adif

GEOCISA GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

INTEMAC

CONTRATO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA E INSPECCIONES DE PUENTES DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS - RIUDELLOTS DE LA SELVA

INFORME DE PRUEBA DE CARGA

SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS - LLINARS DEL VALLÉS
V. TORRENTE DE VALLFORNERA
0175VI01 (P.K. Obra 400+193, P.K. Tramo 0+193)

Diciembre de 2010

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

METIRE UT SCIAS
INTEMAC
INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES
Y CONSTRUCCIONES

Cliente: A.D.I.F.
Nº O.T.:
Refª.: **I/OC-10008/CE-1**

INFORME DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LAS ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN TÉCNICA Y PRUEBA DE CARGA REALIZADAS EN EL VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.

TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES.

SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS.

DICIEMBRE DE 2010

Peticionario: A.D.I.F. C/ Titán nº 4. 28045. MADRID.

ÍNDICE

Pag. nº

1. INTRODUCCIÓN 4
1.1. INTRODUCCIÓN 4
1.2. ANTECEDENTES 4
2. OBJETO 4
3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA 5
4. INSPECCIÓN PRELIMINAR 6
5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA 6
5.1. DEFINICIÓN COMPLETA DE LOS ELEMENTOS 7
5.2. ACCIONES CONSIDERADAS 7
5.3. MODELIZACIÓN EMPLEADA 8
5.4. MATERIALES Y COEFICIENTES DE CÁLCULO 8
5.5. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ESTRUCTURAL 8
6. PLAN DE PRUEBAS 9
6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS 9
6.2. PUNTOS DE MEDIDA 10
6.3. EQUIPOS UTILIZADOS 11
6.4. RESULTADOS PREVISTOS 12
7. PRUEBA DE CARGA 13
7.1. DESCRIPCIÓN 13
7.2. RESULTADOS OBTENIDOS 14
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS 18
8.1. PRUEBA ESTÁTICA 18
8.2. PRUEBA DINÁMICA 20
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 20

ANEJO 1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL ADIF

ANEJO 2: PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

ANEJO 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

ANEJO 4: REGISTRO DE MEDIDAS

ANEJO 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO 6: ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

ANEJO 7: FICHA DE SEGUIMIENTO

ANEJO 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ANEJO 9: FICHA DE CAUCE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

A instancias del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (A.D.I.F.), se redacta el presente documento, cuyo objeto es informar sobre la inspección técnica y los resultados de la Prueba de Carga del **"VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA. TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS"**, de acuerdo a las condiciones del Contrato de asistencia para la realización de Pruebas de Carga e inspecciones de puentes de la línea de alta velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa. Tramo: La Roca del Vallés-Riudellots de la Selva, suscrito por la UTE PC LAV LA ROCA DEL VALLÉS-RIUDELLOTS DE LA SELVA (GEOCISA-INTEMAC).

1.2. ANTECEDENTES

La redacción del presente documento forma parte de las actividades relacionadas con la realización de las preceptivas pruebas de carga en los puentes y estructuras que el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (A.D.I.F.), proyecta y construye, previamente a su puesta en servicio, de acuerdo con la "Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril".

2. OBJETO

El objeto del presente documento es explicar las actividades desarrolladas en la obra de referencia, exponiendo los resultados obtenidos en la misma y realizando el análisis de dichos resultados, a fin de emitir las conclusiones y recomendaciones oportunas.

Las actividades se desarrollaron en dos fases:

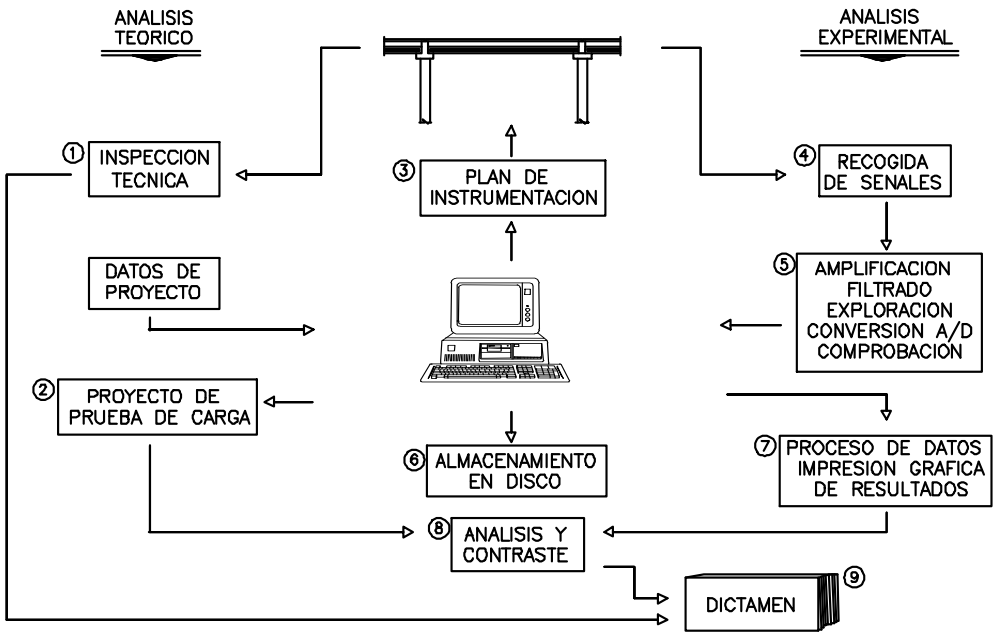
- Inspección Preliminar y elaboración del Proyecto de Prueba de Carga

- Realización de la Prueba de Carga y análisis de sus resultados

La Inspección previa y la Prueba de Carga se llevaron a cabo durante los días 17 y 24 de febrero de 2010, respectivamente, previa realización y entrega del correspondiente Proyecto de Prueba de carga de referencia I/OC-10008/CE y fecha 19 de febrero de 2010.

Las actividades desarrolladas se incorporan en el esquema operativo que se acompaña.

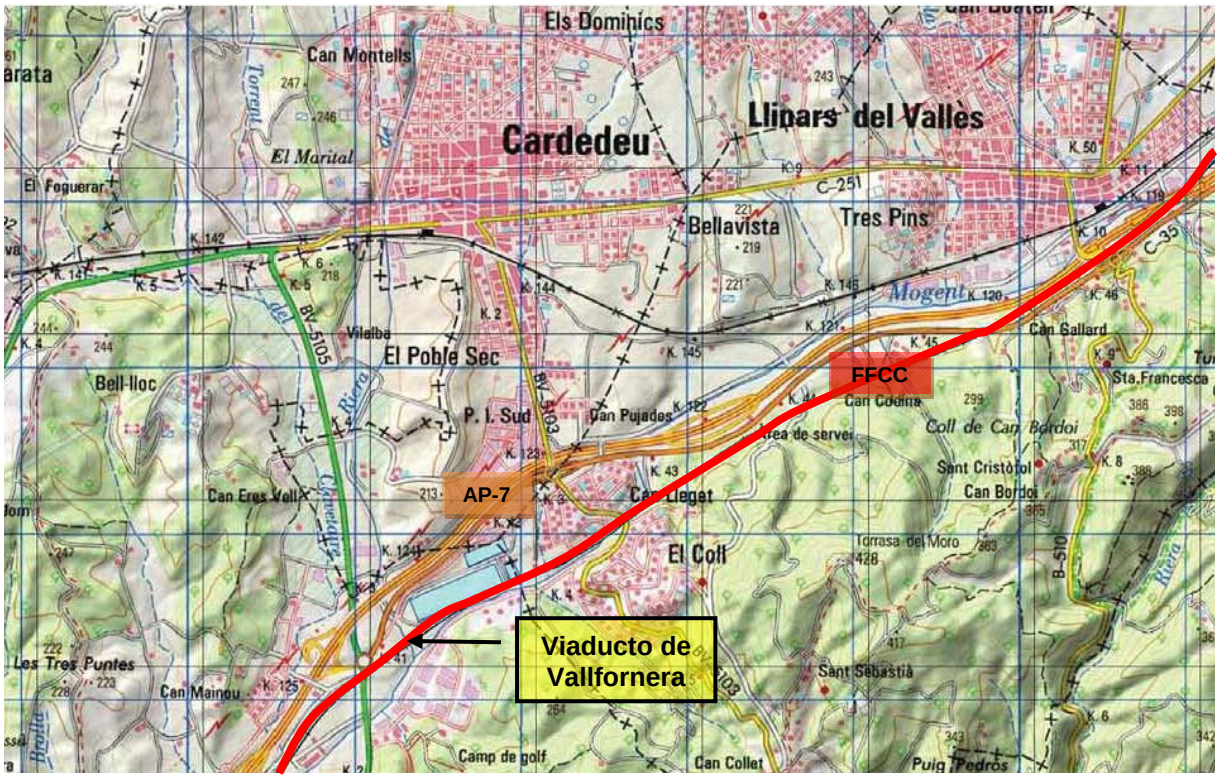
ESQUEMA OPERATIVO



3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La estructura objeto de la Prueba de Carga se trata de un viaducto constituido por un vano isostático con una longitud entre apoyos de 41,20 m.

En el plano siguiente se indica la localización aproximada de la obra:



4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

La inspección de la estructura se efectuó durante el día 17 de febrero de 2010. Dicha inspección fue realizada por el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de INTEMAC D. Fco. Javier de la Cuerda del Olmo.

En el Anejo 7 del presente documento se incluye la ficha de seguimiento de la inspección preliminar en que se detallan las incidencias observadas durante dicha inspección.

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

La documentación facilitada por el Peticionario consiste en planos de la estructura y memoria de cálculo, todo en soporte informático. En el Anejo 1 se incluye un extracto de los planos facilitados.

5.1. DEFINICIÓN COMPLETA DE LOS ELEMENTOS

El tablero es de hormigón postesado, con sección transversal de tipo cajón de canto 3 m. La losa superior presenta voladizos de 3,45 m de anchura, rematados en los bordes libres con la imposta. La anchura total del tablero es de 14 m. La cara superior del tablero presenta pendientes del 2% desde el centro hacia los bordes. El canto mínimo de los voladizos es de 20 cm en los bordes.

El viaducto no presenta esviaje.

El apoyo del tablero en los estribos se realiza mediante aparatos tipo POT.

El tablero se completa mediante aceras, impostas, barandillas, canaletas y muretes guardabalasto.

Sobre el tablero se disponen dos vías de ferrocarril de ancho internacional sobre una capa de balasto centrada sobre el tablero.

5.2. ACCIONES CONSIDERADAS

Según la documentación facilitada, para la obtención de las acciones se ha utilizado la Instrucción IAPF.

Las cargas aplicadas para el cálculo del tablero en los modelos de cálculo empleados son las siguientes:

- Peso propio de la estructura de hormigón.
- Cargas muertas: Balasto, carriles y traviesas, conductos más cables, impostas, barandillas y muretes guardabalasto.
- Sobrecarga:
    - Sobrecarga de paseos.
    - Trenes tipo con coeficiente de impacto igual a 1,05.

- Cargas de frenado y arranque.
- Interacción vía-estructura.

Teniendo en cuenta las poblaciones próximas, la aceleración sísmica básica del emplazamiento del viaducto es a_b = 0,04 g, por lo que de acuerdo a la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), sería de aplicación la acción sísmica en el cálculo de la estructura, aunque por tratarse de un valor pequeño de esta acción posiblemente no será condicionante en el dimensionamiento o diseño del viaducto.

5.3. MODELIZACIÓN EMPLEADA

Según la memoria, se ha realizado un modelo tipo viga. La definición geométrica del modelo representa la directriz en planta del viaducto. Los apoyos de los estribos representan las condiciones reales de vinculación.

5.4. MATERIALES Y COEFICIENTES DE CÁLCULO

Los materiales y coeficientes de cálculo definidos en los planos son los siguientes:

- Tablero pretensado: HP-40/P/20/IIa
- Cimentaciones: HA-25/B/20/IIa
- Acero Activo: Cordones Y 1860 S7.
- Acero Pasivo: B-500-S.
- Coeficientes parciales de seguridad de los materiales γ_c=1,50 y γ_s=1,15.
- Coeficientes parciales de seguridad de las acciones γ_g=1,35 y γ_q=1,50 (nivel de control de ejecución intenso).

5.5. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ESTRUCTURAL

Se han realizado comprobaciones de cálculo frente al estado límite último del tablero habiéndose obtenido resultados técnicamente admisibles.

6. PLAN DE PRUEBAS

Como ya se ha indicado, se ha realizado el Proyecto de Prueba de Carga de la estructura con referencia: I/OC-10008/CE. En dicho documento se evalúan los desplazamientos verticales del tablero bajo las solicitaciones de un tren de cargas tipo formado por una locomotora con un peso unitario de 120 t y una tolva de 80 t de peso unitario por cada vía.

En el Anejo 3 del presente documento se incluyen los esquemas del tren de cargas dispuesto para la prueba.

En el Anejo 2 se acompaña una copia del proyecto de prueba de carga, exponiéndose en los apartados siguientes el resumen de su contenido.

6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS

Se preveía la realización de pruebas estáticas y dinámicas.

La materialización de la sobrecarga se realizaría mediante el tren de cargas descrito en el apartado anterior, que se situaría con objeto de producir los momentos flectores máximos en las secciones instrumentadas.

El desarrollo de las pruebas estáticas se programó según el siguiente esquema:

ESCALÓN 0: Puesta a cero de los aparatos.

ESCALÓN 1: Situación de la carga.

ESCALÓN 2: Estabilización de las medidas. Se realizarían medidas continuas hasta comprobar la estabilización de las mismas.

ESCALÓN 3: Descarga total y medida de la recuperación. Las lecturas se

realizarían de forma continua hasta alcanzar una recuperación del 85% en un intervalo no superior al de mantenimiento de la carga.

En lo que a las pruebas dinámicas se refiere se planteaba la posibilidad de realizar los siguientes ensayos:

Ensayo Cuasiestático:	Paso de una locomotora por la estructura circulando a la velocidad de 5 km/h (paso de hombre).
Ensayo Dinámico lento:	Paso de la locomotora del ensayo anterior circulando en el mismo sentido y a la velocidad de 30 km/h.
Ensayo Dinámico rápido:	Paso de la locomotora del ensayo cuasiestático circulando en el mismo sentido y a la máxima velocidad posible.
Ensayo de Frenado:	Paso de una locomotora cualquiera circulando a la máxima velocidad posible y frenando justo sobre el tablero.

6.2. PUNTOS DE MEDIDA

Las mediciones a realizar durante la Prueba de Carga serían de tres tipos:

- Desplazamientos verticales
- Deformaciones unitarias
- Aceleraciones

En el Anejo 3 del presente documento se incluyen los esquemas de la instrumentación dispuesta.

6.3. EQUIPOS UTILIZADOS

Para la obtención de estas medidas se planteó un equipo que consta de:

- Anillos resistivos para la medida de flechas, con un rango máximo de medida de 25 mm, fijados a la cara inferior del tablero.
- Bandas extensométricas para la medida de deformaciones unitarias, autocompensadas térmicamente, de 60 mm de longitud activa, con la configuración de puente completo, 120 ohmios de resistencia y factor de galga aproximado de 2. La protección de las mismas se realiza mediante un aerosol hidrófugo y aislante térmico.
- Para la medida de las vibraciones en las pruebas dinámicas se ha instalado un acelerómetro modelo 8340 de la firma Brüel & Kjaer, con rango de medida 1 g, acondicionado mediante una fuente Nexos Conditioning tipo 2690 de la misma marca.

El equipo de control y adquisición de datos está constituido por amplificadores de la marca SANEI y tarjeta de Adquisición de Datos de la casa NATIONAL INSTRUMENTS, con una capacidad de lectura de hasta 32 canales de extensometría.

La excitación de los transductores resistivos se realiza por medio de una corriente continua de 4 V de tensión.

La señal de entrada puede amplificarse en una gama comprendida entre 1 y 128000 veces. La velocidad de muestreo está comprendida entre 1 lectura cada 850 segundos y 200000 lecturas cada segundo (por canal).

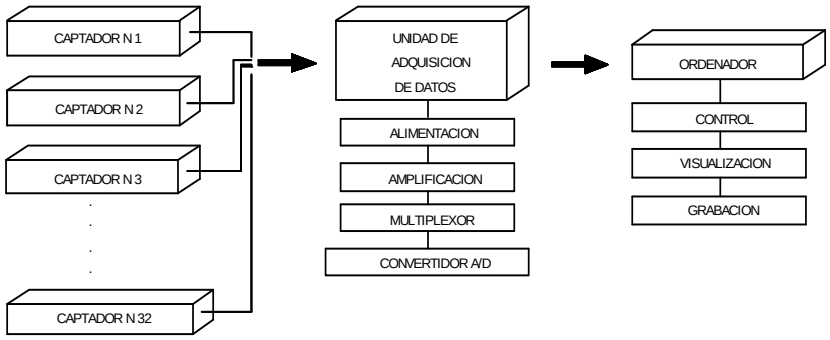
Como equipo controlador de la cadena de medida se emplea un ordenador PC.

Los programas de toma de datos, visualización y análisis gráfico de los registros, tanto en tiempo real como con posterioridad a la prueba, han sido desarrollados para auscultación estática y dinámica de estructuras. Las lecturas vienen expresadas en las unidades

propias del fenómeno físico que se está midiendo, ya que las constantes de transformación de los captadores se introducen en el proceso de toma de datos. La presentación de los datos en la pantalla del ordenador permite la comparación directa y rápida de los resultados obtenidos en cada ensayo. Los registros pueden ampliarse horizontal y verticalmente para su mejor análisis y comprensión. La resolución del sistema completo de instrumentación es función de los fondos de escala utilizados, pero para rangos de medida medios o habituales pueden establecerse en 0,01 mm (para rangos de hasta 25 mm).

La totalidad de la información recogida se registra en soporte informático para su posterior proceso y análisis en gabinete.

La cadena de instrumentación completa se representa gráficamente en la figura adjunta.



6.4. RESULTADOS PREVISTOS

En el cuadro siguiente se expone el resumen de los valores obtenidos en el modelo de cálculo para las características de los materiales definidos en Proyecto.

PRUEBA ESTÁTICA

VANO	FLECHA (mm)		MICRODEFORMACIONES
	L/2	L/4 (3L/4)	
1	10,74	7,56 (7,55)	117

El valor estimado para la frecuencia fundamental de flexión del tablero es de 2,96 Hz.

La Prueba de Carga, según se detalla en el proyecto de la misma, representa frente a las sobrecargas de proyecto los porcentajes incluidos en la siguiente tabla.

PORCENTAJES DE SOLICITACIÓN DE PRUEBA FRENTE A PROYECTO

CARGAS	MOMENTO EN CENTRO DE VANO
52%	46%

7. PRUEBA DE CARGA

7.1. DESCRIPCIÓN

La Prueba de Carga fue realizada durante el día 24 de febrero de 2010 por un equipo especializado bajo la dirección del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de INTEMAC D. Fco. Javier de la Cuerda del Olmo.

Se dispuso la instrumentación indicada en el Proyecto de Prueba de Carga.

Durante la ejecución de las pruebas no se pudieron llevar a cabo los ensayos dinámicos lento, rápido y de frenado, puesto que la vía se encontraba cortada a 50 m en sentido Barcelona.

El orden de realización de los ensayos fue el siguiente:

- Ensayo Estático. Comenzó a las 23:13 horas.
- Ensayo Cuasiestático. Comenzó a las 23:30 horas.

La duración de la prueba estática fue superior a 10 minutos con la carga total estabilizada y el período de descarga el suficiente para obtener una recuperación mínima del 85%.

La temperatura y la humedad registradas durante la realización de las pruebas fluctuaron entre los valores que se indican a continuación.

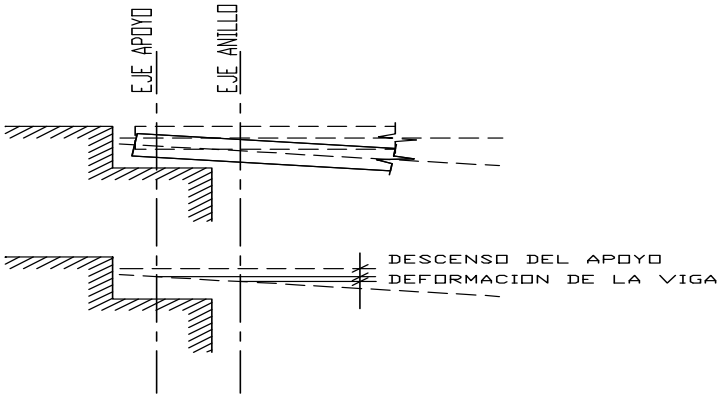
- TEMPERATURA: 10,3º C a 11,8º C
- HUMEDAD: 51,7% a 57,7%

En el Anejo 4 se encuentra una copia de las mediciones realizadas durante las pruebas con el termohigrógrafo.

7.2. RESULTADOS OBTENIDOS

Para la obtención de los valores netos de descenso en puntos interiores del vano se ha restado del valor medido el valor correspondiente a los descensos de los apoyos en los puntos de medida.

En la obtención de los valores netos de los descensos de los apoyos en estribos se ha considerado la suma de dos factores (véase la figura siguiente).



- En primer lugar, y como magnitud más determinante a priori, el anillo está registrando el descenso producido por la compresión en el apoyo.

- Por otro lado, al no situarse el medidor precisamente en el apoyo, sino en el borde del elemento portante vertical el sensor detecta también la flecha producida por el tren de cargas a una distancia equivalente a la entrega del tablero en el apoyo.

La distorsión producida por el segundo sumando sobre el primero es variable, dependiendo de la luz de cálculo y de la entrega de las vigas. Ambas magnitudes están relacionadas entre sí, pero deben tenerse en cuenta de forma independiente, pues producen efectos opuestos. Una mayor entrega aumenta la distorsión, mientras que el aumento de la luz reduce el error.

Como estimación rápida del valor mínimo de la deformación de la viga se puede aproximar la flecha mediante una senoide de amplitud el desplazamiento "δ_1" en el centro de vano:

$$y = \delta_1 \text{ sen } (\pi \, x / L)$$

Donde "x" es la distancia desde el cable del sensor al eje del apoyo, con valores de 0'60 m.

En el Anejo 4 del presente documento se adjuntan los registros obtenidos durante los diferentes ensayos de que constó la prueba de carga, resumiéndose en los cuadros que a continuación se acompañan los valores obtenidos.

Se ha corregido la deriva de los registros que la presentan y los valores representativos incluidos en los cuadros son ya el resultado de dicha corrección.

VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES
ENSAYO ESTÁTICO

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso neopreno	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga neopreno	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
VANO	2	Flecha a L/4	mm	7,55	6,20	0,09	6,11	80,98	0,17	0,01	0,16	5,96	97,42
VANO	3	Flecha a L/2	mm	10,74	8,32	0,06	8,26	76,87	0,14	0,02	0,13	8,13	98,49
VANO	4	Flecha a L/2	mm	10,74	8,77	0,06	8,71	81,06	0,18	0,02	0,17	8,54	98,10
VANO	5	Flecha a 3L/4	mm	7,56	6,14	0,04	6,10	80,67	0,15	0,02	0,13	5,97	97,83
ESTRIBO 2	1	Descenso de apoyo	mm	---	0,60	---	---	---	0,01	---	---	---	---
ESTRIBO 1	6	Descenso de apoyo	mm	---	0,51	---	---	---	0,02	---	---	---	---
VANO	7	Deformadón a L/2	με	117	156	---	---	133,33	6	---	---	150	96,15

EN EL CÁLCULO DE VALORES MEDIOS NO SE CONSIDERAN LOS CORRESPONDIENTES A MEDICIONES DE PEQUEÑA AMPLITUD

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	FLECHAS	DEFORMACIONES
VALOR MEDIO DE LA RELACIÓN V.MEDIDO/V.PREVISTO	79,9%	133,3%
DESVIACIÓN TÍPICA DE LA RELACIÓN V.MEDIDO/V.PREVISTO	2,0%	---
RELACIÓN ENTRE LOS VALORES MEDIOS MEDIDO Y PREVISTO	79,7%	133,3%
VALOR MEDIO DE LA RECUPERACIÓN	98,0%	96,2%

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

METIRE UT SCIAS
INTEMAC
INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES
Y CONSTRUCCIONES

Cliente: A.D.I.F.
Nº O.T.:
Refª.: **I/OC-10008/CE-1**

VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA.
TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES

ENSAYO CUASIESTÁTICO

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático
VANO	2	Flecha a L/4	mm	2,25
VANO	3	Flecha a L/2	mm	3,47
VANO	4	Flecha a L/2	mm	2,67
VANO	5	Flecha a 3L/4	mm	2,21
ESTRIBO 2	1	Descenso de apoyo	mm	0,21
ESTRIBO 1	6	Descenso de apoyo	mm	0,17
VANO	7	Deformación a L/2	με	56,00

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. PRUEBA ESTÁTICA

Conforme a los resultados mostrados en anteriores apartados es posible establecer las siguientes consideraciones:

- Las flechas obtenidas en la prueba estática de la estructura alcanzan, respecto a las previstas en el Proyecto de Prueba de Carga, valores comprendidos entre el 77% y el 81%.

- El valor estadístico medio de la distribución de relaciones entre medidas calculadas y obtenidas arriba señalada es del 80%. Dicho valor medio se ha obtenido ponderando las relaciones valor medido frente a valor previsto por la amplitud de las medidas previstas en cada canal. Este resultado coincide con la relación entre los valores medios medido y previsto.

  Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en flechas se observa que en la prueba estática se ha obtenido una rigidez superior a la considerada en el modelo de cálculo.

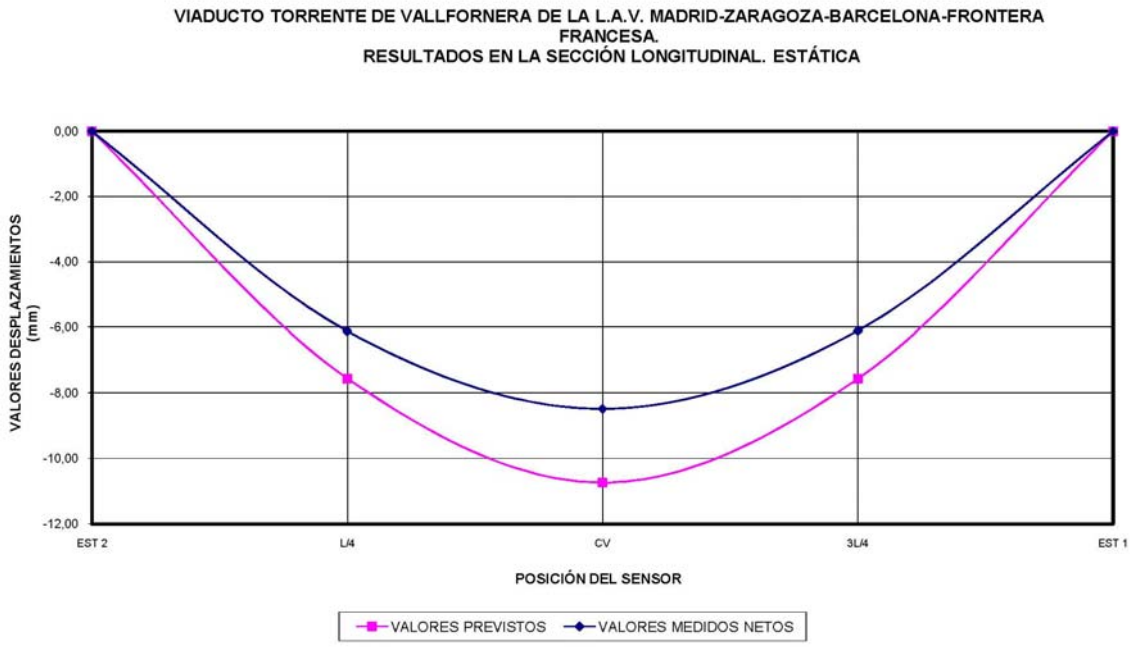
  Este comportamiento es debido a la contribución de la armadura a la rigidez del tablero no considerada en el modelo del Proyecto de Prueba de Carga, y a posibles sobreespesores de la losa superior y/o resistencias del hormigón superiores a la nominal del proyecto.

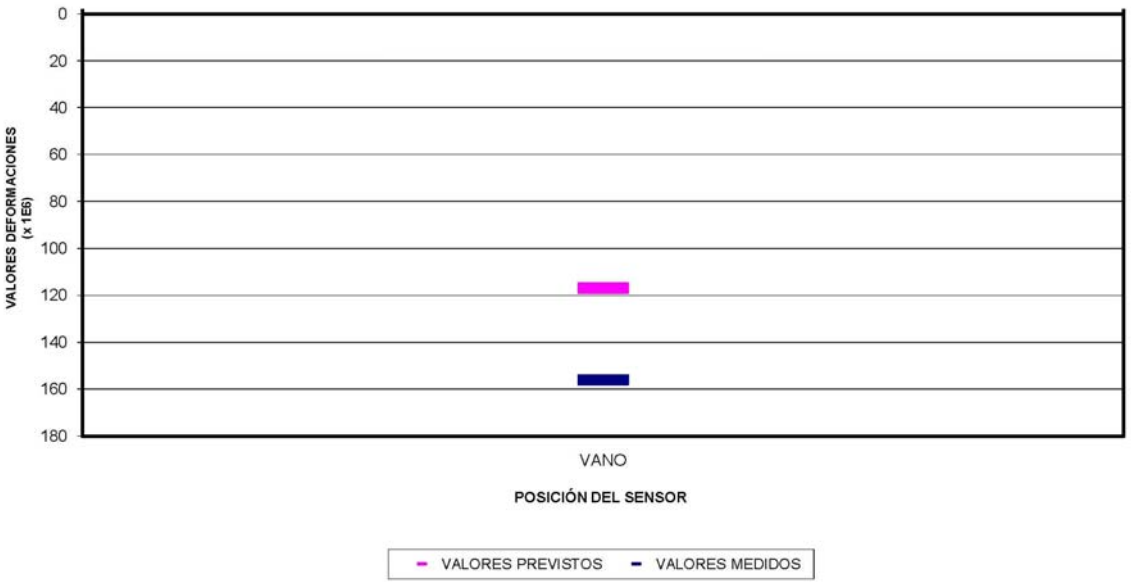
- La deformación obtenida en la prueba estática de la estructura alcanza, respecto a la prevista en el Proyecto de Prueba de Carga, un valor del 133%.

  La diferencia de comportamiento que se aprecia entre deformaciones y flechas podría deberse a la colocación de la banda extensométrica en una zona con

distorsión del campo tensional por la cercanía de un imbornal.

- En los gráficos que se muestran a continuación se observa la comparación entre los valores máximos previstos y medidos de las flechas y de las deformaciones.





- La mayor relación entre el desplazamiento neto y la luz tiene un valor de 1/4730 en el canal 3 durante la prueba estática.

- Durante la prueba estática se han alcanzado los porcentajes de recuperación mínimos y medios que figuran en la siguiente tabla:

FLECHAS		DEFORMACIONES
MINIMA	MEDIA	
97,4%	98,0%	96,2%

Las recuperaciones completas (100%) lo serían únicamente de acuerdo a la sensibilidad del aparato que las registra. Así, un aparato con sensibilidad del 2% de la medida registrada no podrá dar lugar a una recuperación superior al 98%. Con el uso del 100% se quiere dar a entender únicamente que el valor residual no alcanza los márgenes de sensibilidad de la instrumentación.

8.2. PRUEBA DINÁMICA

Sólo se pudo realizar el ensayo cuasiestático por encontrarse cortada la vía en sentido Barcelona en el momento de realización de la prueba.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo expuesto en los apartados precedentes, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las flechas máximas medidas en los ensayos pueden considerarse aceptables desde cualquier punto de vista.
- El modelo estructural adoptado identifica adecuadamente el comportamiento de la estructura.
- Las recuperaciones obtenidas se pueden considerar completas e instantáneas, de lo que se deduce que la estructura ha trabajado en régimen elástico durante la prueba.
- No se ha observado la existencia de fisuras u otro tipo de daños, en el transcurso de la prueba.

De acuerdo con todo lo anterior, puede establecerse que el comportamiento de la estructura durante la prueba ha sido satisfactorio.

GEOCISA GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

METIRE UT SCIAS INTEMAC INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

Cliente: A.D.I.F.
Nº O.T.:
Refª.: **I/OC-10008/CE-1**

El presente documento consta de 21 páginas numeradas y selladas y de 9 Anejos.

Madrid, 3 de diciembre de 2010

POR EL DEPARTAMENTO DE CONTROLES ESPECIALES

Fdo. Miriam García Oliva
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL JEFE DE SECCIÓN DE LA SECCIÓN DE ESTRUCTURAS

Fdo. José Ramón Arroyo Arroyo
Ingeniero Industrial

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROLES ESPECIALES

Fdo. Ramón Álvarez Cabal
Dr. Ingeniero Industrial

EL DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CONTROL DE PROYECTO

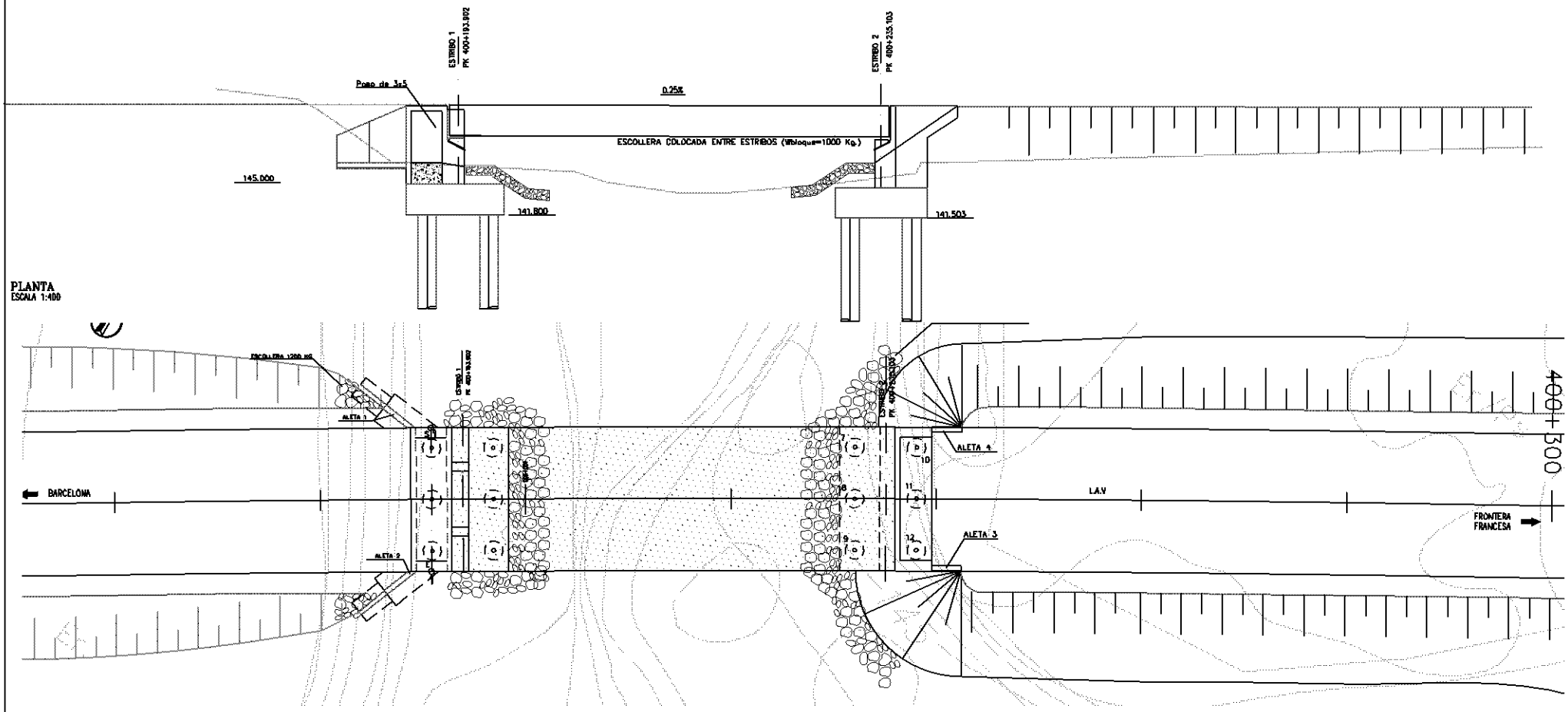
P.A.

Fdo. Justo Díaz Lozano
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de la U.T.E. GEOCISA-INTEMAC.

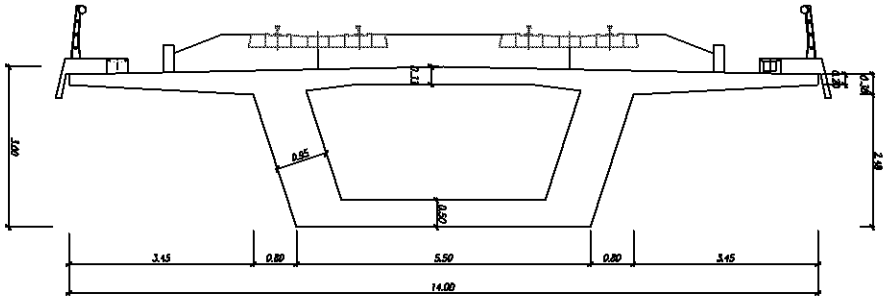
ANEJO 1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL ADIF

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA 1:400

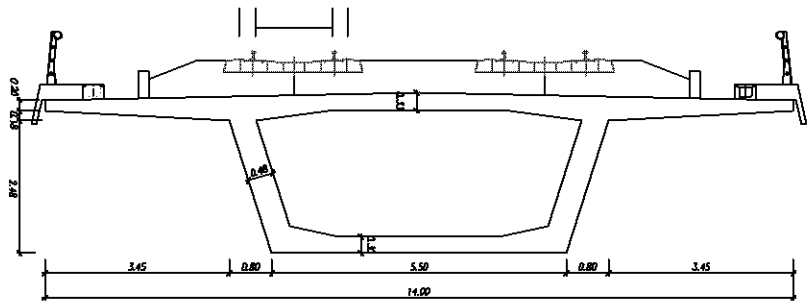


PLANTA
ESCALA 1:400

SECCIÓN TIPO EN ESTRIBOS
ESCALA 1:100

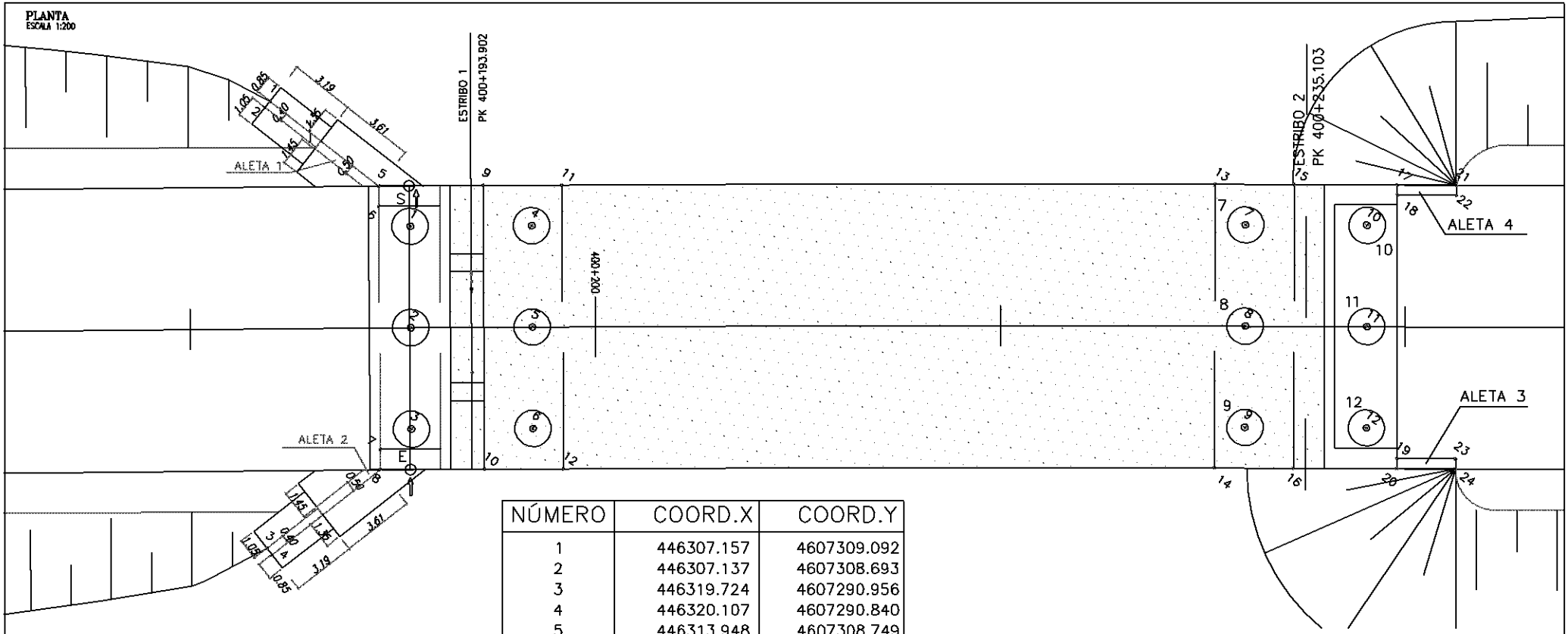


SECCIÓN TIPO POR CENTRO DE VANO
ESCALA 1:100



adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	EL DIRECTOR DE PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	EL AUTOR DE PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:400 1:100 Numérica Gráfica 0 10.00 m 0 2.50 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TÍTULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA PLANTA, ALZADO Y SECCIÓN	Nº DE PLANO 5.1.1.1 Hoja 1 de 2

PLANTA
ESCALA 1:200



NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
1	446307.157	4607309.092
2	446307.137	4607308.693
3	446319.724	4607290.956
4	446320.107	4607290.840
5	446313.948	4607308.749
6	446314.528	4607307.936
7	446321.491	4607298.165
8	446322.075	4607297.349
9	446318.140	4607311.740
10	446326.268	4607300.338
11	446321.318	4607314.002
12	446329.444	4607302.602
13	446347.678	4607332.606
14	446355.698	4607321.131
15	446350.873	4607334.842
16	446358.893	4607323.367
17	446355.055	4607337.762
18	446355.341	4607337.352
19	446362.788	4607326.697
20	446363.075	4607326.287
21	446357.437	4607339.419
22	446357.723	4607339.009
23	446365.168	4607328.352
24	446365.456	4607327.943

COORDENADAS DE PILOTES		
NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
1	446316.370	4607308.022
2	446319.272	4607303.950
3	446322.173	4607299.878
4	446321.256	4607311.504
5	446324.158	4607307.432
6	446327.059	4607303.360
7	446350.052	4607331.828
8	446352.916	4607327.730
9	446355.780	4607323.632
10	446354.970	4607335.266
11	446357.834	4607331.167
12	446360.698	4607327.069

adif

PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES
SUBTRAMO: LA ROSA DEL VALLÉS - LLINARS DEL VALLÉS

EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO:
Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO:
Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ

CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL S.A.

