFRADO. .06 m ENTREGA ENCOF... .08 m

No DE VIGAS..... 2
DISTANCIAS DE EJES DE VIGAS EXTREMAS A BORDE DE TABLERO:
IZQUIERDO... 2.35 m DERECHO... 2.35 m

VIGA: 1
LUZ DE CALCULO.. 30.00 m SITUACION VIGA.. 0.00 m CANTO VIGA..... 1.20 m
LONGITUD VIGA... 30.60 m

VIGA: 2
LUZ DE CALCULO.. 30.00 m SITUACION VIGA.. 4.70 m CANTO VIGA..... 1.20 m
LONGITUD VIGA... 30.60 m

SECCION VIGA SIMPLE

| Trapecio | Base inferior | Base superior | Altura |
|---|---|---|---|
| INF.No. 1 | 1.760 | 1.808 | .020 |
| No. 2 | 1.808 | 1.896 | .220 |
| No. 3 | .400 | .300 | .050 |
| No. 4 | .300 | .300 | .590 |
| No. 5 | .300 | .538 | .120 |
| No. 6 | .538 | 1.168 | .130 |
| SUP.No. 7 | 1.168 | 1.140 | .070 |



CARACTERISTICAS MECANICAS SECCION SIMPLE

Area = .9796 m2 Inercia= .15512227 m4
Ysup = .7197 m Wsup = .21554282 m3
Yinf = .4803 m Winf = .32295740 m3
Canto= 1.2000 m

CARACTERISTICAS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ROTURA

| | | |
|---|---|---|
| Hormigon en viga: | Fck= 425 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Hormigon en losa: | Fck= 250 Kp/cm2 | Cc= 1.50 |
| Acero arm pasiva viga: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.10 |
| Acero arm pasiva losa: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.15 |
| Armadura activa : | Cable Goliat Super'stabilized' de 0.6 '' de diametro | |
| | Fyk= 17165 Kp/cm2 | Fmaxk= 19000 Kp/cm2 |
| | Area=1.400 cm2 | Cs= 1.10 |
| Acciones viga : | | Cf= 1.60 |
| Acciones losa : | | Cf= 1.60 |

TENSIONES ADMISIBLES EN SERVICIO

| | | |
|---|---|---|
| En viga al pretensar: | Cvini= 240.00 Kp/cm2 | Tvini= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con cargas perm: | Cvper= 265.63 Kp/cm2 | Tvper= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con sobrecargas: | Cvsob= 265.63 Kp/cm2 | Tvsob= 25.40 Kp/cm2 |
| En losa con sobrecargas: | Clsob= 156.25 Kp/cm2 | |

ESTADO DE CARGAS

| | | |
|---|---|---|
| Pesos propios: | Peso Propio Viga= | 2199 Kp/m |
| | Peso Propio Losa= | 625 Kp/m2 |
| Cargas muertas: | Peso de Aceras= | 750 Kp/m2 |
| | Peso Barandillas= | 100 Kp/m |
| | Peso Aglomerado= | 216 Kp/m2 |
| Sobrecargas: | Sobrec. uniforme= | 400 Kp/m2 |
| | Peso total carro= | 60 T |

## CALCULO Y REPARTO DE MOMENTOS FLECTORES LONGITUDINALES

VIGA 1 (viga extrema izquierda)

Momento peso propio viga = 247.379 mt
Momento peso propio losa = 330.469 mt
Momento pesos muertos = 208.792 mt
Momento sobrecarga unif. = 211.492 mt
Momento sob. punt. (carro)= 251.750 mt

Momento total permanentes= 786.64 mt

Momento total sobrecargas= 463.24 mt
Momento maximo total= 1249.88 mt



## CALCULO DEL PRETENSADO. VIGA EXTREMA IZQUIERDA

DATOS DEL PRETENSADO

| | | |
|---|---|---|
| FUERZA EN BANCADA: | 1596.000 T | |
| ALTURA DEL PRETENSADO: | .146 m | |
| PERDIDAS INSTANTANEAS: | 167.498 T | (10.49%) |
| PERDIDAS TOTALES: | 489.548 T | (30.67%) |

TENSIONES AL PRETENSAR EN SECCIONES:
DE APOYO (Cables entubados) A 9.6 m. (Todos los cables)

Fibra superior: -143.204 Fibra superior 389.815
Fibra inferior: 1245.781 Fibra inferior 2397.551

TENSIONES EN SECCION CENTRAL AL COLOCAR LOSA

Fibra superior: 2024.435
Fibra inferior: 1241.415

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS

Fibra superior losa: 250.771
Fibra superior viga: 2162.028
Fibra inferior viga: 835.757

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 291.739
Fibra superior viga: 2148.186
Fibra inferior viga: 558.826

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON SOBRECARGA PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 833.388
Fibra superior viga: 2458.18
Fibra inferior viga:-243.126

CABLES ENVAINADOS: 47 EN 9.9 m. DESDE EL EXTREMO

CALCULO DE FLECHAS

INICIAL (AL CORTAR CABLES)= -5.264 cm AL HORMIGONAR LOSA= -1.958 cm
INCREMENTO POR SOBRECARGAS= 2.010 cm

CALCULO DE ARM DE REFUERZO POR ROTURA A FLEXION: VIGA EXTREMA 1

SECCION VIGA COMPUESTA:

| TRAPECIO N. | BASES INF. m | BASES SUP. m | ORDENADAS INF. m | ORDENADAS SUP. m | RESISTENCIA DE CALCULO Kg/cm2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.760 | 1.808 | 0.000 | .020 | 304 |
| 2 | 1.808 | 1.896 | .020 | .240 | 304 |
| 3 | .400 | .300 | .240 | .290 | 304 |
| 4 | .300 | .300 | .290 | .880 | 304 |
| 5 | .300 | .538 | .880 | 1.000 | 304 |
| 6 | .538 | 1.168 | 1.000 | 1.130 | 304 |
| 7 | 1.168 | 1.140 | 1.130 | 1.200 | 304 |
| 8 | .900 | .900 | 1.200 | 1.260 | 167 |
| 9 | 4.700 | 4.700 | 1.260 | 1.450 | 167 |

ARMADURA ACTIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | DEFORM. EN DESCOMP. o/oo | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|---|
| 40.60 | .050 | 15605 | 1970000 | .6222 | 1.00 |
| 40.60 | .100 | 15605 | 1970000 | .6222 | 1.00 |
| 25.20 | .150 | 15605 | 1970000 | .6222 | 1.00 |
| 5.60 | 1.155 | 15605 | 1970000 | .6222 | 1.00 |

ARMADURA PASIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|
| 0.00 | .050 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 4.53 | .050 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 6.04 | .210 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 2.01 | .280 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 2.01 | .480 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 2.01 | .680 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 2.01 | .880 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 1.01 | 1.040 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 1.01 | 1.110 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 12.06 | 1.170 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 0.00 | 1.150 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| REFUERZO | .030 | 4636 | 2100000 | 1.00 |

DEFORMACIONES LIMITE: ORDENADA:
Sup.= 3.50000 o/oo Y= 1.450 m
Inf.= 10.00000 o/oo Y= .035 m
Med.= 2.00000 o/oo

ESTADO LIMITE ULTIMO DE ROTURA A FLEXION (CON ARM DE REFUERZO)
DEFORMACIONES: ESFUERZOS:

Sup.= 3.43585 o/oo N= 0.00 t Mext= 1249.88 mt
Inf.= 10.00000 o/oo M= 2140.25 mt Coef.Seg.=1.71

ARMADURA DE REFUERZO DISPUESTA:

PASIVA : 0.000 cm2 - 0 m A CADA LADO DEL EJE DE LA VIGA (sin anclaje)



CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL PARA ESFUERZOS CORTANTE

EN VIGA Y RASANTE EN UNION VIGA-LOSA. ( EP-80 )

CARACTERISTICAS GENERALES :

VIGA:1 Fyd: 4200 Kp/cm2 Vcuo : 34.080 Tm
Fct,k : 25.0 Kp/cm2 A90 minimo cortante : 6.071 cm2/m
Espesor alma de viga: .30 m A90 minimo rasante : 9.107 cm2/m
Ancho ala sup. viga : 1.14 m Tau max. uniEn V-L : 1.500 Kg/cm2

***ZONA 1 (SECCION A 0.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 44.063 | 32.984 | 27.842 | 28.202 | 46.551 |
| M | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

CORTANTE VIGA :

Vd : 287.426 Tm
Sigma c1,d : 28.271 Kp/cm2
Zona : ***AB***
Y critica : .757 m
Cotg.Theta : 1.141
Vu1 : 384.609 Tm
A90 necesaria maxima: 41.363 cm2/m

RASANTE VIGA-LOSA :

Vd : 164.152 Tm
Tau : 71.507 T/m2
Cotg. Theta : .904
Cap.Mec. rasante : 114.042 Tm
Cap.Mec. cortante : 190.008 Tm
Cap.mec. suplement. : 0.000 Tm
A90 rasante nec. : 0.000 cm2/m

ARMADURA EN CADA ALMA:
Diametro (mm) : 12 + 12 Diametro (mm) : 0
Separacion : 0.20 m Separacion : 0.00 m
A90 cortante real : 22.620 cm2/m A90 rasante real : 0.000 cm2/m

***ZONA 2 (SECCION A 1.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 40.538 | 30.345 | 25.615 | 25.991 | 44.591 |
| M | 50.760 | 37.997 | 32.074 | 31.189 | 53.509 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 267.326 Tm |
| Sigma c1,d | : | 15.014 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .464 m |
| Cotg.Theta | : | 1.529 |
| Vu1 | : | 355.480 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 39.429 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 153.914 Tm |
| Tau | : | 67.053 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 1.872 |
| Cap.Mec. rasante | : | 50.713 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.880 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real | : | 15.700 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real | : | 0.000 cm2/m |

***ZONA 3 (SECCION A 2.100 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 37.894 | 28.366 | 23.944 | 24.392 | 43.121 |
| M | 96.054 | 64.418 | 54.375 | 51.223 | 90.554 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 252.347 Tm |
| Sigma c1,d | : | -32.295 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .464 m |
| Cotg.Theta | : | 1.411 |
| Vu1 | : | 366.051 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 33.318 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 146.331 Tm |
| Tau | : | 63.754 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.370 |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 169.008 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 2 d 8 + 2 d 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real | : | 20.120 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real | : | 0.000 cm2/m |



***ZONA 4 (SECCION A 3.800 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 32.900 | 24.628 | 20.789 | 21.510 | 40.344 |
| M | 146.229 | 109.462 | 92.398 | 81.738 | 153.308 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 224.273 Tm |
| Sigma c1,d | : | -111.831 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .464 m |
| Cotg.Theta | : | 1.193 |
| Vu1 | : | 382.018 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 31.193 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 132.228 Tm |
| Tau | : | 57.619 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 3.033 |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.980 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real | : | 15.700 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real | : | 0.000 cm2/m |

***ZONA 5 (SECCION A 9.700 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 15.569 | 11.654 | 9.837 | 12.913 | 30.707 |
| M | 289.212 | 216.495 | 182.745 | 125.256 | 297.861 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 129.089 Tm |
| Sigma c1,d | : | -274.189 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .464 m |
| Cotg.Theta | : | .761 |
| Vu1 | : | 373.883 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 19.256 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 85.532 Tm |
| Tau | : | 37.311 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 4.163 |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 84.504 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 + 8 |
| Separacion | : | 0.20 m |
| A90 cortante real | : | 10.060 cm2/m |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.00 m |
| A90 rasante real | : | 0.000 cm2/m |

***ZONA 6 (SECCION A 10.200 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 14.100 | 10.555 | 8.909 | 12.285 | 29.891 |
| M | 296.629 | 222.047 | 187.431 | 125.304 | 304.984 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 111.193 Tm |
| Sigma c1,d | : | -197.428 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .464 m |
| Cotg.Theta | : | 1.491 |
| Vu1 | : | 333.918 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 13.023 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 81.736 Tm |
| Tau | : | 35.660 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 4.088 |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 65.940 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 | Diametro (mm) | : 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : 0.00 m |
| A90 cortante real | : | 7.850 cm2/m | A90 rasante real | : 0.000 cm2/m |

***ZONA 7 (SECCION A 11.300 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 10.869 | 8.136 | 6.868 | 10.958 | 28.094 |
| M | 310.362 | 232.327 | 196.109 | 123.822 | 317.461 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 103.878 Tm |
| Sigma c1,d | : | -163.055 Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** |
| Y critica | : | .464 m |
| Cotg.Theta | : | 1.773 |
| Vu1 | : | 331.997 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 10.059 cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 73.471 Tm |
| Tau | : | 32.067 T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 4.112 |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 42.252 Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 | Diametro (mm) | : 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : 0.00 m |
| A90 cortante real | : | 5.030 cm2/m | A90 rasante real | : 0.000 cm2/m |



PROGRAMA: TORSIONEMP **** PRAINSA ****

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL PARA

ESFUERZOS DE TORSION Y CORTANTE CONCOMITANTE (EP-93)

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fyd | : | 4200.0 | Kp/cm2 | Tu1 | : | 296.762 Tm |
| Fct,k | : | 25.4 | Kp/cm2 | Espesor secc. hueca | : | .150 m |
| Espesor alma de viga: | | .30 | m | Area seccIEn hueca | : | 2.355 m2 |
| Vcuo | : | 34.08 | Tm | Perim. secc. hueca | : | 6.314 m |

--BANDA 1 (EN LA SECCION X = 0.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 44.063 | 32.984 | 67.981 |
| M | 0.000 | 0.000 | .534 |
| T | 0.000 | 0.000 | 33.662 |

CORTANTE VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Vd | : | 217.542 Tm |
| Sigma c1,d | : | 105.995 Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** |
| Y critica | : | .757 m |
| Cotg.Theta | : | 1.385 |
| Vu1 | : | 368.223 Tm |
| A90 Cortante nec. | : | 24.671 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Td | : | 50.493 m Tm |
| Cap.Mec. Longitud. | : | 67.682 Tm |
| Cap.Mec. Transversal: | | 21.439 Tm |
| Area Longitud. nec. | : | 14.598 cm2 |
| A90 TorsiEn nec. | : | 5.104 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.888 cm2/m

**BANDA 2 (EN LA SECCION X = 5.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 29.375 | 21.989 | 46.403 |
| M | 367.188 | 274.866 | 292.236 |
| T | 0.000 | 0.000 | 33.389 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 146.652 Tm | Td | : | 50.083 m Tm |
| Sigma c1,d | : -199.177 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 67.132 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.792 | Cap.Mec. Transversal: | | 21.264 Tm |
| Vu1 | : 330.136 Tm | Area Longitud. nec. | : | 14.479 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 15.243 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.063 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 10.153 cm2/m

**BANDA 3 (EN LA SECCION X = 10.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 14.688 | 10.995 | 19.507 |
| M | 587.500 | 439.785 | 382.236 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.169 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 67.784 Tm | Td | : | 39.253 m Tm |
| Sigma c1,d | : -315.121 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 52.615 Tm |
| Cotg.Theta | : 2.000 | Cap.Mec. Transversal: | | 16.666 Tm |
| Vu1 | : 310.371 Tm | Area Longitud. nec. | : | 11.348 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 3.968 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.020 cm2/m



**BANDA 4 (EN LA SECCION X = 15.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 0.000 | 0.000 | 7.539 |
| M | 660.938 | 494.758 | 444.794 |
| T | 0.000 | 0.000 | 1.733 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 11.309 Tm | Td | : | 2.599 m Tm |
| Sigma c1,d | : -389.839 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 3.484 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.978 | Cap.Mec. Transversal: | | 1.104 Tm |
| Vu1 | : 312.427 Tm | Area Longitud. nec. | : | .752 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | .263 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 3.167 cm2/m

**BANDA 5 (EN LA SECCION X = 20.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 14.688 | 10.995 | 27.718 |
| M | 587.500 | 439.785 | 476.927 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.170 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 80.099 Tm | Td | : | 39.255 m Tm |
| Sigma c1,d | : -341.386 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 52.617 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.937 | Cap.Mec. Transversal: | | 16.667 Tm |
| Vu1 | : 316.279 Tm | Area Longitud. nec. | : | 11.349 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 6.817 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 3.968 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.393 cm2/m

**BANDA 6 (EN LA SECCION X = 25.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 29.375 | 21.989 | 49.318 |
| M | 367.188 | 274.866 | 292.318 |
| T | 0.000 | 0.000 | 33.399 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 151.023 Tm | Td | : | 50.098 m Tm |
| Sigma c1,d | : -139.199 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 67.152 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.792 | Cap.Mec. Transversal: | | 21.271 Tm |
| Vu1 | : 330.147 Tm | Area Longitud. nec. | : | 14.484 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 15.698 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.064 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 10.381 cm2/m

**BANDA 7 (EN LA SECCION X = 30.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 44.063 | 32.984 | 67.998 |
| M | 0.000 | 0.000 | .533 |
| T | 0.000 | 0.000 | 33.646 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 217.566 Tm | Td | : | 50.469 m Tm |
| Sigma c1,d | : 105.995 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : ***AB*** | | | |
| Y critica | : .757 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 67.649 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.385 | Cap.Mec. Transversal: | | 21.428 Tm |
| Vu1 | : 368.223 Tm | Area Longitud. nec. | : | 14.591 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 24.674 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.102 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.888 cm2/m



**BANDA 1 (EN LA SECCION X = 0.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 44.063 | 32.984 | 68.006 |
| M | 0.000 | 0.000 | .533 |
| T | 0.000 | 0.000 | 33.622 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 217.579 Tm | Td | : | 50.433 m Tm |
| Sigma c1,d | : 105.995 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : ***AB*** | | | |
| Y critica | : .757 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 67.601 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.385 | Cap.Mec. Transversal: | | 21.413 Tm |
| Vu1 | : 368.223 Tm | Area Longitud. nec. | : | 14.581 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 24.676 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.098 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.887 cm2/m

**BANDA 2 (EN LA SECCION X = 5.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 29.375 | 21.989 | 39.517 |
| M | 367.188 | 274.866 | 207.264 |
| T | 0.000 | 0.000 | 33.389 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 136.321 Tm | Td | : | 50.083 m Tm |
| Sigma c1,d | : -165.607 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 67.132 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.907 | Cap.Mec. Transversal: | | 21.264 Tm |
| Vu1 | : 319.131 Tm | Area Longitud. nec. | : | 14.479 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 13.318 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.063 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 9.190 cm2/m

**BANDA 3 (EN LA SECCION X = 10.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 14.688 | 10.995 | 31.494 |
| M | 587.500 | 439.785 | 476.964 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.169 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 85.765 Tm | | |
| Sigma c1,d | : -341.397 Kp/cm2 | | |
| Zona | : *** C*** | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : 52.615 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.937 | Cap.Mec. Transversal | : 16.666 Tm |
| Vul | : 316.284 Tm | Area Longitud. nec. | : 11.348 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 7.535 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 3.968 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | |
|---|---|
| Td | : 39.253 m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.752 cm2/m

**BANDA 4 (EN LA SECCION X = 15.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 0.000 | 0.000 | 7.361 |
| M | 660.938 | 494.758 | 442.046 |
| T | 0.000 | 0.000 | 1.733 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 11.042 Tm | | |
| Sigma c1,d | : -389.076 Kp/cm2 | | |
| Zona | : *** C*** | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : 3.484 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.981 | Cap.Mec. Transversal | : 1.104 Tm |
| Vul | : 312.102 Tm | Area Longitud. nec. | : .752 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : .263 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | |
|---|---|
| Td | : 2.599 m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 3.167 cm2/m



**BANDA 5 (EN LA SECCION X = 20.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 14.688 | 10.995 | 30.242 |
| M | 587.500 | 439.785 | 382.273 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.170 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 83.887 Tm | | |
| Sigma c1,d | : -315.131 Kp/cm2 | | |
| Zona | : *** C*** | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : 52.617 Tm |
| Cotg.Theta | : 2.000 | Cap.Mec. Transversal | : 16.667 Tm |
| Vul | : 310.371 Tm | Area Longitud. nec. | : 11.349 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 7.244 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 3.968 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | |
|---|---|
| Td | : 39.255 m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.606 cm2/m

**BANDA 6 (EN LA SECCION X = 25.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 29.375 | 21.989 | 36.602 |
| M | 367.188 | 274.866 | 207.182 |
| T | 0.000 | 0.000 | 33.399 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 131.950 Tm | | |
| Sigma c1,d | : -165.584 Kp/cm2 | | |
| Zona | : *** C*** | | |
| Y critica | : .464 m | Cap.Mec. Longitud. | : 67.152 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.907 | Cap.Mec. Transversal | : 21.271 Tm |
| Vul | : 319.121 Tm | Area Longitud. nec. | : 14.484 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 12.890 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 5.064 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | |
|---|---|
| Td | : 50.098 m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.977 cm2/m

**BANDA 7 (EN LA SECCION X = 30.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 44.063 | 32.984 | 67.995 |
| M | 0.000 | 0.000 | .533 |
| T | 0.000 | 0.000 | 33.634 |

| CORTANTE VIGA | | | TORSION VIGA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 217.562 Tm | Td | : | 50.450 m Tm |
| Sigma c1,d | : | 105.995 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | ***AB*** | | | |
| Y critica | : | .757 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 67.624 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.385 | Cap.Mec. Transversal: | | 21.420 Tm |
| Vu1 | : | 368.223 Tm | Area Longitud. nec. | : | 14.586 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 24.673 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.100 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.887 cm2/m



RESUMEN DE ARMADO. VIGA: U120

HORMIGON:

RESISTENCIA CARACTERISTICA A 28 DIAS: 425 Kp/cm2
RESISTENCIA INICIAL AL CORTAR CABLES: 350 Kp/cm2

PRETENSADO:VIGA - 1

TENSION DE PRETENSADO DE LOS CABLES: 14250 Kp/cm2
FUERZA TOTAL DE PRETENSADO EN BANCADA: 1596.000 Tn

| FILA | No. DE CORDONES | DIAMETRO (Pulgadas) | ALTURA FILA (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 29 | .600 | .050 |
| 2 | 29 | .600 | .100 |
| 3 | 18 | .600 | .150 |
| 4 | 4 | .600 | 1.155 |

CABLES ENVAINADOS: 47 EN 9.9 m. DESDE EL EXTREMO

ARMADURA PASIVA:

LIMITE ELASTICO ACERO: 5100 Kp/cm2

PLANTILLA 1 EN ALMA:
( Los asteriscos indican la zona que necesita refuerzo en ala )

(2 d 12 a 20 cms. en 2.30m./ 26 Ud.) (2 d 10 a 20 cms. en 6.80m./ 68 Ud.)
(4 d 8 a 20 cms. en 1.70m./ 17 Ud.) (2 d 8 a 20 cms en .50m./ 5 Ud.)
(1 d 10 a 20 cms. en 1.10m./ 11 Ud.) (1 d 8 a 20 cms. en 2.90m./ 28 Ud.)

REFUERZO COSIDO ALA :

NO ES NECESARIO NINGUN REFUERZO

PLANTILLAS 2, 3 y 4: 1 d 5 a 20 cms. MISMA SECUENCIA QUE PLANTILLA 1
No. DE PIEZAS DE CADA UNA:155

DATOS PARA TRANSPORTE:

PESO DE LA VIGA: 67.29 Tn LONGITUD TOTAL: 30.60m.
MAXIMA LONGITUD DE VOLADIZO DURANTE EL TRANSPORTE: 6.92m.

PROGRAMA : PREENTUEMP  * * * P R A I N S A * * *

DISTRIBUCION ESCALONADA DE ENTUBADO

| Etapa | d. borde | d. apoyo | x. compr. | n°cables | yg |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.40 | 1.10 | 1.90 | 33 | .183 |
| 2 | 2.50 | 2.20 | 3.00 | 39 | .171 |
| 3 | 3.60 | 3.30 | 4.10 | 45 | .161 |
| 4 | 4.70 | 4.40 | 5.20 | 51 | .154 |
| 5 | 5.80 | 5.50 | 6.30 | 57 | .148 |
| 6 | 6.90 | 6.60 | 7.40 | 63 | .144 |
| 7 | 8.00 | 7.70 | 8.50 | 69 | .145 |
| 8 | 9.10 | 8.80 | 9.60 | 80 | .146 |

= RESUMEN PARA PLANO =

| DISTANCIA | CABLES |
|---|---|
| 2.50 | 6 |
| 3.60 | 6 |
| 4.70 | 6 |
| 5.80 | 6 |
| 6.90 | 6 |
| 8.00 | 6 |
| 9.10 | 11 |



PROGRAMA: ENTUBAEMP  ******* PRAINSA ********

CARAC. GEOMETRICAS SECCIONES SIMPLE Y COMPUESTA HOMOGENEIZADAS

| | S.S.H. | S.C.H. C.INSTANTANEAS | S.C.H. C.PERMANENTES |
|---|---|---|---|
| CANTO : | 1.200000 | 1.450000 | 1.450000 |
| AREA : | .956883 | 1.706787 | 1.847108 |
| CDG : | .463658 | .854528 | .810436 |
| INERCIA: | .166062 | .492915 | .550964 |

SECCION X= 1.90 m
Numero de cables: 33 Centro de gravedad: .1833 m Po= 658.35 T
Mppv= 58.700 Mppl= 78.417 Mcm= 49.544 Mtsc= 109.922

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1006.133 | 133.574 | 0.000 | 39.43 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 736.869 | 486.733 | 0.000 | 27.53 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 614.480 | 519.049 | 64.545 | 20.86 |
| A TIEMPO INFINITO: | 560.131 | 514.811 | 70.748 | 70.95 |
| CON SOBRECARGAS : | 369.568 | 591.853 | 203.541 | 137.92 |

SECCION X= 3.00 m
Numero de cables: 39 Centro de gravedad: .1705 m Po= 778.05 T
Mppv= 89.056 Mppl= 118.969 Mcm= 75.165 Mtsc= 166.767

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1161.189 | 202.131 | 0.000 | 50.98 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 764.395 | 738.491 | 0.000 | 34.68 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 590.018 | 788.524 | 96.785 | 24.87 |
| A TIEMPO INFINITO: | 528.388 | 784.114 | 104.295 | 84.61 |
| CON SOBRECARGAS : | 239.277 | 900.997 | 305.760 | 170.26 |

SECCION X= 4.10 m
Numero de cables: 45 Centro de gravedad: .1611 m Po= 897.75 T
Mppv= 116.752 Mppl= 155.967 Mcm= 98.541 Mtsc= 218.629

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1323.675 | 258.891 | 0.000 | 63.99 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 807.801 | 963.082 | 0.000 | 42.55 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 585.085 | 1029.248 | 126.349 | 29.02 |
| A TIEMPO INFINITO: | 514.502 | 1024.600 | 135.438 | 99.13 |
| CON SOBRECARGAS : | 135.481 | 1177.832 | 399.556 | 205.66 |

SECCION X= 5.20 m
Numero de cables: 51 Centro de gravedad: .1539 m Po= 1017.45 T
Mppv= 141.787 Mppl= 189.410 Mcm= 119.670 Mtsc= 265.509

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1493.589 | 303.852 | 0.000 | 78.54 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 867.011 | 1160.525 | 0.000 | 51.17 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 599.504 | 1241.236 | 153.256 | 33.35 |
| A TIEMPO INFINITO: | 517.654 | 1236.261 | 164.297 | 115.01 |
| CON SOBRECARGAS : | 57.360 | 1422.350 | 485.049 | 244.72 |

SECCION X= 6.30 m
Numero de cables: 57 Centro de gravedad: .1482 m Po= 1137.15 T
Mppv= 164.161 Mppl= 219.299 Mcm= 138.554 Mtsc= 307.407

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1670.933 | 337.016 | 0.000 | 94.72 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 941.949 | 1330.840 | 0.000 | 60.59 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 633.091 | 1424.502 | 177.521 | 37.93 |
| A TIEMPO INFINITO: | 537.026 | 1419.094 | 190.999 | 132.71 |
| CON SOBRECARGAS : | 4.098 | 1634.548 | 562.366 | 288.03 |

SECCION X= 7.40 m
Numero de cables: 63 Centro de gravedad: .1444 m Po= 1256.85 T
Mppv= 183.874 Mppl= 245.634 Mcm= 155.193 Mtsc= 344.322

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1852.997 | 362.682 | 0.000 | 112.47 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 1030.112 | 1478.073 | 0.000 | 70.78 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 683.320 | 1583.069 | 199.119 | 42.79 |
| A TIEMPO INFINITO: | 569.704 | 1577.045 | 215.510 | 152.61 |
| CON SOBRECARGAS : | -27.221 | 1818.372 | 631.473 | 335.86 |

SECCION X= 8.50 m
Numero de cables: 69 Centro de gravedad: .1449 m Po= 1376.55 T
Mppv= 200.927 Mppl= 268.414 Mcm= 169.585 Mtsc= 376.255

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| PRETENSAR: | 2028.949 | 398.055 | 0.000 | 131.24 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 1121.874 | 1618.241 | 0.000 | 81.47 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 740.790 | 1732.852 | 217.882 | 47.95 |
| A TIEMPO INFINITO: | 606.770 | 1725.770 | 237.245 | 174.74 |
| CON SOBRECARGAS : | -45.515 | 1989.478 | 691.785 | 387.44 |



SECCION X= 9.60 m
Numero de cables: 80 Centro de gravedad: .1456 m Po= 1596.00 T
Mppv= 215.319 Mppl= 287.640 Mcm= 181.733 Mtsc= 403.205

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 2398.635 | 388.095 | 0.000 | 171.18 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 1394.908 | 1701.426 | 0.000 | 103.78 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 972.068 | 1823.510 | 235.609 | 59.39 |
| A TIEMPO INFINITO: | 776.268 | 1813.428 | 264.219 | 231.24 |
| CON SOBRECARGAS : | 77.262 | 2096.025 | 751.316 | 506.21 |

REACCIONES DE LAS VIGAS (Para calculo del neopreno)

REACCION MAXIMA: 192.303
GIRO SOBRECARGAS: .003
REACCION MINIMA: 106.981
GIRO C.PERMANENT: .005

GIRO TOTAL : .011
FRENADO (en Tn) : 2.138
REOLOGICAS : 2.52

NEOPRENO : 350 x 450 x 34

No. DE LAMINAS DE ACERO: 6
DE ESPESOR : 4

ESPESOR NETO DEL NEOPRENO : 60



ARCHIVO DE CALCULO: DEMPAR_marcelo

MOMENTOS LONGITUDINALES EN VIGAS

| VIGA | MPPV | MPPL | MPM | MSCU | MCARRO | MAXSUMC | MAXSUMT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 247.4 | 330.5 | 208.8 | 211.5 | 251.8 | 786.6 | 1249.9 |
| 2 | 247.4 | 330.5 | 208.8 | 211.5 | 251.8 | 786.7 | 1249.9 |

MOMENTOS TRANSVERSALES POR METRO DE ANCHO EN LOSA DEBIDOS AL EMPARRILLADO

| BANDA | MTPM+ | MTPM- | MTSCU+ | MTSCU- | MTCARRO+ | MTCARRO- | MT.TOT+ | MT.TOT- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | -1.48 | 5.99 | -5.99 | 6.00 | -6.00 | 11.99 | -13.46 |
| 2 | 0.00 | -1.48 | .49 | -.49 | .88 | -.88 | 1.37 | -2.85 |
| 3 | 0.00 | -1.47 | 2.10 | -2.10 | 2.17 | -2.17 | 4.27 | -5.74 |
| 4 | 0.00 | -1.47 | 2.78 | -2.78 | 3.42 | -3.42 | 6.20 | -7.67 |
| 5 | 0.00 | -1.47 | 2.10 | -2.10 | 2.17 | -2.17 | 4.27 | -5.74 |
| 6 | 0.00 | -1.47 | .49 | -.49 | .88 | -.88 | 1.37 | -2.84 |
| 7 | 0.00 | -1.47 | 5.98 | -5.98 | 6.00 | -6.00 | 11.99 | -13.46 |

MOMENTOS LOCALIZADOS EN LOSA/POR METRO DEBIDOS A SOBRECARGA CARRO Y C.PERM.

| BANDA | MTLOCSCU+ | MTLOCSCU- | MTLOCCARRO+ | MTLOCCARRO- | MTLOCPM+ | MTLOCPM- | MVOLCARRO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .08 | -.32 | 1.78 | -1.02 | .04 | -.17 | 0.00 |
| 2 | .08 | -.32 | 1.78 | -1.02 | .04 | -.17 | 0.00 |
| 3 | .08 | -.32 | 1.78 | -1.02 | .04 | -.17 | 0.00 |
| 4 | .08 | -.32 | 1.78 | -1.02 | .04 | -.17 | 0.00 |
| 5 | .08 | -.32 | 1.78 | -1.02 | .04 | -.17 | 0.00 |
| 6 | .08 | -.32 | 1.78 | -1.02 | .04 | -.17 | 0.00 |
| 7 | .08 | -.32 | 1.78 | -1.02 | .04 | -.17 | 0.00 |

TORSORES

| TMIN | TMAX | VTMIN | VTMAX | MTMIN | MTMAX |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA 1 | | | | | |
| 33.7 | -26.3 | 68.0 | 45.9 | .53 | .53 |
| 33.4 | -33.4 | 46.4 | 39.5 | 292.24 | 207.14 |
| 26.1 | -26.2 | 31.5 | 19.5 | 476.88 | 382.24 |
| 1.7 | -1.7 | 2.4 | 7.5 | 233.31 | 444.79 |
| 26.1 | -26.2 | 30.2 | 27.7 | 382.27 | 476.93 |
| 33.4 | -33.4 | 36.6 | 49.3 | 207.19 | 292.32 |
| 26.3 | -33.6 | 45.9 | 68.0 | .53 | -.53 |
| VIGA 2 | | | | | |
| 26.3 | -33.6 | 45.9 | 68.0 | .53 | .53 |
| 33.4 | -33.4 | 39.5 | 46.4 | 207.26 | 292.36 |
| 26.1 | -26.2 | 19.5 | 31.5 | 382.32 | 476.96 |
| 1.7 | -1.7 | .7 | 7.4 | 230.53 | 442.05 |
| 26.1 | -26.2 | 27.7 | 30.2 | 476.93 | 382.27 |
| 33.4 | -33.4 | 49.3 | 36.6 | 292.31 | 207.18 |
| 33.6 | -26.3 | 68.0 | 45.9 | -.53 | .53 |

Armado Losa

Banda extrema $M^- = -13,96$ $As = 26,55 cm^2 \leq 9 \phi 20$ p.m.l.

$M^+ = 10,63$ $As = 25,36 cm^2 \leq 9 \phi 20$ p.m.l.

Banda central $M^- = -9,18$ $As = 16,3 cm^2 \leq 9 \phi 16$ p.m.l.

$M^+ = 6,63$ $As = 14,43 cm^2 \leq 8 \phi 16$ p.m.l.

## REACCIONES

| | PP | PL | CM | SCUP | SCUN | CARRO + | CARRO - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga : 1 | | | Apoyo : 1 | | | | |
| | -33.0 | -44.1 | -27.8 | 0.0 | -28.2 | 0.0 | -46.6 |
| Viga : 1 | | | Apoyo : 2 | | | | |
| | -33.0 | -44.1 | -27.8 | 0.0 | -28.2 | 0.0 | -46.6 |
| Viga : 2 | | | Apoyo : 3 | | | | |
| | -33.0 | -44.1 | -27.8 | 0.0 | -28.2 | 0.0 | -46.6 |
| Viga : 2 | | | Apoyo : 4 | | | | |
| | -33.0 | -44.1 | -27.8 | 0.0 | -28.2 | 0.0 | -46.6 |



PROGRAMA : DIAFRAGMA * * * P R A I N S A * * *

FECHA : 28/10/97

NOMBRE DEL PROYECTO : ESTRUCTURA E-1

CANTO DE LA VIGA : 1.20 m.

REACCION MAXIMA : 182.303 T.

ANGULO DE ESVIAJE : 0.000 g

ANCHO DIAFRAGMA : .500 m.

DIMENSION MAYOR DEL NEOPRENO UTILIZADO : 450 mm.

| | Md (m T) | As (cm2) | As2 (cm2) |
|---|---|---|---|
| * ARMADURA LONGITUDINAL SUPERIOR | 139.5 | 29.3 | 0.0 |

| | Vd (T) | Aq (cm2/m) |
|---|---|---|
| * CERCOS TRANVERSALES | 136.7 | 19.0 |

| | As (cm2) |
|---|---|
| * ARM. LONG. INF. CARGA SOBRE MACIZO | 14.6 |

CALCULOS ESTRIBOS

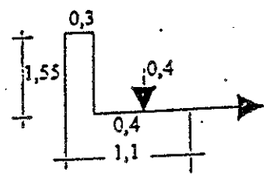
# ESTRUCTURA E-1 Paso Superior

ESTRIBOS

Longitud del semiestribo= 4,75 m

Cargas transmitidas por la viga, sin mayorar

| | t por apoyo | t/m |
|---|---|---|
| Peso viga | 33 | 6,947 |
| Peso losa | 44 | 9,263 |
| Cargas muertas | 27,84 | 5,861 |
| Sobrecarga uniforme | 28,201 | 5,937 |
| Carro mas desfavorable | 46,551 | 9,800 |
| Fuerzas Reologicas | 2,52 | 0,531 |
| Frenado | 2,19 | 0,461 |




Coeficiente de empuje = 0,33 Densidad tierras trasdos = 1,8
Sobrecarga = 2 Densidad Hormigon = 2,5

Estribos h= 3,6

| Esfuerzos sin mayorar | Fz(t/m) | Fx(t/m) | Empuje(t/m) | My(mt/m) |
|---|---|---|---|---|
| En base de pelo | 1,1625 | 0 | 1,737 | 1,161 |
| En plano apoyos | 38,971 | 0,992 | 1,737 | 6,368 |
| En base de estribo | 44,609 | 0,992 | 6,225 | 16,135 |

Igualmente en el otro semiestribo

Longitud del semiestribo= 4,75 m

Cargas concomitantes transmitidas por la viga, sin mayorar

| | t por apoyo | t/m |
|---|---|---|
| Peso viga | 33 | 6,947 |
| Peso losa | 44 | 9,263 |
| Cargas muertas | 27,84 | 5,861 |
| Sobrecarga uniforme | 0,001 | 0,000 |
| Carro mas desfavorable | 10,366 | 2,182 |
| Fuerzas Reologicas | 2,52 | 0,531 |
| Frenado | 2,19 | 0,461 |




Coeficiente de empuje = 0,33 Densidad tierras trasdos = 1,8
Sobrecarga = 2 Densidad Hormigon = 2,5

Estribos h= 3,6

| Esfuerzos sin mayorar | Fz(t/m) | Fx(t/m) | Empuje(t/m) | My(mt/m) |
|---|---|---|---|---|
| En base de pelo | 1,1625 | 0 | 1,737 | 1,161 |
| En plano apoyos | 25,417 | 0,992 | 1,737 | 4,335 |
| En base de estribo | 31,054 | 0,992 | 6,225 | 14,102 |

Distancia entre ejes de apoyo de vigas = 4,700

Esfuerzos totales en centro de la base del estribo sin mayorar

| Fz(t.) | Fx(t.) | Mx(mt.) | My(mt.) |
|---|---|---|---|
| 359,399 | 43,699 | 151,305 | 143,623 |






**Alzados**

Hormigon H-250, acero 5100, hormigonado vertical, recubrimiento 3 cm.

Uc = 250 x 0,9 x 100 x 110 /1500 = 1575 t 0,04 x Uc = 63 t

Us = Uc x (1-(1-2 x Mt x 1,6/(Uc x 1,05))^0,5) =

Us = 24,78 t. < 0,04Uc 14,21 $cm^2$ = 5 ϕ 20

Minimo geometrico vertical 100 x 110 x 0,9/1000 = 9,9 $cm^2$

Minimo geometrico horizontal 100 x 110 x 1,6/1000 = 17,6 $cm^3$

Armaduras bajo apoyos a1 = 0,35 b1 = 0,45
a = 0,8 b = 1,03

Asa *fyd = 0,3*Nd*(a-a1)/a = 12,90

Asb *fyd = 0,3*Nd*(b-b1)/b = 12,90

coloco una malla de ϕ 16 a 13 cm a una altura de 40cm desde el apoyo

**Pelo**

Uc = 250 x 0,9 x 100 x 26 /1500 = 390 t 0,04 x Uc = 15,6

Us = Uc x (1-(1-2 x Mt x 1,6/(Uc x 0,26))^0,5) =

Us = 7,21 t. < 0,04Uc 3,52 $cm^2$ = 5 ϕ 10

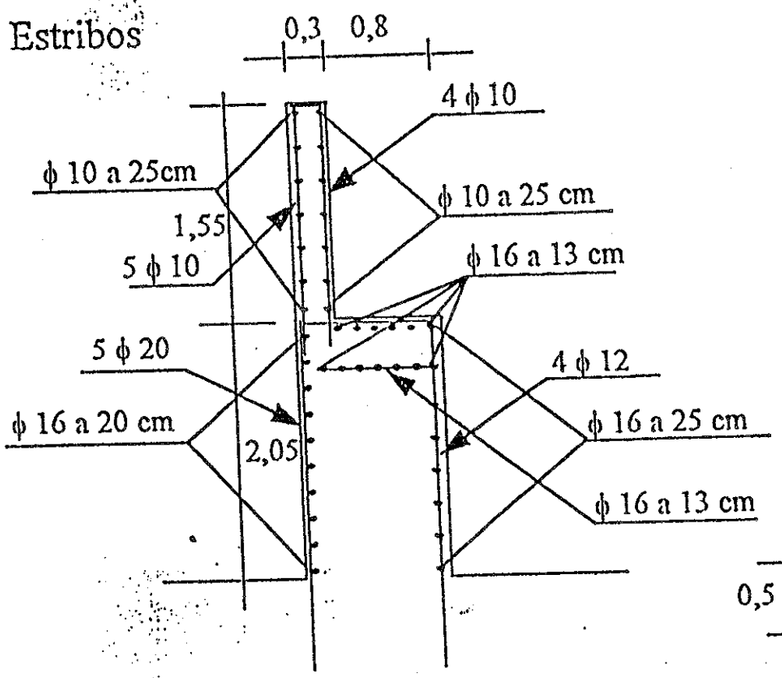
Verticalmente en cara exterior ϕ 10 a 25
Horizontalmente por ambas caras ϕ 10 a 25 cm.

**Aletas**

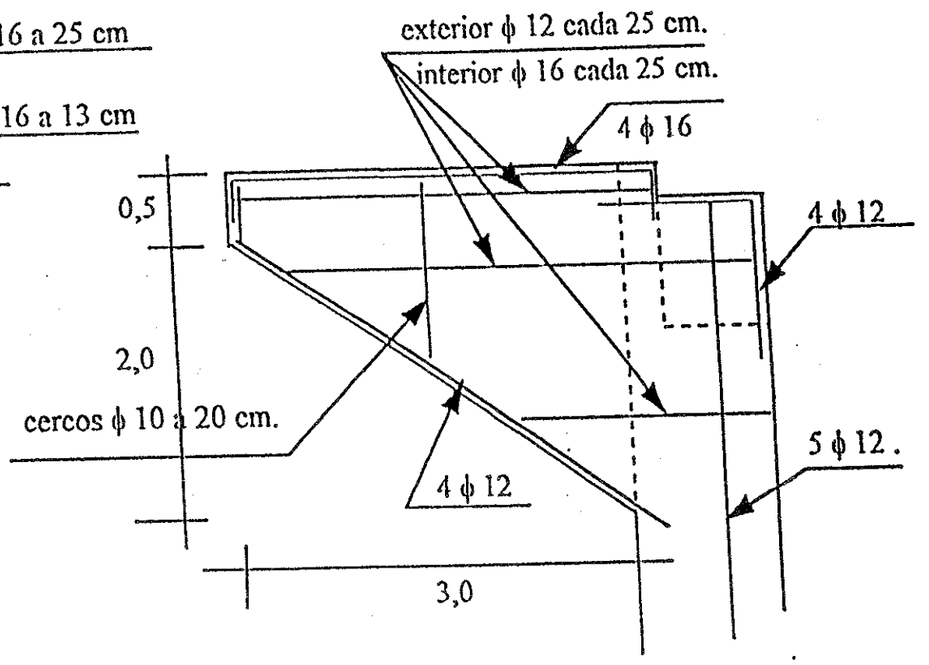
Iguales que las del Estribo 1 del paso superior 4

# Paso Superior E-1

## Estribos




## Aletas




Fd. Manuel Torres

CALCULOS PILOTES E-1

MEMORIA JUSTIFICATIVA DE CÁLCULO DE PILOTES PARA LA CIMENTACIÓN EN LA OBRA "TRAMO I-A DE AVE, CALATAYUD-RICLA" EN CALATAYUD (ZARAGOZA).

## 1. -ANTECEDENTES.

Se realiza a continuación el cálculo de los pilotes necesarios para realizar la cimentación de un viaducto y un puente de carretera en la obra "Tramo del Ave Calatayud- Ricla", de la que es adjudicataria la empresa UTE CALATAYUD.

Según los datos de los que disponemos, de trata de un viaducto compuesto de 2 soportes, de dos pilas cada uno de ellos, más los dos estribos en cada extremo del viaducto. El puente de carretera está proyectado con un solo vano y apoyado en sus estribos.

Para realizar el cálculo disponemos de la siguiente documentación:

- Sondeos del terreno suministrados por la UTE CALATAYUD.
- Una serie de tres perforaciones, realizadas a título informativo y gratuito.
- Cargas en base de pilas y en base de estribos.

## 2. -CARACTERIZACCIÓN DEL TERRENO.

Para este estudio se cuenta, como datos aportados por el cliente, con los "cortes litológicos de los sondeos nuevos" así como de la batería de perforaciones realizada por una de nuestras máquinas, HR- 130.

De los sondeos suministrados por la UTE CALATAYUD nos interesan especialmente los números 1 (P.K. 2+647) y 2 (P.K. 2+735). Llegan hasta profundidades de 11.6 m y los 14.5 metros, respectivamente.

De acuerdo con ellos, el terreno que aparece sería el siguiente:

a) Sondeos.

- Sondeo 1 (P.K. 2+647).

| Cota inicial | Cota final | Tipo de terreno |
|---|---|---|
| 0.00 | 2.50 | Limos marrones claros |
| 2.50 | 5.00 | Arenas con gravas y arcillas intercaladas |
| 5.00 | 8.90 | Gravas gruesas con arena y bolos. Nivel intercalado de arenas. |
| 8.90 | 11.60 | Roca (arcillas grises) |

- Sondeo 2 (P.K. 2+735).

| Cota inicial | Cota final | Tipo de terreno |
|---|---|---|
| 0.00 | 2.70 | Limos arenosos marrones claros |
| 2.70 | 5.20 | Arcilla marrón con indicios de arena |
| 5.20 | 6.10 | Arena con bastante arcilla |
| 6.10 | 8.70 | Gravas con algo de arena gruesa |
| 8.70 | 13.90 | Arcillas grises con nódulos de yeso |
| 13.90 | 14.50 | Roca (arcillas grises) |

a) Perforaciones in situ

Se han realizado con una máquina de la marca MAIT, tipo "HR-130", con una barrena de Φ 1200 mm, de tierra. La más interesante, por su cercanía a las estructuras previstas es:

- Perforación nº3 (P.K. 2+840)

| Cota inicial | Cota final | Tipo de terreno |
|---|---|---|
| 0.00 | 3.00 | Arcilla Rojiza de Labranza |
| 3.00 | 6.00 | Arcilla con arena |
| 6.00 | 9.00 | Arcilla Grisácea más Oscura |
| 9.00 | 11.00 | Gravas y bolos con mucho agua |
| 13.00 | 18.00 | Margas grisáceas duras |

De acuerdo a estos datos, la capa de margas que condiciona el empotramiento aparecería en torno a la cota 14.0 metros. En cualquier caso, y dado el tipo de perforación a realizar, éste sería un dato a confirmar durante la ejecución de la obra.





## 3. -PASO SUPERIOR. ESTRUCTURA E-1

### 3.1. -CARGAS Y ESFUERZOS.

***Estribos:** Según los datos suministrados por nuestro cliente, los esfuerzos totales en el centro de la base del estibo, sin mayorar, son:

- Fuerza Vertical: 359.40T
- Momento transversal: 143.62 mT
- Momento longitudinal: 151.30 mT
- Fuerza Horizontal Longitudinal: 43.70T

Con la orientación de ejes siguientes y disposición de pilotaje que se explica en el anejo de cálculo correspondiente , se obtiene, según los cálculos realizados para esta estructura y que se incluye en la presente memoria el reparto de cargas para cada pilote que se resume en el cuadro siguiente:

CUADRO RESUMEN DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE DEBIDO A LOS ESFUERZOS DE ESTRUCTURA

| PILOTE | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| N(T) | 82,00 | 49,81 | 129,78 | 97,69 |

Además de considerar estas cargas únicamente para el dimensionamiento de la cimentación, se ha tenido en cuenta el efecto del rozamiento negativo y los esfuerzos laterales derivados de la existencia de terreno blandos en los niveles superiores que pueden "colgarse" de los pilotes y actuar como fluidos viscosos transmitiendo empujes horizontales debido a la carga del terraplén que formará parte del estribo. Estos esfuerzos se han calculado con las pautas que se indican en el Estudio Geotécnico facilitado por nuestro cliente.

Así pues, el rozamiento negativo tiene la expresión:

Siendo $L' = \sqrt{\frac{E_p}{E3}}$

$Q_N$ :Incremento de carga debido al rozamiento
D :Diámetro del pilote
Ktgδ :Relación entre la tensión vertical y la tensión tangencial negativa unitaria. Para el terreno existente, se puede adoptar un valor de 0.25.
$\Delta\sigma'$: Incremento de presión vertical debido al terraplén: $\gamma H$=13 T/m$^2$.
h :Espesor del suelo que se "cuelga" del pilote: 6 m

Para un pilote de diámetro 1100 mm, el rozamiento negativo es:

Rozamiento negativo: 67.38T

Con la influencia de esta carga quedaría un reparo de axiles para los pilotes de:





CUADRO RESUMEN DE AXILES CORRESPONDIENTE A CADA PILOTE CON CARGAS DE ROZAMIENTO NEGATIVO Y DEBIDOS AL CALCULO DE LA ESTRUCTURA

| PILOTE | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| N(T) | 149,38 | 117,19 | 197,16 | 165,07 |

Además de los esfuerzos hasta ahora considerados y según recomendaciones del Estudio Geotécnico del proyecto, se tendrán en cuenta los empujes laterales trasmitidos a estos últimos como consecuencia del incremento de carga superficial

Estos efectos suelen darse en niveles blandos que puedan actuar como fluido viscoso y transmitir empujes horizontales a los pilotes. En nuestro caso serían los 6,0 m antes de llegar al nivel de gravas arenosas.

Los empujes laterales valen:

$p_h = p_v - 2c_u$

Siendo $p_v$ a presión vertical en la parte superior del estrato blando.
Sobre cada pilote actuará una carga por unidad de longitud igual al menor valor de los siguientes:

$p_{hr} = p_h \cdot S$
$p_{hr} = p_h \cdot 3\,D$
$p_{hr} = p_h \cdot H$
$p_{hr} = p_h \cdot B_c/n$

siendo:

S: Separación entre ejes de pilotes
D: Diámetro del pilote
H: Espesor del estrato blando
Bc: Anchura total del pilotaje en el sentido del movimiento.
n: Número de filas de pilotes que hay en esa dirección.

Formulación recogida en el libro Geotécnia y Cimientos III, Primera parte, editado y coordinado por José Antonio Jiménez Salas.

Con esta formulación se obtiene que el valor de $p_{hr}$=13,5T/ml.

Una vez calculado el empuje sobre los pilotes, se obtendrán los momentos flectores como en una viga, por Resistencia de Materiales, suponiendo las siguientes condiciones de contorno:

- Empotramiento en el encepado.
- Empotramiento a 0,5 m en la capa resistente inferior.

Se ha tomado:

$Pv = 13T/m^2$

$Cu = 1T/m^2$ (mínima obtenida para el estrato blando).

Con lo que se obtiene, para un pilote de diámetro igual a 1100 mm y la disposición indicada:

$P_{hr} = 16,5\ T/m^2$

Estos últimos esfuerzos son condicionantes a la hora de dimensionar la cimentación debido a los momentos flectores máximos y cortantes que producen, y son:

- $Mk_1 = 58,09$ mT

$Vk_1 = 53,62$ T

Se han tenido en cuenta, en este caso, los esfuerzos horizontales que provienen del cálculo de la estructura superior para el cálculo de la cimentación, por ser superior al 5% de la carga vertical de cada pilote.

Del cálculo de la estructura se obtienen fuerzas horizontales que se trasmiten ala cimentación y que habrá que considerar puesto que en el caso del pilote más descargado a axil, el esfuerzo transversal es mayor del 5% que el esfuerzo vertical.

Fx = 43,699T

Repartida a cuatro pilotes:

Fx´ = 43,69/4 = 10,92 T





El menor axil, según se ha calculado anteriormente, es $N_{min}$ =49,81T ,sin tener en cuenta el rozamiento negativo, ya que éste es un fenómeno con el que se cuenta pero realmente se desconoce cómo actuará

10,92 > 0,05 * 49,81 = 2,49T

Para calcular el efecto de este esfuerzo se han tenido en cuenta leas teorías de Carlos Oteo Mazo, recogidas en la Primera parte del libro Geotecnia y Cimientos de José Antonio Jiménez Salas.

El método práctico al que nos referimos es un método simplificado para determinar los esfuerzos en los pilotes solicitados de la forma que se está considerando y asimilan el pilote a una ménsula "equivalente" de análogas características mecánicas, sometida sólo a las fuerzas exteriores y en que la acción de suelo se transforman en un empotramiento estructural ficticio. Este se sitúa a una profundidad L´, desde la superficie del terreno, que es la que hay que estimar previamente,

En resumen de toda la teoría, resulta que la profundidad, L´, a la que hay que situar el empotramiento ficticio puede tomarse, para terrenos arcillosos, como:

Siendo:

$$L' = 1,2 * \sqrt[4]{\frac{Ep * Ip}{E/3}}$$

Ep: Módulo de deformación del pilote.
Ip: Momento de inercia del pilote.
E: Módulo de deformación del terreno.

L´ = 5,62 m

Los pilotes trabajan en grupo y por esta razón la longitud L´ se verá aumentada por un coeficiente α, que depende de la separación del pilotaje, s, y la longitud elástica, Le.

$Lg = \alpha * L'$

Con S / Le = 4,70 / 4,68 ≅ 1,00 y entrando en la gráfica correspondiente se obtiene α = 1,28 (Parte Primera de Geotecnia y Cimientos III de Jiménez Salas) quedando por tanto:

Lg = 7,19 m

$Mk_2 = 43,18$ mT

$Vk_2$ = 10,92 T

## 3.2.-DIAMETRO Y TOPE ESTRUCTURAL.

Los esfuerzos más desfavorables y que condicionen el dimensionamiento de los pilotes son:

Nmax = 197,16 T
Md = 162,03 mT
Vd = 103,27 T
Ndmin = 45 T (concomitante con el momento máximo)

No condiciona el axil para la elección del diámetro del pilote, así como la flexión que tiene que soportar y el cortante.

Así pues, se tiene que optar por el diámetro 1.100 mm para les pilotes de éstos estribos.

El tope estructural, con coeficiente de trabajo 35 $kg/cm_2$ para hormigonado bajo agua, de un pilote Φ 1.100 es:

$$Te = \pi\ 1{,}1^2 / 4 * 350 = 332{,}62\ T$$

Por lo que queda asegurado que el pilote aguanta el axil máximo. Más adelante se armará la sección para los momentos y cortantes que lo solicitan.

## 3.3.-LONGITUD DE LOS PILOTES.

Para calcular la longitud de los pilotes, habrá que tener en cuenta la expresión indicada en el Estudio Geotécnico de proyecto:

$$Q_{adm} = (1/F_f)*\pi*D*\Sigma(L_i*Rf_i)+(1/F_p)*\pi*D^2/4*R_p$$

Siendo:

$F_f$: Coeficiente de seguridad que minora la resistencia por el fuste





del terreno ($F_f$=2).
$F_p$: Coeficiente de seguridad que minora la resistencia por la punta del terreno ($F_p$=3)
$R_f$: Resistencia por el fuste del terreno atravesado
$R_p$: Resistencia por la punta del terreno en el que se apoya el pilote.
$L_i$: Espesor de cada estrato atravesado
D: Diámetro del pilote
$Q_{adm}$: Carga admisible del pilote = $\pi*D^2/4$

Los parámetros reseñados en el antedicho informe son:

| | $R_{fuste}$ (T/m²) | $R_{punta}$ (T/m²) |
|---|---|---|
| Limos arenosos y arcillas con indicios de arenas- arenas arcillosas. | - | - |
| Gravas arenosas con arcilla | 6 | - |
| Arcilla limosa media- firme | 4 | - |
| Arcilla margosa dura | 10 | 450 |

Lemp = 1,48 m

Se recomienda empotrar la longitud mínima recomendada en le informe del tefreno, 4Φ a partir de las margas o arcilla margosa dura (sustrato rocoso).

## 3.4.-ARMADURAS Y DIMENSIONAMIENTO.

Para el cálculo de la armadura del pilotaje se consideran el momento flector, el esfuerzo cortante y el axil mínimo concomitante:

Md = 162,03 mt
Vd = 103,27 t
$Nd_{min}$ = 45 t

Se ha calculado mediante el prontuario informática EH-91 y se adjuntan a continuación los listados resultantes del cálculo, que arrojan los resultados siguientes:

Armadura longitudinal: 20Φ32.
Armadura transversal: Φ16 a 15cm.

## 3.5.-DIMENSIONAMIENTO DE ENCEPADO

***Estribos:**

Se dimensiona el encepado de forma que una los 4 pilotes que forman parte de la cimentación del estribo. resultan las siguientes dimensiones, separaciones de pilotes y armado:

| | |
|---|---|
| *Dimensiones: | 9,5x5,20x1,75 m |
| *Separación de pilotes en sentido longitudinal: | 3,0 m |
| *Separación de pilotes en sentido transversal del viaducto entre ejes: | 4,7 m |
| *Armadura superior en sentido longitudinal del viaducto: | 47Φ16. |
| *Armadura inferior en sentido longitudinal del viaducto: | 47Φ25. |
| *Armadura de piel: | 7Φ20(en un cerco). |
| *Armadura en sentido transversal del viaducto: | 86Φ16(superior).<br>86Φ25(inferior). |

## 3.6.-MATERIALES DE CALCULO

Para este tipo de pilotes se han considerado los siguientes materiales:

a)Hormigón de consistencia fluida, tamaño máximo del árido de 12 a 15 mm y resistencia característica 200 kg/cm$^2$.

b)Acero de calidad AEH-500.



4. VIADUCTO PEREJILES. ESTRUCTURA E-2

=> 4 CALCULOS E-2

**ANEJO A : CALCULOS REALIZADOS PARA LA CIMENTACION DEL PUENTE DE CARRETERA. ESTRUCTURA E-1**

FECHA

Pilotes Santiago Sánchez,

OBRA: TRAMO I-A. AVE HOJA Nº 1 DE

ASUNTO PUENTE DE CARRETERA. E-1

REALIZADO APROBADO

## 1- Cargas y esfuerzos:

Los esfuerzos totales en el centro de la base del estribo sin mayorar que nos han sido facilitados, son:

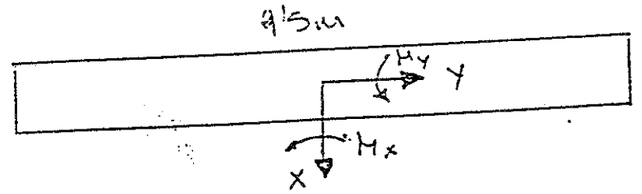
$F_z = 359'599$ t

$F_x = 43'699$ t

$M_x = 151'305$ mt

$M_y = 143'623$ mt.

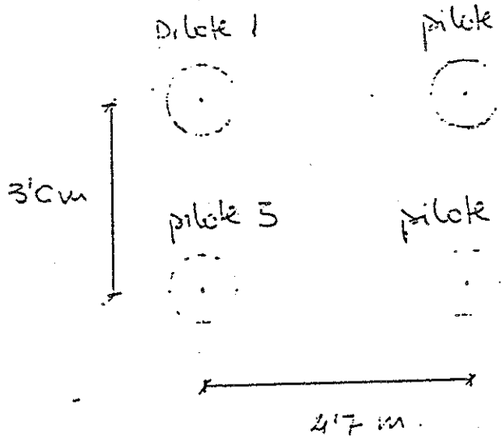
Con la orientación de ejes siguiente:




Las reacciones, N, que los mencionados pretensan en los apoyos de un viga con una separación desde, S, de los mismos y según la Resistencia de materiales es:

$$N = \frac{M}{S}$$

insertando las distancias entre ejes de los pilotes del proyecto inicial, así como el número, podemos comprobar que los axiles que corresponden a cada pilote, son los siguientes:




El pilote más cargado, en este caso, será el pilote 3 con el axil:

$$N_{máx} = \frac{359'4}{4} + \frac{151'30}{4'7 \times 2} + \frac{143'62}{3 \times 2}$$

$$N_{máx} = 129'78\ t$$

Este axil corresponde únicamente al reparto de cargas, sin tener en cuenta el momento negativo, del que más adelante se tratará.



el que contará con menos axil, y comprobamos que no trabajará a tra es el pilote 2, que tendrá una car mínima de:

$$N_{mín} = \frac{359'4}{4} - \frac{151'3}{4'7 \times 2} - \frac{143'62}{3 \times 2}$$

$$N_{mín} = 49'81\ t$$

Así y de la misma forma, el pil 1, tendrá una carga de:

$$N_{pilote\ 1} = \frac{359'4}{4} - \frac{143'625}{3 \times 2} + \frac{151'30}{4'7 \times 2}$$

$$N_{pilote\ 1} = 82'60\ t$$

y el pilote 4:

$$N_{pilote\ 4} = \frac{359'4}{4} + \frac{143'625}{3 \times 2} - \frac{151'30}{4'7 \times 2}$$

$$N_{pilote\ 4} = 97'69\ t.$$

to decir, que nos quedaría un rep to de axiles, tal con los esfuer que le transmite la estructura, qu reacción repitiendo en el siguiente ca

CUADRO RESUMEN DE AXILES CORRESPONDIENTES A CADA PILOTE DEBIDO A LOS ESFUERZOS DE ESTRUCTURA:

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4. |
|---|---|---|---|---|
| N(t) | 82'00 | 49'81 | 129'78 | 97'69 |

Además de éstas cargas, se ha considerado, que debido al terreno existente, se debe tener en cuenta el rozamiento negativo suponiendo que todo el terreno situado superiormente al nivel de gravas arenosas sufre un asiento debido a la carga del terraplén, lo que motiva que se "cuelgue" del pilote, incrementando la tensión de trabajo del mismo.

El valor del rozamiento negativo, según las indicaciones del Estudio Geotécnico del terreno para este proyecto viene dado por la expresión:

$$Q_N = \pi \cdot D \cdot K \operatorname{tg}\delta \cdot \Delta\sigma' \cdot h.$$

siendo:

$Q_N$ = Incremento de carga debido al rozamiento negativo.



D: Diámetro del pilote.

$K \operatorname{tg}\delta$: Relación existente entre la tensión vertical y la tensión tangencial negativa unitaria. Para el terreno existente, se puede adoptar un valor de 0'25, según el Estudio Geotécnico de proyecto.

$\Delta\sigma'$: Incremento de presión vertical debido al terraplén: $\gamma H$.

h: Espesor del suelo que se "cuelga" del pilote: 6 m.

El terreno considerado es el mismo que nos muestran los sondeos S-1 y S-2, dada su proximidad.

El incremento de presión vertical debido al terraplén se toma considerando lo dado en el Estudio Geotécnico para el terraplén del viaducto, 13 t/m², debido a que para la E-1 es desconocido en cualquier caso estamos del lado de la seguridad puesto que el pase presenta con menor altura que el viaducto en sus estribos.

De esta forma se adopta una sobrepresión de 13 t/m².

Con lo que el rozamiento negativo adopta un valor de:

$$Q_N = \pi \times 1'1 \times 0'25 \times 13 \times 6 = 67'38\ t.$$

Con la influencia de ésta carga quedará un reparto de axiles para los pilotes de:

CUADRO RESUMEN DE AXILES CORRESPONDIENTE A CADA PILOTE CON CARGAS DE ROZAMIENTO NEGATIVO Y DEBIDOS AL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

| | Pilote 1 | Pilote 2 | Pilote 3 | Pilote 4. |
|---|---|---|---|---|
| N(t) | 149'38 | 117'19 | 197'16 | 165'07 |

Además de los esfuerzos hasta ahora considerados y según recomendaciones del Estudio Geotécnico del proyecto, se tendrán en cuenta los empujes laterales. tomados a estos últimos como consecuencia del incremento de carga superficial



Estos efectos suelen darse en niveles blandos que puedan actuar como fluído viscoso y transmitir empujes horizontales a los pilotes. En nuestro caso serían los 6'0 m antes de llegar al nivel de gravas arenosas.

Este valor tiene las expresiones siguientes:

$$P_h = P_v - 2c_u.$$

siendo. $P_v$ la presión vertical en la parte superior del estrato blando.

Sobre cada pilote actuará una carga por unidad de longitud igual al menor valor de los siguientes:

$$P_{hr} = P_h \cdot S$$

$$P_{hr} = P_h \cdot 3 \cdot D$$

$$P_{hr} = P_h \cdot H$$

$$P_{hr} = P_h \cdot \frac{B_c}{n}$$

siendo:

S: separación entre ejes de pilotes.

D: diámetro del pilote.

H. espesor del estrato blando

Bc: Anchura total del pilotaje en el sentido del movimiento.

n: número de filas de pilotes que hay en esa dirección.

Formulación recogida en el libro Geotecnia y Cimientos III, Primera parte, editado y coordinado por José Antonio Jiménez Salas.

Con esta formulación se obtiene que el valor de $P_{hr} = 13'5$ t/ml.

Una vez calculado el empuje sobre los pilotes, se obtendrán los momentos flectores como en una viga, por Resistencia de Materiales, suponiendo las siguientes condiciones de contorno:

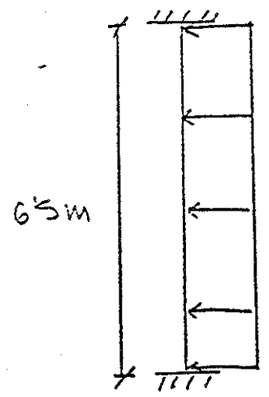
- Empotramiento en el encepado.
- Empotramiento a 0'5m en la capa resistente inferior.

Es decir tenemos una viga de 6'5m de luz, biempotrada y con una carga lineal repartida $P_{hr} = 13'5$ t/ml



Faltaría por detallar respecto de lo anterior que se ha tomado como $\sigma_h = 1$ t/m², valor mínimo y más desfavorable obtenido mediante ensayos triaxiales realizados en el tipo de terreno que se están considerando, debiendo de esta manera un coeficiente de seguridad añadido.

Con esta carga, se resuelve la viga y se obtiene:




$P_{hr} = 16'5$ t/ml

$M_{K1} = \frac{1}{12} P_{hr} l^2 = \frac{1}{12} \cdot 16'5 \cdot 6'5$

$M_{K1} = 58'02$ m·t.

$V_{K1} = \frac{16'5 \times 6'5}{2}$

$V_{K1} = 53'62$ t.

Valores máximos obtenidos en los momentos.

Del cálculo de la estructura se obtienen fuerzas horizontales que se transmiten a la cimentación y que habrá que considerar puesto que en el caso del pilote más descargado a axil, el esfuerzo transversal es mayor del 5% que el esfuerzo vertical.

$$F_x = 43'699\ t$$

Repartido a 4 pilotes:

$$F'_x = \frac{43'69}{4} = 10'92\ t.$$

El menor axil, según se ha calculado anteriormente es $N_{min} = 19'81\ t$, sin tener en cuenta el rozamiento negativo, ya que éste es un fenómeno con el que se cuenta pero realmente se desconoce cómo actuará

$$0'05 \times 49'81 = 2'49\ t$$

$$10'92 > 2'49\ t.$$

Para calcular el efecto de este esfuerzo se han tenido en cuenta las teorías de Gerbo otto Nait, recogidas en la



Primera parte del libro Geotecnia y Cimientos de José Antonio Jiménez Salas.

El método práctico al que nos referimos es un método simplificado para determinar los esfuerzos en los pilotes solicitados de la forma que se está considerando y asimilan el pilote a una ménsula "equivalente" de características mecánicas, sometida sólo a las fuerzas exteriores y en que la acción del suelo se transforma en un empotramiento estructural ficticio. Éste se sitúa a una profundidad $L'$, desde la superficie del terreno, que es la que hay que estimar previamente.

En resumen de toda la teoría, resulta que la profundidad, $L'$, a la que hay que situar el empotramiento ficticio puede tomarse como, para los usos ordinarios:

$$L' = 1'2 \sqrt[4]{\frac{E_p \cdot I_p}{E \cdot I}} = 1'2\ L$$

Pilotes Santiago Sánchez.

FECHA
OBRA: TRAMO I-A AVE. HOJA Nº 12 DE
ASUNTO PUENTE DE CARRETERA E-1.
REALIZADO APROBADO

siendo:
$E_p$ = Módulo de deformación del pilote.
$I_p$ = Momento de inercia del pilote
$E$ = Módulo de deformación del terreno.

$$L' = 1'2 \cdot \sqrt{\frac{2'106 \cdot 7113 \cdot 10^2}{900/3}} = 5'62 \text{ m}.$$

Los pilotes trabajan en grupo y por esta razón la longitud $L'$ se verá aumentada por un coeficiente $\alpha$, que depende de la separación del pilotaje, y la longitud elástica, $L_g$.

$$L_g = \alpha \cdot L'$$

Con $\frac{S}{L_e} = \frac{4'20}{4'05} = 1'00 \Rightarrow$ Entrando en la gráfica correspondiente se obtiene $\alpha = 1'25$ (Parte Primera de Geotecnia y Cimientos IV de Jiménez Salas).

Quedando por tanto: $L_g = 5'62 \times 1'28$

$$L_g = 7'19 \text{ m}.$$

$$M_d = 1'6 \times \left\{ 10'2 \times \frac{7'19}{2} \right\} = 43'18 \text{ m}\cdot\text{t}$$

$$V_d = 10'92 \text{ t}$$



Pilotes Santiago Sánchez.

FECHA
OBRA: TRAMO I-A AVE HOJA Nº 13 DE
ASUNTO PUENTE DE CARRETERA E-1.
REALIZADO APROBADO

- Dimensionamiento estructural:

Los esfuerzos más desfavorables y que condicionan el dimensionamiento de los pilotes son:

$N_{máx} = 197'16$ t

$M_d = 1'6 \times (58'09 + 43'18) = 162'03$ m·t

$V_d = 1'6 \times (53'62 + 10'92) = 103'27$ t

$N_{d\,min} = 0'9 \times 50'0 = 45$ t (Combinación con el momento máximo.

No condiciona el axil para la elección del diámetro del pilote, sí como la flexión que tiene que soportar el mismo.

Por ello, se tiene que optar por el diámetro 1.100 mm para los pilotes de estos estribos.

El tope estructural, con coeficiente de seguridad 3,5 kg/cm² para hormigones con especificación de un pilote $\phi$ 1100 es:

$$T_e = \pi \times \frac{110^2}{4} \times 350 = 332'2 \text{ t}$$

por lo que queda asegurado que el pilote aguanta el axil máximo.
Más adelante se armará la sección por los momentos y cortantes que lo soliciten

- Longitud de los pilotes.

Para calcular la longitud de los pilotes hay que tener en cuenta la expresión vista en el Estudio Geotécnico de proyecto:

$$Q_{adm} = (1/F_L)\,\pi D \sum (L_i \cdot F_{L_i}) + (1/F_P)\,\pi \frac{D^2}{4} R_p$$

siendo:

$F_L$: Coeficiente de seguridad que minora la resistencia por el fuste del tramo ($F_L$=
$F_P$: Coeficiente de seguridad que minora la resistencia por la punta del tramo ($F_P$=
$R_L$: Resistencia por el fuste del tramo atravesado
$R_p$: Resistencia por la punta del tramo en que se apoya el pilote
$L_i$: Espesor de cada estrato atravesado.
$D$: Diámetro del pilote
$Q_{adm}$: Carga admisible del pilote = [illegible]



los parámetros resistentes en el enclavamiento serán:

| | $f_{fuste}$ (t/m²) | $R_{punta}$ (t/m²) |
|---|---|---|
| Limos arenosos y arcillas con intercalaciones de arena - arenas arcillosas | — | — |
| Gravas arenosas con arcilla | 6 | — |
| Arcilla limosa roja-gris | 4 | — |
| Arcilla margosa dura | 10 | 450 |

$$19'16 = \frac{1}{2}\,\pi \times 1'1 \times (6 \times 28 + L_{emp} \times 10) + \frac{1}{3}\,\pi \frac{1'1^2}{4} \cdot 450$$

$$\Rightarrow L_{emp} = 1'48 \text{ m}$$

Se recomienda empotrar la longitud mínima recomendada en el informe del terreno 4 D a partir de las margas o arcilla margosa dura encontrada mínimo.

- Armaduras. Diámetros mínimos.

Para el cálculo de las armaduras del pilote se recurrirá a los momentos flectores y axil máximo [illegible]

FECHA

Pilotes Santiago Sánchez,

OBRA: TRAMO I-A · AVE HOJA Nº 1 DE

ASUNTO PUENTE DE CARRETERA E-

REALIZADO APROBADO

- Dimensionamiento de encepados:

El dimensionamiento de los encepado
para los estribos se ha realizado segú
consideraciones de la norma EH-91, Ins
ción para el proyecto y la ejecución de
Obras de hormigón en masa o armado,
y las recomendaciones hechas en el libro
Cálculo de Estructuras de cimentación editado po
J. Calavera.

El tipo de encapado que se ha cal
lado es tipo I, pues el valor máxim
en estos encepados esté comprendido e
los límites 0'5h y 1'5h, ya que se
mantienen las disposiciones del proye
inicial, tanto en dimensiones de
encepados, disposición de pilotaje y d
dura de estribo.

La separación entre ejes de pilote
sentido longitudinal del viaducto es d
3'00 m y la anchura del estribo e
de 1'1 m, con lo cual queda un
valor máximo de:

$V_{máx} = \frac{3}{2} - \frac{1'1}{2} = 0'95$.

siendo el canto del encepado no menor que $1'5\,\phi$, con $\phi$ el diámetro del pilote), y por tanto igual a:

$h = 1'5 \times 1'1 = 1'65$ m.

nos queda que:

$0'5\,h = 0'825$

$1'5\,h = 2'475$

$0'95 \in (0'825,\ 2'475)$

Las dimensiones del encepado por condiciones geométricas y de cálculo, tendrán que cumplir las limitaciones siguientes:

- La distancia de cara exterior del pilote a la cara exterior del encepado no será menor de $\phi/2$.

- Cálculo a flexión:

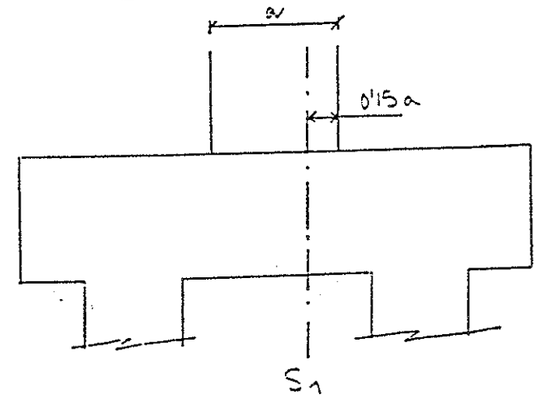
Se calcula el momento flector en la sección de referencia $S_1$, situada en nuestro caso a la distancia de $0'15a$, siendo $a$ la dimensión del ancho del soporte, 1'1m, desde la cara exterior



del mismo.

Es decir a una distancia del eje del pilote:

$l = \frac{3}{2} - \frac{1'1}{2} + 0'15 \times 1'1 = 1'1$ m.




Por tanto el momento más desfavorable que tendrá que soportar las armaduras es para el axil mayor por el brazo igual a 1'1 m:

$M_k = 1'1 \times 197'16 = 216'87$ mt

$M_d = 347'00$ mt.

La armadura necesaria en la sección de referencia se halla con un cálculo a flexión simple, de acuerdo con los principios generales de cálculo de

ciones sometidas a solicitaciones normales que se indican en el Artículo 36º de la citada norma (EH-91)

Según éste y con la sección de cálculo

b = 110 cm.

h = 165 cm.

r = 5 cm.

se obtienen redondos de ϕ 25 mm, cada cinco cada 11 cm.

La disposición, se extenderá, en todos los casos, sin reducción alguna de su sección de un lado al otro de la zapata o encepado.

En la normativa vigente se exige que la armadura principal se prolongue con barras rectas o bien anclando por patillas, pero en nuestro caso puesto que se trata de zapatas rectangulares se opta por la prolongación de todas las barras.

En principio no se requiere disponer armadura secundaria longitudinal o perimetral excepto en el caso de las zapatas de gran canto (mayor de 1 m), en cuyo caso se

do en consideración el cálculo de encepados de más de dos pilotes que se hace en el Cálculo de Cimentaciones de J. Calavera, en el que se diferencian los encepados por paredes de pilotes la armadura secundaria que debe ser como sigue:

- La armadura lateral o de piel será formada por barras corrugadas

$A = 0{,}020\ b\ t$ para barras corrugadas siendo:

b el ancho del encepado en cm.

t separación entre las barras. Si b fuese mayor que la mitad del canto h, se sustituirá b por h/2

A es el área de las barras en cm²

b = 4,75 m

h = 1,65 → se toma $\frac{h}{2} = \frac{1{,}65}{2} = 0{,}82$ m

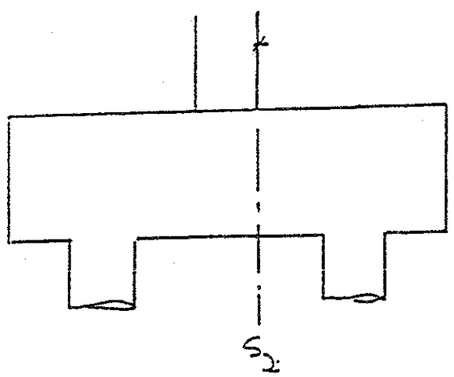
$t = 0{,}020 \times 82 = : 20 = 5{,}3$ cm²

Se dispondrán seis de ellas en cada una de las 20 cm de armadura de piel.

Para el cálculo a cortante se toma la sección de referencia $S_2$ se sitúa a $d/2$ de la cara exterior del soporte, donde $d$ es el canto útil de la sección

$$d = 1'60 \text{ m}$$

$$\frac{d}{2} = 0'8 \text{ m}.$$




En este caso el esfuerzo máximo en la sección de referencia $S_2$, se calculará a partir de una interpolación lineal entre los dos



valores siguientes: la reacción total para los pilotes situados a medio diámetro hacia fuera de la sección de referencia $S_2$ y ninguna cortante para los pilotes situados a medio diámetro hacia adentro de la sección de referencia $S_2$.

En nuestro caso se calculará por unidad de longitud, ya que lo que hay apoyado sería un muro. En cualquier caso

$$V_k < 197'16 \text{ t}$$

$$V_k = 0'682 \cdot 197'16 = 134'07$$

en el caso más desfavorable

$$V_{d_2} < 214'51 \text{ t}$$

y se hace la comprobación siguiente

$$V_{d_2} \leq 3 \cdot b_2 \cdot d_2 \cdot \left(1 - \frac{V}{5d}\right) \cdot f_{cv}$$

$V_{d_2}$ ≡ Esfuerzo cortante mayorado en la sección de referencia.

$f_{cv}$ ≡ Resistencia inicial del hormigón a esfuerzo cortante.

FECHA

Pilotes Santiago Sánchez,

OBRA: TRAMO I-A AVE HOJA Nº 8 DE

ASUNTO PUENTE DE CARRETERA E-1

REALIZADO APROBADO

$b_2$ y $d_2$ ≡ Dimensiones de la sección de referencia $S_2$, definidas:

$b_2 = b + d * b'$

$b'$ ≡ anchura del encepado

$b$ ≡ anchura del soporte

$b_2 = 1'75$ m.

$d$ ≡ canto útil del encepado

$d = 1'60$ m.

$b_2 = 1'1 + 1'65 = 1'75$ m * $4'75$ m.

$d$ ≡ canto útil del encepado en la cara exterior del soporte o muro.

$v$ ≡ Máximo vuelo de encepado, definido como la distancia existente entre la sección de referencia $S_2$ y el eje del pilote más próximo al borde del encepado

Las unidades y se emplearán serán kp y cm

$d_2 = 1'5 \times 0'725 = 116'25 < 160$

$v = 0'725$ m

$f_{cv} = 0'5 \sqrt{\frac{f_{cv}}{1'5}} = 5'773$ kp/cm²

$V_{d_2} \leq 3 \times 175 \times 142'5 \times \left(1 - \frac{95}{5.160}\right) \cdot 5'773$

$V_{d_2} \leq 380'60$ t → Cumple



FECHA

Pilotes Santiago Sánchez,

OBRA: TRAMO I-A AVE HOJA Nº 9 DE

ASUNTO PUENTE DE CARRETERA E-1.

REALIZADO APROBADO

De comprobación a punzonamiento sólo es necesario hacerlo para el caso de encepados flexibles, que no es el nuestro, ya que es un encepado rígido como se explicó al principio del dimensionamiento.

La armadura secundaria será tal que la cap mecánica no será menor de $\frac{1}{10}$ de la capacidad mecánica de la inferior, es decir se colocarán $\phi$ 16 mm cada 11 cm, dispuesta en la cara superior del encepado y extendida sin solapar, en toda la longitud del mismo.

# ANEJO B : PERFORACIONES

SANTIAGO SANCHEZ
GUADALAJARA

CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A

REFERENCIA: 390797

SITUACION: CALATAYUD

EQUIPO HR-130

FECHA OCTUBRE-1997

SONDEO Nº 1 | ESCALA 1/150

REALIZADO POR:

REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ

## CORTE DEL SONDEO

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) +0.00 | NIVEL FREATICO / MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø1200 | SI | NO | 1.00 | | -1.00 ARCILLA ROJA |
| | | | 2.00 | | |
| | | | 3.00 | | -3.50 TOSCO O ARCILLA GRIS DURA (AL AIRE SE DESCOMPONE) |
| | | | 4.00 | | |
| | | | 5.00 | | |
| | | | 6.00 | | -6.20 N.F. |
| | | | 7.00 | | |
| | | | 8.00 | | ARCILLA GRISACEA MAS OSCURA |
| | | | 9.00 | | |
| | | | 10.00 | | |
| | | | 11.00 | | -11.50 |
| | | | 12.00 | | |
| | | | 13.00 | | -13.00 ARCILLA O TOSCO MUY DURO PERO MAS ROJIZO |
| | | | 14.00 | | |
| | | | 15.00 | | |
| | | | 16.00 | | MARGAS MAS ROJIZAS OSCURAS MUY DURAS |
| | | | 17.00 | | |
| | | | 18.00 | | -18.00 |
| | | | 19.00 | | |
| | | | 20.00 | | |
| | | | 21.00 | | |
| | | | 22.00 | | |
| | | | 23.00 | | |
| | | | 24.00 | | |
| | | | 25.00 | | |
| | | | 26.00 | | |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

GUADALAJARA

CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A

REFERENCIA: 39079

SITUACION: CALATAYUD

EQUIPO HR-130

FECHA OCTUBRE-19

SONDEO Nº 2 | ESCALA 1/150

REALIZADO POR:

REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ

## CORTE DEL SONDEO

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) +0.00 | NIVEL FREATICO / MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø1200 | SI | NO | 1.00 | | ARCILLA ROJIZA DE LABRANZA |
| | | | 2.00 | | |
| | | | 3.00 | | -3.50 N.F. |
| | | | 4.00 | | ARCILLA CON ARENA |
| | | | 5.00 | | |
| | | | 6.00 | | -6.00 |
| | | | 7.00 | | -7.70 BOLOS Y GRAVAS DE HASTA 30cm. |
| | | | 8.00 | | |
| | | | 9.00 | | TOSCO GRISACEO DURO (MARGAS) |
| | | | 10.00 | | |
| | | | 11.00 | | -11.00 N.F. |
| | | | 12.00 | | |
| | | | 13.00 | | TOSCO GRISACEO MUY DURO (MARGAS GRISES OSCURAS) |
| | | | 14.00 | | -14.30 |
| | | | 15.00 | | |
| | | | 16.00 | | MARGAS MAS ROJIZAS OSCURAS MUY DURAS |
| | | | 17.00 | | |
| | | | 18.00 | | -18.00 |
| | | | 19.00 | | |
| | | | 20.00 | | |
| | | | 21.00 | | |
| | | | 22.00 | | |
| | | | 23.00 | | |
| | | | 24.00 | | |
| | | | 25.00 | | |
| | | | 26.00 | | |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

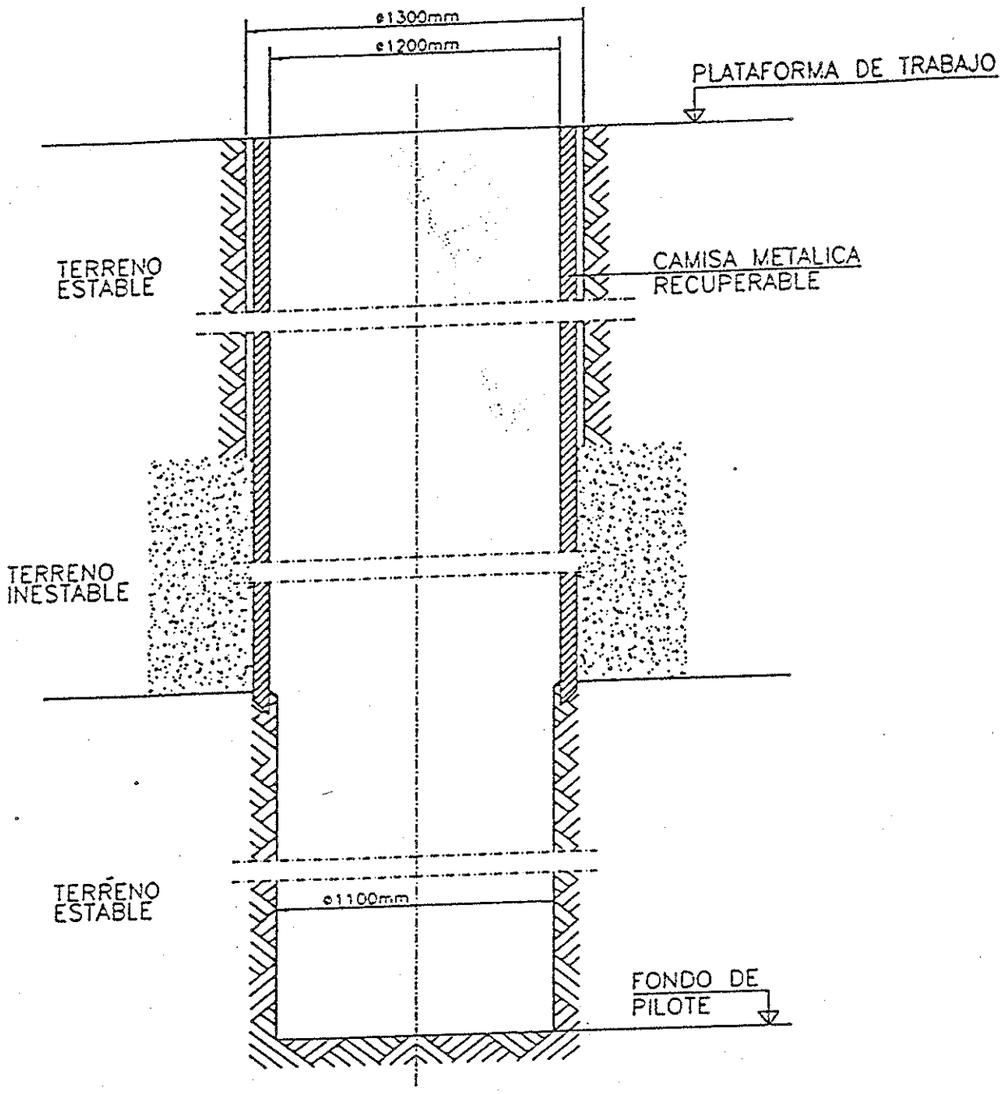
SANTIAGO SANCHEZ
CIMENTACIONES

| | |
|---|---|
| CLIENTE : UTE. CALATAYUD 1.A | REFERENCIA: 390797 |
| SITUACION: CALATAYUD | |
| EQUIPO HR-130 | FECHA OCTUBRE-1997 |
| CORTE DEL SONDEO | SONDEO Nº 3 / ESCALA 1/150 |
| REALIZADO POR: | REVISADO POR: ANTONIO LOPEZ |

| DIAMETRO DE PERFORACION | ESTABILIDAD | DIFICULTAD CARGA/DESC. | PROFUNDID. (m) | NIVEL FREATICO / MUESTRAS | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|---|---|
| ø12u0 | SI | NO | +0.00 | | |
| | | | 1.00 | | |
| | | | 2.00 | | |
| | | | 3.00 | -3.00 N.F. | ARCILLA ROJIZA DE LABRANZA |
| | | | 4.00 | | |
| | | | 5.00 | -5.70 | ARCILLA CON ARENA |
| | | | 6.00 | | |
| | | | 7.00 | | |
| | | | 8.00 | -9.00 | BOLOS Y GRAVAS CON MUCHA AGUA |
| | | | 9.00 | | |
| | | | 10.00 | -11.00 N.F. | |
| | | | 11.00 | | |
| | | | 12.00 | | |
| | | | 13.00 | | |
| | | | 14.00 | | MARGAS GRISACEAS DURAS |
| | | | 15.00 | | |
| | | | 16.00 | | |
| | | | 17.00 | | |
| | | | 18.00 | | |
| | | | 19.00 | -20.00 | |
| | | | 20.00 | | |
| | | | 21.00 | | |
| | | | 22.00 | | |
| | | | 23.00 | | |
| | | | 24.00 | | |
| | | | 25.00 | | |
| | | | 26.00 | | |

SONDEO INFORMATIVO NO VALIDO COMO DOCUMENTO DE OBRA.

## ANEJO C : CROQUIS DE PILOTE ENCAMISADO

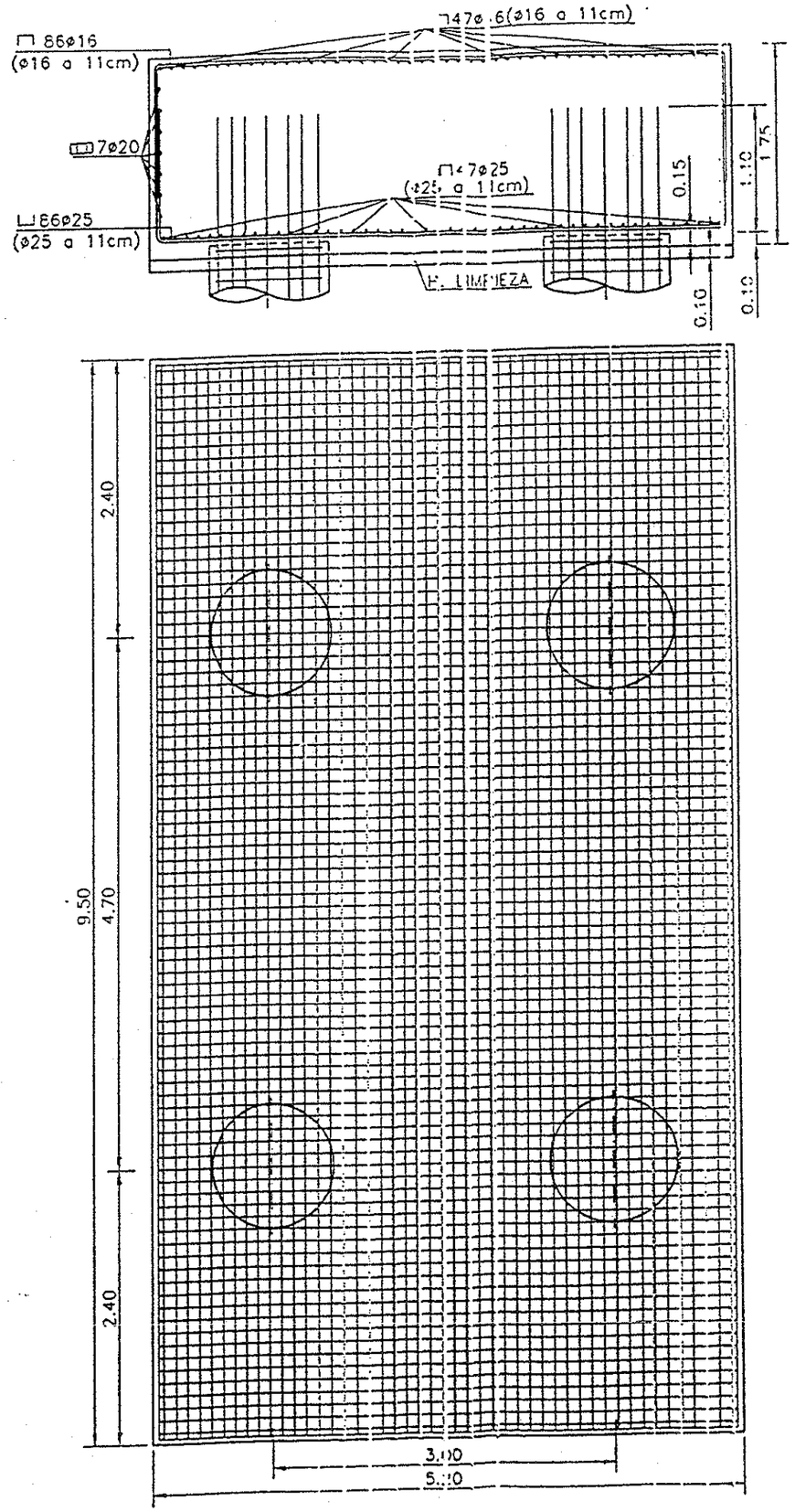


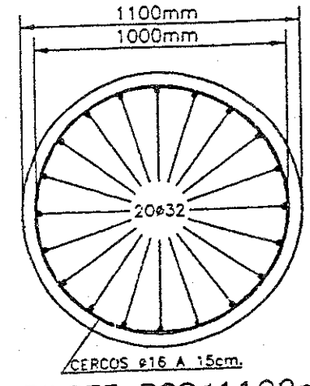

*PILOTE ENCAMISADO ø1100*

SIN ESCALA

| *CARACTERISTICAS DE PILOTE* |
| --- |
| PILOTE PSS-4 |
| REF. OBRA.- 390797 |

## ANEJO D : CROQUIS DE ENCEPADO




PILOTE PSSø1100mm.

El ingeniero calculista:

D. Carlos Lucas García.
Nº 13.399

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALE

HORMIGON H-200
ACERO AEH-500

PILOTES SANTIAGO SANCHEZ

CIMENTACION MEDIANTE PILOTE

TRAMO AVE CALATAYUD - RICLA EN CALATAY
PASO SUPERIOR.-ESTRUCTURA E-1
ENCEPADO DE ESTRIBOS
ENCARGO : UTE CALATAYUD I-A

NOTA: PLANO INFORMATIVO NO ES VALIDO SIN LA APROBACION DE LA DIRECCION FACULTATIVA.

APROBADO POR LA DIRECCION FACULTATIVA

FIRMA

| | | |
|---|---|---|
| FECHA 6-MAYO-1998 | ESCALA 1/50 1/25 | ANULA AL TODOS LOS DE FECHA ANTERIC |
| REFERENCIA 390797 | FICHERO 390797R.DWG | ANULADO POR |
| PROVINCIA ZARAGOZA | | PLANO Nº 1R DE |

# *Apéndice 4. Estructura E-3*

# APENDICE 4: DOCUMENTOS DE PROYECTO DE E-3

NOTAS

DESCRIPCIÓN DEL FALSO TUNEL.

CÁLCULO.

PUESTA EN OBRA.

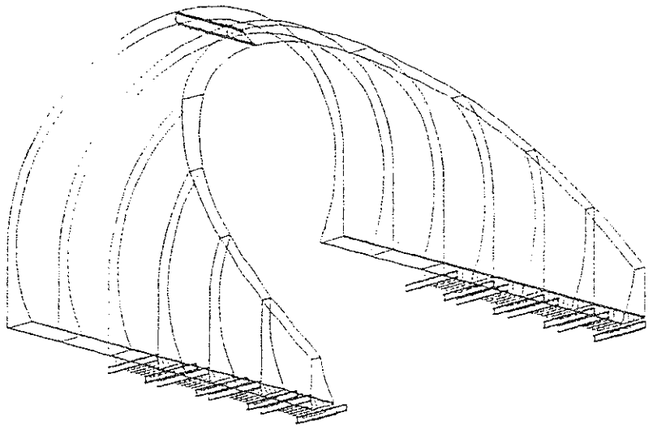
CONSERVACIÓN Y VISADO.

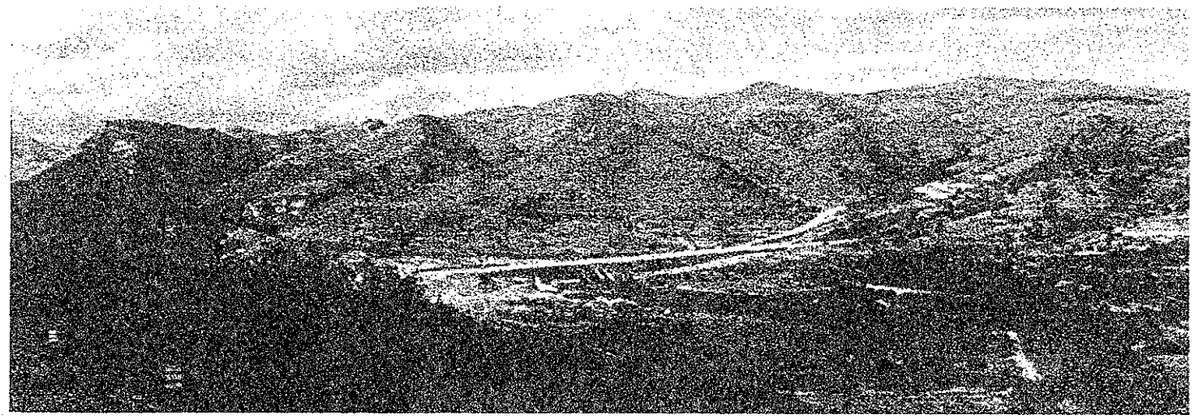
CÁLCULO MATRICIAL CONVENCIONAL.

DISEÑO FINAL DEL ARMADO.

CÁLCULO DE LA ZAPATA CONTEMPLANDO EL TREN DE CARGA.

CROQUIS.





# TÚNEL ARTIFICIAL PREFABRICADO. ESTRUCTURA E-3 DEL TRAMO 1A



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. 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 2.5 Kg/cm$^2$, tando desde el punto de vista de rotura del suelo como en cuanto a su deformación.

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. 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.

5. Se impone que las dovelas del pico de flauta sobresalgan 60 cm 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 100 cm por debajo de la coronación de las piezas.

6. Se supone que operan compactadores de 5 t/ml como máximo 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. Lo mismo ocurrirá con el hastial-zapata del tramo triarticulado.

9. Las cuatro ménsulas más altas son estables durante construcción mediante el empleo del sistema JAO; sin embargo, se impone la colocación de puntales hasta que el hormigón de la zapata haya endurecido con el fin de mejorar la seguridad del diseño.

10. El canto de la estructura es de 0.4 m; sin embargo, en la zona de pico de flauta se aumenta hasta un mínimo de 50 cm, siendo incluso superior en la "pata de elefante" de las primeras ménsulas.

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

## 1. DESCRIPCIÓN DEL FALSO TÚNEL

Se emplea un hormigón H-350 y acero AEH-500 para las dovelas. Las zapatas utilizan el mismo acero y hormigón H-250.

## 2. CÁLCULO

Se aplican los conceptos del tomo de referencia; adjuntamos la memoria de cálculo de la estructura presente.

## 3. PUESTA EN OBRA

Únicamente cabe destacar que las cuatro ménsulas más altas se apuntalan durante construcción y que la viga de rigidización del pico de flauta se deprime hasta dejar una sobreelevación de 60 cm entre la coronación de las piezas y el relleno de tierra vegetal.

## 4. CONSERVACIÓN Y VISADO

Se aplican los conceptos recogidos en el tomo de referencia.

J.S.H.

Fdo.: Jaime Arnaiz

Ingeniero de Caminos, C. y P.

col. nº 9283

Cálculo matricial comercial



AVE E-3

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 | 0.400 | 0.333 | 0.005333 | 0.400 |

Flecha : 7.34000

| Tramo | Radio | Angulo |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 15.15700 |
| 2 | 14.42700 | 13.51000 |
| 3 | 7.18900 | 129.48000 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 0.00000 |
| 2 | 0.94731 | 0.00000 |
| 3 | 1.89462 | 0.00000 |
| 4 | 2.84194 | 0.00000 |
| 5 | 3.78925 | 0.00000 |
| 6 | 4.73656 | 0.00000 |
| 7 | 5.68388 | 0.00000 |
| 8 | 7.57850 | -0.00010 |
| 9 | 7.57850 | 0.00000 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 |

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

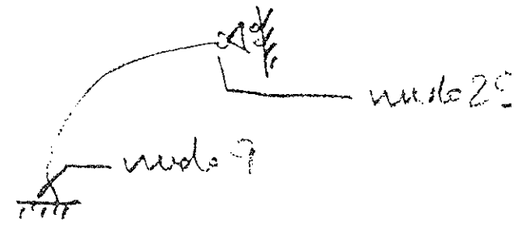
Altura de tierras sobre clave (m) : 4.000
Densidad terraplen (t/m3) : 2.000

Compactador adyacente (t/m) : 5.0 Compactador en clave (t) : 5.0
K construccion : 0.333
K servicio : 0.500

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

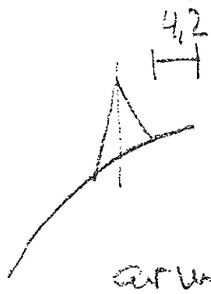
Resistencia caract. del hormigon : Fck = 300. Kp/cm2
Resistencia caract. del acero : Fyk = 5100. Kp/cm2

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




los nudos 9 a 25 de la sección completa corresponden a los nudos 1 a 17 del prefabricado

Caso de carga ϕ: suspensión




$M = 4{,}4\ t/m \cdot \frac{4{,}2}{2}\ m =$

$= 9{,}2\ tm/m$

armado · 5φ20 sup

para 9,19 mm de fisura

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -0.00001 | -0.21259 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -0.00001 | -0.42520 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | 0.00000 | -0.42521 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | 0.00000 | -0.42521 |
| [illegible] | 7.13500 | 1.64102 | 0.00000 | -0.42521 |
| [illegible] | 6.99416 | 2.04222 | 0.00000 | -0.42521 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | 0.00000 | -0.42521 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | 0.00000 | -0.42531 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | 0.00000 | -0.71997 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | 0.00000 | -1.01454 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | 0.00000 | -1.01454 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | 0.00000 | -1.01454 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | 0.00000 | -1.01454 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | 0.00000 | -1.01454 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | 0.00000 | -1.01454 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | 0.00000 | -1.01454 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | 0.00000 | -0.50727 |

| udo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.122E+02 | 0.212E+01 | 0.109E-05 |
| [illegible] | 7.4858 | 0.4150 | -0.119E+02 | 0.187E+01 | 0.850E-00 |
| [illegible] | 7.3809 | 0.8270 | -0.115E+02 | 0.164E+01 | 0.159E-01 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.111E+02 | 0.142E+01 | 0.224E+01 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.108E+02 | 0.123E+01 | 0.280E-01 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.104E+02 | 0.105E+01 | 0.328E+01 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.100E+02 | 0.906E+00 | 0.370E+01 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.966E+01 | 0.782E+00 | 0.405E+01 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.917E+01 | 0.495E+00 | 0.436E-01 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.845E+01 | -0.536E-01 | 0.463E+01 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.760E+01 | -0.572E+00 | 0.425E-01 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.678E+01 | -0.866E+00 | 0.347E+01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.605E+01 | -0.957E+00 | 0.250E-01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.544E+01 | -0.877E+00 | 0.153E+01 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.498E+01 | -0.662E+00 | 0.719E+00 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.470E+01 | -0.355E+00 | 0.186E+00 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.450E+01 | -0.119E-01 | -0.110E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | -0.699852E-03 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | 0.291643E-03 | 0.611804E-04 | -0.689556E-03 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | 0.572818E-03 | 0.128843E-03 | -0.659950E-03 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | 0.836014E-03 | 0.200345E-03 | -0.613490E-03 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | 0.107491E-02 | 0.272670E-03 | -0.552406E-03 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | 0.128427E-02 | 0.342544E-03 | -0.478692E-03 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | 0.143983E-02 | 0.406517E-03 | -0.394112E-03 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | 0.159822E-02 | 0.461019E-03 | -0.300193E-03 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | 0.169688E-02 | 0.502406E-03 | -0.198174E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | 0.176221E-02 | 0.531234E-03 | 0.617898E-04 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | 0.161055E-02 | 0.407507E-03 | 0.318609E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | 0.130461E-02 | 0.883902E-04 | 0.541879E-03 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | 0.926183E-03 | -0.432892E-03 | 0.714386E-03 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | 0.554923E-03 | -0.113099E-02 | 0.830774E-03 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | 0.253816E-03 | -0.195952E-02 | 0.895748E-03 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | 0.627469E-04 | -0.286541E-02 | 0.921910E-03 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E-00 | -0.380267E-02 | 0.927281E-03 |

DE CARGA 1.2. :
TIERRAS ( 25 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|



| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -0.33135 | -0.43469 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -0.63953 | -0.88258 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -0.62966 | -0.93642 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -0.80075 | -1.15876 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -0.49224 | -0.89649 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -0.01297 | -0.43887 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | 0.00000 | -0.42521 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | 0.00000 | -0.42531 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | 0.00000 | -0.71997 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | 0.00000 | -1.01454 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | 0.00000 | -1.01454 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | 0.00000 | -1.01454 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | 0.00000 | -1.01454 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | 0.00000 | -1.01454 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | 0.00000 | -1.01454 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | 0.00000 | -1.01454 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | 0.00000 | -0.50727 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.141E+02 | -0.783E+00 | -0.924E-06 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.133E+02 | -0.348E+00 | -0.240E+00 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.126E+02 | 0.110E+00 | -0.296E-00 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.118E+02 | 0.727E+00 | -0.147E-00 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.111E+02 | 0.132E+01 | 0.323E-00 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.105E+02 | 0.146E+01 | 0.973E-00 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.102E+02 | 0.131E+01 | 0.156E+01 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.983E+01 | 0.118E+01 | 0.209E-01 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.937E+01 | 0.884E+00 | 0.257E-01 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.868E+01 | 0.310E+00 | 0.322E-01 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.788E+01 | -0.246E+00 | 0.319E+01 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.711E+01 | -0.583E+00 | 0.272E-01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.642E+01 | -0.724E+00 | 0.201E-01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.584E+01 | -0.698E+00 | 0.125E-01 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.540E+01 | -0.541E+00 | 0.595E+00 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.513E+01 | -0.293E+00 | 0.155E-00 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.494E+01 | -0.116E-01 | -0.784E-05 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | -0.322540E-03 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | 0.134693E-03 | 0.255608E-04 | -0.325452E-03 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | 0.271012E-03 | 0.559249E-04 | -0.331945E-03 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | 0.409332E-03 | 0.913860E-04 | -0.337301E-03 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | 0.548046E-03 | 0.131675E-03 | -0.335164E-03 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | 0.682384E-03 | 0.175161E-03 | -0.319463E-03 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | 0.805954E-03 | 0.219088E-03 | -0.288765E-03 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | 0.913273E-03 | 0.260521E-03 | -0.244561E-03 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | 0.999709E-03 | 0.296300E-03 | -0.188158E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | 0.109967E-02 | 0.344376E-03 | -0.209437E-04 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | 0.104557E-02 | 0.294987E-03 | 0.164440E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | 0.869593E-03 | 0.107732E-03 | 0.335401E-03 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | 0.627607E-03 | -0.229048E-03 | 0.472158E-03 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | 0.379225E-03 | -0.699787E-03 | 0.566455E-03 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | 0.173557E-03 | -0.127027E-02 | 0.619827E-03 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | 0.422905E-04 | -0.189968E-02 | 0.641496E-03 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E-00 | -0.255251E-02 | 0.645966E-03 |

CASO DE CARGA 1.3. :
TIERRAS ( 50 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -0.52886 | -0.56708 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -1.00398 | -1.14241 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -0.89923 | -1.15195 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -0.80116 | -1.14925 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -0.71300 | -1.13903 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -0.64074 | -1.13060 |
| | 6.84155 | 2.43910 | -0.59800 | -1.14514 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | -0.37651 | -0.90699 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | -0.14983 | -0.94536 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | -0.06654 | -1.12658 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | 0.00000 | -1.01454 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | 0.00000 | -1.01454 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | 0.00000 | -1.01454 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | 0.00000 | -1.01454 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | 0.00000 | -1.01454 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | 0.00000 | -1.01454 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | 0.00000 | -0.50727 |

| udo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.167E+02 | -0.324E-01 | -0.303E-06 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.157E+02 | -0.246E-01 | -0.121E+01 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.148E+02 | -0.170E-01 | -0.209E+01 |
| | 7.2640 | 1.2358 | -0.139E+02 | -0.992E+00 | -0.266E+01 |
| | 1350 | 1.6410 | -0.130E+02 | -0.320E-00 | -0.294E+01 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.121E+02 | 0.324E+00 | -0.293E+01 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.113E+02 | 0.965E-00 | -0.266E+01 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.106E+02 | 0.149E-01 | -0.211E+01 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.996E+01 | 0.154E-01 | -0.140E+01 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.926E+01 | 0.108E-01 | 0.192E-01 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.854E+01 | 0.494E-00 | 0.791E-00 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.786E+01 | 0.569E-01 | 0.102E+01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.725E+01 | -0.196E-00 | 0.907E+00 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.674E+01 | -0.292E-00 | 0.623E+00 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.635E+01 | -0.266E+00 | 0.313E+00 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.610E+01 | -0.154E+00 | 0.839E-01 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.594E-01 | -0.109E-01 | 0.174E-06 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E-00 | 0.302660E-03 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.125006E-03 | -0.332918E-04 | 0.287978E-03 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.236810E-03 | -0.668266E-04 | 0.247946E-03 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.326795E-03 | -0.973835E-04 | 0.190359E-03 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.389670E-03 | -0.121946E-03 | 0.122547E-03 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.423220E-03 | -0.138023E-03 | 0.514400E-04 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.428053E-03 | -0.143941E-03 | -0.163261E-04 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.407407E-03 | -0.139120E-03 | -0.741501E-04 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.367081E-03 | -0.124478E-03 | -0.116663E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.233918E-03 | -0.582480E-04 | -0.156431E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.108780E-03 | 0.288056E-04 | -0.133013E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.271595E-04 | 0.102833E-03 | -0.806519E-04 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | 0.883824E-05 | 0.141844E-03 | -0.249530E-04 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | 0.139837E-04 | 0.140075E-03 | 0.192566E-04 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | 0.642711E-05 | 0.105071E-03 | 0.463237E-04 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.361356E-06 | 0.508399E-04 | 0.578065E-04 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E-00 | -0.980681E-05 | 0.602309E-04 |

CASO DE CARGA 1.4. :
TIERRAS ( 75 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -0.76538 | -0.72562 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -1.47139 | -1.47722 |



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -1.35370 | -1.52012 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -1.23844 | -1.54519 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -1.12631 | -1.55329 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -1.01807 | -1.54582 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | -0.91464 | -1.52466 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | -0.81749 | -1.49253 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | -1.12904 | -2.49665 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | -1.01196 | -2.88217 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | -0.33888 | -1.84531 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | -0.07060 | -1.23000 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | 0.00000 | -1.01454 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | 0.00000 | -1.01454 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | 0.00000 | -1.01454 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | 0.00000 | -1.01454 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | 0.00000 | -0.50727 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.234E+02 | -0.718E+01 | -0.665E-06 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.221E+02 | -0.606E+01 | -0.281E+01 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.209E+02 | -0.495E+01 | -0.515E+01 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.196E+02 | -0.388E+01 | -0.703E+01 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.184E+02 | -0.284E+01 | -0.845E+01 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.172E+02 | -0.184E-01 | -0.944E+01 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.161E+02 | -0.883E-00 | -0.100E+02 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.150E+02 | 0.416E-01 | -0.102E+02 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.137E+02 | 0.976E+00 | -0.999E+01 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.121E+02 | 0.182E+01 | -0.851E+01 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.109E-02 | 0.215E+01 | -0.629E+01 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.102E+02 | 0.190E+01 | -0.414E+01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.978E+01 | 0.141E+01 | -0.244E+01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.946E+01 | 0.938E+00 | -0.128E+01 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.922E+01 | 0.568E+00 | -0.541E+00 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.906E+01 | 0.267E+00 | -0.131E+00 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.896E+01 | -0.877E-02 | -0.184E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E+00 | 0.160847E-02 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.667124E-03 | -0.156597E-03 | 0.157437E-02 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.130119E-02 | -0.325122E-03 | 0.147788E-02 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.187889E-02 | -0.497210E-03 | 0.133037E-02 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.238223E-02 | -0.663854E-03 | 0.114289E-02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.279822E-02 | -0.815987E-03 | 0.926101E-03 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.311869E-02 | -0.944977E-03 | 0.690313E-03 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.333997E-02 | -0.104308E-02 | 0.445431E-03 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.346264E-02 | -0.110388E-02 | 0.200862E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.338994E-02 | -0.107446E-02 | -0.333597E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.293097E-02 | -0.734515E-03 | -0.761330E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.226590E-02 | -0.694078E-04 | -0.106272E-02 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.155530E-02 | 0.880928E-03 | -0.125287E-02 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.915899E-03 | 0.205165E-02 | -0.136058E-02 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.420753E-03 | 0.337438E-02 | -0.141330E-02 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.109693E-03 | 0.478716E-02 | -0.143271E-02 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E-00 | 0.623942E-02 | -0.143649E-02 |

CASO DE CARGA 1.5. :
TIERRAS ( 85 % DE LA FLECHA) + COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -0.86293 | -0.79101 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -1.66517 | -1.61607 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -1.54458 | -1.67483 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -1.42588 | -1.71503 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -1.30964 | -1.73725 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -1.19642 | -1.74247 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | -1.08681 | -1.73193 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | -0.98178 | -1.70726 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | -1.36849 | -2.87405 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | -1.36869 | -3.60310 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | -0.69638 | -2.78682 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | -0.29459 | -1.97824 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | -0.06498 | -1.28074 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | -0.00129 | -1.02173 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | 0.00000 | -1.01454 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | 0.00000 | -1.01454 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | 0.00000 | -0.50727 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.276E+02 | -0.862E+01 | 0.611E-05 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.262E+02 | -0.739E-01 | -0.340E-01 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.248E+02 | -0.618E-01 | -0.629E+01 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.234E+02 | -0.500E-01 | -0.866E+01 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.221E+02 | -0.384E-01 | -0.105E+02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.207E+02 | -0.271E-01 | -0.119E+02 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.195E+02 | -0.162E-01 | -0.128E+02 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.182E+02 | -0.550E-00 | -0.133E+02 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.167E+02 | 0.520E+00 | -0.133E+02 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.147E+02 | 0.159E-01 | -0.122E+02 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.131E+02 | 0.238E-01 | -0.101E+02 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.121E+02 | 0.264E-01 | -0.741E+01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.116E+02 | 0.237E-01 | -0.474E+01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.113E+02 | 0.178E-01 | -0.259E+01 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.112E+02 | 0.114E-01 | -0.113E+01 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.111E+02 | 0.556E+00 | -0.278E+00 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.110E+02 | -0.756E-02 | -0.451E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.217059E-02 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.900361E-03 | -0.210075E-03 | 0.212936E-02 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.176011E-02 | -0.437363E-03 | 0.201198E-02 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.255042E-02 | -0.671576E-03 | 0.183091E-02 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.324838E-02 | -0.901424E-03 | 0.159836E-02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.383677E-02 | -0.111530E-02 | 0.132625E-02 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.430387E-02 | -0.130186E-02 | 0.102620E-02 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.464319E-02 | -0.145054E-02 | 0.709512E-03 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.485327E-02 | -0.155209E-02 | 0.387005E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.485650E-02 | -0.156781E-02 | -0.351217E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.429502E-02 | -0.115185E-02 | -0.996240E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.338657E-02 | -0.241326E-03 | -0.150191E-02 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.235779E-02 | 0.113804E-02 | -0.185302E-02 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.139988E-02 | 0.289674E-02 | -0.206494E-02 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.644831E-03 | 0.492037E-02 | -0.217250E-02 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.167370E-03 | 0.709940E-02 | -0.221315E-02 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E+00 | 0.934455E-02 | -0.222119E-02 |

CASO DE CARGA 1.6. :
TIERRAS ( 95 % DE LA FLECHA) - COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -0.96134 | -0.85698 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -1.86087 | -1.75631 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -1.73785 | -1.83149 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -1.61633 | -1.88761 |



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -1.49683 | -1.92510 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -1.37983 | -1.94473 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | -1.26579 | -1.94745 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | -1.15552 | -1.93444 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | -1.63871 | -3.30146 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | -1.88679 | -4.67878 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | -1.20373 | -4.08243 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | -0.61596 | -3.10855 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | -0.29279 | -2.32776 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | -0.09745 | -1.59742 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | -0.01572 | -1.14246 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | 0.00000 | -1.01454 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | 0.00000 | -0.50727 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.346E+02 | -0.964E+01 | -0.773E-05 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.331E+02 | -0.839E-01 | -0.383E+01 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.315E+02 | -0.716E+01 | -0.714E-01 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.300E+02 | -0.594E+01 | -0.992E-01 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.285E+02 | -0.474E+01 | -0.122E-02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.271E+02 | -0.356E+01 | -0.140E-02 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.256E+02 | -0.240E+01 | -0.152E-02 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.242E+02 | -0.127E+01 | -0.160E-02 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.225E+02 | -0.192E+00 | -0.163E-02 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.200E+02 | 0.990E+00 | -0.160E-02 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.176E+02 | 0.221E+01 | -0.143E-02 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.161E+02 | 0.302E+01 | -0.115E-02 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.153E+02 | 0.325E+01 | -0.816E+01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.149E+02 | 0.293E+01 | -0.487E+01 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.148E+02 | 0.213E+01 | -0.221E-01 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.148E+02 | 0.109E+01 | -0.549E-00 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.148E+02 | -0.449E-02 | 0.815E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E-00 | 0.271495E-02 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.112595E-02 | -0.262772E-03 | 0.266852E-02 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.220538E-02 | -0.548234E-03 | 0.253563E-02 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.320515E-02 | -0.844617E-03 | 0.232903E-02 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.409830E-02 | -0.113881E-02 | 0.206124E-02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.486386E-02 | -0.141707E-02 | 0.174462E-02 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.548670E-02 | -0.166567E-02 | 0.139132E-02 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.595733E-02 | -0.187147E-02 | 0.101327E-02 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.627178E-02 | -0.202246E-02 | 0.621959E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.639950E-02 | -0.211302E-02 | -0.310458E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.577875E-02 | -0.165650E-02 | -0.118485E-02 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.464822E-02 | -0.524724E-03 | -0.192936E-02 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.329181E-02 | 0.129381E-02 | -0.249669E-02 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.197821E-02 | 0.370666E-02 | -0.287324E-02 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.917032E-03 | 0.655294E-02 | -0.307781E-02 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.238287E-03 | 0.965422E-02 | -0.315745E-02 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E-00 | 0.128607E-01 | -0.317332E-02 |

CASO DE CARGA 1.7. :
TIERRAS ( 99 % DE LA FLECHA) - COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -1.00089 | -0.88348 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -1.93956 | -1.81270 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -1.81564 | -1.89455 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -1.69310 | -1.95719 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -1.57245 | -2.00099 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -1.45413 | -2.02668 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | -1.33858 | -2.03512 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | -1.22660 | -2.02741 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | -1.15131 | -3.47974 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | -2.02871 | -4.95702 |
| | 5.38881 | 4.90940 | -1.33773 | -4.44255 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | -0.74451 | -3.56067 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | -0.39884 | -2.82967 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | -0.17410 | -2.10006 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | -0.05277 | -1.48778 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | -0.00752 | -1.11944 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | 0.00000 | -0.50727 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.379E+02 | -0.966E-01 | -0.125E-04 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.364E+02 | -0.842E+01 | -0.384E+01 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.348E+02 | -0.719E+01 | -0.716E+01 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.333E+02 | -0.598E+01 | -0.996E+01 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.317E+02 | -0.478E+01 | -0.122E+02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.302E+02 | -0.359E+01 | -0.140E+02 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.287E+02 | -0.243E+01 | -0.153E+02 |
| | 6.6773 | 2.8313 | -0.273E+02 | -0.128E+01 | -0.161E+02 |
| | 6.5016 | 3.2187 | -0.254E+02 | -0.234E+00 | -0.164E+02 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.228E+02 | 0.851E+00 | -0.161E+02 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.202E+02 | 0.200E+01 | -0.147E+02 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.185E+02 | 0.284E+01 | -0.121E+02 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.174E+02 | 0.321E+01 | -0.890E+01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.169E+02 | 0.307E+01 | -0.558E+01 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.168E+02 | 0.241E+01 | -0.266E+01 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.168E+02 | 0.131E+01 | -0.690E+00 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.168E+02 | 0.489E-01 | 0.404E-04 |

Tomamos canto = 0.38 m para absorber ligeras variaciones de ancho del molde

Situación pésima para el diseño del armado del lado pozo

| biente | fyk | fck | p/t | rec | [2:noval] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 51000. | 3000. | 0.990 | 0.050 | 1 |

******* compactador adyacente *(99%)****

biente 2 perm/tot=0.99

| axil (t/m) | flector (t·m/m) | simétr. pml | fi | flx.sim. pml | fi |
|---|---|---|---|---|---|
| 37.941 | 0.000 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 35.881 | 3.844 | 1 | 20 | 2 | 20 |
| 34.007 | 7.161 | 1 | 20 | 3 | 20 |
| 33.254 | 9.960 | 2 | 20 | 6 | 20 |
| 31.704 | 12.244 | 4 | 20 | 7 | 20 |
| 30.182 | 14.022 | 6 | 20 | 8 | 20 |
| 28.699 | 15.301 | 7 | 20 | 9 | 20 |
| 27.266 | 16.088 | 8 | 20 | 10 | 20 |
| 25.394 | 16.392 | 8 | 20 | 10 | 20 |
| 22.769 | 16.141 | 8 | 20 | 10 | 20 |
| 20.229 | 14.664 | 7 | 20 | 9 | 20 |
| 18.471 | 12.080 | 6 | 20 | 7 | 20 |
| 17.435 | 8.900 | 3 | 20 | 5 | 20 |
| 16.935 | 5.576 | 2 | 20 | 3 | 20 |
| 16.787 | 2.662 | 1 | 20 | 2 | 20 |
| 16.793 | 0.690 | 1 | 20 | 1 | 20 |
| 16.828 | 0.690 | 1 | 20 | 1 | 20 |

6φ20 pml

+4φ20 pml

6φ20 pml

Luego pasamos a +2φ20 por solución adoptada

********** Canto=0.38 m **********

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.275707E-02 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.114320E-02 | -0.267726E-03 | 0.271051E-02 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.223962E-02 | -0.558608E-03 | 0.257720E-02 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.325598E-02 | -0.860828E-03 | 0.236981E-02 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.416514E-02 | -0.116120E-02 | 0.210084E-02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.494599E-02 | -0.144591E-02 | 0.178266E-02 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.558323E-02 | -0.170112E-02 | 0.142746E-02 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.606726E-02 | -0.191360E-02 | 0.104724E-02 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.639403E-02 | -0.207123E-02 | 0.653616E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.654567E-02 | -0.217776E-02 | -0.286656E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.593756E-02 | -0.173352E-02 | -0.117700E-02 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.480226E-02 | -0.599639E-03 | -0.194995E-02 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.342085E-02 | 0.124983E-02 | -0.255633E-02 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.206693E-02 | 0.373412E-02 | -0.297472E-02 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.962241E-03 | 0.669409E-02 | -0.321283E-02 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.250918E-03 | 0.993971E-02 | -0.330973E-02 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E+00 | 0.133032E-01 | -0.332968E-02 |



CASO DE CARGA 1.8. : TIERRAS + COMPACTADOR EN CLAVE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -0.98655 | -0.87387 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -1.90946 | -1.79106 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -1.78257 | -1.86765 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -1.65673 | -1.92413 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -1.53240 | -1.96068 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -1.40994 | -1.97781 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | -1.28970 | -1.97610 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | -1.17233 | -1.95625 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | -1.64214 | -3.30514 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | -1.84617 | -4.58748 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | -1.25318 | -4.26183 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | -0.77664 | -3.67370 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | -0.42535 | -2.95515 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | -0.19446 | -2.23548 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | -0.06651 | -1.62956 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | -0.01353 | -1.22756 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | -0.00085 | -3.04349 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.407E+02 | -0.694E+01 | -0.108E-04 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.392E+02 | -0.581E+01 | -0.271E+01 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.377E+02 | -0.471E+01 | -0.494E+01 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.363E+02 | -0.362E+01 | -0.671E+01 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.348E+02 | -0.256E+01 | -0.802E+01 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.334E+02 | -0.152E+01 | -0.889E+01 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.320E+02 | -0.516E+00 | -0.932E+01 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.306E+02 | 0.460E-00 | -0.933E+01 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.289E+02 | 0.118E+01 | -0.893E+01 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.266E+02 | 0.158E+01 | -0.749E+01 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.242E+02 | 0.191E+01 | -0.573E+01 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.224E+02 | 0.214E+01 | -0.362E+01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.212E+02 | 0.208E+01 | -0.138E+01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.205E+02 | 0.155E+01 | 0.593E+00 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.201E+02 | 0.539E+00 | 0.177E+01 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.198E+02 | -0.875E+00 | 0.169E+01 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.195E+02 | -0.245E+01 | 0.181E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.146964E-02 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.608263E-03 | -0.149125E-03 | 0.143681E-02 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.118476E-02 | -0.308655E-03 | 0.134408E-02 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.170725E-02 | -0.470574E-03 | 0.120287E-02 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.215880E-02 | -0.626333E-03 | 0.102437E-02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.252753E-02 | -0.767442E-03 | 0.819509E-03 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.280645E-02 | -0.885994E-03 | 0.598964E-03 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.299319E-02 | -0.975154E-03 | 0.373103E-03 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.308978E-02 | -0.102960E-02 | 0.151876E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.299489E-02 | -0.100098E-02 | -0.322510E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.255934E-02 | -0.692514E-03 | -0.704377E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.193915E-02 | -0.870716E-04 | -0.974472E-03 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.128591E-02 | 0.770289E-03 | -0.111882E-02 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.721233E-03 | 0.178426E-02 | -0.114144E-02 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.315261E-03 | 0.284073E-02 | -0.107301E-02 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.821521E-04 | 0.385154E-02 | -0.972952E-03 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E-00 | 0.479853E-02 | -0.924193E-03 |

CASO DE CARGA 2.1. :
TIERRAS + PAVIMENTO

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -2.30975 | -1.24473 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -4.51829 | -2.58139 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -4.31567 | -2.75498 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -4.11313 | -2.90785 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -3.91143 | -3.03993 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -3.71114 | -3.15165 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | -3.51280 | -3.24351 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | -3.31783 | -3.31614 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | -5.00757 | -5.99454 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | -6.15079 | -9.03887 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | -4.91437 | -9.62103 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | -3.79218 | -9.83403 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | -2.80553 | -9.79397 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | -1.95630 | -9.61663 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | -1.22830 | -9.40605 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | -0.59025 | -9.24449 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | -0.14448 | -4.59230 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.992E+02 | -0.109E-02 | -0.123E-04 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.975E+02 | -0.874E+01 | -0.417E+01 |
| [illegible] | 7.3809 | 0.8270 | -0.958E+02 | -0.665E-01 | -0.744E-01 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.941E+02 | -0.461E+01 | -0.982E+01 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.923E+02 | -0.263E+01 | -0.114E+02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.906E+02 | -0.706E-00 | -0.121E+02 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.889E+02 | 0.117E+01 | -0.120E+02 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.873E+02 | 0.300E-01 | -0.111E+02 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.851E+02 | 0.385E-01 | -0.941E-01 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.818E+02 | 0.307E-01 | -0.556E-01 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.781E-02 | 0.186E-01 | -0.318E-01 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.746E+02 | 0.108E-01 | -0.179E-01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.715E+02 | 0.625E-00 | -0.994E-00 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.691E+02 | 0.378E+00 | -0.522E+00 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.673E+02 | 0.229E-00 | -0.228E-00 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.662E-02 | 0.113E-00 | -0.574E-01 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.655E+02 | 0.759E-03 | 0.320E-04 |

| ambiente | fyk | fck | p/t | rec | [2:noval] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 51000. | 3000. | 0.990 | 0.050 | 1 |

********** en servicio sin sc **********

**********

| | axil | flector | simétr. | flx.sim. |
|---|---|---|---|---|
| | (t/m) | (t-m/m) | pml | fi | pml | fi |
| 1 | 99.224 | 0.000 | 1 | 20 | | |
| 2 | 97.506 | 4.171 | 1 | 20 | | |
| 3 | 95.782 | 7.435 | 1 | 20 | | |
| 4 | 94.052 | 9.823 | 1 | 20 | | |
| 5 | 92.328 | 11.358 | 1 | 20 | | |
| 6 | 90.619 | 12.062 | 1 | 20 | | |
| 7 | 88.937 | 11.958 | 1 | 20 | | |
| 8 | 87.291 | 11.069 | 1 | 20 | | |
| 9 | 85.098 | 9.407 | 1 | 20 | | |
| 10 | 81.845 | 5.560 | 1 | 20 | | |
| 11 | 78.120 | 3.181 | 1 | 20 | | |
| 12 | 74.591 | 1.791 | 1 | 20 | | |
| 13 | 71.518 | 0.994 | 1 | 20 | | |
| 14 | 69.060 | 0.522 | 1 | 20 | | |
| 15 | 67.292 | 0.228 | 1 | 20 | | |
| 16 | 66.234 | 0.057 | 1 | 20 | | |
| 17 | 65.531 | 0.057 | 1 | 20 | | |

} antijuicular

********** Canto=0.38 m **********

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.174178E-02 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.717746E-03 | -0.192922E-03 | 0.169127E-02 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.138765E-02 | -0.395612E-03 | 0.155068E-02 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.197740E-02 | -0.596234E-03 | 0.134162E-02 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.246435E-02 | -0.782806E-03 | 0.108505E-02 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.283501E-02 | -0.944239E-03 | 0.801357E-03 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.308461E-02 | -0.107128E-02 | 0.510395E-03 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.321660E-02 | -0.115741E-02 | 0.231463E-03 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.324205E-02 | -0.119964E-02 | -0.166868E-04 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.298061E-02 | -0.112688E-02 | -0.449284E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.246588E-02 | -0.810942E-03 | -0.701923E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.186676E-02 | -0.285303E-03 | -0.845619E-03 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.128465E-02 | 0.409114E-03 | -0.926116E-03 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.779160E-03 | 0.123308E-02 | -0.969940E-03 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.385173E-03 | 0.215055E-02 | -0.991625E-03 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.122317E-03 | 0.312858E-02 | -0.999882E-03 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E-00 | 0.413813E-02 | -0.100154E-02 |

CASO DE CARGA 2.2. :
TIERRAS + PAVIMENTO + 3 t/m2 → Simplificación del tren de cargas

| do | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57850 | 0.00000 | -2.62094 | -1.38380 |
| 10 | 7.48579 | 0.41495 | -5.13851 | -2.87773 |
| 11 | 7.38092 | 0.82703 | -4.93129 | -3.08770 |
| 12 | 7.26396 | 1.23583 | -4.72357 | -3.27670 |
| 13 | 7.13500 | 1.64102 | -4.51617 | -3.44460 |
| 14 | 6.99416 | 2.04222 | -4.30965 | -3.59178 |
| 15 | 6.84155 | 2.43910 | -4.10456 | -3.71873 |
| 16 | 6.67732 | 2.83131 | -3.90249 | -3.82602 |
| 17 | 6.50159 | 3.21874 | -5.96153 | -7.00287 |
| 18 | 6.00500 | 4.10343 | -7.41859 | -10.70777 |
| 19 | 5.38881 | 4.90940 | -6.05203 | -11.63016 |
| 20 | 4.66530 | 5.62061 | -4.77705 | -12.14333 |
| 21 | 3.84888 | 6.22289 | -3.61800 | -12.35740 |
| 22 | 2.95580 | 6.70424 | -2.58020 | -12.38309 |
| 23 | 2.00386 | 7.05508 | -1.65124 | -12.32044 |
| 24 | 1.01201 | 7.26841 | -0.80384 | -12.24879 |
| 25 | 0.00000 | 7.34000 | -0.19815 | -6.10953 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | -0.123E+03 | -0.941E-01 | -0.120E-05 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.121E+03 | -0.729E+01 | -0.355E-01 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.119E+03 | -0.521E-01 | -0.620E+01 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.117E+03 | -0.317E+01 | -0.795E-01 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.115E+03 | -0.118E+01 | -0.890E-01 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.114E+03 | 0.779E-00 | -0.898E+01 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.112E+03 | 0.270E+01 | -0.824E+01 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.110E+03 | 0.460E+01 | -0.669E-01 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.107E+03 | 0.519E+01 | -0.433E+01 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.104E+03 | 0.356E+01 | 0.574E-00 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.992E+02 | 0.140E+01 | 0.289E-01 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.948E+02 | 0.140E-02 | 0.342E+01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.908E-02 | -0.740E-00 | 0.290E-01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.875E+02 | -0.963E-00 | 0.192E-01 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.851E+02 | -0.825E-00 | 0.942E+00 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.836E+02 | -0.464E-00 | 0.248E-00 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | -0.826E-02 | -0.247E-01 | -0.559E-06 |

mbiente fyk fck p/t rec [2:noval]
2 51000. 3000. 0.990 0.050 1
********** en servicio con sc **********
**********

| 0 | axil (t/m) | flector (t·m/m) | simétr. pml | fi | flx.sim. pml | fi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 122.750 | 0.000 | 1 | 20 | | |
| 2 | 930 | 3.551 | 1 | 20 | | |
| 3 | 90 | 6.203 | 1 | 20 | | |
| 4 | 117.240 | 7.981 | 1 | 20 | | |
| 5 | 115.370 | 8.902 | 1 | 20 | | |
| 6 | 113.510 | 8.984 | 1 | 20 | | |
| 7 | 111.660 | 8.240 | 1 | 20 | | |
| 8 | 109.830 | 6.687 | 1 | 20 | | |
| 9 | 107.360 | 4.328 | 1 | 20 | | |
| 0 | 103.620 | 0.574 | 1 | 20 | | |
| 1 | 99.170 | 2.894 | 1 | 20 | | |
| 2 | 94.780 | 3.422 | 1 | 20 | | |
| 3 | 90.815 | 2.896 | 1 | 20 | | |
| 4 | 87.536 | 1.921 | 1 | 20 | | |
| 5 | 85.110 | 0.942 | 1 | 20 | | |
| 6 | 83.627 | 0.248 | 1 | 20 | | |
| 7 | 82.631 | 0.248 | 1 | 20 | | |

antifunicular

********** Canto=0.38 m **********

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

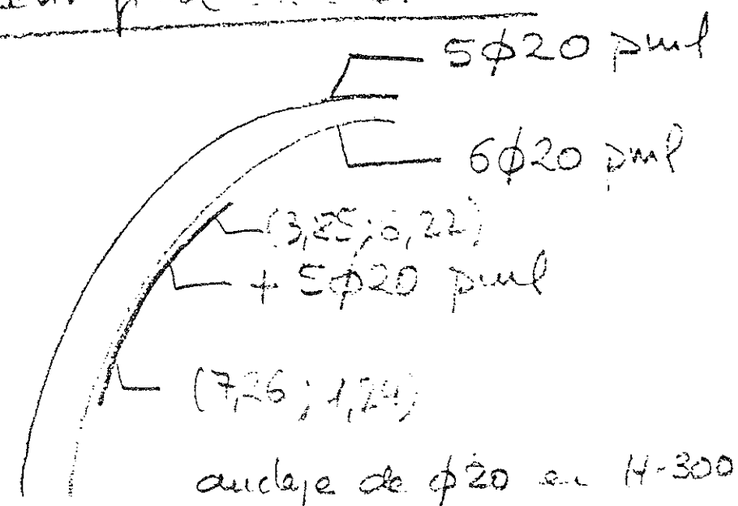
| ıo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5785 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E+00 | 0.946794E-03 |
| 10 | 7.4858 | 0.4150 | -0.385925E-03 | -0.126552E-03 | 0.903777E-03 |
| 11 | 7.3809 | 0.8270 | -0.732272E-03 | -0.254693E-03 | 0.785614E-03 |
| 12 | 7.2640 | 1.2358 | -0.101302E-02 | -0.374719E-03 | 0.613792E-03 |
| 13 | 7.1350 | 1.6410 | -0.121157E-02 | -0.477337E-03 | 0.409276E-03 |
| 14 | 6.9942 | 2.0422 | -0.132030E-02 | -0.554684E-03 | 0.192618E-03 |
| 15 | 6.8416 | 2.4391 | -0.134018E-02 | -0.601288E-03 | -0.160166E-04 |
| 16 | 6.6773 | 2.8313 | -0.128026E-02 | -0.614975E-03 | -0.196834E-03 |
| 17 | 6.5016 | 3.2187 | -0.115705E-02 | -0.597746E-03 | -0.330322E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1034 | -0.746677E-03 | -0.460910E-03 | -0.438801E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9094 | -0.372889E-03 | -0.273546E-03 | -0.338571E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6206 | -0.141121E-03 | -0.144311E-03 | -0.156033E-03 |
| 21 | 3.8489 | 6.2229 | -0.468840E-04 | -0.136854E-03 | 0.265868E-04 |
| 22 | 2.9558 | 6.7042 | -0.361007E-04 | -0.261385E-03 | 0.165830E-03 |
| 23 | 2.0039 | 7.0551 | -0.489309E-04 | -0.488080E-03 | 0.248574E-03 |
| 24 | 1.0120 | 7.2684 | -0.432728E-04 | -0.770109E-03 | 0.282953E-03 |
| 25 | 0.0000 | 7.3400 | 0.000000E-00 | -0.106636E-02 | 0.290119E-03 |

nsulas de E - 3

po 1



Diseño final armado



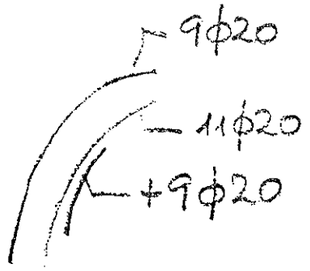

anclaje de φ20 en H-300 para barra exterior: 20 cm; tomamos 40 cm

Contención de armadura curva:

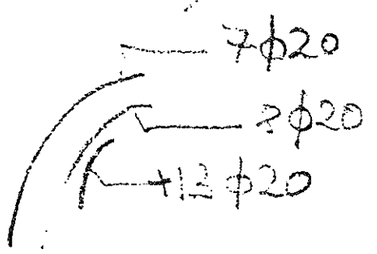
$10\phi20\ \text{pml} \cdot \frac{0{,}25\ \text{m}}{7\ \text{m}} = 0{,}36\phi20\ \text{pml} = 2{,}2\phi8\ \text{pml}$

para modulación 1,75 m barras cortas 2+2 φ8 a 0,25 m

modulación 1,75 →




modulación 1,30 (transición)
(refuerzo especial)



| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 78.508 | 13.697 | 30.044 | 0.000 |
| 70.473 | 12.840 | 29.204 | 0.415 |
| 62.979 | 11.189 | 27.491 | 0.827 |
| 56.021 | 9.662 | 25.725 | 1.236 |
| 49.589 | 8.259 | 23.924 | 1.641 |
| 43.676 | 6.978 | 22.109 | 2.042 |
| 38.269 | 5.816 | 20.299 | 2.439 |
| 33.358 | 4.772 | 18.513 | 2.831 |
| 28.923 | 3.842 | 16.767 | 3.219 |
| 19.721 | 2.594 | 13.908 | 4.103 |
| 12.473 | 1.271 | 10.099 | 4.909 |
| 7.180 | 0.490 | 6.834 | 5.621 |
| 3.550 | 0.125 | 4.354 | 6.223 |
| 1.207 | 0.014 | 2.616 | 6.704 |

ménsula alta (1)

ipo 3

| lector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 17.931 | 5.637 | 12.815 | 0.000 |
| 14.686 | 5.098 | 12.187 | 0.415 |
| 11.859 | 4.079 | 10.928 | 0.827 |
| 9 [illegible] | 3.180 | 9.670 | 1.236 |
| 7.[illegible] | 2.399 | 8.434 | 1.641 |
| 5.654 | 1.734 | 7.237 | 2.042 |
| 4.254 | 1.182 | 6.100 | 2.439 |
| 3.137 | 0.739 | 5.038 | 2.831 |
| 2.265 | 0.403 | 4.069 | 3.219 |
| 0.781 | 0.130 | 2.756 | 4.103 |

ménsula intermedia (3)

ipo 5

| lector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) |
|---|---|---|---|
| 2.033 | 1.048 | 4.254 | 0.000 |
| 1.331 | 0.833 | 3.844 | 0.415 |
| 0.822 | 0.460 | 3.048 | 0.827 |
| 0.470 | 0.200 | 2.308 | 1.236 |
| 0.235 | 0.056 | 1.649 | 1.641 |
| 0.081 | 0.007 | 1.070 | 2.042 |

ménsula terminal (5)



mensulas de E - 3

tipo 1

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) | canto |
|---|---|---|---|---|
| 78.508 | 13.697 | 30.044 | 0.000 | 1,30 |
| 70.473 | 12.840 | 29.204 | 0.415 | 1,16 |
| 62.979 | 11.189 | 27.491 | 0.827 | 1,04 |
| 56.021 | 9.662 | 25.725 | 1.236 | 0,92 |
| 49.589 | 8.259 | 23.924 | 1.641 | 0,82 |
| 43.676 | 6.978 | 22.109 | 2.042 | 0,73 |
| 38.269 | 5.816 | 20.299 | 2.439 | 0,65 |
| 33.358 | 4.772 | 18.513 | 2.831 | 0,59 |
| 28.923 | 3.842 | 16.767 | 3.219 | 0,54 |
| 19.721 | 2.594 | 13.908 | 4.103 | 0,50 |
| 12.473 | 1.271 | 10.099 | 4.909 | |
| 7.180 | 0.490 | 6.834 | 5.621 | |
| 3.550 | 0.125 | 4.354 | 6.223 | |
| 1.207 | 0.014 | 2.616 | 6.704 | |

6 ϕ25 → 4,7 ϕ25 c.t.L.A

6 ϕ25
6 ϕ25
6 ϕ25
6 ϕ25
6 ϕ25
6 ϕ25
6 ϕ25
6 ϕ25
6 ϕ25
6 ϕ25

tipo 3

| flector (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en mensula (m) | |
|---|---|---|---|---|
| 17.931 | 5.637 | 12.815 | 0.000 | 0,50 |
| 14.686 | 5.098 | 12.187 | 0.415 | |

7 ϕ20

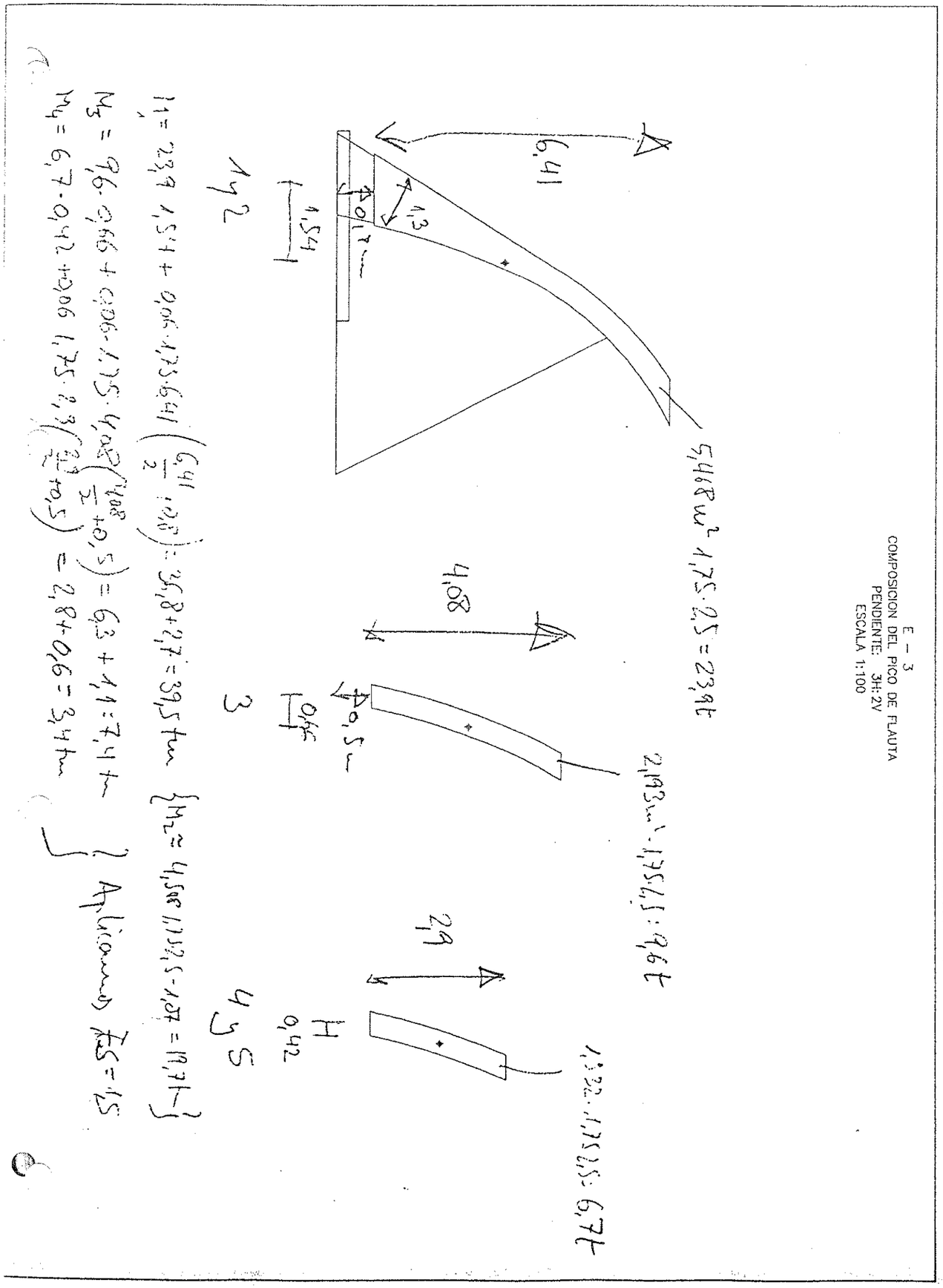
Vp.5 flect 2,033 — 4 ϕ16

Anclaje de esperas en zapata

4-250

| ϕ | d (L patilla) |
|---|---|
| 16 | 28,6 |
| 20 | 42,0 |
| 25 | 65,6 |

→ 65,6 + $\frac{4,7}{8}$ = 38,5 cm




$$M_{H_2} = 4,5 \cdot 1,54 + 0,06 \cdot 4,5 \cdot 4,08 + \left(\frac{6,41 \cdot 1,3}{2}\right) \cdot \frac{2}{3} \cdot 1,3 = 23,98 \text{ tm}$$

$$M_{H_1} = 23,98 + 4,5 \cdot 2,9 = 36,03 \text{ tm}$$

$$M_3 = 36,03 \cdot \frac{3}{4,45} + 4,5 \cdot 1,54 \cdot \frac{3}{4,45} + \left(\frac{6,41 \cdot 1,3}{2}\right) \cdot \frac{3}{4,45} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 1,3 + 1,54\right) = 39,5 \text{ tm}$$

$$M_4 = 36,03 \cdot \frac{4,08}{4,45} + 4,5 \cdot 1,54 \cdot \frac{4,08}{4,45} + \left(\frac{6,41 \cdot 1,3}{2}\right) \cdot \frac{4,08}{4,45} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 1,3 + 1,54\right) = 34,28 \text{ tm}$$