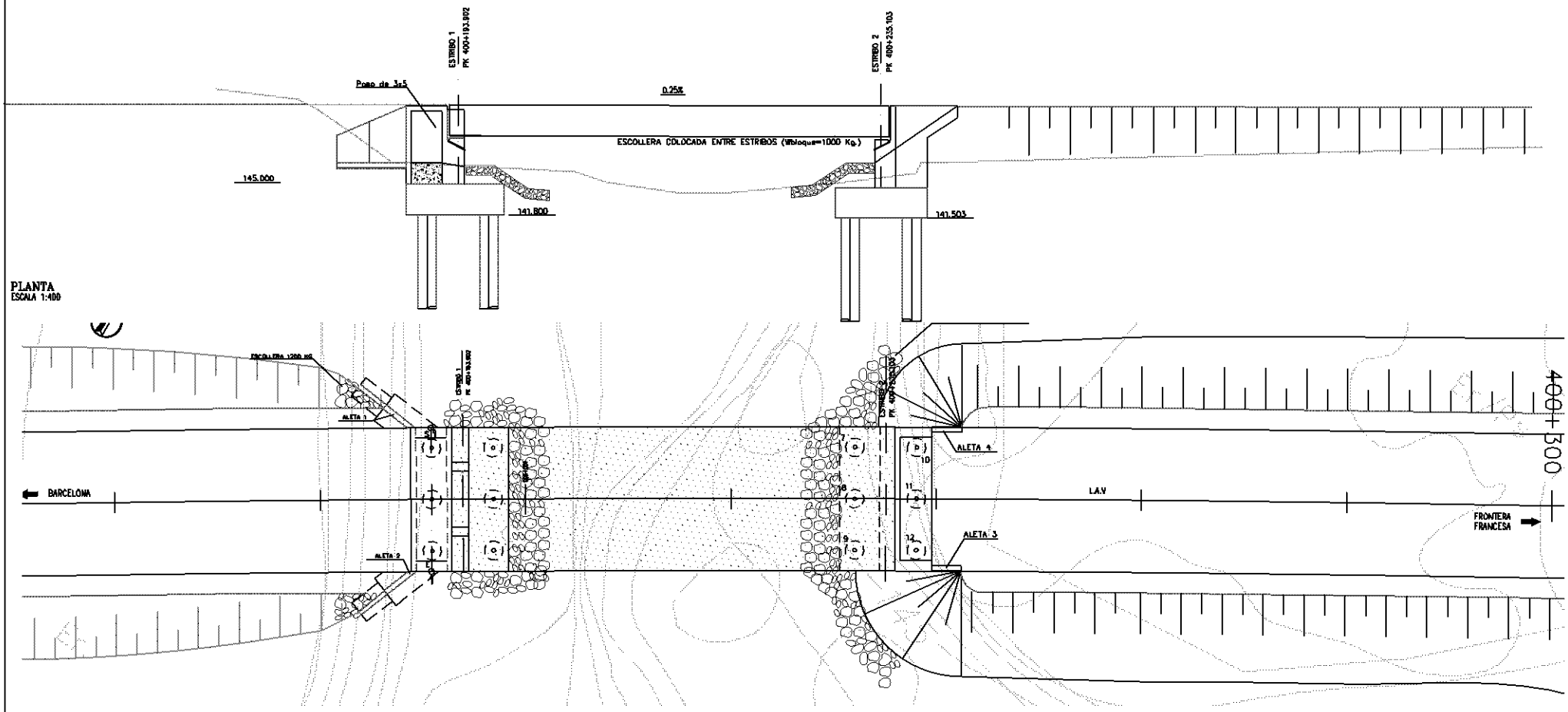
ESCALA NORMAL
1:200
Numérica
Gráfica
0 5.00 m 0

FECHA
DICIEMBRE 2007

TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA
REPLANTEO DE CIMENTACIONES

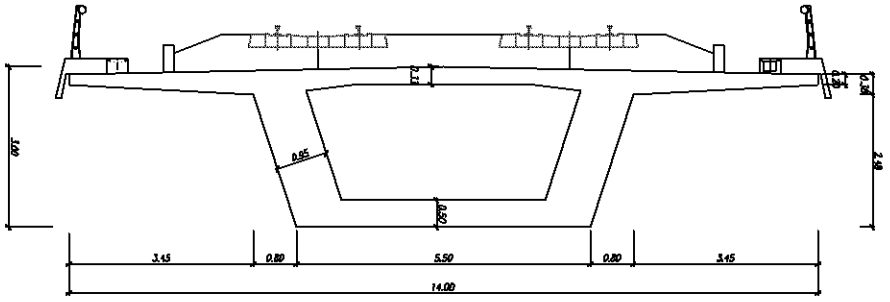
Nº DE PLANO
5.1.1.1
Hoja 2 de 2

PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA 1:400

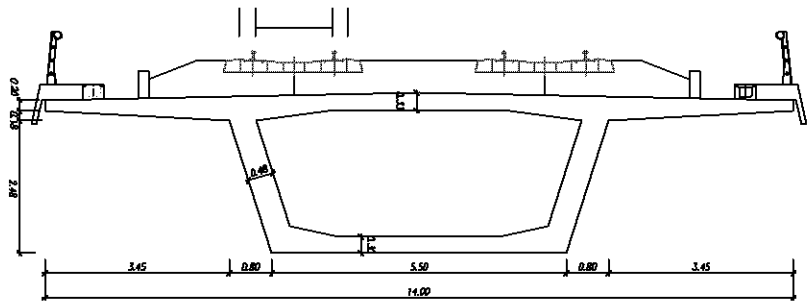


PLANTA
ESCALA 1:400

SECCIÓN TIPO EN ESTRIBOS
ESCALA 1:100

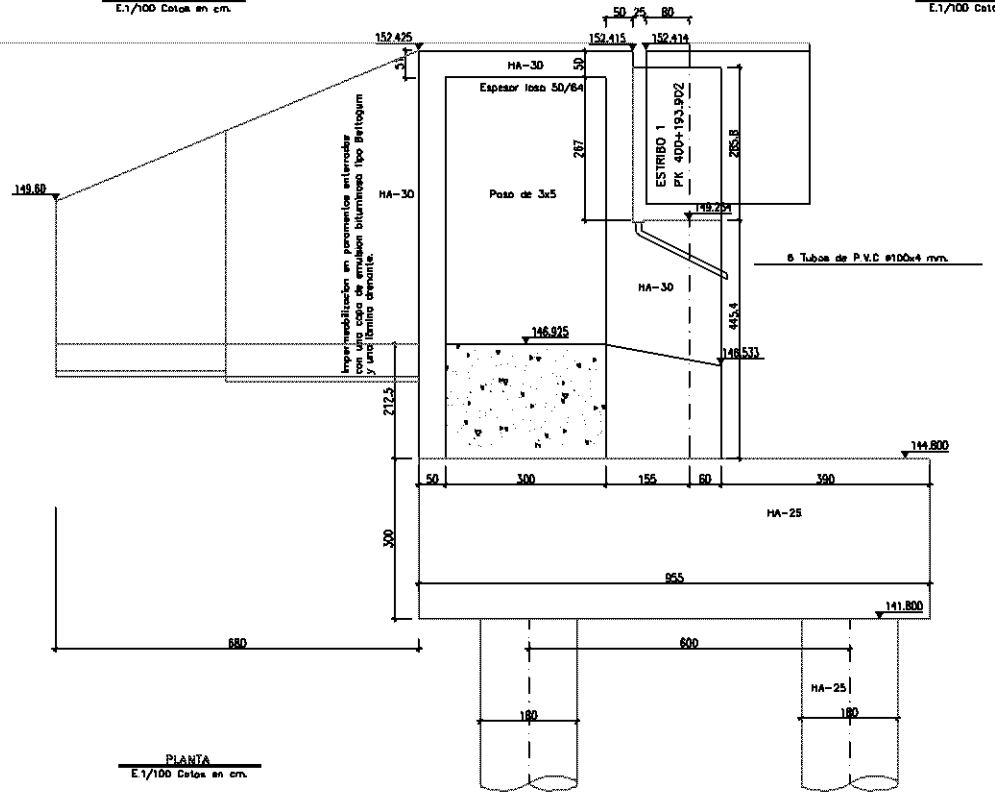


SECCIÓN TIPO POR CENTRO DE VANO
ESCALA 1:100

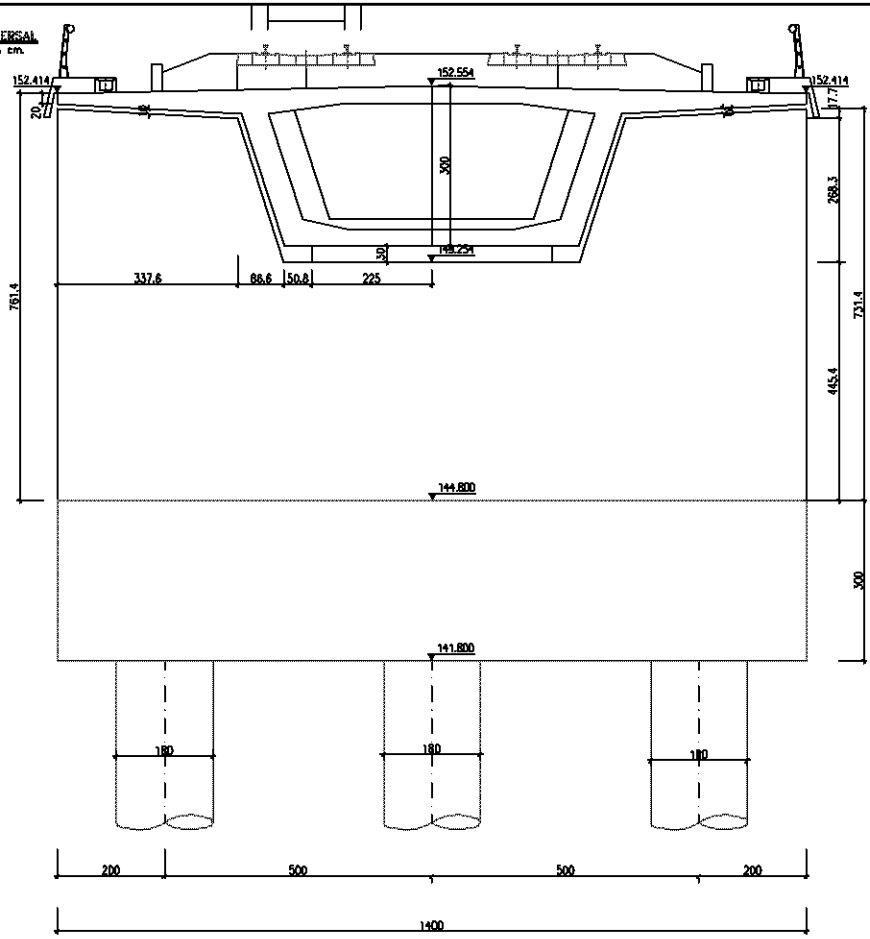


adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	EL DIRECTOR DE PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	EL AUTOR DE PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:400 1:100 Numérica Gráfica 0 10.00 m 0 2.50 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TÍTULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA PLANTA, ALZADO Y SECCIÓN	Nº DE PLANO 5.1.1.1 Hoja 1 de 2

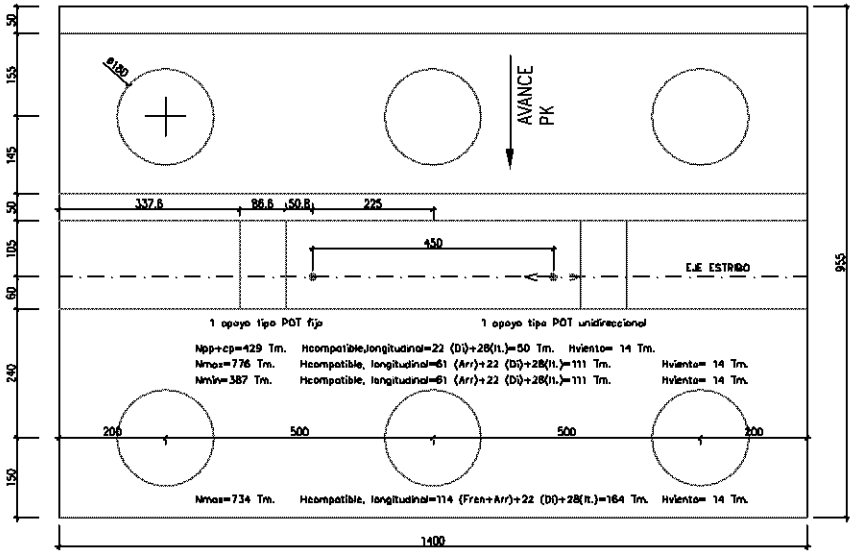
ALZADO LONGITUDINAL
E.1/100 Cotas en cm.



ALZADO TRANSVERSAL
E.1/100 Cotas en cm.

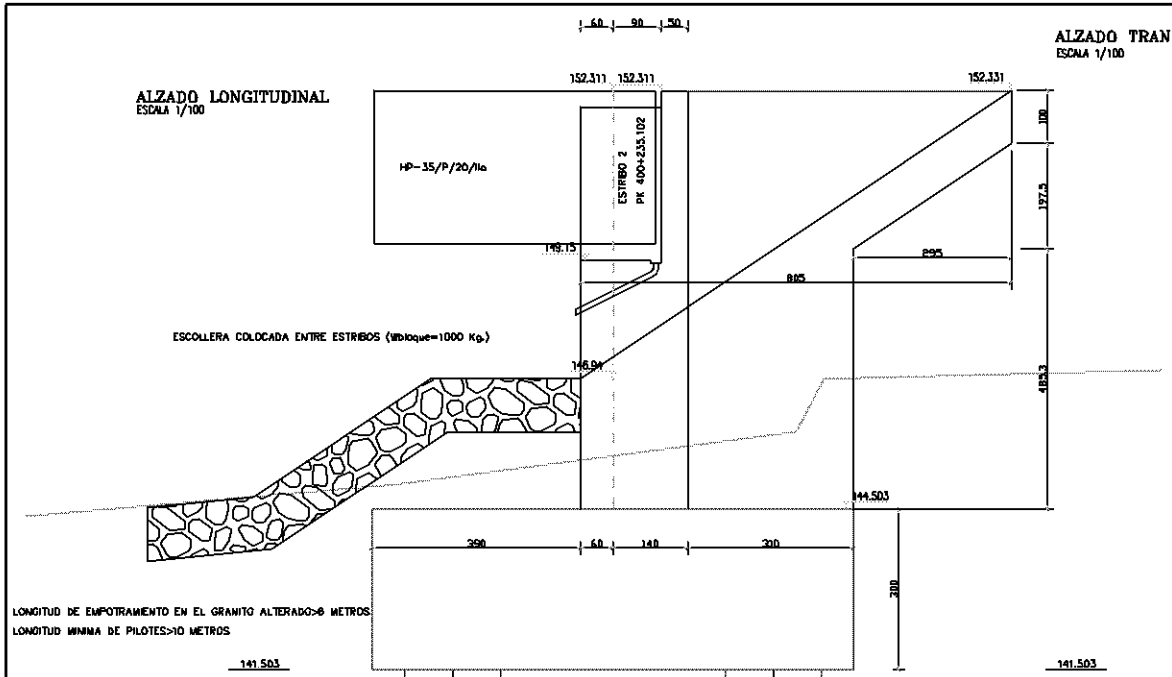


PLANTA
E.1/100 Cotas en cm.

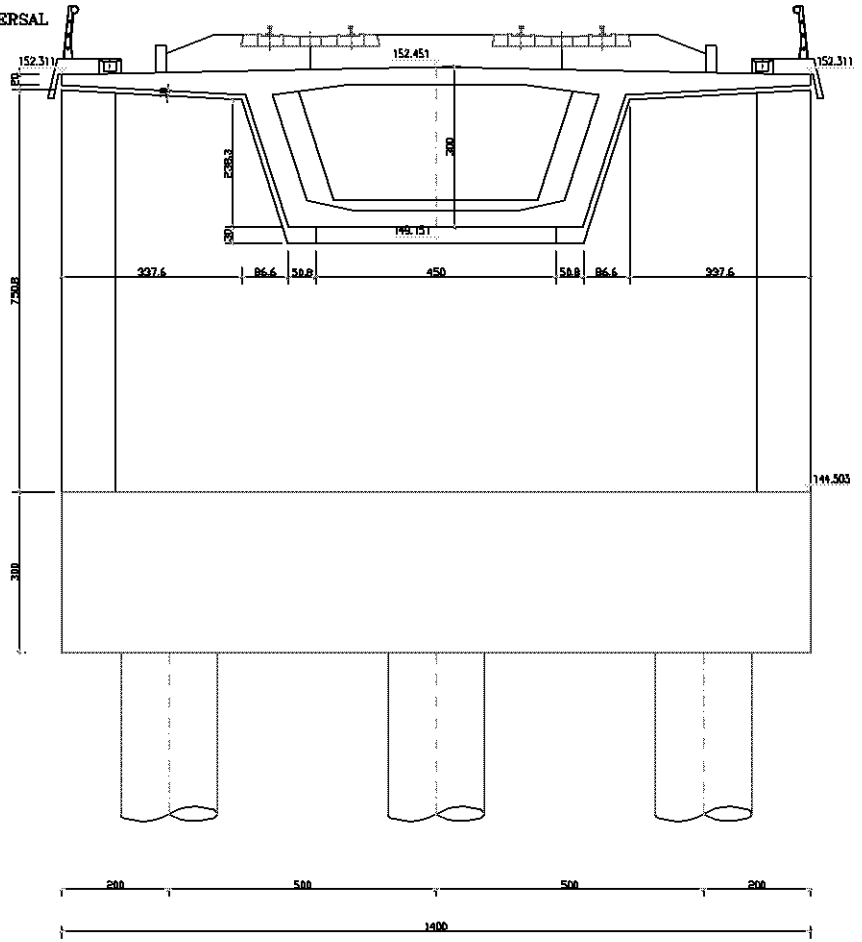


adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES SUBTRAMO: LA ROSA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	EL DIRECTOR DE PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	EL AUTOR DE PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:100 Numérica / Gráfica 0 2.50 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE VALLFORNERA ESTRIBO 1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	Nº DE PLANO 5.1.1.2 Hoja 1 de 8

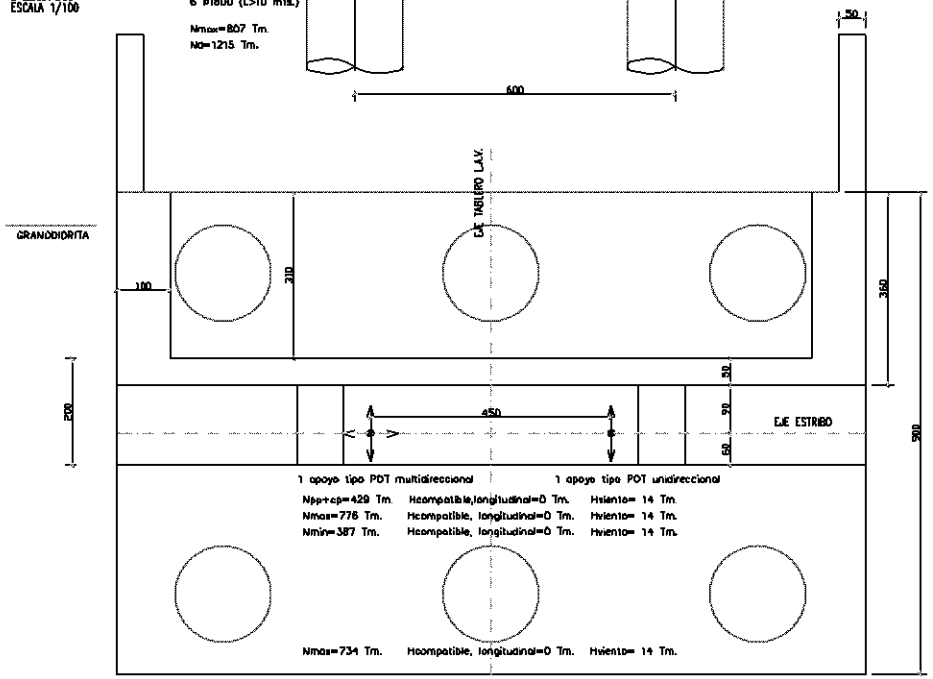
ALZADO LONGITUDINAL
ESCALA 1/100



ALZADO TRANSVERSAL
ESCALA 1/100

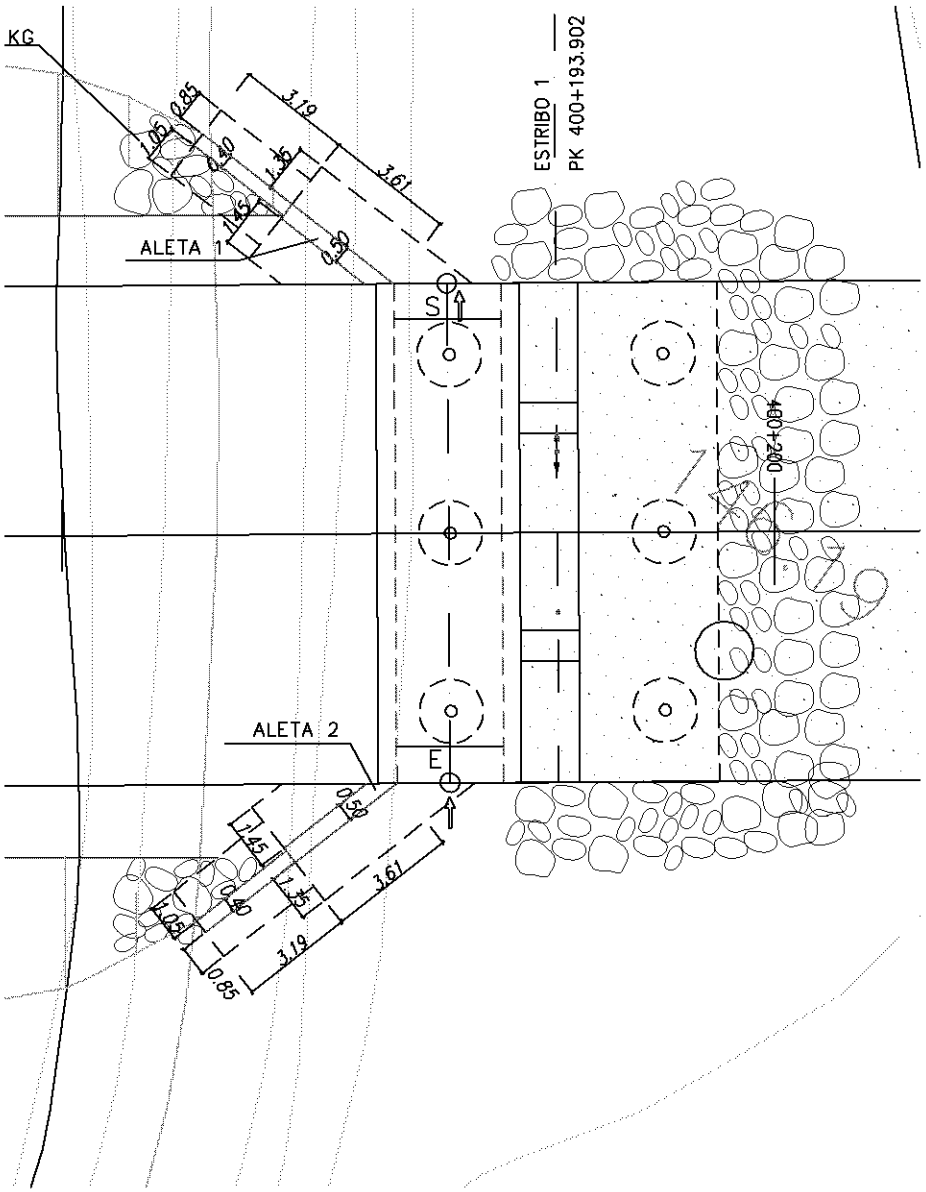


PLANTA
ESCALA 1/100

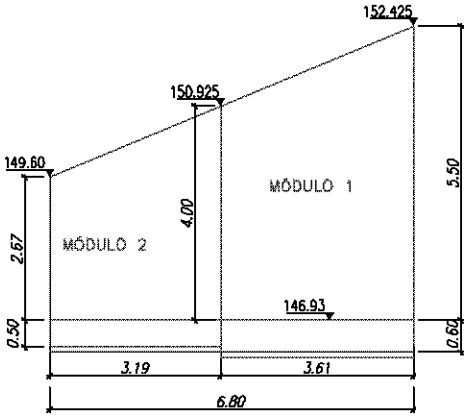


adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES SUBTRAMO : LA ROCA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO : Fdo.: JUAN LUIS VIDAL PASTORES	EL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO : Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:100 Numérica Gráfica 0 2.50 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE VALLFORNERA ESTRIBO 2.DEFINICION GEOMETRICA	Nº DE PLANO 5.1.1.2 Hoja 2 de 8

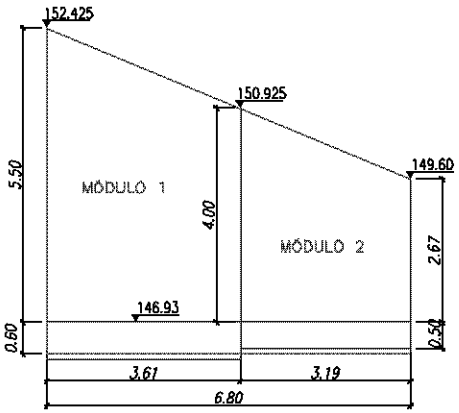
PLANTA
ESCALA 1:150



ALETA 1
ESCALA 1:100



ALETA 2
ESCALA 1:100



CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	γ
ACEROS	HA-25/B/20/IIa	NORMAL	1.50
CIMENTACIONES	HA-25/B/20/IIa	NORMAL	1.50
NIVELACIÓN	Fck=15 N/mm²	NORMAL	1.50

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	γ
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15

COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE.
EJECUCIÓN DE LA OBRA.
ELEMENTOS IN SITU CONTROL INTENSO.

adif

PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÈS - LLINARS DEL VALLÈS

EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO:
Fdo.: JUAN LUIS MONJAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO:
Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ

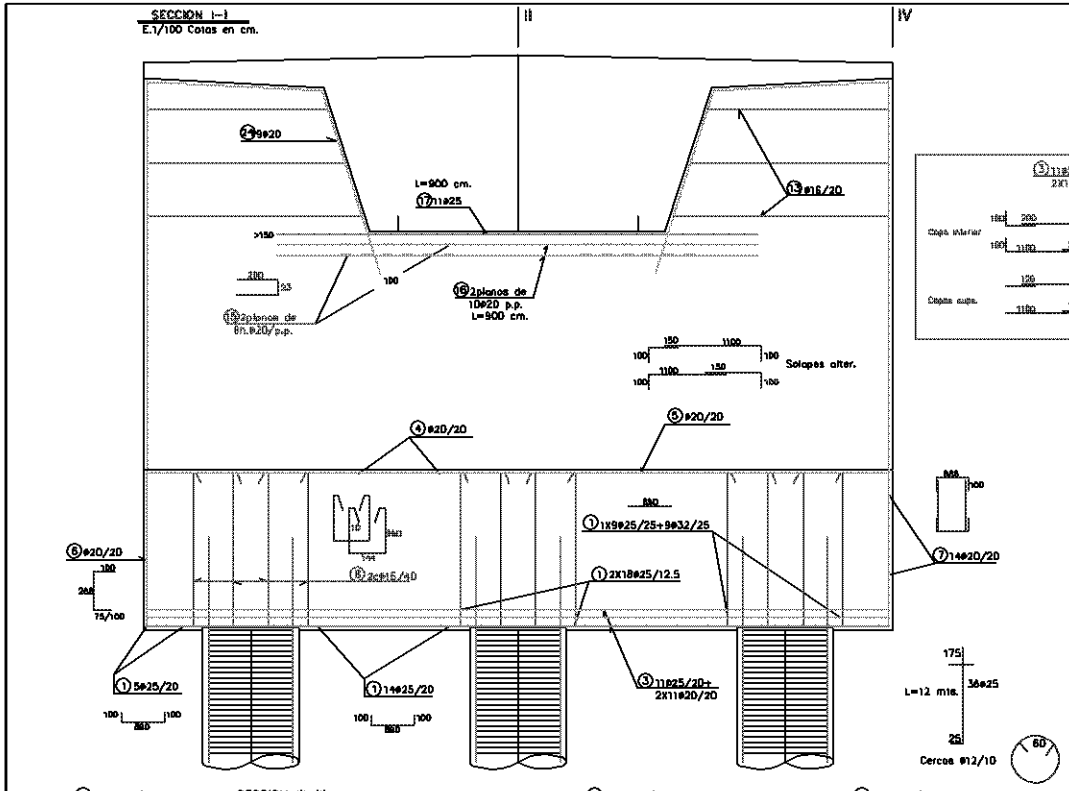
CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL S.A.

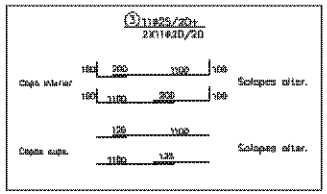
ESCALA NORMAL
1:150
1:100
Numérica
Gráfica
0 3.75 m
0 2.50 m

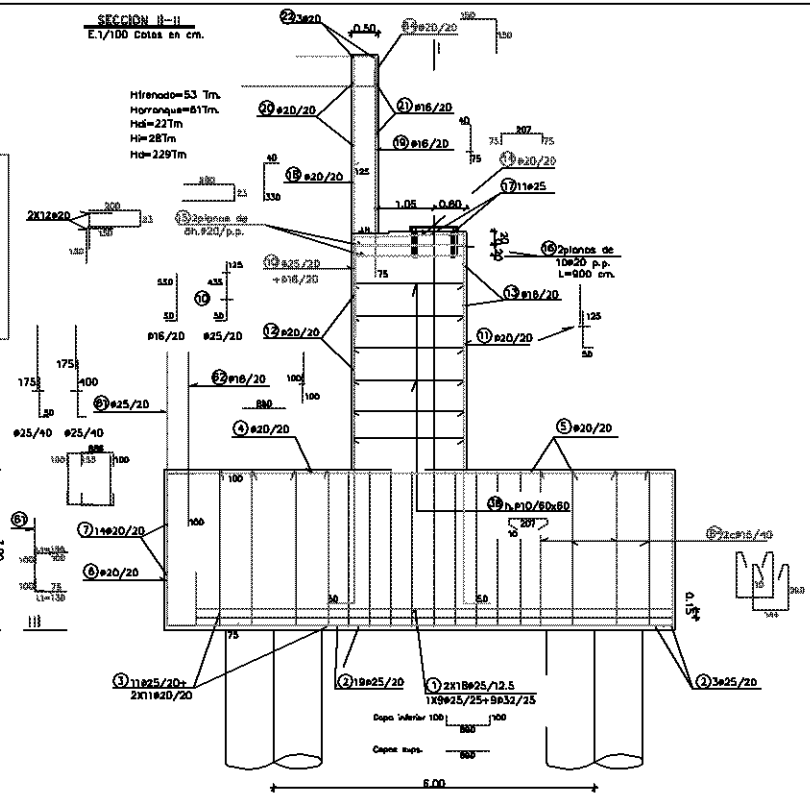
FECHA
DICIEMBRE 2007

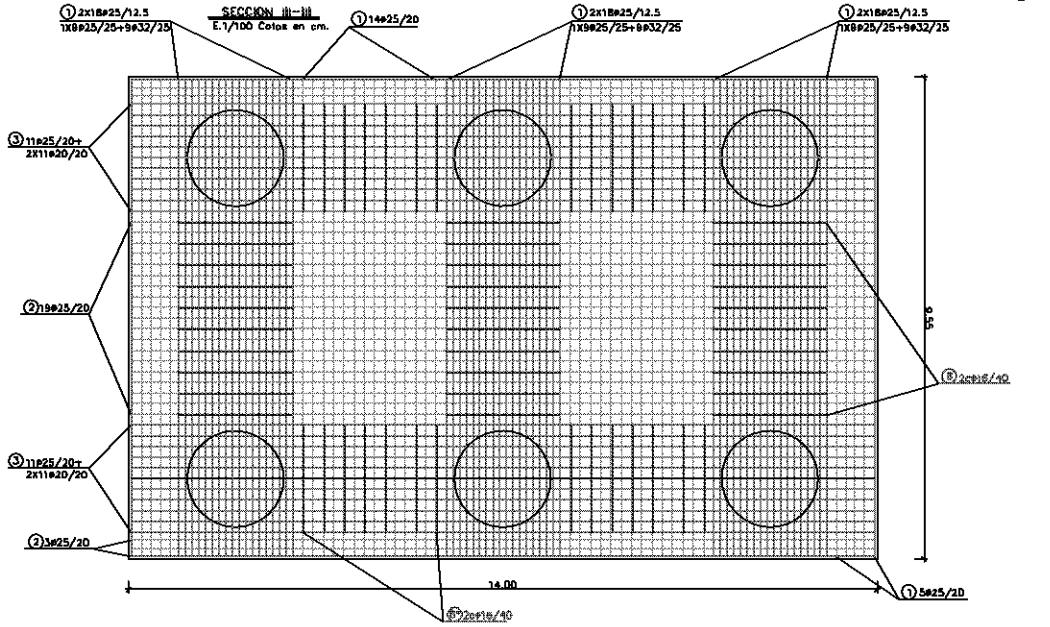
TÍTULO DEL PLANO
PASO ESTRIBO 1 EN VIADUCTO VALLFORNERA
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

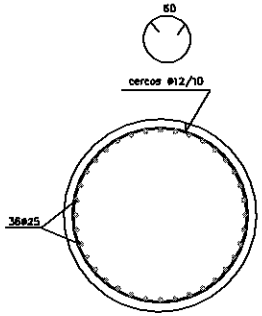
Nº DE PLANO
5.1.1.2
Hoja 3 de 8











ARMADURA PILOTE
E 1/50 Cotas en cm.

NOTA SOBRE RECUBRIMIENTOS

LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR EXCEPTO EN FONDO Y CARAS LATERALES DE ENCEPADO, QUE SERAN DE 5CM Y EN PILOTES DE 8CM (Valor Maximo).

CONDICIONES

HORMIGON
- LIMPIEZA: HM-15
- PILOTES: HA-25/F/20/IIa+Qb ; f_{ck}≥25 N/mm².
- ENCEPADOS: HA-25/B/20/IIa+Qb ; f_{ck}≥25 N/mm .
  Cantidad mínima de cemento tipo SR 350 Kg/m3.
  Relacion a/c<0.5
- ALZADOS: HA-30/P/20/IIa ; f_{ck}≥30 N/mm².

ACERO
- CORRUGADO, SIMBOLO ø, B 500 S; f_{yk}≥500 N/mm².

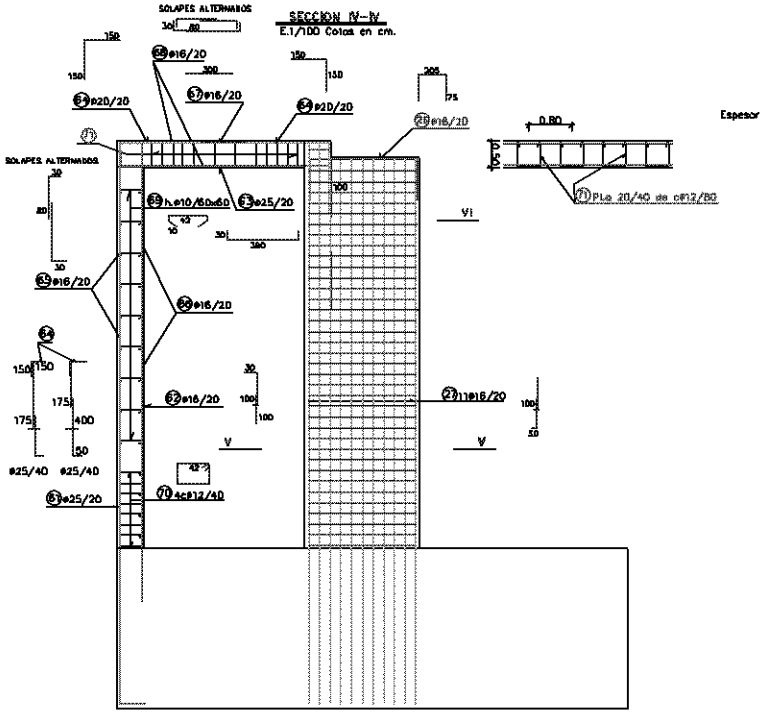
NIVELES DE CONTROL

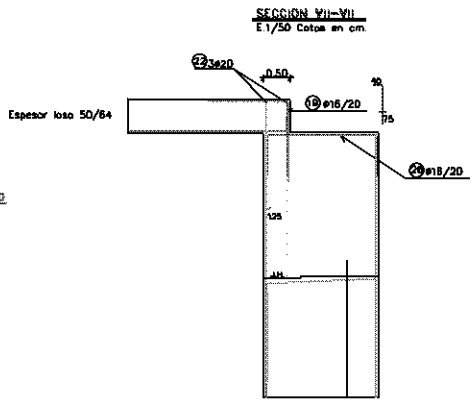
- MATERIALES: INTENSO	ELU	γ_s=1.5	γ_c=1.15
	ELS	γ_s=1.0	γ_c=1.00
- EJECUCION : INTENSO	ELU	γ_s=1.35 ; γ_c=1.00; γ_g=1.50; γ_q=1.50	
	ELS	γ_s=1.00 ; γ_c=1.05; γ_g=1.00; γ_q=1.00	

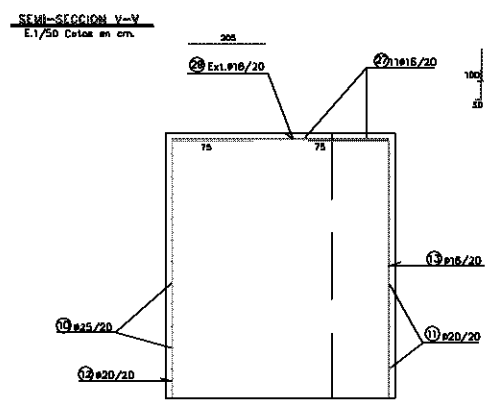
NOTAS SOBRE SOLAPES

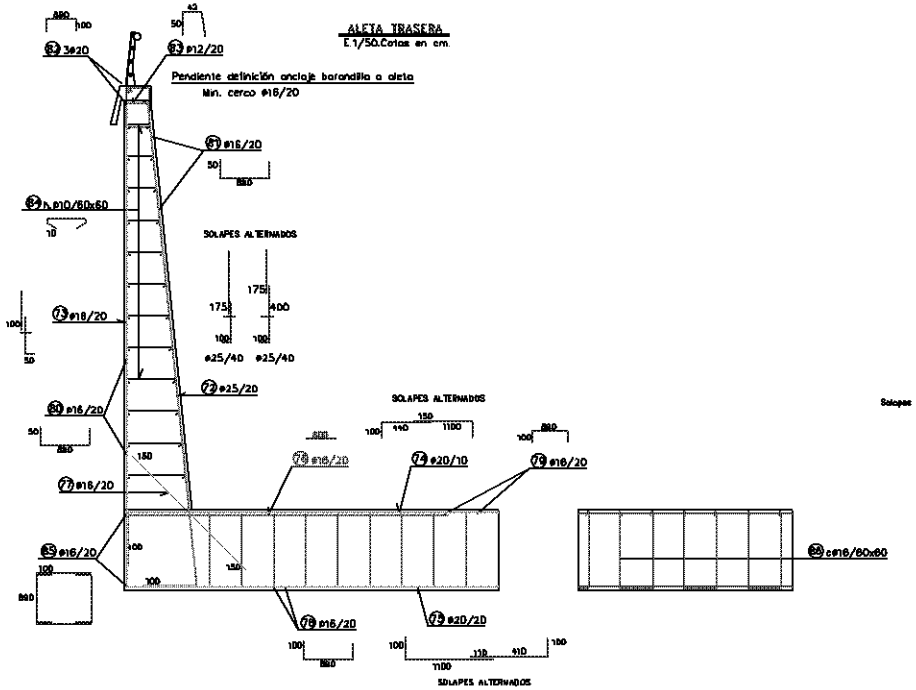
LOS SOLAPES NO INDICADOS EN PLANOS SE REALIZARAN DE LA SIGUIENTE MANERA:
- EN UNA MISMA SECCION NO SE SOLAPARAN MAS DEL 50% DE LAS BARRAS
- LA LONGITUD MINIMA DE SOLAPE SERA DE 80 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA MAS DELGADA
- LA SEPARACION MINIMA ENTRE SOLAPES SERA DE 70 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA MAS DELGADA

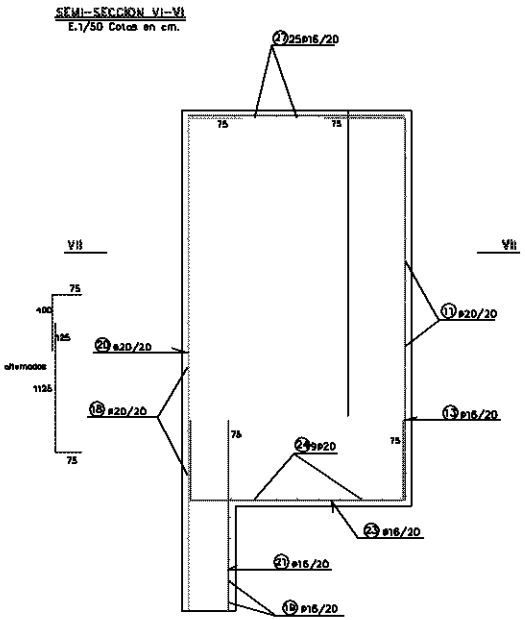
adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERAS SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÈS - LLINARS DEL VALLÈS	LL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	LL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:100 1:50 Numérica Gráfica 0 2.50 m 0 1.25 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO DE VALLFORNERA ESTRIBO 1. ARMADO (I)	Nº DE PLANO 5.1.1.2 Hoja 4 de 8











NOTA SOBRE RECUBRIMIENTOS

LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR EXCEPTO EN FONDO Y CARAS LATERALES DE ENCEPADO, QUE SERAN DE 5CM Y EN PILOTES DE 8CM (Valor Maximo).