2 pares de redondos del 32)
carga. flector por esqui
(t) (t·m)
4.800 5.500
diseño del upn 260:
long.apoyo excentr ini_reacc
(m) (m) (m)
0.828 1.146 0.732
long.libre flector cortante
(m) (t·m) (t)
1.360 4.540 4.800
igma de comparación mayorada (t/m2): 18972.115

ENSELA 4
PANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS
suelo vert. vuelco
(t/m2) (t) (t·m)
20.000 6.700 5.100
separ. vuelo dovela
(m) (m) (m)
0.400 0.500 1.750
ompresión en conjunto de barras delanteras (t): 16.100
sbeltez= 51.200 w= 1.330
2 pares de redondos del 25) .
flector por esqui
(t) (t·m)
3.350 2.550
diseño del upn 180:
long.apoyo excentr ini_reacc
(m) (m) (m)
0.620 0.761 0.451
long.libre flector cortante
(m) (t·m) (t)
0.871 1.880 3.350
igma de comparación mayorada (t/m2): 19747.697

Fórmula 1
8φ25 · 1,75 m = 14φ25
5φ32 + 8φ25 (exceso por seguridad)
5φ32 + 8φ12

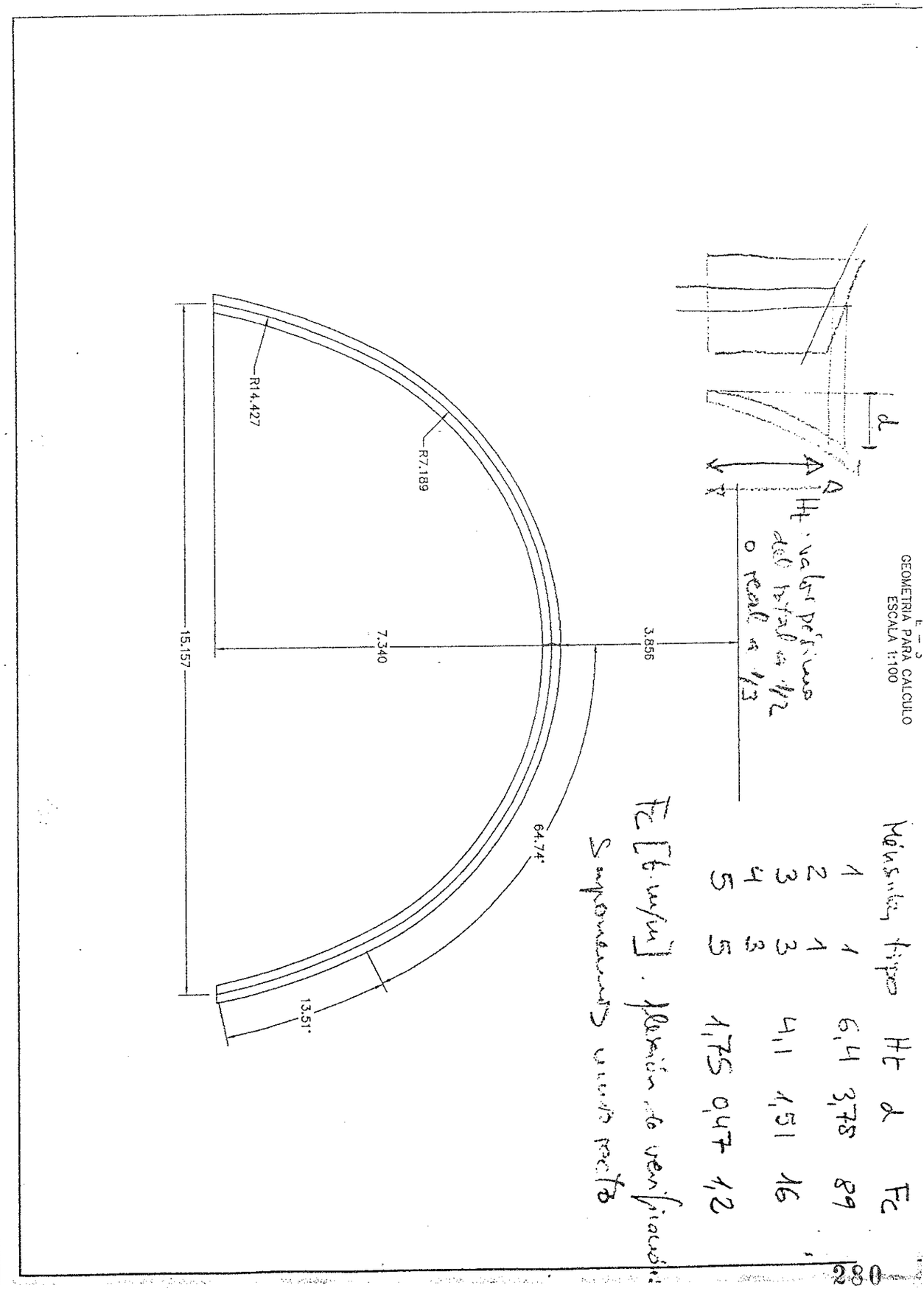
Fórmula 2
5φ32 + 6φ25
5φ32 + 6φ12

Fórmulas 3 y 4
7φ20 · 1,75 m = 13φ20
2φ32 + 9φ20
2φ32 + 7φ12

Fórmula 5
4φ16 · 1,75 m = 7φ16
2φ25 + 5φ16
2φ25 + 5φ12

1φ32 = 1,6 φ25
1φ32 = 2,5φ20



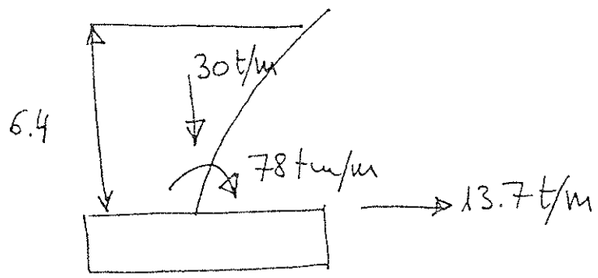



Fórmula tipo Ht d Fc
1 1 6,4 3,78 89
2 1 3 4,1 1,51 16
4 3
5 5 1,75 0,47 1,2

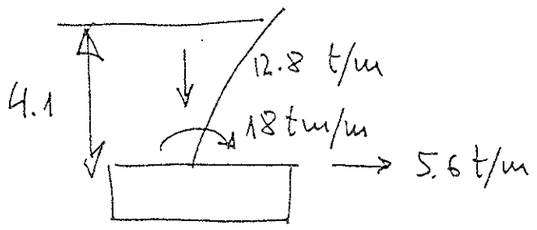
Fc [t·m/m] . Flexión de verificación
Suplementando vuelco recto

# E-3. Zapatas de ménsulas.

ménsula tipo 1

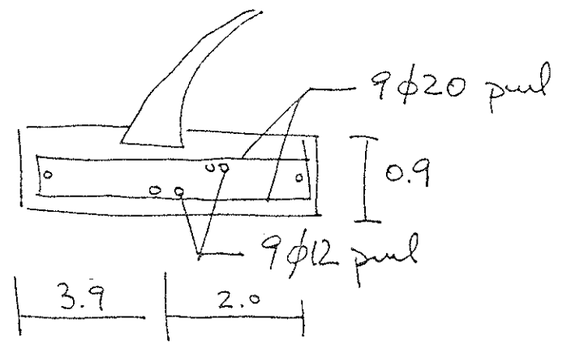



ménsula tipo 3

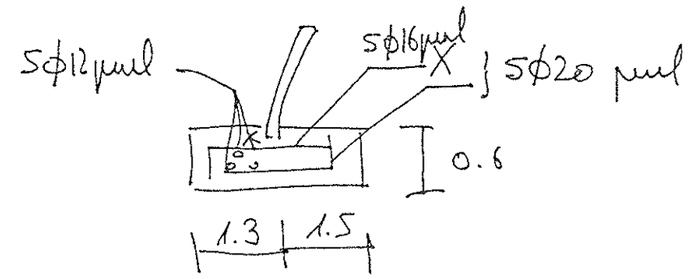





```
E - 3. MENSULA TIPO 1
              Fck (Kp/cm2):            250.000
              Suelo (Kp/cm2):            2.500
              Suelo-h (Kp/cm2):          2.650
              Carga v hastial (t/ml):   30.000
              Carga h hastial (t/ml):   14.000
              Flector hastial (t·m/ml): 78.000
              F.S. vuelco:               2.000
              F.S. deslizamiento:        2.000
              Base de dovela (m):        0.500
              Cobertura (m):             6.400
              Densidad (t/m3):           2.000
              Angulo rozamiento suelo:  30.000
                 [con empuje activo sobre zarpa trasera]
   sx(punta del)   sn(punta tras)
     26.76592060     3.49212885
*****************************
zarp.del  tras.   total  canto total
  2.000   3.913   5.913   0.900
cargas verticales (t/ml)
tierras  dovela  zapata totales
 46.160  30.000  13.305  89.465
 89.465
flector en punta delantera (t·m/ml)
19( .2
              flector delante (t·m/ml) =  36.840
              cortante delante (t/ml)  =  29.989
               flector detras (t·m/ml) = -37.611
               cortante detras (t/ml)  =  16.069
E - 3, MENSULA TIPO 3
              Fck (Kp/cm2):            250.000
              Suelo (Kp/cm2):            2.500
              Suelo-h (Kp/cm2):          2.620
              Carga v hastial (t/ml):   12.800
              Carga h hastial (t/ml):    5.600
              Flector hastial (t·m/ml): 18.000
              F.S. vuelco:               2.000
              F.S. deslizamiento:        2.000
              Base de dovela (m):        0.500
              Cobertura (m):             4.100
              Densidad (t/m3):           2.000
              Angulo rozamiento suelo:  30.000
                 [con empuje activo sobre zarpa trasera]
   sx(punta del)   sn(punta tras)
     18.73512080   0.00000000E-01
*****************************
zarp.del  tras.   total  canto total
  1.500   1.310   2.810   0.600
cargas verticales (t/ml)
tierras  dovela  zapata totales
  8.481  12.800   4.215  25.496
 25.496
flector en punta delantera (t·m/ml)
 23.131
              flector delante (t·m/ml) =  12.460
              cortante delante (t/ml)  =  14.050
               flector detras (t·m/ml) =  -2.854
               cortante detras (t/ml)  =   6.014
```



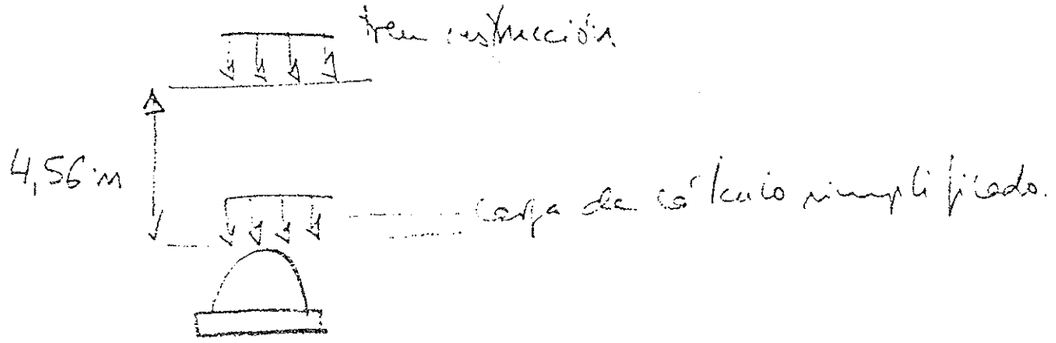

2.7 Kp/cm² en punta.



E-3. Cálculo de la ~~carga~~ carga contemplando el tren de cargas



Tren de cargas:




Tren tipo A

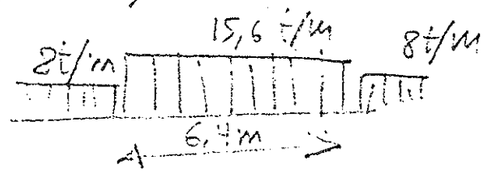
equivale a presión de $\frac{90\ t}{(3+2\cdot4{,}56)(1{,}6+2\cdot4{,}56)\ m^2} = 9{,}7\ t/m^2$

Tren tipo B

equivale a presión de $\frac{10\ t/m}{(1{,}6+2\cdot4{,}56)\ m} = 0{,}93\ t/m^2$

(simplificación muy desfavorable)

Tren de semirremolque =

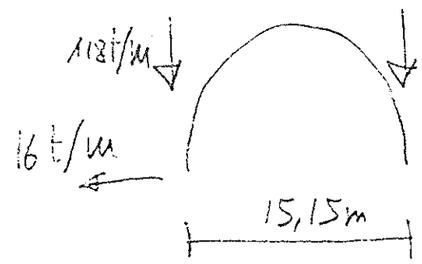



se simplificará equivale a $\simeq \frac{(8+15{,}6\cdot2)/3\ t/m}{(1{,}6+2\cdot4{,}56)\ m} = 1{,}2\ t/m^2$

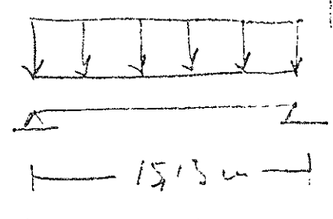
Tren público: 450 Kg/m → $\frac{1{,}5\ t/m}{(1{,}6+2\cdot4{,}56)\ m} = 1{,}4\ t/m^2$



Tomamos todas las cargas como permanentes;




Respuesta pésima en la zapata uniforme



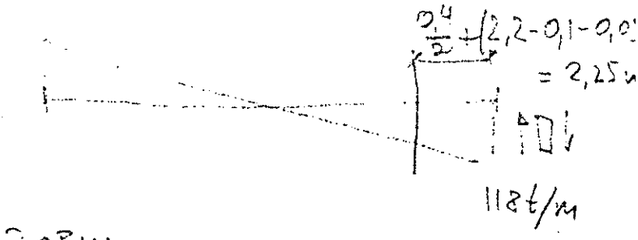

$\frac{pl^2}{8} = \frac{15{,}58\cdot15{,}15^2}{8}\ tm/m = 447\ tm/m$

Canto que no necesita armadura de cortante: 2,2 m

Armado: 17 ϕ32 pud para 0,2 mm de fisura
16 ϕ32 pud para 0,21 mm
15 ϕ32 0,23

Podemos admitir, manteniendo condiciones muy desfavorable, hasta 15ϕ32 pud. Tomamos 2ϕ32 a 0,125

Verificación cortante




$V = 83\ t/m$

$\frac{Vd}{64\ t/m^2} = \frac{83\ 1{,}6}{64}\ m = 2{,}08\ m.$

Hay una ligera falta de canto ⇒ aumentamos el canto en un 5% · = 2,35 m, y armamos:

16 ϕ32 mm para 0,19 mm de fisura.

Adjuntamos el cálculo matricial para justificar las cargas y el cálculo de armado de la solera





Altura de tierras sobre clave (m) : 4.560
Densidad terraplen (t/m3) : 2.000
Carga puntual (t) : 0.000 Carga uniforme (t/m2) : 1.400

TIERRAS + PAVIMENTO + SOBRECARGA UNIFORME

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.57700 | 0.00000 | -2.55666 | -1.35263 |
| 10 | 7.48490 | 0.41264 | -5.02504 | -2.81987 |
| 11 | 7.38017 | 0.82475 | -4.83330 | -3.03148 |
| 12 | 7.26334 | 1.23359 | -4.62643 | -3.21483 |
| 13 | 7.13450 | 1.63882 | -4.41995 | -3.37711 |
| 14 | 6.99379 | 2.04007 | -4.21443 | -3.51874 |
| 15 | 6.84131 | 2.43700 | -4.01042 | -3.64019 |
| 16 | 6.67719 | 2.82926 | -3.80948 | -3.74205 |
| 17 | 6.50159 | 3.21674 | -5.80915 | -6.84036 |
| 18 | 6.00500 | 4.10143 | -7.21571 | -10.44070 |
| 19 | 5.38881 | 4.90740 | -5.86997 | -11.30864 |
| 20 | 4.66530 | 5.61861 | -4.61943 | -11.77375 |
| 21 | 3.84888 | 6.22089 | -3.48796 | -11.94712 |
| 22 | 2.95580 | 6.70224 | -2.48034 | -11.94029 |
| 23 | 2.00386 | 7.05308 | -1.58354 | -11.85393 |
| 24 | 1.01201 | 7.26641 | -0.76965 | -11.76787 |
| 25 | 0.00000 | 7.33800 | -0.18956 | -5.86665 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5770 | 0.0000 | -0.119E+03 | -0.962E-01 | 0.279E-05 |
| 10 | 7.4849 | 0.4126 | -0.117E+03 | -0.750E-01 | -0.362E+01 |
| 11 | 7.3802 | 0.8247 | -0.115E+03 | -0.542E-01 | -0.636E+01 |
| 12 | 7.2633 | 1.2336 | -0.114E+03 | -0.339E+01 | -0.823E+01 |
| 13 | 7.1345 | 1.6388 | -0.112E+03 | -0.139E+01 | -0.924E+01 |
| 14 | 6.9938 | 2.0401 | -0.110E+03 | 0.558E+00 | -0.941E+01 |
| 15 | 6.8413 | 2.4370 | -0.108E+03 | 0.247E+01 | -0.877E+01 |
| 16 | 6.6772 | 2.8293 | -0.106E+03 | 0.436E+01 | -0.731E+01 |
| 17 | 6.5016 | 3.2167 | -0.104E+03 | 0.497E+01 | -0.506E+01 |
| 18 | 6.0050 | 4.1014 | -0.100E+03 | 0.346E+01 | -0.343E+00 |
| 19 | 5.3888 | 4.9074 | -0.958E+02 | 0.146E+01 | 0.197E+01 |
| 20 | 4.6653 | 5.6186 | -0.915E+02 | 0.161E+00 | 0.262E+01 |
| 21 | 3.8489 | 6.2209 | -0.877E+02 | -0.532E+00 | 0.230E+01 |
| 22 | 2.9558 | 6.7022 | -0.846E+02 | -0.757E+00 | 0.154E+01 |
| 23 | 2.0039 | 7.0531 | -0.822E+02 | -0.662E+00 | 0.760E+00 |
| 24 | 1.0120 | 7.2664 | -0.808E+02 | -0.375E+00 | 0.200E+00 |
| 25 | 0.0000 | 7.3380 | -0.799E+02 | -0.207E-01 | 0.959E-06 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 7.5770 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.106202E-02 |
| 10 | 7.4849 | 0.4126 | -0.431706E-03 | -0.135202E-03 | 0.101843E-02 |
| 11 | 7.3802 | 0.8247 | -0.825343E-03 | -0.273988E-03 | 0.897530E-03 |
| 12 | 7.2633 | 1.2336 | -0.115148E-02 | -0.405629E-03 | 0.720797E-03 |
| 13 | 7.1345 | 1.6388 | -0.139261E-02 | -0.520452E-03 | 0.509188E-03 |
| 14 | 6.9938 | 2.0401 | -0.154024E-02 | -0.610137E-03 | 0.283226E-03 |
| 15 | 6.8413 | 2.4370 | -0.159450E-02 | -0.668667E-03 | 0.630159E-04 |
| 16 | 6.6772 | 2.8293 | -0.156359E-02 | -0.693234E-03 | -0.131734E-03 |
| 17 | 6.5016 | 3.2167 | -0.146319E-02 | -0.685105E-03 | -0.281644E-03 |
| 18 | 6.0050 | 4.1014 | -0.107731E-02 | -0.558884E-03 | -0.437736E-03 |
| 19 | 5.3888 | 4.9074 | -0.684591E-03 | -0.353702E-03 | -0.390712E-03 |
| 20 | 4.6653 | 5.6186 | -0.399232E-03 | -0.166302E-03 | -0.258001E-03 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 3.8489 | 6.2209 | -0.232521E-03 | -0.564787E-04 | -0.115868E-03 |
| 22 | 2.9558 | 6.7022 | -0.147671E-03 | -0.386562E-04 | -0.492399E-05 |
| 23 | 2.0039 | 7.0531 | -0.993806E-04 | -0.930128E-04 | 0.616298E-04 |
| 24 | 1.0120 | 7.2664 | -0.550648E-04 | -0.184952E-03 | 0.893875E-04 |
| 25 | 0.0000 | 7.3380 | 0.000000E-00 | -0.284129E-03 | 0.951816E-04 |

| xil (t/m) | flector (t·m/m) |
|---|---|
| 0.000 | 447.000 |

| | |
|---|---|
| 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): | 0.569 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.050 |
| rec medio (m): | 0.050 |
| nº de barras: | 16 |
| separación entre barras (m): | 0.087 |
| diámetro de las barras (m): | 0.03200 |
| sección de acero (cm2): | 128.680 |
| canto (m): | 2.350 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1060. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00019 |

E - 3

GENERATED JOINT COORDINATES

| JOINT | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 1 | 7.577 | .000 | .000 |
| 2 | 7.485 | .000 | .413 |
| 3 | 7.380 | .000 | .825 |
| 4 | 7.263 | .000 | 1.234 |
| 5 | 7.135 | .000 | 1.639 |
| 6 | 6.994 | .000 | 2.040 |
| 7 | 6.841 | .000 | 2.437 |
| 8 | 6.677 | .000 | 2.829 |
| 9 | 6.502 | .000 | 3.217 |
| 10 | 6.005 | .000 | 4.101 |
| 11 | 5.389 | .000 | 4.907 |
| 12 | 4.665 | .000 | 5.619 |
| 13 | 3.849 | .000 | 6.221 |
| 14 | 2.956 | .000 | 6.702 |
| 15 | 2.004 | .000 | 7.053 |
| 16 | 1.012 | .000 | 7.266 |
| 17 | .000 | .000 | 7.338 |
| 18 | -1.012 | .000 | 7.266 |
| 19 | -2.004 | .000 | 7.053 |
| 20 | -2.956 | .000 | 6.702 |
| 21 | -3.849 | .000 | 6.221 |
| 22 | -4.665 | .000 | 5.619 |
| 23 | -5.389 | .000 | 4.907 |
| 24 | -6.005 | .000 | 4.101 |
| 25 | -6.502 | .000 | 3.217 |
| 26 | -6.677 | .000 | 2.829 |
| 27 | -6.841 | .000 | 2.437 |
| 28 | -6.994 | .000 | 2.040 |
| 29 | -7.135 | .000 | 1.639 |
| 30 | -7.263 | .000 | 1.234 |
| 31 | -7.380 | .000 | .825 |
| 32 | -7.485 | .000 | .413 |
| 33 | -7.577 | .000 | .000 |
| 34 | 8.202 | .000 | .000 |
| 35 | 8.095 | .000 | .505 |
| 36 | 7.981 | .000 | 1.010 |
| 37 | 7.852 | .000 | 1.511 |
| 38 | 7.706 | .000 | 2.010 |
| 39 | 7.537 | .000 | 2.507 |
| 40 | 7.335 | .000 | 3.005 |
| 41 | 7.086 | .000 | 3.512 |
| 42 | 6.758 | .000 | 4.060 |
| 43 | 6.263 | .000 | 4.749 |
| 44 | 5.634 | .000 | 5.433 |
| 45 | 4.887 | .000 | 6.054 |
| 46 | 4.037 | .000 | 6.585 |
| 47 | 3.104 | .000 | 7.011 |
| 48 | 2.106 | .000 | 7.320 |
| 49 | 1.064 | .000 | 7.508 |
| 50 | .001 | .000 | 7.571 |
| 51 | -1.063 | .000 | 7.508 |
| 52 | -2.105 | .000 | 7.320 |

Cálculo por elementos finitos de la estructura sometida a carga sísmica. Se comprueba la seguridad de la rótula y la bondad del armado

031

E - 3

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

| JOI. | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 53 | -3.103 | .000 | 7.011 |
| 54 | -4.036 | .000 | 6.586 |
| 55 | -4.886 | .000 | 6.054 |
| 56 | -5.633 | .000 | 5.433 |
| 57 | -6.262 | .000 | 4.750 |
| 58 | -6.757 | .000 | 4.061 |
| 59 | -7.086 | .000 | 3.513 |
| 60 | -7.334 | .000 | 3.005 |
| 61 | -7.536 | .000 | 2.508 |
| 62 | -7.706 | .000 | 2.011 |
| 63 | -7.852 | .000 | 1.512 |
| 64 | -7.980 | .000 | 1.010 |
| 65 | -8.095 | .000 | .505 |
| 66 | -8.202 | .000 | .000 |
| 67 | 8.827 | .000 | .000 |
| 68 | 8.715 | .000 | .599 |
| [illegible] | 8.594 | .000 | 1.197 |
| [illegible] | 8.459 | .000 | 1.792 |
| [illegible] | 8.301 | .000 | 2.385 |
| 72 | 8.111 | .000 | 2.974 |
| 73 | 7.876 | .000 | 3.562 |
| 74 | 7.575 | .000 | 4.155 |
| 75 | 7.180 | .000 | 4.764 |
| 76 | 6.655 | .000 | 5.402 |
| 77 | 5.996 | .000 | 6.021 |
| 78 | 5.210 | .000 | 6.580 |
| 79 | 4.310 | .000 | 7.056 |
| 80 | 3.317 | .000 | 7.435 |
| 81 | 2.251 | .000 | 7.709 |
| 82 | 1.138 | .000 | 7.875 |
| 83 | .001 | .000 | 7.931 |
| 84 | -1.136 | .000 | 7.875 |
| 85 | -2.249 | .000 | 7.709 |
| 86 | -3.315 | .000 | 7.435 |
| 87 | -4.308 | .000 | 7.056 |
| [illegible] | -5.208 | .000 | 6.581 |
| [illegible] | -5.994 | .000 | 6.021 |
| 90 | -6.653 | .000 | 5.403 |
| 91 | -7.179 | .000 | 4.764 |
| 92 | -7.574 | .000 | 4.155 |
| 93 | -7.875 | .000 | 3.563 |
| 94 | -8.111 | .000 | 2.974 |
| 95 | -8.301 | .000 | 2.385 |
| 96 | -8.459 | .000 | 1.793 |
| 97 | -8.594 | .000 | 1.197 |
| 98 | -8.714 | .000 | .599 |
| 99 | -8.827 | .000 | .000 |
| 100 | 9.452 | .000 | .000 |
| 101 | 9.341 | .000 | .694 |
| 102 | 9.223 | .000 | 1.386 |
| 103 | 9.089 | .000 | 2.076 |
| 104 | 8.929 | .000 | 2.762 |



032

E - 3

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 | 8.732 | .000 | 3.442 |
| 106 | 8.482 | .000 | 4.115 |
| 107 | 8.157 | .000 | 4.781 |
| 108 | 7.733 | .000 | 5.438 |
| 109 | 7.180 | .000 | 6.076 |
| 110 | 6.485 | .000 | 6.669 |
| 111 | 5.646 | .000 | 7.190 |
| 112 | 4.677 | .000 | 7.624 |
| 113 | 3.601 | .000 | 7.963 |
| 114 | 2.445 | .000 | 8.207 |
| 115 | 1.236 | .000 | 8.352 |
| 116 | .001 | .000 | 8.401 |
| 117 | -1.233 | .000 | 8.352 |
| 118 | -2.442 | .000 | 8.207 |
| 119 | -3.598 | .000 | 7.964 |
| 120 | -4.675 | .000 | 7.624 |
| 121 | -5.644 | .000 | 7.190 |
| 1 | -6.483 | .000 | 6.669 |
| 123 | -7.179 | .000 | 6.076 |
| 124 | -7.731 | .000 | 5.438 |
| 125 | -8.156 | .000 | 4.782 |
| 126 | -8.481 | .000 | 4.116 |
| 127 | -8.731 | .000 | 3.442 |
| 128 | -8.928 | .000 | 2.762 |
| 129 | -9.088 | .000 | 2.077 |
| 130 | -9.223 | .000 | 1.387 |
| 131 | -9.341 | .000 | .694 |
| 132 | -9.452 | .000 | .000 |
| 133 | -10.077 | .000 | .000 |
| 134 | 9.976 | .000 | .790 |
| 135 | 9.868 | .000 | 1.579 |
| 136 | 9.743 | .000 | 2.364 |
| 137 | 9.593 | .000 | 3.144 |
| 138 | 9.405 | .000 | 3.916 |
| 139 | 9.162 | .000 | 4.676 |
| 140 | 8.840 | .000 | 5.418 |
| 1 | 8.413 | .000 | 6.130 |
| 142 | 7.848 | .000 | 6.795 |
| 143 | 7.119 | .000 | 7.388 |
| 144 | 6.213 | .000 | 7.887 |
| 145 | 5.151 | .000 | 8.286 |
| 146 | 3.965 | .000 | 8.589 |
| 147 | 2.690 | .000 | 8.801 |
| 148 | 1.359 | .000 | 8.927 |
| 149 | .001 | .000 | 8.969 |
| 150 | -1.356 | .000 | 8.927 |
| 151 | -2.687 | .000 | 8.802 |
| 152 | -3.962 | .000 | 8.589 |
| 153 | -5.148 | .000 | 8.286 |
| 154 | -6.211 | .000 | 7.887 |
| 155 | -7.117 | .000 | 7.388 |
| 156 | -7.847 | .000 | 6.795 |

033

E - 3

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 | -8.412 | .000 | 6.130 |
| 158 | -8.839 | .000 | 5.418 |
| 159 | -9.161 | .000 | 4.677 |
| 160 | -9.404 | .000 | 3.917 |
| 161 | -9.593 | .000 | 3.145 |
| 162 | -9.743 | .000 | 2.365 |
| 163 | -9.868 | .000 | 1.579 |
| 164 | -9.976 | .000 | .790 |
| 165 | -10.077 | .000 | .000 |
| 166 | 10.702 | .000 | .000 |
| 167 | 10.618 | .000 | .888 |
| 168 | 10.528 | .000 | 1.775 |
| 169 | 10.424 | .000 | 2.658 |
| 170 | 10.296 | .000 | 3.535 |
| 171 | 10.134 | .000 | 4.403 |
| 172 | 9.919 | .000 | 5.256 |
| | 9.629 | .000 | 6.083 |
| | 9.231 | .000 | 6.869 |
| 175 | 8.681 | .000 | 7.586 |
| 176 | 7.928 | .000 | 8.201 |
| 177 | 6.937 | .000 | 8.683 |
| 178 | 5.748 | .000 | 9.045 |
| 179 | 4.417 | .000 | 9.306 |
| 180 | 2.992 | .000 | 9.483 |
| 181 | 1.510 | .000 | 9.586 |
| 182 | .001 | .000 | 9.620 |
| 183 | -1.507 | .000 | 9.586 |
| 184 | -2.989 | .000 | 9.483 |
| 185 | -4.414 | .000 | 9.306 |
| 186 | -5.745 | .000 | 9.045 |
| 187 | -6.935 | .000 | 8.683 |
| 188 | -7.926 | .000 | 8.201 |
| 189 | -8.680 | .000 | 7.587 |
| 190 | -9.230 | .000 | 6.869 |
| 191 | -9.628 | .000 | 6.084 |
| | -9.918 | .000 | 5.256 |
| | -10.133 | .000 | 4.404 |
| 194 | -10.296 | .000 | 3.536 |
| 195 | -10.424 | .000 | 2.658 |
| 196 | -10.528 | .000 | 1.775 |
| 197 | -10.618 | .000 | .888 |
| 198 | -10.702 | .000 | .000 |
| 199 | 11.327 | .000 | .000 |
| 200 | 11.267 | .000 | .988 |
| 201 | 11.203 | .000 | 1.974 |
| 202 | 11.128 | .000 | 2.957 |
| 203 | 11.035 | .000 | 3.936 |
| 204 | 10.914 | .000 | 4.906 |
| 205 | 10.752 | .000 | 5.861 |
| 206 | 10.526 | .000 | 6.791 |
| 207 | 10.201 | .000 | 7.676 |
| 208 | 9.717 | .000 | 8.481 |



03

E - 3

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 |
|---|---|---|---|
| 209 | 8.976 | .000 | 9.147 |
| 210 | 7.858 | .000 | 9.600 |
| 211 | 6.486 | .000 | 9.903 |
| 212 | 4.963 | .000 | 10.107 |
| 213 | 3.349 | .000 | 10.239 |
| 214 | 1.686 | .000 | 10.314 |
| 215 | .001 | .000 | 10.338 |
| 216 | -1.685 | .000 | 10.314 |
| 217 | -3.348 | .000 | 10.239 |
| 218 | -4.961 | .000 | 10.107 |
| 219 | -6.485 | .000 | 9.904 |
| 220 | -7.856 | .000 | 9.600 |
| 221 | -8.975 | .000 | 9.148 |
| 222 | -9.716 | .000 | 8.481 |
| 223 | -10.200 | .000 | 7.676 |
| 224 | -10.526 | .000 | 6.791 |
| 225 | -10.752 | .000 | 5.861 |
| 2 | -10.914 | .000 | 4.906 |
| 227 | -11.035 | .000 | 3.936 |
| 228 | -11.128 | .000 | 2.958 |
| 229 | -11.203 | .000 | 1.974 |
| 230 | -11.267 | .000 | .988 |
| 231 | -11.327 | .000 | .000 |
| 232 | 11.952 | .000 | .000 |
| 233 | 11.921 | .000 | 1.088 |
| 234 | 11.888 | .000 | 2.176 |
| 235 | 11.849 | .000 | 3.262 |
| 236 | 11.801 | .000 | 4.345 |
| 237 | 11.737 | .000 | 5.423 |
| 238 | 11.649 | .000 | 6.492 |
| 239 | 11.523 | .000 | 7.544 |
| 240 | 11.330 | .000 | 8.563 |
| 241 | 11.009 | .000 | 9.515 |
| 242 | 10.401 | .000 | 10.307 |
| 243 | 9.032 | .000 | 10.667 |
| 244 | 7.377 | .000 | 10.862 |
| 2 | 5.598 | .000 | 10.980 |
| 246 | 3.757 | .000 | 11.052 |
| 247 | 1.886 | .000 | 11.092 |
| 248 | .000 | .000 | 11.105 |
| 249 | -1.885 | .000 | 11.092 |
| 250 | -3.756 | .000 | 11.052 |
| 251 | -5.597 | .000 | 10.980 |
| 252 | -7.376 | .000 | 10.862 |
| 253 | -9.031 | .000 | 10.667 |
| 254 | -10.401 | .000 | 10.307 |
| 255 | -11.008 | .000 | 9.515 |
| 256 | -11.329 | .000 | 8.563 |
| 257 | -11.522 | .000 | 7.544 |
| 258 | -11.649 | .000 | 6.492 |
| 259 | -11.737 | .000 | 5.423 |
| 260 | -11.801 | .000 | 4.345 |

035

E - 3

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 |
|---|---|---|---|
| 261 | -11.849 | .000 | 3.262 |
| 262 | -11.888 | .000 | 2.176 |
| 263 | -11.921 | .000 | 1.088 |
| 264 | -11.952 | .000 | .000 |
| 265 | 12.577 | .000 | .000 |
| 266 | 12.578 | .000 | 1.190 |
| 267 | 12.579 | .000 | 2.380 |
| 268 | 12.581 | .000 | 3.569 |
| 269 | 12.582 | .000 | 4.759 |
| 270 | 12.583 | .000 | 5.949 |
| 271 | 12.584 | .000 | 7.139 |
| 272 | 12.585 | .000 | 8.329 |
| 273 | 12.587 | .000 | 9.518 |
| 274 | 12.588 | .000 | 10.708 |
| 275 | 12.589 | .000 | 11.898 |
| 276 | 10.491 | .000 | 11.898 |
| | 8.393 | .000 | 11.898 |
| | 6.294 | .000 | 11.898 |
| 279 | 4.196 | .000 | 11.898 |
| 280 | 2.098 | .000 | 11.898 |
| 281 | .000 | .000 | 11.898 |
| 282 | -2.098 | .000 | 11.898 |
| 283 | -4.196 | .000 | 11.898 |
| 284 | -6.294 | .000 | 11.898 |
| 285 | -8.393 | .000 | 11.898 |
| 286 | -10.491 | .000 | 11.898 |
| 287 | -12.589 | .000 | 11.898 |
| 288 | -12.588 | .000 | 10.708 |
| 289 | -12.587 | .000 | 9.518 |
| 290 | -12.585 | .000 | 8.329 |
| 291 | -12.584 | .000 | 7.139 |
| 292 | -12.583 | .000 | 5.949 |
| 293 | -12.582 | .000 | 4.759 |
| 294 | -12.581 | .000 | 3.569 |
| 295 | -12.579 | .000 | 2.380 |
| | -12.578 | .000 | 1.190 |
| | -12.577 | .000 | .000 |

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 | .400E-00 | .15969E-01 | .53333E-02 | .33333E-01 | .333E-00 | .333E-00 |

Espesor 0,40 m

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 | .1000E+01 | .0000E-00 | .0000E-00 |

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

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

Terreno: $\gamma = 2\ t/m^3$
$\rho = 925$
$E = 3000\ t/m^2$

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

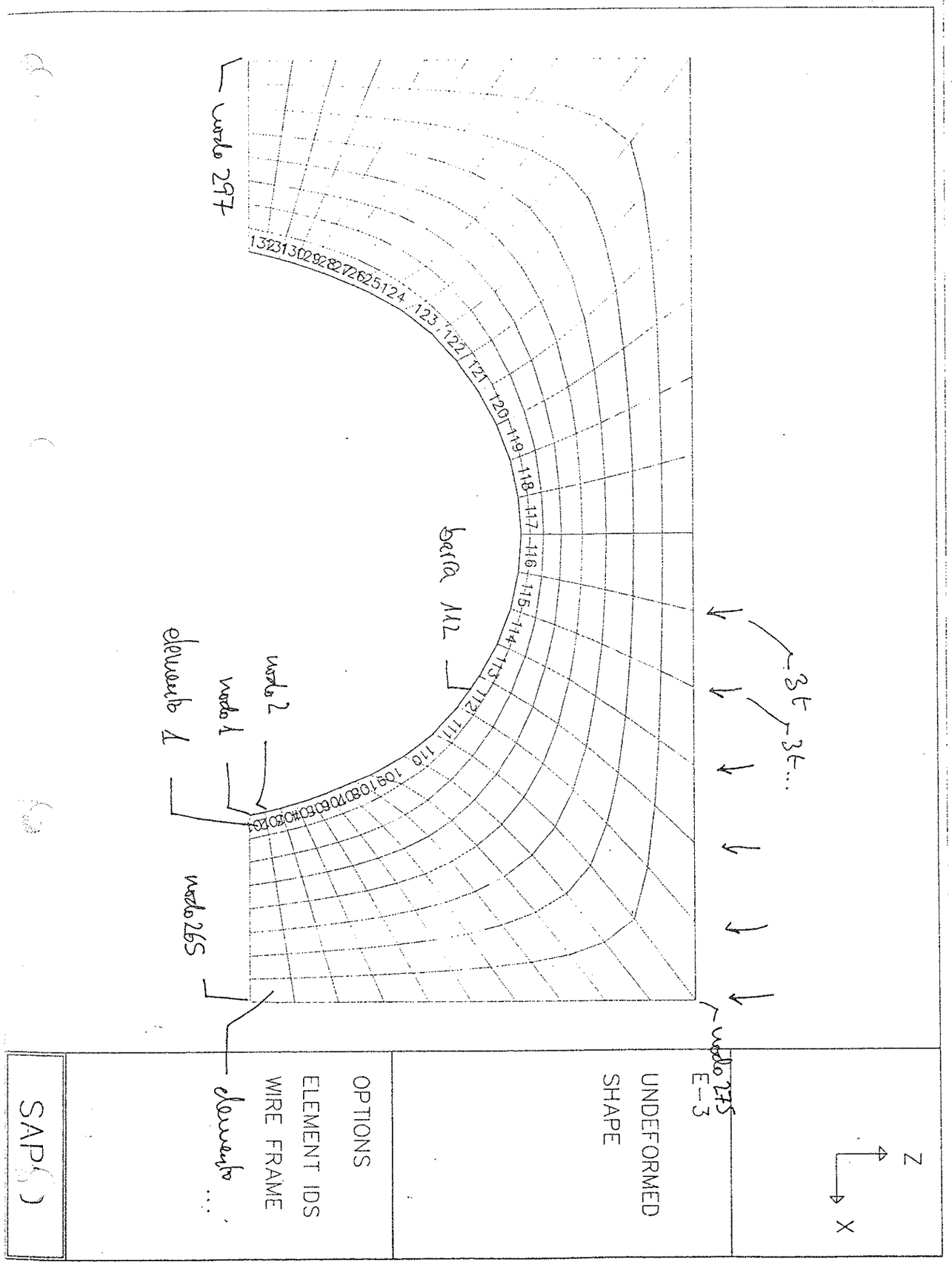
| MAT ID | TEMP ID | TEMP | MODULUS OF ELASTICITY R-DIR | S-DIR | T-DIR | POISSONS RATIO R-DIR | S-DIR | T-DIR | SHEAR MOD R-S PLANE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | .00 | .3000E-04 | .3000E-04 | .3000E-04 | .250 | .250 | .250 | .1200E-04 |
| 2 | 1 | .00 | .3000E-04 | .3000E-04 | .3000E-04 | .250 | .250 | .250 | .1200E-04 |

036

J O I N T L O A D S

| JOINT | LOAD | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 275 | 1 | .000E+00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E+00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 276 | 1 | .000E+00 | .000E+00 | -.300E-01 | .000E+00 | .000E+00 | .000E-00 |
| 277 | 1 | .000E-00 | .000E+00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E+00 |
| 278 | 1 | .000E+00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E+00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 279 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E+00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 280 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E+00 | .000E-00 | .000E-00 |

→ Cargas: Tren aplicado en coronación de terraplén modificado para actuar sobre ancho unitario




C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
PROGRAM:SAP90/FILE:E-3.SOL

E - 3

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 | .5678E-04 | -.5821E-04 | .8690E-04 |
| 3 | .1045E-03 | -.1169E-03 | .5742E-04 |
| 4 | .1397E-03 | -.1772E-03 | .2314E-04 |
| 5 | .1621E-03 | -.2397E-03 | -.1112E-04 |
| 6 | .1724E-03 | -.3048E-03 | -.4589E-04 |
| 7 | .1700E-03 | -.3736E-03 | -.8629E-04 |
| 8 | .1517E-03 | -.4481E-03 | -.1418E-03 |
| 9 | .1096E-03 | -.5329E-03 | -.2267E-03 |
| 10 | -.1398E-03 | -.8276E-03 | -.5009E-03 |
| 11 | -.000573 | -.001314 | -.000715 |
| 12 | -.001026 | -.001936 | -.000732 |
| 13 | -.001346 | -.002543 | -.000568 |
| 14 | -.001475 | -.002985 | -.000312 |
| 15 | -.001454 | -.003191 | -.000070 |
| [illegible] | -.001362 | -.003187 | .000088 |
| 17 | -.001266 | -.003064 | .000315 |
| 18 | -.001214 | -.002548 | .000497 |
| 19 | -.001232 | -.002043 | .000490 |
| 20 | -.001319 | -.001540 | .000506 |
| 21 | -.001483 | -.001033 | .000522 |
| 22 | -.001709 | -.000554 | .000478 |
| 23 | -.001924 | -.000178 | .000311 |
| 24 | -.001993 | .000024 | .000012 |
| 25 | -.001793 | .000061 | -.000296 |
| 26 | -.001633 | .000050 | -.000385 |
| 27 | -.001445 | .000035 | -.000443 |
| 28 | -.001238 | .000020 | -.000483 |
| 29 | -.001017 | .000008 | -.000517 |
| 30 | -.7820E-03 | -.1463E-05 | -.5492E-03 |
| 31 | -.5333E-03 | -.6248E-05 | -.5813E-03 |
| 32 | -.2710E-03 | -.6168E-05 | -.6091E-03 |
| 33 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 34 | .000000 | .000000 | .000000 |
| [illegible] | -.000551 | -.001512 | .000000 |
| 36 | -.000556 | -.002546 | .000000 |
| 37 | -.000449 | -.003385 | .000000 |
| 38 | -.000296 | -.004109 | .000000 |
| 39 | -.000124 | -.004726 | .000000 |
| 40 | .000054 | -.005216 | .000000 |
| 41 | .000216 | -.005536 | .000000 |
| 42 | .000304 | -.005676 | .000000 |
| 43 | .000319 | -.005686 | .000000 |
| 44 | .000115 | -.005483 | .000000 |
| 45 | -.000259 | -.005179 | .000000 |
| 46 | -.000669 | -.004851 | .000000 |
| 47 | -.000992 | -.004535 | .000000 |
| 48 | -.001175 | -.004228 | .000000 |
| 49 | -.001244 | -.003937 | .000000 |
| 50 | -.001236 | -.003679 | .000000 |

039

E - 3

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) |
|---|---|---|---|
| 51 | -.001254 | -.003248 | .000000 |
| 52 | -.001380 | -.002980 | .000000 |
| 53 | -.001605 | -.002933 | .000000 |
| 54 | -.001910 | -.003107 | .000000 |
| 55 | -.002219 | -.003464 | .000000 |
| 56 | -.002412 | -.003914 | .000000 |
| 57 | -.002375 | -.004325 | .000000 |
| 58 | -.002090 | -.004543 | .000000 |
| 59 | -.001769 | -.004579 | .000000 |
| 60 | -.001394 | -.004420 | .000000 |
| 61 | -.001008 | -.004085 | .000000 |
| 62 | -.000623 | -.003614 | .000000 |
| 63 | -.000253 | -.003028 | .000000 |
| 64 | .000076 | -.002316 | .000000 |
| [illegible] | .000302 | -.001399 | .000000 |
| [illegible] | .000000 | .000000 | .000000 |
| 67 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 68 | -.000710 | -.002361 | .000000 |
| 69 | -.000867 | -.004368 | .000000 |
| 70 | -.000741 | -.006036 | .000000 |
| 71 | -.000503 | -.007465 | .000000 |
| 72 | -.000214 | -.008674 | .000000 |
| 73 | .000089 | -.009639 | .000000 |
| 74 | .000373 | -.010305 | .000000 |
| 75 | .000611 | -.010607 | .000000 |
| 76 | .000752 | -.010474 | .000000 |
| 77 | .000714 | -.009859 | .000000 |
| 78 | .000466 | -.008873 | .000000 |
| 79 | .000063 | -.007727 | .000000 |
| 80 | -.000384 | -.006629 | .000000 |
| 81 | -.000767 | -.005715 | .000000 |
| 82 | -.001033 | -.005039 | .000000 |
| 83 | -.001179 | -.004590 | .000000 |
| [illegible] | -.001328 | -.004259 | .000000 |
| [illegible] | -.001595 | -.004298 | .000000 |
| 86 | -.001957 | -.004787 | .000000 |
| 87 | -.002343 | -.005668 | .000000 |
| 88 | -.002640 | -.006766 | .000000 |
| 89 | -.002746 | -.007825 | .000000 |
| 90 | -.002615 | -.008601 | .000000 |
| 91 | -.002287 | -.008947 | .000000 |
| 92 | -.001863 | -.008872 | .000000 |
| 93 | -.001393 | -.008436 | .000000 |
| 94 | -.000901 | -.007701 | .000000 |
| 95 | -.000416 | -.006713 | .000000 |
| 96 | .000029 | -.005494 | .000000 |
| 97 | .000374 | -.004022 | .000000 |
| 98 | .000453 | -.002196 | .000000 |
| 99 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 100 | .000000 | .000000 | .000000 |



04

E - 3

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) |
|---|---|---|---|
| 101 | -.000725 | -.003137 | .000000 |
| 102 | -.000933 | -.005935 | .000000 |
| 103 | -.000814 | -.008370 | .000000 |
| 104 | -.000537 | -.010476 | .000000 |
| 105 | -.000193 | -.012266 | .000000 |
| 106 | .000168 | -.013711 | .000000 |
| 107 | .000518 | -.014744 | .000000 |
| 108 | .000831 | -.015261 | .000000 |
| 109 | .001075 | -.015148 | .000000 |
| 110 | .001189 | -.014325 | .000000 |
| 111 | .001107 | -.012864 | .000000 |
| 112 | .000799 | -.011023 | .000000 |
| 113 | .000312 | -.009154 | .000000 |
| 114 | -.000236 | -.007558 | .000000 |
| 115 | -.000723 | -.006398 | .000000 |
| [illegible] | -.001087 | -.005705 | .000000 |
| 117 | -.001431 | -.005475 | .000000 |
| 118 | -.001867 | -.005888 | .000000 |
| 119 | -.002344 | -.006980 | .000000 |
| 120 | -.002740 | -.008567 | .000000 |
| 121 | -.002944 | -.010302 | .000000 |
| 122 | -.002912 | -.011792 | .000000 |
| 123 | -.002676 | -.012753 | .000000 |
| 124 | -.002303 | -.013084 | .000000 |
| 125 | -.001852 | -.012834 | .000000 |
| 126 | -.001356 | -.012094 | .000000 |
| 127 | -.000838 | -.010951 | .000000 |
| 128 | -.000324 | -.009460 | .000000 |
| 129 | .000139 | -.007640 | .000000 |
| 130 | .000460 | -.005472 | .000000 |
| 131 | .000477 | -.002919 | .000000 |
| 132 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 133 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 134 | -.000666 | -.003862 | .000000 |
| 135 | -.000864 | -.007382 | .000000 |
| 136 | -.000746 | -.010504 | .000000 |
| 137 | -.000464 | -.013232 | .000000 |
| 138 | -.000116 | -.015568 | .000000 |
| 139 | .000246 | -.017480 | .000000 |
| 140 | .000603 | -.018896 | .000000 |
| 141 | .000951 | -.019698 | .000000 |
| 142 | .001283 | -.019731 | .000000 |
| 143 | .001560 | -.018854 | .000000 |
| 144 | .001686 | -.017060 | .000000 |
| 145 | .001551 | -.014617 | .000000 |
| 146 | .001107 | -.011988 | .000000 |
| 147 | .000430 | -.009649 | .000000 |
| 148 | -.000306 | -.007913 | .000000 |
| 149 | -.000955 | -.006909 | .000000 |
| 150 | -.001564 | -.006778 | .000000 |

E - 3

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) |
|---|---|---|---|
| 151 | -.002205 | -.007632 | .000000 |
| 152 | -.002773 | -.009389 | .000000 |
| 153 | -.003113 | -.011683 | .000000 |
| 154 | -.003154 | -.013979 | .000000 |
| 155 | -.002941 | -.015775 | .000000 |
| 156 | -.002583 | -.016784 | .000000 |
| 157 | -.002165 | -.016989 | .000000 |
| 158 | -.001722 | -.016499 | .000000 |
| 159 | -.001259 | -.015440 | .000000 |
| 160 | -.000777 | -.013905 | .000000 |
| 161 | -.000293 | -.011947 | .000000 |
| 162 | .000145 | -.009583 | .000000 |
| 163 | .000440 | -.006801 | .000000 |
| 164 | .000442 | -.003591 | .000000 |
| | .000000 | .000000 | .000000 |
| | .000000 | .000000 | .000000 |
| 167 | -.000555 | -.004554 | .000000 |
| 168 | -.000710 | -.008738 | .000000 |
| 169 | -.000590 | -.012480 | .000000 |
| 170 | -.000331 | -.015768 | .000000 |
| 171 | -.000022 | -.018601 | .000000 |
| 172 | .000297 | -.020957 | .000000 |
| 173 | .000620 | -.022773 | .000000 |
| 174 | .000973 | -.023922 | .000000 |
| 175 | .001391 | -.024219 | .000000 |
| 176 | .001858 | -.023427 | .000000 |
| 177 | .002255 | -.021392 | .000000 |
| 178 | .002380 | -.018398 | .000000 |
| 179 | .002059 | -.015011 | .000000 |
| 180 | .001286 | -.011878 | .000000 |
| 181 | .000251 | -.009479 | .000000 |
| 182 | -.000777 | -.008078 | .000000 |
| 183 | -.001748 | -.008051 | .000000 |
| 184 | -.002654 | -.009413 | .000000 |
| 185 | -.003306 | -.011899 | .000000 |
| 186 | -.003530 | -.014913 | .000000 |
| 187 | -.003330 | -.017724 | .000000 |
| 188 | -.002875 | -.019736 | .000000 |
| 189 | -.002363 | -.020666 | .000000 |
| 190 | -.001898 | -.020642 | .000000 |
| 191 | -.001485 | -.019865 | .000000 |
| 192 | -.001091 | -.018481 | .000000 |
| 193 | -.000690 | -.016583 | .000000 |
| 194 | -.000280 | -.014210 | .000000 |
| 195 | .000098 | -.011366 | .000000 |
| 196 | .000359 | -.008038 | .000000 |
| 197 | .000368 | -.004229 | .000000 |
| 198 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 199 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 200 | -.000403 | -.005210 | .000000 |





E - 3

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) |
|---|---|---|---|
| 201 | -.000498 | -.010005 | .000000 |
| 202 | -.000388 | -.014298 | .000000 |
| 203 | -.000181 | -.018071 | .000000 |
| 204 | .000055 | -.021334 | .000000 |
| 205 | .000295 | -.024091 | .000000 |
| 206 | .000551 | -.026304 | .000000 |
| 207 | .000872 | -.027863 | .000000 |
| 208 | .001358 | -.028528 | .000000 |
| 209 | .002075 | -.027989 | .000000 |
| 210 | .002868 | -.025758 | .000000 |
| 211 | .003380 | -.022231 | .000000 |
| 212 | .003283 | -.018080 | .000000 |
| 213 | .002439 | -.014122 | .000000 |
| 214 | .001020 | -.011005 | .000000 |
| 215 | -.000537 | -.009090 | .000000 |
| 216 | -.002033 | -.009184 | .000000 |
| 217 | -.003326 | -.011125 | .000000 |
| 218 | -.004082 | -.014397 | .000000 |
| 219 | -.004113 | -.018140 | .000000 |
| 220 | -.003547 | -.021430 | .000000 |
| 221 | -.002724 | -.023585 | .000000 |
| 222 | -.002000 | -.024278 | .000000 |
| 223 | -.001494 | -.023946 | .000000 |
| 224 | -.001137 | -.022851 | .000000 |
| 225 | -.000840 | -.021165 | .000000 |
| 226 | -.000550 | -.018957 | .000000 |
| 227 | -.000251 | -.016240 | .000000 |
| 228 | .000035 | -.012992 | .000000 |
| 229 | .000243 | -.009188 | .000000 |
| 230 | .000266 | -.004833 | .000000 |
| 231 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 232 | .000000 | .000000 | .000000 |
| 233 | -.000217 | -.005825 | .000000 |
| 234 | -.000253 | -.011168 | .000000 |
| 235 | -.000178 | -.015926 | .000000 |
| 236 | -.000057 | -.020087 | .000000 |
| 237 | .000075 | -.023683 | .000000 |
| 238 | .000210 | -.026749 | .000000 |
| 239 | .000367 | -.029299 | .000000 |
| 240 | .000597 | -.031293 | .000000 |
| 241 | .001016 | -.032543 | .000000 |
| 242 | .002012 | -.032404 | .000000 |
| 243 | .003455 | -.029887 | .000000 |
| 244 | .004652 | -.025881 | .000000 |
| 245 | .004913 | -.021007 | .000000 |
| 246 | .004037 | -.016241 | .000000 |
| 247 | .002120 | -.012427 | .000000 |
| 248 | -.000204 | -.009851 | .000000 |
| 249 | -.002522 | -.010110 | .000000 |
| 250 | -.004414 | -.012674 | .000000 |

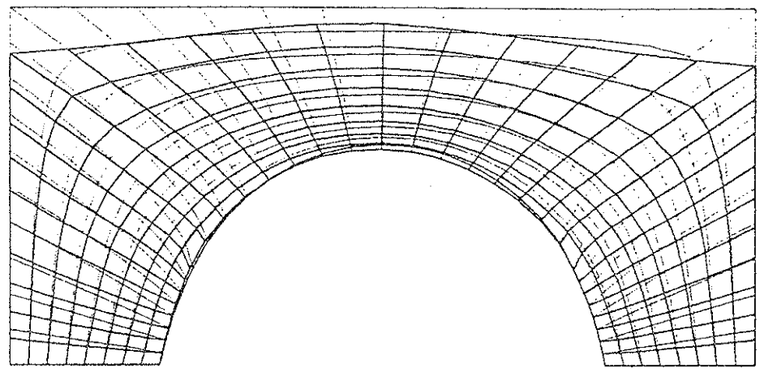
E - 3

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) |
|---|---|---|---|
| 251 | -.005296 | -.016736 | .000000 |
| 252 | -.004993 | -.021143 | .000000 |
| 253 | -.003762 | -.024793 | .000000 |
| 254 | -.002294 | -.027052 | .000000 |
| 255 | -.001343 | -.027379 | .000000 |
| 256 | -.000905 | -.026651 | .000000 |
| 257 | -.000658 | -.025274 | .000000 |
| 258 | -.000483 | -.023368 | .000000 |
| 259 | -.000328 | -.020949 | .000000 |
| 260 | -.000169 | -.017987 | .000000 |
| 261 | -.000009 | -.014432 | .000000 |
| 262 | .000116 | -.010236 | .000000 |
| 263 | .000142 | -.005397 | .000000 |
| 264 | .000000 | .000000 | .000000 |
| | .000000 | .000000 | .000000 |
| | .000000 | -.006392 | .000000 |
| 267 | .000000 | -.012195 | .000000 |
| 268 | .000000 | -.017308 | .000000 |
| 269 | .000000 | -.021732 | .000000 |
| 270 | .000000 | -.025518 | .000000 |
| 271 | .000000 | -.028728 | .000000 |
| 272 | .000000 | -.031404 | .000000 |
| 273 | .000000 | -.033588 | .000000 |
| 274 | .000000 | -.035376 | .000000 |
| 275 | .000000 | -.036952 | .000000 |
| 276 | .003794 | -.033113 | .000000 |
| 277 | .006137 | -.028891 | .000000 |
| 278 | .007086 | -.023542 | .000000 |
| 279 | .006180 | -.018047 | .000000 |
| 280 | .003725 | -.013706 | .000000 |
| 281 | .000297 | -.010326 | .000000 |
| 282 | -.003408 | -.010825 | .000000 |
| 283 | -.006149 | -.013952 | .000000 |
| | -.007136 | -.018679 | .000000 |
| | -.006100 | -.023448 | .000000 |
| 286 | -.003586 | -.027014 | .000000 |
| 287 | .000000 | -.029672 | .000000 |
| 288 | .000000 | -.029116 | .000000 |
| 289 | .000000 | -.028210 | .000000 |
| 290 | .000000 | -.026829 | .000000 |
| 291 | .000000 | -.024917 | .000000 |
| 292 | .000000 | -.022448 | .000000 |
| 293 | .000000 | -.019377 | .000000 |
| 294 | .000000 | -.015636 | .000000 |
| 295 | .000000 | -.011156 | .000000 |
| 296 | .000000 | -.005917 | .000000 |
| 297 | .000000 | .000000 | .000000 |

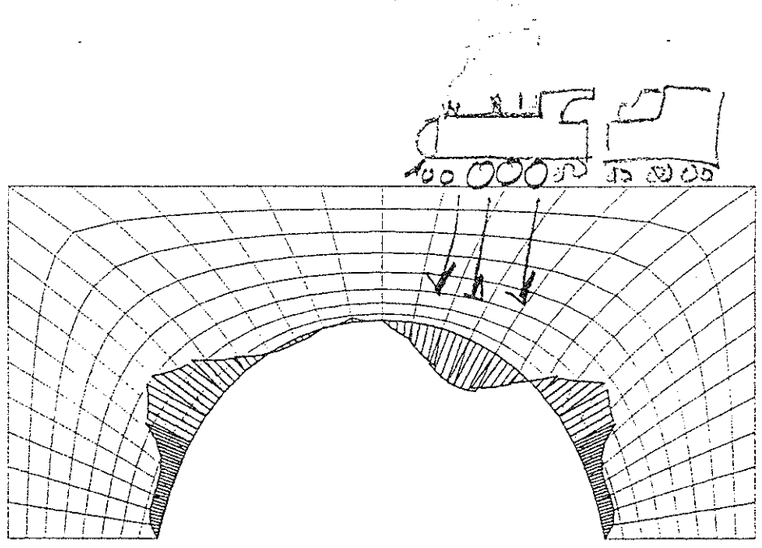





E-3
DEFORMED
SHAPE
LOAD 1

MINIMA
X -.7136E-02
Y .0000E+00
Z -.3695E-01
MAXIMA
X .7086E-02
Y .0000E+00
Z .6058E-04

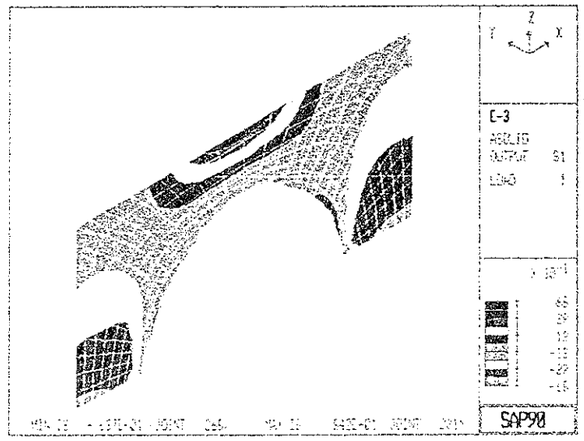
SAP90

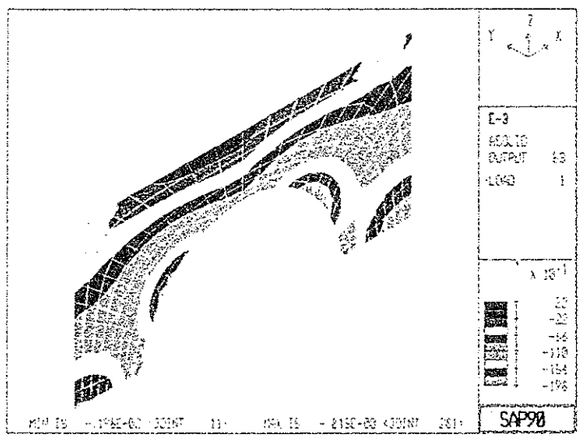



E-3
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 1

MIN < 123>
-.4716E+01
AT 1.01
MAX < 113>
.3510E+01
AT 1.01

SAP90








E - 3

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

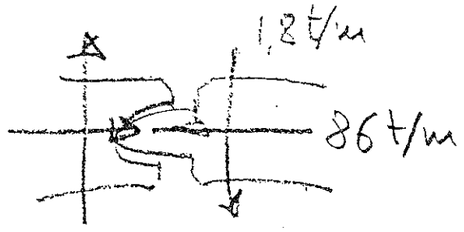
| ELT ID | LOAD COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -163.839 | | | |
| | | .000 | -1.830 | .000 | | | | |
| | | .423 | -1.922 | -.793 | | | | |
| | | .423 | | | -163.426 | | | |
| 102 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -161.711 | | | |
| | | .000 | -.584 | -.793 | | | | |
| | | .425 | -.689 | -1.064 | | | | |
| | | .425 | | | -161.299 | | | |
| 103 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -159.176 | | | |
| | | .000 | -.013 | -1.064 | | | | |
| | | .425 | -.130 | -1.094 | | | | |
| | | .425 | | | -158.767 | | | |
| 104 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -156.184 | | | |
| | | .000 | .136 | -1.094 | | | | |
| | | .425 | .007 | -1.064 | | | | |
| | | .425 | | | -155.779 | | | |
| 105 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -152.811 | | | |
| | | .000 | -.077 | -1.064 | | | | |
| | | .425 | -.218 | -1.126 | | | | |
| | | .425 | | | -152.410 | | | |
| 106 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -149.116 | | | |
| | | .000 | -.610 | -1.126 | | | | |
| | | .425 | -.762 | -1.418 | | | | |
| | | .425 | | | -148.719 | | | |
| 107 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -145.147 | | | |
| | | .000 | -1.467 | -1.418 | | | | |
| | | .425 | -1.631 | -2.077 | | | | |
| | | .425 | | | -144.755 | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -140.926 | | | |
| | | .000 | -2.690 | -2.077 | | | | |
| | | .425 | -2.866 | -3.259 | | | | |
| | | .425 | | | -140.538 | | | |
| 109 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -133.505 | | | |

047

E - 3

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 | -.512 | -3.259 | | | | |
| | | 1.015 | -1.009 | -4.030 | | | | |
| | | 1.015 | | | -132.620 | | | |
| 110 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -122.117 | | | |
| | | .000 | 2.594 | -4.030 | | | | |
| | | 1.015 | 1.978 | -1.711 | | | | |
| | | 1.015 | | | -121.311 | | | |
| 111 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -111.251 | | | |
| | | .000 | 3.172 | -1.711 | | | | |
| | | 1.015 | 2.448 | 1.140 | | | | |
| | | 1.015 | | | -110.539 | | | |
| 112 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -101.961 | | | |
| | | .000 | 2.295 | 1.140 | | | | |
| | | 1.015 | 1.479 | 3.054 | | | | |
| | | 1.015 | | | -101.358 | | | |
| 113 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -94.848 | | | |
| | | .000 | .895 | 3.054 | | | | |
| | | 1.015 | .002 | 3.510 | | | | |
| | | 1.015 | | | -94.367 | | | |
| 114 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -90.047 | | | |
| | | .000 | -.318 | 3.510 | | | | |
| | | 1.015 | -1.270 | 2.704 | | | | |
| | | 1.015 | | | -89.696 | | | |
| 115 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -87.333 | | | |
| | | .000 | -.920 | 2.704 | | | | |
| | | 1.015 | -1.912 | 1.268 | | | | |
| | | 1.015 | | | -87.120 | | | |
| 116 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -86.294 | | | |
| | | .000 | .744 | 1.268 | | | | |
| | | 1.015 | -1.756 | .000 | | | | |
| | | 1.015 | | | -86.222 | | | |
| 117 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -86.571 | | | |
| | | .000 | .186 | .000 | | | | |
| | | .187 | .000 | .017 | | | | |
| | | 1.015 | -.826 | -.324 | | | | |




$\gamma = \arctg \frac{1,8}{86} = 1°$ ✓



04

E - 3

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.015 | | | -86.642 | | | |
| 118 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -87.958 | | | |
| | | .000 | .778 | -.324 | | | | |
| | | .796 | .000 | -.015 | | | | |
| | | 1.015 | -.214 | -.038 | | | | |
| | | 1.015 | | | -88.172 | | | |
| 119 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -90.515 | | | |
| | | .000 | .793 | -.038 | | | | |
| | | .846 | .000 | .297 | | | | |
| | | 1.015 | -.158 | .284 | | | | |
| | | 1.015 | | | -90.866 | | | |
| 120 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -94.573 | | | |
| | | .000 | .160 | .284 | | | | |
| | | .182 | .000 | .298 | | | | |
| | | 1.015 | -.733 | -.007 | | | | |
| | | 1.015 | | | -95.054 | | | |
| 121 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -100.436 | | | |
| | | .000 | -.845 | -.007 | | | | |
| | | 1.015 | -1.661 | -1.278 | | | | |
| | | 1.015 | | | -101.038 | | | |
| 122 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -108.125 | | | |
| | | .000 | -1.578 | -1.278 | | | | |
| | | 1.015 | -2.302 | -3.246 | | | | |
| | | 1.015 | | | -108.836 | | | |
| 123 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -117.223 | | | |
| | | .000 | -1.141 | -3.246 | | | | |
| | | 1.015 | -1.757 | -4.716 | | | | |
| | | 1.015 | | | -118.029 | | | |
| 124 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -126.859 | | | |
| | | .000 | 1.498 | -4.716 | | | | |
| | | 1.015 | 1.001 | -3.449 | | | | |
| | | 1.015 | | | -127.743 | | | |
| 125 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -133.741 | | | |
| | | .000 | 3.069 | -3.449 | | | | |
| | | .425 | 2.894 | -2.180 | | | | |

Se desprenden del cálculo flexiones muy bajas. Hay que destacar que la bóveda es antifunicular. El cálculo convencional "barato" ha dado flexiones del orden de 8 Tm/m.

Las gráficas de tensiones en el terreno dan tracciones del orden de $S1 \simeq 0,5$ Kp/cm², irreales, aunque si tenemos con este cálculo una orientación favorable sobre la bondad del cálculo.

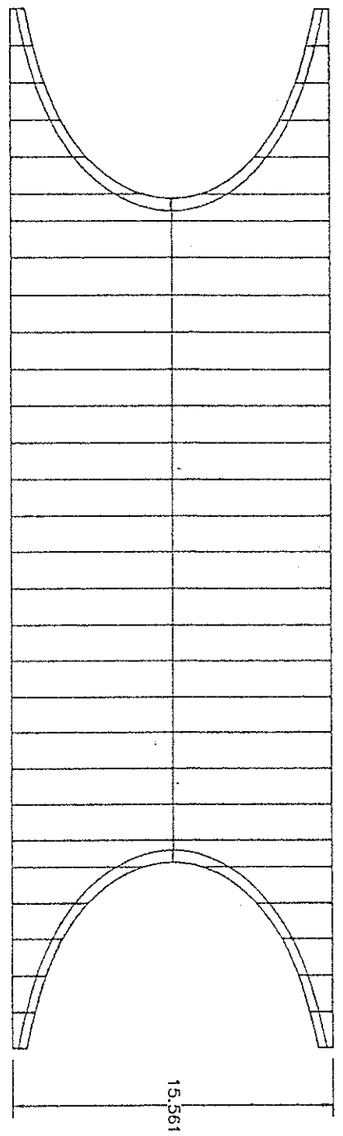
S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
PROGRAM:SAP90/FILE:E-3.F3F

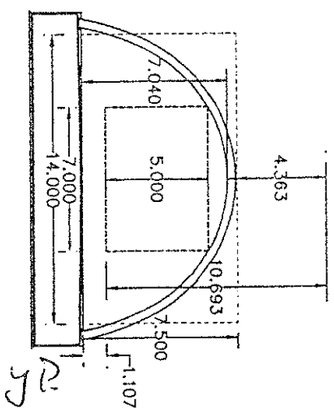
E - 3

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

| | LOAD | DIST | 1-2 PLANE | | AXIAL | 1-3 PLANE | | AXIAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ID | COND | END | SHEAR | MOMENT | FORCE | SHEAR | MOMENT | TORQ |
| | | | .425 | | | -134.128 | | | |
| 126 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -137.426 | | | |
| | | | .000 | 1.803 | -2.180 | | | | |
| | | | .425 | 1.639 | -1.449 | | | | |
| | | | .425 | | | -137.818 | | | |
| 127 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -140.895 | | | |
| | | | .000 | .889 | -1.449 | | | | |
| | | | .425 | .737 | -1.103 | | | | |
| | | | .425 | | | -141.292 | | | |
| 128 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -144.129 | | | |
| | | | .000 | .297 | -1.103 | | | | |
| | | | .425 | .156 | -1.007 | | | | |
| | | | .425 | | | -144.530 | | | |
| | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -147.078 | | | |
| | | | .000 | .025 | -1.007 | | | | |
| | | | .082 | .000 | -1.006 | | | | |
| | | | .425 | -.104 | -1.023 | | | | |
| | | | .425 | | | -147.483 | | | |
| 130 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -149.684 | | | |
| | | | .000 | .117 | -1.023 | | | | |
| | | | .425 | .000 | -.998 | | | | |
| | | | .425 | | | -150.093 | | | |
| 131 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -151.871 | | | |
| | | | .000 | .634 | -.998 | | | | |
| | | | .425 | .529 | -.751 | | | | |
| | | | .425 | | | -152.283 | | | |
| 132 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -153.681 | | | |
| | | | .000 | 1.822 | -.751 | | | | |
| | | | .423 | 1.730 | .000 | | | | |
| | | | .423 | | | -154.094 | | | |





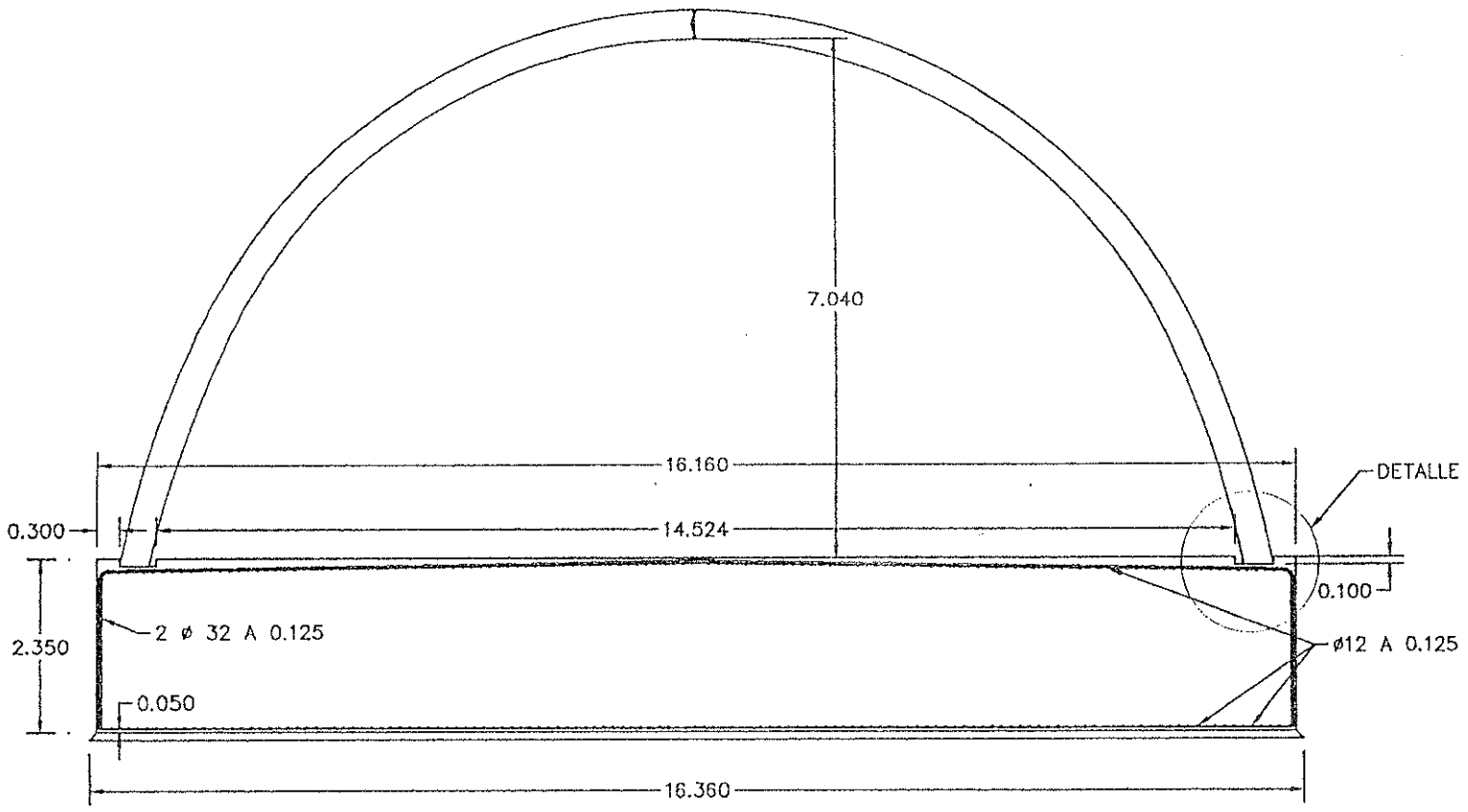

SUBTRAMO IA. E - 3
COMPOSICION
ESCALA 1:300

| EJECUCION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ACERO | HORMIGON | | | | |
| DAÑOS MEDIOS | BARRAS CORRUGADAS | EN ALZADOS | H - 300 | AEH 500 | |
| | | EN ZAPATAS | H - 250 | H - 125 | LIMPIEZA Y NIVELACION |
| NORMAL | | | | REDUCIDO | NIVEL |
| $\gamma_f$ = 1.60 | $\gamma_s$ = 1.15 | | $\gamma_c$ = 1.50 | $\gamma_c$ = 1.80 | COEFICIENTE |

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

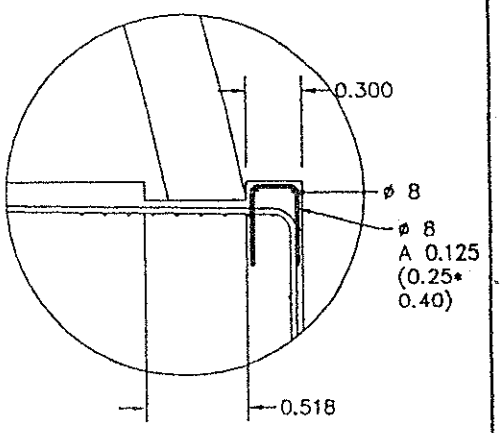
052

SUBTRAMO TA DE CALATAYUD-NICLA. E – 3
ZAPATA DE PIEZAS BIAPOYADAS
ESCALA 1:100

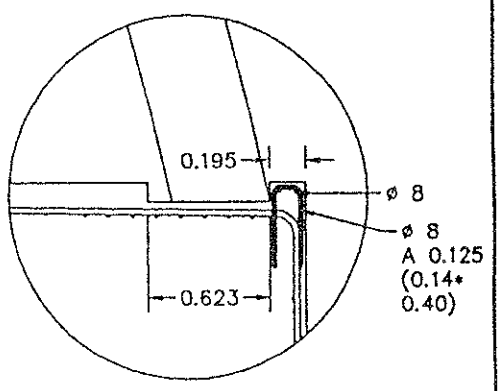



DETALLE
ESCALA 1:40

DOVELAS COMPLETAS



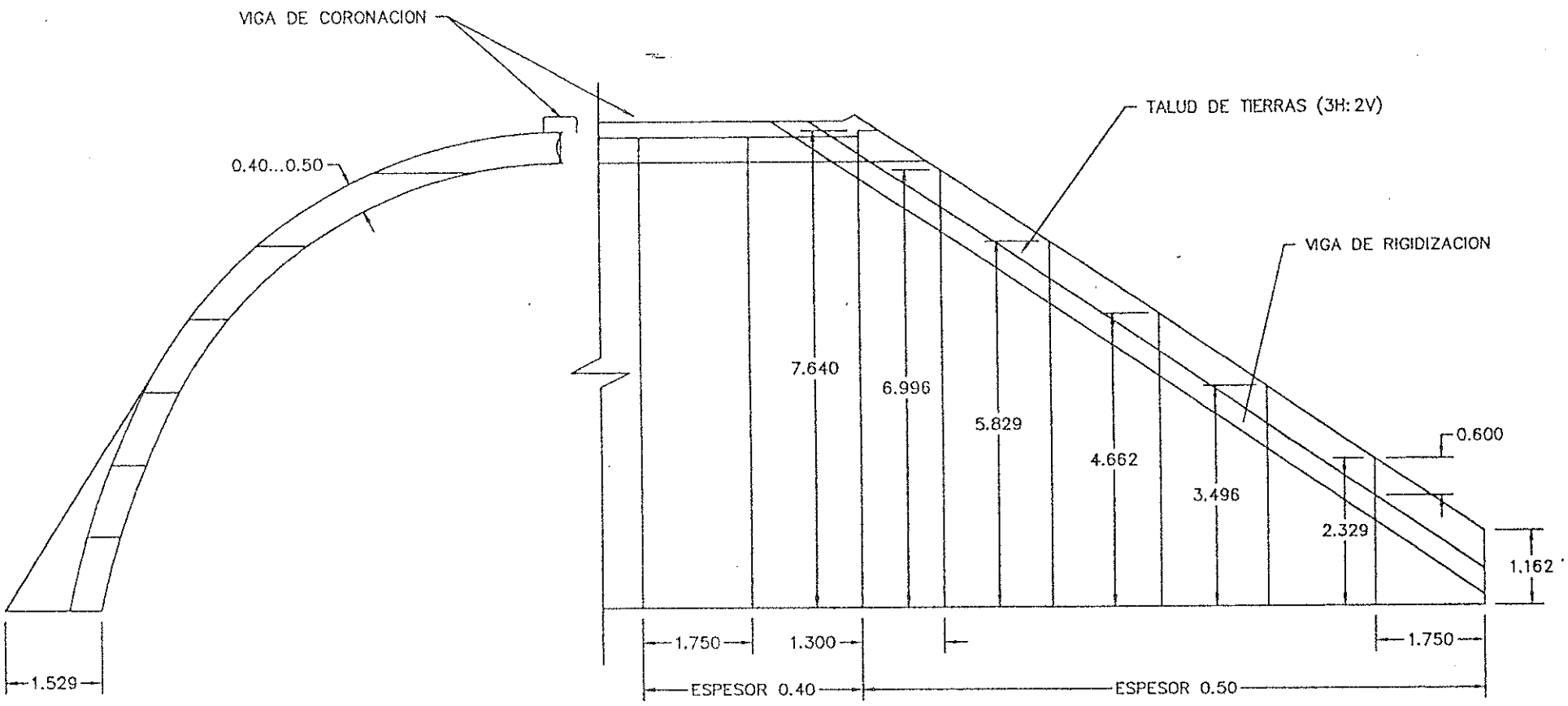

DOVELA DE TRANSICION




295

051

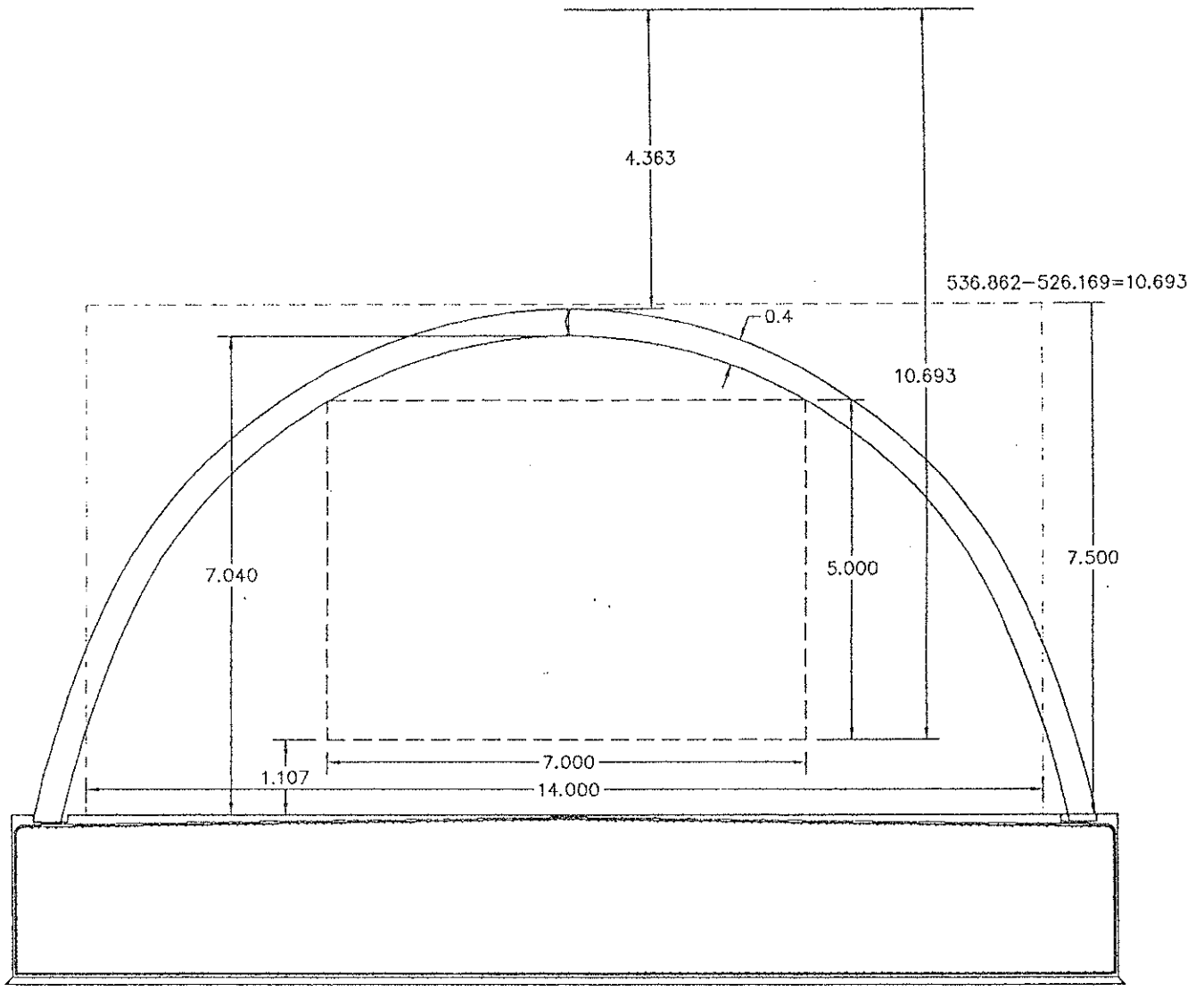
E – 3
COMPOSICION DEL PICO DE FLAUTA
PENDIENTE: 3H: 2V
ESCALA 1:100




ESPESOR 0.40 EN DOVELAS COMPLETAS
ESPESOR 0.50 EN DOVELA DE TRANSICION
PATA DE ELEFANTE + ESPESOR 0.50 EN MENSULAS 1 Y 2
ESPESOR 0.50 EN MENSULAS 3 A 5

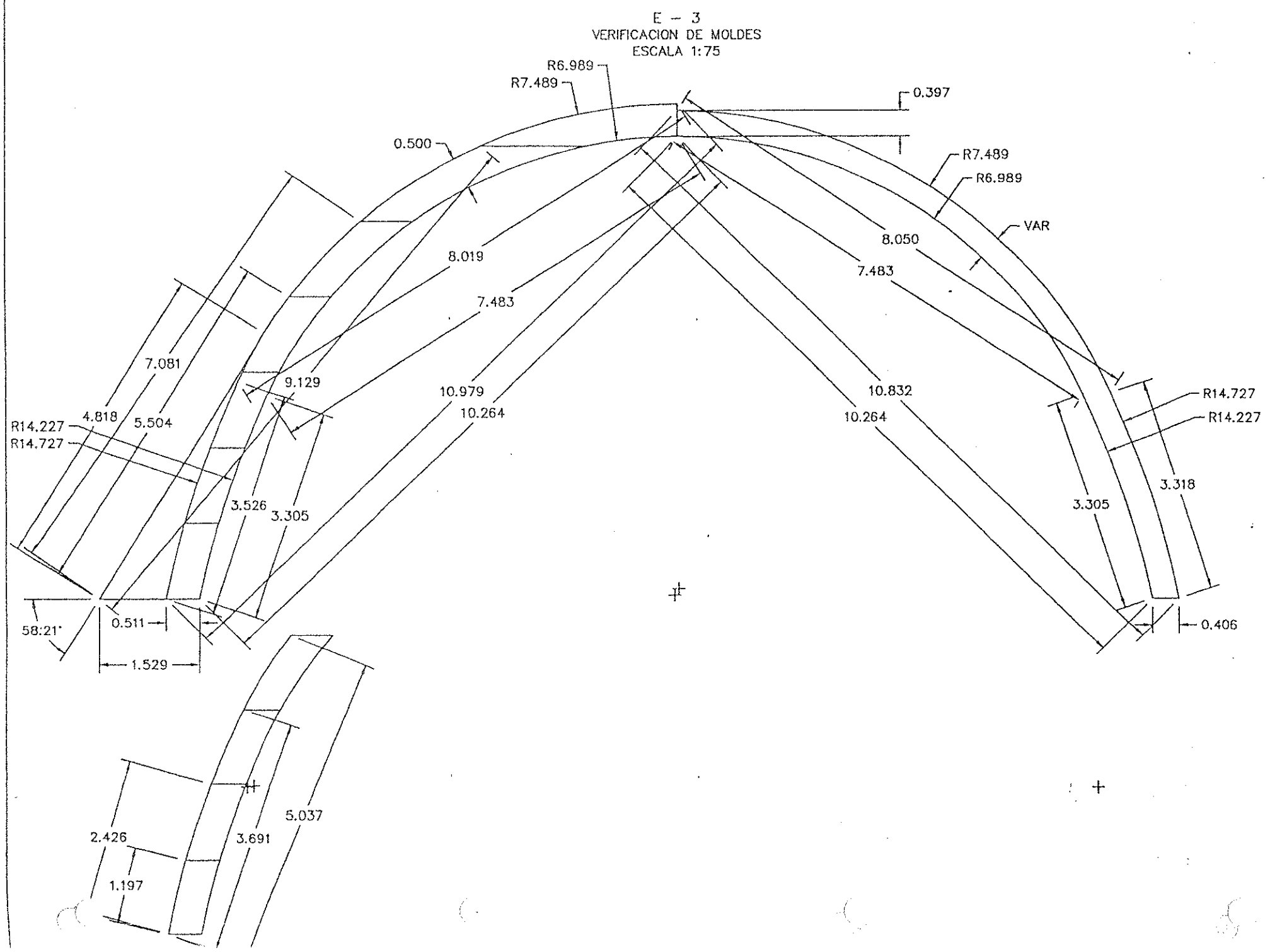
LAS MENSULAS 1 Y 2 LLEVAN ZAPATA DE CANTO 0.90;
LAS MENSULAS 3 A 5 LLEVAN ZAPATA DE CANTO 0.60.

SUBTRAMO TA: E – 3
REPLANTEO DE COTAS
ESCALA 1:100

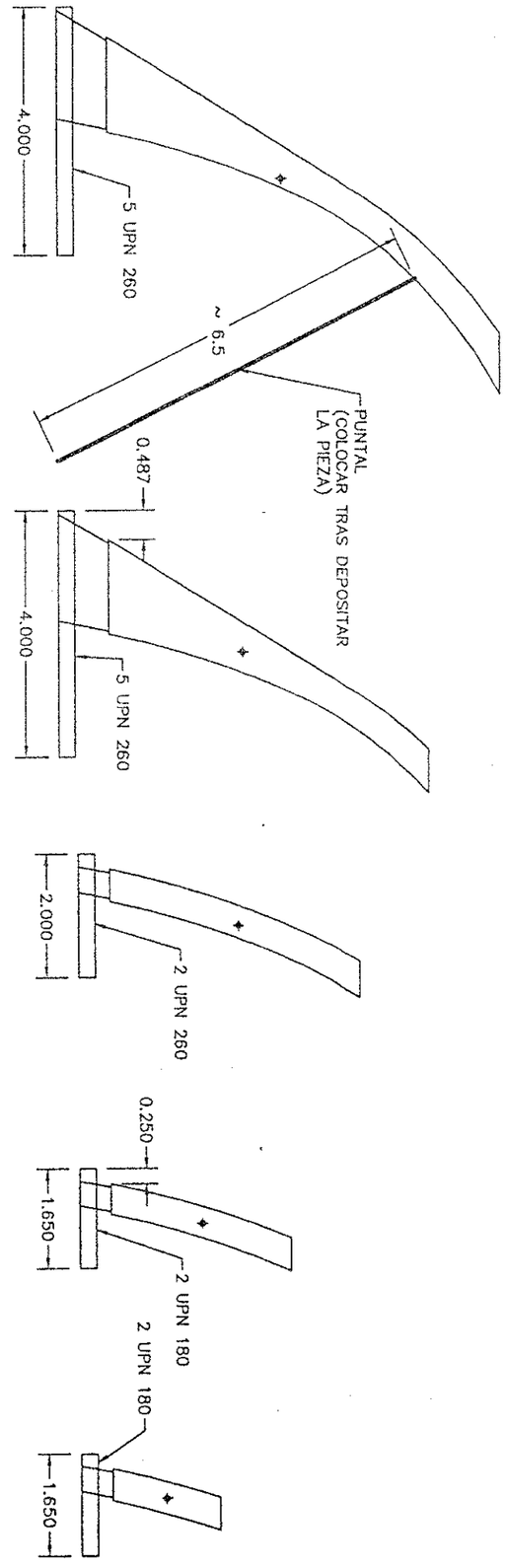





E – 3
VERIFICACION DE MOLDES
ESCALA 1:75



E – 3
MENSULAS DEL PICO DE FLAUTA
SOSTENIMIENTO Y ARMADO
ESCALA 1:100



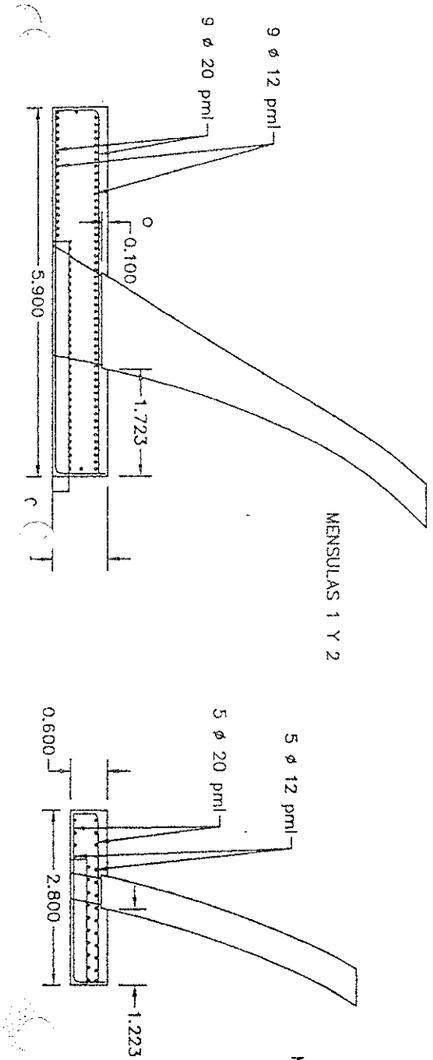

MENSULA 1
5 ø 32 + 8 ø 25 (TIERRAS)
5 ø 32 + 6 ø 12 (PASO)

MENSULA 2
5 ø 32 + 6 ø 25 (TIERRAS)
5 ø 32 + 6 ø 12 (PASO)

MENSULA 3
2 ø 32 + 9 ø 20 (TIERRAS)
2 ø 32 + 9 ø 12 (PASO)

MENSULA 4
2 ø 32 + 9 ø 20 (TIERRAS)
2 ø 32 + 9 ø 12 (PASO)

MENSULA 5
2 ø 25 + 5 ø 16 (TIERRAS)
2 ø 25 + 5 ø 12 (PASO)




MENSULAS 1 Y 2

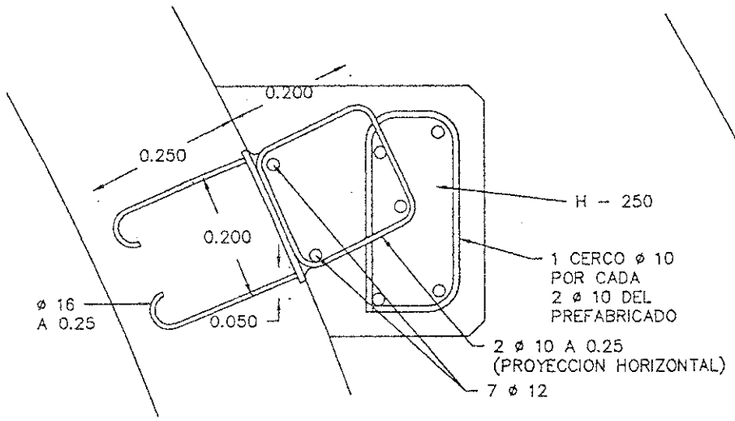
MENSULAS 3 A 5

EL PUNTAL SE COLOCA PARA DAR MAS SEGURIDAD A LA MENSULA MAS ALTA.
NO SE COLOCARA ANTES DE QUE ADQUIERA SU CAIDA NATURAL.
EL EXTREMO SOBRANTE DE UPN POR FUERA DE LA ZAPATA SE PUEDE CORTAR TRAS EL ENDURECIMIENTO DEL HORMIGON DE LA ZAPATA.

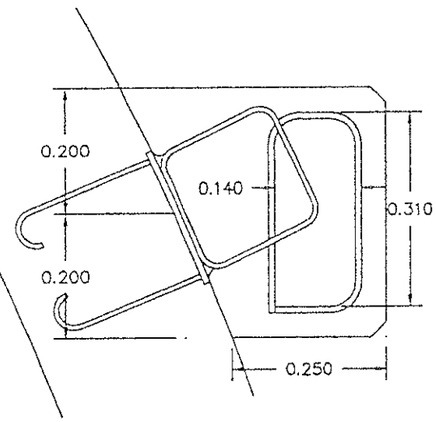


VIGAS AUXILIARES
SIN ESCALA

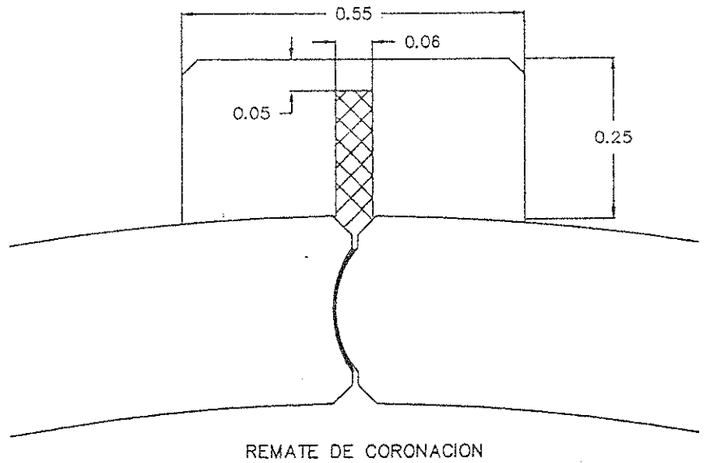
REMATE DE BASE DE CUNETA
ARMADO



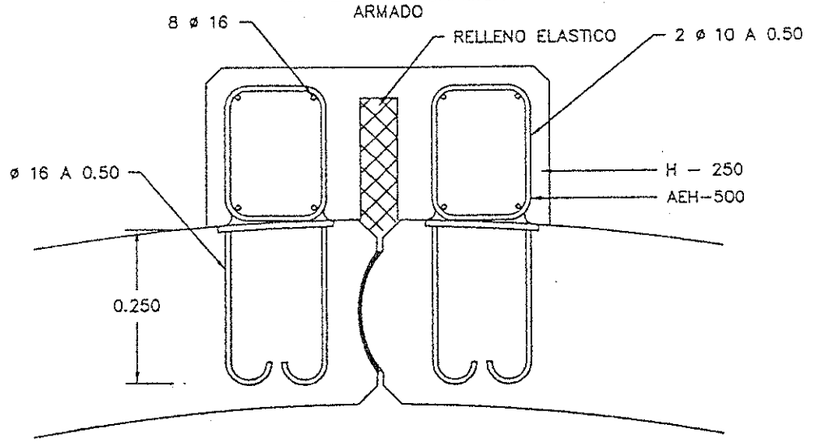

REMATE DE BASE DE CUNETA
GEOMETRIA




REMATE DE CORONACION
GEOMETRIA

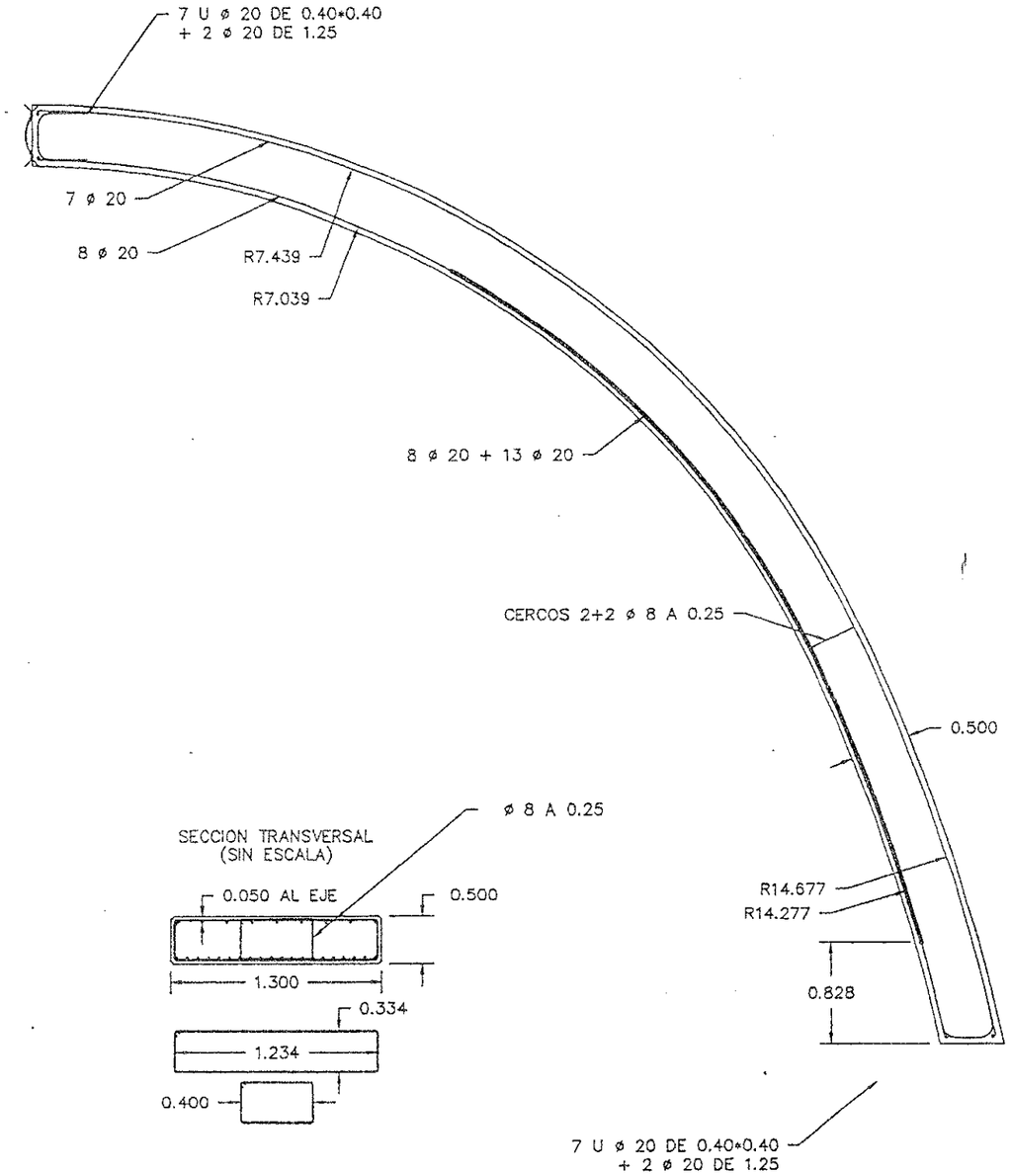



REMATE DE CORONACION
ARMADO



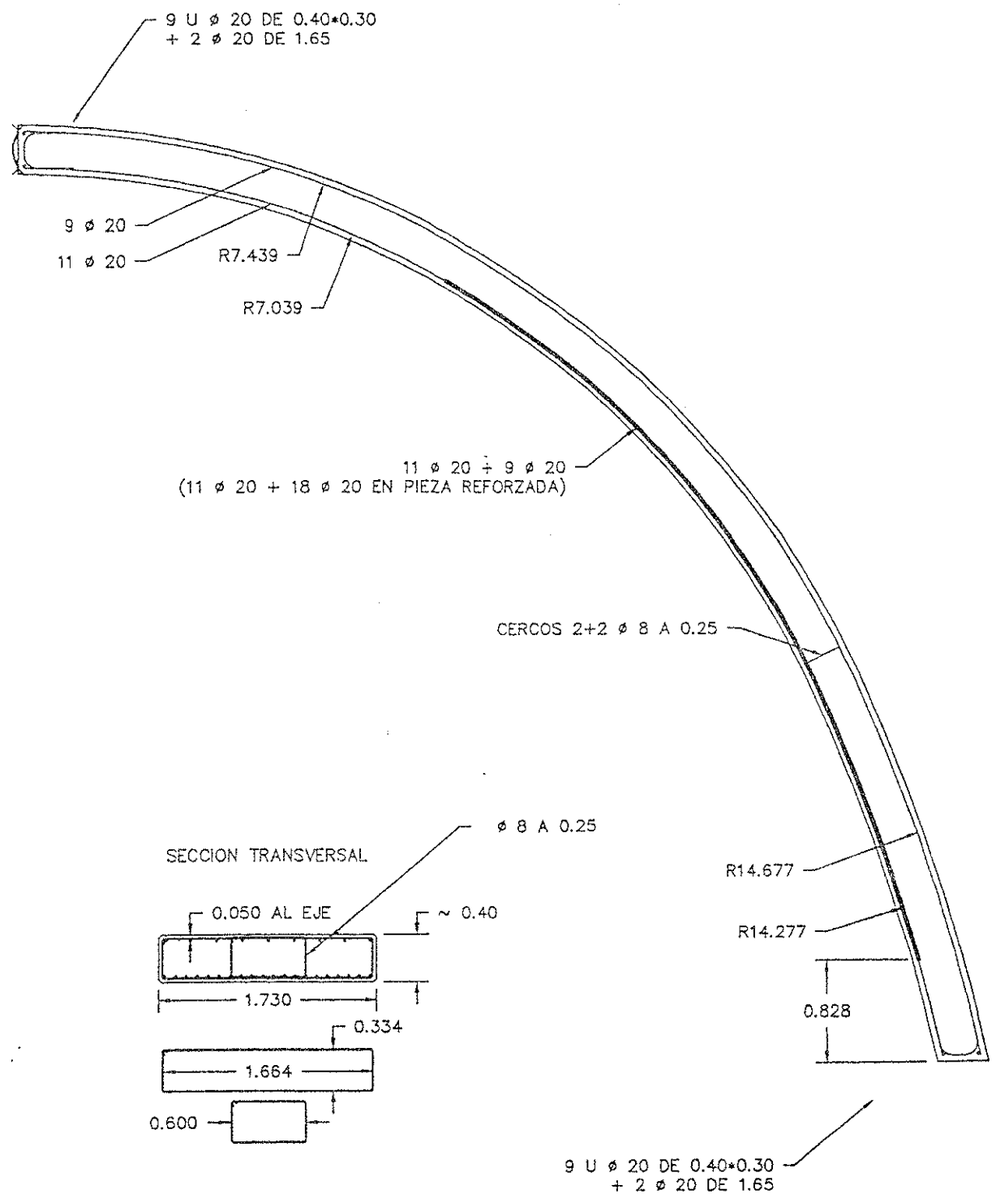

ATENCION: LA DIADEMA (REMATE DE BASE DE CUNETA) QUEDA A 60 cm DE PROFUNDIDAD EN SU CARA SUPERIOR.

E – 3
ARMADO DE DOVELAS DE TRANSICION
ESCALA 1:50






E – 3
ARMADO DE PIEZAS COMPLETAS
ESCALA 1:50



RMADO PICO DE FLAUTA E-3

uponemos modulación constante 1.75000000
estamos 5 cm a todas las barras

| DO BA. | ALTURA (m) | INTERIOR (L.PASO) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) | EXTERIOR (L.TIERRA) FI (mm) | HAST (m) | CLAVE (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TR 1 | 7.722 | 2·20 | 3.285 | 7.874 | 20 | 3.463 | 8.326 |
| TR 2 | 7.600 | 20 | 3.285 | 7.874 | 20 | 3.463 | 8.326 |
| TR 3 | 7.478 | 20 | 3.285 | 7.874 | 20 | 3.463 | 7.072 |
| TR 4 | 7.355 | 20 | 3.285 | 7.874 | 20 | 3.463 | 6.493 |
| TR 5 | 7.233 | 20 | 3.285 | 7.874 | 20 | 3.463 | 6.053 |
| TR 6 | 7.111 | 20 | 3.285 | 6.860 | 20 | 3.463 | 5.682 |
| TR 7 | 6.989 | 20 | 3.285 | 6.227 | 20 | 3.463 | 5.355 |
| + 13 REFUERZOS FI 20 | | | | | | | |
| 1 1 | 6.922 | 12 | 3.285 | 6.006 | 2·25 | 4.75-R | 4.380 |
| 1 2 | 6.812 | 32 | 3.285 | 5.637 | 32 | 4.75-R | 4.124 |
| 1 3 | 6.702 | 32 | 3.285 | 5.318 | 32 | 4.75-R | 3.884 |
| 1 4 | 6.592 | 12 | 3.285 | 5.032 | 2·25 | 4.75-R | 3.658 |
| 1 5 | 6.482 | 32 | 3.285 | 4.770 | 32 | 4.75-R | 3.444 |
| 1 | 6.372 | 12 | 3.285 | 4.527 | 25 | 4.75-R | 3.239 |
| 1 | .262 | 12 | 3.285 | 4.299 | 25 | 4.75-R | 3.042 |
| 1 8 | .152 | 12 | 3.285 | 4.083 | 25 | 4.75-R | 2.853 |
| 1 9 | 6.042 | 32 | 3.285 | 3.877 | 32 | 4.75-R | 2.670 |
| 1 10 | 5.932 | 32 | 3.285 | 3.680 | 32 | 4.75-R | 2.492 |
| 1 11 | 5.822 | 12 | 3.285 | 3.491 | 25 | 4.75-R | 2.320 |
| 2 1 | 5.755 | 12 | 3.285 | 3.380 | 20 | 4.75-R | 2.218 |
| 2 2 | 5.645 | 32 | 3.285 | 3.201 | 32 | 4.75-R | 2.052 |
| 2 3 | 5.535 | 32 | 3.285 | 3.028 | 32 | 4.75-R | 1.891 |
| 2 4 | 5.425 | 12 | 3.285 | 2.859 | 20 | 4.75-R | 1.734 |
| 2 5 | 5.315 | 32 | 3.285 | 2.695 | 32 | 4.75-R | 1.579 |
| 2 6 | 5.205 | 12 | 3.285 | 2.535 | 20 | 4.75-R | 1.428 |
| 2 7 | 5.095 | 12 | 3.285 | 2.379 | 20 | 4.75-R | 1.279 |
| 2 8 | 4.985 | 12 | 3.285 | 2.226 | 20 | 4.75-R | 1.133 |
| 2 9 | 4.875 | 32 | 3.285 | 2.076 | 32 | 4.75-R | 0.990 |
| 2 10 | 4.765 | 32 | 3.285 | 1.929 | 32 | 4.75-R | 0.848 |
| 2 11 | 4.655 | 12 | 3.285 | 1.785 | 20 | 4.75-R | 0.709 |
| 3 | 4.589 | 12 | 3.285 | 1.699 | 20 | 3.463 | 1.476 |
| 3 | .479 | 32 | 3.285 | 1.558 | 32 | 3.463 | 1.340 |
| 3 3 | 4.369 | 12 | 3.285 | 1.420 | 20 | 3.463 | 1.205 |
| 3 4 | 4.259 | 12 | 3.285 | 1.283 | 20 | 3.463 | 1.072 |
| 3 5 | 4.149 | 12 | 3.285 | 1.149 | 20 | 3.463 | 0.941 |
| 3 6 | 4.039 | 12 | 3.285 | 1.016 | 20 | 3.463 | 0.812 |
| 3 7 | 3.929 | 12 | 3.285 | 0.885 | 20 | 3.463 | 0.683 |
| 3 8 | 3.819 | 12 | 3.285 | 0.755 | 20 | 3.463 | 0.556 |
| 3 9 | 3.709 | 12 | 3.285 | 0.627 | 20 | 3.463 | 0.430 |
| 3 10 | 3.599 | 32 | 3.285 | 0.500 | 32 | 3.463 | 0.306 |
| 3 11 | 3.489 | 12 | 3.285 | 0.375 | 20 | 3.463 | 0.182 |
| 4 1 | 3.422 | 12 | 3.285 | 0.299 | 20 | 3.463 | 0.108 |
| 4 2 | 3.312 | 32 | 3.285 | 0.175 | 32 | 3.448 | 0.000 |
| 4 3 | 3.202 | 12 | 3.285 | 0.053 | 20 | 3.327 | 0.000 |
| 4 4 | 3.092 | 12 | 3.216 | 0.000 | 20 | 3.206 | 0.000 |
| 4 5 | 2.982 | 12 | 3.095 | 0.000 | 20 | 3.086 | 0.000 |
| 4 6 | 2.872 | 12 | 2.975 | 0.000 | 20 | 2.966 | 0.000 |
| 4 7 | 2.762 | 12 | 2.854 | 0.000 | 20 | 2.846 | 0.000 |
| 4 | 2.652 | 12 | 2.735 | 0.000 | 20 | 2.727 | 0.000 |
| 4 | .542 | 12 | 2.615 | 0.000 | 20 | 2.608 | 0.000 |
| 4 10 | 2.432 | 32 | 2.496 | 0.000 | 32 | 2.490 | 0.000 |
| 4 11 | 2.322 | 12 | 2.378 | 0.000 | 20 | 2.372 | 0.000 |
| 5 1 | 2.255 | 12 | 2.306 | 0.000 | 16 | 2.300 | 0.000 |
| 5 2 | 2.145 | 25 | 2.188 | 0.000 | 25 | 2.183 | 0.000 |
| 5 3 | 2.035 | -- | 2.071 | 0.000 | -- | 2.066 | 0.000 |
| 5 4 | 1.925 | 12 | 1.954 | 0.000 | 16 | 1.949 | 0.000 |
| 5 5 | 1.815 | -- | 1.837 | 0.000 | -- | 1.833 | 0.000 |
| 5 6 | 1.705 | 12 | 1.720 | 0.000 | 16 | 1.717 | 0.000 |
| 5 7 | 1.595 | -- | 1.604 | 0.000 | -- | 1.601 | 0.000 |
| 5 8 | 1.485 | 12 | 1.488 | 0.000 | 16 | 1.485 | 0.000 |
| 5 9 | 1.375 | -- | 1.373 | 0.000 | -- | 1.370 | 0.000 |
| 5 10 | 1.265 | 25 | 1.257 | 0.000 | 25 | 1.255 | 0.000 |
| 5 11 | 1.155 | 12 | 1.142 | 0.000 | 16 | 1.140 | 0.000 |

| DOVELA | CERCOS DOBLES | CERCOS SIMPLES | FI (mm) |
|---|---|---|---|
| TR | 39 | 6 | 8 |
| 1 | 28 | 5 | 8 |
| 2 | 21 | 4 | 8 |
| 3 | 15 | 4 | 8 |
| 4 | 10 | 3 | 8 |
| 5 | 5 | 3 | 8 |

# *Apéndice 5. Estructura E-4*

# APENDICE 5: DOCUMENTOS DE PROYECTO DE E-4

**A4.1 INFORMES SOBRE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.**

**A4.2 CÁLCULOS.**

MEMORIA DE CALCULO

RESULTADO DE ORDENADOR

CÁLCULO DE ESTRIBOS Y PILAS

- CÁLCULO ESTRIBO

FUSTE: MEMORIA DE CALCULO

RESULTADO DE ORDENADOR

# E-4: INFORMES SOBRE LA SOLUCION ADOPTADA

# U.T.E. CALATAYUD

## ESTRUCTURA E-4: PASO SUPERIOR DE CAMINO EN P.K. 4+19,435

U.T.E. CALATAYUD
ESTRUCTURA E-4: PASO SUPERIOR DE CAMINO EN P.K. 4+19,435

SOLUCION PROPUESTA

El conjunto consta de un tablero isostático de tres vanos, uno central de 25,00 m. y dos laterales de 15,00 m., formado por dos vigas artesa de 90 cm. de canto, losa de 7,60 m. de anchura, 0,25 m. de espesor, con aceras de 1,30 m. de anchura, defensas, etc. Las pilas intermedias están formadas mediante sendos soportes octogonales, prefabricados, totalmente exentos, en los que se apoya cada una de las vigas. Su cimentación es directa mediante zapata construida in situ, a la cual se empotra mediante su armadura longitudinal, embutida en una serie de vainas, dejadas al efecto, rellenas de mortero especial sin retracción.

Los estribos son convencionales, hormigonados in situ y equipados de aletas superiores en el trasdós, paralelas al eje.

CALCULO ESTRUCTURAL

TABLERO

Las vigas se tesan para obtener en el conjunto un pretensado clase II: admisión de cierto riesgo de fisuración en condiciones extremas. Se calcula el espectro de esfuerzos derivado de contemplar todas las solicitaciones estipuladas por la Instrucción EP-93, alcanzándose un abanico tensional que va desde 233 kp/cm2 de compresión a -21 kp/cm2 de tracción, ambas en casos extremos y con solicitaciones instantáneas.

Se efectua un cálculo del estado último en rotura, según EP-93, momento máximo en rotura y por comparación con el máximo momento exterior se obtiene el coeficiente de seguridad, que en ambos vanos está por encima de 1,7. También se analizan los esfuerzos cortantes, momentos torsores y en base a los mismos, efectuando un cálculo sistemático en una sucesión de secciones se calcula al armadura transversal y de conexión.

PILAS INTERMEDIAS

El cálculo efectuado está muy sistematizado y prolífico, como cabe esperar de un elemento de fabricación sistematizada en taller. Una comprobación de la armadura propuesta, partiendo de los esfuerzos evaluados, muestra que ésta está del lado de la seguridad.

La zapata transmite al terreno una tensión máxima de 4 kp/cm2, que se considera admisible.

ESTRIBO

Está calculado teniendo en cuenta las cargas procedentes del tablero así como las solicitaciones producidas por el empuje de tierras, tanto con el terraplén vacío como cargado. Las tensiones sobre el terreno, en condiciones extremas alcanzan los 3 kp/cm2.

En todos los casos se cumplen ampliamente las condiciones de vuelco y deslizamiento.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Dada la simplicidad de la estructura, ésta se debe construir con facilidad. Como es habitual en este tipo de obras es recomendable cuidar la construcción de apoyos, juntas de estribos y continuidad de tableros.

CONCLUSION

La estructura propuesta está proyectada y calculada según la normativa vigente y es constructivamente correcta.

Madrid, 24 de Abril de 1.998

Fdo: GREGORIO LOMBARDO MALDONADO

# CALCULOS E-4

INDICE


| | |
|---|---|
| MEMORIA DE CALCULO | 3 |
| RESULTADO DE ORDENADOR | 7 |
| CALCULO ESTRIBOS Y PILA | 34 |
| CALCULO ESTRIBO | 35 |
| FUSTE: MEMORIA DE CALCULO | 44 |
| RESULTADO DE ORDENADOR | 45 |

ESTRUCTURA E - 4

# Prainsa

PREFABRICADOS DE HORMIGON

307

Prainsa

TABLEROS DE VIGAS CON LOSA SUPERIOR

MEMORIA DE CALCULO

Empresa: U.T.E. CALATAYUD I - A
Obra: ESTRUCTURA E 4. PASO SUPERIOR NUMERO 1

## 1. DIMENSIONES

| | | |
|---|---|---|
| - Luz de cálculo (m): | 14.67 | 24.31 |
| - Ancho de tablero (m): | 7.80 | 7.80 |
| - Ancho de aceras (m): | 1.30 | 1.30 |
| - Número de vigas: | 2.00 | 2.00 |
| - Canto de vigas (m):: | 0.90 | 0.90 |
| - Canto de losa (m): | 0.25 | 0.25 |

## 2. ACCIONES CONSIDERADAS

### 2.1 Cargas permanentes

El peso propio de vigas y losa superior se deducen por cubicación de éstas, supuesta una densidad del hormigón de 2.5 T/$m^3$.

Además se consideran:

| | |
|---|---|
| Aceras | 500 Kg/m2 |
| Pavimento | 192 Kg/m2 |
| Barandillas | 100 Kg/m. |



Prainsa

### 2.2 Sobrecargas

Se han considerado las acciones previstas en la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras", Orden del M.O.P. del 28.02.72, publicada en el B.O.E. de 18.04.72.

Según dicha Instrucción el tren de cargas se valorará por la acción simultánea de:

a) Una sobrecarga uniforme de 400 Kgf/$m^2$ extendida a toda la superficie a nivel de la calzada o a parte de ella, según sea más desfavorable para el elemento en estudio.

b) Un vehículo de 60t, cuyo eje longitudinal se considerará paralelo al eje de la calzada y formado por seis cargas, de 10t, pudiendo desplazarse en sentido transversal hasta el límite de 0.50 m. de la acera o barrera.

La separación entre cargas en sentido longitudinal será de 1.50 m y en sentido transversal de 2 m.

La superficie de apoyo sobre la que actuará cada carga será de 0.2 m paralelamente al eje del vehículo, por 0.6 m de ancho.

El tren de cargas así definido se extenderá a toda la superficie a nivel de la calzada delimitada por bordillos o barreras independientes de las marcas viales que se fijen.

Para el frenado se toma 1/20 de la sobrecarga total en calzada con un máximo de 18 t (ap. 4.2.1.2) que se considerarán repartidas por igual entre el número total de apoyos.

Como es difícil prever con exactitud en el proyecto los tiempos que transcurrirán entre la fabricación de la viga y colocación de la misma en obra, hormigonado de la losa, introducción de pesos muertos y disposición de juntas de dilatación, así como las características ambientales, se ha optado por considerar unos períodos y unas variables termohigrométricas fijas para todos los puentes con vistas a obtener unos valores de retracción y fluencia que nos dejen del lado de la seguridad.

Los períodos considerados han sido:

Introducción del pretensado: a los 4 días del hormigonado de la viga.
Hormigonado de losa sobre vigas: a los 30 días del hormigonado de la viga.
Colocación de pesos muertos: a los 60 días del hormigonado de la viga.

## 3. CONTROL Y SEGURIDAD

Los niveles de control considerados son los siguientes:

Aceros ..... Normal
Hormigón en vigas prefabricadas ... Intenso
Hormigón "in situ" en losa ..... Normal

De la ejecución:

En vigas prefabricadas ..... Intenso
En losa "in situ" ..... Normal

Se consideran daños previsibles de tipo Medio.



Aunque, como puede apreciarse, la fabricación de las vigas, se efectúa con un control a nivel intenso, no se tiene en cuenta ninguna minoración de los coeficientes de seguridad ara los estados límites últimos, debido a que en la ejecución de la losa "in situ", fundamental en la rotura de la viga, se ha supuesto un nivel normal, quedando así en todo caso, del lado de la seguridad.

Los coeficientes de seguridad adoptados son en consecuencia:

Coeficiente de minoración del acero (armaduras activas y pasivas) $C_s = 1.15$
Coeficiente de minoración del hormigón $C_c = 1.50$
Coeficiente de mayoración de acciones $C_f = 1.60$

## 4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Las características de los materiales empleados son las siguientes:

Hormigón en vigas ..... fck = 425 Kp/cm$^2$
Hormigón en losa ..... fck = 250 Kp/cm$^2$
Armadura activa: Cordón Goliat Super "Stabilized"
Diámetro ..... 0.6 "
Area ..... 1.4 cm$^2$
Límite elástico ..... 17.000 Kp/cm$^2$
Carga de rotura ..... 19.100 Kp/cm$^2$
Armadura pasiva en vigas.... fyk = 5.100 Kp/cm$^2$

Al pretensar las vigas la resistencia mínima del hormigón es de 250 Kp/cm$^2$ o mayor si es necesario.

El acero activo se tensa a una tensión correspondiente al 75 % de la carga de rotura, o sea 14.250 Kg/cm$^2$.

Las tensiones máximas admisibles de compresión son:

Al pretensar, fibra inferior ..... 350/1.6 = 219 Kg/cm$^2$

En carga, tiempo infinito, fibra superior 425/1.6 = 266 Kg/cm$^2$

En carga, tiempo infinito, fibra superior
de losa ..... 250/1.6 = 156 Kg/cm$^2$

El pretensado se calcula en clase II con lo que, prácticamente, las vigas y la losa, considerada en sentido longitudinal, permanecerán comprimidas a lo largo de la vida de servicio del puente, ya que una sobrecarga que produzca los efectos de nuestra Instrucción difícilmente se dará en la realidad.

En consecuencia la máxima tracción que se admite en servicio es de 25 Kp/cm$^2$.

## 5. PROCESO DE CALCULO

### 5.1 Cálculo de Esfuerzos

El cálculo de esfuerzos en vigas se realiza mediante un modelo de emparrillado plano, situándose las sobrecargas en distintas posiciones del tablero y seleccionándose los esfuerzos más desfavorables.

### 5.2 Cálculo del Pretensado

Se realiza en clase II comprobando que, tanto en servicio como en vacio, no se alcanza el estado límite de aparición de fisuras, por tracción o por compresión. Es decir, una vez obtenido el momento máximo de la viga, se determinan las tensiones. La fuerza de pretensado se incrementa hasta que las tensiones en servicio son inferiores a las admisibles, comprobándose a continuación las tensiones en vacio.

### 5.3 Cálculo de la armadura a cortante



El cálculo de la armadura a cortante se realiza ateniéndonos a lo dispuesto en la EP-93. Uno de los datos necesarios para hallar el ángulo de las fisuras es el de la tensión normal en la fibra baricéntrica de la sección, pero como el centro de gravedad de la sección homogeneizada varía al añadirle la losa y varía también según sea el tipo de carga - instantánea o permanente - a considerar, se ha optado por hacer un barrido de fibra neutra quedándonos con la máxima armadura transversal obtenida.

En cuanto a la armadura de cosido entre viga y losa, se admite una tensión rasante entre los dos hormigones de 1.5 Kg/cm$^2$, que absorverá parte del esfuerzo, dejando el resto para ser resistido por el acero.

### 5.4 Seguridad frente a rotura

Se realiza considerando como ley de tensión-deformación en el hormigón la parábola rectángulo y suponiendo un acortamiento unitario de rotura por compresión en el hormigón de 3 por mil siendo 10 por mil el alargamiento unitario máximo en la fibra más traccionada. Siguiendo la ley de "pivoteo" del plano de deformaciones que se indica en la EP-93 se fija la profundidad de la fibra neutra para la cual la resultante de las tensiones coincide con la compresión exterior - nula en nuestro caso - hallando el correspondiente momento generado por las tensiones internas que tendrá que ser mayor que el momento exterior mayorado para que la sección sea válida. En caso de que así no fuera se va incrementando la armadura pasiva inferior hasta igualar al momento exterior mayorado.

El origen de la ley tensión-deformación del acero de pretensado se traslada al punto de alargamiento unitario igual al obtenido en el acero después de pretensar.

### 5.5 Armadura transversal en losa sobre vigas

Prainsa

Los momentos más desfavorables se obtienen mediante suma de los correspondientes al efecto de la flexión general de las barras transversales del emparrillado y al de localizadas entre vigas.

El efecto localizado de las cargas puntuales del carro se resuelve por el método de Westergaard.

Una vez obtenidos los momentos más desfavorables se procede al dimensionamiento de la armadura que se realiza según la Instrucción EH-91.

5.6 Cálculo de los apoyos

A efectos de dimensionamiento de apoyos de neopreno se ha considerado una variación longitudinal lenta del 0.8 por mil, valor deducido a partir de un fluencia y retracción que se empiezan a tener en cuenta desde la colocación de la viga, supuesta un mes después del pretensado. El salto térmico admitido es de 40° C y para el frenado se ha adoptado el valor total preconizado por la Instrucción repartiendo a partes iguales esta fuerza entre el número de apoyos. En cuanto al giro del apoyo no se ha contado con las acciones anteriores a la del peso propio de la losa, ya que admitimos que al colocar la viga el apoyo no tiene ningún giro, cosa que, si los neoprenos son horizontales, nos dejará del lado de la seguridad, debido a la contraflecha de las vigas.

6. CONCLUSION



Prainsa

Los cálculos has sido efectuados conforme a las Instrucciones y Normativas españolas referentes a la materia, actualmente vigentes.

Fundamentalmente se han considerado las siguientes:

-"Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera".

-"Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado" (EH-91)

-"Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado" (EP-93).

El Ingeniero calculista:

Prainsa
PREFABRICADOS PRAINSA E INDUSTRIALES, S.A.

Fdo: Antonio Urrecho Corrales
Ing. Caminos, Canales y Puertos
Colegiado 10410

Prainsa

# ANEJO

# RESULTADO DE ORDENADOR





PROYECTO: ESTRUCTURA E-4 L=15

VIGA: U90

GEOMETRIA DEL TABLERO

ANCHO TOTAL..... 7.60 m ACERA IZQUIERDA. 1.30 m ACERA DERECHA... 1.30 m
CANTO LOSA ..... .25 m CANTO ENCOFRADO. .06 m ENTREGA ENCOF... .08 m

No DE VIGAS..... 2
DISTANCIAS DE EJES DE VIGAS EXTREMAS A BORDE DE TABLERO:
IZQUIERDO... 2.05 m DERECHO... 2.05 m

VIGA: 1
LUZ DE CALCULO.. 14.67 m SITUACION VIGA.. 0.00 m CANTO VIGA..... .90 m
LONGITUD VIGA... 15.27 m

VIGA: 2
LUZ DE CALCULO.. 14.67 m SITUACION VIGA.. 3.50 m CANTO VIGA..... .90 m
LONGITUD VIGA... 15.27 m

SECCION VIGA SIMPLE

| Trapecio | Base inferior | Base superior | Altura |
|---|---|---|---|
| INF.No. 1 | 1.760 | 1.808 | .020 |
| No. 2 | 1.808 | 1.896 | .220 |
| No. 3 | .400 | .300 | .050 |
| No. 4 | .300 | .300 | .290 |
| No. 5 | .300 | .538 | .120 |
| No. 6 | .538 | 1.168 | .130 |
| SUP.No. 7 | 1.168 | 1.140 | .070 |

## CARACTERISTICAS MECANICAS SECCION SIMPLE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Area = | .7896 m2 | Inercia= | .07251731 m4 |
| Ysup = | .5401 m | Wsup = | .13427342 m3 |
| Yinf = | .3599 m | Winf = | .20147726 m3 |
| Canto= | .9000 m | | |

## CARACTERISTICAS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ROTURA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hormigon en viga: | Fck= | 425 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Hormigon en losa: | Fck= | 250 Kp/cm2 | Cc= 1.50 |
| Acero arm pasiva viga: | Fyk= | 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.10 |
| Acero arm pasiva losa: | Fyk= | 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.15 |
| Armadura activa : | Cable Goliat Super'stabilized' de 0.6 '' de diametro | | |
| | Fyk= | 17165 Kp/cm2 | Fmaxk= 19000 Kp/cm2 |
| | Area= | 1.400 cm2 | Cs= 1.10 |
| Acciones viga : | | | Cf= 1.60 |
| Acciones losa : | | | Cf= 1.60 |

## TENSIONES ADMISIBLES EN SERVICIO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| En viga al pretensar: | Cvini= | 233.33 Kp/cm2 | Tvini= | 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con cargas perm: | Cvper= | 265.63 Kp/cm2 | Tvper= | 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con sobrecargas: | Cvsob= | 265.63 Kp/cm2 | Tvsob= | 25.40 Kp/cm2 |
| En losa con sobrecargas: | Clsob= | 156.25 Kp/cm2 | | |

## ESTADO DE CARGAS

| | | |
|---|---|---|
| Pesos propios: | Peso Propio Viga= | 1974 Kp/m |
| | Peso Propio Losa= | 625 Kp/m2 |
| Cargas muertas: | Peso de Aceras= | 500 Kp/m2 |
| | Peso Barandillas= | 100 Kp/m |
| | Peso Aglomerado= | 192 Kp/m2 |
| Sobrecargas: | Sobrec. uniforme= | 400 Kp/m2 |
| | Peso total carro= | 60 T |



## CALCULO Y REPARTO DE MOMENTOS FLECTORES LONGITUDINALES

### VIGA 1 (viga extrema izquierda)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Momento peso propio viga = | 53.101 mt | | |
| Momento peso propio losa = | 63.890 mt | | |
| Momento pesos muertos = | 35.777 mt | Momento total permanentes= | 152.77 mt |
| Momento sobrecarga unif. = | 40.888 mt | | |
| Momento sob. punt. (carro)= | 111.273 mt | Momento total sobrecargas= | 152.16 mt |
| | | Momento maximo total= | 304.93 mt |

CALCULO DEL PRETENSADO. VIGA EXTREMA IZQUIERDA

DATOS DEL PRETENSADO

| | | |
|---|---|---|
| FUERZA EN BANCADA: | 473.800 T | |
| ALTURA DEL PRETENSADO: | .184 m | |
| PERDIDAS INSTANTANEAS: | 24.420 T | ( 5.10%) |
| PERDIDAS TOTALES: | 85.410 T | (17.84%) |

TENSIONES AL PRETENSAR EN SECCIONES:

DE APOYO (Cables entubados) A 0 m. (Todos los cables)

| | |
|---|---|
| Fibra superior: -20.110 | Fibra superior -20.110 |
| Fibra inferior: 955.226 | Fibra inferior 955.226 |

TENSIONES EN SECCION CENTRAL AL COLOCAR LOSA

Fibra superior: 818.729
Fibra inferior: 377.258

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS

Fibra superior losa: 72.431
Fibra superior viga: 852.706
Fibra inferior viga: 272.801

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON CARGAS MUERTAS PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 83.473
Fibra superior viga: 943.963
Fibra inferior viga: 192.829

TENSIONES EN SECCION CENTRAL CON SOBRECARGA PARA TIEMPO INFINITO

Fibra superior losa: 386.749
Fibra superior viga: 992.083
Fibra inferior viga:-217.613

CALCULO DE FLECHAS

INICIAL (AL CORTAR CABLES)= -.396 cm AL HORMIGONAR LOSA= -.028 cm
INCREMENTO POR SOBRECARGAS= .295 cm



CALCULO DE ARM DE REFUERZO POR ROTURA A FLEXION: VIGA EXTREMA 1

SECCION VIGA COMPUESTA:

| TRAPECIO N. | BASES INF. m | BASES SUP. m | ORDENADAS INF. m | ORDENADAS SUP. m | RESISTENCIA DE CALCULO Kg/cm2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.760 | 1.808 | 0.000 | .020 | 304 |
| 2 | 1.808 | 1.896 | .020 | .240 | 304 |
| 3 | .400 | .300 | .240 | .290 | 304 |
| 4 | .300 | .300 | .290 | .580 | 304 |
| 5 | .300 | .538 | .580 | .700 | 304 |
| 6 | .538 | 1.168 | .700 | .830 | 304 |
| 7 | 1.168 | 1.140 | .830 | .900 | 304 |
| 8 | .900 | .900 | .900 | .960 | 167 |
| 9 | 3.800 | 3.300 | .960 | 1.150 | 167 |

ARMADURA ACTIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | DEFORM. EN DESCOMP. o/oo | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|---|
| 28.00 | .050 | 15605 | 1970000 | .1833 | 1.00 |
| 0.00 | .100 | 15605 | 1970000 | .1833 | 1.00 |
| 0.00 | .150 | 15605 | 1970000 | .1833 | 1.00 |
| 5.60 | .855 | 15605 | 1970000 | .1833 | 1.00 |

ARMADURA PASIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|
| 0.00 | .050 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 4.53 | .050 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 6.04 | .210 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 2.01 | .380 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 2.01 | .580 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 1.01 | .740 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 1.01 | .810 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 12.06 | .870 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 0.00 | .850 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| REFUERZO | .030 | 4636 | 2100000 | 1.00 |

DEFORMACIONES LIMITE: ORDENADA:

Sup.= 3.50000 o/oo Y= 1.150 m
Inf.= 10.00000 o/oo Y= .035 m
Med.= 2.00000 o/oo

ESTADO LIMITE ULTIMO DE ROTURA A FLEXION (CON ARM DE REFUERZO)

DEFORMACIONES: ESFUERZOS:

Sup.= 1.60290 o/oo N= 0.00 t Mext= 304.33 mt
Inf.= 10.00000 o/oo M= 530.88 mt Coef.Seg.=1.74

ARMADURA DE REFUERZO DISPUESTA:

PASIVA : 0.000 cm2 - 0 m A CADA LADO DEL EJE DE LA VIGA (sin anclaje)

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL PARA ESFUERZOS CORTANTE

EN VIGA Y RASANTE EN UNION VIGA-LOSA. ( EP-80 )

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA:1 Fyd: | 4200 | Kp/cm2 | Vcuo : | 25.246 | Tm |
| Fct,k : | 25.0 | Kp/cm2 | A90 minimo cortante : | 6.071 | cm2/m |
| Espesor alma de viga: | .30 | m | A90 minimo rasante : | 9.107 | cm2/m |
| Ancho ala sup. viga : | 1.14 | m | Tau max. uniEn V-L : | 1.500 | Kg/cm2 |

***ZONA 1 (SECCION A 3.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 17.421 | 14.479 | 9.756 | 11.627 | 40.090 |
| M | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| CORTANTE VIGA : | | | RASANTE VIGA-LOSA : | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 149.396 Tm | Vd | : | 98.357 Tm |
| Sigma c1,d | : | 27.444 Kp/cm2 | Tau | : | 54.643 T/m2 |
| Zona | : | ***AB*** | Cotg. Theta | : | .978 |
| Y critica | : | .581 m | Cap.Mec. rasante | : | 73.951 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.167 | Cap.Mec. cortante | : | 131.880 Tm |
| Vul | : | 302.400 Tm | Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 25.136 cm2/m | A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

| ARMADURA EN CADA ALMA: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 15.700 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 2 (SECCION A .800 m DEL APOYO) (VIGA: 1)



| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 15.521 | 12.900 | 8.692 | 10.394 | 37.655 |
| M | 13.177 | 10.951 | 7.379 | 8.315 | 30.124 |

| CORTANTE VIGA : | | | RASANTE VIGA-LOSA : | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 136.257 Tm | Vd | : | 90.785 Tm |
| Sigma c1,d | : | 43.896 Kp/cm2 | Tau | : | 50.438 T/m2 |
| Zona | : | ***AB*** | Cotg. Theta | : | 1.509 |
| Y critica | : | .581 m | Cap.Mec. rasante | : | 42.344 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.564 | Cap.Mec. cortante | : | 84.504 Tm |
| Vul | : | 277.749 Tm | Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 16.765 cm2/m | A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

| ARMADURA EN CADA ALMA: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 + 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 10.060 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 3 (SECCION A 1.500 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 13.858 | 11.518 | 7.761 | 9.371 | 35.524 |
| M | 23.459 | 19.497 | 13.138 | 14.057 | 53.286 |

| CORTANTE VIGA : | | | RASANTE VIGA-LOSA : | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 124.851 Tm | Vd | : | 84.249 Tm |
| Sigma c1,d | : | 15.157 Kp/cm2 | Tau | : | 46.809 T/m2 |
| Zona | : | ***AB*** | Cotg. Theta | : | 1.835 |
| Y critica | : | .360 m | Cap.Mec. rasante | : | 38.250 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.520 | Cap.Mec. cortante | : | 65.940 Tm |
| Vul | : | 281.021 Tm | Cap.mec. suplement. | : | 0.000 Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 15.481 cm2/m | A90 rasante nec. | : | 0.000 cm2/m |

| ARMADURA EN CADA ALMA: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 7.850 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 4 (SECCION A 4.600 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 6.496 | 5.399 | 3.638 | 5.479 | 26.087 |
| M | 55.007 | 45.718 | 30.805 | 25.202 | 120.002 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 75.357 | Tm |
| Sigma cl,d | : | -83.342 | Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** | |
| Y critica | : | .360 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.270 | |
| Vul | : | 297.451 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 9.508 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 56.326 | Tm |
| Tau | : | 31.305 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.577 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 42.252 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real | : | 5.030 cm2/m | A90 rasante real | : | 0.000 cm2/m |



RESUMEN DE ARMADO. VIGA: U90

HORMIGON:

RESISTENCIA CARACTERISTICA A 28 DIAS: 425 Kp/cm2
RESISTENCIA INICIAL AL CORTAR CABLES: 350 Kp/cm2

PRETENSADO:VIGA - 1

TENSION DE PRETENSADO DE LOS CABLES: 14250 Kp/cm2
FUERZA TOTAL DE PRETENSADO EN BANCADA: 478.800 Tn

| FILA | No. DE CORDONES | DIAMETRO (Pulgadas) | ALTURA FILA (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 20 | .600 | .050 |
| 2 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 4 | .600 | .855 |

ARMADURA PASIVA:

LIMITE ELASTICO ACERO: 5100 Kp/cm2

PLANTILLA 1 EN ALMA:
( Los asteriscos indican la zona que necesita refuerzo en ala )

(2 d 10 a 20 cms. en 1.70m./ 20 Ud.) (2 d 8 a 20 cms en .70m./ 7 Ud.)
(1 d 10 a 20 cms. en 3.10m./ 31 Ud.) (1 d 8 a 20 cms. en 2.14m./ 20 Ud.)

REFUERZO COSIDO ALA :

NO ES NECESARIO NINGUN REFUERZO

PLANTILLAS 2, 3 y 4: 1 d 5 a 20 cms. MISMA SECUENCIA QUE PLANTILLA 1
No. DE PIEZAS DE CADA UNA: 78

DATOS PARA TRANSPORTE:

PESO DE LA VIGA: 30.14 Tn LONGITUD TOTAL: 15.27m.
MAXIMA LONGITUD DE VOLADIZO DURANTE EL TRANSPORTE: 5.43m.

REACCIONES DE LAS VIGAS (Para calculo del neopreno)

000019

REACCION MAXIMA: 95.552
GIRO SOBRECARGAS: .001
REACCION MINIMA: 42.86
GIRO C.PERMANENT: .001

GIRO TOTAL : .009
FRENADO (en Tn) : 1.5
REOLOGICAS : 1.295

NEOPRENO : 250x 400 x 52

No. DE LAMINAS DE ACERO: 4
DE ESPESOR : 3

ESPESOR NETO DEL NEOPRENO : 29

---

PROGRAMA: TORSIONEMP **** PRAINSA ****

000020

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL PARA

ESFUERZOS DE TORSION Y CORTANTE CONCOMITANTE (EP-93)

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fyd | : 4200.0 | Kp/cm2 | Tu1 | : | 227.976 Tm |
| Fct,k | : 25.4 | Kp/cm2 | Espesor secc. hueca | : | .150 m |
| Espesor alma de viga: | .30 | m | Area secciÆn hueca | : | 1.809 m2 |
| Vcuo | : 25.25 | Tm | Perim. secc. hueca | : | 5.693 m |

**BANDA 1 (EN LA SECCION X = 0.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 17.421 | 14.479 | 35.938 |
| M | 0.000 | 0.000 | .100 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.201 |

| CORTANTE VIGA : | | | TORSION VIGA : | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : 101.756 | Tm | Td | : | 22.802 m Tm |
| Sigma c1,d | : 84.100 | Kp/cm2 | | | |
| Zona | : ***AB*** | | | | |
| Y critica | : .581 | m | Cap.Mec. Longitud. | : | 35.871 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.448 | | Cap.Mec. Transversal: | | 12.602 Tm |
| Vu1 | : 286.142 | Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.737 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 12.478 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 3.001 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 7.739 cm2/m

**BANDA 2 (EN LA SECCION X = 2.445 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 11.614 | 9.652 | 28.009 |
| M | 70.989 | 59.001 | 79.166 |
| T | 0.000 | 0.000 | 14.463 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 73.912 Tm | Td | : | 21.694 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -49.268 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .360 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 34.128 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.528 | Cap.Mec. Transversal | : | 11.990 Tm |
| Vu1 | : | 280.445 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.361 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 5.931 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 2.855 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.893 cm2/m

**BANDA 3 (EN LA SECCION X = 4.890 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 5.807 | 4.826 | 11.495 |
| M | 113.582 | 94.401 | 107.630 |
| T | 0.000 | 0.000 | 10.659 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 33.192 Tm | Td | : | 15.988 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -121.093 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .360 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 25.151 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.455 | Cap.Mec. Transversal | : | 8.836 Tm |
| Vu1 | : | 285.701 Tm | Area Longitud. nec. | : | 5.425 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 2.104 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.088 cm2/m



**BANDA 4 (EN LA SECCION X = 7.335 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 0.000 | 0.000 | 5.611 |
| M | 127.780 | 106.202 | 101.698 |
| T | 0.000 | 0.000 | 1.481 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 8.417 Tm | Td | : | 2.221 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -138.373 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .360 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 3.494 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.470 | Cap.Mec. Transversal | : | 1.228 Tm |
| Vu1 | : | 284.604 Tm | Area Longitud. nec. | : | .754 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | .292 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 3.182 cm2/m

**BANDA 5 (EN LA SECCION X = 9.780 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 5.807 | 4.826 | 21.036 |
| M | 113.582 | 94.401 | 139.010 |
| T | 0.000 | 0.000 | 10.657 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 47.504 Tm | Td | : | 15.986 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -134.647 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .360 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 25.148 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.370 | Cap.Mec. Transversal | : | 8.835 Tm |
| Vu1 | : | 291.459 Tm | Area Longitud. nec. | : | 5.424 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 2.104 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.088 cm2/m

**BANDA 6 (EN LA SECCION X = 12.225 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 11.614 | 9.652 | 28.980 |
| M | 70.989 | 59.001 | 79.190 |
| T | 0.000 | 0.000 | 14.463 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 75.369 Tm | Td | : | 21.695 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -49.278 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .360 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 34.129 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.528 | Cap.Mec. Transversal: | | 11.990 Tm |
| Vu1 | : | 280.449 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.361 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 9.208 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 2.855 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 6.031 cm2/m

**BANDA 7 (EN LA SECCION X = 14.670 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 17.421 | 14.479 | 35.948 |
| M | 0.000 | 0.000 | .100 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.189 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 101.771 Tm | Td | : | 22.784 m Tm |
| Sigma c1,d | : | 34.101 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | ***AB*** | | | |
| Y critica | : | .581 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 35.842 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.448 | Cap.Mec. Transversal: | | 12.592 Tm |
| Vu1 | : | 286.142 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.731 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 12.480 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 2.998 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 7.739 cm2/m



**BANDA 1 (EN LA SECCION X = 0.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 17.421 | 14.479 | 35.954 |
| M | 0.000 | 0.000 | .100 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.177 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 101.781 Tm | Td | : | 22.765 m Tm |
| Sigma c1,d | : | 84.101 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | ***AB*** | | | |
| Y critica | : | .581 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 35.813 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.448 | Cap.Mec. Transversal: | | 12.582 Tm |
| Vu1 | : | 286.142 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.724 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 12.482 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 2.996 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 7.739 cm2/m

**BANDA 2 (EN LA SECCION X = 2.445 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 11.614 | 9.652 | 22.431 |
| M | 70.989 | 59.001 | 56.655 |
| T | 0.000 | 0.000 | 14.463 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 65.547 Tm | Td | : | 21.694 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -39.544 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .433 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 34.128 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.770 | Cap.Mec. Transversal: | | 11.990 Tm |
| Vu1 | : | 262.104 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.361 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 7.418 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 2.855 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.136 cm2/m

**BANDA 3 (EN LA SECCION X = 4.890 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 5.807 | 4.826 | 17.270 |
| M | 113.582 | 94.401 | 139.022 |
| T | 0.000 | 0.000 | 10.659 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 41.855 | Tm | | |
| Sigma c1,d | : | -134.652 | Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .360 | m | Cap.Mec. Longitud. | : 25.151 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.370 | | Cap.Mec. Transversal: | 8.836 Tm |
| Vu1 | : | 291.462 | Tm | Area Longitud. nec. | : 5.425 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 2.104 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Td | : | 15.988 | m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.088 cm2/m

**BANDA 4 (EN LA SECCION X = 7.335 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 0.000 | 0.000 | 4.883 |
| M | 127.780 | 106.202 | 98.139 |
| T | 0.000 | 0.000 | 1.481 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 7.324 | Tm | | |
| Sigma c1,d | : | -136.836 | Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .360 | m | Cap.Mec. Longitud. | : 3.494 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.479 | | Cap.Mec. Transversal: | 1.228 Tm |
| Vu1 | : | 283.945 | Tm | Area Longitud. nec. | : .754 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : .292 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Td | : | 2.221 | m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 3.182 cm2/m



**BANDA 5 (EN LA SECCION X = 9.780 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 5.807 | 4.826 | 19.184 |
| M | 113.582 | 94.401 | 107.642 |
| T | 0.000 | 0.000 | 10.657 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 44.726 | Tm | | |
| Sigma c1,d | : | -121.098 | Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .360 | m | Cap.Mec. Longitud. | : 25.148 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.455 | | Cap.Mec. Transversal: | 8.835 Tm |
| Vu1 | : | 285.703 | Tm | Area Longitud. nec. | : 5.424 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 2.104 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Td | : | 15.986 | m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.088 cm2/m

**BANDA 6 (EN LA SECCION X = 12.225 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 11.614 | 9.652 | 21.461 |
| M | 70.989 | 59.001 | 56.630 |
| T | 0.000 | 0.000 | 14.463 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 64.090 | Tm | | |
| Sigma c1,d | : | -39.534 | Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .433 | m | Cap.Mec. Longitud. | : 34.129 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.770 | | Cap.Mec. Transversal: | 11.990 Tm |
| Vu1 | : | 262.101 | Tm | Area Longitud. nec. | : 7.361 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 7.164 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 2.855 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Td | : | 21.695 | m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.010 cm2/m

**BANDA 7 (EN LA SECCION X = 14.670 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| | 17.421 | 14.479 | 35.947 |
| M | 0.000 | 0.000 | .100 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.185 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 101.770 | Tm | Td : | 22.778 m Tm |
| Sigma c1,d | : | 84.101 | Kp/cm2 | | |
| Zona | : | ***AB*** | | | |
| Y critica | : | .581 | m | Cap.Mec. Longitud. : | 35.833 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.448 | | Cap.Mec. Transversal: | 12.589 Tm |
| Vu1 | : | 286.142 | Tm | Area Longitud. nec. : | 7.729 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 12.480 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. : | 2.997 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 7.739 cm2/m



ARCHIVO DE CALCULO: DEMPAR_marcelo

MOMENTOS LONGITUDINALES EN VIGAS

| VIGA | MPPV | MPPL | MPM | MSCU | MCARRO | MAXSUMC | MAXSUMT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 53.1 | 63.9 | 35.8 | 40.9 | 111.3 | 152.8 | 304.9 |
| 2 | 53.1 | 63.9 | 35.8 | 40.9 | 111.3 | 152.8 | 304.9 |

MOMENTOS TRANSVERSALES POR METRO DE ANCHO EN LOSA DEBIDOS AL EMPARRILLADO

| BANDA | MTPM+ | MTPM- | MTSCU+ | MTSCU- | MTCARRO+ | MTCARRO- | MT.TOT+ | MT.TOT- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | -.95 | 4.08 | -4.31 | 7.17 | -7.17 | 11.25 | -12.43 |
| 2 | 0.00 | -.95 | .07 | -.30 | .59 | -.59 | .65 | -1.84 |
| 3 | 0.00 | -.95 | 1.08 | -1.31 | 2.39 | -2.39 | 3.47 | -4.65 |
| 4 | 0.00 | -.95 | 1.37 | -1.60 | 3.42 | -3.42 | 4.79 | -5.97 |
| 5 | 0.00 | -.95 | 1.08 | -1.31 | 2.39 | -2.39 | 3.47 | -4.65 |
| 6 | 0.00 | -.95 | .07 | -.30 | .58 | -.58 | .65 | -1.83 |
| 7 | 0.00 | -.95 | 4.08 | -4.30 | 7.17 | -7.17 | 11.25 | -12.42 |

MOMENTOS LOCALIZADOS EN LOSA/POR METRO DEBIDOS A SOBRECARGA CARRO Y C.PERM.

| BANDA | MTLOCSCU+ | MTLOCSCU- | MTLOCCARRO+ | MTLOCCARRO- | MTLOCPM+ | MTLOCPM- | MVOLCARRO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 2 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 3 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 4 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 5 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 6 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 7 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |

TORSORES

| TMIN | TMAX | VTMIN | VTMAX | MTMIN | MTMAX |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA 1 | | | | | |
| 15.2 | -12.6 | 35.9 | 24.7 | .10 | .10 |
| 14.5 | -14.5 | 28.0 | 22.4 | 79.17 | 56.61 |
| 10.6 | -10.7 | 17.3 | 11.5 | 139.00 | 107.63 |
| 1.5 | -1.5 | 4.6 | 5.6 | 60.81 | 101.70 |
| 10.6 | -10.7 | 19.2 | 21.0 | 107.64 | 139.01 |
| 14.5 | -14.5 | 21.5 | 29.0 | 56.63 | 79.19 |
| 12.6 | -15.2 | 24.7 | 35.9 | .10 | -.10 |
| VIGA 2 | | | | | |
| 12.6 | -15.2 | 24.7 | 36.0 | .10 | .10 |
| 14.5 | -14.5 | 22.4 | 28.0 | 56.65 | 79.21 |
| 10.6 | -10.7 | 11.5 | 17.3 | 107.66 | 139.02 |
| 1.5 | -1.5 | 1.7 | 4.9 | 57.24 | 98.14 |
| 10.6 | -10.7 | 21.0 | 19.2 | 139.01 | 107.64 |
| 14.5 | -14.5 | 29.0 | 21.5 | 79.19 | 56.63 |
| 15.2 | -12.6 | 35.9 | 24.7 | -.10 | .10 |

Armado losa

Banda extrema $M^- = -12,73$ $A_s = 23,71 cm^2 \leq 8\phi 20$ pral.
$M^+ = 10,9$ $A_s = 24,66 cm^2 \leq 8\phi 20$ pral.
Banda central $M^- = -7,27$ $A_s = 12,6 cm^2 \leq 7\phi 16$ pral.
$M^+ = 5,64$ $A_s = 12,04 \leq 6\phi 16$ pral.