CONDICIONES

HORMIGON
- LIMPIEZA: HM-15
- PILOTES: HA-25/F/20/IIa+Qb ; f_{ck}≥25 N/mm².
- ENCEPADOS: HA-25/B/20/IIa+Qb ; f_{ck}≥25 N/mm .
  Cantidad mínima de cemento tipo SR 350 Kg/m3.
  Relacion a/c<0.5
- ALZADOS: HA-30/P/20/IIa ; f_{ck}≥30 N/mm².

ACERO
- CORRUGADO,SIMBOLO B 500 S; f_y ≥500 N/mm².

NIVELES DE CONTROL

- MATERIALES: INTENSO	ELU	γ_c=1.5	γ_s=1.15
	ELS	α_c=1.0	γ_s=1.00
- EJECUCION : INTENSO	ELU	γ_g=1.35 ; k_m=1.00; γ_q=1.50;	k_m=1.50
	ELS	γ_g=1.00 ; γ_q=1.05; γ_q=1.00;	k_m=1.00

NOTAS SOBRE SOLAPES

LOS SOLAPES NO INDICADOS EN PLANOS SE REALIZARAN DE LA SIGUIENTE MANERA:
- EN UNA MISMA SECCION NO SE SOLAPARAN MAS DEL 50% DE LAS BARRAS
- LA LONGITUD MINIMA DE SOLAPE SERA DE 60 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA MAS DELGADA
- LA SEPARACION MINIMA ENTRE SOLAPES SERA DE 70 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA MAS DELGADA

adif

PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES
SUBTRAMO : LA ROCA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES

LL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO :
Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES

LL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO :
Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ

CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL S.A.

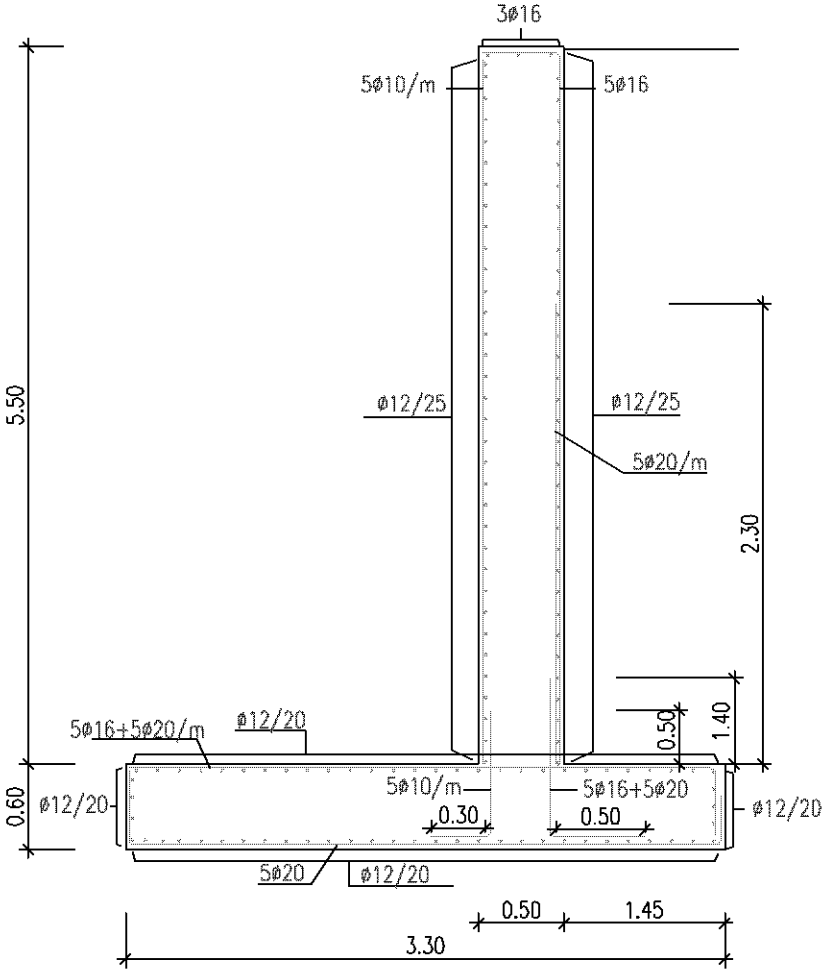
ESCALA NORMAL
1:100
1:50
Numérica
Gráfica
0 2.50 m
0 1.25 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

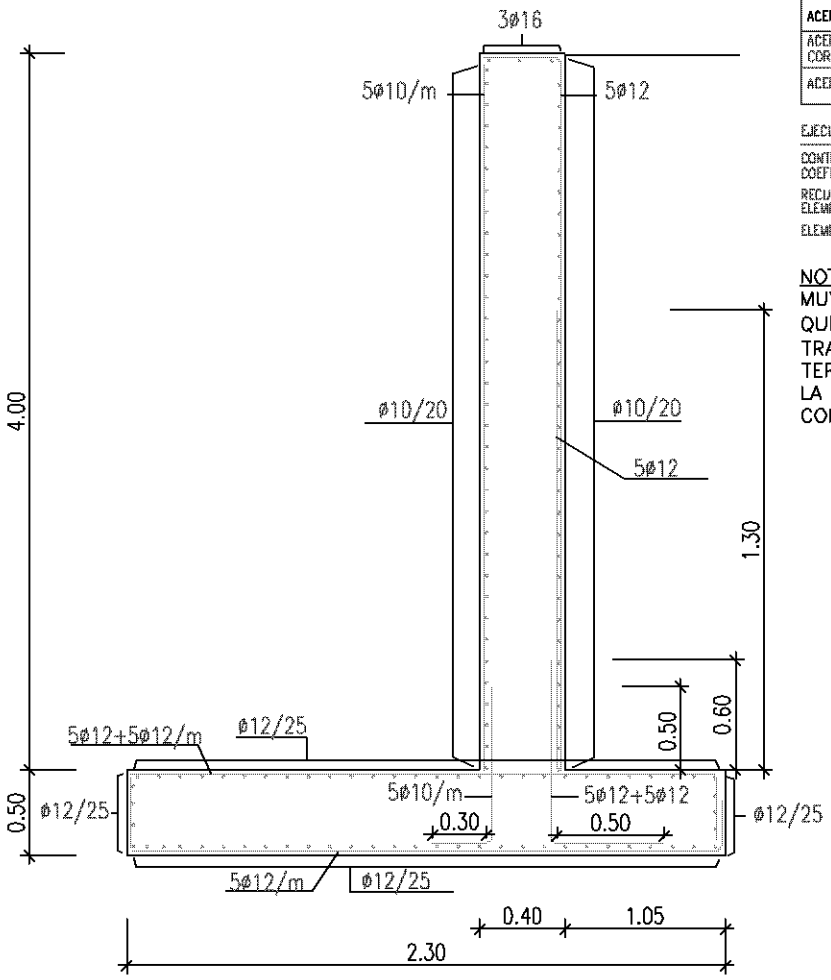
TITULO DEL PLANO
VIADUCTO DE VALLFORNERA
ESTRIBO1. ARMADO (II)

Nº DE PLANO
5.1.1.2
Hoja 5 de 8

ARMADO ALETA MÓDULO 1



ARMADO ALETA MÓDULO 2



CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES			
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	γ
LOSA	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1.50
VIGAS PREFABRICADAS	HP-50/B/17/IIa	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACIONES	HA-25/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM-15	-	-

ACEROS			
ACEROS	TIPO	CONTROL	γ
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15
ACERO PARA TESAR	Y 1860 S7	NORMAL	1.15

EJECUCIÓN DE LA OBRA

CONTROL INTENSO PARA TODOS LOS ELEMENTOS
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS:
ELEMENTOS "IN SITU": 30 mm

ELEMENTOS PREFABRICADOS: 20 mm

NOTA: HABRÁ QUE COMPACTAR MUY BIEN EL TERRENO PARA QUE SOPORTE LA TENSIÓN DEL TRABAJO (1,5 Kp/cm2) O TERRAPLENAR LA ZONA BAJO LA ALETA CON ZAHORRA PARA COMPACTAR.

adif

PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERAS
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS - LLINARS DEL VALLÉS

LL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO:
Fdo.: JUAN LUIS MONJARÁS TORRES

LL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO:
Fdo.: JOSÉ LUIS HERVÍAS SAP

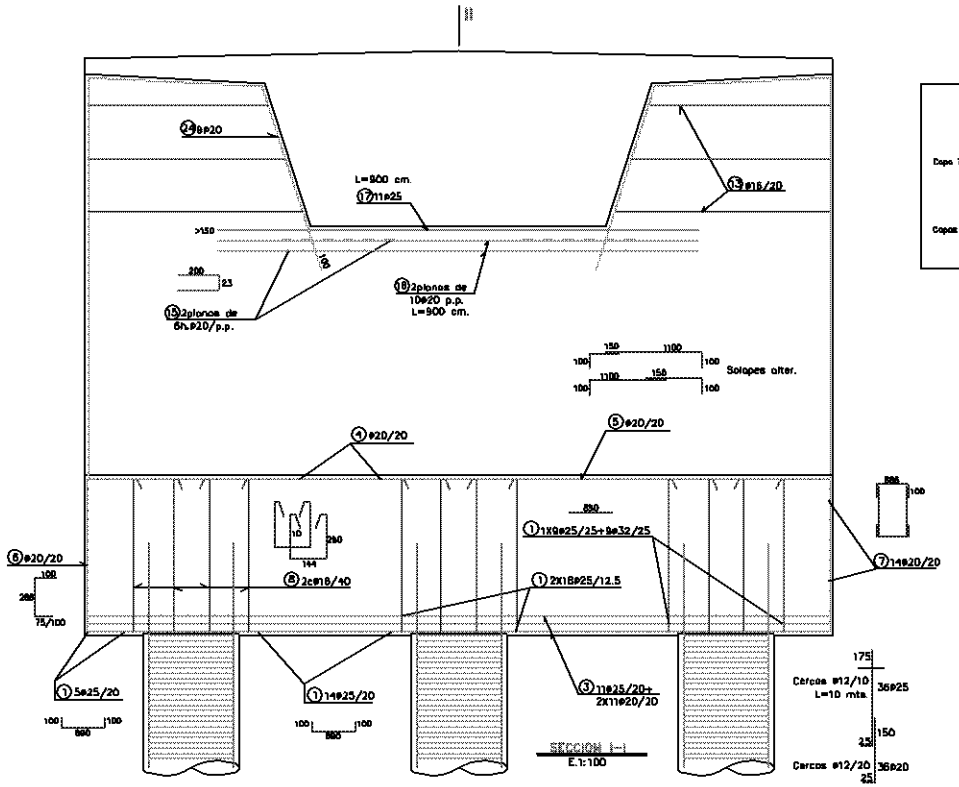
CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL S.A.

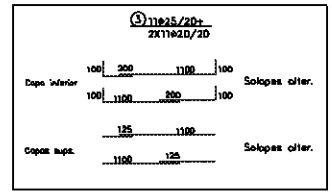
ESCALA NORMAL
1:100
1:50
Normálica
Gráfica
0 2,50 m
0 1,25 m

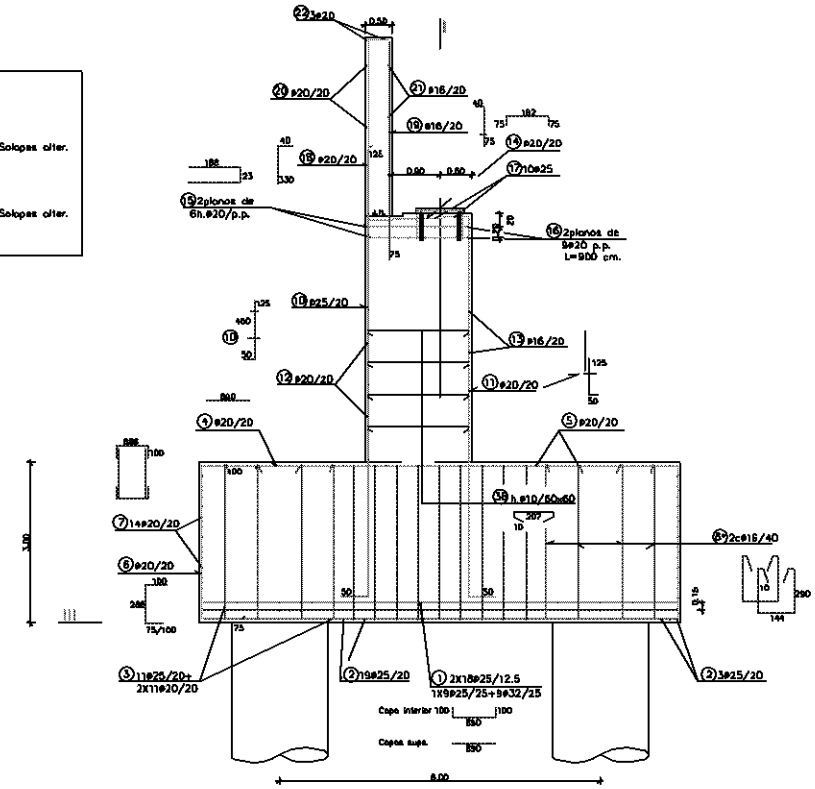
FECHA
DICIEMBRE 2007

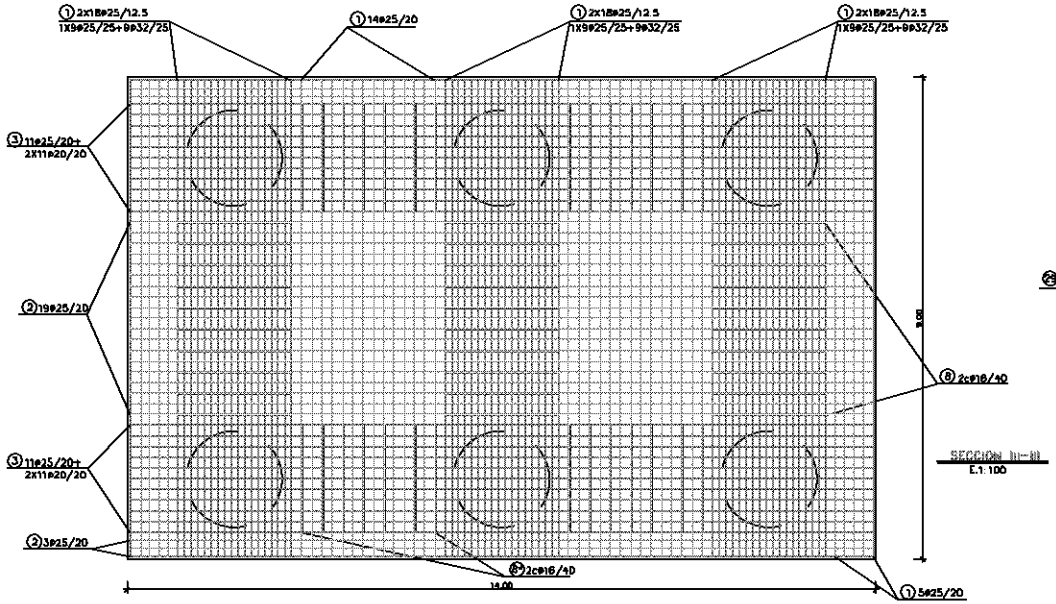
TÍTULO DEL PLANO
PASO ESTRIBO 1 EN VIADUCTO DE VALLFORNERA
ARMADURA ALETAS

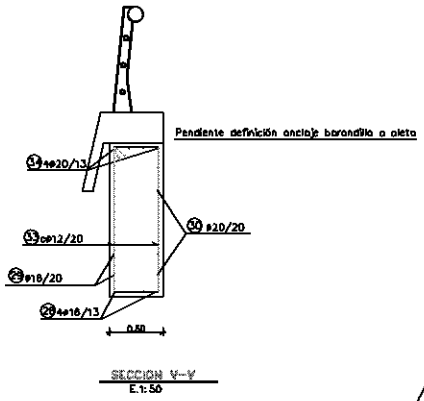
Nº DE PLANO
5.1.1.2
Hoja 6 de 8

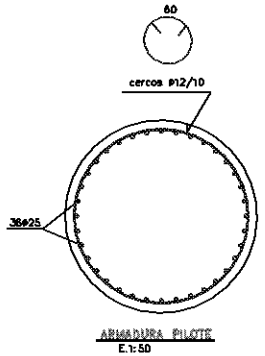












NOTA SOBRE RECUBRIMIENTOS

LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 7.5 CM A LA BARRA EXTERNA EXCEPTO EN PILOTES Y CARAS EN CONTACTO CON ENCEPADOS QUE SERAN DE 5CM Y EN PILOTES DE CARA (Vista Lateral).

CONDICIONES

HORMIGON
- LIMPIEZA: HM-15
- PILOTES: HA-25/F/20/Ile+Qb ; f_{ck}≥25 N/mm².
- ENCEPADOS: HA-25/B/20/Ile+Qb ; f_{ck}≥25 N/mm .
- Cantidad mínima de cemento tipo SR 350 Kg/m3.
- Relación a/c<0.5
- ALZADOS: HA-30/F/20/Ile ; f_{ck}≥30 N/mm².

ACERO
- CORRUGADO,SIMBOLO ø,B 500 S; f_{yk}≥500 N/mm².

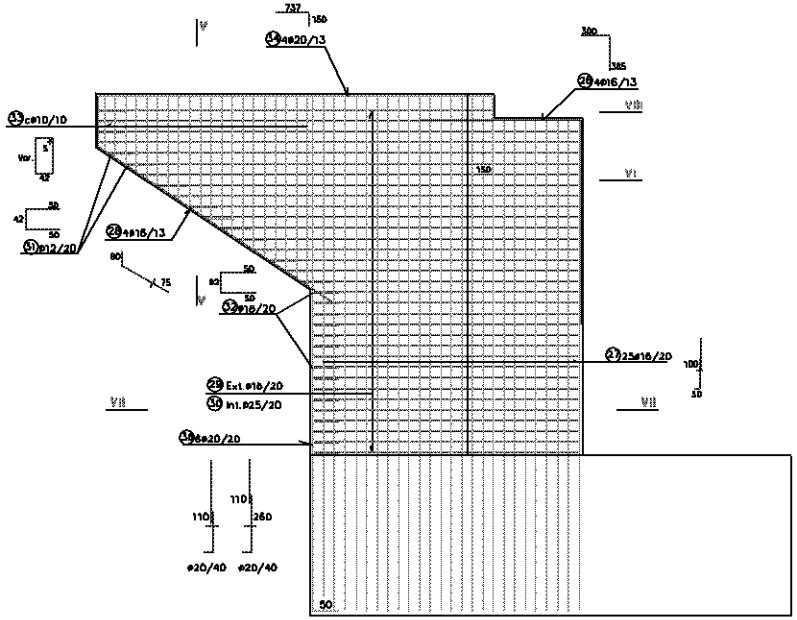
NIVELES DE CONTROL

-MATERIALES: INTENSO	ELU	γ_s=1.5	:	γ_c=1.15
	ELS	γ_s=1.0	:	γ_c=1.00
-EJECUCION :INTENSO	ELU	γ_g=1.35 ;	γ_q=1.00;	γ_p=1.50; γ_{fat}=1.50
	ELS	γ_g=1.00 ;	γ_q=1.00;	γ_p=1.00; γ_{fat}=1.00

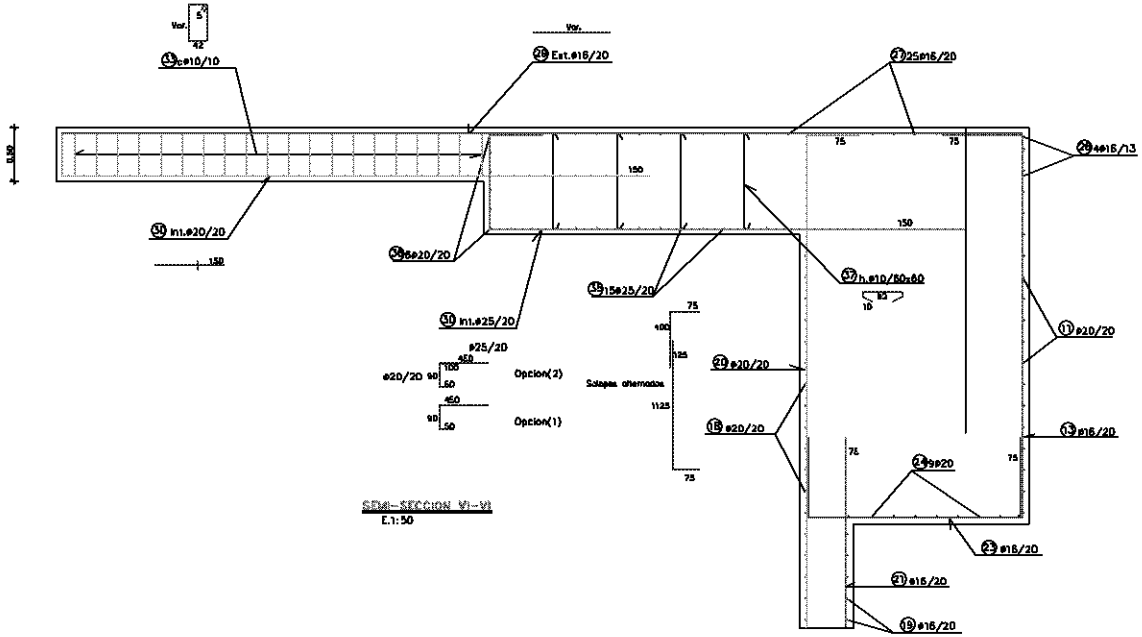
NOTAS SOBRE SOLAPES

LOS SOLAPES NO INDICADOS EN PLANOS SE REALIZARAN DE LA SIGUIENTE MANERA:
- EN UNA MISMA SECCION NO SE SOLAPARAN MAS DEL 50% DE LAS BARRAS
- LA LONGITUD MINIMA DE SOLAPE SERA DE 60 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA MAS DELGADA
- LA SEPARACION MINIMA ENTRE SOLAPES SERA DE 70 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA MAS DELGADA

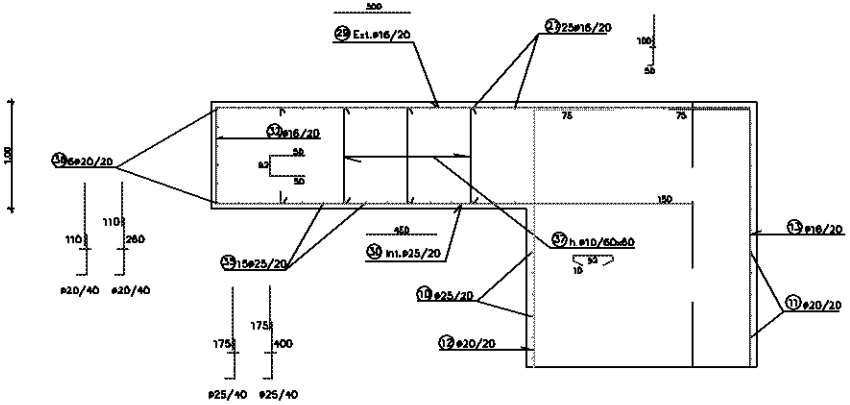
adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERAS SUBTRAMO : LA ROCA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	LL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO : Fdo.: JUAN LUIS MONJAS TORRES	LL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO : Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:100 1:50 Numérica Gráfica 0 2.50 m 0 1.25 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO DE VALLFORNERA ESTRIBO 2. ARMADO (I)	Nº DE PLANO 5.1.1.2 Hoja 7 de 8



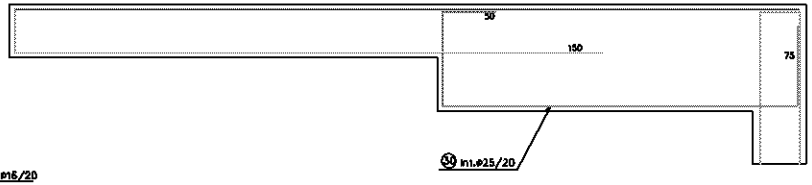
SECCION IV-IV
E.1:100

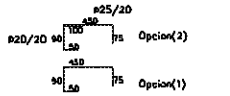


SEMI-SECCION VI-VI
E.1:50



SEMI-SECCION VII-VII
E.1:50





SEMI-SECCION VIII-VIII
E.1:50

NOTA SOBRE RECUBRIMIENTOS

LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3,5 CM A LA BARRA EXTERNA EXCEPTO EN FUSTE Y CARAS LATERALES DE ENCEPADO QUE SERAN DE 5cm Y EN PILOTES DE 8cm (como mínimo).

CONDICIONES

HORMIGON
- LIMPIEZA: HM-15
- PILOTES: HA-25/F/20/IIa+Qb ; f_{ck}≥25 N/mm².
- ENCEPADOS: HA-25/B/20/IIa+Qb ; f_{ck}≥25 N/mm .
- Cantidad mínima de cemento tipo SR 350 Kg/m3
- Relacion a/c<0.5
- ALZADOS: HA-30/F/20/IIa ; f_{ck}≥30 N/mm².

ACERO
- CORRUGADO, SIMBOLO ø,B 500 S; f_{yk}≥500 N/mm².

NIVELES DE CONTROL

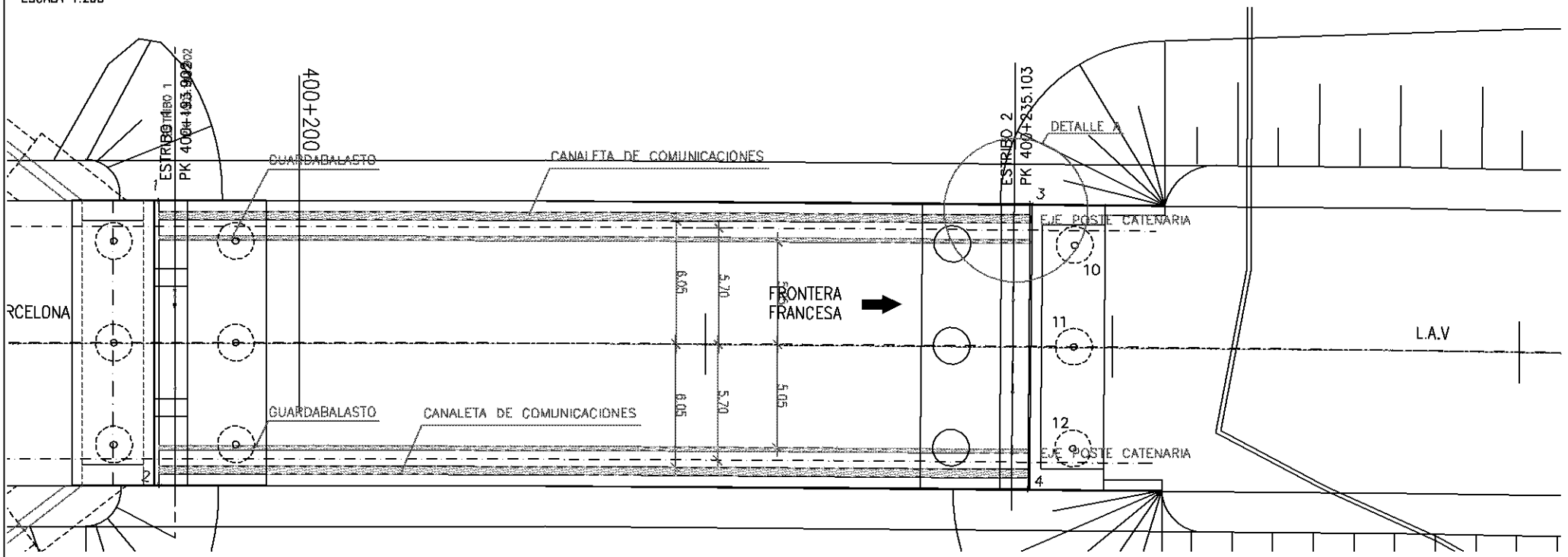
-MATERIALES: INTENSO	ELU	γ_c=1.5 ;	γ_s=1.15
	ELS	γ_c=1.0 ;	γ_s=1.00
-EJECUCION : INTENSO	ELU	γ_g=1.35 ; γ_q=1.00;	γ_p=1.50; γ_{ep}=1.50
	ELS	γ_g=1.00 ; γ_q=1.00;	γ_p=1.00; γ_{ep}=1.00

NOTAS SOBRE SOLAPES

LOS SOLAPES NO INDICADOS EN PLANOS SE REALIZARAN DE LA SIGUIENTE MANERA:
- EN UNA MISMA SECCION NO SE SOLAPARAN MAS DEL 50% DE LAS BARRAS
- LA LONGITUD MINIMA DE SOLAPE SERA DE 60 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA MAS DELGADA
- LA SEPARACION MINIMA ENTRE SOLAPES SERA DE 70 VECES EL DIAMETRO DE LA BARRA MAS DELGADA

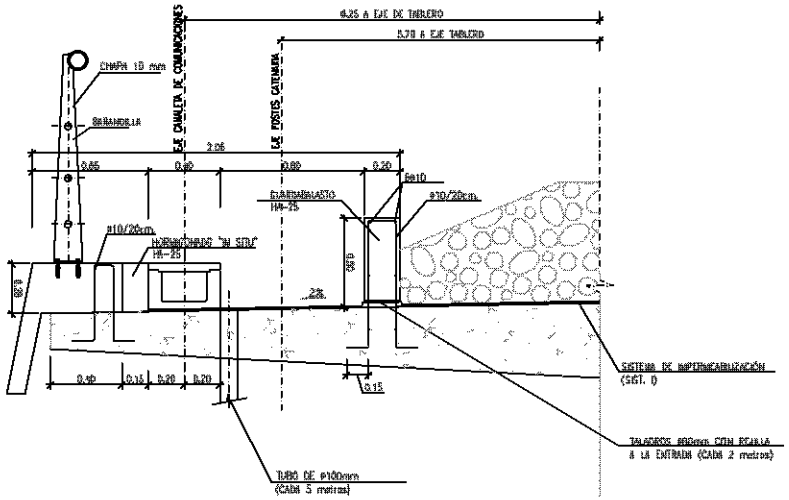
adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERAS SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	LL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	LL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:100 1:50 Numérica Gráfica 0 2.50 m 0 1.25 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO DE VALLFORNERA ESTRIBO2. ARMADO (II)	Nº DE PLANO 5.1.1.2 Hoja 8 de 8

PLANTA
ESCALA 1:200



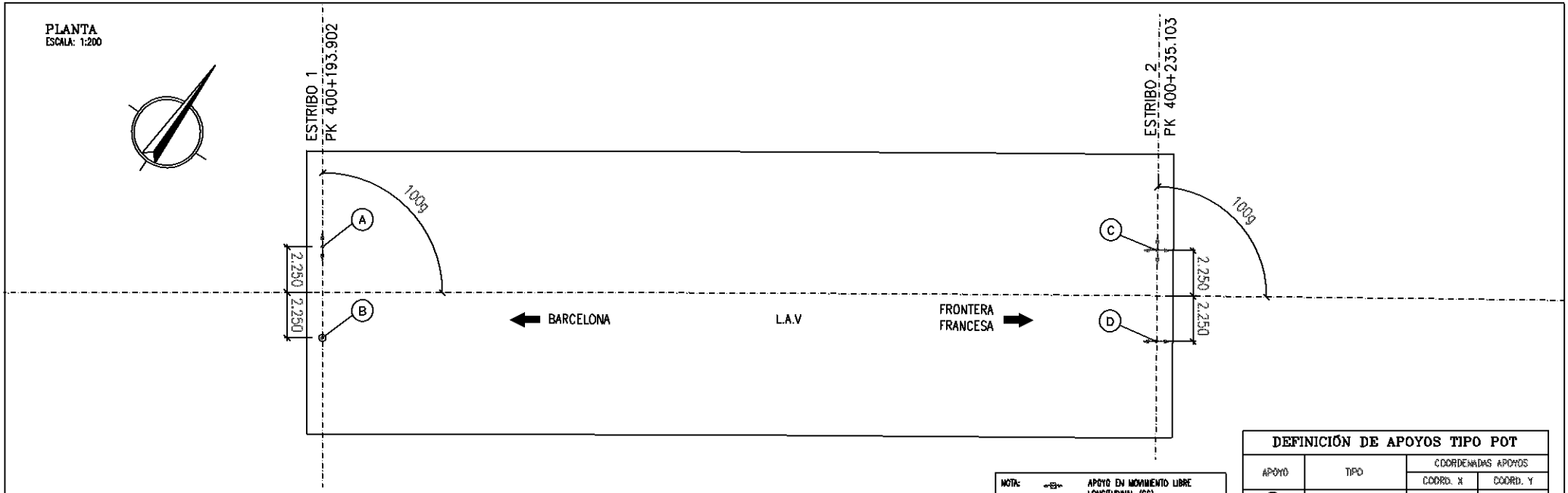
DETALLE A
ESCALA 1:30

NÚMERO	COORD.X	COORD.Y
1	446317.011	4607310.913
2	446325.121	4607299.536
3	446352.012	4607335.639
4	446360.033	4607324.164



adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES SUBTRAMO: LA ROSA DEL VALLÉS - LLINARS DEL VALLÉS	EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	EL AUTOR DE PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:200 1:50 Numérica Gráfica 0 5.00 m 0 0.75 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TÍTULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA TABLERO, DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y REPLANTEO	Nº DE PLANO 5.1.1.3 Hoja 1 de 7

PLANTA
ESCALA: 1:200



APARATO DE APOYO MULTIDIRECCIONAL	MESETA INFERIOR	MESETA SUPERIOR	ALTURA TOTAL	LARGURA TOTAL CHAPA SUP.	ANCHURA TOTAL CHAPA SUP.	L. SUP. ENTRE TORNILLOS	L. SUP. ENTRE TORNILLOS	DIST. ENTRE TORNILLOS	CHAPA INFERIOR
	h1	h2	POT	B5	L5	DM	DM'	DP	ØD2
E2 IZQUIERDO	92.5	92.5	115	670	720	684	634	479	630

Cotas en milímetros

APARATO DE APOYO UNIDIRECCIONAL Y FIJO	MESETA INFERIOR	MESETA SUPERIOR	ALTURA TOTAL	LARGURA TOTAL CHAPA SUP.	ANCHURA TOTAL CHAPA SUP.	L. SUP. ENTRE TORNILLOS	L. SUP. ENTRE TORNILLOS	DIST. ENTRE TORNILLOS	CHAPA INFERIOR
	h1	h2	POT	B5	L5	DM	DM'	DP	ØD2
E1 IZQUIERDO	98	—	202	710	710	638	638	570	710
E1 DERECHO	99	99	102	—	—	—	—	566	801
E2 DERECHO	87.5	87.5	125	630	670	634	594	479	630

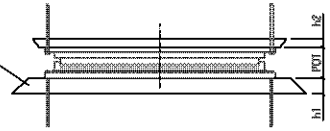
Cotas en milímetros

NOTA:
- APOYO EN MOVIMIENTO LIBRE LONGITUDINAL (GG)
- APOYO EN MOVIMIENTOS LIBRES LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (GL)
- APOYO FIJO (FX)

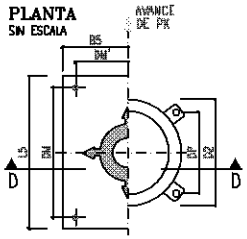
DEFINICIÓN DE APOYOS TIPO POT

APOYO	TIPO	COORDENADAS APOYOS	
		COORD. X	COORD. Y
A	GG-7800-1640-20	446320.409	4607307.525
B	FX-7800-1645	446323.021	4607303.860
C	GL-7800-100-20	446354.086	4607331.293
D	GG-7800-235-100	446356.664	4607327.805

MESETAS DE NIVELACIÓN DE MORTERO AUTONIVELANTE SIN REACCIÓN

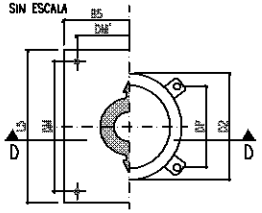


PLANTA
SIN ESCALA



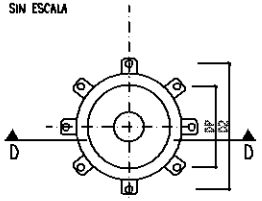
APOYO TIPO GL

PLANTA
SIN ESCALA



APOYO TIPO GG

PLANTA
SIN ESCALA



APOYO TIPO FX

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

HORMIGONES

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	CONTROL	γ
TABLERO	HP-40/P/20/Ia	ESTADÍSTICO	1.50
ALZADOS DE PILAS	HA-30/B/20/Ia	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACIONES Y ESTRIBOS	HA-25/B/20/Ia	ESTADÍSTICO	1.50
NIVELACIÓN	HM-15	--	--

ACEROS

ACEROS	TIPO	CONTROL	γ
ACERO PARA ARMAR CORRUGADO	B 500 S	NORMAL	1.15
ACERO PARA TESAR	Y 1860 S7	NORMAL	1.15

EJECUCIÓN DE LA OBRA

ELEMENTOS IN SITU CONTROL INTENSO.
COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE LAS ACCIONES SEGÚN EHE.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL TABLERO: 25 mm.

RECUBRIMIENTO NOMINAL DE LAS ARMADURAS EN EL RESTO DE LOS ELEMENTOS: 30 mm.

adif

PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES
SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÈS - LLINARS DEL VALLÈS

EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO:
Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO:
Fdo.: JOSÉ LUIS HERVÍAS SAP

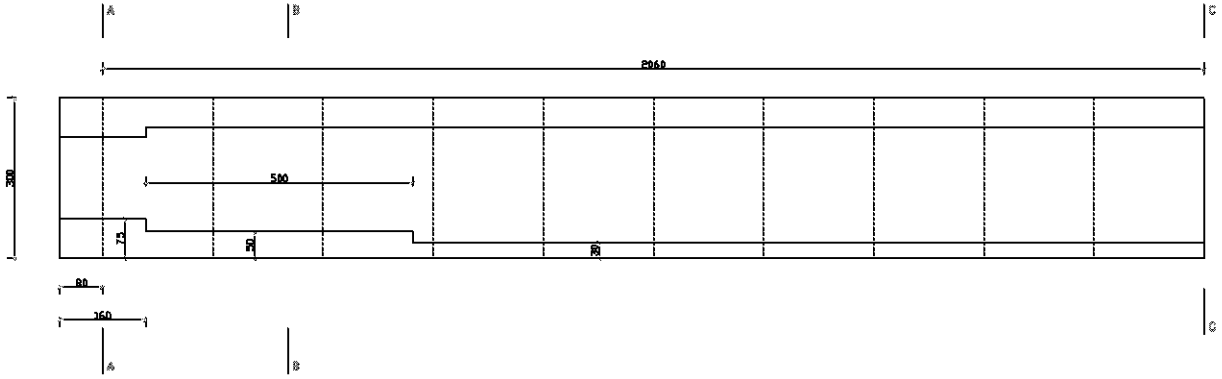
CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL S.A.