## REACCIONES

| | PP | PL | CM | SCUP | SCUN | CARRO + | CARRO - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga : 1 | | | Apoyo : 1 | | | | |
| | -14.5 | -17.4 | -9.8 | .5 | -11.6 | 0.0 | -40.1 |
| Viga : 1 | | | Apoyo : 2 | | | | |
| | -14.5 | -17.4 | -9.8 | .5 | -11.6 | 0.0 | -40.1 |
| Viga : 2 | | | Apoyo : 3 | | | | |
| | -14.5 | -17.4 | -9.8 | .5 | -11.6 | 0.0 | -40.1 |
| Viga : 2 | | | Apoyo : 4 | | | | |
| | -14.5 | -17.4 | -9.8 | .5 | -11.6 | 0.0 | -40.1 |



PROGRAMA : DIAFRAGMA *** PRAINSA ***

FECHA : 10/97

NOMBRE DEL PROYECTO : ESTRUCTURA E-4 L=15

CANTO DE LA VIGA : .90 m.

REACCION MAXIMA : 95.550 T.

ANGULO DE ESVIAJE : 0.000 g

ANCHO DIAFRAGMA : .500 m.

DIMENSION MAYOR DEL NEOPRENO UTILIZADO : 400 mm.

| | Md (m T) | As (cm2) | As2 (cm2) |
|---|---|---|---|
| * ARMADURA LONGITUDINAL SUPERIOR | 70.9 | 20.1 | 0.0 |

| | Vd (T) | Aq (cm2/m) |
|---|---|---|
| * CERCOS TRANVERSALES | 71.7 | 9.9 |

| | As (cm2) |
|---|---|
| * ARM. LONG. INF. CARGA SOBRE MACIZO | 8.0 |

PROYECTO: ESTRUCTURA E-4 L=25

VIGA: U90

GEOMETRIA DEL TABLERO

ANCHO TOTAL..... 7.60 m ACERA IZQUIERDA. 1.30 m ACERA DERECHA... 1.30 m
CANTO LOSA ..... .25 m CANTO ENCOFRADO. .06 m ENTREGA ENCOF... .08 m

No DE VIGAS..... 2
DISTANCIAS DE EJES DE VIGAS EXTREMAS A BORDE DE TABLERO:
IZQUIERDO... 2.05 m DERECHO... 2.05 m

VIGA: 1
LUZ DE CALCULO.. 24.31 m SITUACION VIGA.. 0.00 m CANTO VIGA..... .90 m
LONGITUD VIGA... 24.91 m

VIGA: 2
LUZ DE CALCULO.. 24.31 m SITUACION VIGA.. 3.50 m CANTO VIGA..... .90 m
LONGITUD VIGA... 24.91 m

SECCION VIGA SIMPLE

| Trapecio | Base inferior | Base superior | Altura |
|---|---|---|---|
| INF.No. 1 | 1.760 | 1.808 | .020 |
| No. 2 | 1.808 | 1.896 | .220 |
| No. 3 | .400 | .300 | .050 |
| No. 4 | .300 | .300 | .290 |
| No. 5 | .300 | .538 | .120 |
| No. 6 | .538 | 1.168 | .130 |
| SUP.No. 7 | 1.168 | 1.140 | .070 |



CARACTERISTICAS MECANICAS SECCION SIMPLE

Area = .7896 m2
Ysup = .5401 m
Yinf = .3599 m
Canto= .9000 m

Inercia= .07251731 m4
Wsup = .13427342 m3
Winf = .20147726 m3

CARACTERISTICAS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ROTURA

| | | |
|---|---|---|
| Hormigon en viga: | Fck= 425 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Hormigon en losa: | Fck= 250 Kp/cm2 | Cc= 1.50 |
| Acero arm pasiva viga: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.10 |
| Acero arm pasiva losa: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.15 |
| Armadura activa : | Cable Goliat Super'stabilized' de 0.6 '' de diametro | |
| | Fyk= 17165 Kp/cm2 | Fmaxk= 19000 Kp/cm2 |
| | Area=1.400 cm2 | Cs= 1.10 |
| Acciones viga : | | Cf= 1.60 |
| Acciones losa : | | Cf= 1.60 |

TENSIONES ADMISIBLES EN SERVICIO

| | | |
|---|---|---|
| En viga al pretensar: | Cvini= 233.33 Kp/cm2 | Tvini= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con cargas perm: | Cvper= 265.63 Kp/cm2 | Tvper= 15.00 Kp/cm2 |
| En viga con sobrecargas: | Cvsob= 265.63 Kp/cm2 | Tvsob= 25.40 Kp/cm2 |
| En losa con sobrecargas: | Clsob= 156.25 Kp/cm2 | |

ESTADO DE CARGAS

| | | |
|---|---|---|
| Pesos propios: | Peso Propio Viga= | 1974 Kp/m |
| | Peso Propio Losa= | 625 Kp/m2 |
| Cargas muertas: | Peso de Aceras= | 500 Kp/m2 |
| | Peso Barandillas= | 100 Kp/m |
| | Peso Aglomerado= | 192 Kp/m2 |
| Sobrecargas: | Sobrec. uniforme= | 400 Kp/m2 |
| | Peso total carro= | 60 T |

CALCULO DE ARM DE REFUERZO POR ROTURA A FLEXION: VIGA EXTREMA 1

SECCION VIGA COMPUESTA:

| TRAPECIO N. | BASES INF. m | BASES SUP. m | ORDENADAS INF. m | ORDENADAS SUP. m | RESISTENCIA DE CALCULO Kg/cm2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.760 | 1.808 | 0.000 | .020 | 304 |
| 2 | 1.808 | 1.896 | .020 | .240 | 304 |
| 3 | .400 | .300 | .240 | .290 | 304 |
| 4 | .300 | .300 | .290 | .580 | 304 |
| 5 | .300 | .538 | .580 | .700 | 304 |
| 6 | .538 | 1.168 | .700 | .830 | 304 |
| 7 | 1.168 | 1.140 | .830 | .900 | 304 |
| 8 | .900 | .900 | .900 | .960 | 167 |
| 9 | 3.800 | 3.800 | .960 | 1.150 | 167 |

ARMADURA ACTIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | DEFORM. EN DESCOMP. o/oo | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|---|
| 40.60 | .050 | 15605 | 1970000 | .5258 | 1.00 |
| 39.20 | .100 | 15605 | 1970000 | .5258 | 1.00 |
| 0.00 | .150 | 15605 | 1970000 | .5258 | 1.00 |
| 5.60 | .855 | 15605 | 1970000 | .5258 | 1.00 |

ARMADURA PASIVA:

| SUPERFICIE cm2 | ORDENADA m | LIM.ELAS. DE CALC. Kg/cm2 | MODULO ELASTICO Kg/cm2 | COEFICIENTE EN COMPR. |
|---|---|---|---|---|
| 0.00 | .050 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 4.53 | .050 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 6.04 | .210 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 2.01 | .380 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 2.01 | .580 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 1.01 | .740 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 1.01 | .810 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 12.06 | .870 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| 0.00 | .850 | 4636 | 2100000 | 1.00 |
| REFUERZO | .030 | 4636 | 2100000 | 1.00 |

DEFORMACIONES LIMITE: ORDENADA:
Sup.= 3.50000 o/oo Y= 1.150 m
Inf.= 10.00000 o/oo Y= .035 m
Med.= 2.00000 o/oo

ESTADO LIMITE ULTIMO DE ROTURA A FLEXION (CON ARM DE REFUERZO)
DEFORMACIONES: ESFUERZOS:

Sup.= 3.50000 o/oo N= 0.00 t Mext= 710.91 mt
Inf.= 9.28540 o/oo M= 1261.19 mt Coef.Seg.=1.77

ARMADURA DE REFUERZO DISPUESTA:

PASIVA : 0.000 cm2 - 0 m A CADA LADO DEL EJE DE LA VIGA (sin anclaje)



CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL PARA ESFUERZOS CORTANTE

EN VIGA Y RASANTE EN UNION VIGA-LOSA. ( EP-80 )

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA:1 Fyd: | 4200 | Kp/cm2 | Vcuo : | 26.762 | Tm |
| Fct,k : | 25.0 | Kp/cm2 | A90 minimo cortante : | 6.071 | cm2/m |
| Espesor alma de viga: | .30 | m | A90 minimo rasante : | 9.107 | cm2/m |
| Ancho ala sup. viga : | 1.14 | m | Tau max. uniÆn V-L : | 1.500 | Kg/cm2 |

***ZONA 1 (SECCION A 0.000 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.993 | 16.167 | 19.268 | 42.135 |
| M | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 208.690 | Tm | |
| Sigma c1,d | : 30.105 | Kp/cm2 | |
| Zona | : ***AB*** | | |
| Y critica | : .645 | m | |
| Cotg.Theta | : 1.101 | | |
| Vu1 | : 304.596 | Tm | |
| A90 necesaria maxima: | 39.040 | cm2/m | |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : 124.112 | Tm | |
| Tau | : 68.575 | T/m2 | |
| Cotg. Theta | : .905 | | |
| Cap.Mec. rasante | : 107.988 | Tm | |
| Cap.Mec. cortante | : 169.008 | Tm | |
| Cap.mec. suplement. | : 0.000 | Tm | |
| A90 rasante nec. | : 0.000 | cm2/m | |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : 2 d 8 + 2 d 8 | Diametro (mm) | : 0 |
| Separacion | : 0.20 m | Separacion | : 0.00 m |
| A90 cortante real : | 20.120 cm2/m | A90 rasante real : | 0.000 cm2/m |

***ZONA 2 (SECCION A .300 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 26.968 | 22.414 | 15.103 | 18.021 | 40.657 |
| M | 22.335 | 18.563 | 12.508 | 14.417 | 32.526 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 197.361 | Tm |
| Sigma c1,d | : | 36.982 | Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** | |
| Y critica | : | .351 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.604 | |
| Vul | : | 274.773 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 25.082 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 118.049 | Tm |
| Tau | : | 65.228 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 1.648 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 55.580 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 131.880 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 + 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 15.700 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 3 (SECCION A 3.500 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 20.556 | 17.084 | 11.512 | 14.119 | 35.670 |
| M | 86.492 | 71.885 | 48.438 | 49.417 | 124.844 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 158.305 | Tm |
| Sigma c1,d | : | -21.455 | Kp/cm2 |
| Zona | : | ***AB*** | |
| Y critica | : | .351 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.783 | |
| Vul | : | 261.108 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 17.426 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 98.081 | Tm |
| Tau | : | 54.208 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 2.816 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 84.504 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 + 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 10.060 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |



***ZONA 4 (SECCION A 6.800 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 12.718 | 10.570 | 7.122 | 9.996 | 29.574 |
| M | 141.393 | 117.516 | 79.184 | 67.975 | 201.103 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 111.970 | Tm |
| Sigma c1,d | : | -113.734 | Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** | |
| Y critica | : | .351 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.706 | |
| Vul | : | 267.010 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 15.437 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 74.708 | Tm |
| Tau | : | 41.310 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 3.608 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 65.940 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 10 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 7.850 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

***ZONA 5 (SECCION A 9.100 m DEL APOYO) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | CM | SCU | SCP |
|---|---|---|---|---|---|
| V | 7.256 | 6.030 | 4.063 | 7.543 | 25.325 |
| M | 164.363 | 136.606 | 92.048 | 68.638 | 230.461 |

CORTANTE VIGA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 80.348 | Tm |
| Sigma c1,d | : | -158.346 | Kp/cm2 |
| Zona | : | *** C*** | |
| Y critica | : | .351 | m |
| Cotg.Theta | : | 1.637 | |
| Vul | : | 272.273 | Tm |
| A90 necesaria maxima: | | 9.968 | cm2/m |

RASANTE VIGA-LOSA :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vd | : | 59.090 | Tm |
| Tau | : | 32.693 | T/m2 |
| Cotg. Theta | : | 3.901 | |
| Cap.Mec. rasante | : | 38.250 | Tm |
| Cap.Mec. cortante | : | 42.252 | Tm |
| Cap.mec. suplement. | : | 0.000 | Tm |
| A90 rasante nec. | : | 0.000 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diametro (mm) | : | 8 | Diametro (mm) | : | 0 |
| Separacion | : | 0.20 m | Separacion | : | 0.00 m |
| A90 cortante real : | | 5.030 cm2/m | A90 rasante real : | | 0.000 cm2/m |

*RESUMEN DE ARMADO. VIGA: U90*

*HORMIGON:*

*RESISTENCIA CARACTERISTICA A 28 DIAS: 425 Kp/cm2*
*RESISTENCIA INICIAL AL CORTAR CABLES: 350 Kp/cm2*

*PRETENSADO: VIGA - 1*

*TENSION DE PRETENSADO DE LOS CABLES: 14250 Kp/cm2*
*FUERZA TOTAL DE PRETENSADO EN BANCADA: 1216.950 Tn*

| FILA | No. DE CORDONES | DIAMETRO (Pulgadas) | ALTURA FILA (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 29 | .600 | .050 |
| 2 | 28 | .600 | .100 |
| 3 | 0 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 4 | .600 | .855 |

*CABLES ENVAINADOS: 31 EN 3.1 m. DESDE EL EXTREMO*

*ARMADURA PASIVA:*

*LIMITE ELASTICO ACERO: 5100 Kp/cm2*

*PLANTILLA 1 EN ALMA:*
*( Los asteriscos indican la zona que necesita refuerzo en ala )*

*(4 d 8 a 20 cms. en 1.70m./ 20 Ud.) (2 d 10 a 20 cms. en 2.70m./ 27 Ud.)*
*(2 d 8 a 20 cms en 3.30m./ 33 Ud.) (1 d 10 a 20 cms. en 2.30m./ 23 Ud.)*
*(1 d 8 a 20 cms. en 2.46m./ 24 Ud.)*

*REFUERZO COSIDO ALA :*

*NO ES NECESARIO NINGUN REFUERZO*

*PLANTILLAS 2, 3 y 4: 1 d 5 a 20 cms. MISMA SECUENCIA QUE PLANTILLA 1*
*No. DE PIEZAS DE CADA UNA: 127*

*DATOS PARA TRANSPORTE:*

*PESO DE LA VIGA: 49.17 Tn LONGITUD TOTAL: 24.91m.*
*MAXIMA LONGITUD DE VOLADIZO DURANTE EL TRANSPORTE: 5.80m.*



*REACCIONES DE LAS VIGAS (Para calculo del neopreno)*

*REACCION MAXIMA: 132.61*
*GIRO SOBRECARGAS: .002*
*REACCION MINIMA: 69.918*
*GIRO C.PERMANENT: .004*

*GIRO TOTAL : .009*
*FRENADO (en Tn) : 1.697*
*REOLOGICAS : 2.074*

*NEOPRENO : 300 x 400 x 63*

*No. DE LAMINAS DE ACERO: 6*
*DE ESPESOR : 3*

*ESPESOR NETO DEL NEOPRENO : 45*

PROGRAMA: TORSIONEMP **** PRAINSA ****

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL PARA

ESFUERZOS DE TORSION Y CORTANTE CONCOMITANTE (EP-93)

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fyd | : 4200.0 | Kp/cm2 | Tul | : 227.976 | Tm |
| Fct,k | : 25.4 | Kp/cm2 | Espesor secc. hueca | : .150 | m |
| Espesor alma de viga | : .30 | m | Area secciÆn hueca | : 1.809 | m2 |
| Vcuo | : 26.76 | Tm | Perim. secc. hueca | : 5.693 | m |

**BANDA 1 (EN LA SECCION X = 0.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.993 | 44.072 |
| M | 0.000 | 0.000 | .195 |
| | 0.000 | 0.000 | 26.409 |

| CORTANTE VIGA : | | | TORSION VIGA : | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : 145.400 | Tm | Td | : 39.613 | m Tm |
| Sigma c1,d | : 109.579 | Kp/cm2 | | | |
| Zona | : ***AB*** | | | | |
| Y critica | : .645 | m | Cap.Mec. Longitud. | : 62.317 | Tm |
| Cotg.Theta | : 1.226 | | Cap.Mec. Transversal | : 21.894 | Tm |
| Vu1 | : 299.780 | Tm | Area Longitud. nec. | : 13.441 | cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 22.866 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 5.213 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.040 cm2/m



**BANDA 2 (EN LA SECCION X = 4.052 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 19.245 | 15.995 | 33.369 |
| M | 194.940 | 162.020 | 154.823 |
| T | 0.000 | 0.000 | 23.053 |

| CORTANTE VIGA : | | | TORSION VIGA : | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : 102.915 | Tm | Td | : 34.579 | m Tm |
| Sigma c1,d | : -105.119 | Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | | |
| Y critica | : .351 | m | Cap.Mec. Longitud. | : 54.398 | Tm |
| Cotg.Theta | : 2.000 | | Cap.Mec. Transversal | : 19.112 | Tm |
| Vu1 | : 244.800 | Tm | Area Longitud. nec. | : 11.733 | cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 12.155 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 4.550 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.352 cm2/m

**BANDA 3 (EN LA SECCION X = 8.103 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 9.623 | 7.998 | 15.798 |
| M | 311.904 | 259.232 | 251.135 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.613 |

| CORTANTE VIGA : | | | TORSION VIGA : | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : 50.128 | Tm | Td | : 23.419 | m Tm |
| Sigma c1,d | : -300.538 | Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | | |
| Y critica | : .351 | m | Cap.Mec. Longitud. | : 36.841 | Tm |
| Cotg.Theta | : 1.897 | | Cap.Mec. Transversal | : 12.943 | Tm |
| Vu1 | : 252.482 | Tm | Area Longitud. nec. | : 7.946 | cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 6.071 | cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 3.082 | cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.577 cm2/m

**BANDA 4 (EN LA SECCION X = 12.155 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 0.000 | 0.000 | 5.165 |
| M | 350.892 | 291.636 | 232.348 |
| T | 0.000 | 0.000 | 1.683 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 7.747 Tm | | |
| Sigma c1,d | : | -344.684 Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. : | 3.972 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.933 | Cap.Mec. Transversal: | 1.395 Tm |
| Vu1 | : | 249.765 Tm | Area Longitud. nec. : | .857 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. : | .332 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Td | : | 2.525 m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 3.202 cm2/m

**BANDA 5 (EN LA SECCION X = 16.207 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 9.623 | 7.998 | 21.800 |
| M | 311.904 | 259.232 | 266.415 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.591 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 59.130 Tm | | |
| Sigma c1,d | : | -306.541 Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. : | 36.791 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.867 | Cap.Mec. Transversal: | 12.926 Tm |
| Vu1 | : | 254.745 Tm | Area Longitud. nec. : | 7.935 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.229 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. : | 3.078 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Td | : | 23.387 m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.653 cm2/m



**BANDA 6 (EN LA SECCION X = 20.258 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 19.245 | 15.995 | 32.556 |
| M | 194.940 | 162.020 | 154.946 |
| T | 0.000 | 0.000 | 23.053 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 101.695 Tm | | |
| Sigma c1,d | : | -105.170 Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. : | 54.399 Tm |
| Cotg.Theta | : | 2.000 | Cap.Mec. Transversal: | 19.112 Tm |
| Vu1 | : | 244.800 Tm | Area Longitud. nec. : | 11.733 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 12.010 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. : | 4.550 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Td | : | 34.580 m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.280 cm2/m

**BANDA 7 (EN LA SECCION X = 24.310 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.993 | 44.103 |
| M | 0.000 | 0.000 | .194 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.363 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 145.446 Tm | | |
| Sigma c1,d | : | 109.580 Kp/cm2 | | |
| Zona | : | ***AB*** | | |
| Y critica | : | .645 m | Cap.Mec. Longitud. : | 62.209 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.226 | Cap.Mec. Transversal: | 21.856 Tm |
| Vu1 | : | 299.780 Tm | Area Longitud. nec. : | 13.418 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 22.875 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. : | 5.204 cm2/m |

TORSION VIGA :

| | | |
|---|---|---|
| Td | : | 39.544 m Tm |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.039 cm2/m

**BANDA 1 (EN LA SECCION X = 0.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.393 | 44.129 |
| M | 0.000 | 0.000 | .194 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.317 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 145.485 Tm | Td | : | 39.475 m Tm |
| Sigma c1,d | : 109.580 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : ***AB*** | | | |
| Y critica | : .645 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 62.100 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.226 | Cap.Mec. Transversal | : | 21.818 Tm |
| Vul | : 299.780 Tm | Area Longitud. nec. | : | 13.394 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 22.383 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.195 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.039 cm2/m

**BANDA 2 (EN LA SECCION X = 4.052 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 19.245 | 15.995 | 30.503 |
| M | 194.940 | 162.020 | 138.274 |
| T | 0.000 | 0.000 | 23.053 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 98.615 Tm | Td | : | 34.579 m Tm |
| Sigma c1,d | : -98.293 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 54.398 Tm |
| Cotg.Theta | : 2.000 | Cap.Mec. Transversal | : | 19.112 Tm |
| Vul | : 244.800 Tm | Area Longitud. nec. | : | 11.733 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 11.647 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 4.550 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.099 cm2/m



**BANDA 3 (EN LA SECCION X = 8.103 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 9.623 | 7.998 | 23.145 |
| M | 311.904 | 259.232 | 266.441 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.613 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 61.149 Tm | Td | : | 23.419 m Tm |
| Sigma c1,d | : -306.852 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 36.841 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.867 | Cap.Mec. Transversal | : | 12.943 Tm |
| Vul | : 254.749 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.946 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 6.560 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 3.082 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.821 cm2/m

**BANDA 4 (EN LA SECCION X = 12.155 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 0.000 | 0.000 | 5.224 |
| M | 350.892 | 291.636 | 232.578 |
| T | 0.000 | 0.000 | 1.683 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 7.836 Tm | Td | : | 2.525 m Tm |
| Sigma c1,d | : -344.779 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 3.972 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.933 | Cap.Mec. Transversal | : | 1.395 Tm |
| Vul | : 249.798 Tm | Area Longitud. nec. | : | .857 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | .332 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 3.202 cm2/m

**BANDA 5 (EN LA SECCION X = 16.207 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| | 9.623 | 7.998 | 25.136 |
| M | 311.904 | 259.232 | 251.161 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.591 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 64.135 Tm | Td | : | 23.387 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -300.548 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 36.791 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.997 | Cap.Mec. Transversal: | | 12.926 Tm |
| Vul | : | 252.486 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.935 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 7.024 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 3.078 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.051 cm2/m

**BANDA 6 (EN LA SECCION X = 20.258 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 19.245 | 15.995 | 31.316 |
| M | 194.940 | 162.020 | 138.151 |
| T | 0.000 | 0.000 | 23.053 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 99.836 Tm | Td | : | 34.580 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -98.242 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 54.399 Tm |
| Cotg.Theta | : | 2.000 | Cap.Mec. Transversal: | | 19.112 Tm |
| Vul | : | 244.800 Tm | Area Longitud. nec. | : | 11.733 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 11.791 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 4.550 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.171 cm2/m



**BANDA 7 (EN LA SECCION X = 24.310 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.993 | 44.102 |
| M | 0.000 | 0.000 | .194 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.357 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 145.445 Tm | Td | : | 39.535 m Tm |
| Sigma c1,d | : | 109.580 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | ***AB*** | | | |
| Y critica | : | .645 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 62.194 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.226 | Cap.Mec. Transversal: | | 21.851 Tm |
| Vul | : | 299.780 Tm | Area Longitud. nec. | : | 13.414 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 22.875 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.203 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.039 cm2/m

PROGRAMA: TORSIONEMP **** PRAINSA ****

CALCULO DE ARMADURA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL PARA

ESFUERZOS DE TORSION Y CORTANTE CONCOMITANTE (EP-93)

CARACTERISTICAS GENERALES :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fyd | : 4200.0 | Kp/cm2 | Tu1 | : | 227.976 Tm |
| Fct,k | : 25.4 | Kp/cm2 | Espesor secc. hueca | : | .150 m |
| Espesor alma de viga: | .30 | m | Area secciÆn hueca | : | 1.809 m2 |
| Vcuo | : 26.76 | Tm | Perim. secc. hueca | : | 5.693 m |

**BANDA 1 (EN LA SECCION X = 0.000 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.993 | 44.072 |
| M | 0.000 | 0.000 | .195 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.409 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 145.400 Tm | Td | : | 39.613 m Tm |
| Sigma c1,d | : | 109.579 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | ***AB*** | | | |
| Y critica | : | .645 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 62.317 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.226 | Cap.Mec. Transversal | : | 21.894 Tm |
| Vu1 | : | 299.780 Tm | Area Longitud. nec. | : | 13.441 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 22.866 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.213 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.040 cm2/m



**BANDA 2 (EN LA SECCION X = 4.052 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 19.245 | 15.995 | 33.369 |
| M | 194.940 | 162.020 | 154.823 |
| T | 0.000 | 0.000 | 23.053 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 102.915 Tm | Td | : | 34.579 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -105.119 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 54.398 Tm |
| Cotg.Theta | : | 2.000 | Cap.Mec. Transversal | : | 19.112 Tm |
| Vu1 | : | 244.800 Tm | Area Longitud. nec. | : | 11.733 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 12.155 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 4.550 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.352 cm2/m

**BANDA 3 (EN LA SECCION X = 8.103 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 9.623 | 7.998 | 15.798 |
| M | 311.904 | 259.232 | 251.135 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.613 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 50.128 Tm | Td | : | 23.419 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -300.538 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 36.841 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.897 | Cap.Mec. Transversal | : | 12.943 Tm |
| Vu1 | : | 252.482 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.946 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 3.082 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.577 cm2/m

**BANDA 4 (EN LA SECCION X = 12.155 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 0.000 | 0.000 | 5.165 |
| M | 350.892 | 291.636 | 232.348 |
| T | 0.000 | 0.000 | 1.683 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 7.747 Tm | Td | : | 2.525 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -344.684 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 3.972 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.933 | Cap.Mec. Transversal: | | 1.395 Tm |
| Vu1 | : | 249.765 Tm | Area Longitud. nec. | : | .857 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | .332 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 3.202 cm2/m

**BANDA 5 (EN LA SECCION X = 16.207 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 9.623 | 7.998 | 21.800 |
| M | 311.904 | 259.232 | 266.415 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.591 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 59.130 Tm | Td | : | 23.387 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -306.341 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 36.791 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.867 | Cap.Mec. Transversal: | | 12.926 Tm |
| Vu1 | : | 254.745 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.935 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.229 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 3.078 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.653 cm2/m



**BANDA 6 (EN LA SECCION X = 20.258 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 19.245 | 15.995 | 32.556 |
| M | 194.940 | 162.020 | 154.946 |
| T | 0.000 | 0.000 | 23.053 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 101.695 Tm | Td | : | 34.580 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -105.170 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | *** C*** | | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 54.399 Tm |
| Cotg.Theta | : | 2.000 | Cap.Mec. Transversal: | | 19.112 Tm |
| Vu1 | : | 244.800 Tm | Area Longitud. nec. | : | 11.733 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 12.010 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 4.550 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.280 cm2/m

**BANDA 7 (EN LA SECCION X = 24.310 m ) (VIGA: 1)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.993 | 44.103 |
| M | 0.000 | 0.000 | .194 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.363 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 145.446 Tm | Td | : | 39.544 m Tm |
| Sigma c1,d | : | 109.580 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : | ***AB*** | | | |
| Y critica | : | .645 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 62.209 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.226 | Cap.Mec. Transversal: | | 21.856 Tm |
| Vu1 | : | 299.780 Tm | Area Longitud. nec. | : | 13.418 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 22.875 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.204 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.039 cm2/m

**BANDA 1 (EN LA SECCION X = 0.000 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.393 | 44.129 |
| M | 0.000 | 0.000 | .194 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.317 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 145.485 Tm | Td | : 39.475 m Tm |
| Sigma c1,d | : | 109.580 Kp/cm2 | | |
| Zona | : | ***A3*** | | |
| Y critica | : | .645 m | Cap.Mec. Longitud. | : 62.100 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.226 | Cap.Mec. Transversal | : 21.818 Tm |
| Vu1 | : | 299.780 Tm | Area Longitud. nec. | : 13.394 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 22.383 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 5.195 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.039 cm2/m

**BANDA 2 (EN LA SECCION X = 4.052 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 19.245 | 15.995 | 30.503 |
| M | 194.940 | 162.020 | 138.274 |
| T | 0.000 | 0.000 | 23.053 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 98.615 Tm | Td | : 34.579 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -98.293 Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : 54.398 Tm |
| Cotg.Theta | : | 2.000 | Cap.Mec. Transversal | : 19.112 Tm |
| .1 | : | 244.800 Tm | Area Longitud. nec. | : 11.733 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 11.647 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 4.550 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.099 cm2/m



**BANDA 3 (EN LA SECCION X = 8.103 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 9.623 | 7.998 | 23.145 |
| M | 311.904 | 259.232 | 266.441 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.613 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 61.149 Tm | Td | : 23.419 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -306.852 Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : 36.841 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.867 | Cap.Mec. Transversal | : 12.943 Tm |
| Vu1 | : | 254.749 Tm | Area Longitud. nec. | : 7.946 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.560 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : 3.082 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 4.821 cm2/m

**BANDA 4 (EN LA SECCION X = 12.155 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 0.000 | 0.000 | 5.224 |
| M | 350.892 | 291.636 | 232.578 |
| T | 0.000 | 0.000 | 1.683 |

CORTANTE VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : | 7.836 Tm | Td | : 2.525 m Tm |
| Sigma c1,d | : | -344.779 Kp/cm2 | | |
| Zona | : | *** C*** | | |
| Y critica | : | .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : 3.972 Tm |
| Cotg.Theta | : | 1.933 | Cap.Mec. Transversal | : 1.395 Tm |
| Vu1 | : | 249.798 Tm | Area Longitud. nec. | : .857 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : | 6.071 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : .332 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 3.202 cm2/m

**BANDA 5 (EN LA SECCION X = 16.207 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| | 9.623 | 7.998 | 25.136 |
| M | 311.904 | 259.232 | 251.161 |
| T | 0.000 | 0.000 | 15.591 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 64.135 Tm | Td | : | 23.387 m Tm |
| Sigma c1,d | : -300.548 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 36.791 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.397 | Cap.Mec. Transversal | : | 12.926 Tm |
| Vu1 | : 252.486 Tm | Area Longitud. nec. | : | 7.935 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 7.024 cm2/m | A90 TorsiÆn nec: | : | 3.078 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 5.051 cm2/m

**BANDA 6 (EN LA SECCION X = 20.258 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 19.245 | 15.995 | 31.316 |
| M | 194.940 | 162.020 | 138.151 |
| T | 0.000 | 0.000 | 23.053 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 99.336 Tm | Td | : | 34.580 m Tm |
| Sigma c1,d | : -98.242 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : *** C*** | | | |
| Y critica | : .351 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 54.399 Tm |
| Cotg.Theta | : 2.000 | Cap.Mec. Transversal | : | 19.112 Tm |
| | : 244.300 Tm | Area Longitud. nec. | : | 11.733 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 11.791 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 4.550 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 8.171 cm2/m



**BANDA 7 (EN LA SECCION X = 24.310 m ) (VIGA: 2)

| | PPL | PPV | EMP |
|---|---|---|---|
| V | 28.868 | 23.993 | 44.102 |
| M | 0.000 | 0.000 | .194 |
| T | 0.000 | 0.000 | 26.357 |

CORTANTE VIGA : TORSION VIGA :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vd | : 145.445 Tm | Td | : | 39.535 m Tm |
| Sigma c1,d | : 109.580 Kp/cm2 | | | |
| Zona | : ***AB*** | | | |
| Y critica | : .645 m | Cap.Mec. Longitud. | : | 62.194 Tm |
| Cotg.Theta | : 1.226 | Cap.Mec. Transversal | : | 21.851 Tm |
| Vu1 | : 299.780 Tm | Area Longitud. nec. | : | 13.414 cm2 |
| A90 Cortante nec. | : 22.875 cm2/m | A90 TorsiÆn nec. | : | 5.203 cm2/m |

ARMADURA EN CADA ALMA:
A90 TOTAL NECESARIA : 14.039 cm2/m

PROGRAMA : PREENTUEMP *** PRAINSA ***

DISTRIBUCION ESCALONADA DE ENTUBADO

| Etapa | d. borde | d. apoyo | x. compr. | n°cables | yg |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .63 | .33 | 1.13 | 30 | .157 |
| 2 | .97 | .67 | 1.47 | 36 | .143 |
| 3 | 1.30 | 1.00 | 1.80 | 42 | .137 |
| 4 | 1.63 | 1.33 | 2.13 | 48 | .132 |
| 5 | 1.97 | 1.67 | 2.47 | 54 | .129 |
| 6 | 2.30 | 2.00 | 2.80 | 61 | .125 |

= RESUMEN PARA PLANO =

| DISTANCIA | CABLES |
|---|---|
| .97 | 6 |
| 1.30 | 6 |
| 1.63 | 6 |
| 1.97 | 6 |
| 2.30 | 7 |



PROGRAMA: ENTUBAEMP ******* PRAINSA ********

CARAC. GEOMETRICAS SECCIONES SIMPLE Y COMPUESTA HOMOGENEIZADAS

| | S.S.H. | S.C.H. C.INSTANTANEAS | S.C.H. C.PERMANENTES |
|---|---|---|---|
| CANTO : | .900000 | 1.150000 | 1.150000 |
| AREA : | .850620 | 1.470877 | 1.581681 |
| CDG : | .350954 | .644862 | .616141 |
| INERCIA: | .077247 | .250122 | .274418 |

SECCION X= 1.13 m
Numero de cables: 30 Centro de gravedad: .1567 m Po= 598.50 T
Mppv= 25.924 Mppl= 31.192 Mcm= 17.467 Mtsc= 51.807

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1080.056 | 64.780 | 0.000 | 36.52 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 886.149 | 291.688 | 0.000 | 25.36 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 803.038 | 305.933 | 41.288 | 19.64 |
| A TIEMPO INFINITO: | 729.289 | 298.659 | 52.479 | 70.70 |
| CON SOBRECARGAS : | 595.720 | 351.505 | 157.108 | 132.58 |

SECCION X= 1.47 m
Numero de cables: 36 Centro de gravedad: .1431 m Po= 718.20 T
Mppv= 33.067 Mppl= 39.785 Mcm= 22.280 Mtsc= 66.081

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1330.359 | 24.089 | 0.000 | 49.65 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 1079.039 | 316.923 | 0.000 | 33.28 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 972.682 | 335.486 | 53.263 | 24.79 |
| A TIEMPO INFINITO: | 869.437 | 326.514 | 70.477 | 94.18 |
| CON SOBRECARGAS : | 699.069 | 393.919 | 203.931 | 177.11 |

SECCION X= 1.80 m
Numero de cables: 42 Centro de gravedad: .1369 m Po= 837.90 T
Mppv= 39.990 Mppl= 48.115 Mcm= 26.944 Mtsc= 79.915

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1568.438 | 2.521 | 0.000 | 64.35 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 1259.667 | 359.021 | 0.000 | 41.98 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 1130.030 | 381.614 | 64.880 | 30.24 |
| A TIEMPO INFINITO: | 994.102 | 370.504 | 88.441 | 120.05 |
| CON SOBRECARGAS : | 788.066 | 452.022 | 249.835 | 226.37 |

SECCION X= 2.13 m
Numero de cables: 48 Centro de gravedad: .1323 m Po= 957.60 T
Mppv= 46.693 Mppl= 56.181 Mcm= 31.461 Mtsc= 93.312

| NSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 1807.514 | -20.606 | 0.000 | 80.92 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 1440.367 | 398.238 | 0.000 | 51.59 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 1287.057 | 424.665 | 76.355 | 36.07 |
| A TIEMPO INFINITO: | 1114.077 | 411.184 | 107.178 | 148.76 |
| CON SOBRECARGAS : | 873.502 | 506.367 | 295.628 | 281.27 |

SECCION X= 2.47 m
Numero de cables: 54 Centro de gravedad: .1287 m Po= 1077.30 T
Mppv= 53.178 Mppl= 63.983 Mcm= 35.830 Mtsc= 106.270

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 2047.586 | -45.292 | 0.000 | 99.38 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 1621.129 | 434.577 | 0.000 | 62.13 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 1443.757 | 464.643 | 87.687 | 42.27 |
| A TIEMPO INFINITO: | 1229.390 | 448.558 | 126.680 | 180.28 |
| CON SOBRECARGAS : | 955.406 | 556.959 | 341.300 | 341.79 |

SECCION X= 2.80 m
Numero de cables: 61 Centro de gravedad: .1254 m Po= 1216.95 T
Mppv= 59.443 Mppl= 71.521 Mcm= 40.051 Mtsc= 118.790

| TENSIONES EN: | FIBRA INF VIGA | FIBRA SUP VIGA | FIBRA SUP LOSA | PERD. |
|---|---|---|---|---|
| AL PRETENSAR: | 2333.577 | -83.332 | 0.000 | 123.43 |
| AL HORMIGONAR LOSA: | 1842.176 | 457.352 | 0.000 | 75.65 |
| CON CARGAS MUERTAS: | 1637.816 | 490.695 | 99.373 | 50.07 |
| A TIEMPO INFINITO: | 1368.264 | 471.184 | 149.317 | 221.44 |
| CON SOBRECARGAS : | 1062.001 | 592.357 | 389.222 | 420.52 |



ARCHIVO DE CALCULO: DEMPAR_marcelo

MOMENTOS LONGITUDINALES EN VIGAS

| VIGA | MPPV | MPPL | MPM | MSCU | MCARRO | MAXSUMC | MAXSUMT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 145.8 | 175.4 | 98.2 | 112.3 | 179.1 | 419.5 | 710.9 |
| 2 | 145.8 | 175.4 | 98.3 | 112.3 | 179.1 | 419.5 | 710.9 |

MOMENTOS TRANSVERSALES POR METRO DE ANCHO EN LOSA DEBIDOS AL EMPARRILLADO

| BANDA | MTPM+ | MTPM- | MTSCU+ | MTSCU- | MTCARRO+ | MTCARRO- | MT.TOT+ | MT.TOT- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | -.96 | 5.94 | -6.17 | 5.91 | -5.91 | 11.85 | -13.04 |
| 2 | 0.00 | -.96 | .38 | -.61 | .92 | -.92 | 1.30 | -2.49 |
| 3 | 0.00 | -.95 | 1.35 | -1.58 | 1.66 | -1.66 | 3.00 | -4.18 |
| 4 | 0.00 | -.95 | 1.35 | -1.58 | 2.89 | -2.89 | 4.24 | -5.42 |
| 5 | 0.00 | -.95 | 1.35 | -1.57 | 1.65 | -1.65 | 3.00 | -4.18 |
| 6 | 0.00 | -.95 | .38 | -.60 | .91 | -.91 | 1.29 | -2.47 |
| 7 | 0.00 | -.95 | 5.94 | -6.16 | 5.90 | -5.90 | 11.83 | -13.01 |

MOMENTOS LOCALIZADOS EN LOSA/POR METRO DEBIDOS A SOBRECARGA CARRO Y C.PERM.

| BANDA | MTLOCSCU+ | MTLOCSCU- | MTLOCCARRO+ | MTLOCCARRO- | MTLOCPM+ | MTLOCPM- | MVOLCARRO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 2 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 3 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 4 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 5 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 6 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |
| 7 | .07 | -.20 | 1.70 | -1.00 | .03 | -.10 | 0.00 |

TORSORES

| TMIN | TMAX | VTMIN | VTMAX | MTMIN | MTMAX |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA 1 | | | | | |
| 26.4 | -22.0 | 44.1 | 36.7 | .20 | .19 |
| 23.1 | -23.0 | 33.4 | 30.5 | 154.82 | 138.04 |
| 15.6 | -15.6 | 23.2 | 15.8 | 266.38 | 251.13 |
| 1.7 | -1.7 | 2.0 | 5.2 | 120.06 | 232.35 |
| 15.6 | -15.6 | 25.1 | 21.8 | 251.16 | 266.41 |
| 23.0 | -23.1 | 31.3 | 32.6 | 138.15 | 154.95 |
| 22.0 | -26.4 | 36.7 | 44.1 | .19 | -.19 |
| VIGA 2 | | | | | |
| 22.1 | -26.3 | 36.7 | 44.1 | .20 | .19 |
| 23.1 | -23.0 | 30.5 | 33.3 | 138.27 | 155.05 |
| 15.6 | -15.6 | 15.8 | 23.1 | 251.19 | 266.44 |
| 1.7 | -1.7 | 1.6 | 5.2 | 120.29 | 232.58 |
| 15.6 | -15.6 | 21.8 | 25.1 | 266.41 | 251.16 |
| 23.0 | -23.1 | 32.6 | 31.3 | 154.94 | 138.15 |
| 26.4 | -22.1 | 44.1 | 36.7 | -.19 | .19 |

Armado losa

Banda extrema $M^- = -13,34$ $As = 25,12 cm^2 \leq 8 \phi 20$ p/m.
$M^+ = 10,99$ $As = 26,5 cm^2 \leq 9 \phi 20$ p/m.

Banda central $M^- = -6,72$ $As = 11,6 cm^2 \leq 6 \phi 16$ p/m
$M^+ = 5,09$ $As = 10,76 cm^2 \leq 6 \phi 16$ p/m

REACCIONES

| | PP | PL | CM | SCUP | SCUN | CARRO + | CARRO - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga : 1 | | | Apoyo : 1 | | | | |
| | -24.0 | -28.9 | -16.2 | .8 | -19.3 | 0.0 | -42.1 |
| Viga : 1 | | | Apoyo : 2 | | | | |
| | -24.0 | -28.9 | -16.2 | .8 | -19.3 | 0.0 | -42.1 |
| Viga : 2 | | | Apoyo : 3 | | | | |
| | -24.0 | -28.9 | -16.2 | .8 | -19.3 | 0.0 | -42.1 |
| Viga : 2 | | | Apoyo : 4 | | | | |
| | -24.0 | -28.9 | -16.2 | .8 | -19.3 | 0.0 | -42.1 |



PROGRAMA : DIAFRAGMA * * * P R A I N S A * * *

FECHA : 10/97

NOMBRE DEL PROYECTO : ESTRUCTURA E-4 L=25

CANTO DE LA VIGA : .90 m.

REACCION MAXIMA : 132.610 T.

ANGULO DE ESVIAJE : 0.000 g

ANCHO DIAFRAGMA : .500 m.

DIMENSION MAYOR DEL NEOPRENO UTILIZADO : 400 mm.

| | Md (m T) | As (cm2) | As2 (cm2) |
|---|---|---|---|
| * ARMADURA LONGITUDINAL SUPERIOR | 98.5 | 28.7 | 0.0 |

| | Vd (T) | Aq (cm2/m) |
|---|---|---|
| * CERCOS TRANVERSALES | 99.5 | 18.1 |

| | As (cm2) |
|---|---|
| * ARM. LONG. INF. CARGA SOBRE MACIZO | 11.1 |

# ESTRUCTURA E-4 PASO SUPERIOR

## PILAS

Del calculo de las Pilas se obtienen los valores de las Reacciones, en la base del fuste y para cada pila, dados en la tabla para las Hipótesis siguientes

1 - Carga permanente + Sobrecarga en vano largo
2 - Carga permanente + Sobrecarga en ambos vanos + Carro en vano largo
3 - Carga permanente + Viento perpendicular al puente
4 - Carga permanente + Viento paralelo al puente
5 - Carga permanente + Sobrecarga en vano largo + Viento perpendicular al puente
6 - Carga permanente + Sobrecarga en ambos vanos + Carro en vano largo + + Viento perpendicular al puente
7 - Carga permanente + Sobrecarga en vano largo + Viento paralelo al puente
8 - Carga permanente + Sobrecarga en ambos vanos + Carro en vano largo + + Viento paralelo al puente

| | Fx (t) | Fy (t) | Fz (t) | Mx (mt) | My (mt) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,11 | 0,00 | 199,70 | 0,00 | 60,40 |
| 2 | 2,30 | 0,00 | 211,10 | 0,00 | 58,20 |
| 3 | 1,43 | 5,02 | 137,98 | 49,90 | 28,50 |
| 4 | 4,01 | 0,00 | 137,98 | 0,00 | 45,10 |
| 5 | 1,90 | 2,27 | 193,53 | 22,90 | 55,10 |
| 6 | 2,05 | 2,27 | 203,79 | 23,00 | 53,70 |
| 7 | 3,07 | 0,00 | 193,53 | 0,00 | 63,20 |
| 8 | 3,22 | 0,00 | 203,79 | 0,00 | 61,70 |

Siendo Fx la fuerza paralela al eje longitudinal del puente
Fy la fuerza perpendicular al eje longitudinal del puente
Fz la fuerza vertical
Mx el momento con eje paralelo al longitudinal del puente
My el momento con eje perpendicular al longitudinal del puente

Considero las zapatas de cada pila para el calculo aisladas, aunque luego se construirán unidas
Dadas las dimensiones de las pilas octogonales, inscritas en un cuadrado de 1,00 m.de lado, fijo un canto h para la zapata de 1,20 m., siendo cuadradas y suponiéndose enterradas un metro

Lado = 3 m.
Peso de zapata = 27 t.
Peso de tierras sobre zapata = 19,6 t.

Con los criterios expuesto obtengo los esfuerzos en base de zapata

| | Fx (t) | Fy (t) | Fz (t) | Mx (mt) | My (mt) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,11 | 0,00 | 246,30 | 0,00 | 62,93 |
| 2 | 2,30 | 0,00 | 257,70 | 0,00 | 60,96 |
| 3 | 1,43 | 5,02 | 184,58 | 55,92 | 30,22 |
| 4 | 4,01 | 0,00 | 184,58 | 0,00 | 49,92 |
| 5 | 1,90 | 2,27 | 240,13 | 25,62 | 57,38 |
| 6 | 2,05 | 2,27 | 250,39 | 25,72 | 56,16 |
| 7 | 3,07 | 0,00 | 240,13 | 0,00 | 66,88 |
| 8 | 3,22 | 0,00 | 250,39 | 0,00 | 65,56 |

Siendo las tensiones en cada esquina en t./m$^2$





| | σ1 | σ2 | σ3 | σ4 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 41,35 | 41,35 | 13,38 | 13,38 |
| 2 | 42,18 | 42,18 | 15,09 | 15,09 |
| 3 | 39,65 | 14,80 | 26,22 | 1,37 |
| 4 | 31,60 | 31,60 | 9,42 | 9,42 |
| 5 | 45,12 | 33,74 | 19,62 | 8,24 |
| 6 | 46,02 | 34,59 | 21,06 | 9,63 |
| 7 | 41,54 | 41,54 | 11,82 | 11,82 |
| 8 | 42,39 | 42,39 | 13,25 | 13,25 |

Dimensiones de la zapata que damos por buenas ya que no se sobrepasa la tensión admisible ni hay tensiones negativas

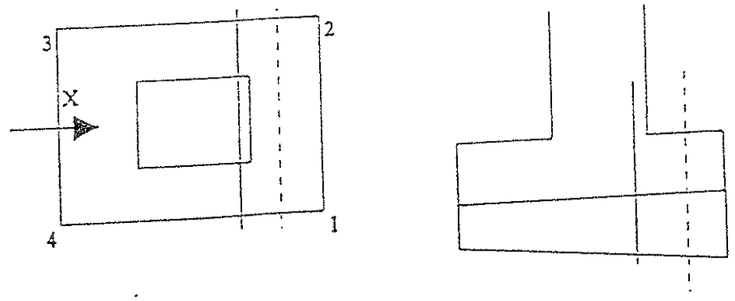
Las tensiones sobre el hormigón se obtienen deduciendo el peso de las tierra y de la zapata quedando el siguiente cuadro para las distintas hipótesis

| | σ1 | σ2 | σ3 | σ4 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 36,17 | 36,17 | 8,20 | 8,20 |
| 2 | 37,00 | 37,00 | 9,91 | 9,91 |
| 3 | 34,47 | 9,62 | 21,04 | -3,81 |
| 4 | 26,42 | 26,42 | 4,24 | 4,24 |
| 5 | 39,95 | 28,56 | 14,45 | 3,06 |
| 6 | 40,84 | 29,41 | 15,88 | 4,45 |
| 7 | 36,37 | 36,37 | 6,64 | 6,64 |
| 8 | 37,21 | 37,21 | 8,07 | 8,07 |

Vuelo de la zapata = 1 > de 0,5 h y < 2 h Luego Tipo -I

Calculo a flexión

Sección de referencia - 0,15 x 1,00 = 0,15 - 1,0+ 0,15 = 1,15




Momentos en sección de referencia sentido X eje puente y Y perpendicular, según hipótesis

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | My= | 96,79 | mt./m | Mx= | 0,00 | mt./m |
| 2 | My= | 93,76 | mt./m | Mx= | 0,00 | mt./m |
| 3 | My= | 46,47 | mt./m | Mx= | 86,01 | mt./m |
| 4 | My= | 76,77 | mt./m | Mx= | 0,00 | mt./m |
| 5 | My= | 88,25 | mt./m | Mx= | 39,40 | mt./m |
| 6 | My= | 86,38 | mt./m | Mx= | 39,56 | mt./m |
| 7 | My= | 102,86 | mt./m | Mx= | 0,00 | mt./m |
| 8 | My= | 100,84 | mt./m | Mx= | 0,00 | mt./m |

Recubrimiento 4 cm - Resistencia característica del Hormigón 200 kg/cm² - Canto útil 1,15 m.

Uc = 200 x 115 x 100 / (1,5 x 1000) = 1533,33 t. 0,04 x Uc= 61,33 t.

Mt= 0,35 x Uc x d = 617,17 mt.

Us1= Uc x (1 - (1-2 x Md /(Uc x d))^0,5) = 150,50 t. para My → 33,94 cm²/m

124,74 t. para Mx → 28,13 cm²/m

Calculo a cortante

Sección de referencia - situada a d/2 = 1,15/2 = 0,575

anchura $b_2$ = b+d = 1,0+1,15 = 2,15

canto útil $d_2$ = 1,5*(1-0,575) = 0,638

Cortante mayorado en la sección

| | Vd2 | |
|---|---|---|
| 1 | 84,23 | t. |
| 2 | 84,74 | t. |
| 3 | 52,58 | t. |
| 4 | 57,20 | t. |
| 5 | 77,30 | t. |
| 6 | 83,67 | t. |
| 7 | 83,28 | t. |
| 8 | 89,28 | t. |

fcu = 0,5 x (200/1,5)^0,5 = 5,77 kg/cm²

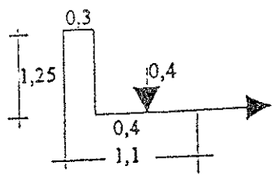
2 x $b_2$ x $d_2$ x fcv = 158,27 > Vd2 Valido

ESTRIBOS

Longitud del semiestribo 3,6

Cargas transmitidas por la viga, sin mayorar

| | t. por apoyo | t./m |
|---|---|---|
| Peso viga | 15,075 | 4,188 |
| Peso losa | 17,813 | 4,948 |
| Cargas muertas | 9,576 | 2,660 |
| Sobrecarga uniforme | 11,413 | 3,170 |
| Carro mas desfavorable | 40,028 | 11,119 |
| Fuerzas Reologicas | 4,46 | 1,239 |
| Frenado | 1,988 | 0,552 |




Coeficiente de empuje = 0,33 Densidad tierras trasdos = 1,8

Sobrecarga carretera = 2 Densidad Hormigon = 2,5

Estribo 1 h= 5,8

| Esfuerzos sin mayorar | Fz(t/m) | Fx(t/m) | Empuje(t/m) | My(mt/m) |
|---|---|---|---|---|
| En base de peto | 0,938 | 0,000 | 1,289 | 0,709 |
| En plano apoyos | 27,022 | 1,791 | 1,289 | 4,247 |
| En base de estribo | 39,535 | 1,791 | 13,819 | 42,105 |



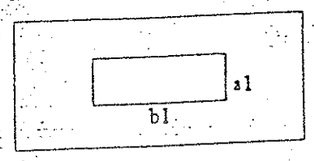


Estribo 2 h= 7,2

| Esfuerzos sin mayorar | Fz(t/m) | Fx(t/m) | Empuje(t/m) | My(mt/m) |
|---|---|---|---|---|
| En base de peto | 0,938 | 0,000 | 1,289 | 0,709 |
| En plano apoyos | 27,022 | 1,791 | 1,289 | 4,247 |
| En base de estribo | 43,385 | 1,791 | 20,148 | 68,254 |

Armaduras bajo apoyos a1 = 0,25 b1 = 0,4

a = 0,8 b = 1,28

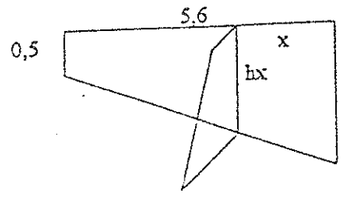



Asa *fyd = 0,3*Nd*(a-a1)/a = 7,24

Asb *fyd = 0,3*Nd*(b-b1)/b = 7,24

coloco una malla de ϕ 16 a 20 cm a una altura de 40cm desde el apoyo

ALETAS Estribo 2




(hx - 0,5)/3,3 =(5,6 - x)/5,6 hx = 3,8 - 0,59 x

Msx = 2,51x - 0,39x² Mtx = 4,29x - 1,33x² + 0,104x³

$\int_0^{5,6}$ Msx + Mtx = [ 3,4x² - 0,57x³ + 0,025x⁴ ]$_0^{5,6}$

$Mt^{5,6}$ = 32,09 mt para x = 5,6 h = 5,6

Aleta de 30cm. de espesor, con H-250, recubrimiento 3 cm. y acero 5100

Uc = 250 x 26 x 380/1500 = 1647 0,04 x Uc = 65,87 t.

Us = Uc x (1-(1-2 x Mt x 1,6/(Uc x 0,26))^0,5) =

$Us^{5,6}$ = 211,01 t. $cm^2$ = 47,58 4 ϕ 20 por m.

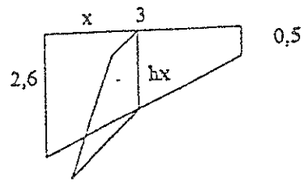
Coloco horizontalmente en cara exterior 4 ϕ 12 y en cara interior 4 ϕ 20

Coloco verticalmente cercos cada 20 cm. de ϕ 10

En cara superior de la aleta coloco 4 ϕ 16

En cara inferior inclinada coloco 4 ϕ 12

ALETAS Estribo 1




(hx - 0,5)/2,1 =(3 - x)/3 hx = 2,6 - 0,7x

Msx = 1,72x - 0,462x² Mtx = 2,01x - 1,08x² + 0,145x³

$\int_0^3$ Msx + Mtx = [ 1,865x² - 0,514x³ + 0,0363x⁴ ]$_0^3$

$Mt^3$ = 5,85 mt para x = 3,0 h = 2,6

Aleta de 30cm. de espesor, con H-250, recubrimiento 3 cm. y acero 5100

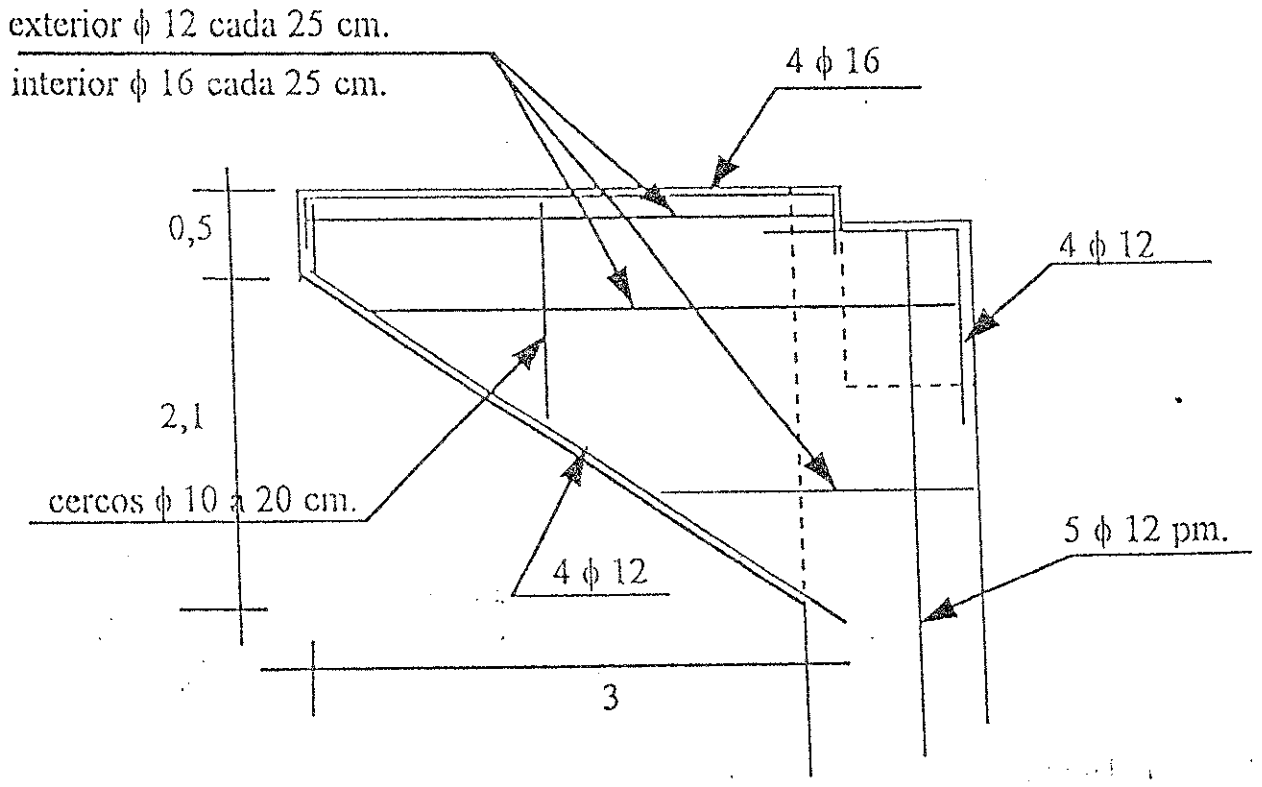
Uc = 250 x 26 x 260/1500 = 1127 0,04 x Uc = 45,07 t.

Us = Uc x (1-(1-2 x Mt x 1,6/(Uc x 0,26))^0,5) =

$Us^3$ = 36,58 t. $cm^2$ = 8,25 4 ϕ 12 por m.

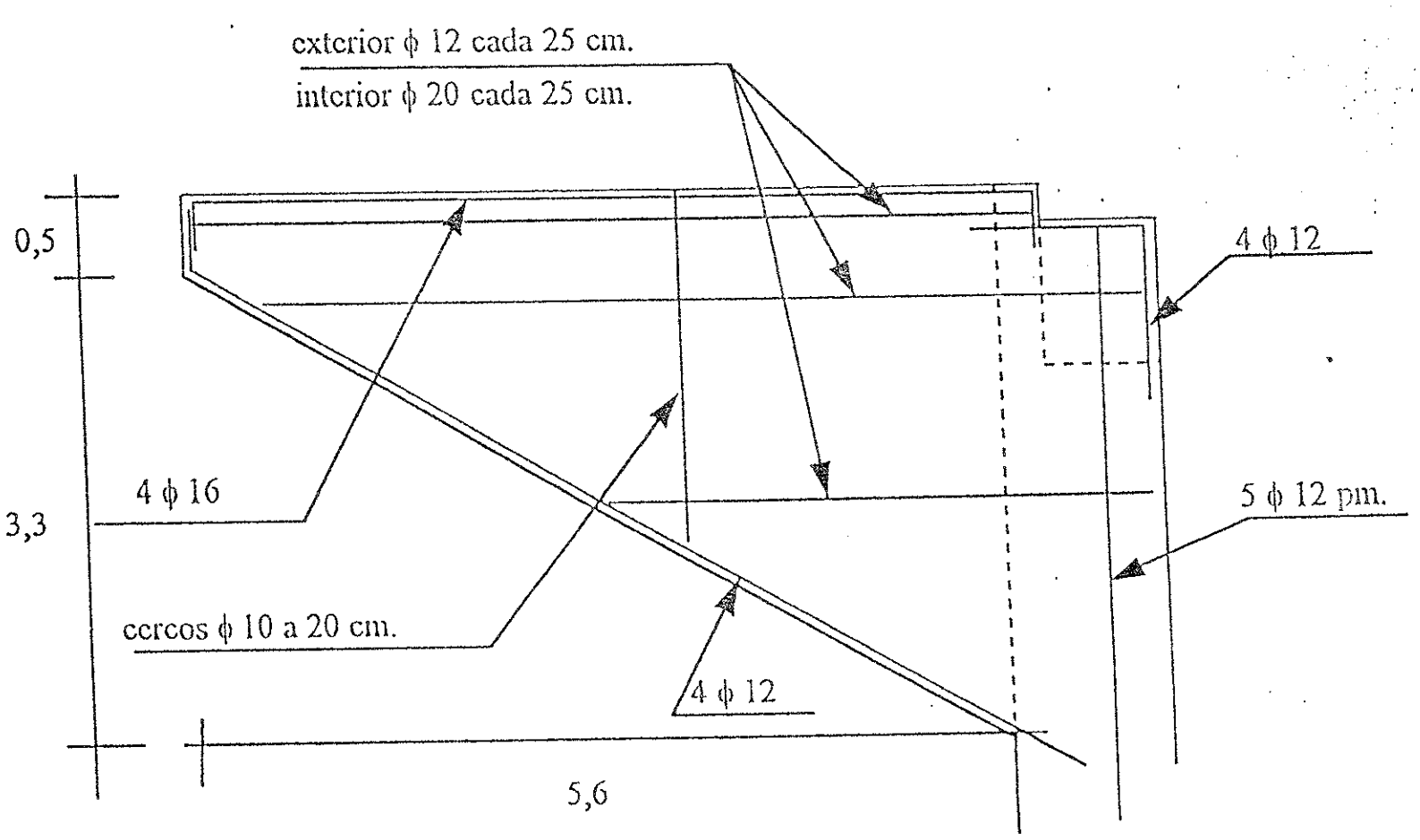
8 - 10 - 97

## Aletas Estribo 1 Paso Superior E-4




8 - 10 - 97

## Aletas Estribo 2 Paso Superior 4



Minimo geometrico vertical 30 x 260 x 0,9/1000 = 7,02 $cm^2$

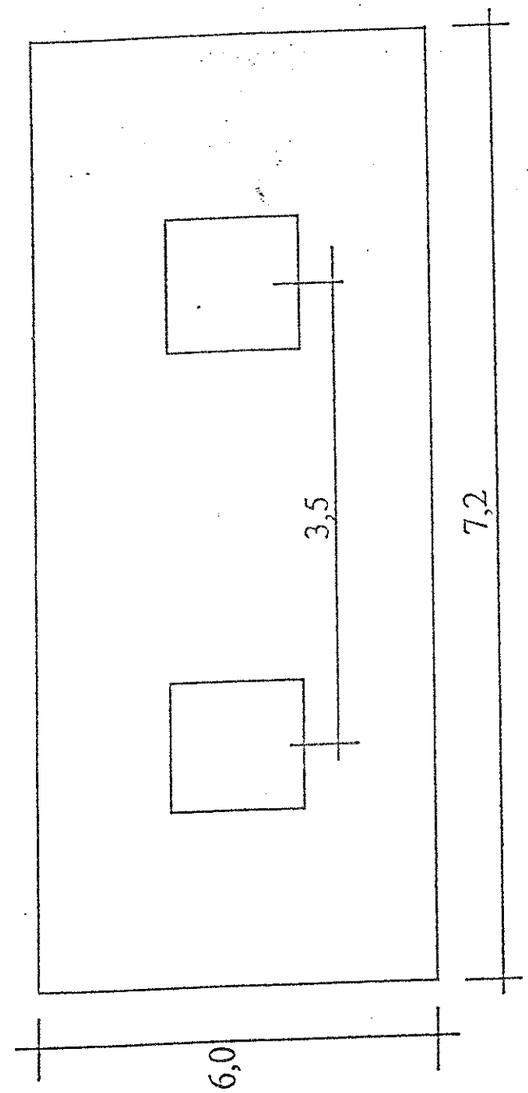
Minimo geometrico horizontal 30 x 260 x 1,6/1000 = 12,48 $cm^3$

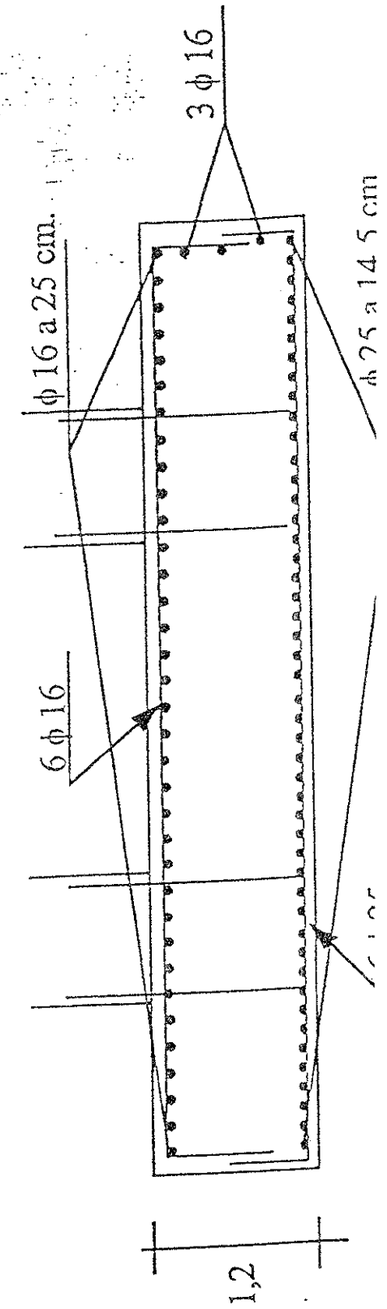
Coloco horizontalmente en cara exterior 4 ϕ 12 y en cara interior 4 ϕ 16

Coloco verticalmente cercos cada 20 cm. de ϕ 10

En cara superior de la aleta coloco 4 ϕ 16

En cara inferior inclinada coloco 4 ϕ 12




PILAS Paso Superior E - 4
Zapatas

-4 Paso Superior - H=5.8m

PROGRAMA DE CÀLCULOS DE MUROS
**********
SEGUN TEORIA DE COULOMB
**********

Num.de capas de terreno detras = 1
Num.de capas de terreno delante = 0

TERRENO TRASERO

| CAPA Num. | PROFUND. (mts) | ANG.ROZ.INT. (ºsexag.) | ROZ.TIER.-MURO (ºsexag.) | DENSIDAD (t/m3) | ANG.TALUD (ºsexag.) | COHESION (t/m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 30.0 | 0.0 | 1.80 | 0.0 | 0.00 |

SOBRECARGAS UNIF.SOBRE EL TERRENO

Sobrecarga unif. DETRAS = 2 (t/m2)
Distancia al Muro = 0 (mts)
Sobrecarga unif. DELANTE= 0 (t/m2)
Distancia al Muro = 0 (mts)

ALTURA DEL MURO = 5.8 (mts)
Peso Especif.del MURO = 2.5 (t/m3)

ESCALONES TRASEROS

| Escalon Num. | Profund. (mts) | Anchura (mts) | Tipo |
|---|---|---|---|
| 1 | 3.80 | 0.00 | 1 |

ESCALONES DELANTEROS

| Escalon Num. | Profund. (mts) | Anchura (mts) | Tipo | Carg.Vert. (t/ml) | Distanc. (mts) | Car.g.Horiz. (t/ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Canto | 0.00 | 0.30 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1.25 | 0.80 | 1 | 26.08 | 0.40 | 1.79 |

PESO DE TIERRAS + SOBR.(sin P.agua)
**********

| NUDO | PROFUND. | CARG.TRAS. | CARG.DELAN. |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 2.00 | 0.00 |
| 2 | 1.25 | 4.25 | 0.00 |
| 3 | 3.80 | 8.84 | 0.00 |
| 4 | 5.80 | 12.44 | 0.00 |

PRESIONES SOBRE EL MURO
**********

HORIZONTALES

| BARRA | H.SUP.TRAS. | H.INF.TRAS. | H.SUP.DEL. | H.INF.DEL. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.667 | 1.417 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1.417 | 2.947 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 2.947 | 4.147 | 0.000 | 0.000 |

VERTICALES

| BARRA | V.SUP.TRAS. | V.INF.TRAS. | V.SUP.DEL. | V.INF.DEL. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

ESFUERZOS EN BARRAS
**********

| BARRA | NUDO | PROFUND. | AXIL | CORTANTE | FLECTOR |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 2 | | 0.94 | 1.30 | 0.72 |
| 2 | 2 | 1.25 | 0.94 | 1.30 | 0.72 |
| 2 | 3 | | 34.03 | 8.66 | 18.40 |
| 3 | 3 | 3.80 | 34.03 | 8.66 | 18.40 |
| 3 | 4 | | 39.53 | 15.75 | 42.41 |

REACCIONES SOBRE LOS APOYOS
**********

| NUDO | PROFUND. | HORIZONT. | VERTICAL | MOMENTO |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 5.80 | 15.75 | 39.53 | 42.41 |

| SOL. NUM.: | LONGITUD TACON | LONGITUD ZARPA | COEF.SEGUR. VUELCO | COEF.SEGUR. DESLIZ. | TENS.EXTREMAS MAXIMA | TENS.EXTREMAS MINIMA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.50 | 1.00 | 4.47 | 3.31 | 30.87 | 4.79 |
| 2 | 3.10 | 1.10 | 4.08 | 3.11 | 30.89 | 4.58 |

DIMENSIONES DE LA ZAPATA ELEGIDA
**********

| | LONGITUD | CANTO |
|---|---|---|
| TACON | 3.10 | 1.20 |
| ZARPA | 1.10 | 1.20 |

ESFUERZOS EN ZAPATA
**********

| SECCION | TIPO | AXIL | MOMENTO | CORTANTE | PUNZONAM. | CORT.ADHEREN. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inf.MURO | | 39.53 | 42.41 | 15.75 | | 31.31 |
| Zarpa | I | | 20.64 | 13.96 | | |
| Tacon | III | | -28.91 | -11.74 | -11.59 | -6.94 |
| Base Zapata | | 93.99 | 61.57 | 21.16 | | |

CONDICIONES DE SEGURIDAD
**********

TENSIONES EFECTIVAS
Maxima = 30.89(t/m2)
Minima = 4.58(t/m2)
Cobaricentrica = 23.56 (t/m2)
Excent.Result.(M/N)= 0.66 (m)
Dist.Result.Borde= 1.99 (m)

VUELCO
Momento Estabil. = 248.44 (mt/m)
Momento Volcador = 60.93 (mt/m)
Coef.Seguridad = 4.08

DESLIZAMIENTO
Roz.Base muro-Tierras (°)= 35
Comp.Rozamiento = 65.81 (t/m)
Fuerza Deslizante = 21.16 (t/m)
Coef.Seguridad = 3.11

CALCULO DE ARMADURAS EN SECCIONES
==========

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES
---

Resist.Caract.HORMIGON en Zapata = 200 (kg/cm2)
Resist.Caract.HORMIGON en Alzado = 250 (kg/cm2)
Resistenc.Caract.ACERO = 5100 (kg/cm2)
Coef.Minorac.HORMIGON = 1.5
(Hormig.Vertical en Alzado)
Coef.Minorac.ACERO = 1.15
Coef.Mayoracion CARGAS = 1.6
Recubr.Armad.Zapata = 4 (cms)
Recubr.Armad.Alzado = 3 (cms)

ALZADO
---

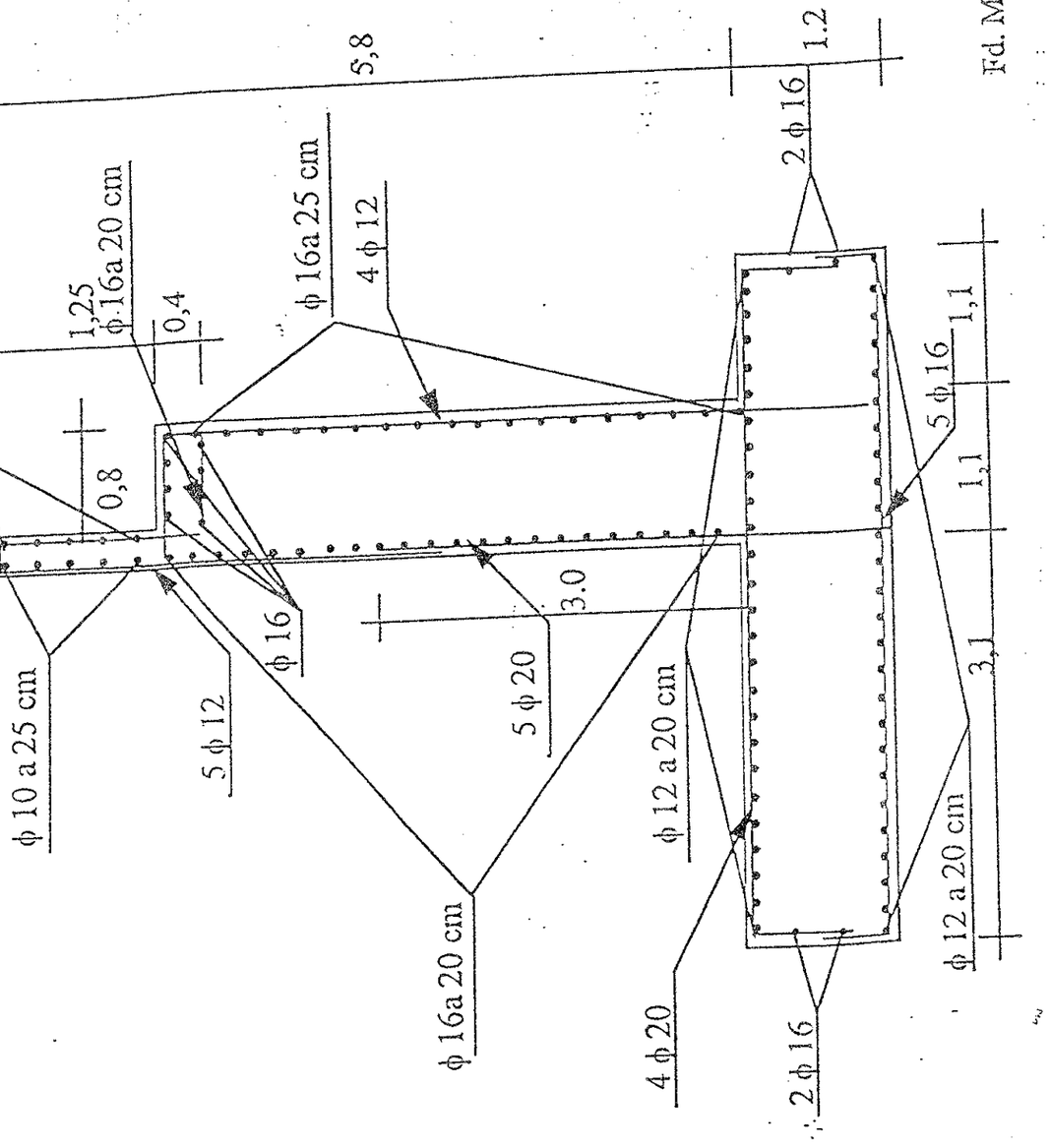
| Prof. (mts) | Espeso (mts) | Axil C (t/m) | Flect.C (mt/m) | AR.TRAS (cm2/m) | AR.DEL. (cm2/m) | Cort.Cal. (t/m) | Cort.HOR (t/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.25 | 0.30 | 1.50 | 1.15 | 3.65 | 0.02 | 2.08 | 16.53 |
| 3.80 | 1.10 | 54.45 | 29.44 | 14.48 | 0.68 | 13.85 | 65.52 |
| 5.80 | 1.10 | 63.25 | 67.85 | 14.48 | 0.79 | 25.20 | 65.52 |

ZAPATA
---

| Secci | Flect.C. (mt/m) | Canto (m) | AR.SUP. (cm2/m) | AR.INF. (cm2/m) | Cort.C. (t/m) | Canto (m) | CORT.H. (t/m) | Punz.C. (t/m) | Canto (m) | Pun (t |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zarpa | 33.02 | 1.20 | 0.00 | 8.26 | 22.33 | 0.82 | 90.07 | | | |
| Tacon | 46.26 | 1.20 | 10.79 | 0.00 | -18.78 | 1.20 | 66.97 | -18.55 | | 1 |

8 - 10 - 97

Fd. Manuel Torres




ESTRIBO Paso Superior E - 4
Altura 5,80 m.