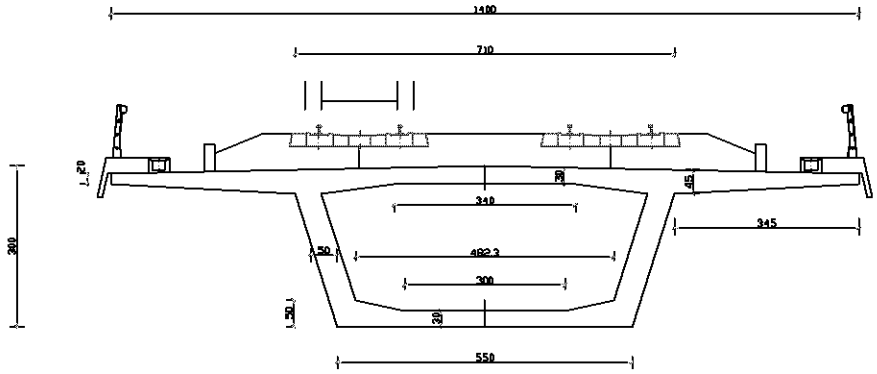
ESCALA NORMAL
1:200
Numérica
Gráfica
0 5.00 m

FECHA
DICIEMBRE 2007

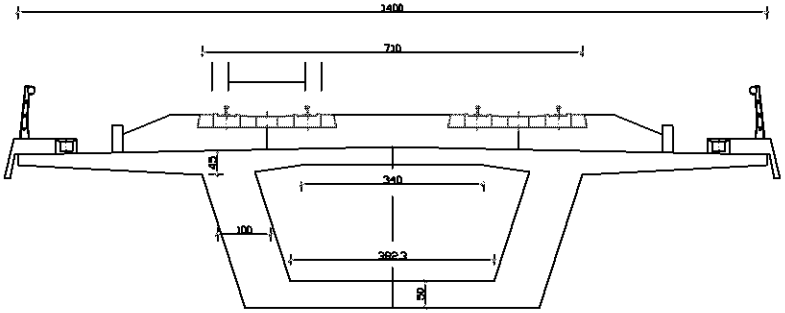
TÍTULO DEL PLANO
VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA
TABLERO. DEFINICIÓN DE LOS APARATOS DE APOYO

Nº DE PLANO
5.1.1.3
Hoja 2 de 7

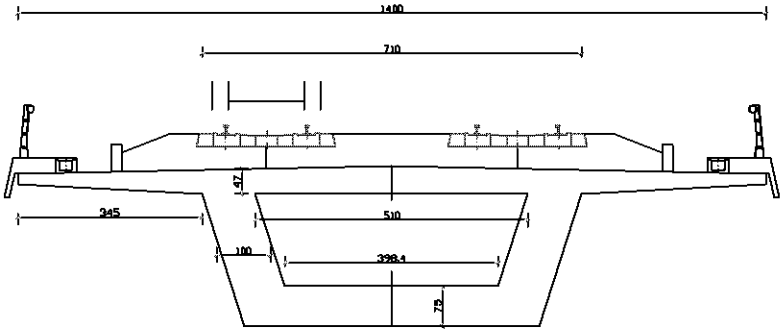




SECCION TIPO(C-C)
Escala 1/100 Cotas en cms.

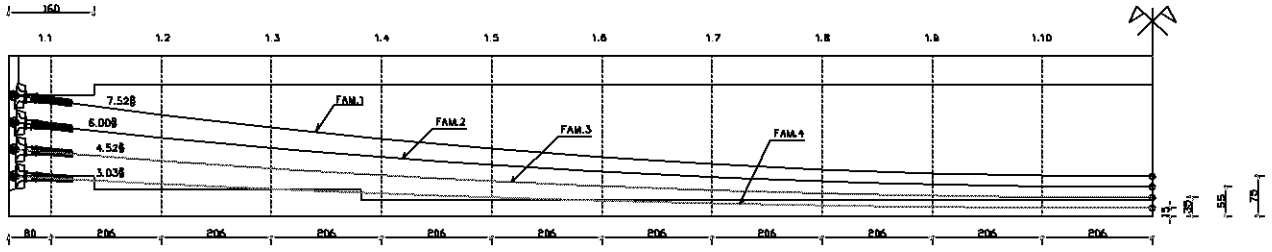


SECCION B-B
Escala 1/100 Cotas en cms.



SECCION A-A
Escala 1/100 Cotas en cms.

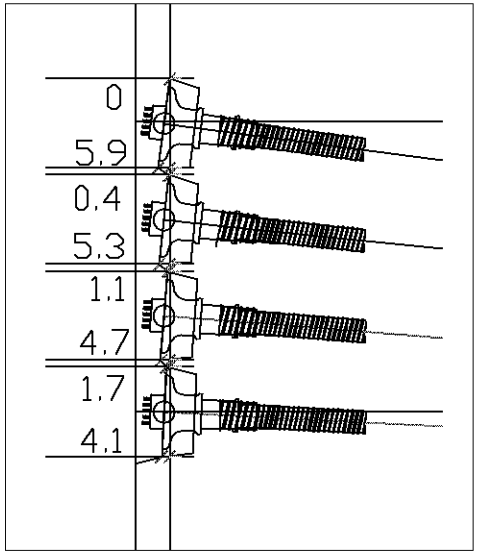
adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES SUBTRAMO : LA ROCA DEL VALLÉS - LLINARS DEL VALLÉS	LL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO : Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	LL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO : Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:100 Numérica Gráfica 0 2.50 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA TABLERO. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA. SECCIONES	Nº DE PLANO 5.1.1.3 Hoja 3 de 7

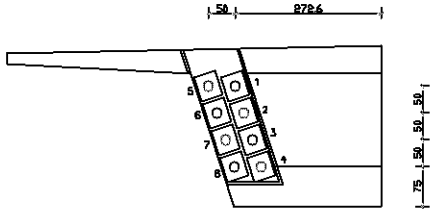


FAM.1	225	216.4	189.8	165.7	144.4	126.0	110.4	97.7	87.8	80.7	76.4	75
FAM.2	175	168.1	146.8	127.5	110.5	95.8	83.3	73.1	65.2	59.5	56.1	55
FAM.3	125	119.9	103.9	89.4	76.7	65.6	56.3	48.6	42.7	38.4	35.9	35
FAM.4	75	71.8	60.9	51.3	42.8	35.4	28.2	24.1	20.1	17.3	15.6	15

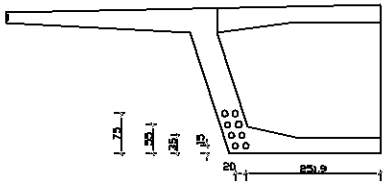
Distancias de ejes de tendones a fondo de encofrado

ALZADO PRETENSADO
Escala 1/100 Cotas en cm.



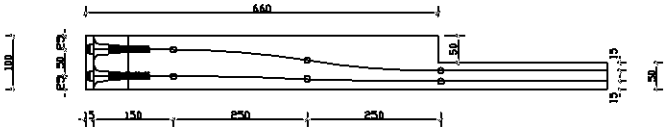


SECCIÓN POR DIAFRAGMA ESTRIBOS
Escala 1/100 Cotas en cm.

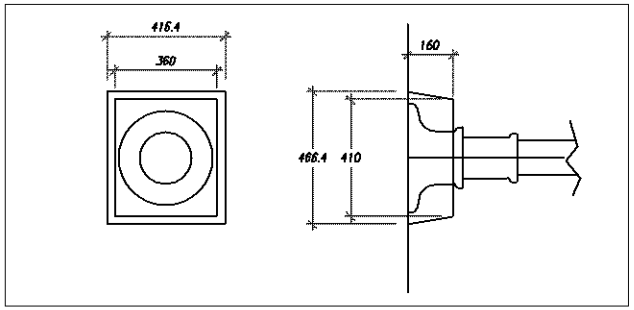


SEMI-SECCIÓN 1.11
Escala 1/100 Cotas en cm.

Diafragma de apoyo en estribo



DETALLE EN PLANTA DE TRAZADO EN ZONA DE ESTRIBOS
Escala 1/100 Cotas en cm.



5) INYECCION

Se inyectaran con mortero de cemento y preferiblemente los tendones a una presion mínima de 5 atmosferas. La entrada de lechada se realizara por los puntos bajos de las vainas, dejando respiraderos en los puntos altos sobre los pilas y los anclajes. Una vez que la lechada homogenea salga al exterior por los respiraderos, se obturaran las salidas y se elevara la presion de la lechada hasta 8 atmosferas. Relacion agua/cemento de la lechada = 0.40.

NOTAS SOBRE EL PRETENSADO LONGITUDINAL

1) DEFINICION

Se disponen 16 Uds. de (24ϕ0.5") cada uno, que van desde un extremo al otro disponiendo anclajes activos en ambos extremos.

TODAS LAS UNIDADES DE PRETENSADO, EN CADA FASE, SON IGUALES Y TIENEN LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

COMPOSICION: 24 TORONES DE 0.5" (24ϕ 0.5")
AREA UNITARIA: Ap.= 3344 mm2.
DIAMETRO INTERIOR DE LA VAINA: 110 mm.
PLACAS DE ANCLAJE: 380 x 380 mm2.
PESO POR M.L.: 26.45 kg/m.

LONGITUD DE LOS TENDONES: (Ver Cuadro)
LONGITUD APROXIMADA DE LOS TENDONES (MEDIDA EN EL EJE DE LA VIGA)

FAMILIA	①ϕ	②ϕ	③ϕ	④ϕ
	42.64	42.80	42.58	42.54

2) PRETENSADO DEFINITIVO

A los 7 dias como mínimo, y siempre que fcj alcances 350 Kp/cm2., se procederá al tesado definitivo. Cada tendon se tesara a una fuerza de 403 Kp. (Pi=P∞= 143 Kp/mm2.), medidas antes del blocaje de cuñas con penetracion de estas no mayor de 6 mm. Para el tesado se respetara estrictamente el orden que se indica en el siguiente cuadro:

FASE	ORDEN DE PUESTA EN TENSION
TODAS	4 7 2 5 1 3 8 6

3) CALIDAD DEL ACERO DE PRETENSADO

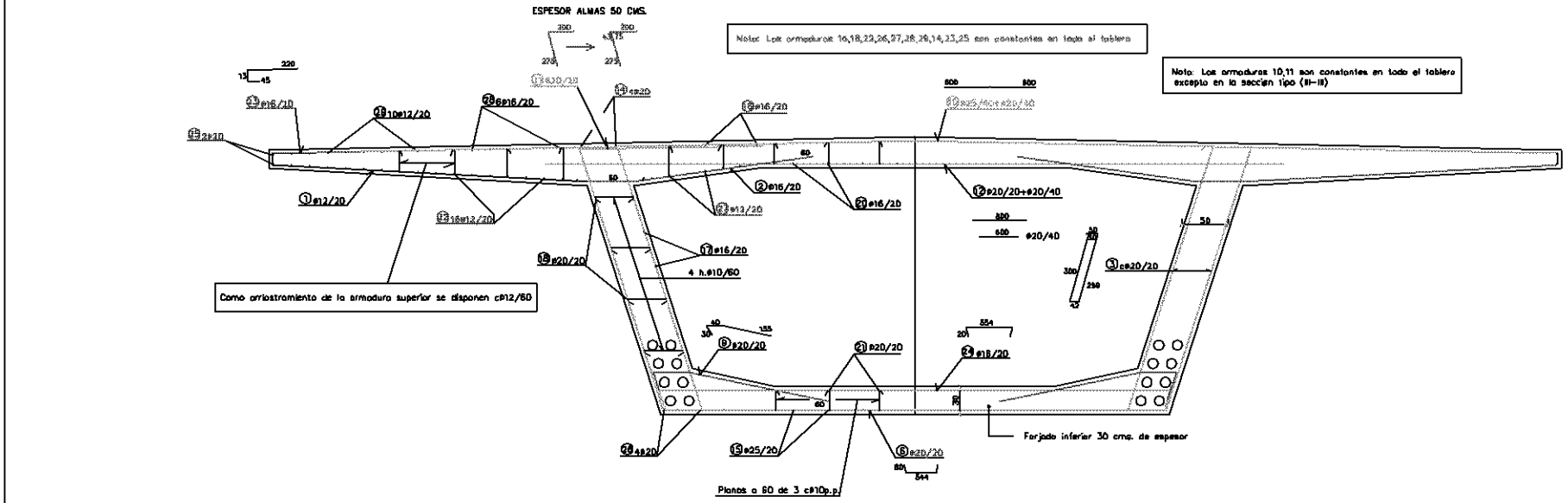
Carga de rotura caracteristica: fpkd 190 Kp/mm2.
Modulo Elastico: Epd= 19500 Kp/mm2.
Limite Elastico caracteristico: 0.2%, fyd=171 Kp/mm2.
Alargamiento en rotura sobre 500 mm.: δ 0.035
Relajacion a 1000 h.bajo Qi=0.7fpk,20°, ρ 1000 ≤ 2.0% Qi

4) ALARGAMIENTO PREVISTO (MM)

Medido antes de la penetracion de cuñas y contando con Epm= 20000 Kp/mm2., resulta:

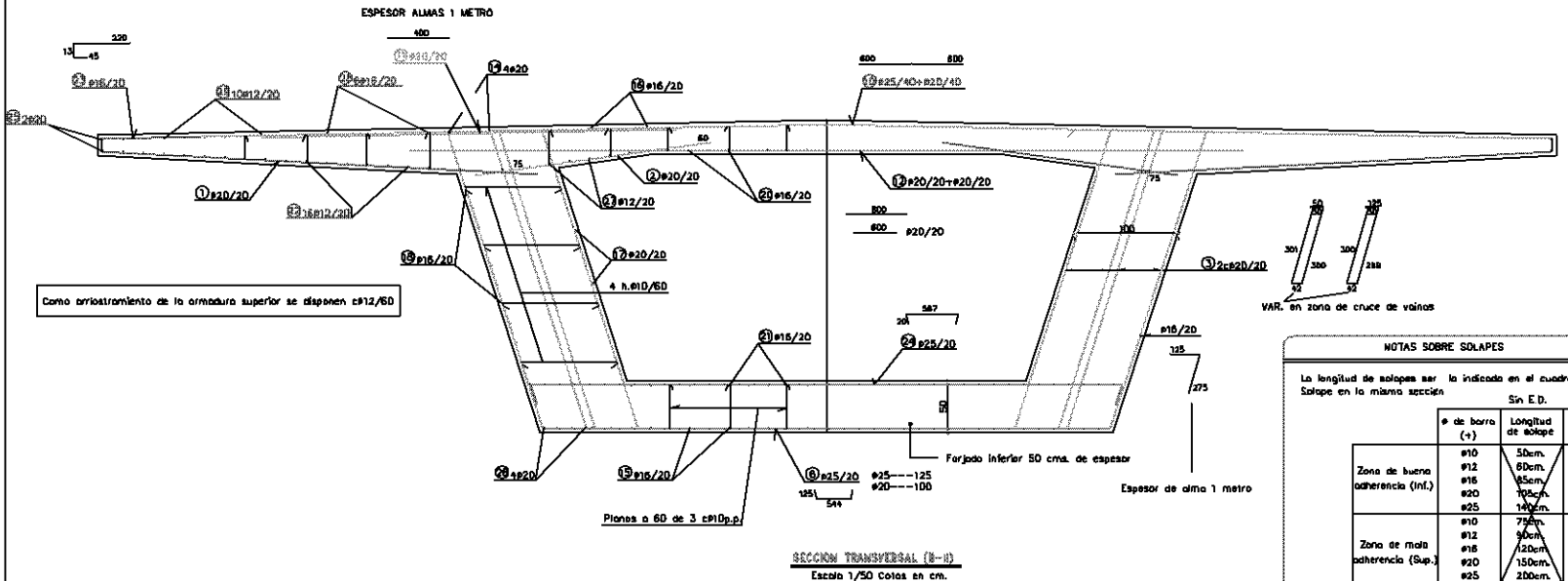
FAMILIA	1	2	3	4
EXTREMO 1	263	264	266	267
EXTREMO 2	--	--	--	--

adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJA PASTORES	EL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERMIDA SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:100 Numérica Gráfica 0 2.50 m	FECHA DICIEMBRE 2007
TITULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA TABLERO. PRETENSADO						Nº DE PLANO 5.1.1.3 Hoja 4 de 7



SECCION TRANSVERSAL TIPO (I-I)

Escala 1/50 Cotas en cm.



SECCION TRANSVERSAL (II-II)

Escala 1/50 Cotas en cm.

NOTAS SOBRE SOLAPES

La longitud de solapes ser la indicada en el cuadro adjunto
Solape en la misma seccion

	ø de barra (+)	Sin E.D. Longitud de solape	Con E.D. Longitud de solape
Zona de buena adherencia (inf.)	ø10	50cm.	70cm.
	ø12	60cm.	85cm.
	ø16	85cm.	115cm.
	ø20	105cm.	140cm.
	ø25	140cm.	180cm.
Zona de mala adherencia (Sup.)	ø10	75cm.	90cm.
	ø12	90cm.	110cm.
	ø16	120cm.	145cm.
	ø20	150cm.	180cm.
	ø25	200cm.	240cm.

NOTA SOBRE RECUBRIMIENTOS

LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR

CONDICIONES

HORMIGON

-TABLERO: HP-40/S/15/IIa ; f_c>40 N/mm². Relacion Agua/Cemento<0.43. Contenido ximo de Cemento: 400Kg/m³.

El hormigon llegar a la obra con consistencia seca debiendo pasarse a consistencia fluida mediante la adicion de un superfluidificante.

ACERO

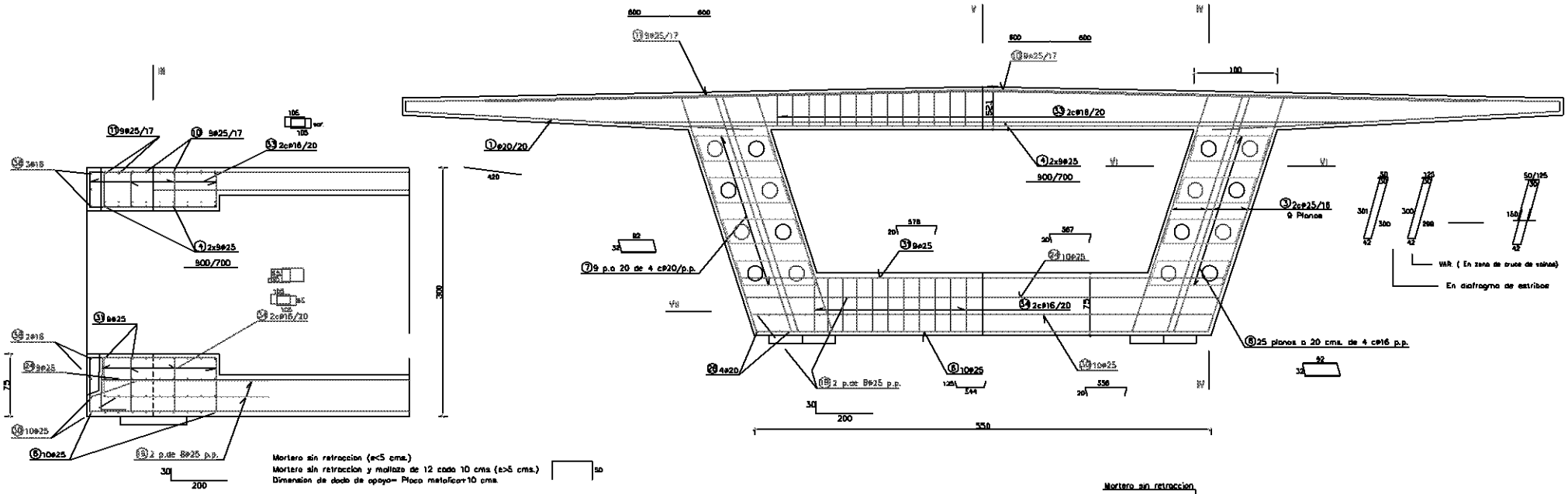
-CORRUGADO,SIMBOLO ø,B 500 S; f_y>500 N/mm².

NIVELES DE CONTROL

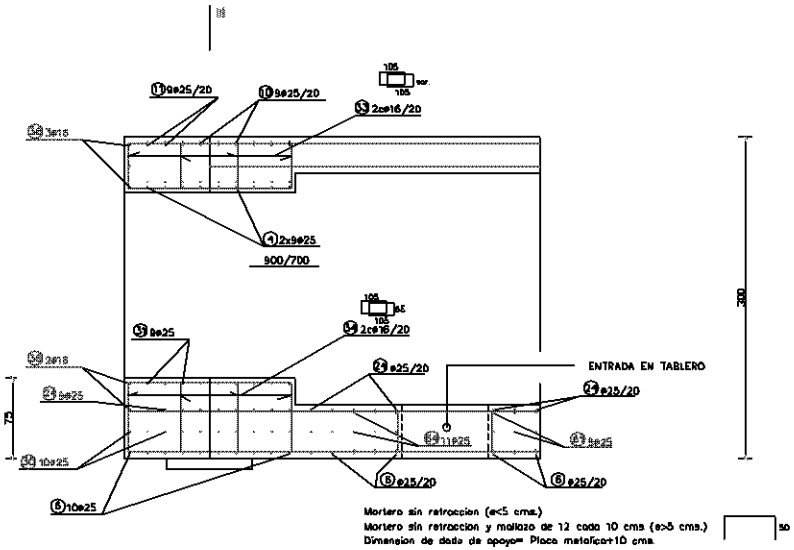
-MATERIALES: INTENSO ELU γ_c=1.5 ; γ_s=1.15 ELS γ_c=1.0 ; γ_s=1.00

-EJECUCION :INTENSO ELU γ_f=1.35 ; γ_c=1.00; γ_g=1.50; γ_p=1.50 ELS γ_f=1.00 ; γ_c=1.05; γ_g=1.00; γ_p=1.00

adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES SUBTRAMO : LA ROCA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO : Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	EL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO : Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:50 Numérica / Gráfica 0 1.25 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA TABLERO. ARMADO (I)	Nº DE PLANO 5.1.1.3 Hoja 5 de 7

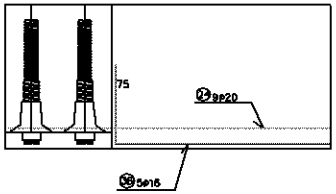


SECCION IV-IV
Escala 1/50 Cotas en cm.



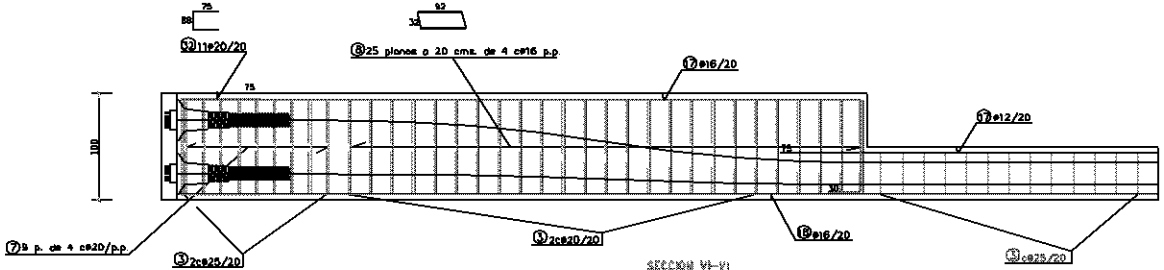
SECCION V-V
Escala 1/50 Cotas en cm.

SECCION TRANSVERSAL (III-III)
Escala 1/50 Cotas en cm.



REFUERZO PLACAS ANCLAJE
Escala 1/50 Cotas en cm.

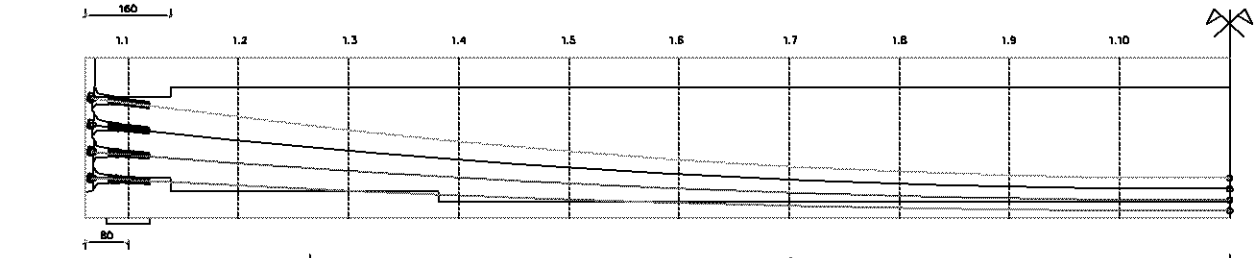
SECCION VII-VII (DETALLE APN. 36)
Escala 1/50 Cotas en cm.



SECCION VI-VI
Escala 1/50 Cotas en cm.

adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES SUBTRAMO: LA ROSA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES	EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	EL AUTOR DE PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:50 Numérica Gráfica 0 1.25 m	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA TABLERO. ARMADO (II)	Nº DE PLANO 5.1.1.3 Hoja 6 de 7

㉙2X10ø12/20 ㉘2X6ø16/20 ⑭2X4ø20 ⑱33ø16/20 ⑳19ø16/20 ㉗2X6ø12/20



Eje de apoyo en estribo

L=8 metros

⑮25ø16/20
㉑27ø16/20

100

⑮25ø20/20
㉑27ø16/20

L=12 metros

125

⑮25ø25/20
㉑27ø20/20

SECCION II-II

160 | 240 | 260 | 140 | 400

⑥	10ø25	ø25/20	ø20/20	ø20/20
㉔	10ø25	ø25/20	ø20/20	ø16/20
⑨				ø20/20
③	9x2cø25	2cø20/20	cø25/20	cø20/20
②		ø20/20		ø16/20
⑫		ø20/10		ø20/20+ø20/40
①		ø20/20		ø12/20
⑩	9ø25/17	ø20/20		ø25/40+ø20/40
⑪	9ø25/17	400 ø20/20		ø20/20 250 200

500

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE LA ARMADURA TRANSVERSAL

Escala 1/100 Cotas en cm.

NOTAS SOBRE SOLAPES

La longitud de solapes será la indicada en el cuadro adjunto
Solape en la misma sección

	ø de barra (+)	Sin E.D. Longitud de solape	Con E.D. Longitud de solape
Zona de buena adherencia (inf.)	ø10	50cm.	70cm.
	ø12	60cm.	85cm.
	ø16	85cm.	115cm.
	ø20	105cm.	140cm.
	ø25	140cm.	180cm.
Zona de mala adherencia (Sup.)	ø10	75cm.	90cm.
	ø12	80cm.	110cm.
	ø16	120cm.	145cm.
	ø20	150cm.	180cm.
	ø25	200cm.	240cm.

NOTA SOBRE RECUBRIMIENTOS

LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3.5 CM A LA BARRA EXTERIOR

CONDICIONES

HORMIGON

- TABLERO: HP-40/S/15/IIa : f_{ck}>40 N/mm². Relacion Agua/Cemento<0.43. Contenido Maximo de Cemento: 400Kg/m³. El hormigón llegará a la obra con consistencia seca debiendo ponerse a consistencia fluida mediante la adición de un superfluidificante.

ACERO

- CORRUGADO,SIMBOLO B 500 S; f_{yk}>500 N/mm².

NIVELES DE CONTROL

- MATERIALES: INTENSO — ELU γ_s=1.5 ; γ_c=1.15 — ELS γ_s=1.0 ; γ_c=1.00
- EJECUCION : INTENSO — ELU γ_f=1.35 ; γ_s=1.00; γ_c=1.50; γ_{cf}=1.50 — ELS γ_f=1.00 ; γ_s=1.00; γ_c=1.00; γ_{cf}=1.00

adif

PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA
TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - HIGUERES
SUBTRAMO : LA ROSA DEL VALLES - LLINARS DEL VALLES

EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO :
Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES

EL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO :
Fdo.: JOSE LUIS HERVIAS SAIZ

CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS):
SERCAL S.A.

ESCALA NORMAL 1:100 (Numérica / Gráfica) 0 2.50 m 0

FECHA: DICIEMBRE 2007

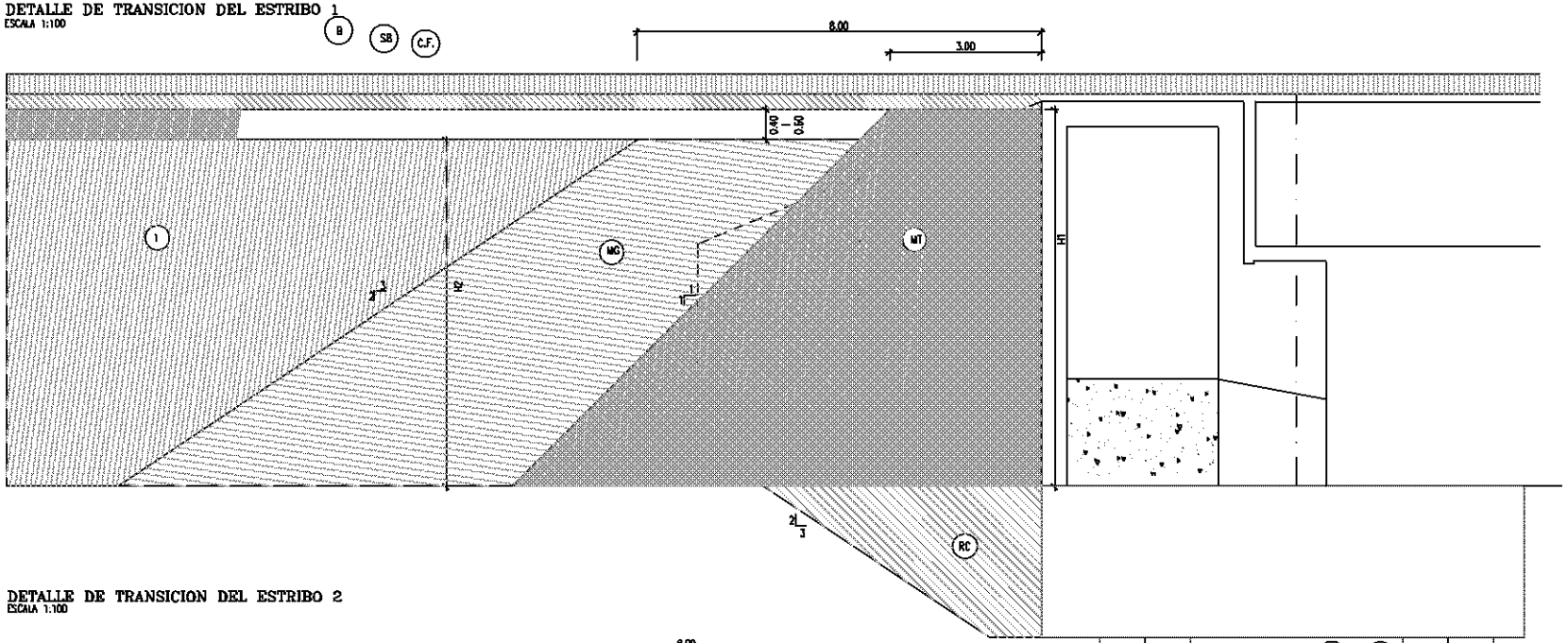
TÍTULO DEL PLANO: VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA TABLERO. ARMADO (III)

Nº DE PLANO: 5.1.1.3

Hoja 7 de 7

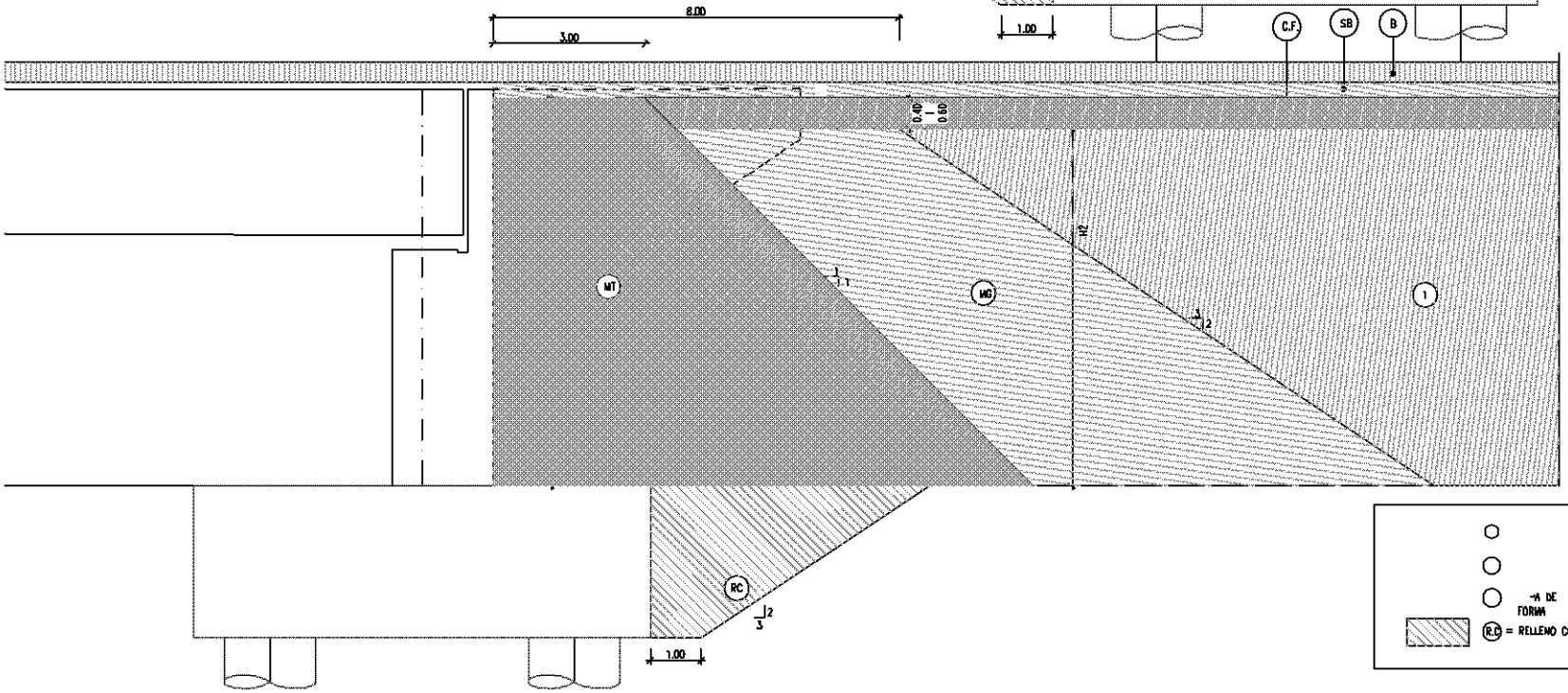
DETALLE DE TRANSICION DEL ESTRIBO 1

ESCALA 1:100



DETALLE DE TRANSICION DEL ESTRIBO 2

ESCALA 1:100



ALTURAS DE TALUDES		
ESTRIBO	ALTURA	
1	H1	7.45
	H2	6.85
2	H1	7.85
	H2	7.05

adif	PROYECTO CONSTRUIDO DE PLATAFORMA TITULO: L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES SUBTRAMO: LA ROSA DE VALLES - LLINARS DEL VALLES	EL DIRECTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JUAN LUIS MONJARAS TORRES	EL AUTOR DEL PROYECTO CONSTRUIDO: Fdo.: JOSE LUIS HERVAS SAIZ	CONSULTOR (ASISTENCIA AL CONTROL DE OBRAS): SERCAL S.A.	ESCALA NORMAL 1:100 Numérica Gráfica 0 2.50 m 0	FECHA DICIEMBRE 2007	TITULO DEL PLANO VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DETALLES, CUÑAS DE TRANSICION EN ESTRIBOS	Nº DE PLANO 5.1.1.4 Hoja 1 de 1

ANEJO 2: PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA DEL VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS.

FEBRERO DE 2010

Peticionario: A.D.I.F. C/ Titán nº 4, 28045 MADRID.

ÍNDICE

Pag. nº

1.- INTRODUCCIÓN 3
2.- DATOS DE LA ESTRUCTURA 3
3.- JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA 4
4.- MEDIDAS A REALIZAR 5
4.1. SOBRE FLECHAS 5
4.2. SOBRE ACELERACIONES 5
4.3. SOBRE DEFORMACIONES UNITARIAS 5
4.4. OTRAS MEDIDAS 5
5.- PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO 6
5.1. PRUEBAS ESTÁTICAS 6
5.2. PRUEBAS DINÁMICAS 6
6.- PREVISIÓN DE RESULTADOS 7

ANEJO 2-A- DOCUMENTACIÓN GRÁFICA UTILIZADA
ANEJO 2-B- EVALUACIÓN DE FLECHAS
ANEJO 2-C- TREN DE CARGAS Y SITUACIÓN DE LOS APARATOS DE MEDIDA
ANEJO 2-D- ANÁLISIS DE PROYECTO

1.- INTRODUCCIÓN

A instancias del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (A.D.I.F.), se redacta el presente documento cuyo objeto es la especificación de la Prueba de Carga de recepción de la estructura de la obra **"VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. DE MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA - FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS - LLINARS DEL VALLÉS"**, de acuerdo a las condiciones del contrato de asistencia para la realización de pruebas de carga e inspecciones de puentes de la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa. Tramo: La Roca del Vallés-Riudellots de la Selva, suscrito por la UTE PC LAV LA ROCA DEL VALLÉS-RIUDELLOTS DE LA SELVA (GEOCISA-INTEMAC).

El alcance del citado contrato es la realización de las preceptivas pruebas de carga en las estructuras, con anterioridad a su puesta en servicio, de acuerdo con la "Instrucción de acciones a considerar en puentes de ferrocarril".

2.- DATOS DE LA ESTRUCTURA

La estructura objeto de la Prueba de Carga se trata de un viaducto constituido por un vano isostático con una longitud entre apoyos de 41,20 m.

El tablero es de hormigón postesado, con sección transversal de tipo cajón de canto 3 m. La losa superior presenta voladizos de 3,45 m de anchura, rematados en los bordes libres con la imposta. La anchura total del tablero es de 14 m. La cara superior del tablero presenta pendientes del 2% desde el centro hacia los bordes. El canto mínimo de los voladizos es de 20 cm en los bordes.

El apoyo del tablero en los estribos se consigue mediante aparatos de apoyo tipo POT.

El viaducto no presenta esviaje alguno.

El tablero se completa mediante aceras, impostas, barandillas, canaletas y muretes guardabalasto.

Sobre el tablero se disponen dos vías de ferrocarril de ancho internacional sobre una capa de balasto centrada sobre el tablero.

La documentación facilitada por el Peticionario consiste en los planos de la estructura en soporte informático y la memoria de cálculo. En el Anejo 2-A se incluye copia de los planos facilitados.

3.- JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA

Para la realización de la Prueba de Carga el Peticionario nos ha confirmado la disponibilidad del siguiente tren de cargas: 2 locomotoras CONTINENTAL RAIL MODELO SERIE 37 con un peso unitario de 120 t y 2 tolvas con un peso unitario de 80 t.

Las características del tren de cargas en lo que a geometría y peso por eje se refiere vienen expresadas en el Anejo 2-C, donde se acompañan, además, los croquis con la disposición de cargas sobre el tablero durante las pruebas estáticas.

El peso total máximo de las cargas situadas sobre la estructura durante la realización de las pruebas estáticas será de 400 t.

La Prueba de Carga, según se detalla en el Anejo 2-B, representa frente a las cargas de proyecto los porcentajes incluidos en la siguiente tabla.

PORCENTAJES DE SOLICITACIÓN DE PRUEBA FRENTE A PROYECTO

CARGAS	MOMENTO EN CENTRO DE VANO
52%	46%

El cálculo de los valores consignados se encuentra en el Anejo 2-B.

4.- MEDIDAS A REALIZAR

A continuación se exponen las medidas que se realizarán durante los ensayos de Prueba de Carga, mediante la instrumentación que se detalla en los croquis del Anejo 2-C.

4.1. SOBRE FLECHAS

Los desplazamientos medidos serán los verticales, en las posiciones definidas en el Anejo 2-C.

La medida de las flechas será realizada mediante anillos extensométricos, registrándose dichas medidas, tanto durante las pruebas estáticas como durante las dinámicas.

4.2. SOBRE ACELERACIONES

Durante las pruebas dinámicas se procederá a un registro de las aceleraciones verticales con el objeto de evaluar la frecuencia fundamental de oscilación de la estructura.

La medida de las aceleraciones verticales se realizará mediante un acelerómetro piezoeléctrico integrado en la cadena de medida.

4.3. SOBRE DEFORMACIONES UNITARIAS

Se medirán las deformaciones en la cara inferior del tablero en la posición que se define igualmente en el Anejo 2-C. Para ello se emplearán bandas extensométricas.

4.4. OTRAS MEDIDAS

Se procederá a un registro continuo de temperatura y humedad relativa ambiente, durante toda la realización del ensayo.

5.- PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

5.1. PRUEBAS ESTÁTICAS

Para la realización de las pruebas estáticas se posicionará el tren de carga según la disposición indicada en los croquis del Anejo 2-C.

Las medidas serán realizadas de acuerdo con los escalones siguientes:

ESCALÓN 0: Puesta a cero de los aparatos.

ESCALÓN 1: Situación de la carga.

ESCALÓN 2: Estabilización de las medidas. Se realizarán medidas continuas hasta comprobar la estabilización de las mismas.

ESCALÓN 3: Descarga total y medida de la recuperación. Las lecturas se realizarán de una forma continua hasta alcanzar una recuperación del 85% en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga.

5.2. PRUEBAS DINÁMICAS

Para las pruebas dinámicas se hará uso del tren de cargas formado por una de las locomotoras utilizadas en las pruebas estáticas.

Se realizarán las siguientes pruebas de carácter dinámico:

Ensayo Cuasiestático: Paso de la locomotora por la estructura circulando a la velocidad de 5 km/h, (paso de hombre).

Ensayo Dinámico Lento: Paso de la locomotora del ensayo anterior

circulando en el mismo sentido y a la velocidad de 30 km/h.

Ensayo Dinámico Rápido: Paso de la locomotora del ensayo cuasiestático circulando en el mismo sentido y a la máxima velocidad posible.

Ensayo de Frenado: Paso de una locomotora cualquiera circulando a la máxima velocidad posible y frenando sobre el tablero.

Las pruebas se realizarán en el siguiente orden:

ESTÁTICA
CUASIESTÁTICA
DINÁMICA LENTA
DINÁMICA RÁPIDA
FRENADO

6.- PREVISIÓN DE RESULTADOS

En el Anejo 2-B figura la relación de las flechas que cabe esperar durante el ensayo estático, así como la estimación de la frecuencia fundamental de flexión de la estructura.

A continuación se expone el resumen de los valores calculados para las características de los materiales definidos en proyecto. La situación de los puntos de medida se indica en el croquis de instrumentación del Anejo 2-C.

La flecha calculada en la sección de centro de vano para las características de los materiales definidos en proyecto es de 10,74 mm.

La deformación unitaria en la sección de centro de vano para las características de los materiales definidos en proyecto es de $117 \cdot 10^{-6}$.

El valor estimado para la frecuencia fundamental de flexión del tablero es de 2,96Hz.

==========

==========

==========

El presente documento consta de 9 páginas numeradas y selladas y de 4 Anejos.

Madrid, 19 de febrero de 2010

POR EL DEPARTAMENTO DE
CONTROLES ESPECIALES

Fdo. Noemí Pérez García
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL JEFE DE LA SECCIÓN DE
ESTRUCTURAS

Fdo. José Ramón Arroyo Arroyo
Ingeniero Industrial

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE
CONTROLES ESPECIALES

Fdo. Ramón Álvarez Cabal
Dr. Ingeniero Industrial

EL DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE
CONTROL DE PROYECTO

Fdo. Justo Díaz Lozano
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

ANEJO 2-A- DOCUMENTACIÓN GRÁFICA UTILIZADA

ANEJO 2-B- EVALUACIÓN DE FLECHAS

ESTIMACIÓN DE CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS PARA LA PRUEBA DE CARGA DEL VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

0.-UNIDADES

$t := 1000 \cdot kgf$ $tm := 1000 \cdot kg$

$ORIGIN := 1$

$N := 1 \cdot newton$

$kN := 1000 \cdot N$

1.- DATOS GENERALES

$Luz := 41.20m$

$ancho_acera := 0.55 \cdot m$ $canto_acera := 0.28 \cdot m$

$ancho_mguardabalasto := 0.20 \cdot m$ $canto_mguardabalasto := 0.50 \cdot m$

Cargas correspondientes al tablero completo:

$AB := 5.05 \cdot m$ Ancho del balasto mitad del tablero

$eB := 0.60 \cdot m$ Espesor del balasto (supuesto)

$\rho B := 1800 \cdot \frac{kg}{m^3}$ Densidad del balasto

Cargas correspondientes a solo una viga:

$m_{vias} := 650 \cdot \frac{kg}{m}$ Railes y traviesas (1 vía)

$m_{barandilla} := 800 \cdot \frac{kg}{m}$ Barandilla e imposta (1 lado)

$m_{instalaciones} := 500 \cdot \frac{kg}{m}$ Conductos, canaleta y cableados (1 lado) (supuesto)

$m_{balasto} := AB \cdot eB \cdot \rho B$ Balasto medio tablero

$ancho_tablero := 14m$ Ancho del tablero

$f_{ckv} := 40 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $f_{ckl} := 25 \cdot \frac{N}{mm^2}$ Resistencia característica de los hormigones de la viga y de las aceras y murets guardabalasto

$f_{cml} := f_{ckl} + 8 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $f_{cml} = 33 \frac{N}{mm^2}$ Resistencia media del hormigón de la losa

$f_{cmv} := f_{ckv} + 8 \cdot \frac{N}{mm^2}$ $f_{cmv} = 48.00 \frac{N}{mm^2}$ Resistencia media del hormigón de la viga

$E_{cv} := 10000 \cdot \sqrt[3]{f_{cmv}} \cdot \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{\frac{2}{3}}$ $E_{cv} = 3.634 \times 10^4 \frac{N}{mm^2}$ Módulo de deformación del hormigón de la viga

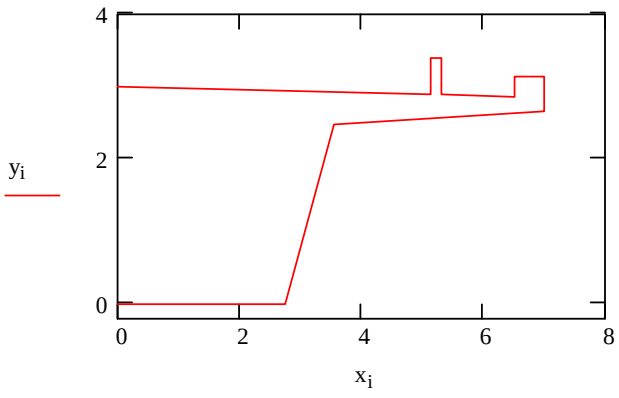
$E_{cl} := 10000 \cdot \sqrt[3]{f_{cml}} \cdot \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{\frac{2}{3}}$ $E_{cl} = 3.208 \times 10^4 \frac{N}{mm^2}$ Módulo de deformación del hormigón de la acera y murete

$ae := \sqrt[3]{\frac{f_{cml}}{f_{cmv}}}$ $ae = 0.883$ $E_s := 2.1 \cdot 10^6 \cdot \frac{kgf}{cm^2}$

2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN B-B

Número de vértices $n := 12$ $i := 1 .. n$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
275·cm	0·cm
355·cm	248·cm
700·cm	266·cm
700·cm	314·cm
700·cm – 55·ae·cm	314·cm
700·cm – 55·ae·cm	286·cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm	289.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm	339.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm – 20·ae·cm	339.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm – 20·ae·cm	289.5cm
0	300cm
0	0cm



$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$

$$area_1a := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j \right]}{2}$$ $area_1a = 10.862\,m^2$ Área de la sección 1

$$h_{g_1a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left(y_j + y_{j+1}\right)}{6 \cdot area_1a} \qquad h_{g_1a} = 1.701\,m$$

Ordenada del c.d.g.de la sección 1

$$I_{bx_1a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left[\left(y_j + y_{j+1}\right)^2 - y_j \cdot y_{j+1}\right]}{12} - area_1a \cdot h_{g_1a}^{\,2}$$

$$I_{bx_1a} = 8.707\,m^4$$

Momento de inercia de la sección 1 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

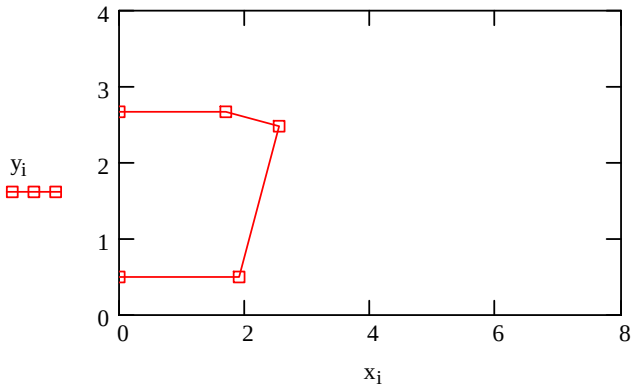
Número de vértices $n := 5$ $i := 1 .. n$

$x_i :=$

0·cm
191.15cm
255·cm
170·cm
0cm

$y_i :=$

50·cm
50·cm
248·cm
267·cm
267·cm



$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$

$$area_2a := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right]}{2} \qquad area_2a = 4.821\,m^2$$

$$h_{g_2a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left(y_j + y_{j+1}\right)}{6 \cdot area_2a} \qquad h_{g_2a} = 1.624\,m$$

Ordenada del c.d.g. de la sección 2 respecto el eje de abscisas

$$I_{bx_2a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left[\left(y_j + y_{j+1}\right)^2 - y_j \cdot y_{j+1}\right]}{12} - area_2a \cdot h_{g_2a}^{\,2}$$

$I_{bx_2a} = 1.828\,m^4$ Momento de inercia de la sección 2 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

$area_a := area_1a - area_2a$ $area_a = 6.042\,m^2$ Área de la semisección

$area_viga := area_a - (ancho_acera \cdot canto_acera + ancho_mguardabalasto \cdot canto_mguardabalasto) \cdot ae$

$area_viga = 5.818\,m^2$ Área de la semiviga aislada

$h_{ga} := \dfrac{area_1a \cdot h_{g_1a} - area_2a \cdot h_{g_2a}}{area_a}$ $h_{ga} = 1.764\,m$ Ordenada del centro de gravedad de la semisección

$I_{bx_a} := \left[I_{bx_1a} + area_1a \cdot \left(h_{ga} - h_{g_1a}\right)^2 \right] - \left[I_{bx_2a} + area_2a \cdot \left(h_{ga} - h_{g_2a}\right)^2 \right]$

$I_{bx_a} = 6.826\,m^4$ Momento de inercia de la mitad de la sección respecto de un eje horizontal pasando por el c.d.g.

$I_{b1} := I_{bx_a}$

2.1.CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MODELO

$m_v := 2500 \cdot \dfrac{kg}{m^3} \cdot area_viga$ $m_v = 14544\,\dfrac{kg}{m}$ Masa de la semiviga aislada

$m_b := 2500 \cdot \dfrac{kg}{m^3} \cdot [\, area_a + ancho_acera \cdot (1 - ae) \cdot canto_acera + ancho_mguardabalasto \cdot (1 - ae) \cdot canto_mguardabalasto \,]$

$m_b = 15179\,\dfrac{kg}{m}$ Masa de la semiviga, acera y murete guardabalasto

$m_b := m_b + m_{instalaciones} + m_{vias} + m_{balasto} + m_{barandilla}$ $m_b = 22583\,\dfrac{kg}{m}$

Las características del tablero completo son:

$area_a1 := 2area_a$

$area_a1 = 12.084\,m^2$ Área total

$I_{b1} := 2I_{b1}$

$I_{b1} = 13.652\,m^4$ Inercia total

$m_{b1} := 2 \cdot m_b$

$m_{b1} = 45166 \frac{kg}{m}$

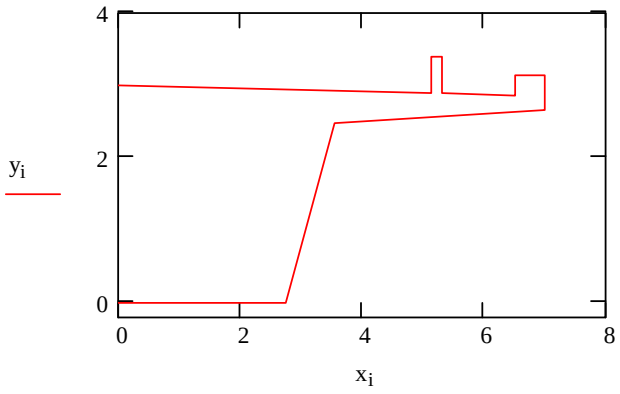
$\rho V1 := \frac{m_{b1}}{area_a1}$

$\rho V1 = 3.738 \frac{tm}{m^3}$ Densidad

3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN C-C

Número de vértices $n := 12$ $i := 1 .. n$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
275·cm	0·cm
355·cm	248·cm
700·cm	266·cm
700·cm	314·cm
700·cm – 55·ae·cm	314·cm
700·cm – 55·ae·cm	286·cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm	289.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm	339.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm – 20·ae·cm	339.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm – 20·ae·cm	289.5cm
0	300cm
0	0cm



$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$

$$area_1a := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right]}{2}$$ $area_1a = 10.862\,m^2$ Área de la sección 1

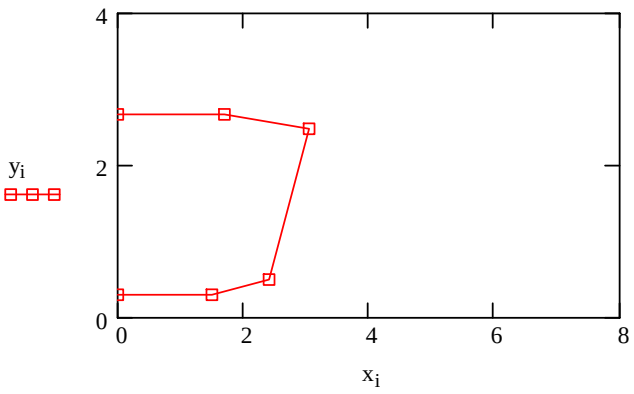
$$h_{g_1a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left(y_j + y_{j+1}\right)}{6 \cdot area_1a}$$ $h_{g_1a} = 1.701\,m$ Ordenada del c.d.g.de la sección 1

$$I_{bx_1a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left[\left(y_j + y_{j+1}\right)^2 - y_j \cdot y_{j+1}\right]}{12} - area_1a \cdot h_{g_1a}^2$$

$I_{bx_1a} = 8.707\,m^4$ Momento de inercia de la sección 1 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

Número de vértices $n := 6$ $i := 1 .. n$

$x_i :=$	$y_i :=$
$0 \cdot cm$	$30 \cdot cm$
$150cm$	$30 \cdot cm$
$241.15 \cdot cm$	$50 \cdot cm$
$305 \cdot cm$	$248 \cdot cm$
$170cm$	$267 \cdot cm$
$0 \cdot cm$	$267 \cdot cm$



$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$

$$area_2a := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right]}{2} \qquad area_2a = 6.249\,m^2$$

$$h_{g_2a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left(y_j + y_{j+1}\right)}{6 \cdot area_2a} \qquad h_{g_2a} = 1.533\,m$$

Ordenada del c.d.g. de la sección 2 respecto el eje de abscisas

$$I_{bx_2a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left[\left(y_j + y_{j+1}\right)^2 - y_j \cdot y_{j+1}\right]}{12} - area_2a \cdot h_{g_2a}^2$$

$I_{bx_2a} = 2.738\,m^4$ Momento de inercia de la sección 2 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

$area_a := area_1a - area_2a$ $area_a = 4.613\,m^2$ Área de la semisección

$area_viga := area_a - (ancho_acera \cdot canto_acera + ancho_mguardabalasto \cdot canto_mguardabalasto) \cdot ae$

$area_viga = 4.389\,m^2$ Área de la semiviga aislada

$h_{ga} := \frac{area_1a \cdot h_{g_1a} - area_2a \cdot h_{g_2a}}{area_a}$ $h_{ga} = 1.929\,m$ Ordenada del centro de gravedad de la semisección

$I_{bx_a} := \left[I_{bx_1a} + area_1a \cdot \left(h_{ga} - h_{g_1a}\right)^2 \right] - \left[I_{bx_2a} + area_2a \cdot \left(h_{ga} - h_{g_2a}\right)^2 \right]$

$I_{bx_a} = 5.553\,m^4$ Momento de inercia de la semisección respecto de un eje horizontal pasando por el c.d.g.

$I_{b1} := I_{bx_a}$

3.1.CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MODELO

$m_v := 2500 \cdot \frac{kg}{m^3} \cdot area_viga$ $m_v = 10972\,\frac{kg}{m}$ Masa de la semiviga aislada

$m_b := 2500 \cdot \frac{kg}{m^3} \cdot [\, area_a + ancho_acera \cdot (1 - ae) \cdot canto_acera + ancho_mguardabalasto \cdot (1 - ae) \cdot canto_mguardabalasto \,]$

$m_b = 11607\,\frac{kg}{m}$ Masa de la semiviga, acera y murete guardabalasto

$m_b := m_b + m_{instalaciones} + m_{vias} + m_{balasto} + m_{barandilla}$ $m_b = 19011\,\frac{kg}{m}$

Las características del tablero completo son:

$area_a1 := 2area_a$

$area_a1 = 9.226\,m^2$ Área total

$I_{b1} := 2I_{b1}$

$I_{b1} = 11.106\,m^4$ Inercia total

$m_{b1} := 2 \cdot m_b$

$m_{b1} = 38023 \frac{kg}{m}$

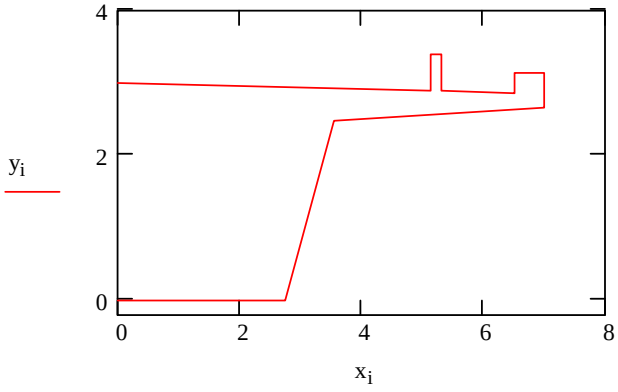
$\rho V1 := \frac{m_{b1}}{area_a1}$

$\rho V1 = 4.121 \frac{tm}{m^3}$ Densidad

4. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN A-A

Número de vértices $n := 12$ $i := 1 .. n$

$x_i :=$	$y_i :=$
0·cm	0·cm
275·cm	0·cm
355·cm	248·cm
700·cm	266·cm
700·cm	314·cm
700·cm – 55·ae·cm	314·cm
700·cm – 55·ae·cm	286·cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm	289.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm	339.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm – 20·ae·cm	339.5cm
700·cm – 55·ae·cm – 120cm – 20·ae·cm	289.5cm
0	300cm
0	0cm



$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$

$$area_1a := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right]}{2}$$ $area_1a = 10.862\,m^2$ Área de la sección 1

$$h_{g_1a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left(y_j + y_{j+1}\right)}{6 \cdot area_1a}$$ $h_{g_1a} = 1.701\,m$ Ordenada del c.d.g.de la sección 1

$$I_{bx_1a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left[\left(y_j + y_{j+1}\right)^2 - y_j \cdot y_{j+1}\right]}{12} - area_1a \cdot h_{g_1a}^2$$

$I_{bx_1a} = 8.707\,m^4$ Momento de inercia de la sección 1 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

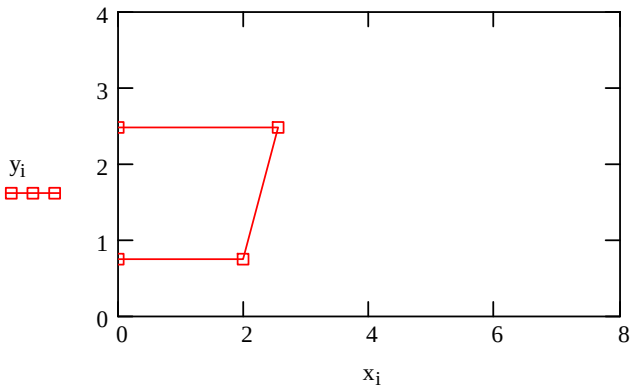
Número de vértices $n := 4$ $i := 1 .. n$

$x_i :=$

0·cm
199.2cm
255·cm
0·cm

$y_i :=$

75·cm
75·cm
248·cm
248·cm



$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$

$$area_2a := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right]}{2} \qquad area_2a = 3.929\,m^2$$

$$h_{g_2a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left(y_j + y_{j+1}\right)}{6 \cdot area_2a} \qquad h_{g_2a} = 1.65\,m$$

Ordenada del c.d.g. de la sección 2 respecto el eje de abscisas

$$I_{bx_2a} := \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[x_j \cdot y_{(j+1)} - x_{(j+1)} \cdot y_j\right] \cdot \left[\left(y_j + y_{j+1}\right)^2 - y_j \cdot y_{j+1}\right]}{12} - area_2a \cdot h_{g_2a}^{\,2}$$

$I_{bx_2a} = 0.975\,m^4$ Momento de inercia de la sección 2 respecto de un eje horizontal pasando por su c.d.g.

$area_a := area_1a - area_2a$ $area_a = 6.934\,m^2$ Área de la semisección

$area_viga := area_a - (ancho_acera \cdot canto_acera + ancho_mguardabalasto \cdot canto_mguardabalasto) \cdot ae$

$area_viga = 6.709\,m^2$ Área de la semiviga aislada

$h_{ga} := \frac{area_1a \cdot h_{g_1a} - area_2a \cdot h_{g_2a}}{area_a}$ $h_{ga} = 1.73\,m$ Ordenada del centro de gravedad de la semisección

$I_{bx_a} := \left[I_{bx_1a} + area_1a \cdot \left(h_{ga} - h_{g_1a}\right)^2 \right] - \left[I_{bx_2a} + area_2a \cdot \left(h_{ga} - h_{g_2a}\right)^2 \right]$

$I_{bx_a} = 7.716\,m^4$ Momento de inercia de la mitad de la sección respecto de un eje horizontal pasando por el c.d.g.

$I_{b1} := I_{bx_a}$

4.1.CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MODELO

$m_v := 2500 \cdot \frac{kg}{m^3} \cdot area_viga$ $m_v = 16774\,\frac{kg}{m}$ Masa de la semiviga aislada

$m_b := 2500 \cdot \frac{kg}{m^3} \cdot [\, area_a + ancho_acera \cdot (1 - ae) \cdot canto_acera + ancho_mguardabalasto \cdot (1 - ae) \cdot canto_mguardabalasto \,]$

$m_b = 17409\,\frac{kg}{m}$ Masa de la semiviga, acera y murete guardabalasto

$m_b := m_b + m_{instalaciones} + m_{vias} + m_{balasto} + m_{barandilla}$ $m_b = 24813\,\frac{kg}{m}$

Las características del tablero completo son:

$area_a1 := 2area_a$

$area_a1 = 13.867\,m^2$ Área total

$I_{b1} := 2I_{b1}$

$I_{b1} = 15.431\,m^4$ Inercia total

$m_{b1} := 2 \cdot m_b$

$m_{b1} = 49625\,\frac{kg}{m}$

$\rho V1 := \frac{m_{b1}}{area_a1}$

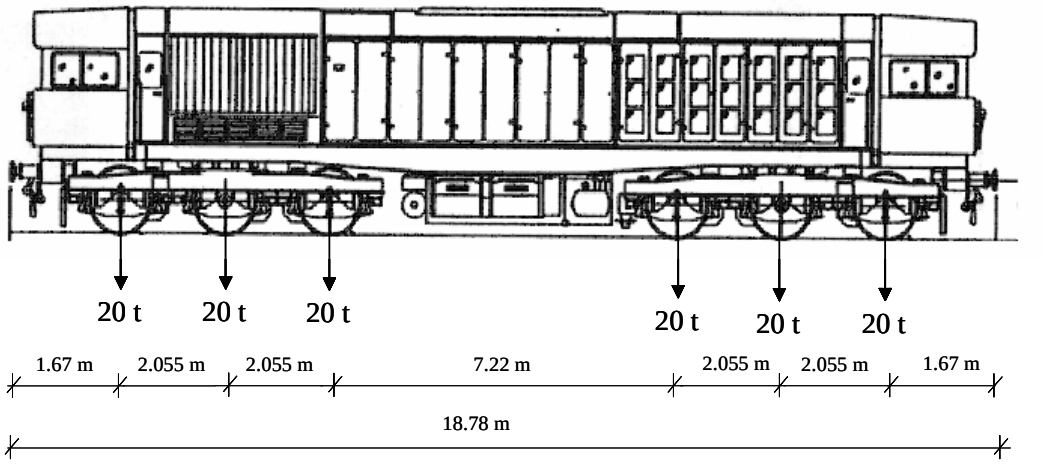
$\rho V1 = 3.579\,\frac{tm}{m^3}$ Densidad

5.- POSICIÓN DEL TREN DE CARGAS

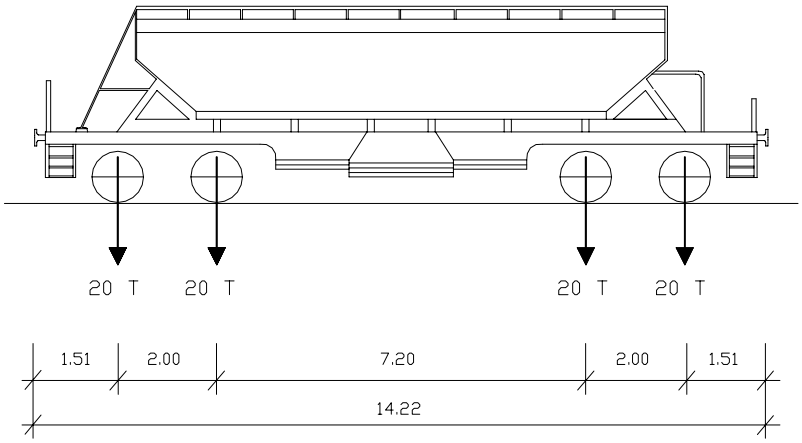
5.1. TREN DE CARGAS

Se han previsto para la prueba de carga un tren de carga compuesto por dos locomotoras CONTINENTAL RAIL MODELO SERIE 37 de 120 t de peso unitario. Seguidamente se estima la situación del tren de cargas que produce mayor momento flector en la sección de centro de vano considerado isostático.

LOCOMOTORA



TOLVA



5.2.- POSICION DEL TREN DE CARGAS

Se dibuja la línea de influencia de momentos al objeto de mostrar la posición de máximo momento:

$nc := 10$ nc es el número de cargas $l := 1 .. nc$

$F_l :=$

$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$
$2 \cdot 20 \cdot t$

$L_l :=$

$0 \cdot m$
$2.055 \cdot m$
$(2.055 + 2.055) \cdot m$
$(2.055 + 2.055 + 7.22) \cdot m$
$(2.055 + 2.055 + 7.22 + 2.055) \cdot m$
$(2.055 + 2.055 + 7.22 + 2.055 + 2.055) \cdot m$
$(2.055 + 2.055 + 7.22 + 2.055 + 2.055 + 3.18) \cdot m$
$(2.055 + 2.055 + 7.22 + 2.055 + 2.055 + 3.18 + 2) \cdot m$
$(2.055 + 2.055 + 7.22 + 2.055 + 2.055 + 3.18 + 2 + 7.20) \cdot m$
$(2.055 + 2.055 + 7.22 + 2.055 + 2.055 + 3.18 + 2 + 7.20 + 2) \cdot m$

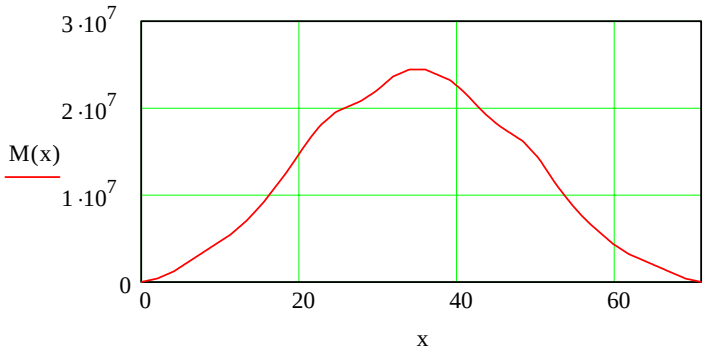
$LTC := (2.055 + 2.055 + 7.22 + 2.055 + 2.055 + 3.18 + 2 + 7.20 + 2) \cdot m$

$LTC = 29.82\,m$ Longitud del tren de cargas

$$R_i(x) := \frac{\sum_{i=1}^{nc} F_i \cdot if\left[(x - L_i) > 0 \cdot m, \left[if\left[(x - L_i) < Luz, \left[Luz - (x - L_i)\right], 0 \cdot m\right]\right], 0 \cdot m\right]}{Luz}$$

$$M(x) := R_i(x) \cdot \frac{Luz}{2} - \sum_{i=1}^{nc} F_i \cdot if\left[(x - L_i) > 0 \cdot m, \left[if\left[(x - L_i) < \frac{Luz}{2}, \left[\frac{Luz}{2} - (x - L_i)\right], 0 \cdot m\right]\right], 0 \cdot m\right]$$

$x := 0 \cdot m, 0.05 \cdot m .. Luz + LTC$



$posición := \frac{Luz}{2} + 2.055 \cdot m + 2.055m + 7.22m + 2.055m$ $posición = 33.985\,m$

La posición más desfavorable del tren se produce cuando en la sección de centro de vano se encuentra el quinto eje de la locomotora. El momento alcanzado en la sección transversal central toma un valor de:

$$M(\text{posición}) = 24430.33\,\text{m}\cdot\text{kN}$$

MOMENTO FLECTOR OBTENIDO DEBIDO A UN TREN TIPO UIC-71

La sobrecarga de diseño se obtiene para el tren UIC71 de la Instrucción IAPF (se introduce la carga de los dos trenes):

$Q := 2\cdot 8\cdot\frac{t}{m}$ Carga uniforme

$P := 2\cdot 25\cdot t$ Cargas puntuales

$\alpha := 1.21$ Coeficiente de clasificación para vías de ancho internacional

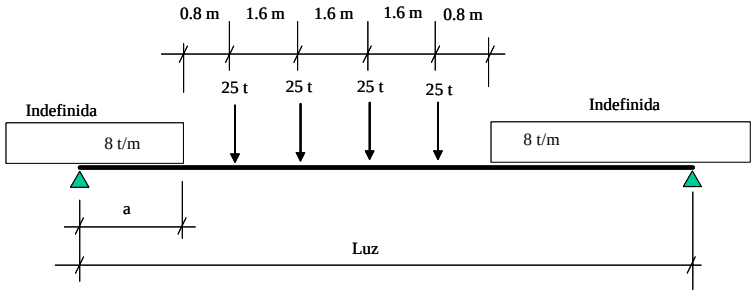
$$S_d := \text{ancho_acera}\cdot 0.5\cdot\frac{t}{m^2}\cdot \text{Luz} + 4\cdot P + Q\cdot(\text{Luz} - 6.4\cdot m) \qquad S_d = 768.1\,t$$

Seguidamente se calcula el porcentaje de carga en lo que a momentos se refiere:

Posiciones de los distintos puntos del tren de cargas:

a = tramo de carga uniforme del tren UIC71 que está en el vano

TREN UIC-71



$D1(a) := a + 0.8\cdot m$

$D2(a) := a + 2.4\cdot m$

$D3(a) := a + 4.0\cdot m$

$D4(a) := a + 5.6\cdot m$

$D5(a) := a + 6.4\cdot m$

Para el cálculo de la reacción:

$$AR(a) := if(a < 0\cdot m, 0\cdot m, if(a < Luz, a, Luz))$$

$$DR1(a) := if(D1(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if(D1(a) < Luz, D1(a), Luz))$$

$$DR2(a) := if(D2(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if(D2(a) < Luz, D2(a), Luz))$$

$$DR3(a) := if(D3(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if(D3(a) < Luz, D3(a), Luz))$$

$$DR4(a) := if(D4(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if(D4(a) < Luz, D4(a), Luz))$$

$$DR5(a) := if(D5(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if(D5(a) < Luz, D5(a), Luz))$$

$$R(a) := \frac{Q\cdot AR(a)\left(Luz - \frac{AR(a)}{2}\right)}{Luz} + \frac{Q\cdot(Luz - DR5(a))^2}{Luz\cdot 2} + \frac{P}{Luz}\cdot(4\cdot Luz - DR1(a) - DR2(a) - DR3(a) - DR4(a))$$

Para el cálculo del momento en centro de vano:

$$AM(a) := if\left(a < 0\cdot m, 0\cdot m, if\left(a < \frac{Luz}{2}, a, \frac{Luz}{2}\right)\right)$$

$$DM1(a) := if\left(D1(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if\left(D1(a) < \frac{Luz}{2}, D1(a), \frac{Luz}{2}\right)\right)$$

$$DM2(a) := if\left(D2(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if\left(D2(a) < \frac{Luz}{2}, D2(a), \frac{Luz}{2}\right)\right)$$

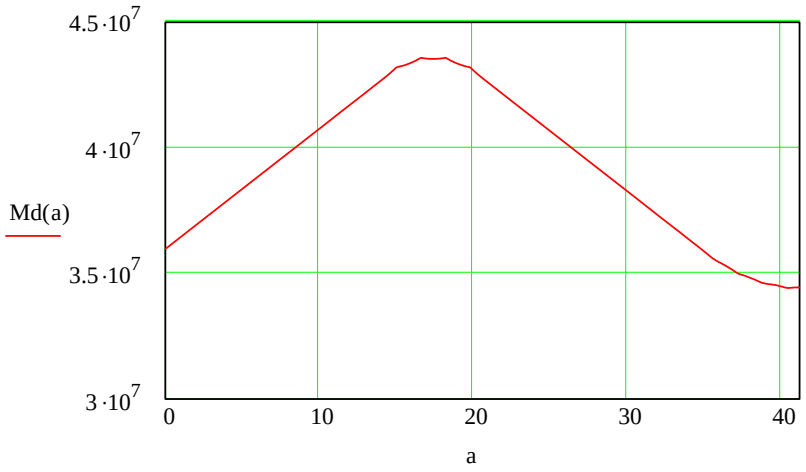
$$DM3(a) := if\left(D3(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if\left(D3(a) < \frac{Luz}{2}, D3(a), \frac{Luz}{2}\right)\right)$$

$$DM4(a) := if\left(D4(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if\left(D4(a) < \frac{Luz}{2}, D4(a), \frac{Luz}{2}\right)\right)$$

$$DM5(a) := if\left(D5(a) < 0\cdot m, 0\cdot m, if\left(D5(a) < \frac{Luz}{2}, D5(a), \frac{Luz}{2}\right)\right)$$

$$Md(a) := R(a)\cdot\frac{Luz}{2} - Q\cdot AM(a)\cdot\left(\frac{Luz}{2} - \frac{AM(a)}{2}\right) - \frac{Q\cdot\left(\frac{Luz}{2} - DM5(a)\right)^2}{2} \ldots$$

$$+ -P\cdot(2\cdot Luz - DM1(a) - DM2(a) - DM3(a) - DM4(a)) + 2ancho_acera\cdot 0.5\cdot\frac{t}{m^2}\cdot\frac{Luz^2}{8}$$



A la vista de la curva, el máximo momento flector en centro de vano se produce cuando alguna de las dos cargas centrales se encuentra en el centro de vano

$a := \frac{Luz}{2} - 0.8\cdot m - 1.6m$ $\quad a = 18.2\,m$ $\quad Md(a) = 4.444 \times 10^{3}\,m\cdot t$

6.- ESFUERZOS EN EL TABLERO

El momento en la sección central obtenido en el modelo es de:

Barra 60: $M_1 := 24430.33m\cdot kN$

El error cometido es, por tanto: $\frac{M(posición) - M_1}{M(posición)} = -1.4 \times 10^{-5}\,\%$

7.- PORCENTAJES DE CARGA

Se han estimado los porcentajes referidos a los momentos flectores correspondientes al proyecto mediante la introducción en el modelo de las acciones definidas en el documentación facilitada.

Momento flector producido en la prueba de carga estática:

$MEcv := M_1$ Centro de vano

Momento flector producido por la sobrecarga de la IAPF-07:

$MIcv := Md(a)$ Centro de vano

El porcentaje frente a momentos flectores es: $\frac{MEcv}{\alpha \cdot MIcv} = 46.3\,\%$

$S_{locom} := 400t$

El porcentaje frente a cargas es: $\frac{S_{locom}}{S_d} = 52.1\,\%$

8.- DESPLAZAMIENTO DEL TABLERO

Inercia total del tablero:

$I_t := 11.106m^4$ $\quad I_t = 11.106\,m^4$

Número de modos considerados: $nm := 5$

$modo := 1 .. nm$

Vector de cargas:

$$P_{modo} := \sum_{i=1}^{nc} F_i \cdot if\left[(posición - L_i) > 0\cdot m, if\left[(posición - L_i) < Luz, sin\left[\frac{\pi\cdot(posición - L_i)}{Luz}\cdot modo\right], 0\right], 0\right]$$

Rigidez:

$$K_{modo} := \left[\int_{0\cdot m}^{Luz}\left[\left(\frac{modo\cdot\pi}{Luz}\right)^2\cdot sin\left(\frac{\pi\cdot x}{Luz}\cdot modo\right)\right]^2 dx\right]\cdot E_{cv}\cdot I_t$$

Desplazamiento:

$$U_{modo} := \frac{P_{modo}}{K_{modo}}$$

Desplazamiento total en cualquier punto z

$$Flecha(z) := \sum_{i=1}^{nm} U_i\cdot sin\left(\frac{i\cdot z\cdot\pi}{Luz}\right)$$

$$Flecha\left(\frac{Luz}{2}\right) = 10.376\,mm$$

Este valor se aproxima al previsto en el proyecto de Prueba de carga:

Nudo 6: $\delta 1 := 10.74\text{mm}$

$$\frac{\text{Flecha}\left(\frac{\text{Luz}}{2}\right) - \delta 1}{\text{Flecha}\left(\frac{\text{Luz}}{2}\right)} = -3.5\,\%$$

9.- DEFORMACIONES MEDIAS DEL TABLERO

$I_b := 11.106\text{m}^4$ $h_{ga} := 1.929\text{m}$

El valor del momento en el centro de vano, deducido en el punto 4, es:

$$M(\text{posición}) = 2.491 \times 10^3\,\text{m t}$$

El valor medio de la deformación en la cara inferior de la viga será:

$\text{número_de_vigas} := 1$ $\varepsilon := \frac{M(\text{posición})}{E_{cv} \cdot I_t} \cdot \frac{h_{ga}}{\text{número_de_vigas}}$ $\varepsilon = 116.759\,10^{-6}$

Los valores previstos en el cálculo con el modelo del SAP2000 es:

$\varepsilon_1 := h_{ga} \cdot \frac{M_1}{I_b \cdot E_{cv}}$ $\varepsilon_1 = 116.759\,10^{-6}$

$\varepsilon_{\text{medio_previsto}} := \frac{\varepsilon_1}{\text{número_de_vigas}}$ $\varepsilon_{\text{medio_previsto}} = 116.759\,10^{-6}$

La diferencia entre los dos modelos se reduce a: $\frac{\varepsilon - \varepsilon_{\text{medio_previsto}}}{\varepsilon} = -1.441 \times 10^{-5}\,\%$

10.- FRECUENCIA DEL TABLERO

Masa del tablero por unidad de longitud:

$m_b := 38023\frac{\text{kg}}{\text{m}}$

$m_t := m_b$

Matriz de masa:

$M_{modo} := \frac{1}{2} \cdot \text{Luz} \cdot m_t$

Frecuencias:

$$\omega_{modo} := \sqrt{\frac{K_{modo}}{M_{modo}}} \qquad f_{modo} := \frac{\omega_{modo}}{2\cdot\pi} \qquad T_{modo} := \frac{1}{f_{modo}}$$

$$f = \begin{pmatrix} 3.015 \\ 12.06 \\ 27.135 \\ 48.24 \\ 75.375 \end{pmatrix} Hz$$

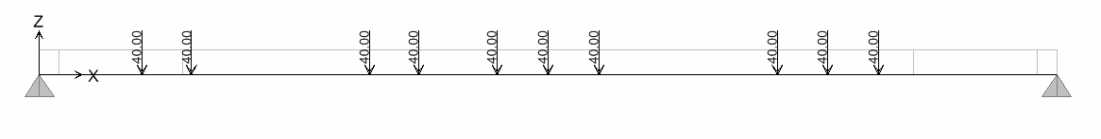
Frecuencias

Por tanto, el valor de la primera frecuencia es: $f_1 = 3.015\,Hz$

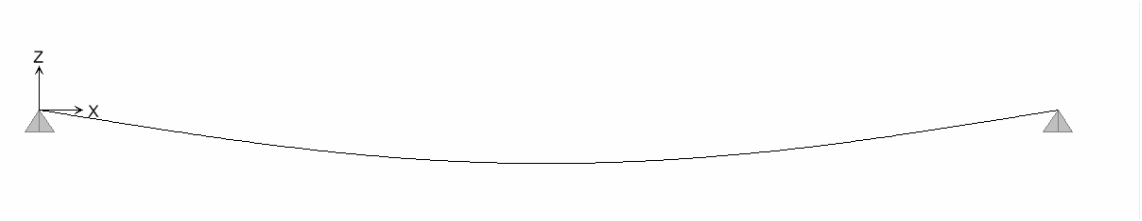
Se aprecia una cierta diferencia respecto a la frecuencia obtenida en el modelo (2.959 Hz). Esto es debido principalmente a que se ha considerado la deformación por cortante en el modelo.