-4 Paso Superior H=7.2m

PROGRAMA DE CALCULOS DE MUROS
**********
SEGUN TEORIA DE COULOMB
**********

Num.de capas de terreno detras = 1
Num.de capas de terreno delante = 0

TERRENO TRASERO

| CAPA Num. | PROFUND. (mts) | ANG.ROZ.INT. (ºsexag.) | ROZ.TIER.-MURO (ºsexag.) | DENSIDAD (t/m3) | ANG.TALUD (ºsexag.) | COHESI (t/m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 30.0 | 0.0 | 1.80 | 0.0 | 0.00 |

SOBRECARGAS UNIF.SOBRE EL TERRENO

Sobrecarga unif. DETRAS = 2 (t/m2)
Distancia al Muro = 0 (mts)
Sobrecarga unif. DELANTE= 0 (t/m2)
Distancia al Muro = 0 (mts)

ALTURA DEL MURO = 7.2 (mts)
Peso Especif.del MURO = 2.5 (t/m3)

ESCALONES TRASEROS

| Escalon Num. | Profund. (mts) | Anchura (mts) | Tipo |
|---|---|---|---|
| 1 | 3.80 | 0.00 | 1 |
| 2 | 5.20 | 0.00 | 1 |

ESCALONES DELANTEROS

| Escalon Num. | Profund. (mts) | Anchura (mts) | Tipo | Carg.Vert. (t/ml) | Distanc. (mts) | Car.g.Horiz. (t/ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Canto | 0.00 | 0.30 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 1.25 | 0.80 | 1 | 26.08 | 0.40 | 1.79 |

PESO DE TIERRAS + SOBR.(sin P.agua)
**********

| NUDO | PROFUND. | CARG.TRAS. | CARG.DELAN. |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 2.00 | 0.00 |
| 2 | 1.25 | 4.25 | 0.00 |
| 3 | 3.80 | 8.84 | 0.00 |
| 4 | 5.20 | 11.36 | 0.00 |
| 5 | 7.20 | 14.96 | 0.00 |

PRESIONES SOBRE EL MURO
**********

HORIZONTALES

| BARRA | H.SUP.TRAS. | H.INF.TRAS. | H.SUP.DEL. | H.INF.DEL. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.667 | 1.417 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 1.417 | 2.947 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 2.947 | 3.787 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 3.787 | 4.987 | 0.000 | 0.000 |

VERTICALES

| BARRA | V.SUP.TRAS. | V.INF.TRAS. | V.SUP.DEL. | V.INF.DEL. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

ESFUERZOS EN BARRAS
**********

| BARRA | NUDO | PROFUND. | AXIL | CORTANTE | FLECTOR |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 2 | | 0.94 | 1.30 | 0.72 |
| 2 | 2 | 1.25 | 0.94 | 1.30 | 0.72 |
| 2 | 3 | | 34.03 | 8.66 | 18.40 |
| 3 | 3 | 3.80 | 34.03 | 8.65 | 18.40 |
| 3 | 4 | | 37.88 | 13.37 | 33.68 |
| 4 | 4 | 5.20 | 37.88 | 13.37 | 33.68 |
| 4 | 5 | | 43.38 | 22.14 | 68.79 |

REACCIONES SOBRE LOS APOYOS
**********

| NUDO | PROFUND. | HORIZONT. | VERTICAL | MOMENTO |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 7.20 | 22.14 | 43.38 | 68.79 |

| OL. | * LONGITUD | | * COEF.SEGUR. | | * TENS.EXTREMAS | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UM.: | * TACON | ZARPA | * VUELCO | DESLIZ. | * MAXIMA | MINIMA * |
| 1 | 4.60 | 1.20 | 4.82 | 3.26 | 31.07 | 7.45 |
| 2 | 4.20 | 1.30 | 4.44 | 3.09 | 31.02 | 7.16 |
| 3 | 3.80 | 1.40 | 4.09 | 2.92 | 31.02 | 6.80 |

DIMENSIONES DE LA ZAPATA ELEGIDA
**********

| | LONGITUD | CANTO |
|---|---|---|
| TACON | 3.80 | 1.20 |
| ZARPA | 1.40 | 1.20 |

ESFUERZOS EN ZAPATA

**********

| SECCION | TIPO | AXIL | MOMENTO | CORTANTE | PUNZONAM. | CORT.ADHEREN. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inf.MURO | | 43.38 | 68.79 | 22.14 | | 39.14 |
| Zarpa | I | | 31.86 | 21.81 | | |
| Tacon | III | | -47.60 | -16.08 | -16.00 | -11.57 |
| Base Zapata | | 119.13 | 80.12 | 28.56 | | |

CONDICIONES DE SEGURIDAD
**********

TENSIONES EFECTIVAS
- Maxima = 31.02(t/m2)
- Minima = 6.80(t/m2)
- Cobaricentrica = 24.04 (t/m2)
- Excent.Result.(M/N)= 0.67 (m)
- Dist.Result.Borde= 2.48 (m)

VUELCO
- Momento Estabil. = 390.72 (mt/m)
- Momento Volcador = 95.59 (mt/m)
- Coef.Seguridad = 4.09

DESLIZAMIENTO
- Roz.Base muro-Tierras (º)= 35
- Comp.Rozamiento = 83.41 (t/m)
- Fuerza Deslizante = 28.56 (t/m)
- Coef.Seguridad = 2.92

## CALCULO DE ARMADURAS EN SECCIONES

### CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

Resist.Caract.HORMIGON en Zapata = 200 (kg/cm2)
Resist.Caract.HORMIGON en Alzado = 250 (kg/cm2)
Resistenc.Caract.ACERO = 5100 (kg/cm2)
Coef.Minorac.HORMIGON = 1.5
(Hormig.Vertical en Alzado)
Coef.Minorac.ACERO = 1.15
Coef.Mayoracion CARGAS = 1.6
Recubr.Armad.Zapata = 4 (cms)
Recubr.Armad.Alzado = 3 (cms)

### ALZADO

| Prof. (mts) | Espeso (mts) | Axil C (t/m) | Flect.C (mt/m) | AR.TRAS (cm2/m) | AR.DEL. (cm2/m) | Cort.Cal. (t/m) | Cort.HOR (t/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.25 | 0.30 | 1.50 | 1.15 | 3.65 | 0.02 | 2.08 | 16.53 |
| 3.80 | 1.10 | 54.45 | 29.44 | 14.48 | 0.68 | 13.85 | 65.52 |
| 5.20 | 1.10 | 60.61 | 53.89 | 14.48 | 0.76 | 21.39 | 65.52 |
| 7.20 | 1.10 | 69.41 | 110.07 | 16.53 | 0.87 | 35.43 | 65.52 |

### ZAPATA

| Secci | Flect.C. (mt/m) | Canto (m) | AR.SUP. (cm2/m) | AR.INF. (cm2/m) | Cort.C. (t/m) | Canto (m) | CORT.H. (t/m) | Punz.C. (t/m) | Canto (m) | Punz. (t/m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zarpa | 50.97 | 1.20 | 0.00 | 11.58 | 34.89 | 1.20 | 133.95 | | | |
| Tacon | 76.15 | 1.20 | 15.13 | 0.00 | -25.73 | 1.20 | 66.97 | -25.61 | | 1.2 |

# FUSTES

# MEMORIA DE CALCULO

Cliente: U.T.E. CALATAYUD I - A

Obra: ESTRUCTURA E - 4
Paso Superior Número 1

# ANEJO

# RESULTADOS DE ORDENADOR

CARACTERISTICAS DEL PUENTE

NOMBRE DEL PROYECTO: ESTRUCTURA E4 FECHA: 10/97

CARACTERISTICAS MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN ROTURA

| | | |
|---|---|---|
| Hormigon en fuste: | Fck= 300 Kp/cm2 | Cc= 1.40 |
| Acero arm pasiva: | Fyk= 5100 Kp/cm2 | Cs= 1.10 |

DATOS DE LOS TABLEROS

| | |
|---|---|
| NUMERO DE VANOS | 3 |
| NUMERO DE VIGAS POR VANO | 2 |

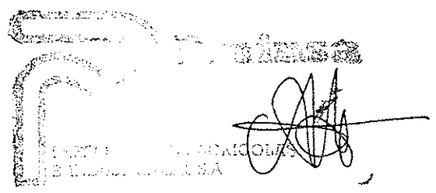
| | | |
|---|---|---|
| TIPO DE VIGA: | U90 | |
| ANCHO TABLERO: | 7.600 m | |
| ANCHO ACERAS: (IZQUIERDA, DERECHA) | 1.300 m | 1.300 m |
| ESPESOR DE LOSA+ENCOFRADO PERDIDO: | .250 m | |
| ESPESOR DE AGLOMERADO: | .080 m | |
| PESO POR METRO CUADRADO DE ACERA: | .500 t/m2 | |
| PESO POR METRO LINEAL DE BARANDILLA: | .100 t/ml | |
| ENTREGA: | .300 m | |

LONGITUDES DE LOS VANOS:

| VANO No. | LONGITUD (m) |
|---|---|
| 1 | 15.27 |
| 2 | 24.91 |
| 3 | 15.27 |

TABLERO CONTINUO

El Ingeniero calculista:



Fdo: Antonio Urrecho Corrales

Coleg: 10410

Ing. Caminos, Canales y Puertos



DATOS DE LOS NEOPRENOS

| SITUACION | TIPO | ANCHO (mm) | LARGO (mm) | ESPESOR (mm) | No.LAM. ACERO | ESP.LAM. (mm) | ESP.NETO (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTRIBO 1 | 13 | 250 | 400 | 52 | 5 | 3 | 37 |
| PILA 1 EXTREMO 1 | 13 | 250 | 400 | 52 | 5 | 3 | 37 |
| PILA 1 EXTREMO 2 | 16 | 300 | 400 | 63 | 6 | 3 | 45 |
| PILA 2 EXTREMO 1 | 16 | 300 | 400 | 63 | 6 | 3 | 45 |
| PILA 2 EXTREMO 2 | 13 | 250 | 400 | 52 | 5 | 3 | 37 |
| ESTRIBO 2 | 13 | 250 | 400 | 52 | 5 | 3 | 37 |

DATOS DE LOS FUSTES

FUSTE DEL TIPO FF100

| FUSTE No. | ALTURA (m) |
|---|---|
| 1 | 11.450 |
| 2 | 11.450 |

SOBRECARGAS CLIMATICAS

PRESION BASICA HORIZONTAL DEL VIENTO .200 t/m2

PROGRAMA: F U S T E - F F VERSION: Marzo 1998 P R A I N S A

GENERACION DE CARGAS

ARCHIVO: FCCAVE

REPARTO DE FUERZAS HORIZONTALES PUENTE CONTINUO

FUERZAS REOLOGICAS

PUNTO DE DESPLAZAMIENTO NULO X= 27.725 m

| SITUACION | FUERZA EN CABEZA (t) | DESPLAZ.ELASTICO EN CABEZA DE FUSTE(m) |
|---|---|---|
| ESTRIBO 1 | 4.496 | 0.0000 |
| PILA 1 | 1.657 | .0044 |
| PILA 2 | 1.657 | .0044 |
| ESTRIBO 2 | 4.496 | 0.0000 |

FUERZAS DINAMICAS

| SITUACION | COEF. REPARTO |
|---|---|
| ESTRIBO 1 | .3296 |
| PILA 1 | .1704 |
| PILA 2 | .1704 |
| ESTRIBO 2 | .3296 |



FUSTE 1 ALTURA: 11.45 m ARMADO TIPO: No usual 75.36cm²

SOLICITACIONES : EN CABEZA DE PILA Y POR METRO LINEAL

TIPOS DE SOBRECARGA DE CALCULO
A.- SOBRECARGA UNIFORME Y CARRO EN EL VANO DORSAL
B.- SOBRECARGA UNIFORME Y CARRO EN EL VANO FRONTAL
C.- CARRO EN VANO DORSAL, SOBRECARGA EN AMBOS
D.- CARRO EN VANO FRONTAL, SOBRECARGA EN AMBOS

| SOLICITACION | Fvert. vano 1 (t) | Fvert. vano 2 (t) | Fvert. total (t) | Fhori. total.X (t) | desplaz. elast.X (m) | Fhori. total.Y (t) | desplaz. elast.Y (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARGA PERM. | 42.60 | 69.49 | 112.08 | --- | --- | --- | --- |
| SOBREC. A | 53.00 | 0.00 | 53.00 | --- | --- | --- | --- |
| SOBREC. B | 0.00 | 61.74 | 61.74 | --- | --- | --- | --- |
| SOBREC. C | 53.00 | 18.93 | 71.93 | --- | --- | --- | --- |
| SOBREC. D | 11.61 | 61.74 | 73.34 | --- | --- | --- | --- |
| VIENTO PERP. | --- | --- | --- | --- | --- | 3.17 | .0084 |
| Frenado A | --- | --- | --- | .65 | .0017 | --- | --- |
| Frenado B | --- | --- | --- | .78 | .0021 | --- | --- |
| Frenado C | --- | --- | --- | .97 | .0026 | --- | --- |
| Frenado D | --- | --- | --- | .97 | .0026 | --- | --- |

SOLICITACIONES POR METRO LINEAL DE PILA

VIENTO PERPENDICULAR AL EJE DEL PUENTE .21 t/ml
VIENTO PARALELO AL EJE DEL PUENTE .21 t/ml

COMBINACIONES DE HIPOTESIS DE CARGA

| NUMERO | COMBINACION DE HIPOTESIS |
|---|---|
| 1 Y 9 | CARGA PERMANENTE+SOBRECARGA EN VANO LARGO |
| 2 Y 10 | CARGA PERMANENTE+SOBRECARGA EN AMBOS VANOS, CARRO EN EL MAYOR |
| 3 Y 11 | CARGA PERMANENTE CARACTERISTICA + VIENTO PERPENDICULAR AL PUENTE |
| 4 Y 12 | CARGA PERMANENTE MAYORADA + VIENTO PARALELO AL PUENTE |
| 5 Y 13 | CARGA PERMANENTE+SOBRECARGA EN VANO LARGO+VIENTO PERP.PUENTE |
| 6 Y 14 | CARGA PERM.+SOBREC.AMBOS VANOS,CARRO EN MAYOR+VIENTO PERP.PUENTE |
| 7 Y 15 | CARGA PERMANENTE+SOBRECARGA EN VANO LARGO+VIENTO PARAL.PUENTE |
| 8 Y 16 | CARGA PERM.+SOBREC.AMBOS VANOS,CARRO EN MAYOR+VIENTO PARAL.PUENTE |

*COMBINACION DE LAS SOLICITACIONES (VALORES MAYORADOS)*

*Fx: FUERZA EN CABEZA, PARALELA AL EJE LONGITUDINAL DEL PUENTE*
*Fy: FUERZA EN CABEZA, PERPENDICULAR AL EJE LONGITUDINAL DEL PUENTE*
*Fz: FUERZA EN CABEZA, VERTICAL*
*Mx1: MOMENTO CON EJE SOBRE EL LONGITUDINAL DEL PUENTE*
*My1: MOMENTO CON EJE PERPENDICULAR AL LONGITUDINAL DEL PUENTE*
*Gamp: COEFICIENTE DE MAYORACION DEL PESO PROPIO*
*CLR: Carga Lineal en t/m, en 11 secciones equidistantes del fuste.*
*La primera seccion es la base, y la ultima es la cabeza.*

*PESO PROPIO SIN MAYORAR*

| HIPOT. No. | FX (t) | FY (t) | FZ (t) | MX1 (mt) | MY1 (mt) | CLRX (t/m) | CLRX (t/m) | CLRY (t/m) | CLRY (t/m) | GAMP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.649 | 0.000 | 204.687 | 0.000 | 41.824 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.00 |
| 2 | 3.946 | 0.000 | 222.094 | 0.000 | 35.731 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.00 |
| 3 | 2.485 | 4.759 | 112.081 | 0.000 | 9.412 | 0.000 | 0.000 | .312 | .312 | 1.00 |
| 4 | 2.485 | 0.000 | 112.081 | 0.000 | 9.412 | .312 | .312 | 0.000 | 0.000 | 1.00 |
| 5 | 3.284 | 2.141 | 195.426 | 0.000 | 38.583 | 0.000 | 0.000 | .140 | .140 | 1.00 |
| 6 | 3.551 | 2.141 | 211.093 | 0.000 | 33.099 | 0.000 | 0.000 | .140 | .140 | 1.00 |
| 7 | 3.284 | 0.000 | 195.426 | 0.000 | 38.583 | .140 | .140 | 0.000 | 0.000 | 1.00 |
| 8 | 3.551 | 0.000 | 211.093 | 0.000 | 33.099 | .140 | .140 | 0.000 | 0.000 | 1.00 |

*PESO PROPIO MAYORADO*

| HIPOT. | FX (t) | FY (t) | FZ (t) | MX1 (mt) | MY1 (mt) | CLRX (t/m) | CLRX (t/m) | CLRY (t/m) | CLRY (t/m) | GAMP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 3.649 | 0.000 | 260.727 | 0.000 | 46.530 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.50 |
| 10 | 3.946 | 0.000 | 278.135 | 0.000 | 40.437 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.50 |
| 11 | 2.485 | 4.759 | 168.121 | 0.000 | 14.117 | 0.000 | 0.000 | .312 | .312 | 1.50 |
| 12 | 2.485 | 0.000 | 168.121 | 0.000 | 14.117 | .312 | .312 | 0.000 | 0.000 | 1.50 |
| 13 | 3.284 | 2.141 | 234.654 | 0.000 | 41.877 | 0.000 | 0.000 | .140 | .140 | 1.35 |
| 14 | 3.551 | 2.141 | 250.321 | 0.000 | 36.393 | 0.000 | 0.000 | .140 | .140 | 1.35 |



| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 3.284 | 0.000 | 234.654 | 0.000 | 41.877 | .140 | .140 | 0.000 | 0.000 | 1.35 |
| 16 | 3.551 | 0.000 | 250.321 | 0.000 | 36.393 | .140 | .140 | 0.000 | 0.000 | 1.35 |

PROGRAMA: FUSTE (PICI) VERSION: Mayo 1997 * * PRAINSA * *

COMPROBACION DE PILAS

FUSTE 1 ALTURA: 11.45 m ARMADO TIPO: No us 75,36cm2.

RESULTADOS CORRESPONDIENTES A LOS DATOS CONTENIDOS EN EL FICHERO DATFUS_marcelo

PROYECTO: ESTRUCTURA E4

FECHA: 10/97

Diametro base : Do= 1.04 m Espesor Eo= .52 m
Diametro cabeza : D1= 1.04 m Espesor E1= .52 m
MATERIALES . HormigÆn fck= 300 cm2. Yf=1.40 Acero fyk= 5100 cm2 Ys=1.10

DEFINICIONES

flch.x : FLECHA SEGUN EL EJE LONGITUDINAL (X) EN LA CABEZA DEL FUSTE
flch.y : FLECHA SEGUN EL EJE PERPENDICULAR (Y) EN LA CABEZA DEL FUSTE
Exf : EXCENTRICIDAD RESULTANTE EN CABEZA SEGUN EL EJE X
Eyf : EXCENTRICIDAD RESULTANTE EN CABEZA SEGUN EL EJE Y
Ex1 : EXCENTRICIDAD DE 1er. ORDEN EN CABEZA SEGUN EL EJE X
Ey1 : EXCENTRICIDAD DE 1er. ORDEN EN CABEZA SEGUN EL EJE Y
Momx : MOMENTO DE EJE X, EN CABEZA DEL FUSTE
Momy : MOMENTO DE EJE Y, EN CABEZA DEL FUSTE
curv.x : CURVATURA SEGUN EJE X EN CABEZA DEL FUSTE
curv.y : CURVATURA SEGUN EJE Y EN CABEZA DEL FUSTE

HIPOTESIS 1 TANTEO 0

Fpx= 3.64918002631 Fpy= 0

SECCION EN CABEZA DE FUSTE — SECCION EN BASE DE FUSTE

| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .053 | 0.000 | .152 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 83.7 | 0.00 | 9.21 |
| 2 | .061 | 0.000 | .196 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 96.1 | 0.00 | 11.75 |
| 3 | .066 | 0.000 | .199 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 96.9 | 0.00 | 13.24 |
| 4 | .070 | 0.000 | .201 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 97.9 | 0.00 | 14.11 |
| 5 | .071 | 0.000 | .202 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 98.5 | 0.00 | 14.61 |
| 6 | .073 | 0.000 | .203 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 98.9 | 0.00 | 14.90 |
| 7 | .073 | 0.000 | .204 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 99.2 | 0.00 | 15.07 |
| 8 | .074 | 0.000 | .204 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 99.3 | 0.00 | 15.16 |
| 9 | .074 | 0.000 | .204 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 99.4 | 0.00 | 15.22 |
| 10 | .074 | 0.000 | .204 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 99.4 | 0.00 | 15.25 |
| 11 | .074 | 0.000 | .204 | 0.000 | .204 | 0.000 | 0.0 | 99.5 | 0.00 | 15.27 |

AXIL EN CABEZA 204.69 ton AXIL EN BASE 229.00 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 2 TANTEO 0

Fpx= 3.94577815819 Fpy= 0

SECCION EN CABEZA DE FUSTE — SECCION EN BASE DE FUSTE

| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .046 | 0.000 | .115 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 81.0 | 0.00 | 8.55 |
| 2 | .053 | 0.000 | .154 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 92.7 | 0.00 | 10.64 |
| 3 | .057 | 0.000 | .157 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 93.4 | 0.00 | 11.84 |
| 4 | .060 | 0.000 | .158 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 94.3 | 0.00 | 12.55 |
| 5 | .061 | 0.000 | .159 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 94.8 | 0.00 | 12.96 |
| 6 | .062 | 0.000 | .160 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 95.1 | 0.00 | 13.19 |
| 7 | .063 | 0.000 | .160 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 95.3 | 0.00 | 13.33 |
| 8 | .063 | 0.000 | .161 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 95.4 | 0.00 | 13.41 |
| 9 | .063 | 0.000 | .161 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 95.5 | 0.00 | 13.45 |
| 10 | .063 | 0.000 | .161 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 95.5 | 0.00 | 13.48 |
| 11 | .064 | 0.000 | .161 | 0.000 | .161 | 0.000 | 0.0 | 95.6 | 0.00 | 13.50 |

AXIL EN CABEZA 222.09 ton AXIL EN BASE 246.41 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 3 TANTEO 0

Fpx= 2.48538019417 Fpy= 4.7588062605

SECCION EN CABEZA DE FUSTE — SECCION EN BASE DE FUSTE

| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .028 | .047 | .056 | -.046 | .084 | 0.000 | 75.0 | 37.9 | 10.24 | 5.17 |
| 2 | .031 | .053 | .081 | -.006 | .084 | 0.000 | 81.7 | 41.9 | 13.53 | 6.94 |
| 3 | .032 | .055 | .083 | -.002 | .084 | 0.000 | 81.5 | 41.7 | 15.03 | 7.69 |
| 4 | .033 | .056 | .083 | -.001 | .084 | 0.000 | 81.7 | 41.8 | 15.64 | 8.01 |
| 5 | .033 | .056 | .084 | -.001 | .084 | 0.000 | 81.8 | 41.9 | 15.87 | 8.13 |
| 6 | .033 | .057 | .084 | -0.000 | .084 | 0.000 | 81.8 | 41.9 | 15.96 | 8.18 |
| 7 | .033 | .057 | .084 | -0.000 | .084 | 0.000 | 81.8 | 41.9 | 16.00 | 8.19 |
| 8 | .033 | .057 | .084 | -0.000 | .084 | 0.000 | 81.9 | 41.9 | 16.01 | 8.20 |

AXIL EN CABEZA 112.08 ton AXIL EN BASE 136.40 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 4 TANTEO 0

Fpx= 2.48538019417 Fpy= 0

SECCION EN CABEZA DE FUSTE — SECCION EN BASE DE FUSTE

| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .031 | 0.000 | .054 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 58.4 | 0.00 | 6.76 |
| 2 | .033 | 0.000 | .082 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 62.7 | 0.00 | 8.27 |
| 3 | .034 | 0.000 | .083 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 62.4 | 0.00 | 8.99 |
| 4 | .034 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 62.4 | 0.00 | 9.33 |
| 5 | .034 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 62.5 | 0.00 | 9.49 |
| 6 | .035 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 62.5 | 0.00 | 9.57 |
| 7 | .035 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 62.5 | 0.00 | 9.60 |
| 8 | .035 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 62.5 | 0.00 | 9.62 |

AXIL EN CABEZA 112.08 ton AXIL EN BASE 136.40 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 5 TANTEO 0

Fpx= 3.28426202368 Fpy= 2.14146281723

| ITER. No. | SECCION EN CABEZA DE FUSTE flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | SECCION EN BASE DE FUSTE Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .049 | .016 | .149 | -.016 | .197 | 0.000 | 33.8 | 76.3 | 3.77 | 8.52 |
| 2 | .056 | .019 | .190 | -.003 | .197 | 0.000 | 37.5 | 87.3 | 4.68 | 10.91 |
| 3 | .061 | .021 | .193 | -.002 | .197 | 0.000 | 37.7 | 87.9 | 5.26 | 12.26 |
| 4 | .063 | .021 | .195 | -.001 | .197 | 0.000 | 38.0 | 88.7 | 5.58 | 13.03 |
| 5 | .065 | .022 | .196 | -.001 | .197 | 0.000 | 38.1 | 89.2 | 5.76 | 13.46 |
| 6 | .066 | .022 | .196 | -0.000 | .197 | 0.000 | 38.2 | 89.5 | 5.86 | 13.70 |
| 7 | .066 | .023 | .197 | -0.000 | .197 | 0.000 | 38.3 | 89.6 | 5.91 | 13.84 |
| 8 | .067 | .023 | .197 | -0.000 | .197 | 0.000 | 38.3 | 89.7 | 5.94 | 13.91 |
| 9 | .067 | .023 | .197 | -0.000 | .197 | 0.000 | 38.4 | 89.8 | 5.96 | 13.96 |
| 10 | .067 | .023 | .197 | -0.000 | .197 | 0.000 | 38.4 | 89.8 | 5.97 | 13.98 |
| 11 | .067 | .023 | .197 | -0.000 | .197 | 0.000 | 38.4 | 89.9 | 5.98 | 13.99 |

AXIL EN CABEZA 195.43 ton AXIL EN BASE 219.74 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 6 TANTEO 0

Fpx= 3.55120034237 Fpy= 2.14146281723

| ITER. No. | SECCION EN CABEZA DE FUSTE flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | SECCION EN BASE DE FUSTE Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .043 | .015 | .114 | -.015 | .157 | 0.000 | 33.8 | 73.8 | 3.63 | 7.94 |
| 2 | .049 | .018 | .151 | -.002 | .157 | 0.000 | 37.5 | 84.2 | 4.42 | 9.94 |
| 3 | .053 | .019 | .153 | -.001 | .157 | 0.000 | 37.7 | 84.8 | 4.91 | 11.06 |
| 4 | .055 | .020 | .155 | -.001 | .157 | 0.000 | 37.9 | 85.5 | 5.19 | 11.70 |
| 5 | .056 | .020 | .156 | -0.000 | .157 | 0.000 | 38.1 | 85.9 | 5.35 | 12.06 |
| 6 | .057 | .020 | .156 | -0.000 | .157 | 0.000 | 38.2 | 86.2 | 5.44 | 12.27 |
| 7 | .057 | .021 | .156 | -0.000 | .157 | 0.000 | 38.2 | 86.3 | 5.49 | 12.38 |
| 8 | .058 | .021 | .157 | -0.000 | .157 | 0.000 | 38.3 | 86.4 | 5.51 | 12.45 |
| 9 | .058 | .021 | .157 | -0.000 | .157 | 0.000 | 38.3 | 86.5 | 5.53 | 12.48 |
| 10 | .058 | .021 | .157 | -0.000 | .157 | 0.000 | 38.3 | 86.5 | 5.54 | 12.51 |
| 11 | .058 | .021 | .157 | -0.000 | .157 | 0.000 | 38.3 | 86.5 | 5.54 | 12.52 |

AXIL EN CABEZA 211.09 ton AXIL EN BASE 235.41 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 7 TANTEO 0

Fpx= 3.28426202368 Fpy= 0

| ITER. No. | SECCION EN CABEZA DE FUSTE flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | SECCION EN BASE DE FUSTE Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .053 | 0.000 | .145 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 85.5 | 0.00 | 9.65 |
| 2 | .061 | 0.000 | .189 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 97.5 | 0.00 | 12.38 |
| 3 | .066 | 0.000 | .193 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 98.1 | 0.00 | 13.95 |





| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | .069 | 0.000 | .195 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 99.0 | 0.00 | 14.85 |
| 5 | .071 | 0.000 | .196 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 99.6 | 0.00 | 15.35 |
| 6 | .072 | 0.000 | .196 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 99.9 | 0.00 | 15.62 |
| 7 | .073 | 0.000 | .197 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 100.1 | 0.00 | 15.78 |
| 8 | .073 | 0.000 | .197 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 100.2 | 0.00 | 15.86 |
| 9 | .073 | 0.000 | .197 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 100.3 | 0.00 | 15.91 |
| 10 | .073 | 0.000 | .197 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 100.4 | 0.00 | 15.94 |
| 11 | .073 | 0.000 | .197 | 0.000 | .197 | 0.000 | 0.0 | 100.4 | 0.00 | 15.95 |

AXIL EN CABEZA 195.43 ton AXIL EN BASE 219.74 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 8 TANTEO 0

Fpx= 3.55120034237 Fpy= 0

| ITER. No. | SECCION EN CABEZA DE FUSTE flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | SECCION EN BASE DE FUSTE Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .047 | 0.000 | .110 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 83.0 | 0.00 | 9.02 |
| 2 | .054 | 0.000 | .150 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 94.4 | 0.00 | 11.31 |
| 3 | .058 | 0.000 | .153 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 95.0 | 0.00 | 12.61 |
| 4 | .060 | 0.000 | .154 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 95.8 | 0.00 | 13.36 |
| 5 | .062 | 0.000 | .155 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 96.3 | 0.00 | 13.78 |
| 6 | .062 | 0.000 | .156 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 96.6 | 0.00 | 14.02 |
| 7 | .063 | 0.000 | .156 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 96.7 | 0.00 | 14.16 |
| 8 | .063 | 0.000 | .156 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 96.8 | 0.00 | 14.23 |
| 9 | .063 | 0.000 | .157 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 96.9 | 0.00 | 14.28 |
| 10 | .064 | 0.000 | .157 | 0.000 | .157 | 0.000 | 0.0 | 96.9 | 0.00 | 14.30 |

AXIL EN CABEZA 211.09 ton AXIL EN BASE 235.41 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 9 TANTEO 0

Fpx= 3.64918002631 Fpy= 0

| ITER. No. | SECCION EN CABEZA DE FUSTE flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | SECCION EN BASE DE FUSTE Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .050 | 0.000 | .128 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 88.4 | 0.00 | 9.07 |
| 2 | .059 | 0.000 | .169 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 103.8 | 0.00 | 11.41 |
| 3 | .065 | 0.000 | .173 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 104.9 | 0.00 | 12.76 |
| 4 | .068 | 0.000 | .175 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 106.2 | 0.00 | 13.59 |
| 5 | .070 | 0.000 | .176 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 107.0 | 0.00 | 14.10 |
| 6 | .071 | 0.000 | .177 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 107.6 | 0.00 | 14.41 |
| 7 | .072 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 107.9 | 0.00 | 14.61 |
| 8 | .073 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 108.1 | 0.00 | 14.73 |
| 9 | .073 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 108.3 | 0.00 | 14.80 |
| 10 | .073 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 108.4 | 0.00 | 14.85 |
| 11 | .073 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 108.4 | 0.00 | 14.87 |

AXIL EN CABEZA 260.73 ton AXIL EN BASE 297.20 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 10 TANTEO 0

Fpx= 3.94577815819 Fpy= 0

| | SECCION EN CABEZA DE FUSTE | | | | | | SECCION EN BASE DE FUSTE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
| 1 | .045 | 0.000 | .100 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 85.7 | 0.00 | 8.54 |
| 2 | .053 | 0.000 | .137 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 100.4 | 0.00 | 10.54 |
| 3 | .058 | 0.000 | .141 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 101.5 | 0.00 | 11.65 |
| 4 | .060 | 0.000 | .143 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 102.6 | 0.00 | 12.32 |
| 5 | .062 | 0.000 | .144 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 103.3 | 0.00 | 12.73 |
| 6 | .063 | 0.000 | .144 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 103.7 | 0.00 | 12.97 |
| 7 | .063 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 104.0 | 0.00 | 13.11 |
| 8 | .064 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 104.1 | 0.00 | 13.20 |
| 9 | .064 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 104.2 | 0.00 | 13.25 |
| 10 | .064 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 104.3 | 0.00 | 13.29 |
| 11 | .064 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 104.3 | 0.00 | 13.30 |

AXIL EN CABEZA 278.13 ton AXIL EN BASE 314.61 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 11 TANTEO 0

Fpx= 2.48538019417 Fpy= 4.7588062605

| | SECCION EN CABEZA DE FUSTE | | | | | | SECCION EN BASE DE FUSTE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
| 1 | .026 | .038 | .058 | -.037 | .084 | 0.000 | 75.0 | 42.6 | 8.75 | 4.97 |
| 2 | .029 | .042 | .081 | -.005 | .084 | 0.000 | 83.1 | 48.2 | 11.07 | 6.42 |
| 3 | .031 | .045 | .083 | -.002 | .084 | 0.000 | 82.8 | 48.0 | 12.29 | 7.12 |
| 4 | .031 | .046 | .083 | -.001 | .084 | 0.000 | 83.1 | 48.2 | 12.92 | 7.49 |
| 5 | .032 | .046 | .084 | -.001 | .084 | 0.000 | 83.3 | 48.3 | 13.23 | 7.66 |
| 6 | .032 | .047 | .084 | -0.000 | .084 | 0.000 | 83.4 | 48.4 | 13.38 | 7.75 |
| 7 | .032 | .047 | .084 | -0.000 | .084 | 0.000 | 83.5 | 48.4 | 13.45 | 7.80 |
| 8 | .032 | .047 | .084 | -0.000 | .084 | 0.000 | 83.5 | 48.4 | 13.49 | 7.82 |
| 9 | .032 | .047 | .084 | -0.000 | .084 | 0.000 | 83.5 | 48.4 | 13.51 | 7.83 |

AXIL EN CABEZA 168.12 ton AXIL EN BASE 204.60 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 12 TANTEO 0

Fpx= 2.48538019417 Fpy= 0

| | SECCION EN CABEZA DE FUSTE | | | | | | SECCION EN BASE DE FUSTE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
| 1 | .028 | 0.000 | .056 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 63.1 | 0.00 | 6.43 |
| 2 | .031 | 0.000 | .081 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 69.2 | 0.00 | 7.54 |
| 3 | .032 | 0.000 | .083 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 68.8 | 0.00 | 8.04 |
| 4 | .033 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 68.9 | 0.00 | 8.29 |
| 5 | .033 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 69.0 | 0.00 | 8.42 |





| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | .033 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 69.0 | 0.00 | 8.48 |
| 7 | .033 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 69.0 | 0.00 | 8.51 |
| 8 | .033 | 0.000 | .084 | 0.000 | .084 | 0.000 | 0.0 | 69.0 | 0.00 | 8.52 |

AXIL EN CABEZA 168.12 ton AXIL EN BASE 204.60 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 13 TANTEO 0

Fpx= 3.28426202368 Fpy= 2.14146281723

| | SECCION EN CABEZA DE FUSTE | | | | | | SECCION EN BASE DE FUSTE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
| 1 | .047 | .015 | .132 | -.015 | .178 | 0.000 | 33.8 | 79.6 | 3.56 | 8.38 |
| 2 | .055 | .017 | .171 | -.003 | .178 | 0.000 | 37.9 | 92.5 | 4.33 | 10.58 |
| 3 | .059 | .019 | .174 | -.001 | .178 | 0.000 | 38.1 | 93.2 | 4.83 | 11.82 |
| 4 | .062 | .020 | .176 | -.001 | .178 | 0.000 | 38.5 | 94.2 | 5.13 | 12.55 |
| 5 | .063 | .020 | .177 | -.001 | .178 | 0.000 | 38.7 | 94.8 | 5.30 | 12.99 |
| 6 | .064 | .021 | .177 | -0.000 | .178 | 0.000 | 38.8 | 95.1 | 5.40 | 13.25 |
| 7 | .065 | .021 | .178 | -0.000 | .178 | 0.000 | 38.9 | 95.4 | 5.46 | 13.40 |
| 8 | .065 | .021 | .178 | -0.000 | .178 | 0.000 | 38.9 | 95.5 | 5.50 | 13.49 |
| 9 | .066 | .021 | .178 | -0.000 | .178 | 0.000 | 38.9 | 95.6 | 5.52 | 13.55 |
| 10 | .066 | .021 | .178 | -0.000 | .178 | 0.000 | 39.0 | 95.7 | 5.53 | 13.58 |
| 11 | .066 | .021 | .178 | -0.000 | .178 | 0.000 | 39.0 | 95.7 | 5.54 | 13.60 |

AXIL EN CABEZA 234.65 ton AXIL EN BASE 267.48 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 14 TANTEO 0

Fpx= 3.55120034237 Fpy= 2.14146281723

| | SECCION EN CABEZA DE FUSTE | | | | | | SECCION EN BASE DE FUSTE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
| 1 | .042 | .014 | .104 | -.014 | .145 | 0.000 | 33.8 | 77.1 | 3.45 | 7.89 |
| 2 | .049 | .016 | .139 | -.002 | .145 | 0.000 | 37.9 | 89.4 | 4.14 | 9.77 |
| 3 | .053 | .018 | .142 | -.001 | .145 | 0.000 | 38.1 | 90.1 | 4.57 | 10.80 |
| 4 | .055 | .019 | .143 | -.001 | .145 | 0.000 | 38.4 | 90.9 | 4.82 | 11.41 |
| 5 | .056 | .019 | .144 | -0.000 | .145 | 0.000 | 38.6 | 91.5 | 4.97 | 11.77 |
| 6 | .057 | .019 | .145 | -0.000 | .145 | 0.000 | 38.7 | 91.8 | 5.05 | 11.97 |
| 7 | .057 | .019 | .145 | -0.000 | .145 | 0.000 | 38.8 | 92.0 | 5.10 | 12.09 |
| 8 | .058 | .020 | .145 | -0.000 | .145 | 0.000 | 38.8 | 92.1 | 5.13 | 12.16 |
| 9 | .058 | .020 | .145 | -0.000 | .145 | 0.000 | 38.9 | 92.1 | 5.15 | 12.21 |
| 10 | .058 | .020 | .145 | -0.000 | .145 | 0.000 | 38.9 | 92.2 | 5.16 | 12.23 |
| 11 | .058 | .020 | .145 | -0.000 | .145 | 0.000 | 38.9 | 92.2 | 5.16 | 12.24 |

AXIL EN CABEZA 250.32 ton AXIL EN BASE 283.15 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 15 TANTEO 0

Fpx= 3.28426202368 Fpy= 0

| | SECCION EN CABEZA DE FUSTE | | | | | | SECCION EN BASE DE FUSTE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
| 1 | .051 | 0.000 | .128 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 88.8 | 0.00 | 9.46 |
| 2 | .059 | 0.000 | .170 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 102.8 | 0.00 | 11.96 |
| 3 | .064 | 0.000 | .174 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 103.6 | 0.00 | 13.41 |
| 4 | .067 | 0.000 | .175 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 104.7 | 0.00 | 14.28 |
| 5 | .069 | 0.000 | .177 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 105.4 | 0.00 | 14.79 |
| 6 | .070 | 0.000 | .177 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 105.8 | 0.00 | 15.09 |
| 7 | .071 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 106.1 | 0.00 | 15.27 |
| 8 | .072 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 106.3 | 0.00 | 15.38 |
| 9 | .072 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 106.4 | 0.00 | 15.44 |
| 10 | .072 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 106.4 | 0.00 | 15.48 |
| 11 | .072 | 0.000 | .178 | 0.000 | .178 | 0.000 | 0.0 | 106.5 | 0.00 | 15.50 |

AXIL EN CABEZA 234.65 ton AXIL EN BASE 267.48 ton

CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

HIPOTESIS 16 TANTEO 0

Fpx= 3.55120034237 Fpy= 0

| | SECCION EN CABEZA DE FUSTE | | | | | | SECCION EN BASE DE FUSTE | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITER. No. | flch.x (m) | flch.y (m) | Exf (m) | Eyf (m) | Ex1 (m) | Ey1 (m) | Momx (mt) | Momy (mt) | curv.x (1/m) | curv.y (1/m) |
| 1 | .046 | 0.000 | .100 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 86.3 | 0.00 | 8.92 |
| 2 | .053 | 0.000 | .138 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 99.7 | 0.00 | 11.06 |
| 3 | .057 | 0.000 | .141 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 100.5 | 0.00 | 12.28 |
| 4 | .060 | 0.000 | .143 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 101.4 | 0.00 | 12.99 |
| 5 | .061 | 0.000 | .144 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 102.0 | 0.00 | 13.41 |
| 6 | .062 | 0.000 | .144 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 102.4 | 0.00 | 13.66 |
| 7 | .063 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 102.6 | 0.00 | 13.80 |
| 8 | .063 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 102.7 | 0.00 | 13.89 |
| 9 | .063 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 102.8 | 0.00 | 13.94 |
| 10 | .063 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 102.9 | 0.00 | 13.97 |
| 11 | .063 | 0.000 | .145 | 0.000 | .145 | 0.000 | 0.0 | 102.9 | 0.00 | 13.98 |

AXIL EN CABEZA 250.32 ton AXIL EN BASE 283.15 ton

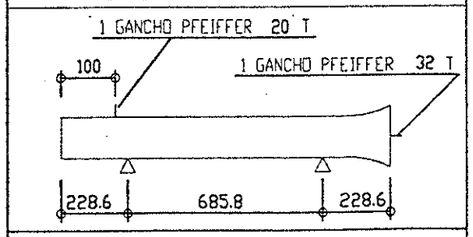
CONVERGENCIA DEL EQUILIBRIO SIN AGOTAMIENTO

## BARRAS CORRUGADAS (AEH-500N)

| Pos. | # | l | Paso | Long. | Forma |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 | 20 | | 1262 | 1262 / SOLAPES 73 cm |
| 2 | 8 | 20 | | 1261.7 | 1261.7 / SOLAPES 73 cm |
| 3 | 8 | 20 | | 1261.7 | 1261.7 / SOLAPES 73 cm |
| 4 | 8 | 12 | | 154 | 94 (30 … 30) |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | 2 PARRILLAS | 16 | | 1200 | 100 × 100, 17 / 17 — 2 PARRILLAS DE 6 × 6 |
| 8 | | | | | SOLAPES cm |
| 9 | 72 | 10 | 15 | 340 | 47 / 33 / 10 / 10 / 47 / 33 / 47 / 33 |
| 10 | | | | | 10 / 10 |
| 11 | 4 | 12 | | 1137 | 1137 / SOLAPES 37 cm |
| 12 | 8 | 12 | | 257 | 60 / 137 / 60 |
| 13 | 20 | 12 | | 130 | 15 / 115 |
| 14 | 2 | 10 | | 492 | 52 / 66 / 52 / 66 / 10 / 10 |
| 15 | 1 | 10 | | 3216 | A / b / c — SUMA TOTAL DE LOS 8 CERCOS |
| 16 | 4 | 12 | | 222 | 60 / 102 / 60 |
| 17 | | | | | |

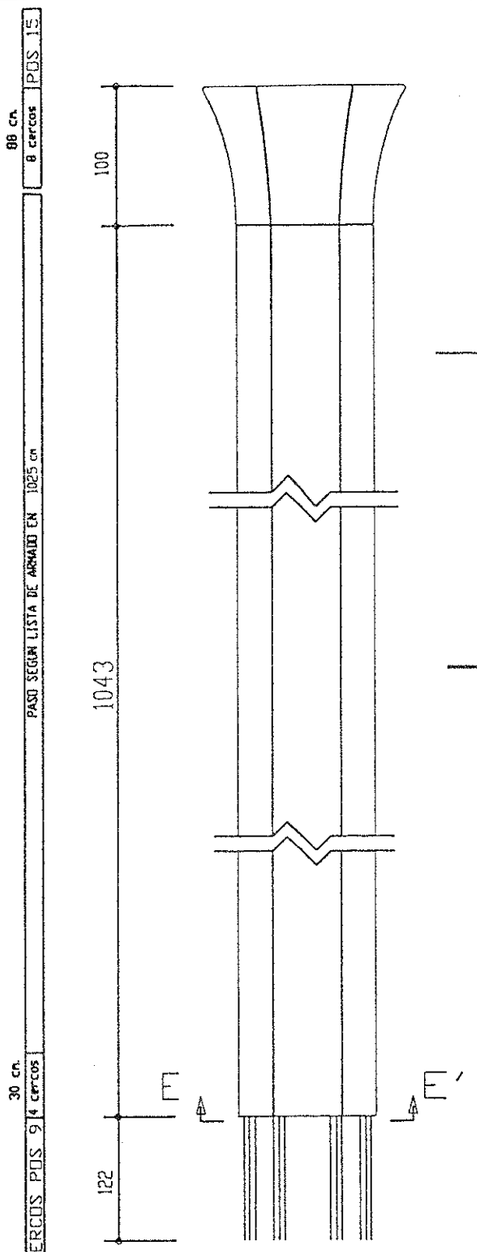
| A | b | c |
|---|---|---|
| 130 | 63 | 48 |
| 122 | 60 | 45 |
| 114 | 57 | 42 |
| 108 | 54 | 39 |
| 105 | 53 | 38 |
| 103 | 52 | 37 |
| 100 | 51 | 36 |
| 97 | 49 | 35 |

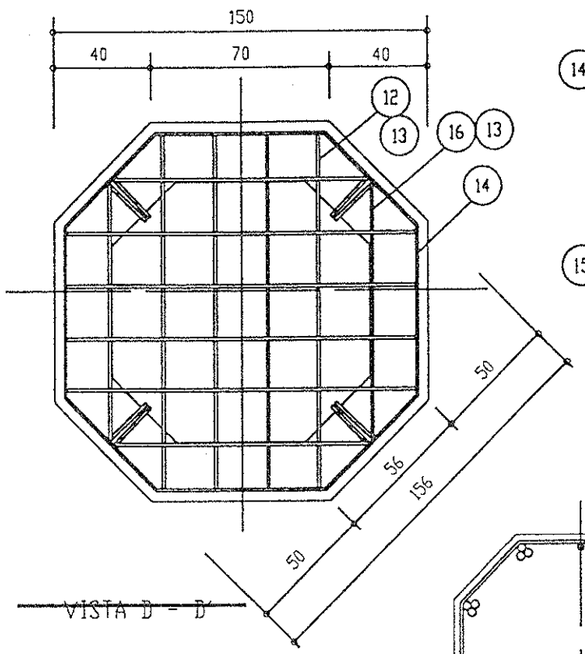
### MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

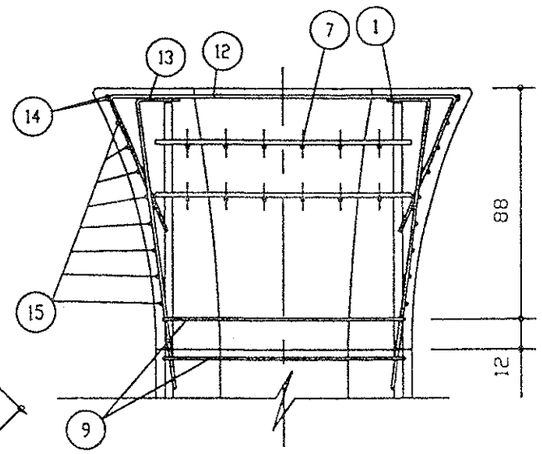


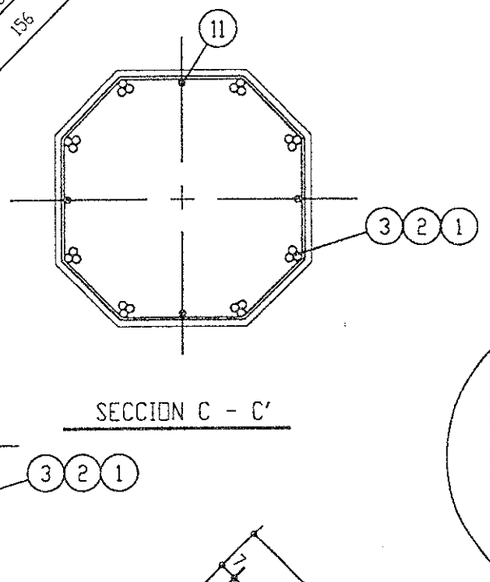

HORMIGON H-300

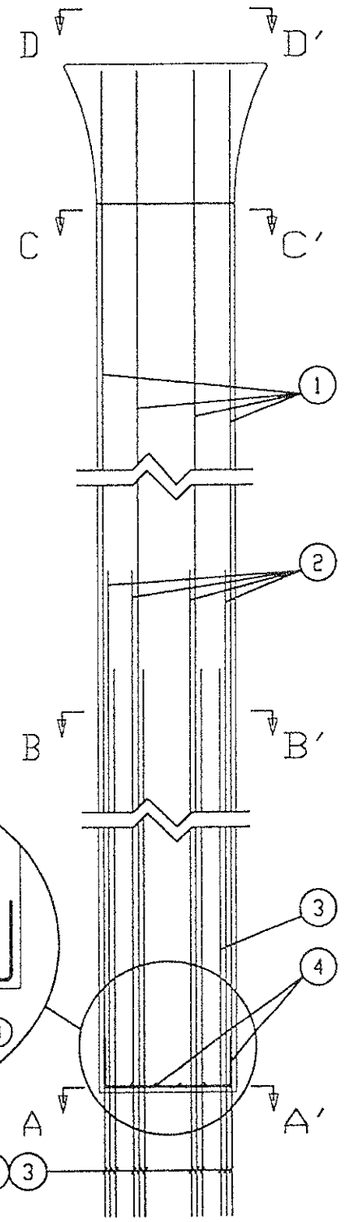
NO MAS DE 4 SOLAPES EN UNA MISMA SECCION

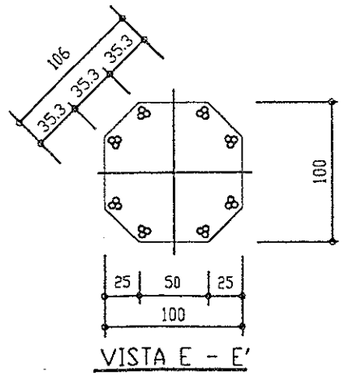


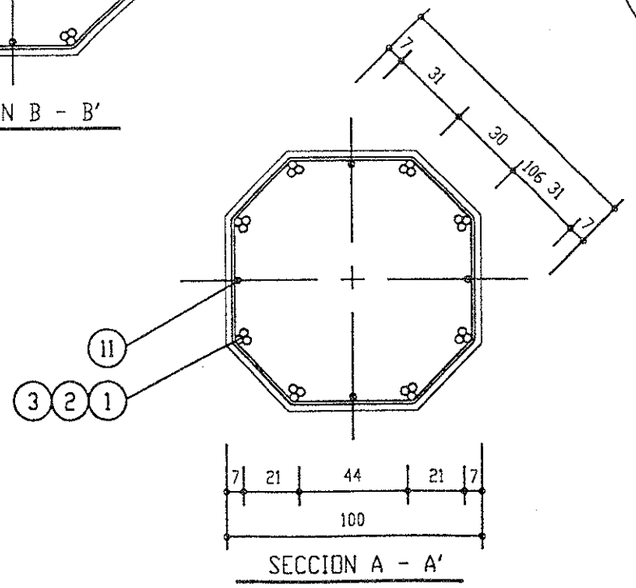




| Tipo | N.Uds. | Volumen (m³) | Peso (ton) | Barras (kgr) |
|---|---|---|---|---|
| 001 | 4 | 10.523 | 25.79 | 1062.5 |

Prainsa

FUSTE FF100

Cliente: UTE CALATAYUD *FASE 1*

Situacion: PASO SUPERIOR NRO.1

Long.MAX: 11.43 m

Fecha: 16-04-98 Por RC

Nº 9378

ING. COL. 10410

# *Apéndice 6. Estructura E-5*

# APENDICE 6: DOCUMENTOS DE PROYECTO DE E-5

NOTAS

INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DE LOS FALSOS TÚNELES

- CÁLCULO

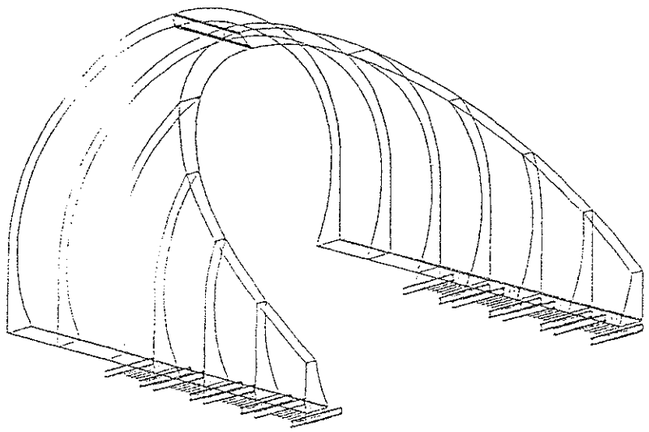
LISTADO DE ORDENAD(

PUESTA EN OBRA

DISEÑO

CONSERVACIÓN

# CALCULOS E-5



# TÚNELES ARTIFICIALES PREFABRICADOS PARA ESTRUCTURAS E-5 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 | REDUCIDO | NORMAL | |
| COEFICIENTE | $\gamma_c = 1.80$ | $\gamma_c = 1.50$ | $\gamma_s = 1.15$ $\gamma_f = 1.60$ |
| 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.

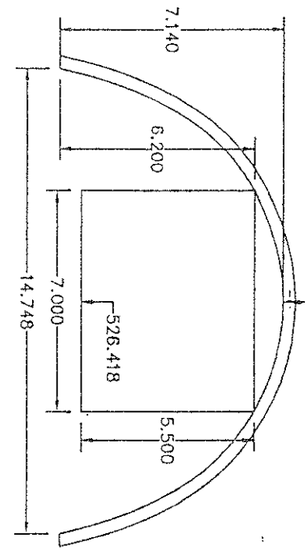
Tanto en la luz como en la flecha y longitud de las dovelas, adoptamos tolerancias desde un 0.9 % hasta un 1.2 %, según la pieza de que se trate. En cuanto al resalte en juntas, la tolerancia máxima es de 3 cm en clave y 4 en hastiales.

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.

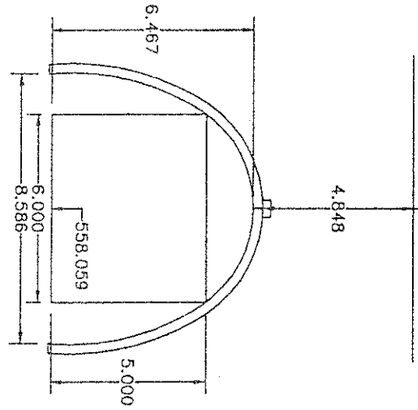
Las zapatas de las costillas son de tipología cimentación flotante, asegurando de este modo la estabilidadad al vuelco de aquellas. El paramento de dicho muro, es decir, la dovela-ménsula, es prefabricado, mientras que la zapata se realiza in situ. La unión entre ambas piezas debe ser tal que, aparte 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;

SECCION TIPO 'CAL'
ESTRUCTURA E-3

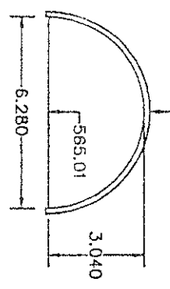



SECCION TIPO 'MZ'
ESTRUCTURA E-5

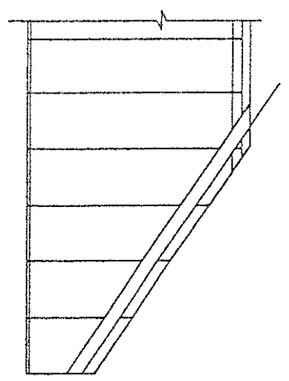



SECCIONES PROPUESTAS EN EL TRAMO
ESCALA 1:200

SECCION TIPO 'PI'
ESTRUCTURA OH – FC 5+7




VISTA LATERAL GENERICA DEL EMBOQUILLE



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

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 %)

-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      0.36717         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  -0.418829E-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 | |
| ... | | | | | | | | |
| 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 FORCE | DIST I | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE 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 -.1110E+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 -.0365E+02  .4355E+01 -.2007E+02 -.2895E+02      80.56

...

 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 -.4359E+01  .1022E+02  .1113E+02 -.1147E+02      32.38
  165  .6562E+01  .0138E+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$^2$)

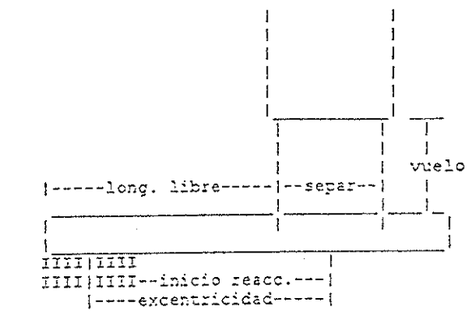
```
separ.  vuelo dovela
  (m)     (m)    (m)
 0.200  0.500  2.500
```

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 esquis.
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 esquí
    (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 (t·m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en 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 |

Calculo material bóveda

E-5 → ANE-E10

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

Propiedades del hormigon de la boveda

| Young | Poison | Area | A. cort. | Inercia | Canto |
|---|---|---|---|---|---|
| 3334574. | 0.200 | 0.300 | 0.250 | 0.002250 | 0.300 |

Flecha : 6.71800

| Tramo | Radio | Angulo |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 8.88800 |
| 2 | 8.15000 | 34.15000 |
| 3 | 3.95000 | 122.00000 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y |
|---|---|---|
| 1 | 0.00000 | 0.00000 |
| 2 | 0.55550 | 0.00000 |
| 3 | 1.11100 | 0.00000 |
| 4 | 1.66650 | 0.00000 |
| 5 | 2.22200 | 0.00000 |
| 6 | 2.77750 | 0.00000 |
| 7 | 3.33300 | 0.00000 |
| 8 | 4.44400 | -0.00010 |
| 9 | 4.44400 | 0.00000 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 |
| 11 | 4.46260 | 1.21325 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 |
| 20 | 2.43865 | 5.87553 |
| 21 | 2.00478 | 6.17143 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 |

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

Altura de tierras sobre clave (m) : 5.363 → la cobertura real es algo menor; tomamos las mismas cargas de la E-10
Densidad terraplen (t/m3) : 2.000

Compactador adyacente (t/m) :
5.0 Compactador en clave (t) : 5.0
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 = 250. Kp/cm2
Resistencia caract. del acero : Fyk = 5100. Kp/cm2

CASO DE CARGA 0. :

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -0.00001 | -0.22769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -0.00001 | -0.45534 |
| 11 | 4.46260 | 1.21325 | 0.00000 | -0.45550 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | 0.00000 | -0.45550 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 | 0.00000 | -0.45550 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | 0.00000 | -0.45550 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | 0.00000 | -0.45550 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | 0.00000 | -0.45536 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | 0.00000 | -0.42469 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 | 0.00000 | -0.39396 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | 0.00000 | -0.39396 |
| 20 | 2.43865 | 5.87553 | 0.00000 | -0.39396 |
| 21 | 2.00478 | 6.17143 | 0.00000 | -0.39396 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | 0.00000 | -0.39396 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | 0.00000 | -0.39396 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | 0.00000 | -0.39396 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | 0.00000 | -0.19698 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.666E+01 | 0.192E-01 | -0.106E-05 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.631E+01 | 0.144E+01 | 0.102E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.595E+01 | 0.990E+00 | 0.175E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.555E+01 | 0.605E+00 | 0.222E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.514E+01 | 0.284E+00 | 0.248E+01 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.471E+01 | 0.276E-01 | 0.256E+01 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.427E+01 | -0.164E+00 | 0.251E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.385E+01 | -0.291E+00 | 0.237E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.341E+01 | -0.409E+00 | 0.216E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.301E+01 | -0.564E+00 | 0.191E+01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.263E+01 | -0.684E+00 | 0.157E+01 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.227E+01 | -0.717E+00 | 0.119E+01 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.196E+01 | -0.673E+00 | 0.815E+00 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.170E+01 | -0.564E+00 | 0.482E+00 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.150E+01 | -0.405E+00 | 0.222E+00 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.138E+01 | -0.211E+00 | 0.567E-01 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.130E+01 | -0.442E-02 | 0.137E-04 |

bien armadura mínima.