LISTADOS DEL MODELO INFORMÁTICO

ANÁLISIS ESTÁTICO



Modelo de cargas de la prueba estática



Deformada de la estructura para las cargas de la prueba estática

ENTRADA DE DATOS

Table: Analysis Case Definitions

Case	Type	InitialCond	ModalCase
Text	Text	Text	Text
DEAD	LinStatic	Zero	
MODAL	LinModal	Zero	
TREN	LinStatic	Zero	

Table: Case - Modal 1 - General

Case	ModeType	MaxNumModes	MinNumModes	EigenShift	EigenCutoff	EigenTol
Text	Text	Unitless	Unitless	Cyc/sec	Cyc/sec	Unitless
MODAL	Eigen	6	1	0.0000E+00	0.0000E+00	1.0000E-07

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load case	DEAD	1.000000
TREN	Load case	TREN	1.000000

Table: Coordinate Systems

Name	Type	X	Y	Z	AboutZ	AboutY	AboutX
Text	Text	m	m	m	Degrees	Degrees	Degrees
GLOBAL	Cartesian	0.00000	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000

Table: Frame Section Assignments

Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
Text	Text	Text	Text	Text	Text
11	General	N.A.	A-A	A-A	Default
16	General	N.A.	A-A	A-A	Default
27	General	N.A.	C-C	C-C	Default
35	General	N.A.	C-C	C-C	Default
40	General	N.A.	B-B	B-B	Default
41	General	N.A.	B-B	B-B	Default
42	General	N.A.	B-B	B-B	Default
43	General	N.A.	B-B	B-B	Default
44	General	N.A.	B-B	B-B	Default
45	General	N.A.	B-B	B-B	Default
46	General	N.A.	C-C	C-C	Default
47	General	N.A.	C-C	C-C	Default
48	General	N.A.	C-C	C-C	Default
49	General	N.A.	C-C	C-C	Default
50	General	N.A.	C-C	C-C	Default
51	General	N.A.	C-C	C-C	Default
52	General	N.A.	C-C	C-C	Default
53	General	N.A.	C-C	C-C	Default
54	General	N.A.	C-C	C-C	Default
55	General	N.A.	C-C	C-C	Default
56	General	N.A.	C-C	C-C	Default
57	General	N.A.	C-C	C-C	Default
58	General	N.A.	C-C	C-C	Default
59	General	N.A.	C-C	C-C	Default

60	General	N.A.	C-C	C-C	Default
61	General	N.A.	C-C	C-C	Default
62	General	N.A.	C-C	C-C	Default
63	General	N.A.	C-C	C-C	Default
64	General	N.A.	C-C	C-C	Default
65	General	N.A.	C-C	C-C	Default
66	General	N.A.	C-C	C-C	Default
67	General	N.A.	B-B	B-B	Default
68	General	N.A.	B-B	B-B	Default
69	General	N.A.	B-B	B-B	Default
70	General	N.A.	B-B	B-B	Default
71	General	N.A.	B-B	B-B	Default
72	General	N.A.	B-B	B-B	Default
73	General	N.A.	C-C	C-C	Default
74	General	N.A.	C-C	C-C	Default
75	General	N.A.	C-C	C-C	Default
76	General	N.A.	C-C	C-C	Default
77	General	N.A.	C-C	C-C	Default
78	General	N.A.	C-C	C-C	Default
79	General	N.A.	C-C	C-C	Default
80	General	N.A.	C-C	C-C	Default

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 1 of 5

SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area	TorsConst
Text	Text	Text	m	m	m2	m4
A-A	CON-A-A	General	0.457200	0.254000	13.867000	0.000000
B-B	CON-B-B	General	0.457200	0.254000	12.084000	0.000000
C-C	CON-C-C	General	0.457200	0.254000	9.226000	0.000000

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 2 of 5

SectionName	I33	I22	AS2	AS3	S33	S22	Z33
Text	m4	m4	m2	m2	m3	m3	m3
A-A	15.431000	0.000000	6.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000
B-B	13.652000	0.000000	6.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000
C-C	11.106000	0.000000	3.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 3 of 5

SectionName	Z22	R33	R22	ConcCol	ConcBeam	Color	TotalWt
Text	m3	m	m	Yes/No	Yes/No	Text	KN
A-A	1.000000	1.000000	1.000000	No	No	White	0.000
B-B	1.000000	1.000000	1.000000	No	No	Cyan	0.000
C-C	1.000000	1.000000	1.000000	No	No	Magenta	0.000

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 4 of 5

SectionName	TotalMass	FromFile	AMod	A2Mod	A3Mod	JMod	I2Mod
Text	KN-s2/m	Yes/No	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
A-A	79.41	No	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
B-B	451.70	No	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
C-C	1125.40	No	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

Table: Frame Section Properties 1 - General, Part 5 of 5

SectionName	I3Mod	MMod	WMod
Text	Unitless	Unitless	Unitless
A-A	1.000000	1.000000	1.000000
B-B	1.000000	1.000000	1.000000
C-C	1.000000	1.000000	1.000000

Table: Joint Coordinates, Part 1 of 2

Joint	CoordSys	CoordType	XorR	Y	Z	SpecialJt	GlobalX
Text	Text	Text	m	m	m	Yes/No	m
4	GLOBAL	Cartesian	0.00000	0.00000	0.00000	No	0.00000
5	GLOBAL	Cartesian	41.20000	0.00000	0.00000	No	41.20000
6	GLOBAL	Cartesian	20.60000	0.00000	0.00000	No	20.60000
8	GLOBAL	Cartesian	0.80000	0.00000	0.00000	No	0.80000
10	GLOBAL	Cartesian	5.80000	0.00000	0.00000	No	5.80000
12	GLOBAL	Cartesian	35.40000	0.00000	0.00000	No	35.40000
14	GLOBAL	Cartesian	40.40000	0.00000	0.00000	No	40.40000
16	GLOBAL	Cartesian	4.16500	0.00000	0.00000	No	4.16500
18	GLOBAL	Cartesian	6.16500	0.00000	0.00000	No	6.16500
20	GLOBAL	Cartesian	15.36500	0.00000	0.00000	No	15.36500
22	GLOBAL	Cartesian	18.54500	0.00000	0.00000	No	18.54500
24	GLOBAL	Cartesian	22.65500	0.00000	0.00000	No	22.65500
26	GLOBAL	Cartesian	29.87500	0.00000	0.00000	No	29.87500
28	GLOBAL	Cartesian	31.93000	0.00000	0.00000	No	31.93000
30	GLOBAL	Cartesian	33.98500	0.00000	0.00000	No	33.98500
34	GLOBAL	Cartesian	13.36500	0.00000	0.00000	No	13.36500
35	GLOBAL	Cartesian	1.64125	0.00000	0.00000	No	1.64125
36	GLOBAL	Cartesian	2.48250	0.00000	0.00000	No	2.48250
37	GLOBAL	Cartesian	3.32375	0.00000	0.00000	No	3.32375
38	GLOBAL	Cartesian	4.98250	0.00000	0.00000	No	4.98250
39	GLOBAL	Cartesian	7.19357	0.00000	0.00000	No	7.19357
40	GLOBAL	Cartesian	8.22214	0.00000	0.00000	No	8.22214
41	GLOBAL	Cartesian	9.25071	0.00000	0.00000	No	9.25071
42	GLOBAL	Cartesian	10.27929	0.00000	0.00000	No	10.27929
43	GLOBAL	Cartesian	11.30786	0.00000	0.00000	No	11.30786
44	GLOBAL	Cartesian	12.33643	0.00000	0.00000	No	12.33643
45	GLOBAL	Cartesian	14.36500	0.00000	0.00000	No	14.36500
46	GLOBAL	Cartesian	16.16000	0.00000	0.00000	No	16.16000
47	GLOBAL	Cartesian	16.95500	0.00000	0.00000	No	16.95500
48	GLOBAL	Cartesian	17.75000	0.00000	0.00000	No	17.75000

49	GLOBAL	Cartesian	19.57250	0.00000	0.00000	No	19.57250
50	GLOBAL	Cartesian	21.62750	0.00000	0.00000	No	21.62750
51	GLOBAL	Cartesian	30.90250	0.00000	0.00000	No	30.90250
52	GLOBAL	Cartesian	32.95750	0.00000	0.00000	No	32.95750
53	GLOBAL	Cartesian	36.23333	0.00000	0.00000	No	36.23333
54	GLOBAL	Cartesian	37.06667	0.00000	0.00000	No	37.06667
55	GLOBAL	Cartesian	37.90000	0.00000	0.00000	No	37.90000
56	GLOBAL	Cartesian	38.73333	0.00000	0.00000	No	38.73333
57	GLOBAL	Cartesian	39.56667	0.00000	0.00000	No	39.56667
58	GLOBAL	Cartesian	23.55750	0.00000	0.00000	No	23.55750
59	GLOBAL	Cartesian	24.46000	0.00000	0.00000	No	24.46000
60	GLOBAL	Cartesian	25.36250	0.00000	0.00000	No	25.36250
61	GLOBAL	Cartesian	26.26500	0.00000	0.00000	No	26.26500
62	GLOBAL	Cartesian	27.16750	0.00000	0.00000	No	27.16750
63	GLOBAL	Cartesian	28.07000	0.00000	0.00000	No	28.07000
64	GLOBAL	Cartesian	28.97250	0.00000	0.00000	No	28.97250

Table: Joint Coordinates, Part 2 of 2

Joint Text	GlobalY m	GlobalZ m
4	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000
6	0.00000	0.00000
8	0.00000	0.00000
10	0.00000	0.00000
12	0.00000	0.00000
14	0.00000	0.00000
16	0.00000	0.00000
18	0.00000	0.00000
20	0.00000	0.00000
22	0.00000	0.00000
24	0.00000	0.00000
26	0.00000	0.00000
28	0.00000	0.00000
30	0.00000	0.00000
34	0.00000	0.00000
35	0.00000	0.00000
36	0.00000	0.00000
37	0.00000	0.00000
38	0.00000	0.00000
39	0.00000	0.00000
40	0.00000	0.00000
41	0.00000	0.00000
42	0.00000	0.00000
43	0.00000	0.00000
44	0.00000	0.00000
45	0.00000	0.00000
46	0.00000	0.00000
47	0.00000	0.00000
48	0.00000	0.00000
49	0.00000	0.00000
50	0.00000	0.00000
51	0.00000	0.00000
52	0.00000	0.00000
53	0.00000	0.00000
54	0.00000	0.00000
55	0.00000	0.00000
56	0.00000	0.00000
57	0.00000	0.00000
58	0.00000	0.00000
59	0.00000	0.00000
60	0.00000	0.00000
61	0.00000	0.00000
62	0.00000	0.00000
63	0.00000	0.00000
64	0.00000	0.00000

Table: Joint Loads - Force, Part 1 of 2

Joint Text	LoadCase Text	CoordSys Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m
6	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
16	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
18	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
20	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
22	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
24	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
26	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
28	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
30	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000
34	TREN	GLOBAL	0.000	0.000	-392.266	0.0000	0.0000

Table: Joint Loads - Force, Part 2 of 2

Joint Text	LoadCase Text	M3 KN-m
6	TREN	0.0000
16	TREN	0.0000
18	TREN	0.0000
20	TREN	0.0000
22	TREN	0.0000
24	TREN	0.0000
26	TREN	0.0000
28	TREN	0.0000
30	TREN	0.0000
34	TREN	0.0000

Table: Joint Restraint Assignments

Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3

Text	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
4	Yes	Yes	Yes	No	No	No
5	Yes	Yes	Yes	No	No	No

Table: Load Case Definitions

LoadCase	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad
Text	Text	Unitless	Text
TREN	LIVE	0.000000	

Table: Material Properties 1 - General, Part 1 of 2

Material	Type	DesignType	UnitMass	UnitWeight	E	U	A
Text	Text	Text	KN-s2/m4	KN/m3	KN/m2	Unitless	1/C
ALUM	Isotropic	Aluminum	7.8271E+00	7.6820E+01	75152861.00	0.300000	1.1700E-05
CON-A-A	Isotropic	Concrete	3.5790E+00	0.0000E+00	36340000.00	0.200000	9.9000E-06
CON-B-B	Isotropic	Concrete	3.7380E+00	0.0000E+00	36340000.00	0.200000	9.9000E-06
CON-C-C	Isotropic	Concrete	4.1210E+00	0.0000E+00	36340000.00	0.200000	9.9000E-06
CONC	Isotropic	Concrete	2.4028E+00	2.3563E+01	24821128.40	0.200000	9.9000E-06
OTHER	Isotropic	None	2.4007E+00	2.3562E+01	24821128.40	0.200000	9.9000E-06
STEEL	Isotropic	Steel	7.8490E+00	7.6973E+01	199947978.8	0.300000	1.1700E-05

Table: Material Properties 1 - General, Part 2 of 2

Material	MDampRatio	VDampMass	VDampStiff	HDampMass	HDampStiff	NumAdvance	Color
Text	Unitless	1/Sec	Sec	1/Sec2	Unitless	Unitless	Text
ALUM	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Cyan
CON-A-A	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Yellow
CON-B-B	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Blue
CON-C-C	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Gray8Dark
CONC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Green
OTHER	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Red
STEEL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000000	0	Blue

Table: Material Properties 3 - Design Steel

Material	Fy	Fu
Text	KN/m2	KN/m2
STEEL	248211.28	399895.96

Table: Material Properties 4 - Design Concrete

Material	Fc	RebarFy	RebarFys	LtWtConc	LtWtFact
Text	KN/m2	KN/m2	KN/m2	Yes/No	Unitless
CON-A-A	27579.03	413685.50	275790.32	No	1.000000
CON-B-B	27579.03	413685.50	275790.32	No	1.000000
CON-C-C	27579.03	413685.50	275790.32	No	1.000000
CONC	27579.03	413685.47	275790.32	No	1.000000

Table: Material Properties 5 - Design Aluminum

Material	AlumType	Alloy	Ftu	Fty	Fcy	Fsu	Fsy
Text	Text	Text	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2	KN/m2
ALUM	Wrought	2014-T6	455054.02	399895.96	406790.72	275790.32	227527.01

ESFUERZOS

Table: Element Forces - Frames, Part 1 of 2

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
11	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
11	0.40000	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
11	0.80000	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
16	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
16	0.40000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
16	0.80000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
27	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1658.086	0.000	0.0000	0.0000
27	0.36500	TREN	LinStatic	0.000	-1658.086	0.000	0.0000	0.0000
35	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
35	0.47167	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
35	0.94333	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
35	1.41500	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
40	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
40	0.42063	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
40	0.84125	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
41	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
41	0.42063	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
41	0.84125	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
42	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
42	0.42063	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
42	0.84125	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
43	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
43	0.42063	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000

43	0.84125	TREN	LinStatic	0.000	-2050.352	0.000	0.0000	0.0000
44	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1658.086	0.000	0.0000	0.0000
44	0.40875	TREN	LinStatic	0.000	-1658.086	0.000	0.0000	0.0000
44	0.81750	TREN	LinStatic	0.000	-1658.086	0.000	0.0000	0.0000
45	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1658.086	0.000	0.0000	0.0000
45	0.40875	TREN	LinStatic	0.000	-1658.086	0.000	0.0000	0.0000
45	0.81750	TREN	LinStatic	0.000	-1658.086	0.000	0.0000	0.0000
46	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
46	0.51429	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
46	1.02857	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
47	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
47	0.51429	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
47	1.02857	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
48	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
48	0.51429	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
48	1.02857	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
49	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
49	0.51429	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
49	1.02857	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
50	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
50	0.51429	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
50	1.02857	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
51	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
51	0.51429	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
51	1.02857	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
52	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
52	0.51429	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
52	1.02857	TREN	LinStatic	0.000	-1265.820	0.000	0.0000	0.0000
53	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-873.554	0.000	0.0000	0.0000
53	0.50000	TREN	LinStatic	0.000	-873.554	0.000	0.0000	0.0000
53	1.00000	TREN	LinStatic	0.000	-873.554	0.000	0.0000	0.0000
54	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-873.554	0.000	0.0000	0.0000
54	0.50000	TREN	LinStatic	0.000	-873.554	0.000	0.0000	0.0000
54	1.00000	TREN	LinStatic	0.000	-873.554	0.000	0.0000	0.0000
55	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
55	0.39750	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
55	0.79500	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
56	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
56	0.39750	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
56	0.79500	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
57	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
57	0.39750	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
57	0.79500	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
58	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
58	0.39750	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
58	0.79500	TREN	LinStatic	0.000	-481.288	0.000	0.0000	0.0000
59	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-89.022	0.000	0.0000	0.0000
59	0.51375	TREN	LinStatic	0.000	-89.022	0.000	0.0000	0.0000
59	1.02750	TREN	LinStatic	0.000	-89.022	0.000	0.0000	0.0000
60	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	-89.022	0.000	0.0000	0.0000
60	0.51375	TREN	LinStatic	0.000	-89.022	0.000	0.0000	0.0000
60	1.02750	TREN	LinStatic	0.000	-89.022	0.000	0.0000	0.0000
61	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	303.244	0.000	0.0000	0.0000
61	0.51375	TREN	LinStatic	0.000	303.244	0.000	0.0000	0.0000
61	1.02750	TREN	LinStatic	0.000	303.244	0.000	0.0000	0.0000
62	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	303.244	0.000	0.0000	0.0000
62	0.51375	TREN	LinStatic	0.000	303.244	0.000	0.0000	0.0000
62	1.02750	TREN	LinStatic	0.000	303.244	0.000	0.0000	0.0000
63	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1087.776	0.000	0.0000	0.0000
63	0.51375	TREN	LinStatic	0.000	1087.776	0.000	0.0000	0.0000
63	1.02750	TREN	LinStatic	0.000	1087.776	0.000	0.0000	0.0000
64	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1087.776	0.000	0.0000	0.0000
64	0.51375	TREN	LinStatic	0.000	1087.776	0.000	0.0000	0.0000
64	1.02750	TREN	LinStatic	0.000	1087.776	0.000	0.0000	0.0000
65	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1480.042	0.000	0.0000	0.0000
65	0.51375	TREN	LinStatic	0.000	1480.042	0.000	0.0000	0.0000
65	1.02750	TREN	LinStatic	0.000	1480.042	0.000	0.0000	0.0000
66	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1480.042	0.000	0.0000	0.0000
66	0.51375	TREN	LinStatic	0.000	1480.042	0.000	0.0000	0.0000
66	1.02750	TREN	LinStatic	0.000	1480.042	0.000	0.0000	0.0000
67	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
67	0.41667	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
67	0.83333	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
68	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
68	0.41667	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
68	0.83333	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
69	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
69	0.41667	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
69	0.83333	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
70	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
70	0.41667	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
70	0.83333	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
71	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
71	0.41667	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
71	0.83333	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
72	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
72	0.41667	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
72	0.83333	TREN	LinStatic	0.000	1872.309	0.000	0.0000	0.0000
73	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
73	0.45125	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
73	0.90250	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
74	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
74	0.45125	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
74	0.90250	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
75	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
75	0.45125	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
75	0.90250	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
76	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
76	0.45125	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
76	0.90250	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
77	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
77	0.45125	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
77	0.90250	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
78	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
78	0.45125	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
78	0.90250	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
79	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
79	0.45125	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000

79	0.90250	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
80	0.00000	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
80	0.45125	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000
80	0.90250	TREN	LinStatic	0.000	695.510	0.000	0.0000	0.0000

Table: Element Forces - Frames, Part 2 of 2

Frame	Station	OutputCase	M3
Text	m	Text	KN-m
11	0.00000	TREN	0.0000
11	0.40000	TREN	820.1406
11	0.80000	TREN	1640.2813
16	0.00000	TREN	1497.8468
16	0.40000	TREN	748.9234
16	0.80000	TREN	-2.346E-11
27	0.00000	TREN	11250.6842
27	0.36500	TREN	11855.8854
35	0.00000	TREN	13508.7059
35	0.47167	TREN	12625.6004
35	0.94333	TREN	11742.4949
35	1.41500	TREN	10859.3893
40	0.00000	TREN	1640.2813
40	0.42063	TREN	2502.7104
40	0.84125	TREN	3365.1395
41	0.00000	TREN	3365.1395
41	0.42063	TREN	4227.5687
41	0.84125	TREN	5089.9978
42	0.00000	TREN	5089.9978
42	0.42063	TREN	5952.4269
42	0.84125	TREN	6814.8560
43	0.00000	TREN	6814.8560
43	0.42063	TREN	7677.2852
43	0.84125	TREN	8539.7143
44	0.00000	TREN	8539.7143
44	0.40875	TREN	9217.4568
44	0.81750	TREN	9895.1993
45	0.00000	TREN	9895.1993
45	0.40875	TREN	10572.9417
45	0.81750	TREN	11250.6842
46	0.00000	TREN	11855.8854
46	0.51429	TREN	12506.8783
46	1.02857	TREN	13157.8713
47	0.00000	TREN	13157.8713
47	0.51429	TREN	13808.8642
47	1.02857	TREN	14459.8571
48	0.00000	TREN	14459.8571
48	0.51429	TREN	15110.8500
48	1.02857	TREN	15761.8429
49	0.00000	TREN	15761.8429
49	0.51429	TREN	16412.8358
49	1.02857	TREN	17063.8288
50	0.00000	TREN	17063.8288
50	0.51429	TREN	17714.8217
50	1.02857	TREN	18365.8146
51	0.00000	TREN	18365.8146
51	0.51429	TREN	19016.8075
51	1.02857	TREN	19667.8004
52	0.00000	TREN	19667.8004
52	0.51429	TREN	20318.7933
52	1.02857	TREN	20969.7862
53	0.00000	TREN	20969.7862
53	0.50000	TREN	21406.5630
53	1.00000	TREN	21843.3398
54	0.00000	TREN	21843.3398
54	0.50000	TREN	22280.1166
54	1.00000	TREN	22716.8933
55	0.00000	TREN	22716.8933
55	0.39750	TREN	22908.2051
55	0.79500	TREN	23099.5169
56	0.00000	TREN	23099.5169
56	0.39750	TREN	23290.8287
56	0.79500	TREN	23482.1405
57	0.00000	TREN	23482.1405
57	0.39750	TREN	23673.4523
57	0.79500	TREN	23864.7641
58	0.00000	TREN	23864.7641
58	0.39750	TREN	24056.0759
58	0.79500	TREN	24247.3877
59	0.00000	TREN	24247.3877
59	0.51375	TREN	24293.1225
59	1.02750	TREN	24338.8574
60	0.00000	TREN	24338.8574
60	0.51375	TREN	24384.5922
60	1.02750	TREN	24430.3270
61	0.00000	TREN	24430.3270
61	0.51375	TREN	24274.5351
61	1.02750	TREN	24118.7433
62	0.00000	TREN	24118.7433
62	0.51375	TREN	23962.9514
62	1.02750	TREN	23807.1596
63	0.00000	TREN	18785.5739
63	0.51375	TREN	18226.7287
63	1.02750	TREN	17667.8836
64	0.00000	TREN	17667.8836
64	0.51375	TREN	17109.0384
64	1.02750	TREN	16550.1932
65	0.00000	TREN	16550.1932
65	0.51375	TREN	15789.8214
65	1.02750	TREN	15029.4495
66	0.00000	TREN	15029.4495
66	0.51375	TREN	14269.0777
66	1.02750	TREN	13508.7059
67	0.00000	TREN	10859.3893
67	0.41667	TREN	10079.2608
67	0.83333	TREN	9299.1322
68	0.00000	TREN	9299.1322

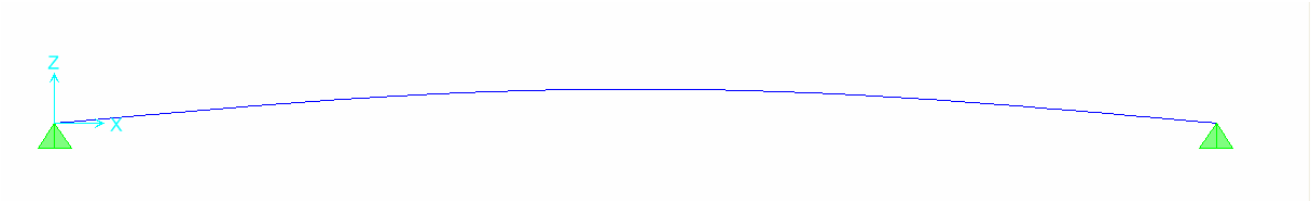
68	0.41667	TREN	8519.0037
68	0.83333	TREN	7738.8752
69	0.00000	TREN	7738.8752
69	0.41667	TREN	6958.7466
69	0.83333	TREN	6178.6181
70	0.00000	TREN	6178.6181
70	0.41667	TREN	5398.4895
70	0.83333	TREN	4618.3610
71	0.00000	TREN	4618.3610
71	0.41667	TREN	3838.2324
71	0.83333	TREN	3058.1039
72	0.00000	TREN	3058.1039
72	0.41667	TREN	2277.9753
72	0.83333	TREN	1497.8468
73	0.00000	TREN	23807.1596
73	0.45125	TREN	23493.3105
73	0.90250	TREN	23179.4614
74	0.00000	TREN	23179.4614
74	0.45125	TREN	22865.6123
74	0.90250	TREN	22551.7632
75	0.00000	TREN	22551.7632
75	0.45125	TREN	22237.9141
75	0.90250	TREN	21924.0650
76	0.00000	TREN	21924.0650
76	0.45125	TREN	21610.2158
76	0.90250	TREN	21296.3667
77	0.00000	TREN	21296.3667
77	0.45125	TREN	20982.5176
77	0.90250	TREN	20668.6685
78	0.00000	TREN	20668.6685
78	0.45125	TREN	20354.8194
78	0.90250	TREN	20040.9703
79	0.00000	TREN	20040.9703
79	0.45125	TREN	19727.1212
79	0.90250	TREN	19413.2721
80	0.00000	TREN	19413.2721
80	0.45125	TREN	19099.4230
80	0.90250	TREN	18785.5739

DESPLAZAMIENTOS

Table: Joint Displacements

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	U1 mm	U2 mm	U3 mm	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
4	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000785	0.000000
5	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000780	0.000000
6	**TREN**	**LinStatic**	**0.000000**	**0.000000**	**-10.735700**	**0.000000**	**-4.033E-06**	**0.000000**
8	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-0.645516	0.000000	0.000784	0.000000
10	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-4.542179	0.000000	0.000716	0.000000
12	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-4.523638	0.000000	-0.000717	0.000000
14	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-0.640491	0.000000	-0.000779	0.000000
16	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-3.313129	0.000000	0.000749	0.000000
18	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-4.815102	0.000000	0.000706	0.000000
20	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-9.900125	0.000000	0.000305	0.000000
22	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.612465	0.000000	0.000120	0.000000
24	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.586967	0.000000	-0.000127	0.000000
26	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-8.131256	0.000000	-0.000508	0.000000
28	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-6.944096	0.000000	-0.000598	0.000000
30	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-5.567421	0.000000	-0.000674	0.000000
34	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-9.142142	0.000000	0.000413	0.000000
35	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-1.322080	0.000000	0.000779	0.000000
36	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-1.993844	0.000000	0.000772	0.000000
37	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-2.658348	0.000000	0.000762	0.000000
38	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-3.934319	0.000000	0.000734	0.000000
39	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-5.553790	0.000000	0.000674	0.000000
40	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-6.257987	0.000000	0.000639	0.000000
41	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-6.924278	0.000000	0.000600	0.000000
42	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-7.549253	0.000000	0.000559	0.000000
43	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-8.129497	0.000000	0.000513	0.000000
44	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-8.661598	0.000000	0.000465	0.000000
45	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-9.548194	0.000000	0.000360	0.000000
46	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.133070	0.000000	0.000260	0.000000
47	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.329841	0.000000	0.000214	0.000000
48	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.489839	0.000000	0.000167	0.000000
49	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.705917	0.000000	0.000058	0.000000
50	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.692880	0.000000	-0.000066	0.000000
51	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-7.560785	0.000000	-0.000554	0.000000
52	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-6.275416	0.000000	-0.000638	0.000000
53	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-3.901708	0.000000	-0.000734	0.000000
54	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-3.266762	0.000000	-0.000748	0.000000
55	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-2.620983	0.000000	-0.000760	0.000000
56	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-1.966556	0.000000	-0.000769	0.000000
57	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-1.305664	0.000000	-0.000775	0.000000
58	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.434864	0.000000	-0.000179	0.000000
59	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-10.235981	0.000000	-0.000231	0.000000
60	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-9.991586	0.000000	-0.000280	0.000000
61	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-9.702944	0.000000	-0.000329	0.000000
62	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-9.371324	0.000000	-0.000375	0.000000
63	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-8.997991	0.000000	-0.000421	0.000000
64	TREN	LinStatic	0.000000	0.000000	-8.584213	0.000000	-0.000465	0.000000

ANÁLISIS MODAL



Primer modo de vibración

Table: Modal Load Participation Ratios

OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	97.8823	77.6986
MODAL	Acceleration	UY	0.0000	0.0000
MODAL	Acceleration	UZ	99.9954	93.7558

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 1 of 3

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1.000000	0.337933	0.00000	0.00000	0.80462	0.00000	0.00000
MODAL	Mode	2.000000	0.089418	2.007E-20	0.00000	2.183E-08	2.007E-20	0.00000
MODAL	Mode	3.000000	0.043549	2.678E-20	0.00000	0.09704	4.685E-20	0.00000
MODAL	Mode	4.000000	0.027445	2.272E-19	0.00000	4.609E-07	2.740E-19	0.00000
MODAL	Mode	5.000000	0.025938	0.77699	0.00000	5.313E-18	0.77699	0.00000
MODAL	Mode	6.000000	0.019714	9.357E-18	0.00000	0.03590	0.77699	0.00000

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 2 of 3

OutputCase	StepType	StepNum	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1.000000	0.80462	0.00000	2.546E-09	0.00000	0.00000	2.546E-09
MODAL	Mode	2.000000	0.80462	0.00000	0.60948	0.00000	0.00000	0.60948
MODAL	Mode	3.000000	0.90166	0.00000	1.816E-07	0.00000	0.00000	0.60948
MODAL	Mode	4.000000	0.90166	0.00000	0.16619	0.00000	0.00000	0.77568
MODAL	Mode	5.000000	0.90166	0.00000	7.834E-20	0.00000	0.00000	0.77568
MODAL	Mode	6.000000	0.93756	0.00000	1.495E-06	0.00000	0.00000	0.77568

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 3 of 3

OutputCase	StepType	StepNum	SumRZ
Text	Text	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1.000000	0.00000
MODAL	Mode	2.000000	0.00000
MODAL	Mode	3.000000	0.00000
MODAL	Mode	4.000000	0.00000
MODAL	Mode	5.000000	0.00000
MODAL	Mode	6.000000	0.00000

Table: Modal Participation Factors, Part 1 of 2

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	RX	RY
Text	Text	Unitless	Sec	KN-s2	KN-s2	KN-s2	KN-m-s2	KN-m-s2
MODAL	Mode	1.000000	0.337933	2.851E-13	0.000000	-12.123684	0.000000	-0.008206
MODAL	Mode	2.000000	0.089418	1.915E-09	0.000000	-0.001997	0.000000	-126.967743
MODAL	Mode	3.000000	0.043549	-2.212E-09	0.000000	4.210367	0.000000	0.069305
MODAL	Mode	4.000000	0.027445	-6.442E-09	0.000000	0.009176	0.000000	-66.300688
MODAL	Mode	5.000000	0.025938	11.913675	0.000000	-3.115E-08	0.000000	4.552E-08
MODAL	Mode	6.000000	0.019714	4.134E-08	0.000000	2.560684	0.000000	-0.198836

Table: Modal Participation Factors, Part 2 of 2

OutputCase	StepType	StepNum	RZ	ModalMass	ModalStiff
Text	Text	Unitless	KN-m-s2	KN-m-s2	KN-m
MODAL	Mode	1.000000	0.000000	0.1130	39.05873
MODAL	Mode	2.000000	0.000000	0.1130	557.86711
MODAL	Mode	3.000000	0.000000	0.1130	2351.87262
MODAL	Mode	4.000000	0.000000	0.1130	5921.98264
MODAL	Mode	5.000000	0.000000	0.1130	6629.91095
MODAL	Mode	6.000000	0.000000	0.1130	11477.03853

Table: Modal Periods And Frequencies

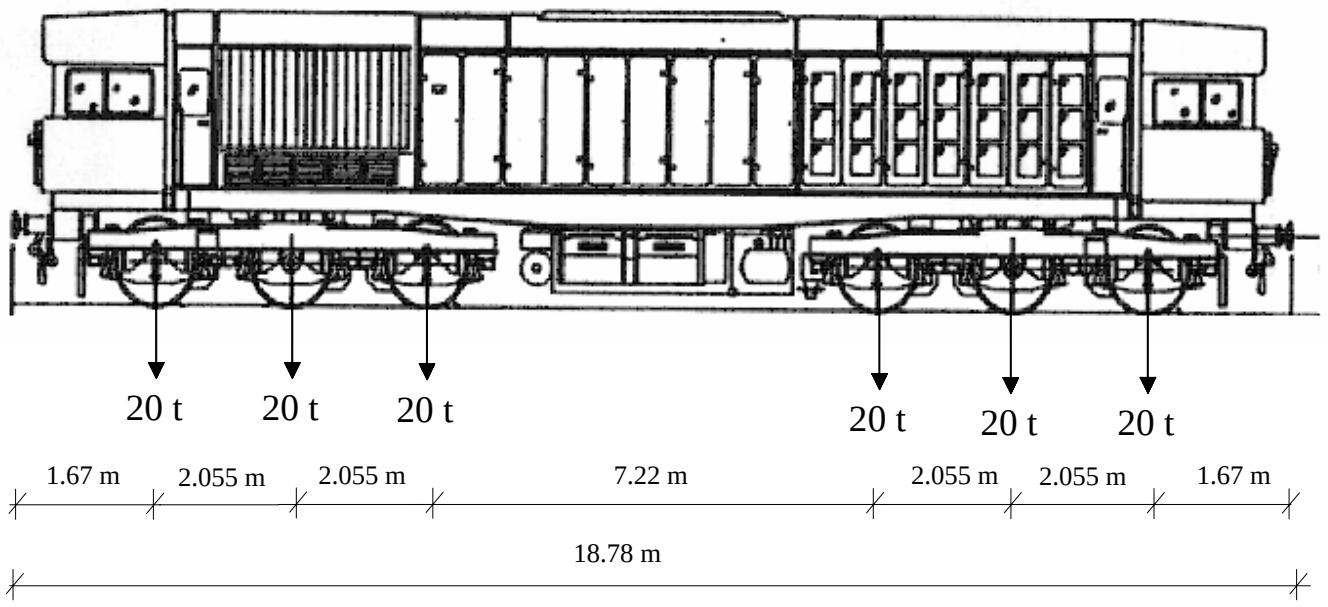
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	**Mode**	**1.000000**	**0.337933**	**2.9592E+00**	**1.8593E+01**	**3.4570E+02**
MODAL	Mode	2.000000	0.089418	1.1183E+01	7.0268E+01	4.9375E+03
MODAL	Mode	3.000000	0.043549	2.2962E+01	1.4428E+02	2.0816E+04
MODAL	Mode	4.000000	0.027445	3.6437E+01	2.2894E+02	5.2414E+04
MODAL	Mode	5.000000	0.025938	3.8554E+01	2.4224E+02	5.8680E+04
MODAL	Mode	6.000000	0.019714	5.0725E+01	3.1872E+02	1.0158E+05

ANEJO 2-C- TREN DE CARGAS Y SITUACIÓN DE LOS APARATOS DE MEDIDA

VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

TREN DE CARGAS

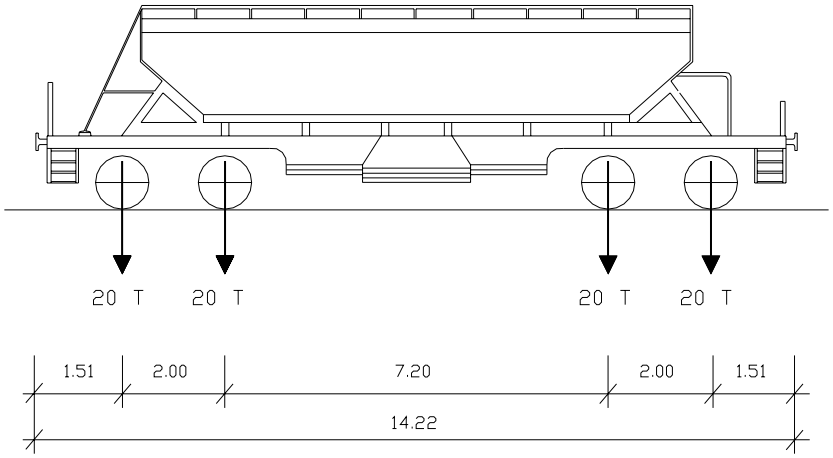
LOCOMOTORA



VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

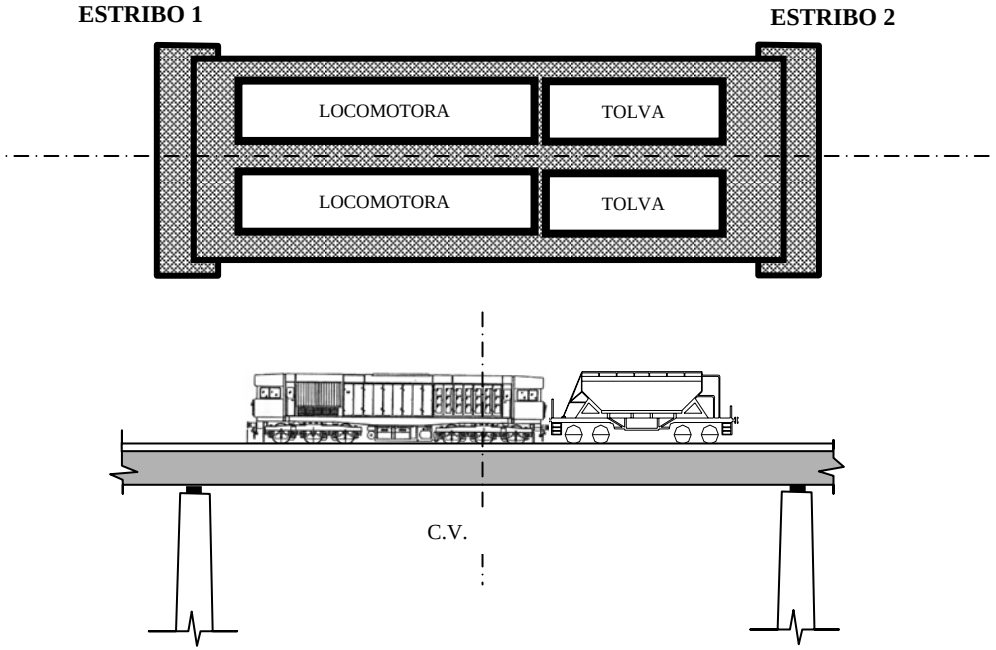
TREN DE CARGAS

TOLVA



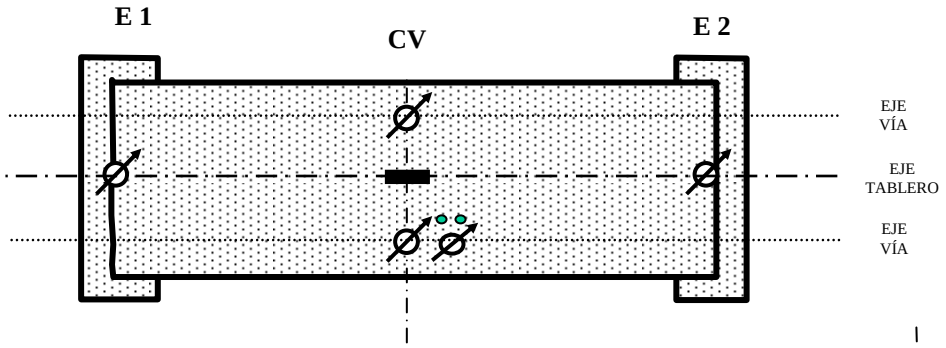
VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

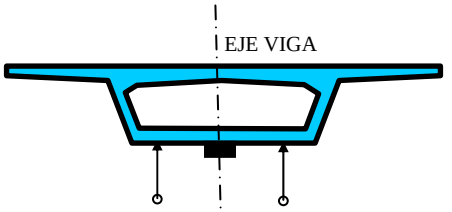
POSICIÓN DEL TREN DE CARGAS



VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

INSTRUMENTACIÓN





Anillo extensométrico

Acelerómetro

Banda extensométrica

SECCIÓN TRANSVERSAL.
POSICIONAMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN
EN LA SECCIÓN DE CENTRO DE VANO

ANEJO 2-D- ANÁLISIS DE PROYECTO

OBTENCION DE SOLICITACIONES EN PUENTES
LÍNEA: L.A.V. MADRID-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS - FIGUERES
VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA

VANO DE LUZ 41,20m

UNIDADES:

$t := 1000 \cdot kgf$

$kN := 1000 \cdot newton$

DATOS:

Se trata de un puente isostático tipo cajón monocelular postesado

$Luz := 41.20m$	Luz del vano
$ancho_tablero := 14 \cdot m$	Ancho del tablero
$canto_losa := 0 \cdot cm$	Canto de la losa
$peso_vias := 0.65 \frac{t}{m}$	Peso del pavimento
$p_{barand} := 0.80 \frac{t}{m}$	Barandilla e imposta
$p_{instalac} := 0.50 \frac{t}{m}$	Instalaciones
$densidad_balasto := 1.8 \cdot \frac{t}{m^3}$	Densidad del balasto
$AB := 5.05m$	Ancho del balasto
$eB := 0.60m$	Espesor del balasto
$p_{balasto} := densidad_balasto \cdot AB \cdot eB$	Peso del balasto
$densidad_hormigón := 2.5 \cdot \frac{t}{m^3}$	Densidad del hormigón
$ancho_acera := 0.55m$	Ancho de la acera
$canto_util := 255 \cdot cm$	Canto util

CARGAS:

$P_{propio} := 9.226 \cdot m^2 \cdot densidad_hormigón$ $\quad P_{propio} = 23.065 \frac{t}{m}$ Peso propio tablero, acera, murete

ESFUERZOS:

MOMENTOS EN CENTRO DE VANO:

$M_{peso_propio} := P_{propio} \cdot \frac{Luz^2}{8}$ $\quad M_{peso_propio} = 47993.08\,kN \cdot m$

$M_{cargas_muertas} := 2\left(peso_vias + p_{barand} + p_{instalac} + p_{balasto}\right) \cdot \frac{Luz^2}{8}$ $\quad M_{cargas_muertas} = 30812.12\,kN \cdot m$

Según el anejo de cálculo se emplea el tren UIC71 y una sobrecarga en aceras de 5 kN/m^2:

$Q := 2 \cdot 8 \cdot \frac{t}{m}$ Carga uniforme

$P := 2 \cdot 25 \cdot t$ Cargas puntuales

$\alpha := 1.21$ Coeficiente de clasificación para vías de ancho internacional

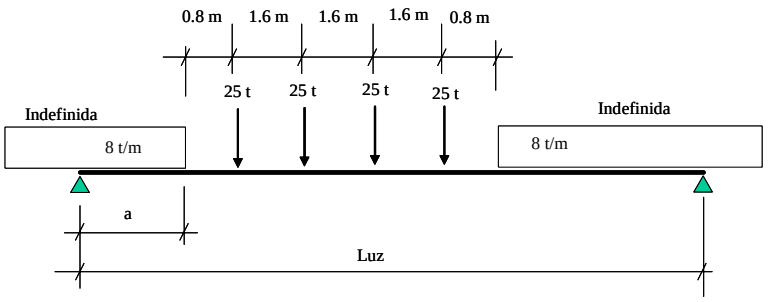
$S_d := ancho_acera \cdot 0.5 \cdot \frac{t}{m^2} \cdot Luz + 4 \cdot P + Q \cdot (Luz - 6.4 \cdot m)$ $\quad S_d = 768.1\,t$

Seguidamente se calcula el porcentaje de carga en lo que a momentos se refiere:

Posiciones de los distintos puntos del tren de cargas:

a = tramo de carga uniforme del tren UIC71 que está en el vano

TREN UIC-71



VERIFICACIÓN DE VIGAS PRETENSADAS

LÍNEA: L.A.V. MADRID-FRONTERA FRANCESA
TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES
VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA

1.- ENTRADA DE DATOS

1.1.- RESISTENCIAS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

$f_{ckv} := 40 \cdot \frac{N}{mm^2}$ Resistencia característica del hormigón

$f_{pu} := 1860 \cdot \frac{N}{mm^2}$ Resistencia nominal del acero para armaduras activas

$f_{pk} := 1640 \cdot \frac{N}{mm^2}$ Tensión característica en el límite elástico de las armaduras activas

$E_p := 190000 \cdot \frac{N}{mm^2}$ Módulo de deformación del acero de pretensado

$E_s := 200000 \cdot \frac{N}{mm^2}$ Módulo de deformación del acero pasivo

$f_{yk} := 500 \cdot \frac{N}{mm^2}$ Resistencia característica del acero para armaduras pasivas

$\gamma_{cv} := 1.5$ Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón

$\gamma_s := 1.15$ Coeficiente de minoración de la resistencia del acero

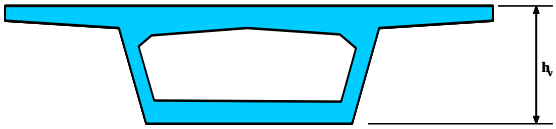
$\gamma_G := 1.35$ Coeficiente de mayoración de cargas permanentes

$\gamma_Q := 1.50$ Coeficiente de mayoración de sobrecarga

$$E_{cv} := 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ckv}} \cdot \left(\frac{N}{mm^2} \right)^{\frac{2}{3}} \qquad E_{cv} = 2.907 \times 10^4 \frac{N}{mm^2}$$

Módulo de deformación del hormigón de la viga

1.2.-GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN DE HORMIGÓN



$h_v := 300 \cdot cm$ Altura de la viga

$rec := 45 \cdot cm$ Recubrimiento inferior

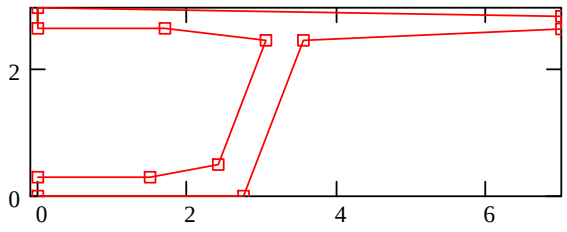
$n := 12$ Número de vértices (media viga)

$i := 1 .. n$

IMPORTANTE Se supone sección simétrica. Introducir media sección.
Introducir los vértices en sentido antihorario.
Vértices inicial y final no coincidentes.
El vértice inicial debe tener coordenadas "0,0".
El segundo punto debe tener y=0.

$x_i :=$	$y_i :=$
$0 \cdot cm$	$0 \cdot cm$
$275 \cdot cm$	$0 \cdot cm$
$355 \cdot cm$	$248 \cdot cm$
$700 \cdot cm$	$266 \cdot cm$
$700 \cdot cm$	$286 \cdot cm$
$0 \cdot cm$	$300 \cdot cm$
0cm	267cm
170cm	267cm
305cm	248cm
241.15cm	50cm
150cm	30cm
0cm	30cm

$y_{n+1} := y_1$ $x_{n+1} := x_1$



1.3.- DEFINICIONES GEOMÉTRICAS DE LA ARMADURA

1.3.1.- ARMADURA ACTIVA

$a := 4$ Número de capas de la armadura pretesa

$j := 1 .. a$

$Yp_j :=$	$Np_j :=$	$Ap_j :=$
$15 \cdot cm$	96	$1.4 \cdot cm^2$
35cm	96	$1.4 \cdot cm^2$
55cm	96	$1.4 \cdot cm^2$
75cm	96	$1.4 \cdot cm^2$

Yp_j : es la altura de la armadura de la capa "j" respecto de la cara inferior de la viga

Ap_j : es el área de cada cordón de la capa "j"

Np_j : es el número de cordones en la capa "j"

$N_{tot} := \sum_{j=1}^{a} Np_j \qquad N_{tot} = 384$

$A_{sp} := \sum_{j=1}^{a} Ap_j \cdot Np_j \qquad A_{sp} = 537.6\,cm^2$ Area total de los cordones

$Y_{gp} := \dfrac{\sum_{j=1}^{a} Ap_j \cdot Np_j \cdot Yp_j}{A_{sp}} \qquad Y_{gp} = 45\,cm$ Centro de gravedad del conjunto de cordones

$\sigma_{ki} := if\left(0.75 \cdot f_{pu} < 0.9 \cdot f_{pk}, 0.75 \cdot f_{pu}, 0.9 \cdot f_{pk}\right)$

$\sigma_{ki} = 1.395 \times 10^3 \dfrac{N}{mm^2}$ Tensión de pretensado inicial según EHE

$P_{ki} := \sigma_{ki} \cdot A_{sp} \qquad P_{ki} = 74995\,kN$ Fuerza de pretensado inicial

1.3.2.- ARMADURA PASIVA

$r := 2$ Número de capas de la armadura pasiva que figura en planos.

$f := 1 .. r$

$Ys_f :=$ | $5 \cdot cm$ | $25 \cdot cm$ |

$\phi_f :=$ | $16 \cdot mm$ | $12 \cdot mm$ |

$Ns_f :=$ | 0 | 0 |

Ys_f : es la altura de la armadura de la capa "f" respecto de la cara inferior de la viga

ϕ_f : es el diámetro de cada barra de la capa "f"

Ns_f : es el número de barras en la capa "f"

$A_{s1} := \sum_{f=1}^{r} \left(\phi_f\right)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Ns_f \qquad A_{s1} = 0\,cm^2$ Área total de armadura

$Y_{gs1} := \dfrac{\sum_{f=1}^{r} \left(\phi_f\right)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Ns_f \cdot Ys_f}{A_{s1}} \qquad Y_{gs1} = 0\,cm$ Centro de gravedad de la armadura pasiva

1.4.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA SECCIÓN

$$A_{c1} := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right]}{2} \cdot 2 \qquad A_{c1} = 8.8044\,m^2$$ Área de la viga completa

$$h_{g1} := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[y_i + (y_{i+1}) \right]}{6 \cdot A_{c1}} \cdot 2 \qquad h_{g1} = 1.875\,m$$ Altura del c.d.g.

$$I_1 := \frac{\sum_{i=1}^{n} \left[x_i \cdot y_{(i+1)} - x_{(i+1)} \cdot y_i \right] \cdot \left[(y_i + y_{i+1})^2 - y_i \cdot y_{i+1} \right] \cdot 2}{12} - A_{c1} \cdot h_{g1}^2 \qquad I_1 = 10.526\,m^4$$

$$W_{1inf} := \frac{I_1}{h_{g1}} \qquad W_{1inf} = 5.615\,m^3$$

$$W_{1sup} := \frac{I_1}{h_v - h_{g1}} \qquad W_{1sup} = 9.354\,m^3$$

$ex := h_{g1} - Y_{gp}$ $\quad ex = 1.425\,m$ Excentricidad del postensado

$d := h_v - rec$ $\quad d = 2.55\,m$ Canto útil de la sección

NOTA: las características calculadas son las de la sección completa aunque tan solo se haya introducido media sección

1.4.1.- SECCIÒN DEFINIDA POR CAPAS HORIZONTALES

$nch := n - 3$ (deben tener forma de rectángulos, trapecios o triángulos)

$nch = 9$

$k := 1 .. nch$

Expresiones de transformación

$Y_k := y_{n-k-1}$ $H_k := y_{n-k} - y_{n-k-1}$ $Binf_k := (x_{n-k-1})\cdot 2$ $Bsup_k := (x_{n-k})\cdot 2$

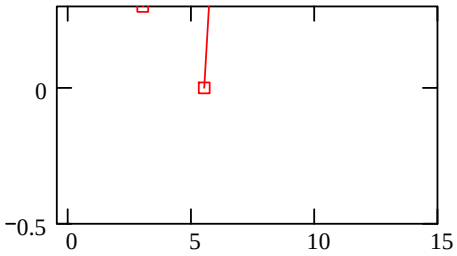
Y_k =		H_k =		$Binf_k$ =		$Bsup_k$ =	
0.5	m	-0.2	m	4.823	m	3	m
2.48		-1.98		6.1		4.823	
2.67		-0.19		3.4		6.1	
2.67		0		0		3.4	
3		-0.33		0		0	
2.86		0.14		14		0	
2.66		0.2		14		14	
2.48		0.18		7.1		14	
0		2.48		5.5		7.1	

Y_k : es la distancia de la cara inferior de la capa "i" respecto de la cara inferior de la viga.

H_k : es la altura de la capa "i"

$Binf_k$: es el ancho inferior de la capa "i"

$Bsup_k$: es el ancho superior de la capa "i"



Forma de la sección

1.5.- PÉRDIDAS DE PRETENSADO

Se suponen unas pérdida iniciales del 5% y diferidas del 20%

$P_{kf} := 0.75\cdot P_{ki}$ $P_{kf} = 56246\,kN$ Fuerza de pretensado final

$\sigma_o := \frac{P_{kf}}{A_{sp}}$ $\sigma_o = 1046.3\,\frac{N}{mm^2}$ Tensión de pretensado final considerando las pérdidas

2.- MOMENTO FLECTOR ÚLTIMO

2.1.- CÁLCULO DE LAS DEFORMACIONES EN LAS FIBRAS EXTREMAS

En función de la profundidad de la línea neutra, cuyo valor numérico se asigna varias páginas más adelante, se calcula la deformación de la fibra superior del hormigón (si la profundidad es suficientemente pequeña como para que una deformación del 10% de la armadura más baja implique una deformación en la fibra superior del 3.5%) o viceversa.

Deformación del hormigón comprimido

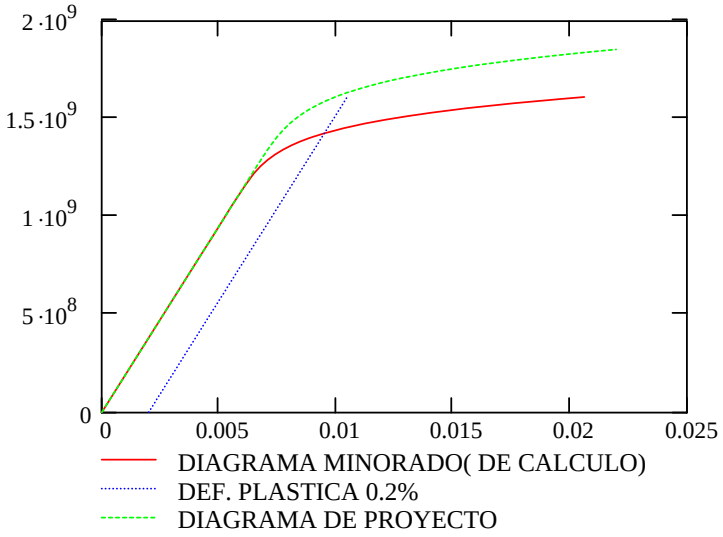
$$\varepsilon'_c := \text{if}\left(X < \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01}\cdot d, -0.01\cdot\frac{X}{d - X}, -0.0035\right) \qquad \varepsilon'_c = -2.41843 \times 10^{-3}$$

Deformación del acero traccionado

$$\varepsilon_s := \text{if}\left(X > \frac{0.0035}{0.0035 + 0.01}\cdot d, 0.0035\cdot\frac{d - X}{X}, 0.01\right) \qquad \varepsilon_s = 0.01$$

2.2.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE TRACCIÓN EN LA ARMADURA ACTIVA

DIAGRAMA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DEL ACERO DE PRETENSADO



Cálculo de la deformación en el acero después de producidas las pérdidas

$$\varepsilon_o := \text{if}\left[\sigma_o \le 0.7\cdot\frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma_o}{E_p}, \frac{\sigma_o}{E_p} + 0.823\cdot\left(\frac{\sigma_o}{f_{pk}}\cdot\gamma_s - 0.7\right)^5\right] \qquad \varepsilon_o = 5.50661 \times 10^{-3}$$

Deformación en la fibra inferior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{cinf} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} - \frac{P_{kf}\cdot ex}{W_{1inf}}}{E_{cv}} \qquad \varepsilon_{cinf} = -7.11 \times 10^{-4}$$

Deformación en la fibra superior de la viga por efecto del pretensado

$$\varepsilon_{csup} := \frac{\frac{-P_{kf}}{A_{c1}} + \frac{P_{kf}\cdot ex}{W_{1sup}}}{E_{cv}} \qquad \varepsilon_{csup} = 7.493 \times 10^{-5}$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de pretensado sólo hasta el estado de neutralización.

$$\Delta\varepsilon p1_j := 0 - \left[\left(\varepsilon_{cinf} - \varepsilon_{csup}\right)\cdot\frac{h_v - Yp_j}{h_v} + \varepsilon_{csup}\right]$$

$$\Delta\varepsilon p1^T = \left(6.71 \times 10^{-4} \quad 6.19 \times 10^{-4} \quad 5.67 \times 10^{-4} \quad 5.14 \times 10^{-4}\right)$$

Variación de la deformación en cada cordón desde el estado de neutralización hasta alcanzar la deformación en estado límite último

$$\Delta\varepsilon p2_j := \left(\varepsilon_s - \varepsilon'_c\right)\cdot\frac{h_v - Yp_j}{d} + \varepsilon'_c$$

$$\Delta\varepsilon p2^T = \left(0.011 \quad 0.01 \quad 9.513 \times 10^{-3} \quad 8.539 \times 10^{-3}\right)$$

Deformación total

$$\varepsilon tot_j := \varepsilon_o + \Delta\varepsilon p1_j + \Delta\varepsilon p2_j$$

$$\varepsilon tot^T = (\,0.018 \quad 0.017 \quad 0.016 \quad 0.015\,)$$

Cálculo de la tensión en cada cordón

$$\varepsilon(\sigma) := \text{if}\left[\sigma \le 0.7\cdot\frac{f_{pk}}{\gamma_s}, \frac{\sigma}{E_p}, \frac{\sigma}{E_p} + 0.823\cdot\left(\frac{\sigma}{f_{pk}}\cdot\gamma_s - 0.7\right)^5\right]$$

$TOL := 0.0001$ Tolerancia en la iteración

$\sigma := 18000\cdot\frac{N}{mm^2}$ Valor inicial para comenzar la iteración

$\sigma_j := \text{root}\left(\varepsilon(\sigma) - \varepsilon tot_j, \sigma\right)$ Tensión en cada barra en estado límite último

$\sigma^T = \left(1.581 \times 10^3 \quad 1.568 \times 10^3 \quad 1.554 \times 10^3 \quad 1.539 \times 10^3\right) \frac{N}{mm^2}$

$T_p := \sum_{j=1}^{a} \sigma_j \cdot Ap_j \cdot Np_j$ $T_p = 83900\,kN$ Fuerza total de tracción en la armadura activa

2.3.- CÁLCULO DE LA FUERZA EN LA ARMADURA PASIVA

Deformación en cada barra hasta alcanzar el estado límite último

$\varepsilon s_f := \left(\varepsilon_s - \varepsilon'_c\right) \cdot \frac{h_v - Ys_f}{d} + \varepsilon'_c$

$\varepsilon s^T = (\,0.012 \quad 0.011\,)$

Tensión en cada capa de armadura.
(el signo negativo indica que está comprimida)

$\sigma s_f := \text{if}\left(\left|\varepsilon s_f\right| \le \left|\frac{f_{yk}}{\gamma_s \cdot E_s}\right|, \varepsilon s_f \cdot E_s, \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \frac{\varepsilon s_f}{\left|\varepsilon s_f\right|}\right)$

$\sigma s^T = (\,434.8 \quad 434.8\,) \frac{N}{mm^2}$

$Ts_f := \text{if}\left[h_v - X \ge Ys_f, \sigma s_f \cdot \left(\phi_f\right)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Ns_f, 0 \cdot kN\right]$

$T_s := \sum_{f=1}^{r} Ts_f$ $T_s = 0\,kN$ Fuerza total de tracción en la armadura pasiva

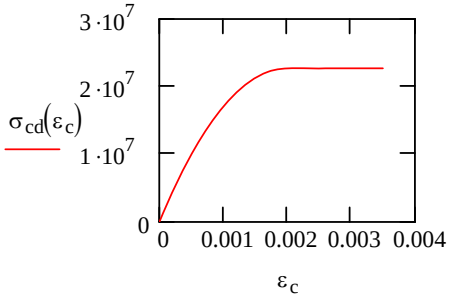
Fuerza en las capas comprimidas

$Cs_f := \text{if}\left[h_v - X \le Ys_f, \sigma s_f \cdot \left(\phi_f\right)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Ns_f \cdot (-1), 0 \cdot kN\right]$

$C_s := \sum_{f=1}^{r} Cs_f$ $C_s = 0\,kN$ Fuerza total de compresión en la armadura pasiva

2.4.- CÁLCULO DE LA FUERZA DE COMPRESIÓN EN EL HORMIGÓN

CONSIDERANDO EL DIAGRAMA PARÁBOLA RECTÁNGULO



FUERZA DE COMPRESIÓN EN LA VIGA

$$\varepsilon(y) := \left(\varepsilon_s - \varepsilon'_c\right)\cdot\frac{d + rec - y}{d} + \varepsilon'_c$$

Deformación en la fibra con altura "y"

Tensión en las fibras de la viga

$$\sigma v(y) := \text{if}\left[\varepsilon(y) > 0\,,0\cdot\frac{kgf}{cm^2}\,,\text{if}\left[\varepsilon(y) < -0.002\,,0.85\cdot\frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}}\,,0.85\cdot\frac{f_{ckv}}{\gamma_{cv}}\cdot\left[2\cdot\left(\frac{\varepsilon(y)}{-0.002}\right) - \left(\frac{\varepsilon(y)}{-0.002}\right)^2\right]\right]\right]$$

$$Cv_k := \int_{Y_k}^{Y_k+H_k}\left[Binf_k + \left(Bsup_k - Binf_k\right)\cdot\frac{y - Y_k}{H_k}\right]\cdot\sigma v(y)\ dy$$

$$Yv_k := \frac{\displaystyle\int_{Y_k}^{Y_k+H_k}\left[Binf_k + \left(Bsup_k - Binf_k\right)\cdot\frac{y - Y_k}{H_k}\right]\cdot\sigma v(y)\cdot y\ dy}{Cv_k}$$

$$Cv^T = (\,0\quad 0\quad -5591\quad 0\quad 0\quad 22124\quad 53279\quad 14091\quad 0\,)\ kN$$

$$Yv^T = (\,0\quad 0\quad 2.607\quad 0\quad 0\quad 2.907\quad 2.767\quad 2.61\quad 0\,)\ m$$

$C_c := \sum_{k=1}^{nch} Cv_k$ $C_c = 83902\,kN$ Fuerza total de compresión en la viga

$Y_c := \frac{\sum_{k=1}^{nch} Cv_k \cdot Yv_k}{C_c}$ $Y_c = 2.788\,m$ Distancia del punto de aplicación de la fuerza a la fibra inferior de la viga

2.5.- EQUILIBRIO DE FUERZAS

$C := C_c + C_s$ $C = 83902\,kN$ Fuerza de compresión total

$T := T_p + T_s$ $T = 83900\,kN$ Fuerza de tracción total

$C - T = 2\,kN$ Diferencia

$\left|\frac{C-T}{T}\right| = 2.91 \times 10^{-3}\,\%$ Error porcentual

Profundidad de la fibra neutra en estado límite último

$X \equiv 49.66 \cdot cm$ CAMBIAR LOS VALORES DE "X" HASTA QUE EL ERROR PORCENTUAL SEA MENOR DE 1%

2.6.- MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE Y SEGURIDAD A FLEXIÓN

$M_u := \sum_{j=1}^{a} \sigma_j \cdot Ap_j \cdot Np_j \cdot (Y_c - Yp_j) + \sum_{f=1}^{r} \sigma s_f \cdot (\phi_f)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot Ns_f \cdot (Y_c - Ys_f)$ $M_u = 1.96 \times 10^5\,m \cdot kN$

$M_1 := 47993.08 \cdot kN \cdot m$ Momento de peso propio tablero, aceras, muretes

$M_2 := 0 \cdot kN \cdot m$

$M_3 := 30812.12 \cdot kN \cdot m$ Momento de cargas muertas

$M_4 := 52733 \cdot kN \cdot m$ Momento de sobrecarga de uso

$M_d := (M_1 + M_2 + M_3) \cdot \gamma_G + 1.05 M_4 \cdot \gamma_Q$ $M_d = 1.894 \times 10^5\,kN \cdot m$ Momento total de cálculo

$M_d = 1.894 \times 10^5\,m \cdot kN$ Momento flector de cálculo

$M_{d1} := 209580 m \cdot kN$ Momento flector de cálculo (Anejo de cálculo)

$K := \frac{M_u}{M_{d1}}$ $K = 0.94$ **Seguridad a flexión (debe ser no inferior a 0.90)**

ANEJO 1 - VERIFICACIONES

VERIFICACIONES DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA SECCIÓN DEFINIDA POR PUNTOS A LA SECCIÓN DEFINIDA POR TRAPECIOS

$$Ac_k := \frac{Bsup_k + Binf_k}{2}\cdot H_k \qquad A_{ct1} := \sum_{k=1}^{nch} Ac_k \qquad A_{ct1} = 8.804\,m^2$$

$$yg_k := \frac{2\cdot Bsup_k + Binf_k}{3\cdot(Bsup_k + Binf_k)}\cdot H_k + Y_k \qquad h_{gt1} := \frac{\sum_{k=1}^{nch} Ac_k\cdot yg_k}{\sum_{k=1}^{nch} Ac_k} \qquad h_{gt1} = 1.875\,m$$

$$Ix_k := \frac{\left[(Binf_k)^2 + 4\cdot Binf_k\cdot Bsup_k + (Bsup_k)^2\right]\cdot(H_k)^3}{36\cdot(Binf_k + Bsup_k)}$$

$$I_{t1} := \sum_{k=1}^{nch}\left[Ix_k + Ac_k\cdot(h_{gt1} - yg_k)^2\right] \qquad I_{t1} = 10.526\,m^4$$

TODAS LAS DIFERENCIAS DEBEN SER "CERO"

$$A_{c1} - A_{ct1} = 0\,m^2 \qquad h_{g1} - h_{gt1} = 0\,m \qquad I_1 - I_{t1} = -1.421\times10^{-14}\,m^4$$

Deformaciones del acero activo

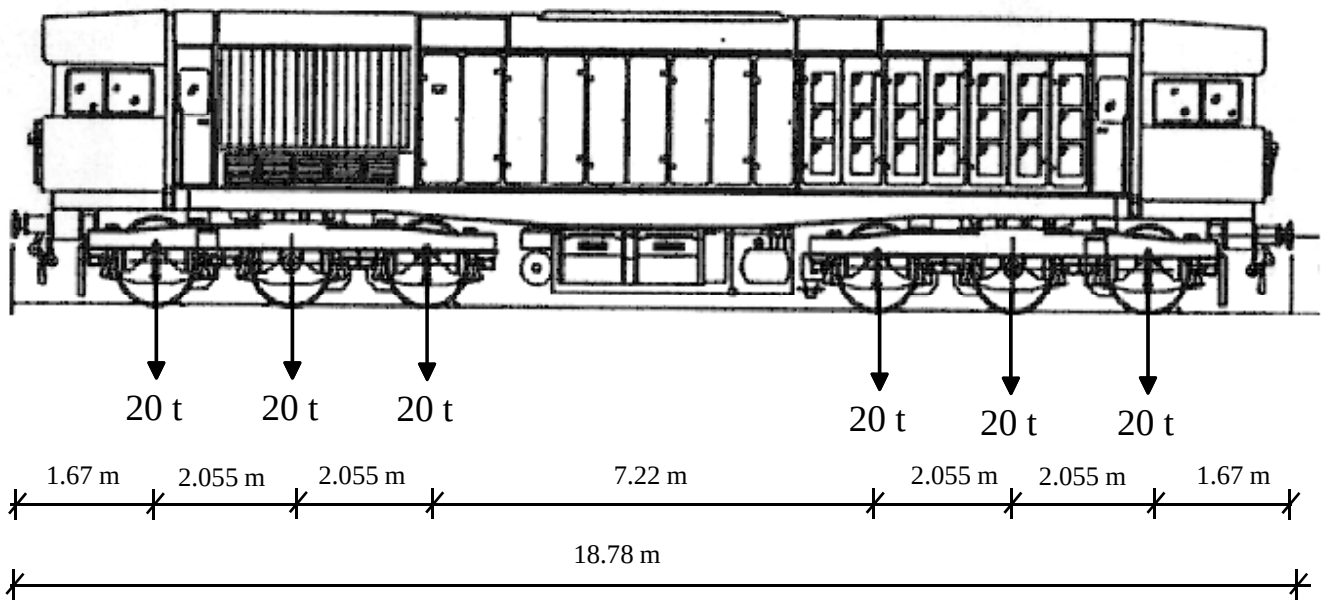
Yp_j =	$\Delta\varepsilon p1_j$ =	$\Delta\varepsilon p2_j$ =	t_j =	Tensión σ_j =
0.15 m	$6.714\cdot10^{-4}$	0.011	018	$1.581\cdot10^9$ kg m^{-1} sec^{-2}
0.35	$6.19\cdot10^{-4}$	0.01	017	$1.568\cdot10^9$
0.55	$5.666\cdot10^{-4}$	$9.513\cdot10^{-3}$	016	$1.554\cdot10^9$
0.75	$5.143\cdot10^{-4}$	$8.539\cdot10^{-3}$	015	$1.539\cdot10^9$

ANEJO 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

TREN DE CARGAS

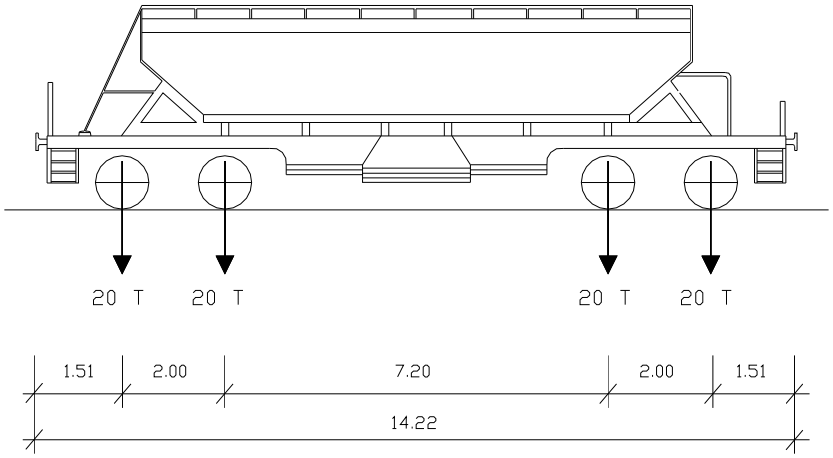
LOCOMOTORA



VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

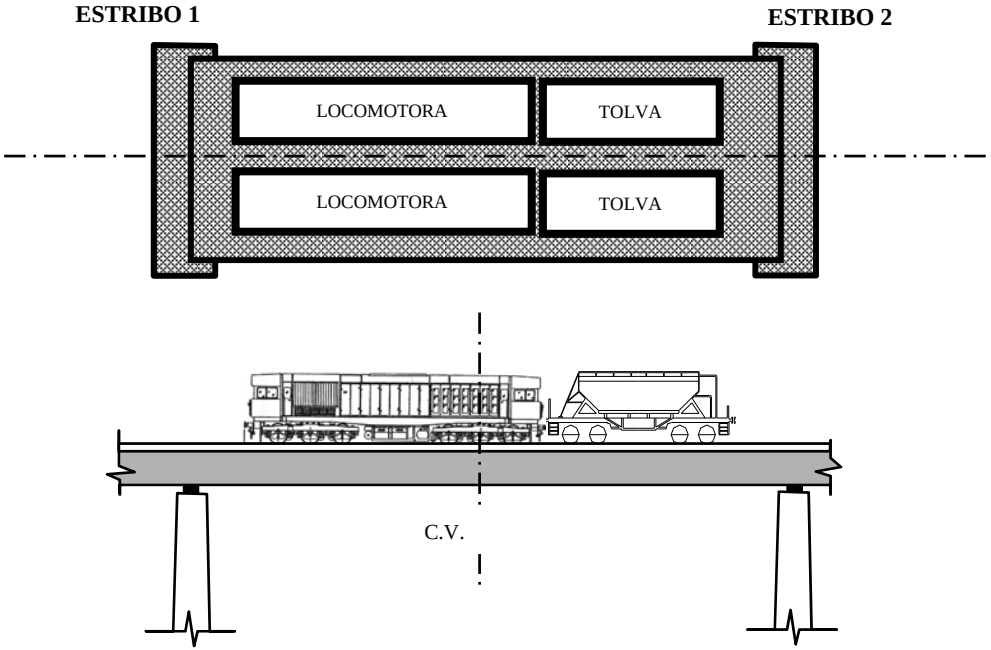
TREN DE CARGAS

TOLVA



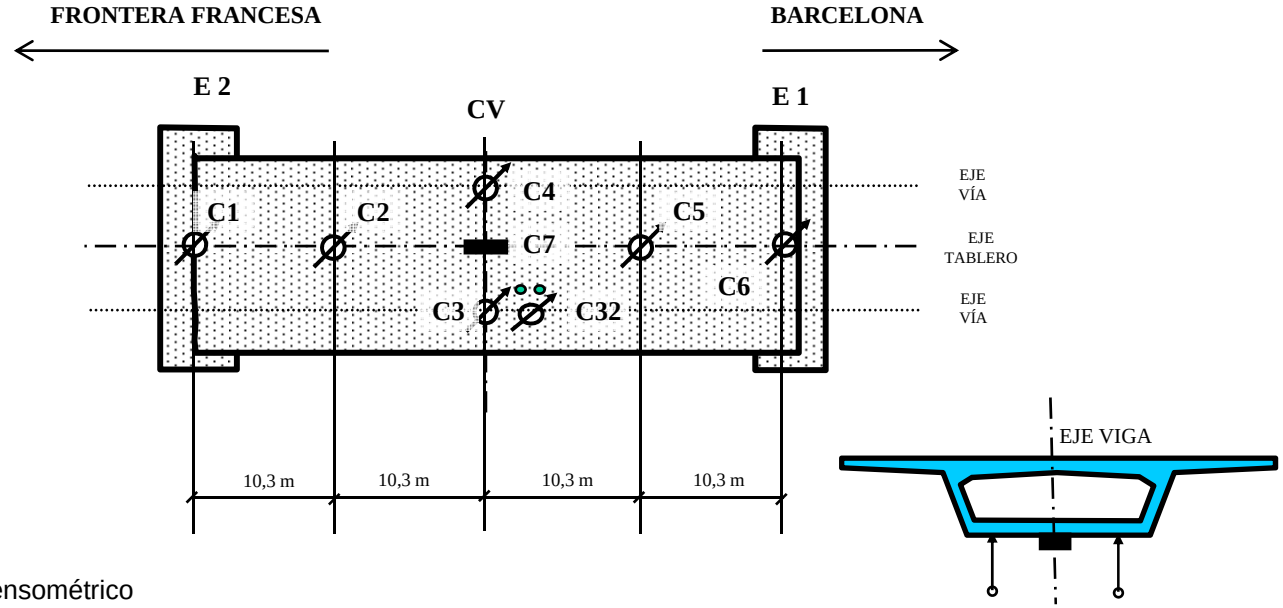
VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

POSICIÓN DEL TREN DE CARGAS



VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA DE LA L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. TRAMO: BARCELONA SANTS-FIGUERES. SUBTRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS-LLINARS DEL VALLÉS

INSTRUMENTACIÓN



Anillo extensométrico

Acelerómetro

Banda extensométrica

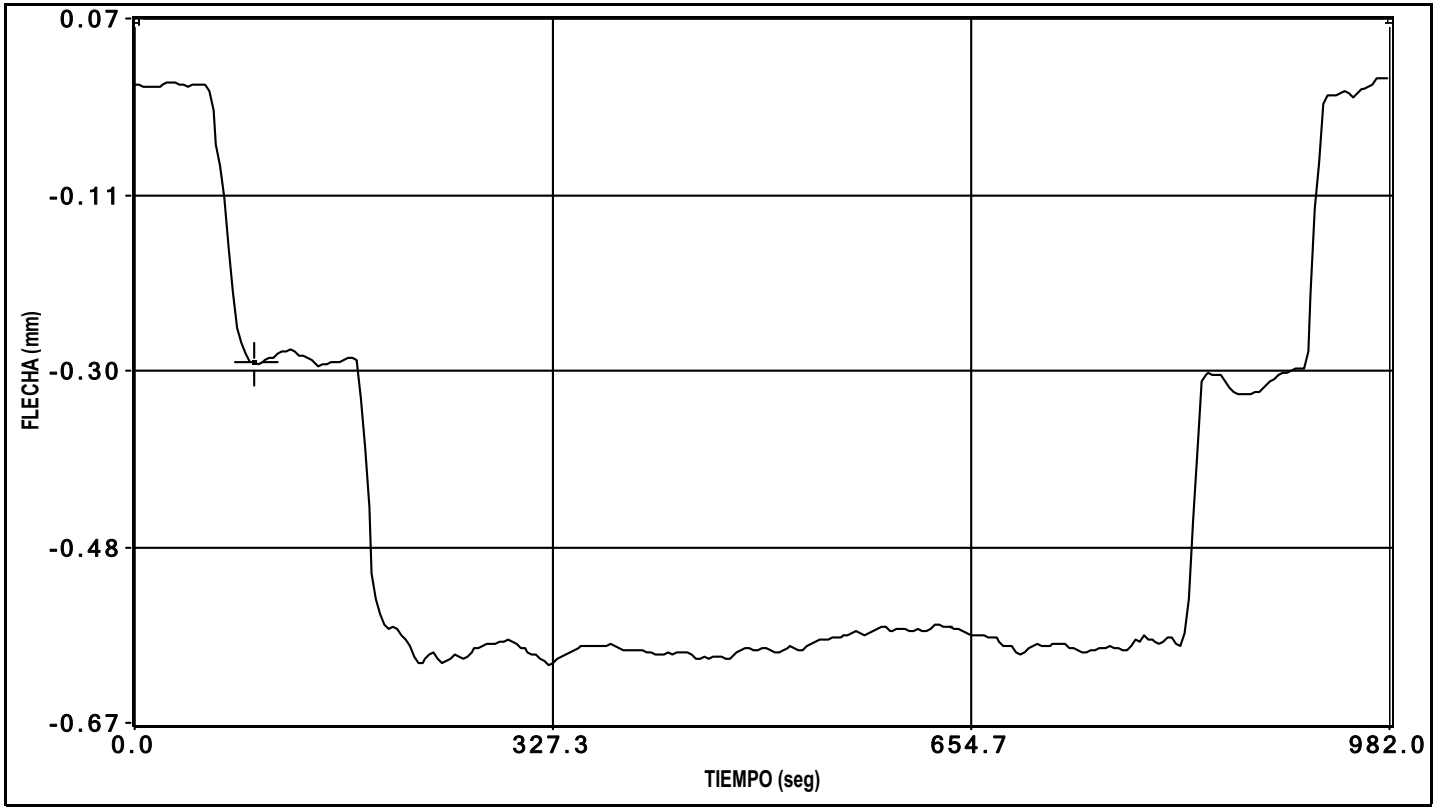
**SECCIÓN TRANSVERSAL.
POSICIONAMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN
EN LA SECCIÓN DE CENTRO DE VANO**

ANEJO 4: REGISTRO DE MEDIDAS

ENSAYO ESTÁTICO

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\E0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 // Hora de grabación: 8:46

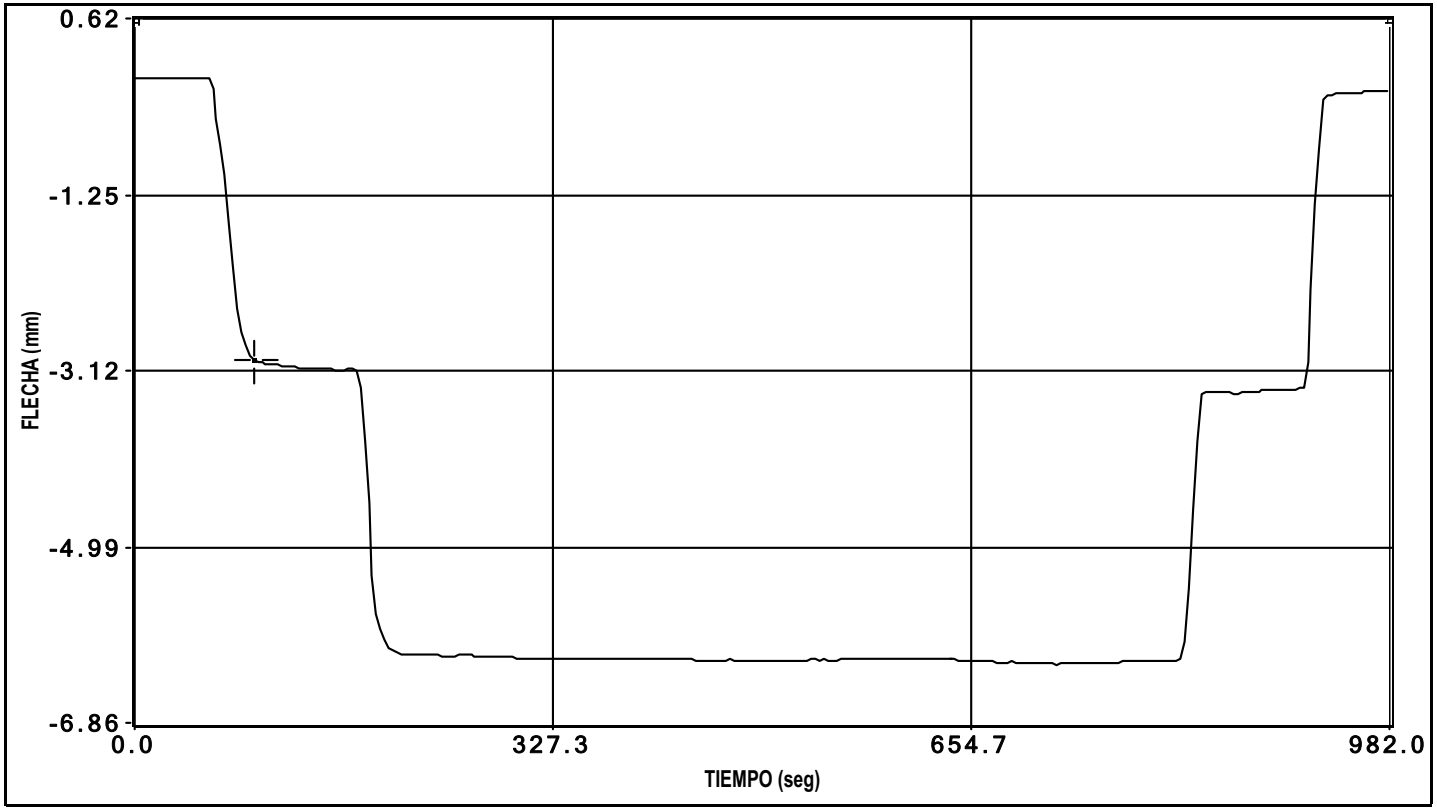
INTEMAC



canal 1 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\E0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 // Hora de grabación: 8:46

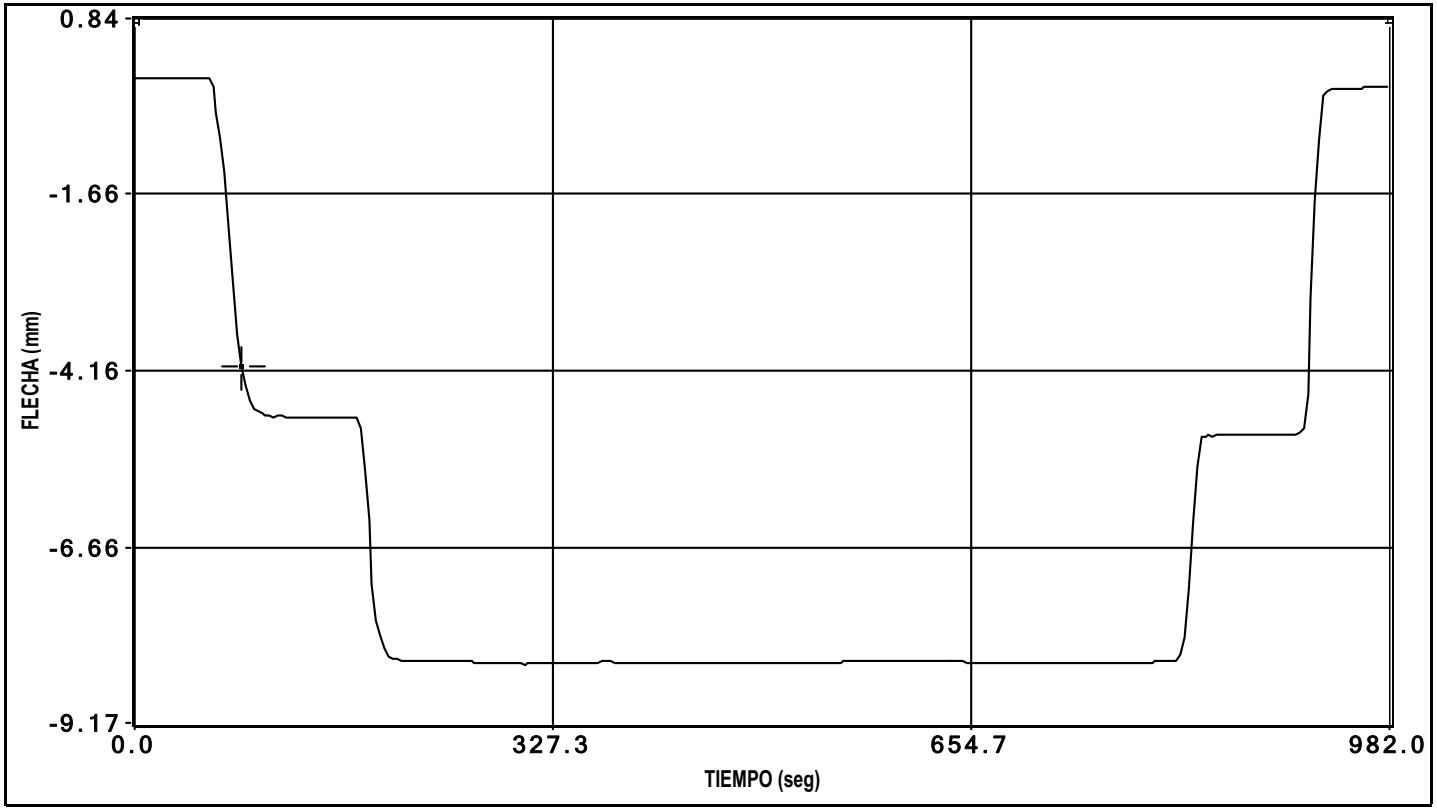
INTEMAC



canal 2 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\E0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 // Hora de grabación: 8:46