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | -0.797695E-03 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | 0.478417E-03 | -0.288885E-04 | -0.759062E-03 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | 0.912119E-03 | -0.228662E-04 | -0.654205E-03 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | 0.126536E-02 | 0.801527E-05 | -0.503725E-03 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | 0.151554E-02 | 0.481137E-04 | -0.325360E-03 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | 0.165198E-02 | 0.794017E-04 | -0.133907E-03 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | 0.167411E-02 | 0.840376E-04 | 0.588194E-04 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | 0.158925E-02 | 0.462129E-04 | 0.243995E-03 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | 0.141026E-02 | -0.467488E-04 | 0.415823E-03 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | 0.119687E-02 | -0.184217E-03 | 0.549427E-03 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | 0.955845E-03 | -0.395141E-03 | 0.665584E-03 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | 0.704474E-03 | -0.674502E-03 | 0.754152E-03 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | 0.471097E-03 | -0.101850E-02 | 0.819985E-03 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | 0.272586E-03 | -0.141519E-02 | 0.862589E-03 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | 0.122881E-03 | -0.185082E-02 | 0.885721E-03 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | 0.306487E-04 | -0.231023E-02 | 0.894874E-03 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | 0.000000E+00 | -0.278010E-02 | 0.896736E-03 |

CASO DE CARGA 1.1. :

TIERRAS ( 50 % DE LA FLECHA) - COMPACTADOR ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -0.61762 | -0.22769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -1.21636 | -0.49476 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -1.70663 | -0.64213 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -0.95626 | -0.83492 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 | -0.95388 | -1.06741 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -0.53955 | -0.86903 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -0.03404 | -0.48913 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | 0.00000 | -0.45556 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | 0.00000 | -0.42469 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 | 0.00000 | -0.39396 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | 0.00000 | -0.39396 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | 0.00000 | -0.39396 |
| 21 | 2.00478 | 6.17143 | 0.00000 | -0.39396 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | 0.00000 | -0.39396 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | 0.00000 | -0.39396 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | 0.00000 | -0.39396 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | 0.00000 | -0.19698 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.865E+01 | -0.214E+01 | 0.173E-05 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.803E+01 | -0.153E+01 | -0.111E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.739E+01 | -0.925E-00 | -0.185E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.670E+01 | -0.348E+00 | -0.224E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.593E+01 | 0.288E+00 | -0.228E+01 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.520E+01 | 0.851E+00 | -0.189E+01 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.470E+01 | 0.944E+00 | -0.127E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.434E+01 | 0.804E+00 | -0.741E+00 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.401E+01 | 0.635E+00 | -0.293E+00 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.373E+01 | 0.402E+00 | -0.131E-01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.347E+01 | 0.178E+00 | 0.129E+00 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.322E+01 | 0.256E-01 | 0.174E+00 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.299E+01 | -0.626E-01 | 0.156E+00 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.280E+01 | -0.969E-01 | 0.108E+00 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.266E+01 | -0.889E-01 | 0.544E-01 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.258E+01 | -0.578E-01 | 0.146E-01 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.252E+01 | -0.377E-02 | -0.615E-05 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.576890E-03 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.344506E-03 | 0.133855E-04 | 0.534659E-03 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.659588E-03 | 0.251608E-05 | 0.422076E-03 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.849830E-03 | -0.218662E-04 | 0.266867E-03 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.957898E-03 | -0.441859E-04 | 0.955897E-04 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.964419E-03 | -0.490556E-04 | -0.624274E-04 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.889235E-03 | -0.270779E-04 | -0.182162E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.761558E-03 | 0.232699E-04 | -0.258417E-03 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.607302E-03 | 0.987634E-04 | -0.297644E-03 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.437342E-03 | 0.184164E-03 | -0.307689E-03 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.247333E-03 | 0.287515E-03 | -0.303875E-03 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.241018E-03 | 0.403393E-03 | -0.293925E-03 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.154384E-03 | 0.527628E-03 | -0.283091E-03 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.874714E-04 | 0.657575E-03 | -0.274417E-03 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.396811E-04 | 0.791773E-03 | -0.269085E-03 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.105567E-04 | 0.929256E-03 | -0.266818E-03 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | 0.000000E-00 | 0.106881E-02 | -0.266339E-03 |

CASO DE CARGA 1.2. :

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -0.95707 | -0.22769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -1.85358 | -0.51437 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -1.67758 | -0.74102 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -1.44902 | -1.02793 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 | -1.25036 | -1.22589 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -1.03529 | -1.34801 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -0.89116 | -1.44773 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | -0.53139 | -1.14959 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | -0.13926 | -0.64714 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 | -0.02616 | -0.44456 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | 0.00000 | -0.39396 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | 0.00000 | -0.39396 |
| 21 | 2.00478 | 6.17143 | 0.00000 | -0.39396 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | 0.00000 | -0.39396 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | 0.00000 | -0.39396 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | 0.00000 | -0.39396 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | 0.00000 | -0.19698 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.117E+02 | -0.449E+01 | -0.115E-06 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.109E+02 | -0.346E+01 | -0.242E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.101E+02 | -0.246E+01 | -0.420E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.923E+01 | -0.154E+01 | -0.541E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.827E+01 | -0.675E+00 | -0.607E+01 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.727E+01 | 0.161E+00 | -0.623E+01 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.629E+01 | 0.101E+01 | -0.588E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.546E+01 | 0.173E+01 | -0.500E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.497E+01 | 0.197E+01 | -0.378E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.477E+01 | 0.176E+01 | -0.276E+01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.467E+01 | 0.141E+01 | -0.193E+01 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.457E+01 | 0.109E+01 | -0.128E+01 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.448E+01 | 0.812E+00 | -0.787E+00 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.439E+01 | 0.573E+00 | -0.428E+00 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.433E+01 | 0.364E+00 | -0.186E+00 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.428E+01 | 0.177E+00 | -0.457E-01 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.425E+01 | -0.248E-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 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.180591E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.108331E-02 | 0.505784E-04 | 0.171421E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.205901E-02 | 0.231707E-04 | 0.146294E-02 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.284007E-02 | -0.579429E-04 | 0.109812E-02 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.337010E-02 | -0.154507E-03 | 0.662422E-03 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.362264E-02 | -0.222330E-03 | 0.195645E-03 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.359965E-02 | -0.218775E-03 | -0.265720E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.332961E-02 | -0.109942E-03 | -0.576450E-03 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.286449E-02 | 0.122373E-03 | -0.100965E-02 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.236528E-02 | 0.441420E-03 | -0.122452E-02 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.183986E-02 | 0.886133E-03 | -0.137870E-02 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.133322E-02 | 0.144664E-02 | -0.148418E-02 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.880304E-03 | 0.210633E-02 | -0.155209E-02 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.506582E-03 | 0.284494E-02 | -0.159200E-02 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.229266E-03 | 0.364091E-02 | -0.161215E-02 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.587139E-04 | 0.447323E-02 | -0.161975E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | 0.000000E+00 | 0.532269E-02 | -0.162125E-02 |

CASO DE CARGA 1.3. :

TIERRAS ( 95 % DE LA FLECHA) - COMPACTACION ADYACENTE

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -1.22863 | -0.22769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -2.38192 | -0.55127 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -2.18525 | -0.83074 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -1.94096 | -1.22559 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 | -1.59658 | -1.51796 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -1.45873 | -1.77452 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -1.25474 | -1.82627 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | -1.03389 | -1.87380 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | -0.81227 | -1.80078 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 | -0.48294 | -1.47383 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | -0.22080 | -1.02094 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | -0.11525 | -0.81620 |
| 21 | 2.00478 | 6.17743 | -0.04369 | -0.59904 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | -0.00828 | -0.44340 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | 0.00000 | -0.39396 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | 0.00000 | -0.39396 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | 0.00000 | -0.19698 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.174E+02 | -0.592E+01 | 0.114E-04 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.164E+02 | -0.477E+01 | -0.325E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.155E+02 | -0.366E+01 | -0.579E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.144E+02 | -0.261E+01 | -0.769E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.132E+02 | -0.161E+01 | -0.896E+01 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.120E+02 | -0.622E+00 | -0.964E+01 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.107E+02 | 0.372E+00 | -0.972E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.948E+01 | 0.138E+01 | -0.919E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.843E+01 | 0.225E+01 | -0.804E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.773E+01 | 0.272E+01 | -0.667E+01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.738E+01 | 0.277E+01 | -0.519E+01 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.724E+01 | 0.259E+01 | -0.376E+01 |
| 21 | 2.0048 | 6.1774 | -0.722E+01 | 0.225E+01 | -0.247E+01 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.727E+01 | 0.176E+01 | -0.140E+01 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.733E+01 | 0.118E+01 | -0.620E+00 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.737E+01 | 0.590E+00 | -0.155E+00 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.740E+01 | -0.101E-02 | 0.851E-05 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.285750E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.177698E-02 | 0.807627E-04 | 0.273431E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.328885E-02 | 0.371565E-04 | 0.259131E-02 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.459074E-02 | -0.973705E-04 | 0.187979E-02 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.553316E-02 | -0.268070E-03 | 0.124790E-02 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.606263E-02 | -0.408105E-03 | 0.541754E-03 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.616158E-02 | -0.447668E-03 | -0.193065E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.584687E-02 | -0.322867E-03 | -0.910742E-03 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.516735E-02 | 0.156375E-04 | -0.156495E-02 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.436124E-02 | 0.530704E-03 | -0.204805E-02 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.345593E-02 | 0.729736E-02 | -0.243734E-02 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.254073E-02 | 0.231066E-02 | -0.273120E-02 |
| 21 | 2.0048 | 6.1774 | -0.169472E-02 | 0.354400E-02 | -0.293584E-02 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.981251E-03 | 0.495540E-02 | -0.306286E-02 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.445290E-03 | 0.649543E-02 | -0.312914E-02 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.113956E-03 | 0.811485E-02 | -0.315459E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | 0.000000E+00 | 0.977018E-02 | -0.315967E-02 |

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -1.29652 | -0.22769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -2.47156 | -0.53270 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -2.22292 | -0.83680 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -1.96543 | -1.23464 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 | -1.70424 | -1.52171 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -1.44465 | -1.78053 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -1.19166 | -1.77584 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | -0.95009 | -1.75455 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | -0.68335 | -1.57378 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 | -0.45271 | -1.38521 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | -0.30487 | -1.26664 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | -0.18771 | -1.09519 |
| 21 | 2.00478 | 6.17743 | -0.10227 | -0.89649 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | -0.04636 | -0.70676 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | -0.01588 | -0.55040 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | -0.00322 | -0.44791 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | -0.00020 | -2.70613 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.206E+02 | -0.365E+01 | 0.174E-05 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.198E+02 | -0.266E+01 | -0.191E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.190E+02 | -0.174E+01 | -0.323E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.181E+02 | -0.924E+00 | -0.402E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.170E+02 | -0.181E+00 | -0.435E+01 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.158E+02 | 0.521E+00 | -0.424E+01 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.146E+02 | 0.119E+01 | -0.372E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.135E+02 | 0.181E+01 | -0.289E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.126E+02 | 0.214E+01 | -0.192E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.119E+02 | 0.198E+01 | -0.375E+00 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.114E+02 | 0.158E+01 | 0.562E+00 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.109E+02 | 0.114E+01 | 0.128E+01 |
| 21 | 2.0048 | 6.1774 | -0.106E+02 | 0.606E+00 | 0.176E+01 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.103E+02 | -0.393E-01 | 0.192E+01 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.101E+02 | -0.796E+00 | 0.172E+01 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.984E+01 | -0.165E+01 | 0.109E+01 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.956E+01 | -0.250E+01 | 0.176E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.116852E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.699604E-03 | 0.253310E-04 | 0.109589E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.131387E-02 | 0.799245E-06 | 0.900829E-03 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.177925E-02 | -0.348480E-04 | 0.625811E-03 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.205904E-02 | -0.113284E-03 | 0.308214E-03 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.214162E-02 | -0.143590E-03 | -0.177100E-04 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.203845E-02 | -0.118521E-03 | -0.319611E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.178145E-02 | -0.201976E-04 | -0.566750E-03 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.141927E-02 | 0.154961E-03 | -0.730552E-03 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.107442E-02 | 0.370172E-03 | -0.792725E-03 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.751035E-03 | 0.638256E-03 | -0.786584E-03 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.478782E-03 | 0.933100E-03 | -0.725926E-03 |
| 21 | 2.0048 | 6.1774 | -0.272777E-03 | 0.122558E-02 | -0.626031E-03 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.134319E-03 | 0.148955E-02 | -0.505224E-03 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.535134E-04 | 0.170801E-02 | -0.385772E-03 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.140032E-04 | 0.187852E-02 | -0.293791E-03 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | 0.000000E+00 | 0.201681E-02 | -0.258155E-03 |

CASO DE CARGA 2.2.1. :

TIERRAS + PAVIMENTO - SOBRECARGAS PUNTUALES DE FERROCARRIL

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -3.64717 | -0.22769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -7.11546 | -0.60757 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -6.74038 | -1.24065 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -6.33405 | -2.'4363 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 | -5.90406 | -2.93642 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -5.45862 | -3.61315 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -5.00562 | -4.17850 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | -4.55322 | -4.63665 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | -3.82298 | -4.75605 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 | -3.08047 | -4.95609 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | -2.60719 | -5.45618 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | -2.'4040 | -5.83130 |
| 21 | 2.00478 | 6.'7'43 | -'.68622 | -6.'0212 |
| 22 | 1.55545 | 6.40735 | -'.24709 | -6.28873 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | -0.82218 | -6.40855 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | -0.40816 | -6.47491 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | -0.'0166 | -3.24805 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.699E-02 | -0.786E+01 | -0.242E-05 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.688E+02 | -0.588E+01 | -0.417E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.676E+02 | -0.401E+01 | -0.714E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.663E+02 | -0.251E+01 | -0.904E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.647E+02 | -0.718E+00 | -0.995E+01 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.629E+02 | 0.845E-00 | -0.991E+01 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.610E+02 | 0.243E+01 | -0.892E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.590E+02 | 0.408E+01 | -0.696E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.571E+02 | 0.480E-0' | -0.397E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.555E+02 | 0.370E-01 | -0.152E+01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.537E+02 | 0.199E+01 | -0.856E-01 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.519E+02 | 0.756E+00 | 0.572E+00 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.502E+02 | -0.194E-01 | 0.708E+00 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.487E+02 | -0.394E+00 | 0.552E+00 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.475E+02 | -0.448E+00 | 0.295E+00 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.468E+02 | -0.281E+00 | 0.8'2E-01 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.465E+02 | -0.285E-01 | -0.741E-06 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.278506E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.167001E-02 | 0.483940E-04 | 0.252663E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.315239E-02 | -0.229621E-04 | 0.219714E-02 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.430312E-02 | -0.172635E-03 | 0.158297E-02 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.503402E-02 | -0.336704E-03 | 0.862259E-03 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.531076E-02 | -0.443517E-03 | 0.108475E-03 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.515007E-02 | -0.427453E-03 | -0.606370E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.461631E-02 | -0.242266E-03 | -0.120923E-02 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.381648E-02 | 0.125817E-03 | -0.162423E-02 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.303'2E-02 | 0.597916E-03 | -0.180444E-02 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.227766E-02 | 0.120636E-02 | -0.'85705E-02 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.160674E-02 | 0.'9'422E-02 | -0.184107E-02 |
| 21 | 2.0048 | 6.'7'4 | -0.104665E-02 | 0.269035E-02 | -0.'79900E-02 |
| 22 | '.5355 | 6.4074 | -0.605796E-03 | 0.351326E-02 | -0.'75761E-02 |
| 23 | '.0390 | 6.5789 | -0.284782E-03 | 0.436990E-02 | -0.'72980E-02 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.827776E-04 | 0.525155E-02 | -0.'71745E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.7'80 | 0.000000E+00 | 0.614903E-02 | -0.'71478E-02 |

CASO DE CARGA 2.2.2. :

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -4.08807 | -0.22769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -7.99196 | -0.62678 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -7.61160 | -1.34376 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -7.19463 | -2.37695 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 | -6.74856 | -3.29303 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -6.2815' | -4.09'02 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -5.80175 | -4.77225 |
| 16 | 3.72912 | 4.'4129 | -5.31738 | -5.34024 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | -4.49714 | -5.'22'2 |
| 18 | 3.17010 | 5.'2447 | -3.65002 | -5.80209 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | -3.'0896 | -6.43289 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | -2.56702 | -6.9'746 |
| 21 | 2.00478 | 6.'7'43 | -2.03224 | -7.37577 |
| 22 | 1.55545 | 6.40735 | -'.50884 | -7.72823 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | -0.99753 | -7.99343 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | -0.49603 | -7.78618 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | -0.12365 | -3.90800 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.818E+02 | -0.777E+01 | -0.812E-05 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.806E+02 | -0.579E+01 | -0.412E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.794E+02 | -0.392E+01 | -0.704E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.780E+02 | -0.222E+01 | -0.888E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.763E+02 | -0.605E+00 | -0.973E+01 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.743E+02 | 0.101E+01 | -0.962E+01 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.722E+02 | 0.270E+01 | -0.850E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.699E+02 | 0.450E+01 | -0.634E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.677E+02 | 0.524E+01 | -0.304E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.657E+02 | 0.387E+01 | -0.587E+00 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.637E+02 | 0.182E+01 | 0.103E+01 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.615E+02 | 0.365E+00 | 0.152E+01 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.595E+02 | -0.505E+00 | 0.141E+01 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.575E+02 | -0.864E+00 | 0.990E+00 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.561E+02 | -0.814E+00 | 0.504E+00 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.552E+02 | -0.479E+00 | 0.'36E+00 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.546E+02 | -0.366E-01 | 0.683E-05 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.265155E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.158968E-02 | 0.374131E-04 | 0.249523E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.299570E-02 | -0.389'2E-04 | 0.207'93E-02 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.407084E-02 | -0.'88236E-03 | 0.'46784E-02 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.475562E-02 | -0.347627E-03 | 0.761312E-03 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.495652E-02 | -0.447200E-03 | 0.269179E-04 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.475587E-02 | -0.423997E-03 | -0.660725E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.419'12E-02 | -0.236035E-03 | -0.'22400E-02 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.340070E-02 | 0.'25472E-03 | -0.'58003E-02 |
| 18 | 3.1701 | 5.'245 | -0.264808E-02 | 0.569626E-03 | -0.'69255E-02 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.'9489'E-02 | 0.'12354E-02 | -0.'67'5'E-02 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.'35204E-02 | 0.'74178E-02 | -0.'58782E-02 |
| 21 | 2.0048 | 6.'714 | -0.87'928E-03 | 0.239255E-02 | -0.'49'53E-02 |
| 22 | '.5355 | 6.4074 | -0.504733E-03 | 0.305904E-02 | -0.'41266E-02 |
| 23 | '.0390 | 6.5789 | -0.241086E-03 | 0.373653E-02 | -0.'36359E-02 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.'37495E-04 | 0.442574E-02 | -0.'34260E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.7'80 | 0.000000E-00 | 0.512571E-02 | -0.'33815E-02 |

AVE. E-'0. EN CONSERUCCION

| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 3: pésimo): | 2 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.00020 |
| t/m límite según A.C.I.: | 2390. |
| t/m2 en acero: | 5'000. |
| t/m2 en hormigón: | 2500. |
| minoración acero: | '.'50 |
| mayoración cargas: | '.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.725 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.040 |
| rec medio (m): | 0.040 |
| nº de barras: | '0. |
| separación entre barras (m): | 0.200 |
| diámetro de las barras (m): | 0.0'600 |
| sección de acero (cm2): | 28.'06 |
| canto (m): | 0.300 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | '361. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00019 |

| iente | fyk | fck | p/t | rec | [2:noval] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 5'000. | 2500. | 0.990 | 0.040 | 1 |

********** caso 1 en servicio **********

| nº | axil (t/m) | flector (t·m/m) | simétr. pml | fi | flx.sim. pml | fi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 69.915 | 0.000 | 1 | 16 | | |
| 2 | 68.759 | 4.174 | 1 | 16 | | |
| 3 | 67.612 | 7.143 | 1 | 16 | | |
| 4 | 66.315 | 9.040 | 1 | 16 | | |
| 5 | 64.733 | 9.950 | 2 | 16 | | |
| 6 | 62.957 | 9.911 | 2 | 16 | | |
| 7 | 61.002 | 8.924 | 2 | 16 | | |
| 8 | 59.008 | 6.961 | 1 | 16 | | |
| 9 | 57.142 | 3.971 | 1 | 16 | | |
| 10 | 55.452 | 1.516 | 1 | 16 | | |
| 11 | 53.772 | 0.086 | 1 | 16 | | |
| 12 | 51.888 | 0.572 | 1 | 16 | | |
| | 50.153 | 0.708 | 1 | 16 | | |
| | 48.652 | 0.552 | 1 | 16 | | |
| | 47.300 | 0.295 | 1 | 16 | | |
| 16 | 46.776 | 0.081 | 1 | 16 | | |
| 17 | 46.283 | 0.081 | 1 | 16 | | |

********** caso 2 en servicio **********

| nº | axil (t/m) | flector (t·m/m) | simétr. pml | fi | flx.sim. pml | fi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 81.769 | 0.000 | 1 | 16 | | |
| 2 | 80.588 | 4.1'8 | 1 | 16 | | |
| 3 | 79.405 | 7.035 | 1 | 16 | | |
| 4 | 78.031 | 8.882 | 1 | 16 | | |
| 5 | 76.313 | 9.735 | 1 | 16 | | |
| 6 | 74.525 | 9.6'6 | 1 | 16 | | |
| 7 | 72.'52 | 8.503 | 1 | 16 | | |
| 8 | 69.885 | 6.559 | 1 | 16 | | |
| 9 | 67.733 | 3.039 | 1 | 16 | | |
| | 65.743 | 0.387 | 1 | 16 | | |
| | 63.658 | 1.028 | 1 | 16 | | |
| | 61.453 | '.52' | 1 | 16 | | |
| 13 | 59.343 | 1.41' | 1 | 16 | | |

$\mu = 9.72 \text{ tm/m}$

(*)

¿Es ésto real en todo el vano?

Contención de armadura curva:
cercos a 0.25 m

$$10\phi16 + 0.725 * \frac{0.25\text{m}}{3.84\text{m}} = 0.47\phi16 = 1.9\phi8$$
(*)

para 1,8 m de modulación
Contención $1.8 \cdot 1.9\phi8 = 3.4$ ramas $\phi8$.

Diseño:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 57.509 | 0.990 | 1 | 16 | |
| 15 | 56.095 | 0.504 | 1 | 16 | |
| 16 | 55.206 | 0.136 | 1 | 16 | |
| 17 | 54.599 | 0.136 | 1 | 16 | |

********** Canto=0.30 m **********

CASO DE CARGA 3. :
TIERRAS + PAVIMENTO - SOBRECARGA UNIFORME - SOBRECARGA PUNTUAL

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -3.63449 | -0.22759 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -7.08870 | -0.60695 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -6.71066 | -1.23701 |
| 12 | 4.40473 | 1.81750 | -6.38'04 | -2.15667 |
| 13 | 4.30087 | 2.41972 | -5.86741 | -2.92076 |
| 14 | 4.15336 | 3.00439 | -5.41794 | -3.58930 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -4.96031 | -4.14437 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | -4.50326 | -4.59031 |
| 17 | 3.45475 | 4.68500 | -3.77240 | -4.69809 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 | -3.03135 | -4.88246 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | -2.55810 | -5.35981 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | -2.09340 | -5.71069 |
| 21 | 2.00478 | 6.17'43 | -1.64582 | -5.95720 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | -1.21201 | -6.12137 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | -0.79703 | -6.22286 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | -0.39500 | -6.27716 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | -0.09850 | -3.14707 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.687E-02 | -0.825E-01 | 0.217E-06 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.675E-02 | -0.620E-01 | -0.439E-01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.663E-02 | -0.426E-01 | -0.755E-01 |
| 12 | 4.4047 | 1.8175 | -0.650E-02 | -0.250E-01 | -0.956E-01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.634E-02 | -0.845E-00 | -0.106E-02 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.616E-02 | 0.775E+00 | -0.106E-02 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.597E-02 | 0.241E+01 | -0.962E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.577E-02 | 0.469E+01 | -0.766E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.559E-02 | 0.486E+01 | -0.465E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.542E-02 | 0.382E+01 | -0.215E+01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.526E-02 | 0.218E+01 | -0.634E+00 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.508E-02 | 0.984E+00 | 0.138E+00 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.491E-02 | 0.215E+00 | 0.400E+00 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.477E-02 | -0.'84E+00 | 0.364E+00 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.466E-02 | -0.291E+00 | 0.206E+00 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.459E-02 | -0.'96E+00 | 0.583E-01 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.454E-02 | -0.257E-01 | 0.881E-05 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.299203E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.'7944E-02 | 0.556628E-04 | 0.282548E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.339'7E-02 | -0.'74859E-04 | 0.257326E-02 |
| 12 | 4.4047 | '.8175 | -0.463936E-02 | -0.'75790E-03 | 0.'72467E-02 |
| 13 | 4.3009 | 2.4'57 | -0.544292E-02 | -0.3516'6E-03 | 0.96'034E-03 |
| 14 | 4.'534 | 3.0046 | -0.576404E-02 | -0.4688'6E-03 | 0.'58557E-03 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.561765E-02 | -0.456699E-03 | -0.'08199E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.506852E-02 | -0.264231E-03 | -0.'26402E-02 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.422486E-02 | 0.'26759E-03 | -0.'73135E-02 |
| 18 | 3.1701 | 5.'245 | -0.338479E-02 | 0.636'46E-03 | -0.'95476E-02 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.256'48E-02 | 0.'30318E-02 | -0.204623E-02 |

Caso de comprobación: sin carga de pavimentos: despreciar la compresión vertical, que es favorable ni actúa con simetría.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 3.4586 | 5.8753 | -0.[illegible]847E-02 | 0.209211E-02 | -0.206251E-02 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.[illegible]8925E-02 | 0.297049E-02 | -0.204486E-02 |
| 22 | 1.5555 | 6.4074 | -0.688592E-03 | 0.391344E-02 | -0.201979E-02 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.322073E-03 | 0.490318E-02 | -0.200107E-02 |
| 24 | 0.5241 | 6.6851 | -0.91977[illegible]E-04 | 0.592588E-02 | -0.199238E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | 0.000000E+00 | 0.696781E-02 | -0.199047E-02 |

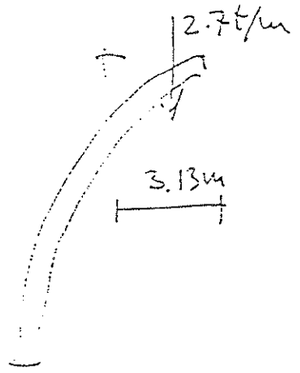
**********

| :g | axil (t/=) | flector (t·m/m) | sizétr. pal | fi | flx.sim. pal | fi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 68.665 | 0.000 | 1 | 16 | | |
| 2 | 67.486 | 4.388 | 1 | 16 | | |
| 3 | 66.319 | 7.530 | 1 | 16 | | |
| 4 | 65.009 | 9.559 | 2 | 16 | | |
| 5 | 63.422 | 10.562 | 3 | 16 | | |
| 6 | 61.628 | 10.582 | 3 | 16 | | |
| 7 | 59.704 | 9.621 | 2 | 16 | | |
| 8 | 57.728 | 7.659 | 1 | 16 | | |
| 9 | 55.888 | 4.652 | 1 | 16 | | |
| 10 | 54.237 | 2.151 | 1 | 16 | | |
| 11 | 52.551 | 0.634 | 1 | 16 | | |
| 12 | 50.791 | 0.138 | 1 | 16 | | |
| 13 | 49.124 | 0.400 | 1 | 16 | | |
| 14 | 47.688 | 0.364 | 1 | 16 | | |
| 15 | 46.588 | 0.206 | 1 | 16 | | |
| 16 | 45.900 | 0.058 | 1 | 16 | | |
| 17 | 45.431 | 0.058 | 1 | 16 | | |

********** Canto=0.30 m **********

→ [illegible] sobre disco: no superfluo.

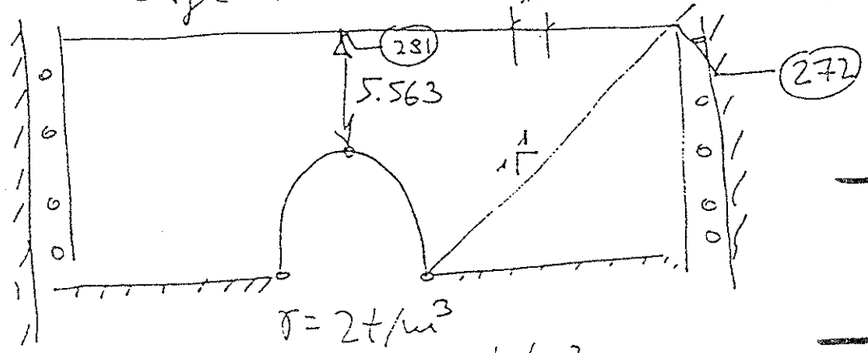
Caso de carga -1: suspensión de pieza:

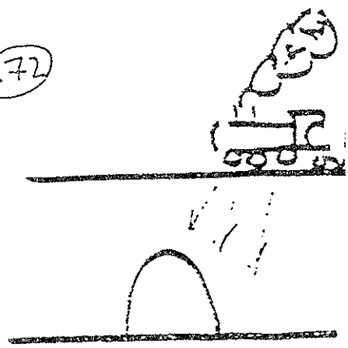



$M = 2.7 \cdot \frac{3.13}{2} = 4.2$ tm/m

Sección 3φ16 pral.

Carga axisimétrica: 1.827m entre ejes



$\gamma = 2\,t/m^3$

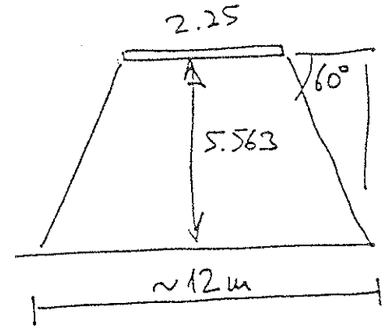
$E = 3000\ t/m^2$

$\nu = 0.25$

ancho unitario

Carga axisimétrica: entre ejes 272 y 280

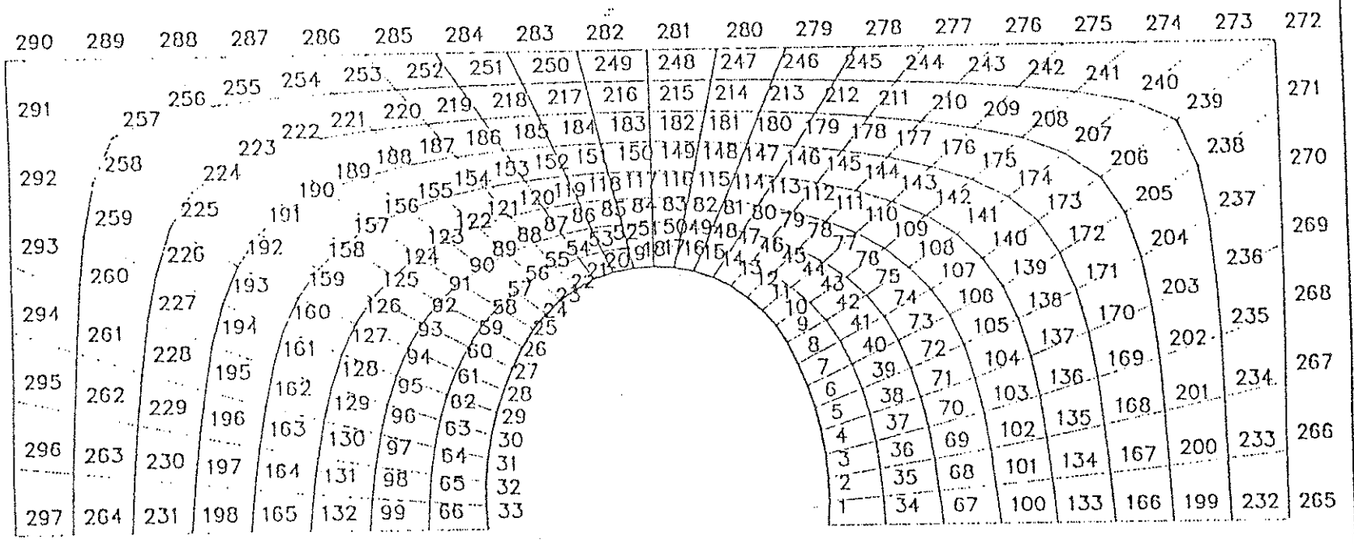
Carga a nivel de coronación:

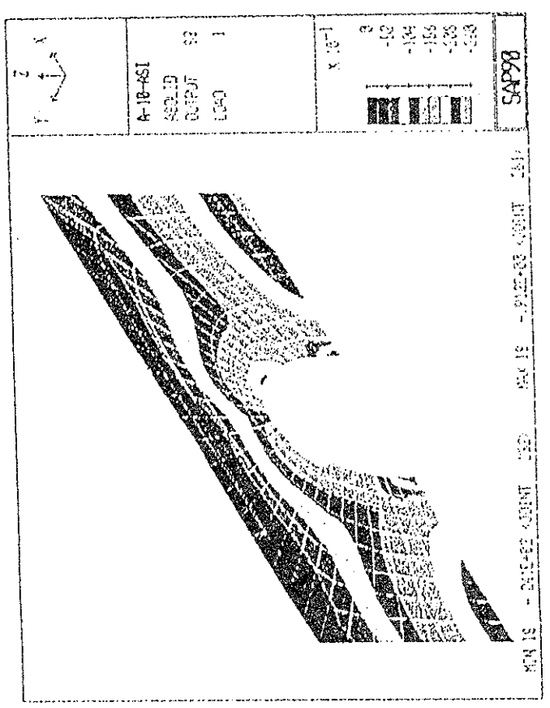


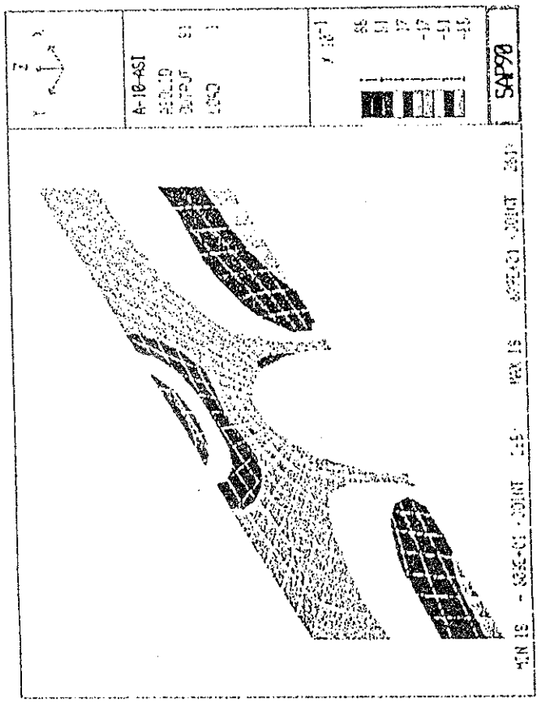

La carga recibida en coronación equivale aproximadamente a la aplicada en [coronación de terraplén] relativa de ancho unitario dividida por 12.

Quedamos del lado de la seguridad si tomamos un tren de cargas de 30t cada 1,5 metros sin delimitación de longitud.

Aplicación en vagón: $\frac{30t}{1.5m} \cdot 1.827m \cdot \frac{1}{12m} = ?$


290 289 288 287 286 285 284 283 282 281 280 279 278 277 276 275 274 273 272
291 271
292 270
293 269
294 268
295 267
296 266
297 264 231 198 165 132 99 66 33 265
376
A-10-ASI
UNDEFORMED
SHAPE
OPTIONS
JOINT IDS
WIRE FRAME
SAP90


A-10-ASI
SAP90


A-10-ASI
SAP90

E-10 AVE CARGA ASIMETRICA

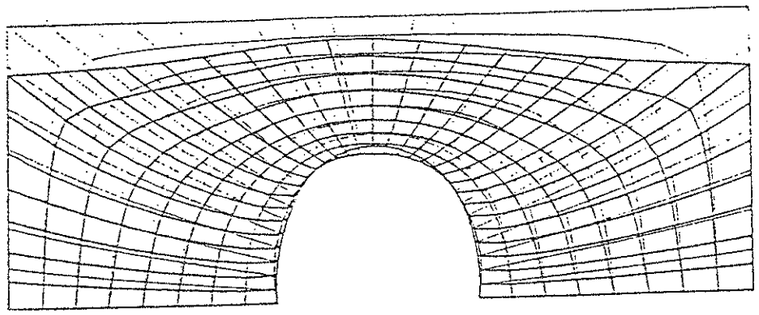
S E C T I O N  P R O P E R T Y  D A T A

| PROP ID | AREA | TORSIONAL INERTIA | MOMENTS OF INERTIA I33 | I22 | SHEAR AREAS A2 | A3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | .300E+00 | .7500E-02 | .2250OE-02 | .2500OE-01 | .250E+00 | .250E+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 | .7500E+00 | .0000E+00 | .0000E+00 |

| JOINT | LOAD | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 272 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 273 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 274 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 275 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 276 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 277 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 278 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 279 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |
| 280 | 1 | .000E-00 | .000E-00 | -.300E-01 | .000E-00 | .000E-00 | .000E-00 |

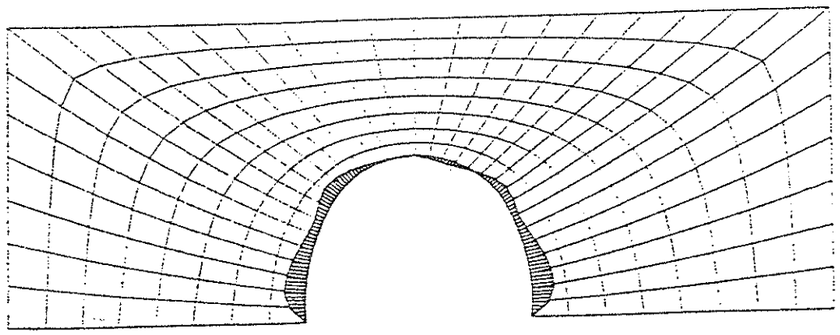


Z
X

A-10-ASI
DEFORMED
SHAPE
LOAD 1

MINIMA
X -.8250E-02
Y .0000E+00
Z -.4887E-01
MAXIMA
X .8270E-02
Y .0000E+00
Z .0000E+00

SAP90



Z
X

A-10-ASI
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 1

MIN < 102>
-.5488E+01
AT .61
MAX < 114>
.1091E+01
AT .26

SAP90

E-10 AVE CARGA ASIMETRICA

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

| ELT | LOAD | DIST | 1-2 PLANE | | AXIAL | 1-3 PLANE | | AXIAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID | COND | END | SHEAR | MOMENT | FORCE | SHEAR | MOMENT | TORQ |
| 101 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -129.521 | | | |
| | | .000 | -6.662 | .000 | | | | |
| | | .607 | -6.638 | -4.035 | | | | |
| | | .607 | | | -128.866 | | | |
| 102 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -127.347 | | | |
| | | .000 | -2.387 | -7.035 | | | | |
| | | .607 | -3.397 | -5.488 | | | | |
| | | .607 | | | -126.892 | | | |
| 103 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -124.000 | | | |
| | | .000 | .304 | -5.488 | | | | |
| | | .608 | .259 | -5.316 | | | | |
| | | .608 | | | -123.547 | | | |
| 104 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -119.360 | | | |
| | | .000 | 1.552 | -5.316 | | | | |
| | | .607 | 1.475 | -4.398 | | | | |
| | | .607 | | | -118.912 | | | |
| 105 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -113.643 | | | |
| | | .000 | 2.190 | -4.398 | | | | |
| | | .607 | 2.079 | -3.102 | | | | |
| | | .607 | | | -113.201 | | | |
| 106 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -107.144 | | | |
| | | .000 | 1.883 | -3.102 | | | | |
| | | .607 | 1.740 | -2.002 | | | | |
| | | .607 | | | -106.712 | | | |
| 107 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -100.127 | | | |
| | | .000 | .856 | -2.002 | | | | |
| | | .607 | .681 | -1.556 | | | | |
| | | .607 | | | -99.707 | | | |
| 108 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -92.841 | | | |
| | | .000 | -.969 | -1.556 | | | | |
| | | .607 | -1.175 | -2.187 | | | | |
| | | .607 | | | -92.434 | | | |
| 109 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -85.562 | | | |



E-10 AVE CARGA ASIMETRICA

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

| ELT | LOAD | DIST | 1-2 PLANE | | AXIAL | 1-3 PLANE | | AXIAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ID | COND | END | SHEAR | MOMENT | FORCE | SHEAR | MOMENT | TORQ |
| | | .000 | -.385 | -2.787 | | | | |
| | | .525 | -.598 | -2.445 | | | | |
| | | .525 | | | -85.231 | | | |
| 110 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -78.395 | | | |
| | | .000 | 1.597 | -2.445 | | | | |
| | | .526 | 1.342 | -1.673 | | | | |
| | | .526 | | | -78.295 | | | |
| 111 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -72.072 | | | |
| | | .000 | 2.253 | -1.673 | | | | |
| | | .525 | 1.961 | -.367 | | | | |
| | | .525 | | | -71.809 | | | |
| 112 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -66.349 | | | |
| | | .000 | 2.115 | -.367 | | | | |
| | | .525 | 1.789 | .458 | | | | |
| | | .525 | | | -66.127 | | | |
| 113 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -61.712 | | | |
| | | .000 | 1.321 | .458 | | | | |
| | | .526 | .968 | 1.060 | | | | |
| | | .526 | | | -61.535 | | | |
| 114 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -58.283 | | | |
| | | .000 | .213 | 1.060 | | | | |
| | | .300 | .000 | 1.092 | | | | |
| | | .525 | -.159 | 1.074 | | | | |
| | | .525 | | | -58.154 | | | |
| 115 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -56.032 | | | |
| | | .000 | -.657 | 1.074 | | | | |
| | | .525 | -1.023 | .638 | | | | |
| | | .525 | | | -55.954 | | | |
| 116 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -54.939 | | | |
| | | .000 | -1.020 | .638 | | | | |
| | | .524 | -1.413 | .000 | | | | |
| | | .524 | | | -54.913 | | | |
| 117 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -55.126 | | | |
| | | .000 | .238 | .000 | | | | |
| | | .318 | .000 | .038 | | | | |

E-10 AVE CARGA ASIMETRICA

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

| ELT ID | LOAD COND | DIST END | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | .526 | -.156 | .022 | | | | |
| | | .526 | | | -55.152 | | | |
| 118 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -56.536 | | | |
| | | .000 | .020 | .022 | | | | |
| | | .027 | .000 | .022 | | | | |
| | | .525 | -.367 | -.069 | | | | |
| | | .525 | | | -56.674 | | | |
| 119 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -58.937 | | | |
| | | .000 | -.534 | -.069 | | | | |
| | | .525 | -.906 | -.447 | | | | |
| | | .525 | | | -59.066 | | | |
| 120 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -62.280 | | | |
| | | .000 | -1.285 | -.447 | | | | |
| | | .526 | -1.638 | -1.216 | | | | |
| | | .526 | | | -62.457 | | | |
| 121 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -66.577 | | | |
| | | .000 | -1.734 | -1.216 | | | | |
| | | .525 | -2.060 | -2.213 | | | | |
| | | .525 | | | -66.799 | | | |
| 122 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -71.718 | | | |
| | | .000 | -1.606 | -2.213 | | | | |
| | | .525 | -1.899 | -3.132 | | | | |
| | | .525 | | | -71.981 | | | |
| 123 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -77.481 | | | |
| | | .000 | -.811 | -3.132 | | | | |
| | | .526 | -1.067 | -3.626 | | | | |
| | | .526 | | | -77.782 | | | |
| 124 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -83.573 | | | |
| | | .000 | 1.154 | -3.626 | | | | |
| | | .525 | .940 | -3.076 | | | | |
| | | .525 | | | -83.903 | | | |
| 125 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -89.884 | | | |
| | | .000 | 1.667 | -3.076 | | | | |
| | | .607 | 1.462 | -2.426 | | | | |
| | | .607 | | | -90.291 | | | |



E-10 AVE CARGA ASIMETRICA

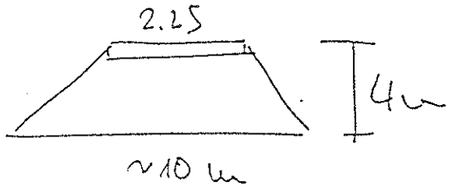
F R A M E E L E M E N T F O R C E S

| ELT ID | LOAD COND | DIST END | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE MOMENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE MOMENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 126 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -96.282 | | | |
| | | .000 | -.222 | -2.426 | | | | |
| | | .607 | -.397 | -3.513 | | | | |
| | | .607 | | | -96.702 | | | |
| 127 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -102.447 | | | |
| | | .000 | -1.334 | -3.513 | | | | |
| | | .607 | -1.478 | -5.167 | | | | |
| | | .607 | | | -102.873 | | | |
| 128 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -108.140 | | | |
| | | .000 | -1.745 | -5.167 | | | | |
| | | .607 | -1.856 | -4.260 | | | | |
| | | .607 | | | -108.582 | | | |
| 129 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -113.122 | | | |
| | | .000 | -1.245 | -4.260 | | | | |
| | | .607 | -1.322 | -5.039 | | | | |
| | | .607 | | | -113.570 | | | |
| 130 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -117.114 | | | |
| | | .000 | -.160 | -5.039 | | | | |
| | | .608 | -.205 | -5.150 | | | | |
| | | .608 | | | -117.565 | | | |
| 131 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -119.892 | | | |
| | | .000 | 2.282 | -5.150 | | | | |
| | | .607 | 2.272 | -3.768 | | | | |
| | | .607 | | | -120.348 | | | |
| 132 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -121.388 | | | |
| | | .000 | 6.196 | -3.768 | | | | |
| | | .607 | 6.220 | .000 | | | | |
| | | .607 | | | -121.843 | | | |

## Diferencia E-5(IA) – F-10(IB):

menor cobertura.

a) Recálculo de la situación sin carga en reposo
b) Recálculo de situación con carga en reposo
c) Recálculo de carga armónica. Tomaremos 4m de cobertura sobre clave:




15 t/m² → 1.5 t/m para ancho unitario simulando presión sobre clave.

1.9 m entre nudos de conexión ⇒ 2.9 t/nudo

AVE-E5

Altura de tierras sobre clave (m) : 5.000

sin sobrecarga

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -3.46063 | -0.32769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -6.74048 | -0.59930 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -6.36228 | -1.19569 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -5.95429 | -2.04330 |
| 13 | 4.30087 | 2.41552 | -5.52408 | -2.77565 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -5.07939 | -3.39379 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -4.62925 | -3.89704 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | -4.18051 | -4.29291 |
| 17 | 3.45475 | 4.68200 | -3.48299 | -4.36887 |
| 18 | 3.13010 | 5.12447 | -2.78225 | -4.51198 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | -2.33446 | -4.92391 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | -1.89947 | -5.21628 |
| 21 | 2.00478 | 6.17143 | -1.48346 | -5.41248 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | -1.08854 | -5.53578 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | -0.71312 | -5.60706 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | -0.35256 | -5.64278 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | -0.08762 | -2.82674 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.632E+02 | -0.856E-01 | 0.511E-05 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.621E+02 | -0.646E+01 | -0.456E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.610E+02 | -0.447E+01 | -0.785E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.597E+02 | -0.266E+01 | -0.999E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.581E+02 | -0.975E-00 | -0.111E+02 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.564E+02 | 0.661E+00 | -0.112E+02 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.546E+02 | 0.229E-01 | -0.103E+02 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.527E+02 | 0.394E+01 | -0.839E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.510E+02 | 0.473E+01 | -0.549E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.495E+02 | 0.385E+01 | -0.303E+01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.480E+02 | 0.238E+01 | -0.145E+01 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.464E+02 | 0.129E+01 | -0.530E-00 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.449E+02 | 0.565E-00 | -0.860E-01 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.437E+02 | 0.143E+00 | 0.639E-01 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.427E+02 | -0.404E-01 | 0.642E-01 |
| 24 | 0.5241 | 6.6931 | -0.421E+02 | -0.614E-01 | 0.215E-01 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.417E+02 | -0.212E-01 | -0.808E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.377542E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.226455E-02 | 0.769147E-04 | 0.357052E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.428693E-02 | -0.893223E-05 | 0.301327E-02 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.587831E-02 | -0.203755E-03 | 0.221226E-02 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.692025E-02 | -0.423932E-03 | 0.126595E-02 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.736275E-02 | -0.574578E-03 | 0.266466E-03 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.722038E-02 | -0.566798E-03 | -0.696983E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.656746E-02 | -0.334125E-03 | -0.153557E-02 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.553082E-02 | 0.151773E-03 | -0.215924E-02 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.447498E-02 | 0.797110E-03 | -0.249039E-02 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.341814E-02 | 0.166100E-02 | -0.266439E-02 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.244490E-02 | 0.270321E-02 | -0.274118E-02 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.160596E-02 | 0.388515E-02 | -0.276512E-02 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.930041E-03 | 0.517239E-02 | -0.276598E-02 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.433197E-03 | 0.652621E-02 | -0.225101E-02 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.120661E-03 | 0.795169E-02 | -0.225768E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | 0.000000E+00 | 0.939503E-02 | -0.225655E-02 |

Este cálculo es excesivamente desfavorable, ya que la estructura está deformada a favor de los empujes del terreno: Ka; sin embargo, hemos tomado Ko. A pesar de ello, diseñamos armadura mínima para esta situación:

11.175 t.m/m  N = 56.415 t/m

5 ϕ 16 mm, mínima

(este armado no supera en la cara vista debido al proceso constructivo).

| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 2: pésimo): | 2 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.020 |
| t/m límite según A.C.I.: | 2590. |
| t/m2 en acero: | 51000. |
| t/m2 en hormigón: | 2500. |
| minoración acero: | 1.100 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.662 |
| 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): | 0.01600 |
| sección de acero (cm2): | 10.053 |
| canto (m): | 0.300 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no nova1; 2: nova1. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1636. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00016 |

AVE-E10

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

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -3.47808 | -0.32769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -6.33741 | -0.60016 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -6.40353 | -1.20075 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -6.00039 | -2.05591 |
| 13 | 4.30087 | 2.41532 | -5.55563 | -2.79769 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -5.13744 | -3.42660 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -4.69373 | -3.94556 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | -4.25262 | -4.35981 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | -3.53670 | -4.65340 |
| 18 | 3.13010 | 5.19447 | -2.85458 | -4.82047 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | -2.40748 | -5.06733 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | -1.97006 | -5.39753 |
| 21 | 2.00478 | 6.17143 | -1.54772 | -5.63226 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | -1.14212 | -5.79162 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | -0.75178 | -5.89267 |
| 24 | 0.52412 | 6.68307 | -0.37286 | -5.94814 |
| 25 | 0.00000 | 6.71500 | -0.09282 | -2.98288 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.652E+02 | -0.795E+01 | -0.149E-04 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.641E+02 | -0.596E+01 | -0.422E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.629E+02 | -0.407E-01 | -0.723E+01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.616E+02 | -0.237E-01 | -0.917E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.601E+02 | -0.774E-00 | -0.101E+02 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.584E+02 | 0.775E-00 | -0.101E+02 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.566E+02 | 0.233E+01 | -0.917E+01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.547E+02 | 0.392E+01 | -0.728E+01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.529E+02 | 0.464E+01 | -0.441E+01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.513E+02 | 0.365E+01 | -0.202E+01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.497E+02 | 0.208E+01 | -0.572E-00 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.481E+02 | 0.932E-00 | 0.162E-00 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.465E+02 | 0.193E-00 | 0.407E-00 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.451E+02 | -0.191E-00 | 0.364E-00 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.441E+02 | -0.292E-00 | 0.206E-00 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.434E+02 | -0.196E+00 | 0.581E-01 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | -0.430E+02 | -0.255E-01 | -0.699E-05 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.338556E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.203023E-02 | 0.632932E-04 | 0.319588E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.393610E-02 | -0.191080E-04 | 0.268139E-02 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.524464E-02 | -0.197578E-03 | 0.194492E-02 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.614944E-02 | -0.395434E-03 | 0.107939E-02 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.650808E-02 | -0.526449E-03 | 0.171672E-03 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.633856E-02 | -0.511081E-03 | -0.593820E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.571486E-02 | -0.392022E-03 | -0.142241E-02 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.476053E-02 | -0.150759E-03 | -0.195729E-02 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.381164E-02 | 0.726435E-03 | -0.220698E-02 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.288215E-02 | 0.147929E-02 | -0.230734E-02 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.204536E-02 | 0.236870E-02 | -0.232368E-02 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.133693E-02 | 0.335789E-02 | -0.230158E-02 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.773783E-03 | 0.441883E-02 | -0.227162E-02 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.361789E-03 | 0.553165E-02 | -0.224943E-02 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.103269E-03 | 0.668118E-02 | -0.223922E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.7150 | 0.000000E-00 | 0.785216E-02 | -0.223696E-02 |

| | axil (t/m) | flector (t·m/m) | simétr. pal | fi | flx.sim. pal | fi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 65.203 | 0.000 | 1 | 16 | | |
| 2 | 64.055 | 4.223 | 1 | 16 | | |
| 3 | 62.918 | 7.334 | 1 | 16 | | |
| 4 | 61.549 | 9.166 | 2 | 16 | | |
| 5 | 60.130 | 10.108 | 3 | 16 | | |
| 6 | 58.397 | 10.106 | 3 | 16 | | |
| 7 | 56.556 | 9.168 | 2 | 16 | | |
| 8 | 54.668 | 7.280 | 1 | 16 | | |
| 9 | 52.916 | 4.406 | 1 | 16 | | |
| 10 | 51.347 | 2.020 | 1 | 16 | | |
| 11 | 49.946 | 0.572 | 1 | 16 | | |
| 12 | 48.077 | 0.162 | 1 | 16 | | |
| 13 | 46.494 | 0.407 | 1 | 16 | | |
| 14 | 45.129 | 0.364 | 1 | 16 | | |
| 15 | 44.082 | 0.206 | 1 | 16 | | |
| 16 | 43.426 | 0.058 | 1 | 16 | | |
| 17 | 42.979 | 0.058 | 1 | 16 | | |

superado por el armado de diseño.

********** Canto=0.30 m **********

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

| Nudo | Coord._X | Coord._Y | Carga__X | Carga__Y |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.44400 | 0.00000 | -3.91539 | -0.22769 |
| 10 | 4.47592 | 0.60634 | -7.65042 | -0.61928 |
| 11 | 4.46260 | 1.21326 | -7.27066 | -1.30335 |
| 12 | 4.40415 | 1.81750 | -6.85614 | -2.28589 |
| 13 | 4.30087 | 2.41572 | -6.41439 | -3.15183 |
| 14 | 4.15336 | 3.00459 | -5.95363 | -3.90047 |
| 15 | 3.96242 | 3.58084 | -5.48177 | -4.53340 |
| 16 | 3.72912 | 4.14129 | -5.00713 | -5.05442 |
| 17 | 3.45475 | 4.68300 | -4.22037 | -5.20739 |
| 18 | 3.17010 | 5.12447 | -3.41321 | -5.45002 |
| 19 | 2.82939 | 5.52427 | -2.89760 | -6.02108 |
| 20 | 2.43865 | 5.87533 | -2.38484 | -6.45320 |
| 21 | 2.00478 | 6.17143 | -1.88247 | -6.76727 |
| 22 | 1.53545 | 6.40735 | -1.39414 | -6.98448 |
| 23 | 1.03897 | 6.57891 | -0.91991 | -7.12405 |
| 24 | 0.52412 | 6.68207 | -0.45688 | -7.20124 |
| 25 | 0.00000 | 6.71800 | -0.11382 | -3.61292 |

| Nudo | Coord.X | Coord.Y | Axil | Cortante | Flector |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | -0.763E+02 | -0.799E-01 | 0.114E-04 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.756E+02 | -0.598E-01 | -0.424E+01 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.744E+02 | -0.407E-01 | -0.726E-01 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.730E+02 | -0.234E+01 | -0.918E+01 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.714E+02 | -0.706E+00 | -0.101E-02 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.694E+02 | 0.918E+00 | -0.100E-02 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.674E+02 | 0.259E-01 | -0.999E-01 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.652E+02 | 0.435E-01 | -0.690E-01 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.632E+02 | 0.510E-01 | -0.371E-01 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.613E+02 | 0.387E-01 | -0.111E-01 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.594E+02 | 0.197E-01 | 0.353E-00 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.573E+02 | 0.619E-00 | 0.961E-00 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.554E+02 | -0.212E-00 | 0.100E-01 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.537E+02 | -0.589E-00 | 0.738E-00 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.524E+02 | -0.602E-00 | 0.384E-00 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.516E+02 | -0.365E-00 | 0.104E-00 |
| 25 | 0.0000 | 6.7150 | -0.511E+02 | -0.352E-01 | -0.191E-04 |

Expresion final de los corrimientos de los nudos en coordenadas globales

| Nudo | Coord. X | Coord. Y | Corrimiento X | Corrimiento Y | Giro Z |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4.4440 | 0.0000 | 0.000000E-00 | 0.000000E-00 | 0.331139E-02 |
| 10 | 4.4759 | 0.6063 | -0.198557E-02 | 0.531735E-04 | 0.312099E-02 |
| 11 | 4.4626 | 1.2133 | -0.374524E-02 | -0.359512E-04 | 0.260476E-02 |
| 12 | 4.4041 | 1.8175 | -0.510626E-02 | -0.217548E-03 | 0.186648E-02 |
| 13 | 4.3009 | 2.4157 | -0.596250E-02 | -0.414758E-03 | 0.100043E-02 |
| 14 | 4.1534 | 3.0046 | -0.627331E-02 | -0.541534E-03 | 0.958912E-04 |
| 15 | 3.9624 | 3.5808 | -0.606013E-02 | -0.519455E-03 | -0.358606E-03 |
| 16 | 3.7291 | 4.1413 | -0.540297E-02 | -0.294261E-03 | -0.147204E-02 |
| 17 | 3.4547 | 4.6830 | -0.443494E-02 | 0.147618E-03 | -0.194553E-02 |
| 18 | 3.1701 | 5.1245 | -0.349932E-02 | 0.707714E-03 | -0.213571E-02 |
| 19 | 2.8294 | 5.5243 | -0.260942E-02 | 0.141984E-02 | -0.216510E-02 |
| 20 | 2.4386 | 5.8753 | -0.183032E-02 | 0.223612E-02 | -0.211404E-02 |
| 21 | 2.0048 | 6.1714 | -0.118837E-02 | 0.311850E-02 | -0.203773E-02 |
| 22 | 1.5355 | 6.4074 | -0.688013E-03 | 0.404316E-02 | -0.197011E-02 |
| 23 | 1.0390 | 6.5789 | -0.325348E-03 | 0.499817E-02 | -0.192654E-02 |
| 24 | 0.5241 | 6.6831 | -0.963741E-04 | 0.597726E-02 | -0.190757E-02 |
| 25 | 0.0000 | 6.7180 | 0.000000E-00 | 0.697342E-02 | -0.190351E-02 |

| nº | axil (t/m) | flector (t·m/m) | simétr. pal | fi | flx.sim. pal | fi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 76.735 | 0.000 | 1 | 16 | | |
| 2 | 75.552 | 4.239 | 1 | 16 | | |
| 3 | 74.374 | 7.257 | 1 | 16 | | |
| 4 | 73.022 | 9.184 | 1 | 16 | | |
| 5 | 71.353 | 10.102 | 2 | 16 | | |
| 6 | 69.438 | 10.041 | 2 | 16 | | |
| 7 | 67.360 | 8.988 | 1 | 16 | | |
| 8 | 65.203 | 6.900 | 1 | 16 | | |
| 9 | 63.171 | 3.708 | 1 | 16 | | |
| 10 | 61.312 | 1.109 | 1 | 16 | | |
| 11 | 59.381 | 0.353 | 1 | 16 | | |
| 12 | 57.349 | 0.961 | 1 | 16 | | |
| 13 | 55.411 | 1.003 | 1 | 16 | | |
| 14 | 53.732 | 0.738 | 1 | 16 | | |
| 15 | 52.442 | 0.384 | 1 | 16 | | |
| 16 | 51.631 | 0.104 | 1 | 16 | | |
| 17 | 51.078 | 0.104 | 1 | 16 | | |

********** Canto=0.30 m **********

E-5 AVE CARGA ASIVETRICA

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -105.734 | | | |
| | | .000 | -4.786 | .000 | | | | |
| | | .507 | -4.762 | -3.599 | | | | |
| | | .507 | | | -105.279 | | | |
| 102 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -103.429 | | | |
| | | .000 | -1.313 | -2.599 | | | | |
| | | .507 | -1.223 | -3.609 | | | | |
| | | .607 | | | -102.974 | | | |
| 103 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -99.915 | | | |
| | | .000 | .638 | -3.699 | | | | |
| | | .607 | .595 | -3.325 | | | | |
| | | .607 | | | -99.462 | | | |
| 104 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -95.314 | | | |
| | | .000 | 1.664 | -3.325 | | | | |
| | | .607 | 1.587 | -2.338 | | | | |
| | | .607 | | | -94.865 | | | |
| 105 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -89.886 | | | |
| | | .000 | 1.936 | -2.338 | | | | |
| | | .607 | 1.865 | -1.172 | | | | |
| | | .607 | | | -89.445 | | | |
| 106 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -83.901 | | | |
| | | .000 | 1.677 | -1.172 | | | | |
| | | .607 | 1.534 | -.197 | | | | |
| | | .607 | | | -83.469 | | | |
| 107 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -77.616 | | | |
| | | .000 | .787 | -.197 | | | | |
| | | .607 | .612 | .227 | | | | |
| | | .607 | | | -77.196 | | | |
| 108 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -71.257 | | | |
| | | .000 | -.709 | .227 | | | | |
| | | .607 | -.914 | -.265 | | | | |
| | | .607 | | | -70.850 | | | |
| 109 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -65.140 | | | |

no superamos la flexión del cálculo equivalente en E-10 (IB).
Destacamos que el axil está sobre-dimensionado al permitir la adherencia terreno — estructura.
El axil que se puede esperar, procedente de un cálculo matricial convencional (caso 5) es de ≃ 67 t/m.
Sobre armadura



E-5 AVE CARGA ASIVETRICA

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 | -.520 | -.265 | | | | |
| | | .525 | -.734 | -.595 | | | | |
| | | .525 | | | -64.809 | | | |
| 110 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -59.460 | | | |
| | | .000 | .868 | -.595 | | | | |
| | | .525 | .632 | -.196 | | | | |
| | | .525 | | | -59.160 | | | |
| 111 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -54.292 | | | |
| | | .000 | 1.286 | -.196 | | | | |
| | | .525 | .993 | .403 | | | | |
| | | .525 | | | -54.029 | | | |
| 112 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -49.928 | | | |
| | | .000 | 1.033 | .403 | | | | |
| | | .525 | .707 | .860 | | | | |
| | | .525 | | | -49.706 | | | |
| 113 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -46.529 | | | |
| | | .000 | .462 | .860 | | | | |
| | | .525 | .110 | 1.010 | | | | |
| | | .525 | | | -46.352 | | | |
| 114 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -44.129 | | | |
| | | .000 | -.140 | 1.010 | | | | |
| | | .525 | -.512 | .839 | | | | |
| | | .525 | | | -44.000 | | | |
| 115 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -42.653 | | | |
| | | .000 | -.573 | .839 | | | | |
| | | .525 | -.959 | .436 | | | | |
| | | .525 | | | -42.575 | | | |
| 116 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -41.978 | | | |
| | | .000 | -.634 | .436 | | | | |
| | | .525 | -1.027 | .000 | | | | |
| | | .525 | | | -41.952 | | | |
| 117 | | | | | | | | |
| | 1 | .000 | | | -42.072 | | | |
| | | .000 | -.054 | .000 | | | | |
| | | .525 | -.447 | -.131 | | | | |
| | | .525 | | | -42.098 | | | |

E-5 AVE CARGA ASIVETRICA

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

| ELT | LOAD ID | COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE VOVENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE VOVENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -42.874 | | | |
| | | | .000 | .057 | -.131 | | | | |
| | | | .077 | .000 | -.129 | | | | |
| | | | .525 | -.329 | -.303 | | | | |
| | | | .525 | | | -43.952 | | | |
| 119 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -44.312 | | | |
| | | | .000 | -.085 | -.303 | | | | |
| | | | .525 | -.457 | -.345 | | | | |
| | | | .525 | | | -44.441 | | | |
| 120 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -46.455 | | | |
| | | | .000 | -.356 | -.345 | | | | |
| | | | .525 | -.708 | -.625 | | | | |
| | | | .525 | | | -46.632 | | | |
| 121 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -49.372 | | | |
| | | | .000 | -.631 | -.625 | | | | |
| | | | .525 | -.956 | -1.042 | | | | |
| | | | .525 | | | -49.594 | | | |
| 122 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -53.065 | | | |
| | | | .000 | -.581 | -1.042 | | | | |
| | | | .525 | -.974 | -1.477 | | | | |
| | | | .525 | | | -53.328 | | | |
| 123 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -57.425 | | | |
| | | | .000 | -.207 | -1.477 | | | | |
| | | | .525 | -.463 | -1.653 | | | | |
| | | | .525 | | | -57.725 | | | |
| 124 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -62.226 | | | |
| | | | .000 | 1.130 | -1.653 | | | | |
| | | | .525 | .916 | -1.115 | | | | |
| | | | .525 | | | -62.557 | | | |
| 125 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -67.388 | | | |
| | | | .000 | 1.250 | -1.115 | | | | |
| | | | .507 | 1.044 | -.419 | | | | |
| | | | .607 | | | -67.794 | | | |



E-5 AVE CARGA ASIVETRICA

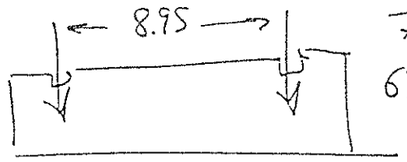
F R A V E E L E V E N T F O R C E S

| ELT | LOAD ID | COND | DIST ENDI | 1-2 PLANE SHEAR | 1-2 PLANE VOVENT | AXIAL FORCE | 1-3 PLANE SHEAR | 1-3 PLANE VOVENT | AXIAL TORQ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 126 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -72.853 | | | |
| | | | .000 | -.266 | -.419 | | | | |
| | | | .607 | -.441 | -.634 | | | | |
| | | | .607 | | | -73.353 | | | |
| 127 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -78.363 | | | |
| | | | .000 | -1.189 | -.634 | | | | |
| | | | .607 | -1.333 | -1.399 | | | | |
| | | | .607 | | | -78.695 | | | |
| 128 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -83.408 | | | |
| | | | .000 | -1.541 | -1.399 | | | | |
| | | | .607 | -1.652 | -2.368 | | | | |
| | | | .607 | | | -83.850 | | | |
| 129 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -88.047 | | | |
| | | | .000 | -1.313 | -2.368 | | | | |
| | | | .607 | -1.391 | -3.189 | | | | |
| | | | .607 | | | -88.495 | | | |
| 130 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -91.927 | | | |
| | | | .000 | -.425 | -3.189 | | | | |
| | | | .607 | -.468 | -3.460 | | | | |
| | | | .607 | | | -92.381 | | | |
| 131 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -94.807 | | | |
| | | | .000 | 1.302 | -3.460 | | | | |
| | | | .607 | 1.292 | -2.673 | | | | |
| | | | .607 | | | -95.262 | | | |
| 132 | | | | | | | | | |
| | 1 | | .000 | | | -96.571 | | | |
| | | | .000 | 4.390 | -2.673 | | | | |
| | | | .607 | 4.414 | .000 | | | | |
| | | | .607 | | | -97.026 | | | |

ambiente (1: protegido; 3: pésimo): 2
ancho admisible de fisura (m): 0.00020
t/m límite según E.H.E.: 2590.
t/m2 en acero: 51000.
t/m2 en hormigón: 2500.
minoración acero: 1.100
mayoración cargas: 1.600
aprov. armado (<1): 0.716
permanentes sobre totales (<=1): 0.820
rec al eje de capa más externa (m): 0.050
rec medio (m): 0.050
nº de barras: 12
separación entre barras (m): 0.082
diámetro de las barras (m): 0.02500
sección de acero (cm2): 58.905
canto (m): 1.500
1: rectangular en vano..
2: plana..... 2
1: no noval; 2: noval. 1
t/m según cálculo: 1270.
ancho de fisura según cálculo: 0.00019

## Zapata E-5

Suponemos reacción del suelo uniforme:




76 t/m (con tierra)
62.5 t/m (permanentes)

$\frac{\text{permanentes}}{\text{totales}} = 82\%$

Flexión:

$$\frac{pl^2}{8} = \frac{(2 \cdot 76/8.95) \cdot 8.95^2}{8} = 170 \text{ t.m/m}$$

Tomamos canto 1.5 m. Cortante a canto útil: 1.35 m:

$$76 \cdot \left(\frac{8.95/2 - 1.35}{8.95/2}\right) = 53$$

El hormigón absorbe $1.35 \text{ m} \cdot 64 \text{ t/m} = 86.4 \text{ t}$

$53 \cdot 1.6 = 84.8$. ✓ OK

Flexión + fisuración: no se cumple.

ES ↔ E-.10 (MZ)

MENSULA TIPO 1

ESFUERZOS

| ctor (m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en ménsula (m) |
|---|---|---|---|
| 17.186 | 8.256 | 7.936 | 0.000 |
| 13.008 | 7.296 | 7.708 | 0.606 |
| 9.553 | 5.555 | 7.199 | 1.213 |
| 6.745 | 4.020 | 6.488 | 1.817 |
| 4.525 | 2.756 | 5.536 | 2.416 |
| 2.840 | 1.745 | 4.454 | 3.005 |
| 1.638 | 0.979 | 3.344 | 3.581 |
| 0.849 | 0.447 | 2.307 | 4.141 |
| 0.379 | 0.139 | 1.441 | 4.683 |
| 0.134 | 0.020 | 0.827 | 5.194 |

ARMADO

| | |
|---|---|
| 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): | 0.709 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.040 |
| rec medio (m): | 0.040 |
| nº de barras: | 8 |
| separación entre barras (m): | 0.125 |
| diámetro de las barras (m): | 0.02500 |
| sección de acero (cm2): | 39.270 |
| canto (m): | 0.300 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1433. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00020 |

SOSTENIMIENTO PROVISIONAL

ANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS

| suelo (t/m2) | vert. (t) | vuelco (t-m) |
|---|---|---|
| 40.000 | 7.020 | 3.800 |

| separ. (m) | vuelo (m) | dovela (m) |
|---|---|---|
| 0.200 | 0.500 | 1.200 |

Acero A 42 en esquis

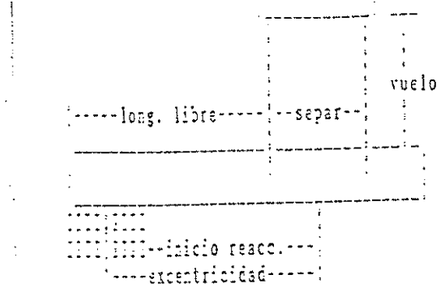
Pandeo de redondos suponiendo
apoyo simple en extremos y
tomando coeficientes de tabla para acero
A 42 agrupados de 10 en 10, mayorando
por 1.5.

Soldadura de espesor de garganta mínimo 6.4 mm

parámetros no convencionales:

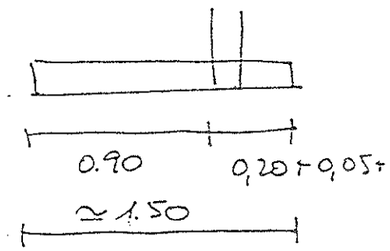
φ25 : anclaje (I_patilla) en taqueo:
65.6 cm · 0.709 = 46 cm;
canto mínimo.

8φ25 · 1.8 m = 14.4φ25 →
→ 12φ25+2φ32




A52: 3600 Kp/cm2
A42: 2600 Kp/cm2
A37: 2400 Kp/cm2
compresión en conjunto de barras delanteras (t): 32.570
esbeltez=40.000 w= 1.190
( 2 pares de redondos del 32)
carga, flector por esquí
(t) (t-m)
3.510 1.900
diseño del upn 180:
long.apoyo excentr ini_reacc
(m) (m) (m)
0.325 0.541 0.379
long.libre flector cortante
(m) (t-m) (t)
0.604 1.549 3.510
signa de comparación mayorada (t/m2): 16734.533

Esquí:




0.6 · 1,5 = 0,90
(FS)

ARMADO DE SOLERA-RASTRILLO

| | |
|---|---|
| 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): | 0.573 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.050 |
| rec medio (m): | 0.050 |
| nº de barras: | 8 |
| separación entre barras (m): | 0.125 |
| diámetro de las barras (m): | 0.02000 |
| sección de acero (cm2): | 25.133 |
| canto (m): | 0.500 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1345. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00017 |

MENSULA TIPO 2

ESFUERZOS

| flector (t-m/m) | empuje (t/m) | vert (t/m) | altura en ménsula (m) |
|---|---|---|---|
| 2.450 | 2.252 | 3.250 | 0.000 |
| 1.469 | 1.777 | 3.022 | 0.606 |
| 0.836 | 0.987 | 2.545 | 1.213 |
| 0.454 | 0.438 | 2.005 | 1.817 |
| 0.231 | 0.125 | 1.437 | 2.416 |

0.087 0.013 0.921 3.005

ARMADO

| | |
|---|---|
| ambiente (1: protegido; 3: pésimo): | 2 |
| ancho admisible de fisura (m): | 0.00020 |
| t/m limite según A.C.I.: | 1590. |
| t/m2 en acero: | 5'200. |
| t/m2 en hormigón: | 1500. |
| minoración acero: | 1.150 |
| mayoración cargas: | 1.500 |
| aprov. armado (<1): | 0.781 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.040 |
| rec medio (m): | 0.040 |
| nº de barras: | 4 |
| separación entre barras (m): | 0.350 |
| diámetro de las barras (m): | 0.0'200 |
| sección de acero (cm2): | 4.524 |
| canto (m): | 0.300 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1989. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.000'3 |

SOSTENIMIENTO PROVISIONAL

PANDEO DE ESPERAS Y FLEXION DE ESQUIS

| suelo (t/m2) | vert. (t) | vuelco (t·m) |
|---|---|---|
| 40.000 | 3.400 | 0.612 |

| separ. (m) | vuelo (m) | dovela (m) |
|---|---|---|
| 0.200 | 0.500 | 1.800 |

...

compresión en conjunto de barras delanteras (t): 4.760

esbeltez=51.200 w= 1.330

( 2 pares de redondos del 25)

| carga (t) | flector por esqui (t·m) |
|---|---|
| 1.700 | 0.306 |

...eño del upn 180:

| long.apoyo (m) | excentr (m) | ini_reacc (m) |
|---|---|---|
| 0.157 | 0.180 | 0.101 |

| long.libre (m) | flector (t·m) | cortante (t) |
|---|---|---|
| 0.159 | 0.136 | 1.700 |

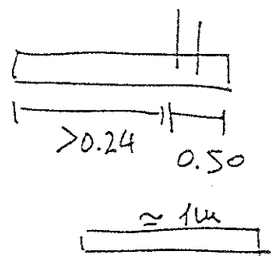
sigma de comparación mayorada (t/m2): 3335.'68

$4\phi12 + 1.80 = 7.2\phi12 \rightarrow$

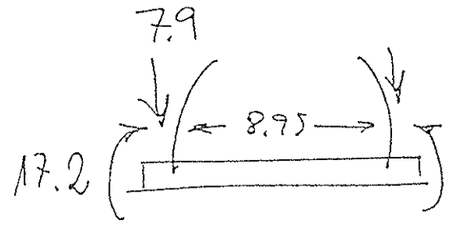
$\rightarrow 6\phi12 + 2\phi32$

($2\phi25$ en mínima baja)

$0.16 \cdot 1.5 = 0.24$




Zapata pie/tanta E-5

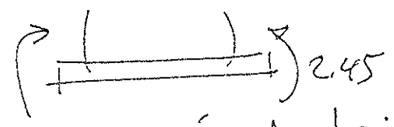



canto 0.60

extremos: 17.2 tm/m → $8\phi20$ pral.

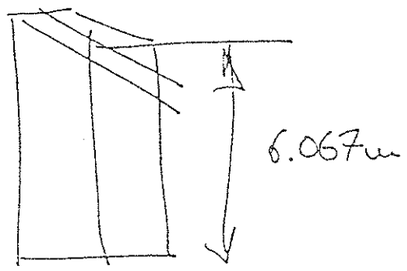
centro: $\frac{pl^2}{8} = \frac{(2.7.9/8.95) \cdot 8.95^2}{8} = 17.7$ tm/m

el flector en el centro se anula → armado mínimo ($\phi12$ c 0.25)



2.45 tm/m para las mínimas bajas tentran $4\phi12$ pral.

Pieza bisleda de E-5:




$\phi$: 35° (real) $\gamma = 2\,t/m^3$ cohesión: tomamos 0.

$K_a = 0.27$

Flexión máxima: 7.14 tm/m. Se tiene en cuenta la pérdida de peso propio en corrección.

Armado necesario: 7φ16 pml para fisura limitada a 0.2mm

armado existente 5φ16

Diseño: 13φ16 por doble ⇒ (incrementamos)

a 20φ16

extremo solera pico flauta E-5 (ménsulas altas)

| | |
|---|---|
| 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: | 1.100 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.548 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.050 |
| rec medio (m): | 0.050 |
| nº de barras: | 8 |
| separación entre barras (m): | 0.125 |
| diámetro de las barras (m): | 0.02000 |
| sección de acero (cm2): | 25.133 |
| canto (m): | 0.500 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 1344. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00017 |

extremo solera pico flauta E-5 (ménsulas bajas)

| | |
|---|---|
| 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: | 1.100 |
| mayoración cargas: | 1.600 |
| aprov. armado (<1): | 0.762 |
| permanentes sobre totales (<=1): | 0.990 |
| rec al eje de capa más externa (m): | 0.050 |
| rec medio (m): | 0.050 |
| nº de barras: | 4 |
| separación entre barras (m): | 0.250 |
| diámetro de las barras (m): | 0.01200 |
| sección de acero (cm2): | 4.524 |
| canto (m): | 0.300 |
| 1: rectangular en vano.. | |
| 2: plana..... | 2 |
| 1: no noval; 2: noval. | 1 |
| t/m según cálculo: | 2356. |
| ancho de fisura según cálculo: | 0.00015 |

solo se indica la longitud de barra interior al prefabricado: en las mensulas hay que añadir las prolongaciones rectas de espera en el prefabricado, segun planos; cualquier incoherencia observada se consultara al fabricante.

Suponemos modulación constante 1.81. restamos 5 cm a todas las barras

Separación entre barras de biapoyada: 0.19; de ménsulas: 0.24

| DOVELA | BARRA | ALTURA (m) | INTERIOR (L.PASO) FI | HAST (m) | CLAVE (m) | EXTERIOR (L.TIERRA) FI | HAST (m) | CLAVE (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 6.894 | 2·16 | 4.751 | 4.008 | 16 | 4.863 | 4.242 |
| 1 | 2 | 6.768 | 2·16 | 4.751 | 4.008 | 16 | 4.863 | 3.586 |
| 1 | 3 | 6.641 | 2·16 | 4.751 | 4.008 | 16 | 4.863 | 3.048 |
| 1 | 4 | 6.514 | 2·16 | 4.751 | 3.202 | 16 | 4.863 | 2.678 |
| 1 | 5 | 6.388 | 2·16 | 4.751 | 2.744 | 16 | 4.863 | 2.376 |
| 1 | 6 | 6.261 | 2·16 | 4.751 | 2.405 | 16 | 4.863 | 2.113 |
| 1 | 7 | 6.134 | 2·16 | 4.751 | 2.122 | 16 | 4.863 | 1.875 |
| 1 | 8 | 6.008 | 2·16 | 4.751 | 1.874 | 16 | 4.863 | 1.657 |
| 1 | 9 | 5.881 | 2·16 | 4.751 | 1.648 | 16 | 4.863 | 1.454 |
| 1 | 10 | 5.754 | 2·16 | 4.751 | 1.439 | 16 | 4.863 | 1.262 |
| 2 | 1 | 5.688 | 12 | 4.751 | 1.375 | 2·25 | 4.863 | 1.205 |
| 2 | 2 | 5.525 | 32 | 4.751 | 1.133 | 32 | 4.863 | 0.977 |
| 2 | 3 | 5.362 | 12 | 4.751 | 0.905 | 2·25 | 4.863 | 0.760 |
| 2 | 4 | 5.199 | 12 | 4.751 | 0.690 | 2·25 | 4.863 | 0.553 |
| 2 | 5 | 5.036 | 12 | 4.751 | 0.484 | 2·25 | 4.863 | 0.353 |
| 2 | 6 | 4.873 | 12 | 4.751 | 0.286 | 2·25 | 4.863 | 0.159 |
| 2 | 7 | 4.711 | 32 | 4.751 | 0.094 | 32 | 4.834 | 0.000 |
| 2 | 8 | 4.548 | 12 | 4.659 | 0.000 | 2·25 | 4.649 | 0.000 |
| 3 | 1 | 4.481 | 12 | 4.583 | 0.000 | 2·25 | 4.574 | 0.000 |
| 3 | 2 | 4.318 | 32 | 4.400 | 0.000 | 32 | 4.393 | 0.000 |
| 3 | 3 | 4.155 | 12 | 4.219 | 0.000 | 2·25 | 4.213 | 0.000 |
| 3 | 4 | 3.992 | 12 | 4.040 | 0.000 | 2·25 | 4.035 | 0.000 |
| 3 | 5 | 3.830 | 12 | 3.863 | 0.000 | 2·25 | 3.858 | 0.000 |
| 3 | 6 | 3.667 | 12 | 3.687 | 0.000 | 2·25 | 3.683 | 0.000 |
| 3 | 7 | 3.504 | 32 | 3.513 | 0.000 | 32 | 3.510 | 0.000 |
| 3 | 8 | 3.341 | 12 | 3.340 | 0.000 | 2·25 | 3.337 | 0.000 |
| 4 | 1 | 3.274 | 12 | 3.270 | 0.000 | 12 | 3.267 | 0.000 |
| 4 | 2 | 3.111 | 32 | 3.099 | 0.000 | 32 | 3.097 | 0.000 |
| 4 | 3 | 2.949 | 12 | 2.929 | 0.000 | 12 | 2.927 | 0.000 |
| 4 | 4 | 2.786 | 12 | 2.760 | 0.000 | 12 | 2.759 | 0.000 |
| 4 | 5 | 2.623 | 12 | 2.592 | 0.000 | 12 | 2.591 | 0.000 |
| 4 | 6 | 2.460 | 12 | 2.425 | 0.000 | 12 | 2.424 | 0.000 |
| 4 | 7 | 2.297 | 32 | 2.258 | 0.000 | 32 | 2.258 | 0.000 |
| 4 | 8 | 2.134 | 12 | 2.093 | 0.000 | 12 | 2.092 | 0.000 |
| 5 | 1 | 2.167 | 12 | 2.126 | 0.000 | 12 | 2.126 | 0.000 |
| 5 | 2 | 2.004 | 25 | 1.961 | 0.000 | 25 | 1.961 | 0.000 |
| 5 | 3 | 1.842 | 12 | 1.796 | 0.000 | 12 | 1.796 | 0.000 |
| 5 | 4 | 1.679 | 12 | 1.632 | 0.000 | 12 | 1.632 | 0.000 |
| 5 | 5 | 1.516 | 12 | 1.468 | 0.000 | 12 | 1.468 | 0.000 |
| 5 | 6 | 1.353 | 12 | 1.305 | 0.000 | 12 | 1.305 | 0.000 |
| 5 | 7 | 1.190 | 25 | 1.141 | 0.000 | 25 | 1.141 | 0.000 |
| 5 | 8 | 1.027 | 12 | 0.978 | 0.000 | 12 | 0.978 | 0.000 |

| DOVELA | CERCOS DOBLES | CERCOS SIMPLES (FI 8) |
|---|---|---|
| 1 | 28 | 5 |
| 2 | 19 | 4 |
| 3 | 14 | 3 |
| 4 | 9 | 3 |
| 5 | 5 | 3 |

## 4. PUESTA EN OBRA

### 4.1. INTRODUCCIÓN

El procedimiento del montaje es, junto con el de terraplenado, uno de los puntos clave a considerar en la correcta ejecución del prefabricado.

BÓVEDA COMPLETA

1.-Se inicia con el transporte y descarga en obra. Debemos proveernos de las grúas o mecanismos adecuados al peso de las dovelas a manipular, evitando que se produzcan golpes o esfuerzos extremos que puediesen dañar las estructuras.

2.-Partiendo de la base de los datos de proyecto, y habiendo verificado la correcta nivelación de la zapata, así como la del cajetín que ha de recibir la pieza por su base, nos dispondremos a apoyar sobre él cada módulo.

3.-Para el caso de la bóveda triarticulada, a la espera de ejecutar el terraplenado y a medida que se van ensamblando las dovelas, las iremos arriostrando entre sí cosiendo las esperas superiores con alambre.

DOVELAS-MÉNSULA

1.-El prefabricado se sitúa en su posición y se nivela alineándolo. Mientras no se hayan asegurado las ménsulas, no se transitará bajo la zona de alcance bajo su eventual desplome. Se ligarán con presillas las dovelas contiguas. Nunca se calzarán esquíes de las ménsulas independientemente unos de otros: no se utilizarán pletinas que no sean capaces de distribuir la presión suficientemente contra el suelo o que no sean capaces de recibir conjuntamente todos los esquíes de un mismo grupo (cada dovela está apoyada en dos grupos de esquíes). En caso de que una ménsula amenace inestabilidad, se interrumpirá el montaje y se tomarán las medidas oportunas. En cualquier caso, es conveniente apuntalar las ménsulas más altas contra el paramento del lado paso.

2.-Se hormigona la zapata envolviendo al prefabricado.

3.-Cuando el terraplenado ha llegado a la cota inferior de la viga de rigidización se ejecuta esta última y se finaliza el terraplenado posteriormente.

### 4.2. JUNTAS

Una vez hemos terminado el montaje de la obra de fábrica, pasamos a realizar el sellado de las juntas, tal como describimos a continuación.

JUNTA DE CLAVE:

Se proyectará -en la bóveda triarticulada- mediante un remate de hormigón H-250 ejecutado in situ. Debemos tener precaución para no perjudicar el funcionamiento de la rótula: bastará con ejecutar el remate según planos.

JUNTA DE PIE DE DOVELA APOYADA:

Su función primordial es la de rellenar los posibles huecos que puedan quedar en el encuentro de la zapata con la bóveda: se vierte mortero autonivelante sin retracción hasta el nivel superior de zapata.

JUNTA ENTRE ARCOS CONTIGUOS:

Entre paramento y paramento de cada dovela, se ha previsto una holgura media de 1 ó 2 cm. El sellado exterior se realizará mediante lámina asfáltica tipo Morter Plas OM. Los 25 cm inferiores de las juntas no se sellarán para permitir el drenaje del terreno adyacente a la estructura en el caso de que el dren poroso, prescrito en estas obras y, por tanto exigido por el cálculo, se colmate o falle. En ese tramo, un geotextil evitará el flujo de finos.. Este sellado se puede sustituir por cualquier sistema equivalente, tal como macarrón y SIKA FLEX 11.

### 4.3. TERRAPLENADO

Es imprescindible que el terraplenado se realice simétricamente: nunca el desnivel entre ambos lados de la estructura será de más de una tongada. Por otra parte, el relleno de los frentes del paso se realizará de modo que la línea de máxima pendiente del talud tenga su proyección horizontal paralela al eje de la boca.

Consideramos tres zonas adyacentes a la estructura:

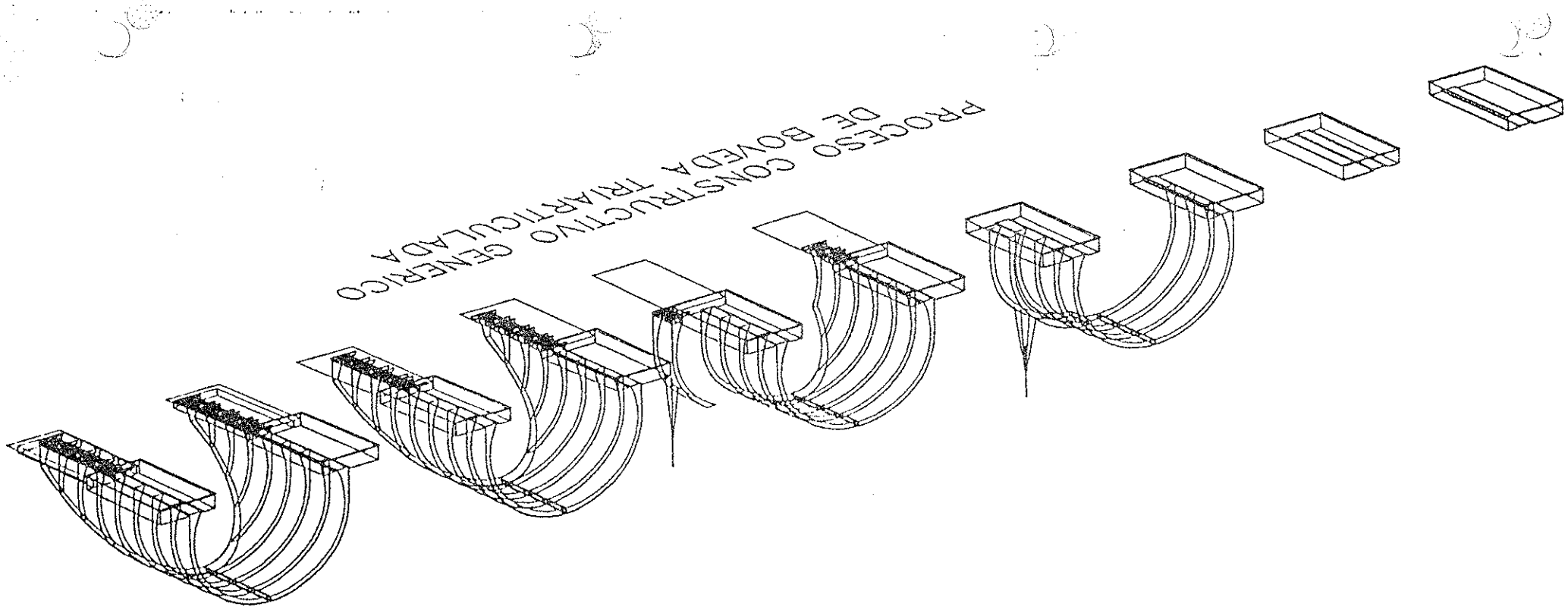
ZONA 1

Zona próxima a la lámina drenante, compactada ligeramente. Dicha lámina recoge las aguas que puedan llegar al prefabricado y la evacúan por el dren poroso. La lámina drenante puede sustituirse por una capa granular de 50 cm alrededor de la estructura. Asimismo, el sellado de juntas entre dovelas contiguas puede sustituirse por cualquier producto que permita ligeras deformaciones y selle la unión.

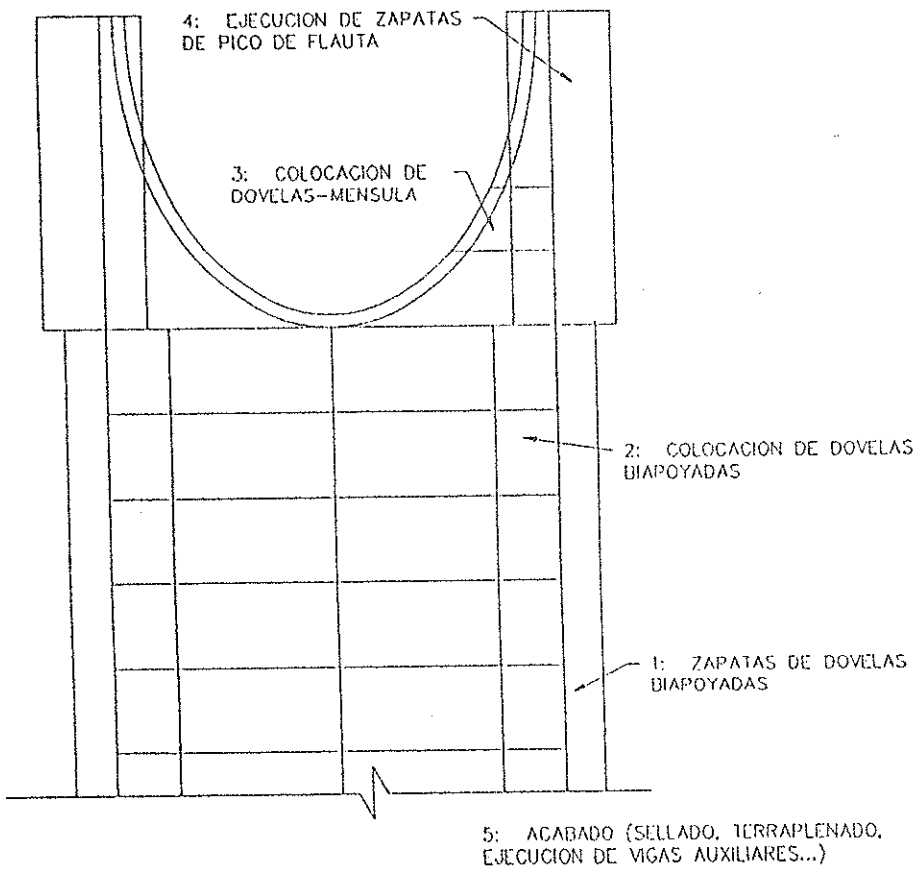
Se pretende asegurar que no existan presiones hidrostáticas junto a la bóveda y protegerla de bloques que puedan dañar al prefabricado.

Lo primero se logra mediante el sistema drenante. Sin embargo, el sistema depende de la correcta función del dren poroso. Es por ello que se recomienta interrumpir el sellado en los centimétros inferiores de la junta entre dovelas y sustituirlo por un geotextil permeable que impida el lavado de finos. Evidente, cualquier sistema fiable es acorde con el producto prefabricado.

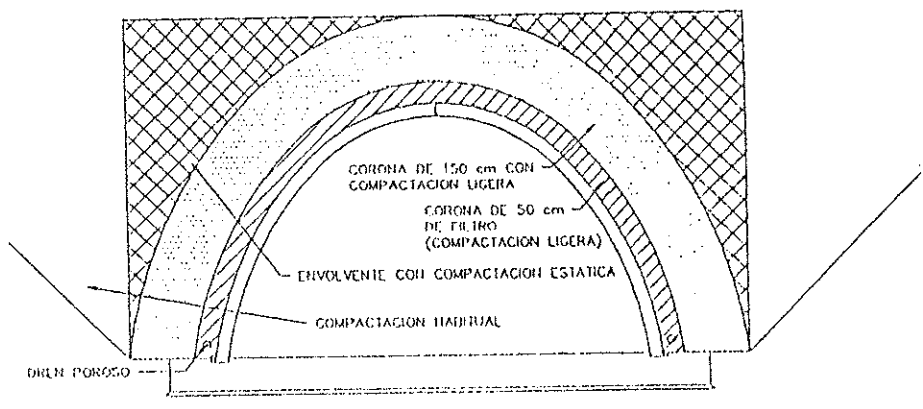
La protección frente a bloques o piedras es clara si empleamos los 50 cm de material granular. Si no disponemos este material, deberemos cuidar el tipo de relleno que se disponga junto al trasdós del prefabricado.



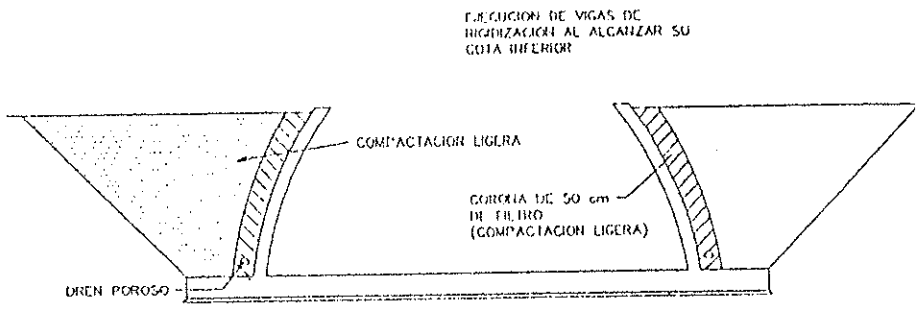

PROCESO CONSTRUCTIVO
(PLANTA)




PROCESO DE TERRAPLENADO
DOVELAS BIAPOYADAS

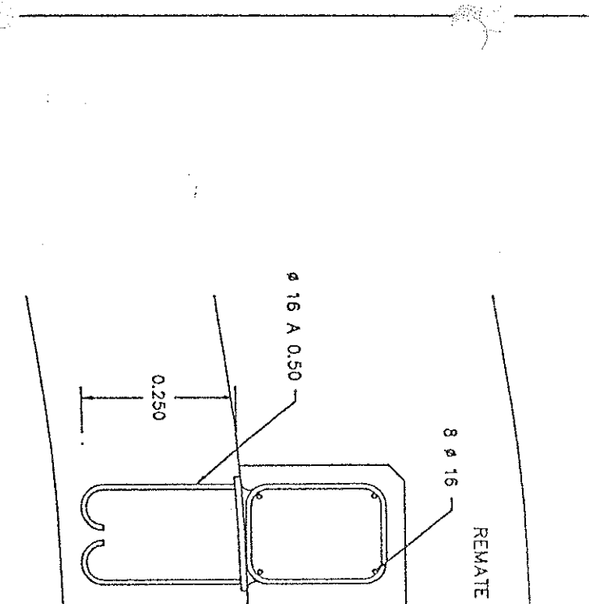



PROCESO DE TERRAPLENADO
PICO DE FLAUTA

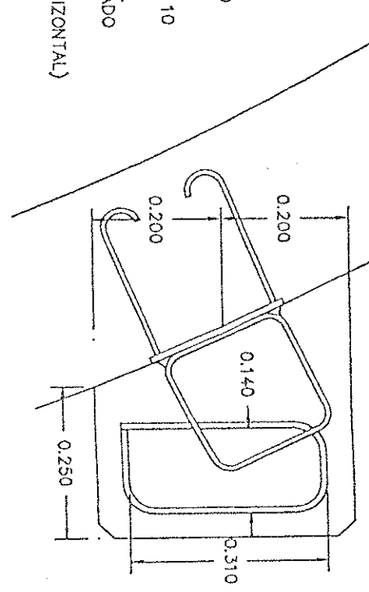


VIGAS AUXILIARES
SIN ESCALA

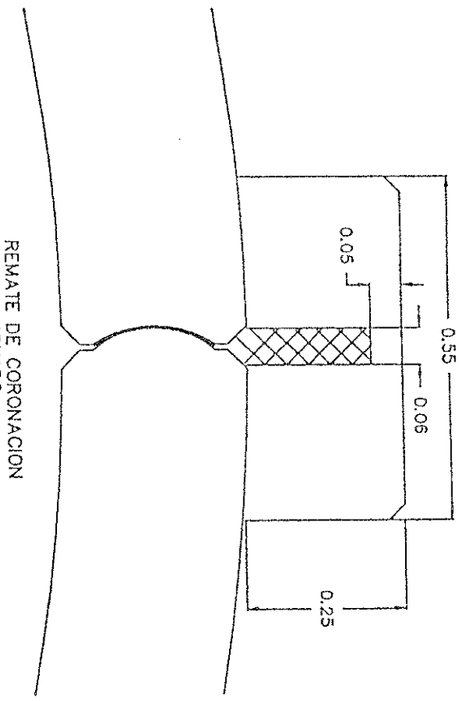
REMATE DE BASE DE CUNETA
ARMADO



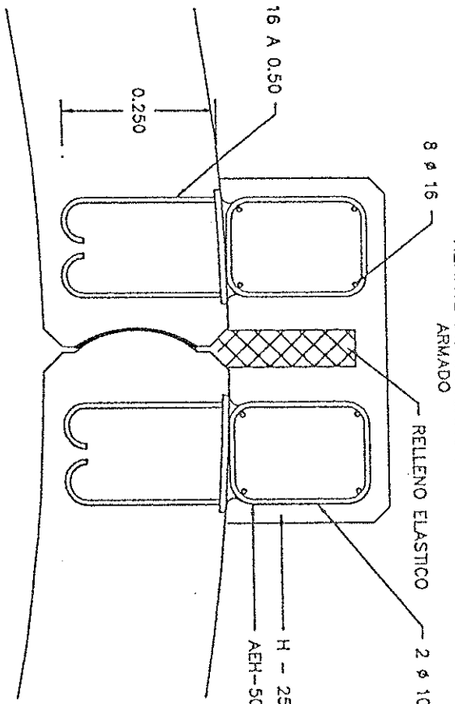

REMATE DE BASE DE CUNETA
GEOMETRIA




REMATE DE CORONACION
GEOMETRIA

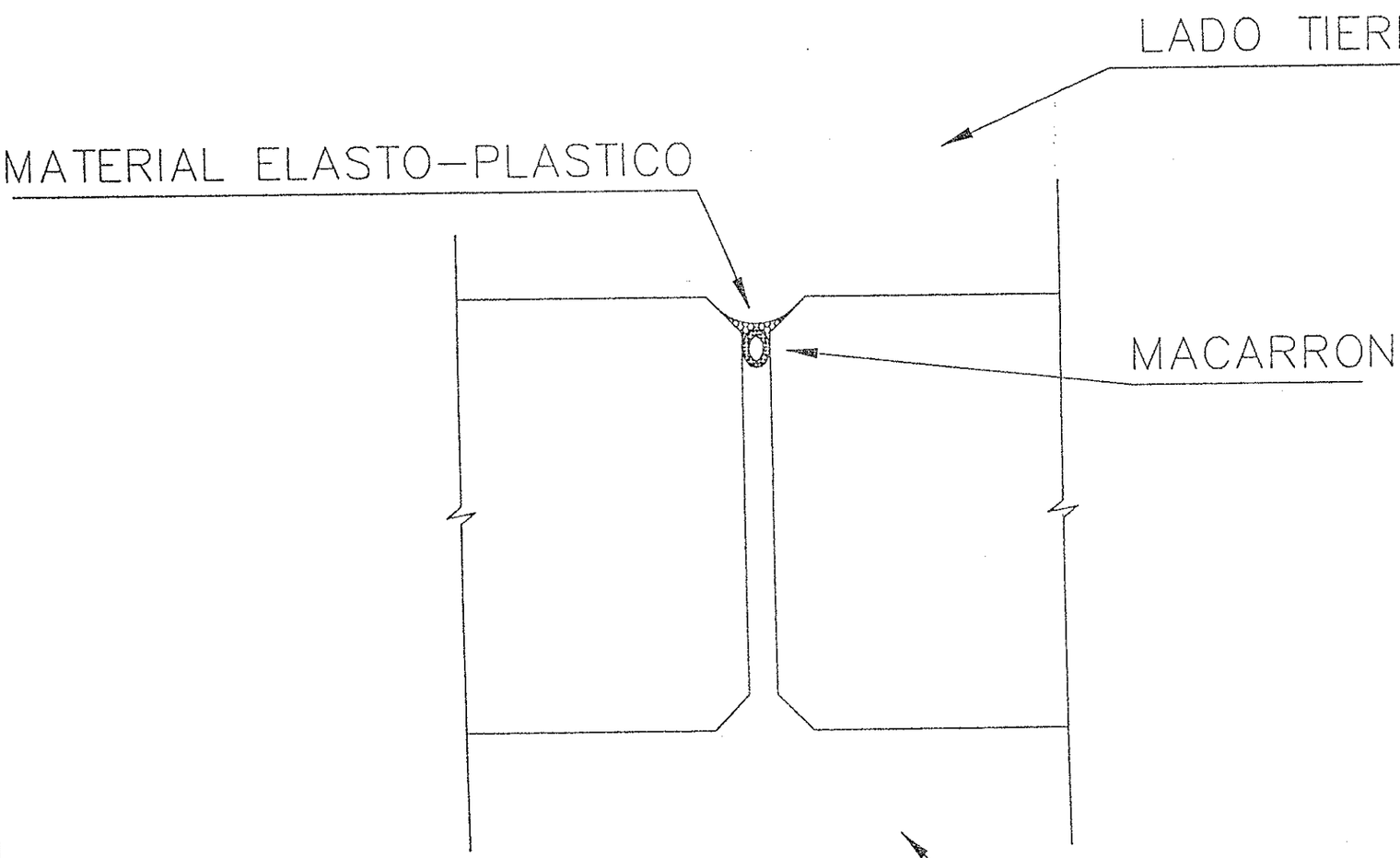



REMATE DE CORONACION
ARMADO




EN LA BOVEDA SIN ARTICULACION EN CORONACION
LA VIGA O REMATE DE CORONACION NO ES NECESARIA.

AVE IA
JUNTA ENTRE DOVELAS CONTIGUAS
ESCALA 1:100



ZONA 2

Corona alrededor de la estructura desde la ZONA 1 hasta unos dos metros, apisonada mediante compactación ligera. El material es el mismo que conforma el terraplén. Se permiten 5 toneladas por metro lineal a los compactadores, salvo que en el cálculo se haya expresado otra cosa. Los compactadores no vibrarán en esta zona. Junto a las ménsulas del pico de flauta no se permite la presencia de compactadores no manuales.

El objetivo de reducir la compactación es forzar la formación de un arco de descarga alrededor de la estructura. Evidentemente, el arco no se puede formar como en un túnel convencional por descompresión del material dispuesto en el contorno de la excavación. Por ello, exigimos la presencia de material relativamente más compresible que el del resto del terraplén para que, por peso propio del relleno, se deforme más que el resto del relleno. Este hecho transmitirá cargas al conjunto del relleno alejado de la bóveda.

En el caso de que no haya cobertura suficiente, esta zona no se dispondrá sobre la bóveda, aunque sí a sus costados. En ese caso, es evidente que la formación de un arco de descarga no puede exigirse. Sin embargo, en cualquier caso se evitará la vibración hasta que el relleno supere en 50 cm al trasdós de la clave de la bóveda.

Bastará exigir un 5 % menos al nivel de compactación de esta zona

Las acciones generadas por el tránsito de maquinaria de obra sobre la estructura no podrán ser superiores a las que exijan las de servicio. En el caso de que se prevea un incremento de cargas, el constructor consultará a JAO INGENIERÍA CIVIL la posibilidad o, en todo caso, la protección mínima de tierras sobre la estructura para evitar sobrecargas no previstas.

ZONA 3

Zona del resto del terraplén. La zona inmediatamente superior a la estructura (con un sobreancho de dos metros) se compactará sin vibración, si bien se aplicarán los párrafos anteriores al caso de no tener cobertura suficiente: las capas del firme se dispondrán del modo habitual.

Junto al pico de flauta se impondrá el uso de compactadores manuales, y se respetará especialmente lo relativo al resguardo que conforma la cuneta de pie de terraplén, teniendo en cuenta el recrecido que aparecerá con el vertido de tierra vegetal.

## 5. DISEÑO

El diseño de estas estructuras abarca desde la geometría global de la estructura hasta los detalles más concretos que permiten su fabricación y puesta en obra: elementos de suspensión, radio de doblado de las armaduras y disposición de las mismas, refuerzo en el armado de las zapatas para recibir los elementos, etc.

## 6. CONSERVACIÓN

(Este apartado se puede confrontar con la Norma NTE EXV, publicada en el B.O.E. de fecha 9.VI.73).

La propiedad conservará en su poder la Documentación Técnica relativa a la obra realizada, en la que figurarán las acciones e hipótesis de cálculo, así como los datos de la puesta en obra, ensayos, etc.

Cada 5 años se realizará una inspección o antes si fuera apreciada alguna anomalía, observando si aparecen en alguna zona: fisuras, deformaciones excesivas o cualquier otra patología.

En caso de ser observado alguno de esos síntomas, será estudiado por Técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad y, en su caso, las reparaciones que deban realizarse.

## 7. VISADO

Este apartado del proyecto se visará con todo el conjunto.

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

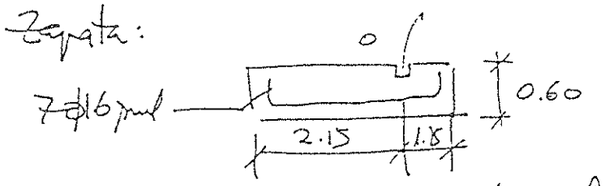
# EXTRACTO DE DISEÑO

H-250
AEH-500

FC 5+7

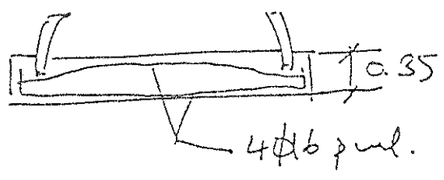
Armado: 10 φ16 por cara
completar cara 2+2 φ8 a 0,25

Zapata:




Armado inferior: malla alta: 16φ16 + 2φ25
resto: 11φ12 y 2φ25
(en lado pero 8φ12+2φ25)

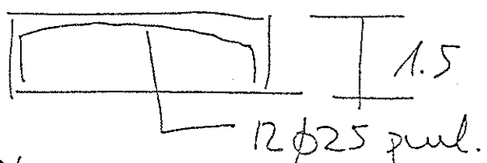
Zapata:




E-5 (prolongación de E-10 de Tramo IB)

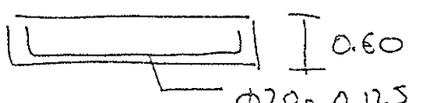
Armado 5φ16 pml lado tierra → 9φ16 por doble
10φ16 pml lado viento → 18φ16 " "

Zapata




Pedestales: Alta: 12φ25+2φ32
grapeada
resto: 6φ12 + 2φ32 ó 2φ25

Zapata:

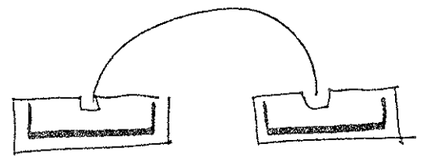



(pedestales alta)
resto: φ12 c 0.25

# POSIBLES DUDAS

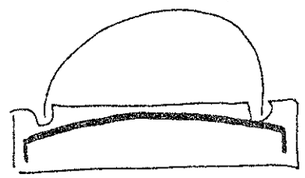
**Armaduras principales:**

OH



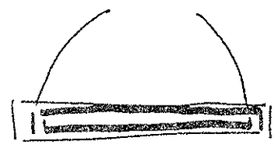
cuerpo central

E-5

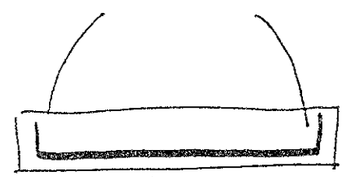


pie de planta

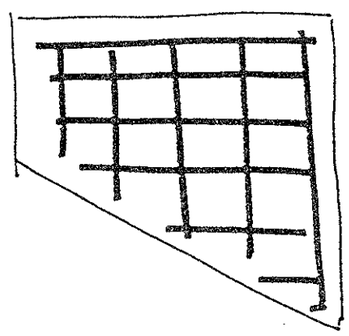
OH



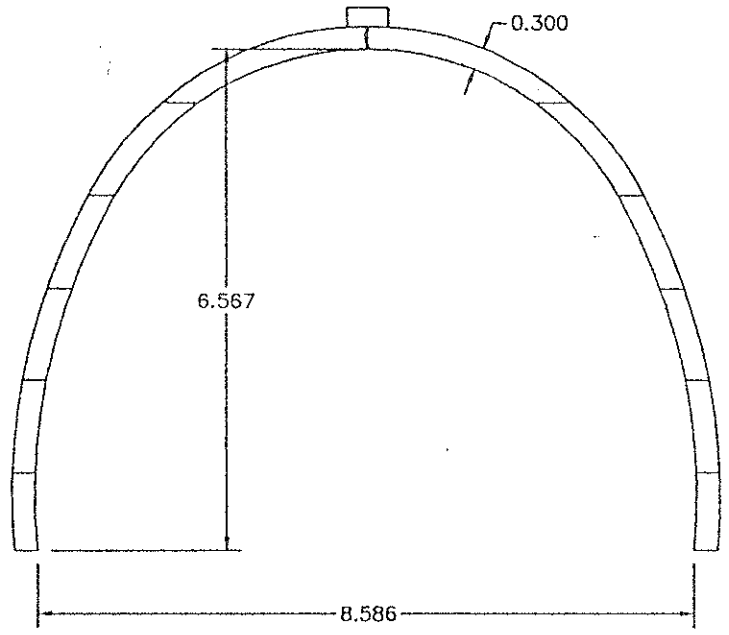
E-5

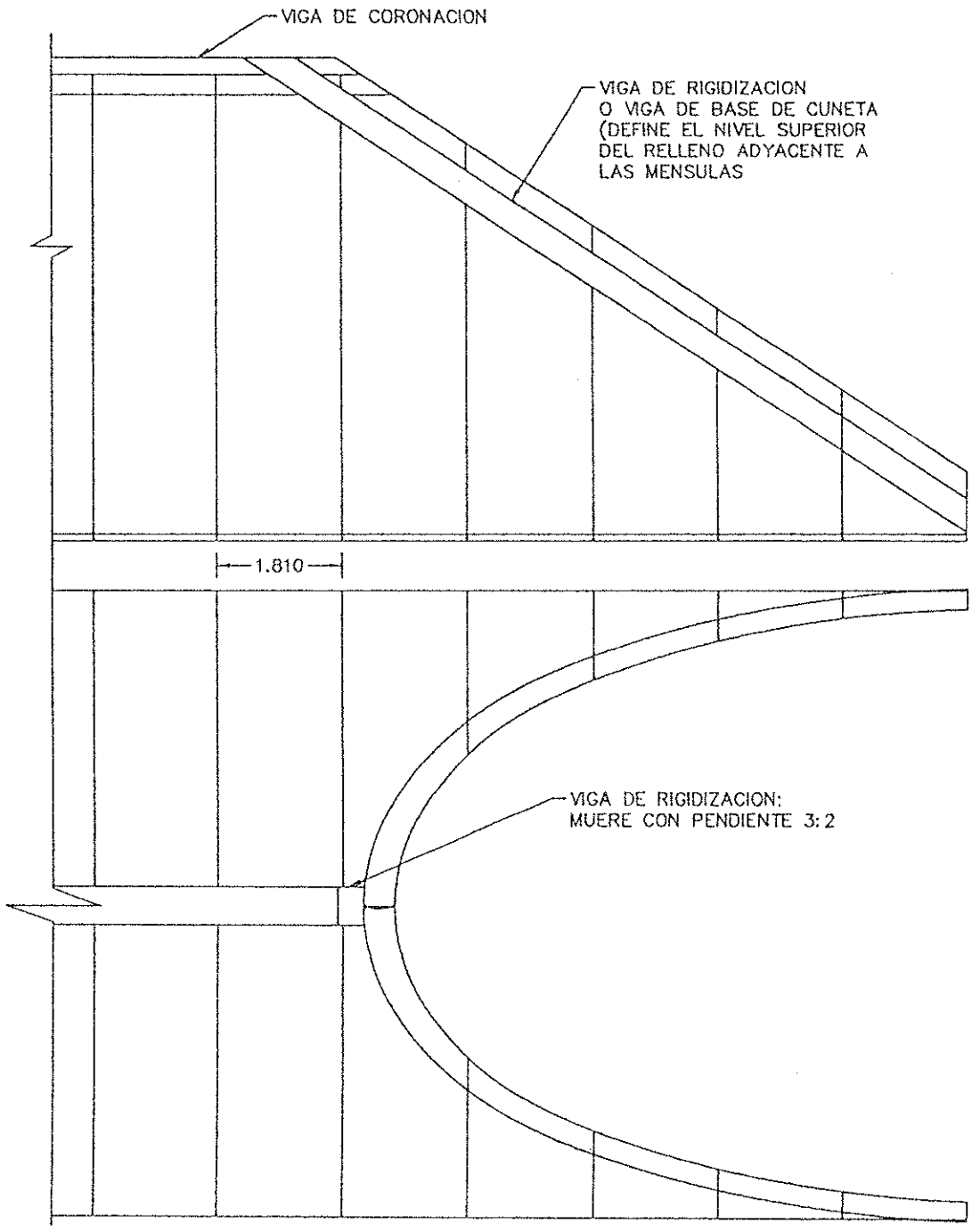


**Reparto** φ12 a 0.25 (hacer en dirección de obra)
**Juntas** coinciden con módulos de doble; d ≤ 12
**Direcciones de armado** en solera p. planta OH:

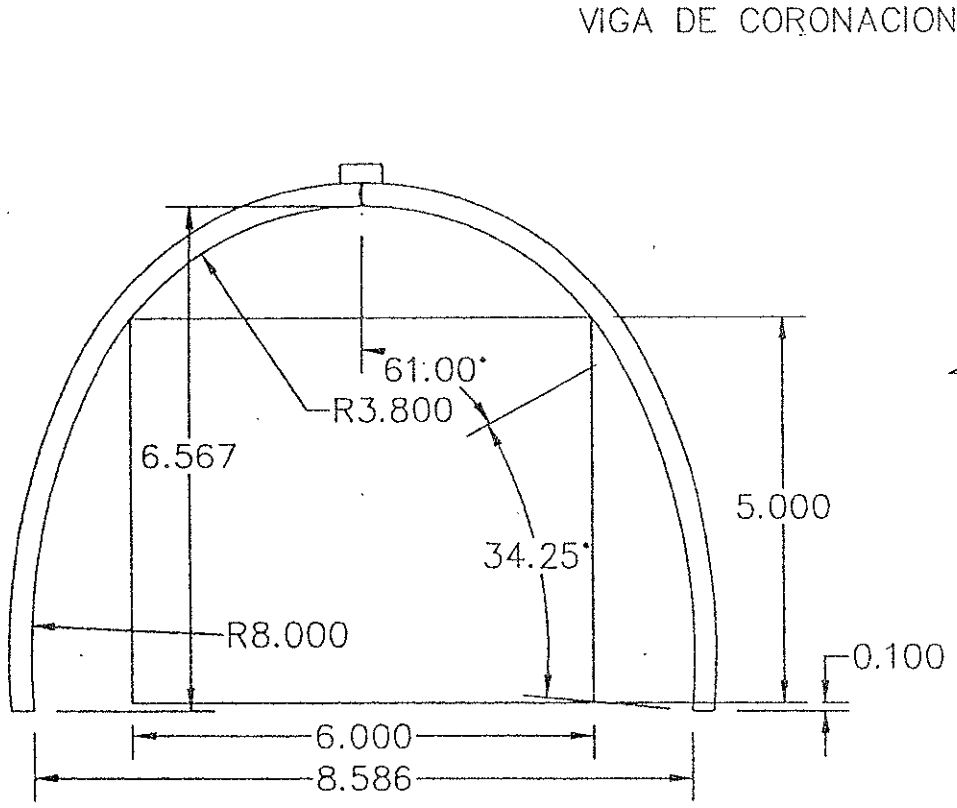


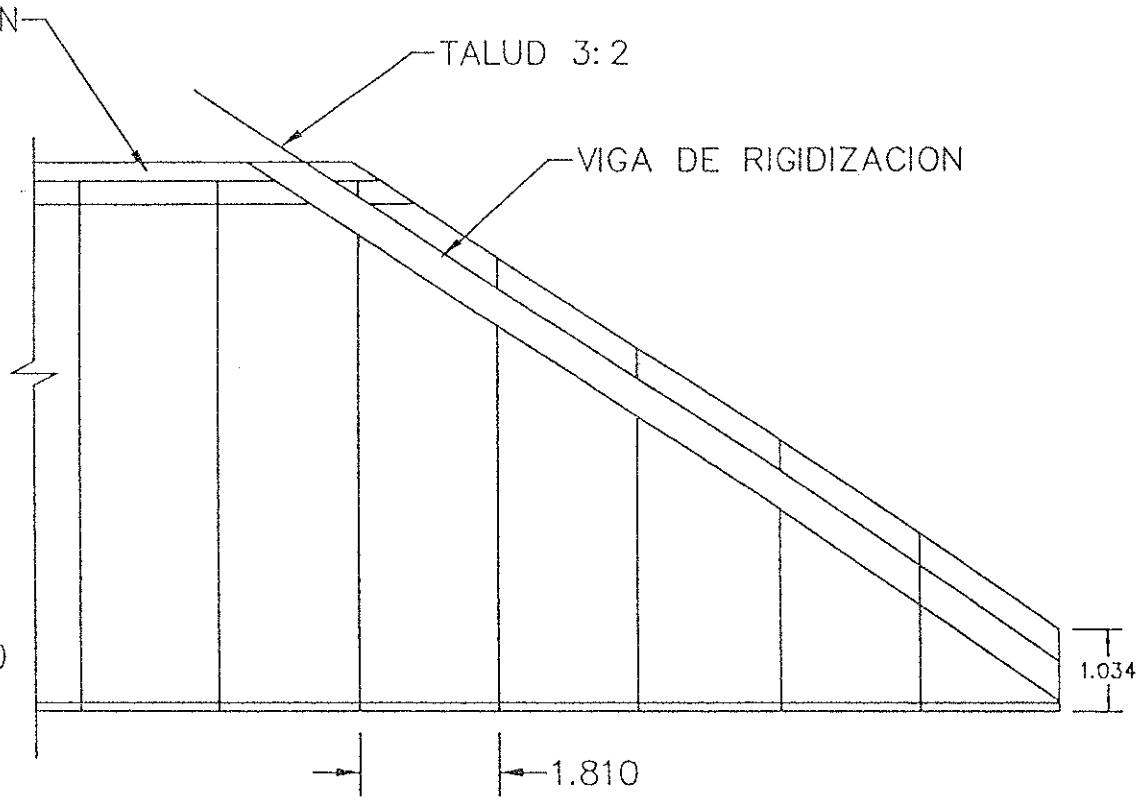
E- 5
VISTAS Y COMPOSICION
ESCALA 1:100



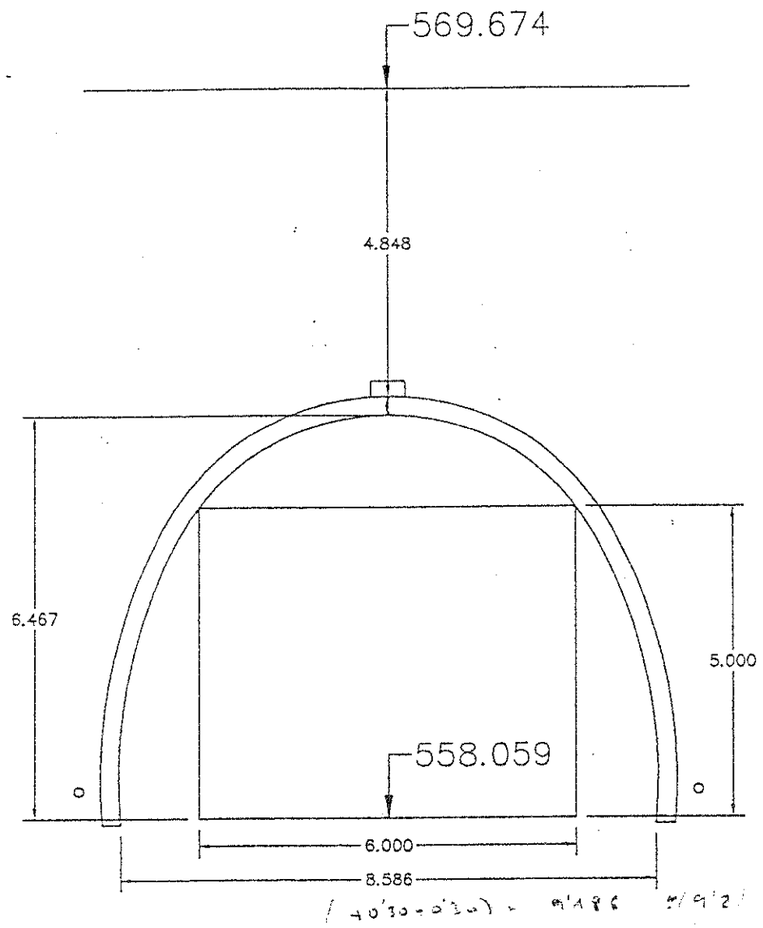



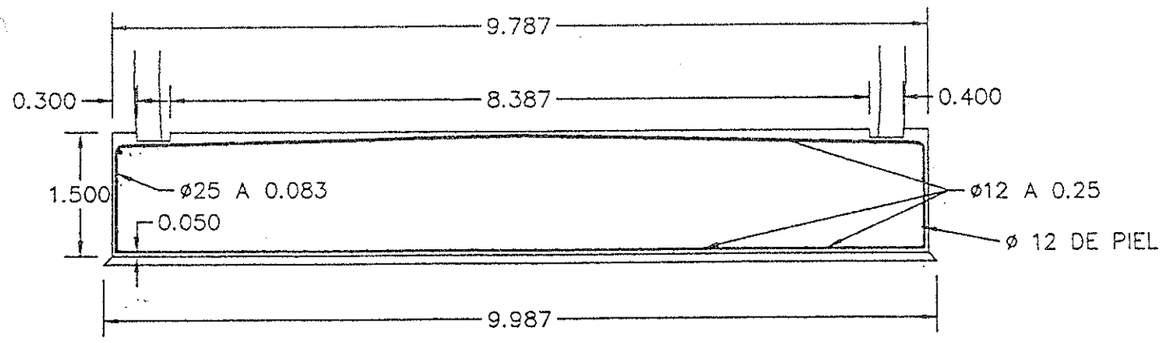

ESTRUCTURA E-5
GEOMETRIA
ESCALA 1:100



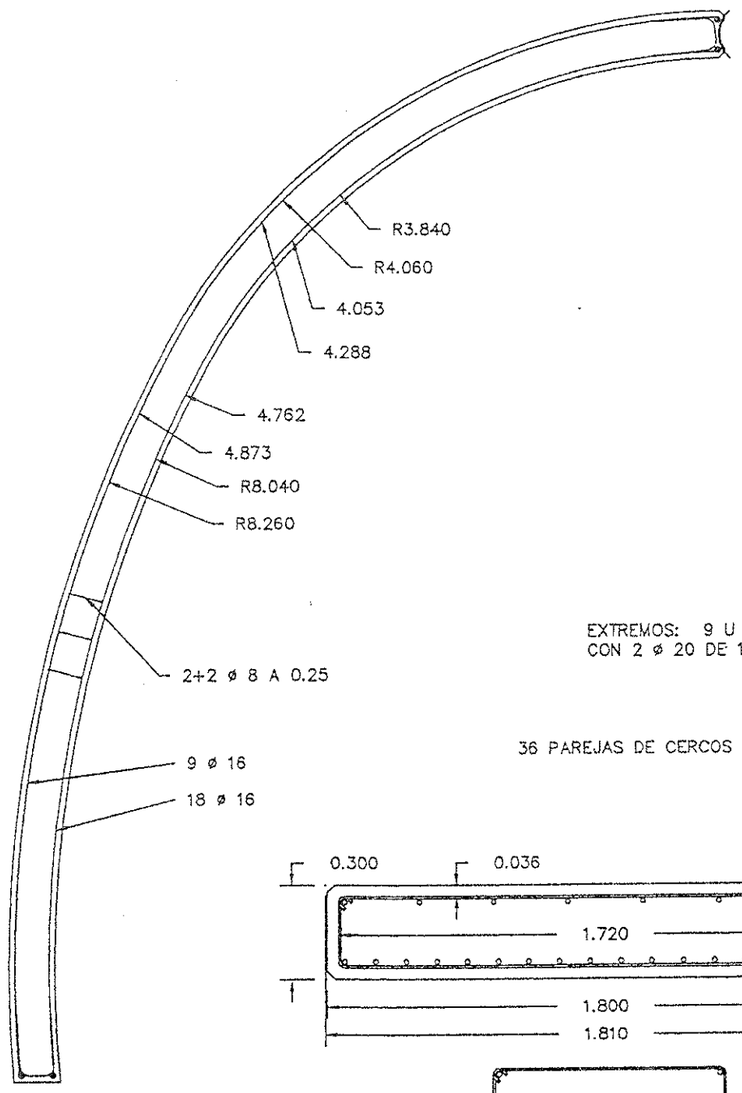



E-5. ZAPATA DEL COLUMNO CENTRAL
ESCALA 1:100 / 1:75



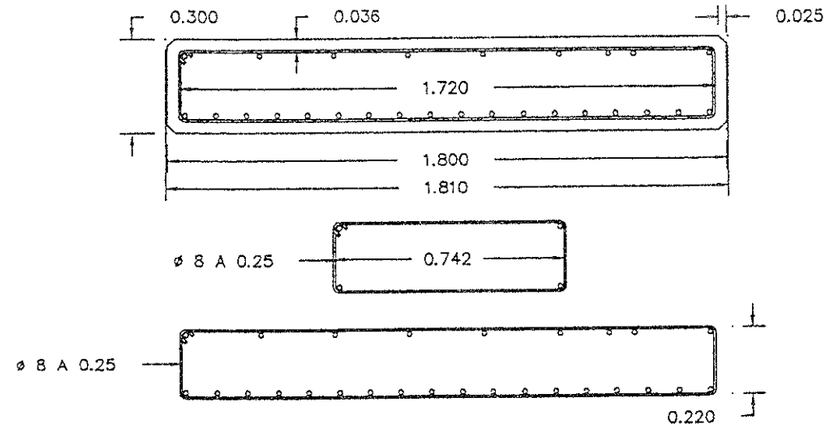




E - 5
ARMADO
ESCALA 1:40



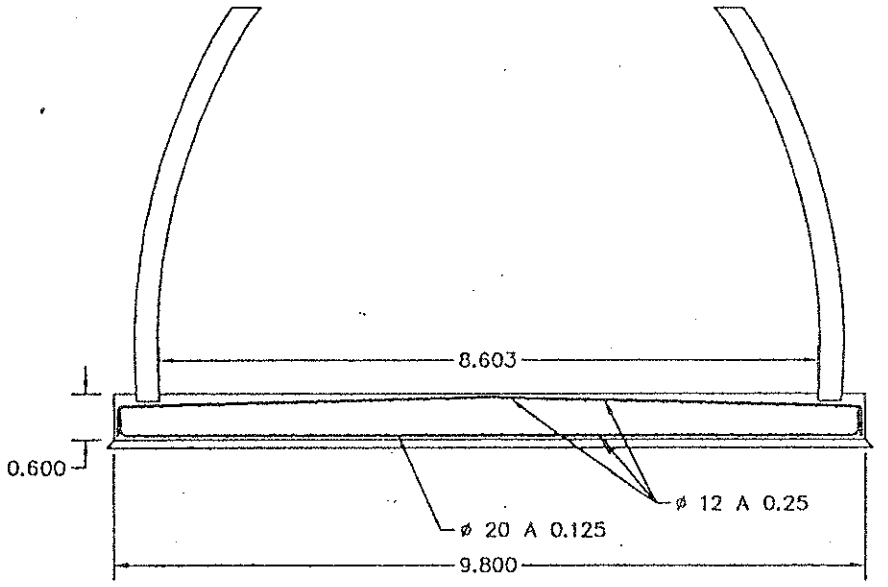

EXTREMOS: 9 U ø 16 0.20x0.40
CON 2 ø 20 DE 1.7 m

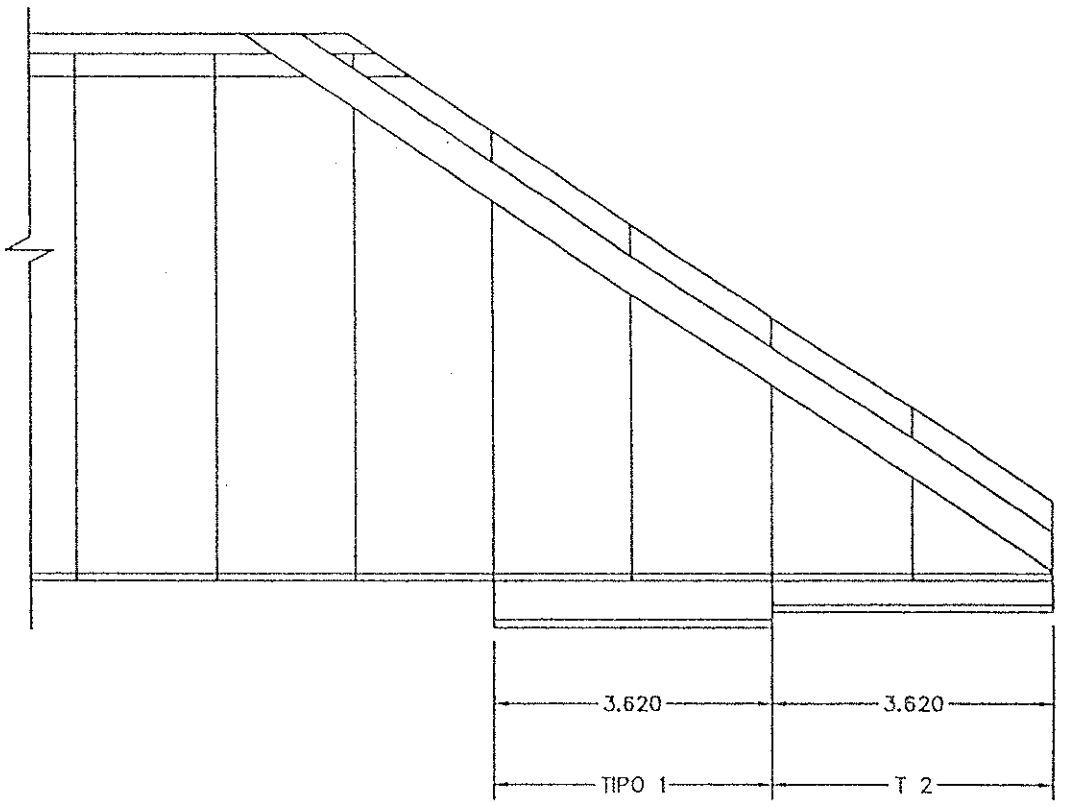
36 PAREJAS DE CERCOS



ESTRUCTURA E–5
ZAPATA DE PICO DE FLAUTA
ESCALA 1:100

SOLERA TIPO 1



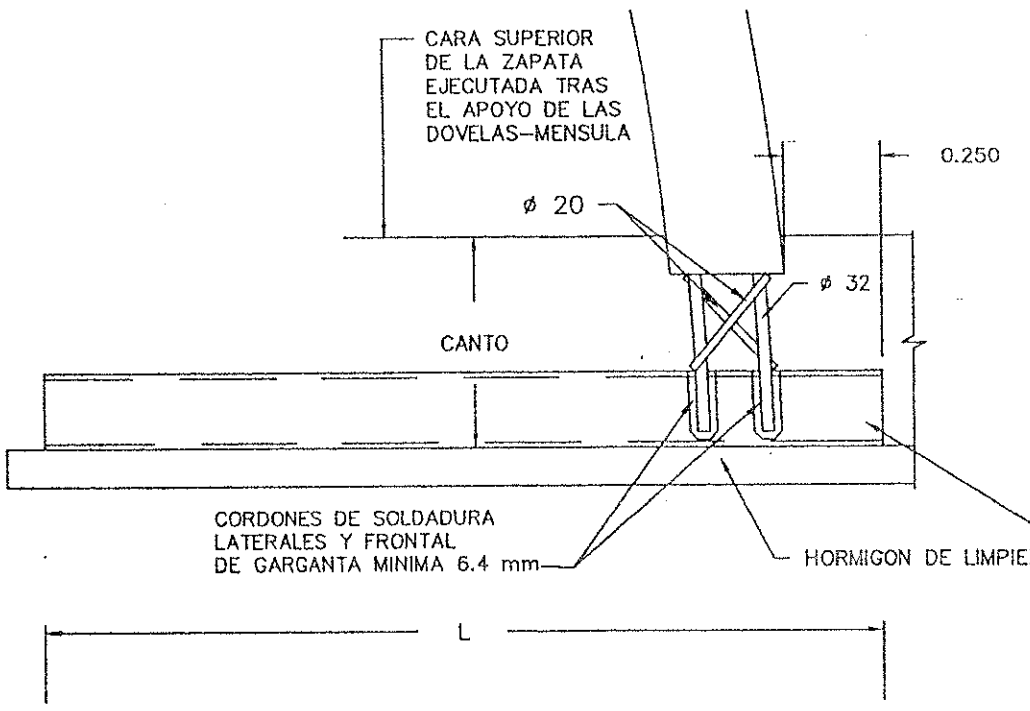




SOLERA TIPO 2

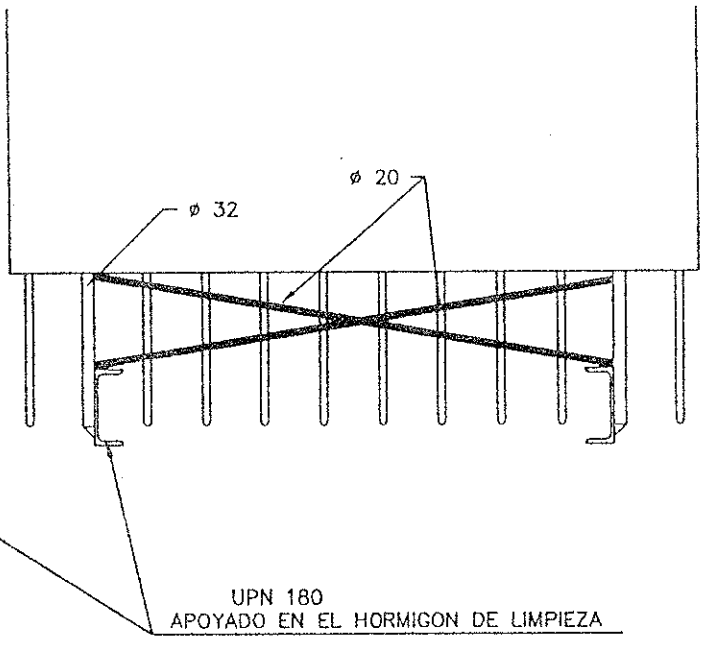
DOVELAS TIPO 1 SOBRE SOLERA TIPO 1
DOVELAS TIPO 2 SOBRE SOLERA TIPO 2

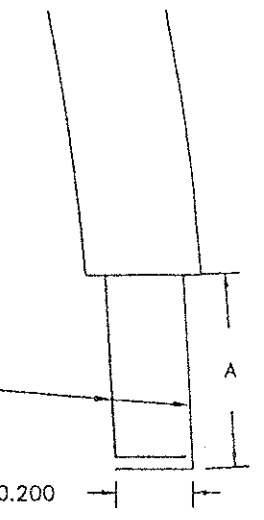
E–5
DOVELAS MENSULA
DEFINICIONES DE ARMADO Y SOPORTES
SIN ESCALA

VISTA LATERAL




VISTA FRONTAL



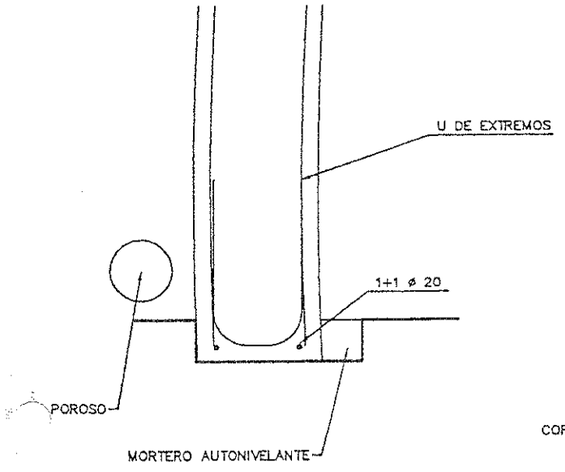

| TIPO | DOVELAS | L (m) | CANTO (m) | ARM.PPAL. | A (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 (ALTAS) | 2 Y 3 | 1.5 | 0.50+0.10 | 12 ø 25 + 2 ø 32 | 0.45 |
| 2 (RESTO) | 4 Y 5 | 1.0 | 0.30+0.10 | 6 ø 12 + 2 ø 32 | 0.25 |

050
↓ −2 cm (−1)

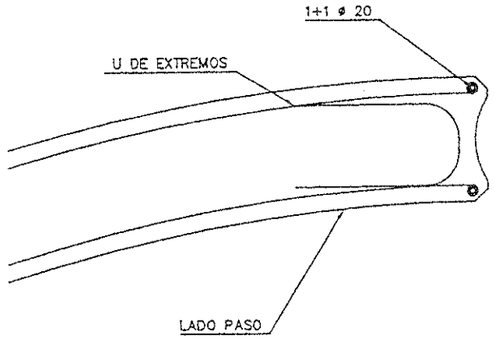
A: SE AUMENTA EN 3 cm PARA SOLDADURA A UPN; EN ESE CASO, NO SE EXTIENDE CON PATE DE 20 cm.

EXTREMOS DE PIEZAS

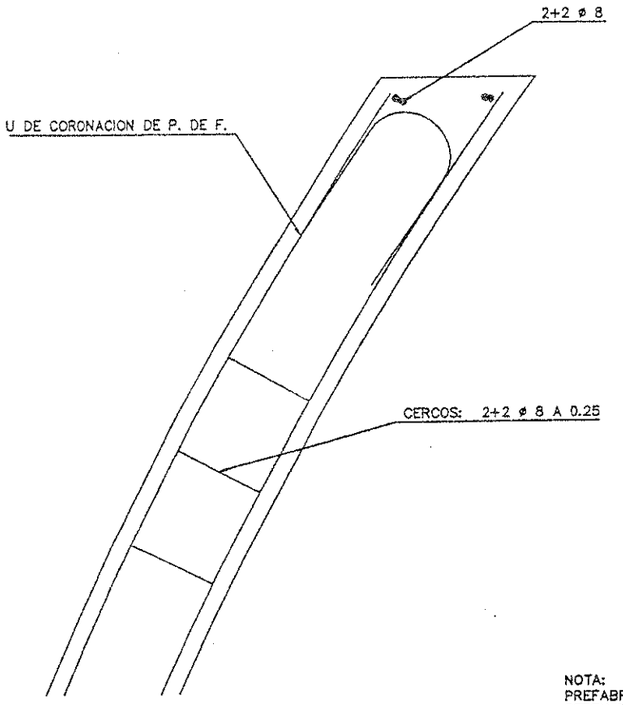
APOYO DE BASES NO EMPOTRADAS




ROTULA DE CORONACION




CORONACION DE PICO DE FLAUTA

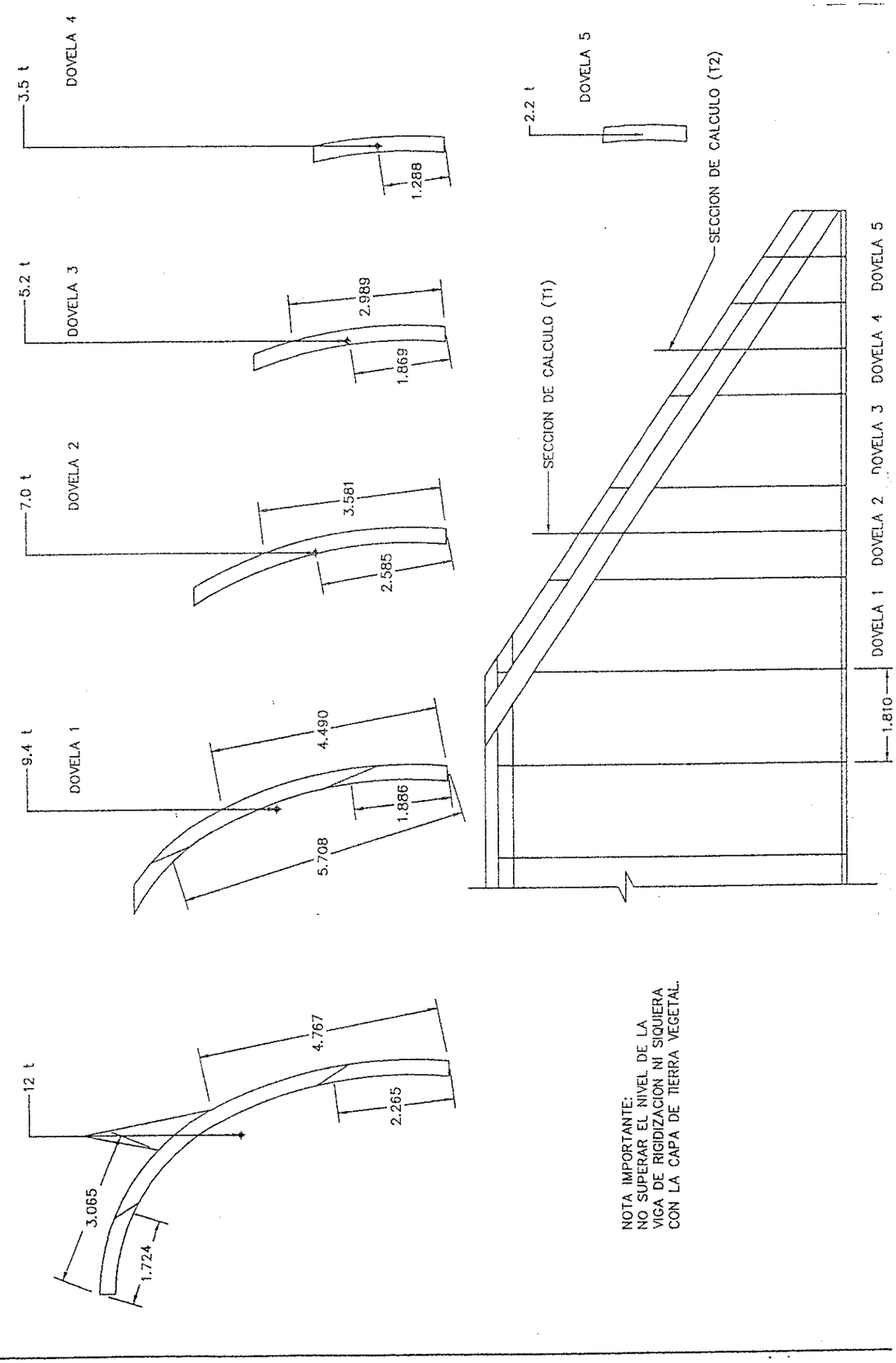



NOTA: EL CAJETIN DE LA BASE DE PIEZAS APOYADAS TIENE UNA HOLGURA DE 10 cm. PARA LAS PIEZAS DE TRIARTICULADAS, LA HOLGURA SE SITUA EN EL LADO PASO; PARA LAS PIEZAS DE BIARTICULADAS LA HOLGURA SE REPARTE A AMBOS LADOS DE LA PIEZA (5 cm + 5 cm)

NOTA: TODAS LAS ARISTAS DEL PREFABRICADO DISPONEN DE BERENJENO AUNQUE NO SE HAYA INDICADO EN PLANOS.

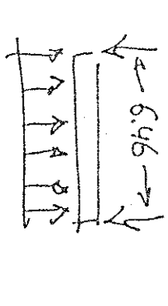
ø 8 Y ø 20: 2.5 m (OH) Y 1.8 m (E-5)
U: 9 ø 16 DE 0.20x0.40 (E-5) Y
10 ø 16 DE 0.10x0.30 (OH)

E-5
SUSPENSION
ESCALA 1:100




NOTA IMPORTANTE:
NO SUPERAR EL NIVEL DE LA VIGA DE RIGIDIZACION NI SIQUIERA CON LA CAPA DE TIERRA VEGETAL.

Cimentación de cubierta




Flexión en X-X: 2.87 t·m/m

Canto útil; damos: 25cm

→ sobra con 4φ16 mm².

Flexión en cuna:

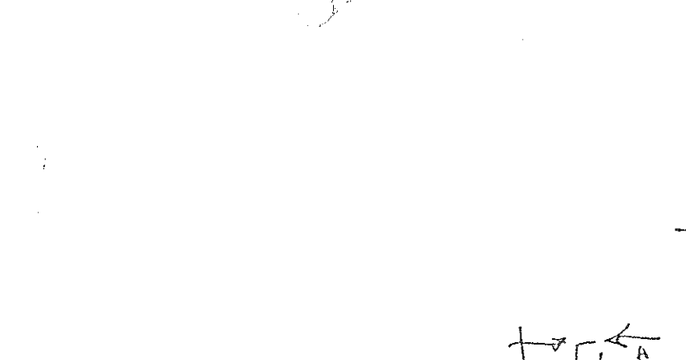


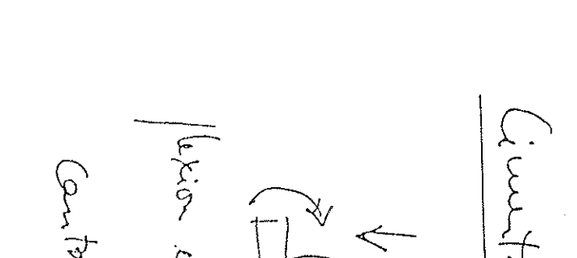

$$\frac{pl^2}{8} = \frac{(2\cdot 2{,}24/6{,}46)\cdot 6.46^2}{8} = 3.6\ t\cdot m/m$$

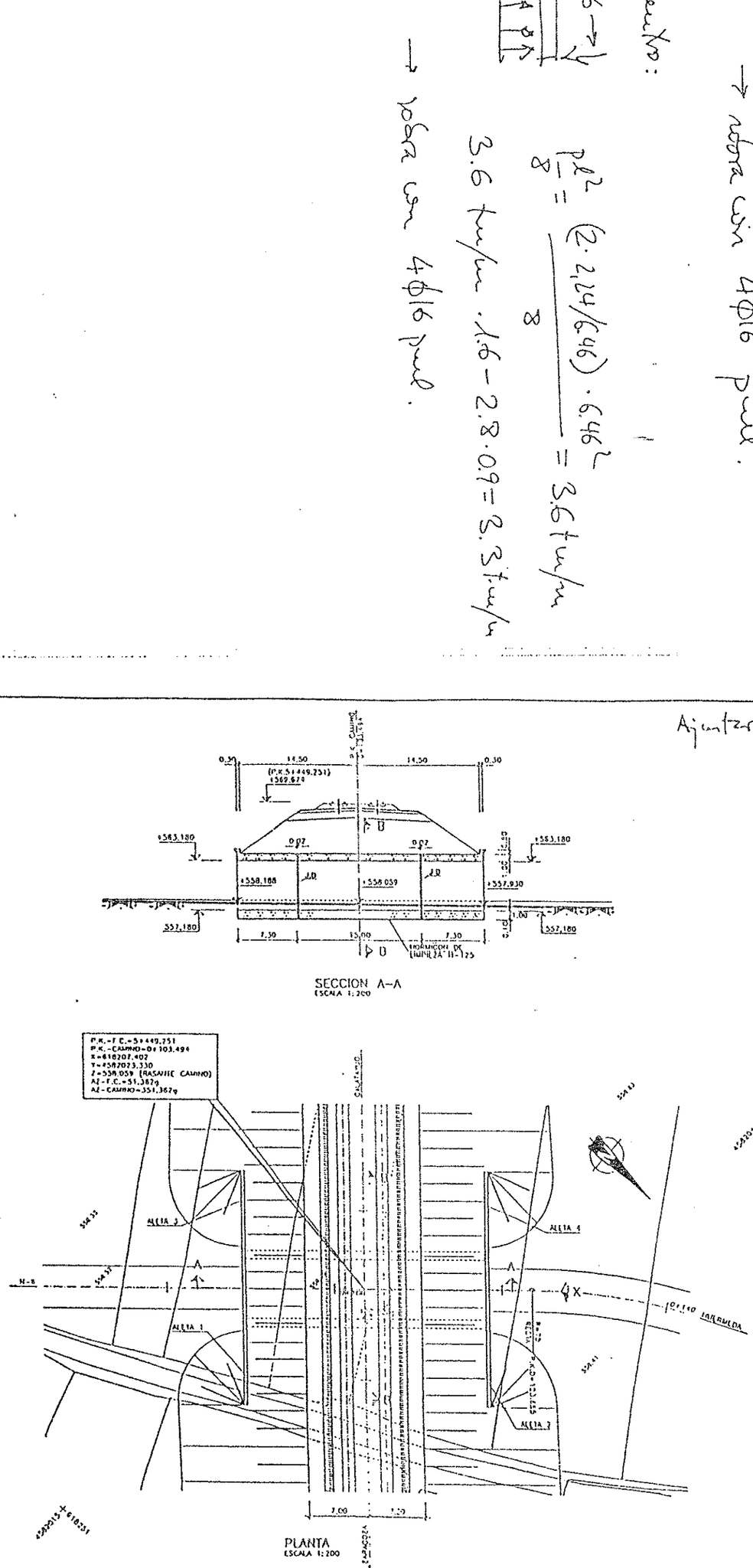
$3.6\ t\cdot m/m \cdot 1.6 - 2.8\cdot 0.9 = 3.3\ t\cdot m/m$

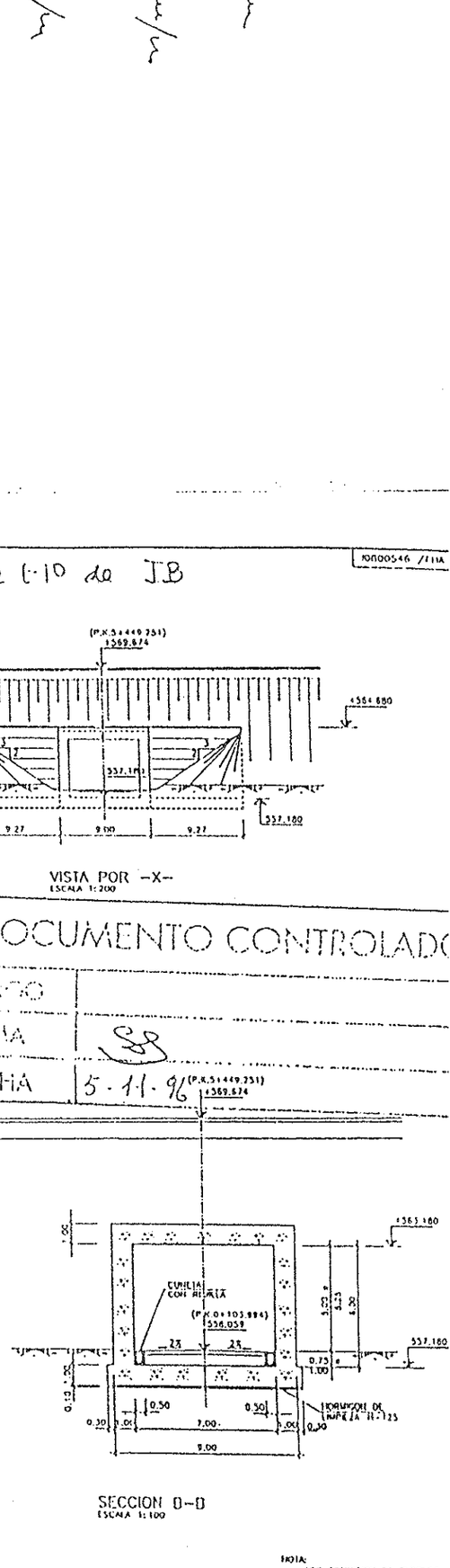
→ sobra con 4φ16 mm².

Ajuntar "III" de 1:10 de JB




DISEÑO E-S

399