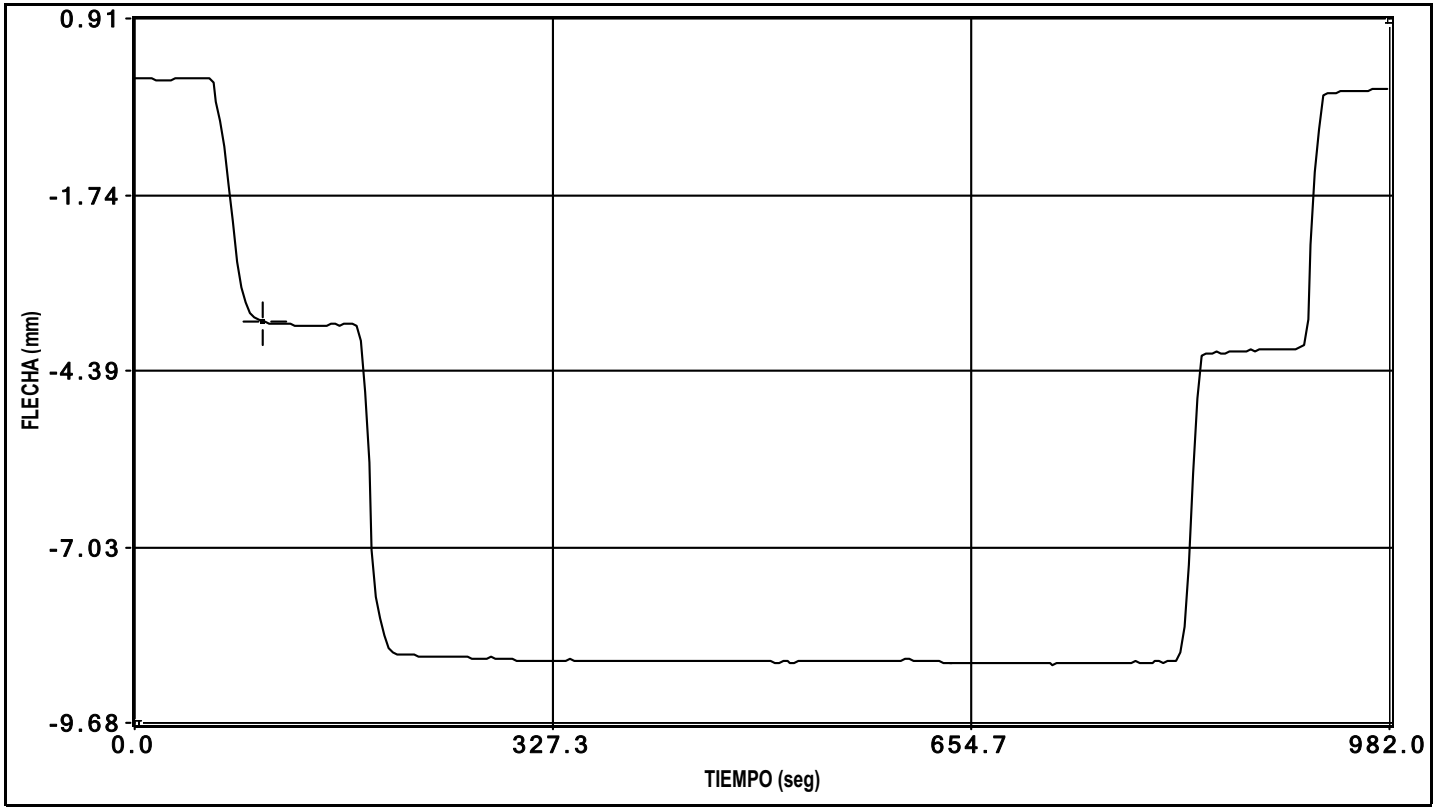
INTEMAC



canal 3 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\E0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 // Hora de grabación: 8:46

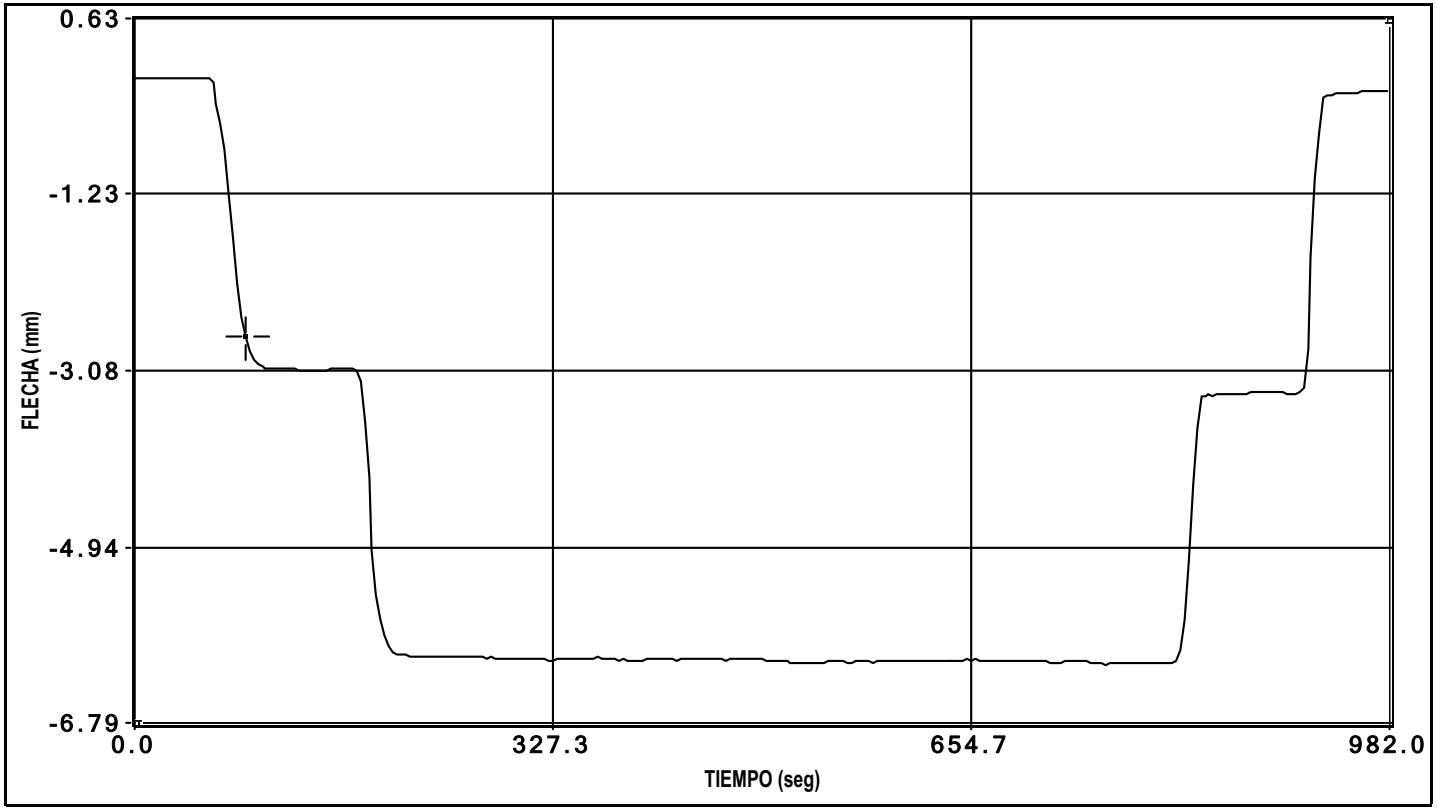
INTEMAC



canal 4 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\E0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 // Hora de grabación: 8:46

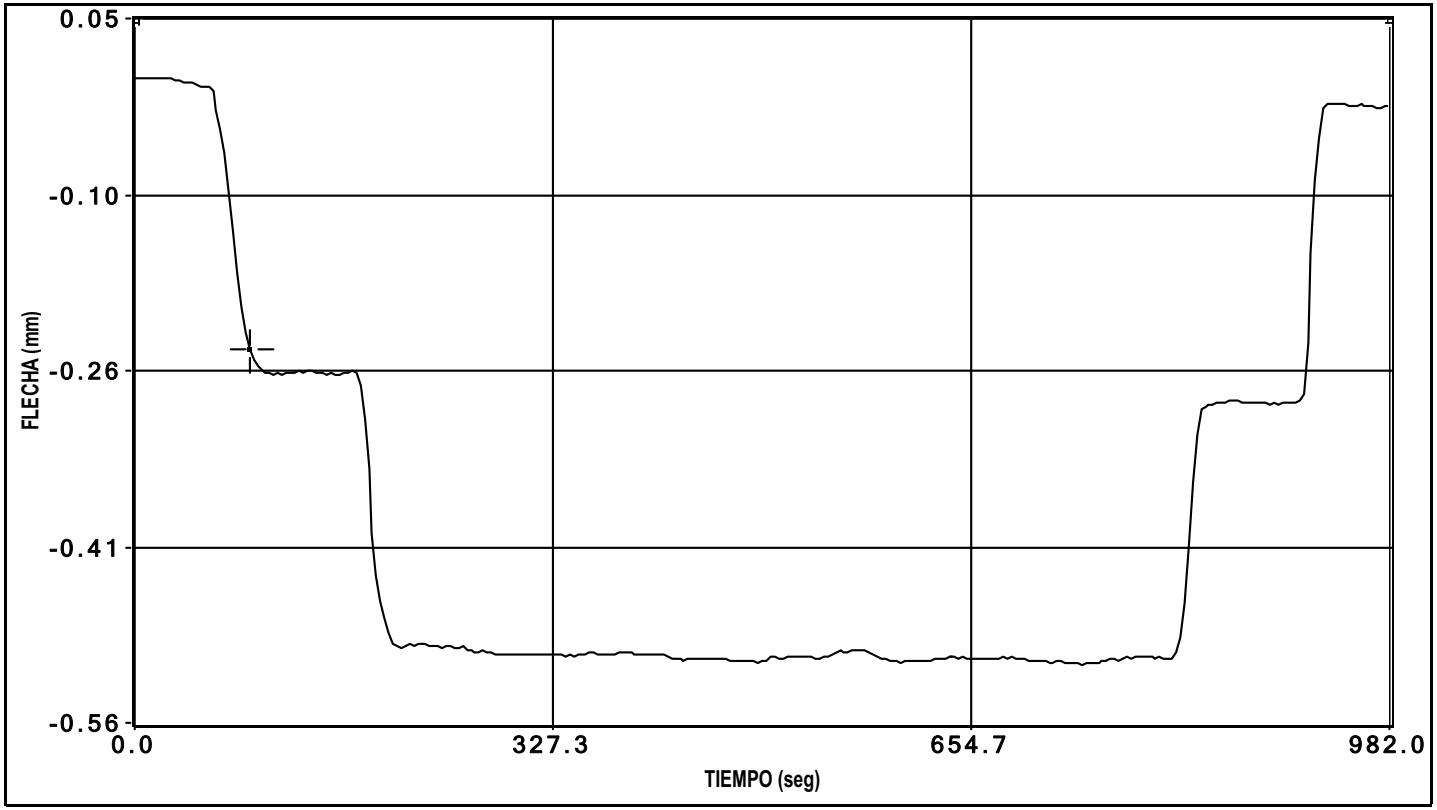
INTEMAC



canal 5 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\E0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 // Hora de grabación: 8:46

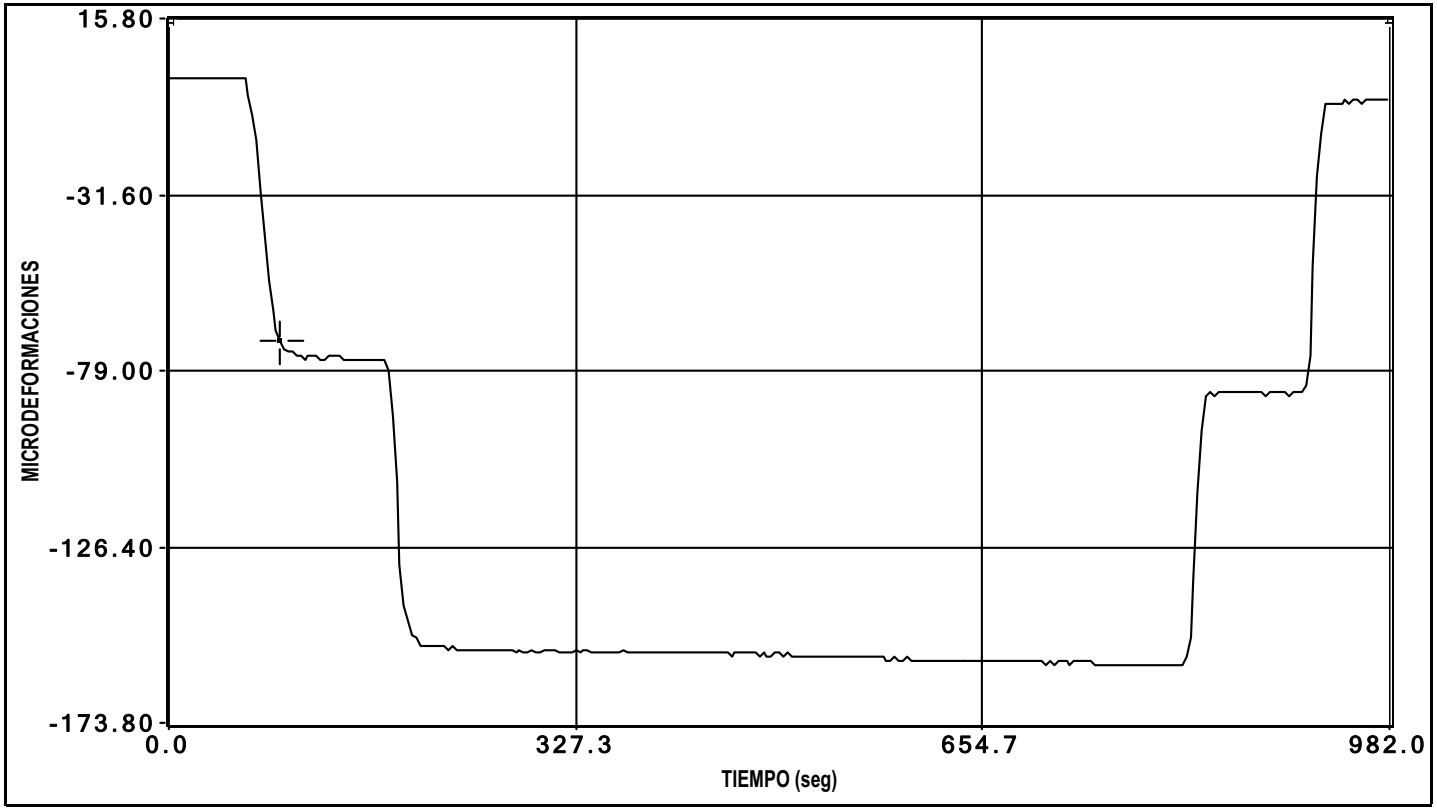
INTEMAC



canal 6 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\E0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 // Hora de grabación: 8:46

INTEMAC

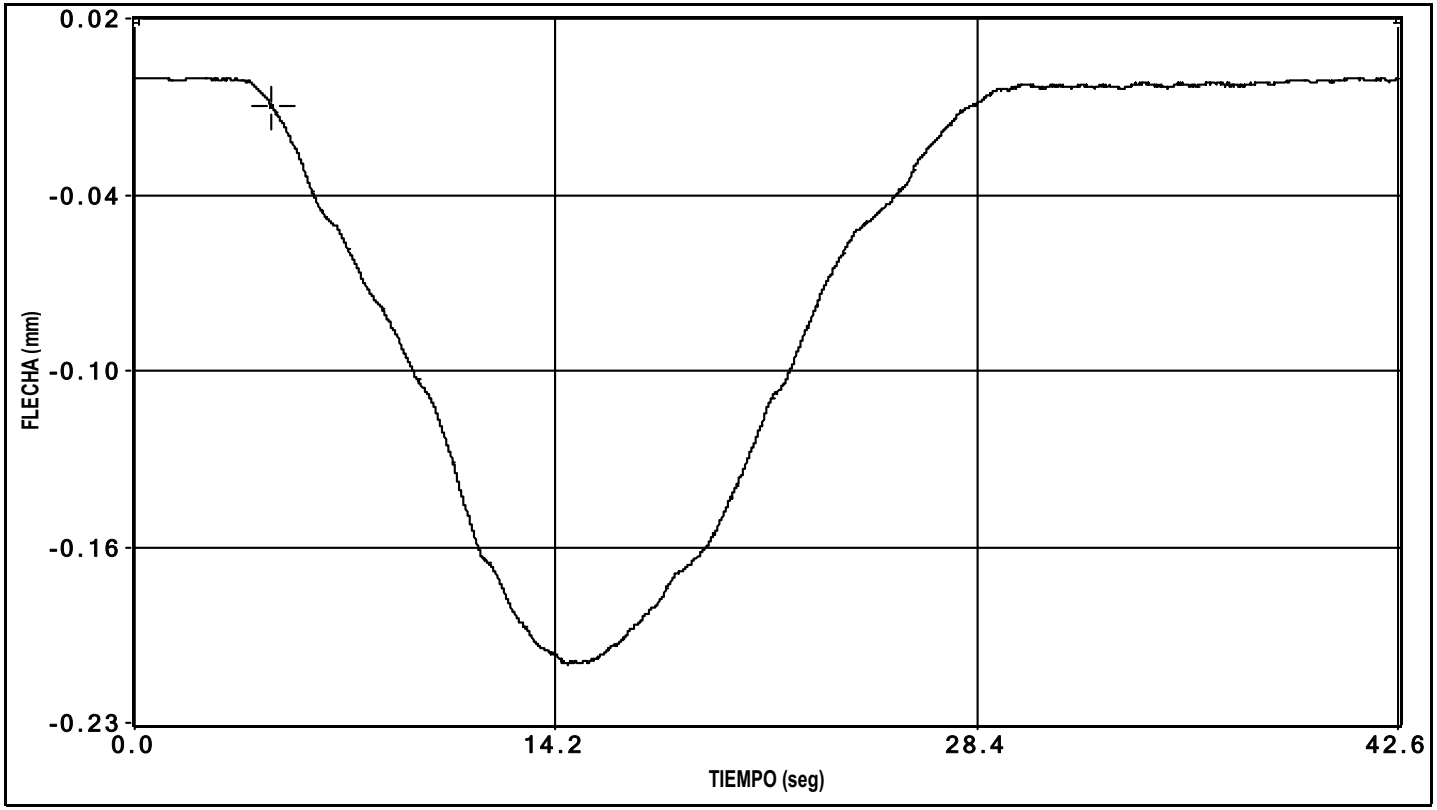


canal 7 deformacion

ENSAYO CUASIESTÁTICO

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\D0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 || Hora de grabación: 8:46

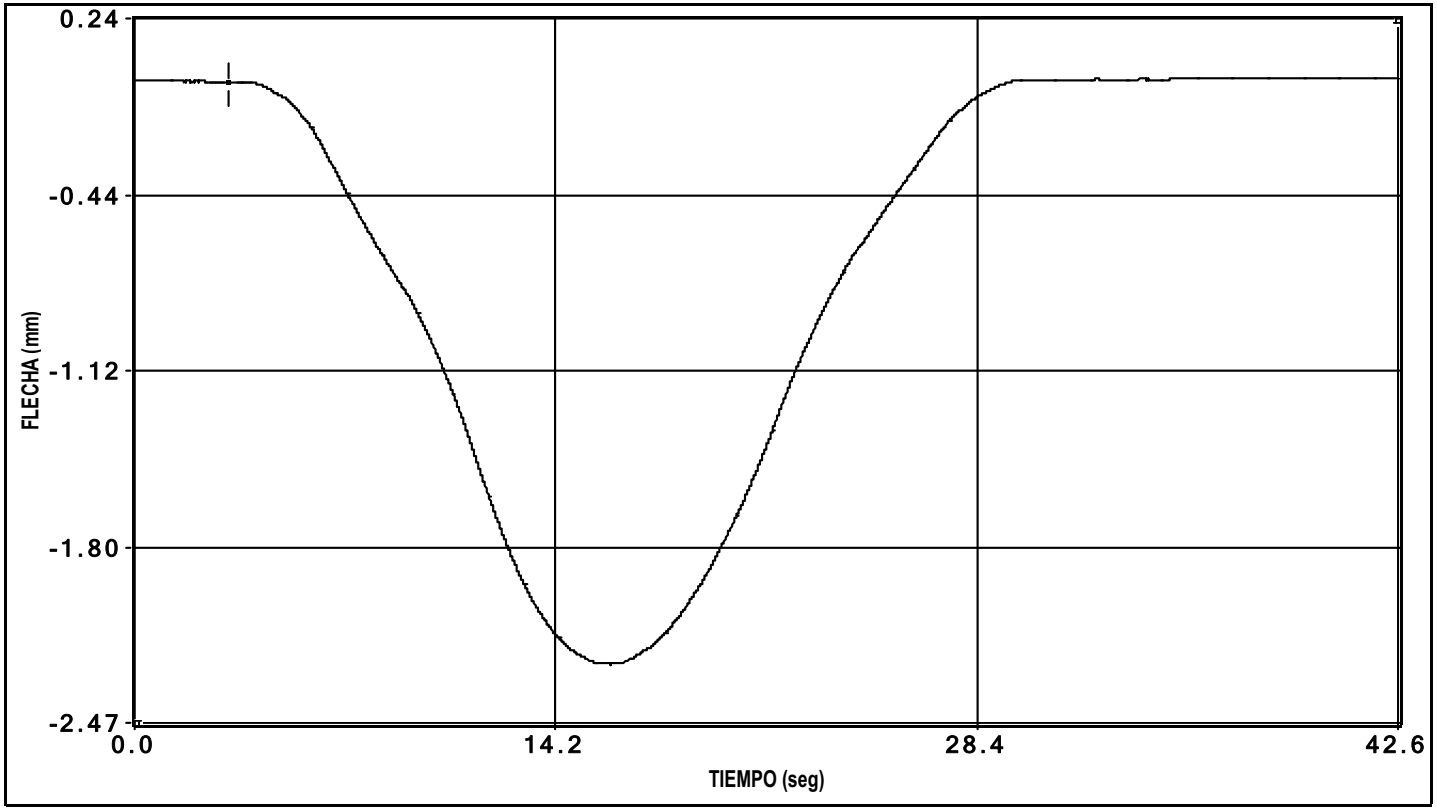
INTEMAC



canal 1 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\D0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 || Hora de grabación: 8:46

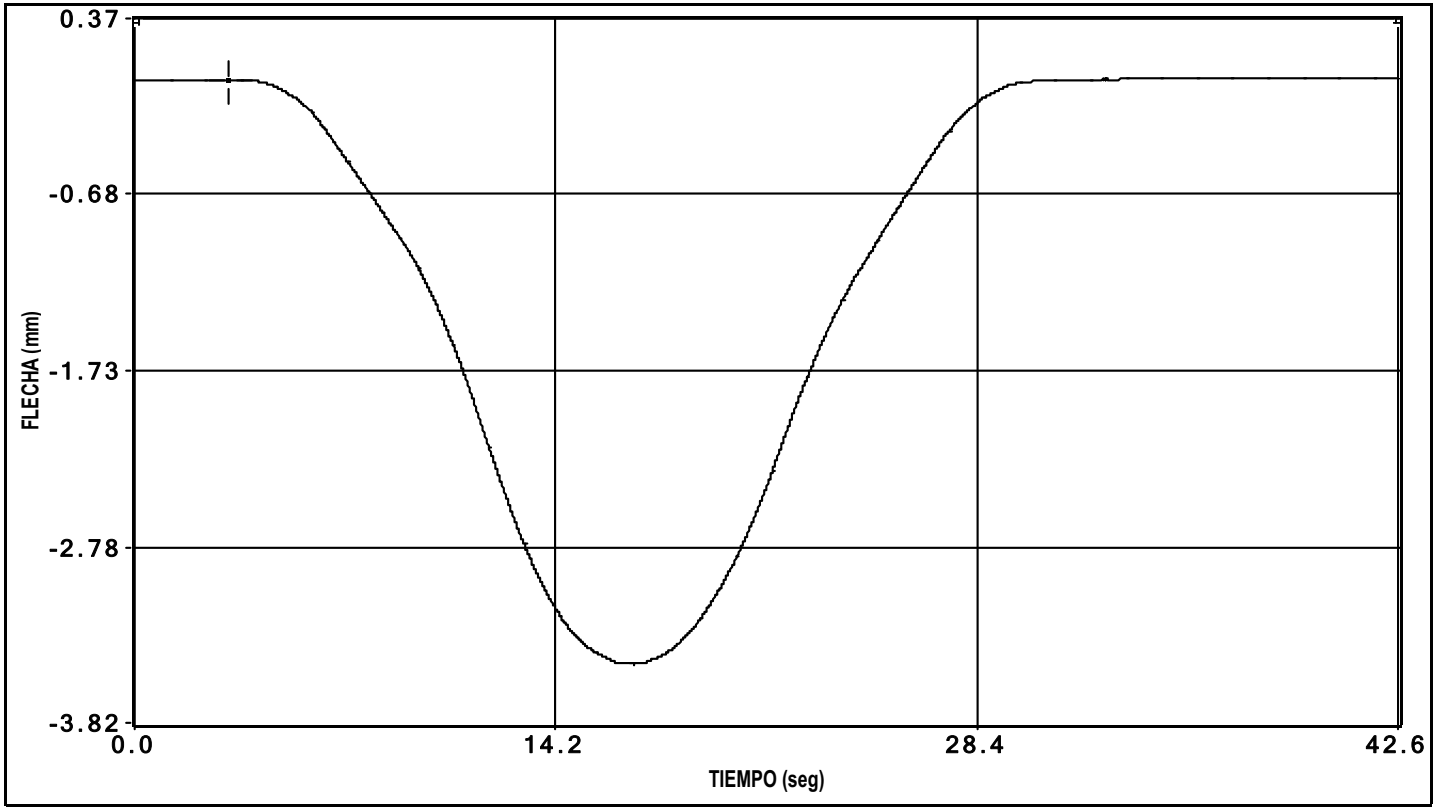
INTEMAC



canal 2 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\D0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 || Hora de grabación: 8:46

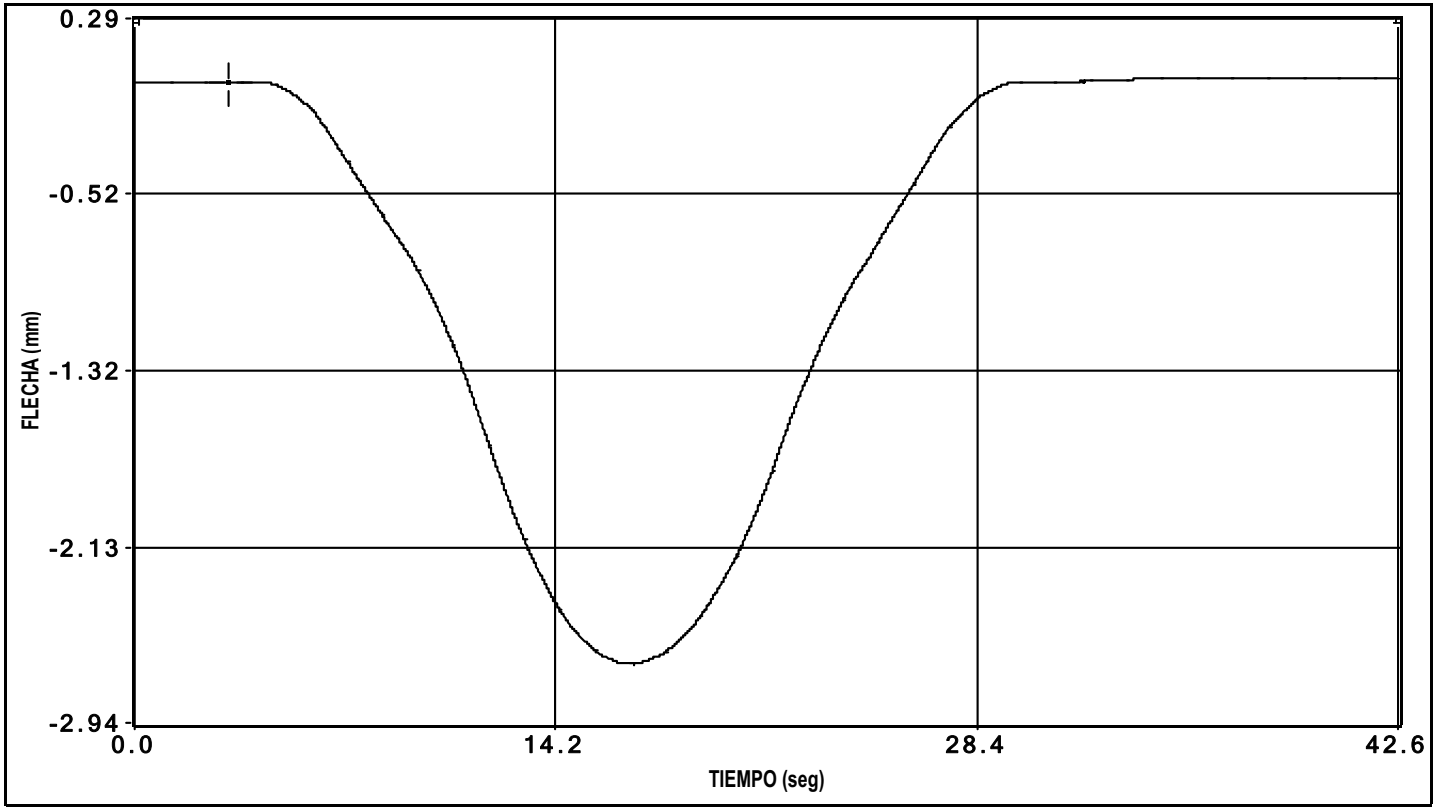
INTEMAC



canal 3 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\D0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 || Hora de grabación: 8:46

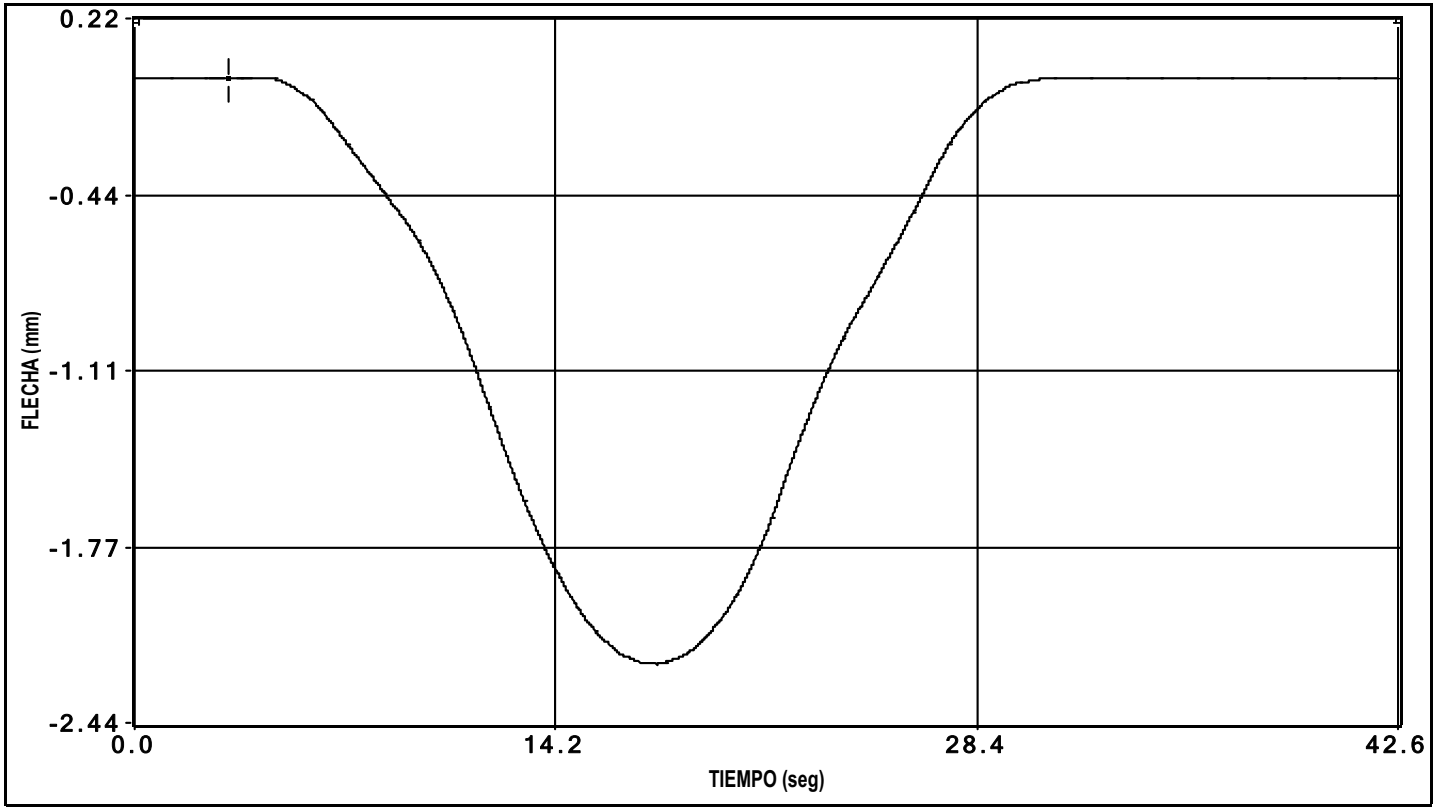
INTEMAC



canal 4 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\D0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 || Hora de grabación: 8:46

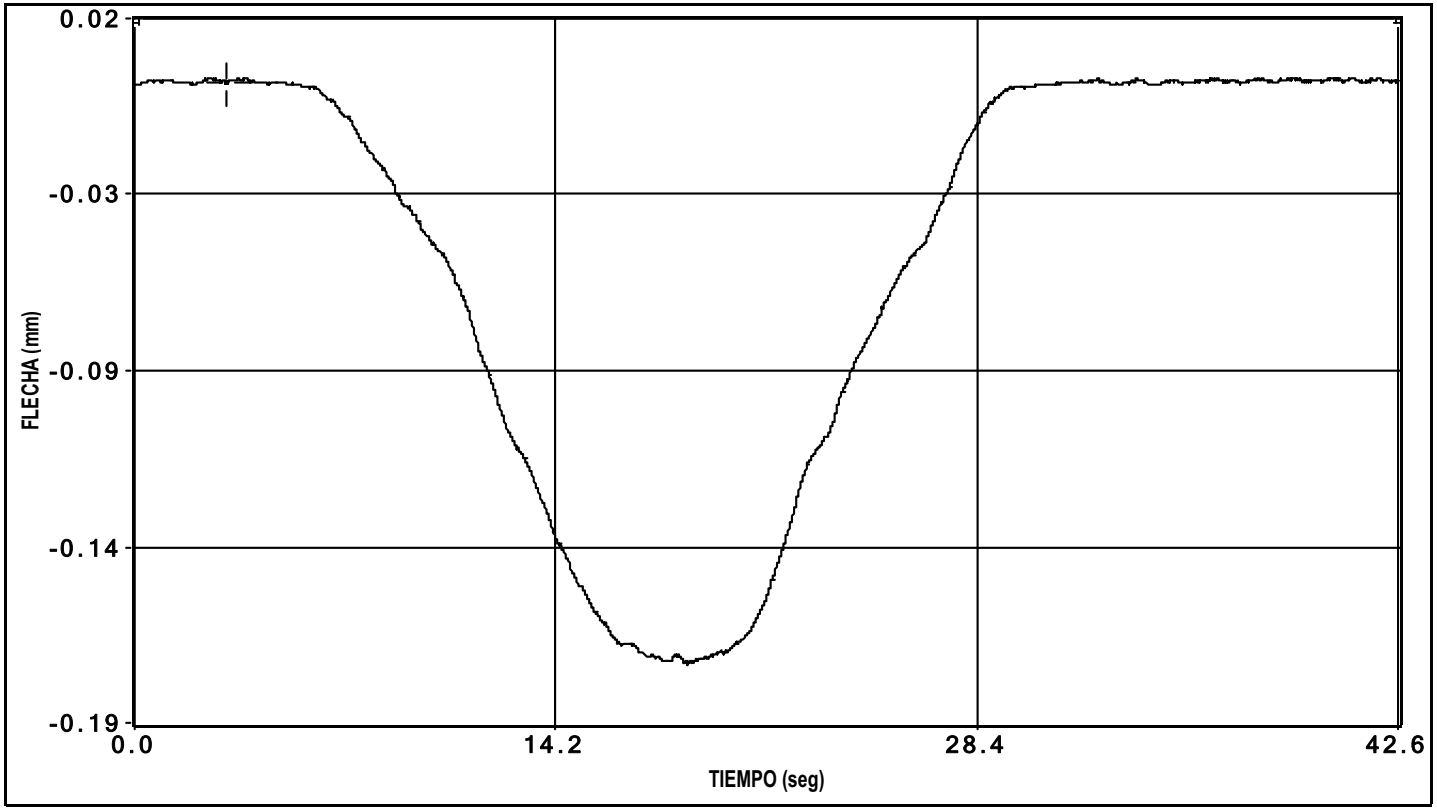
INTEMAC



canal 5 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\D0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 || Hora de grabación: 8:46

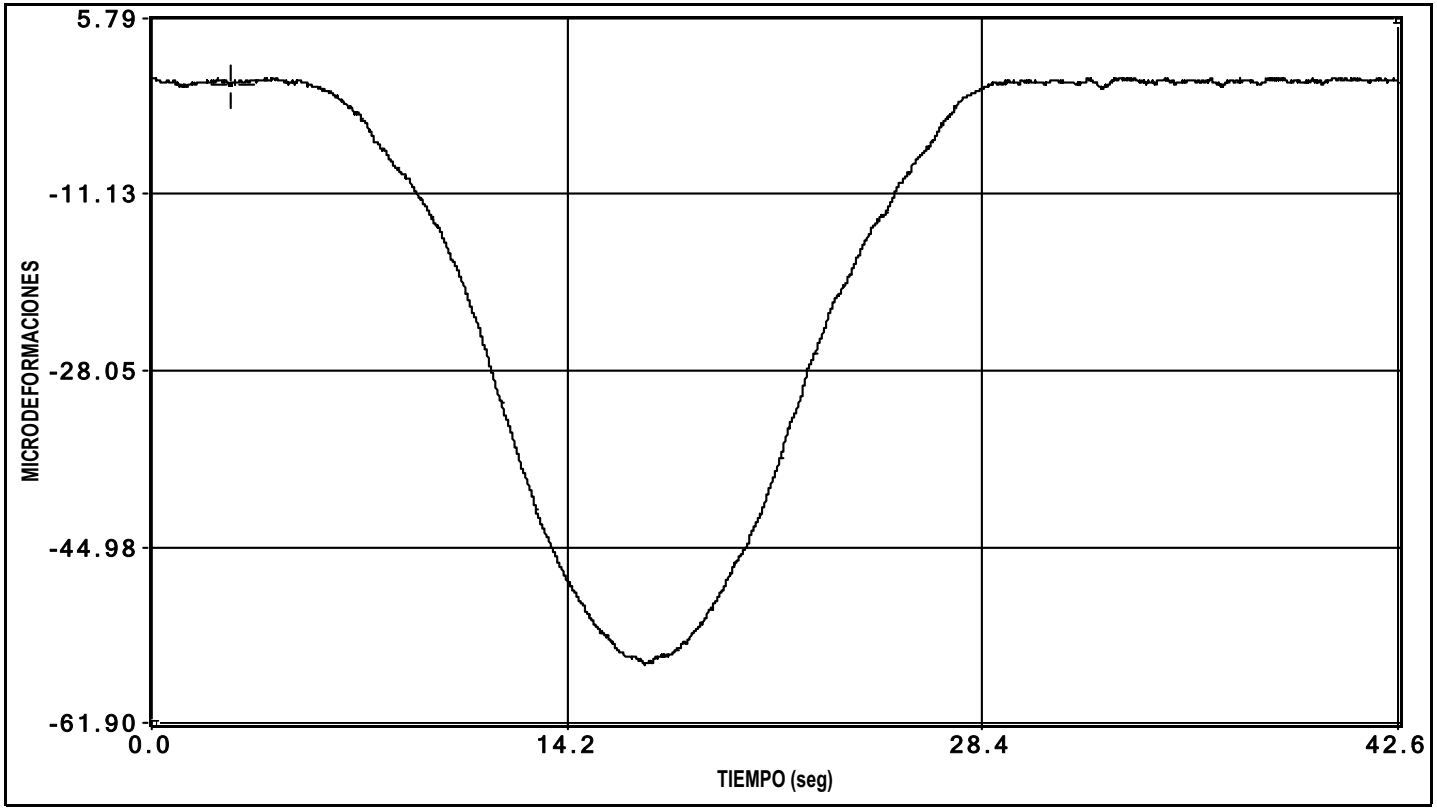
INTEMAC



canal 6 flecha

PRUEBA: t:\Control de Proyecto\V TORRENTE DE VALLFORNERA (IOC-10008-CE-1)\DATOS\D0000001 Fecha de la Prueba: 24/02/2010 || Hora de grabación: 8:46

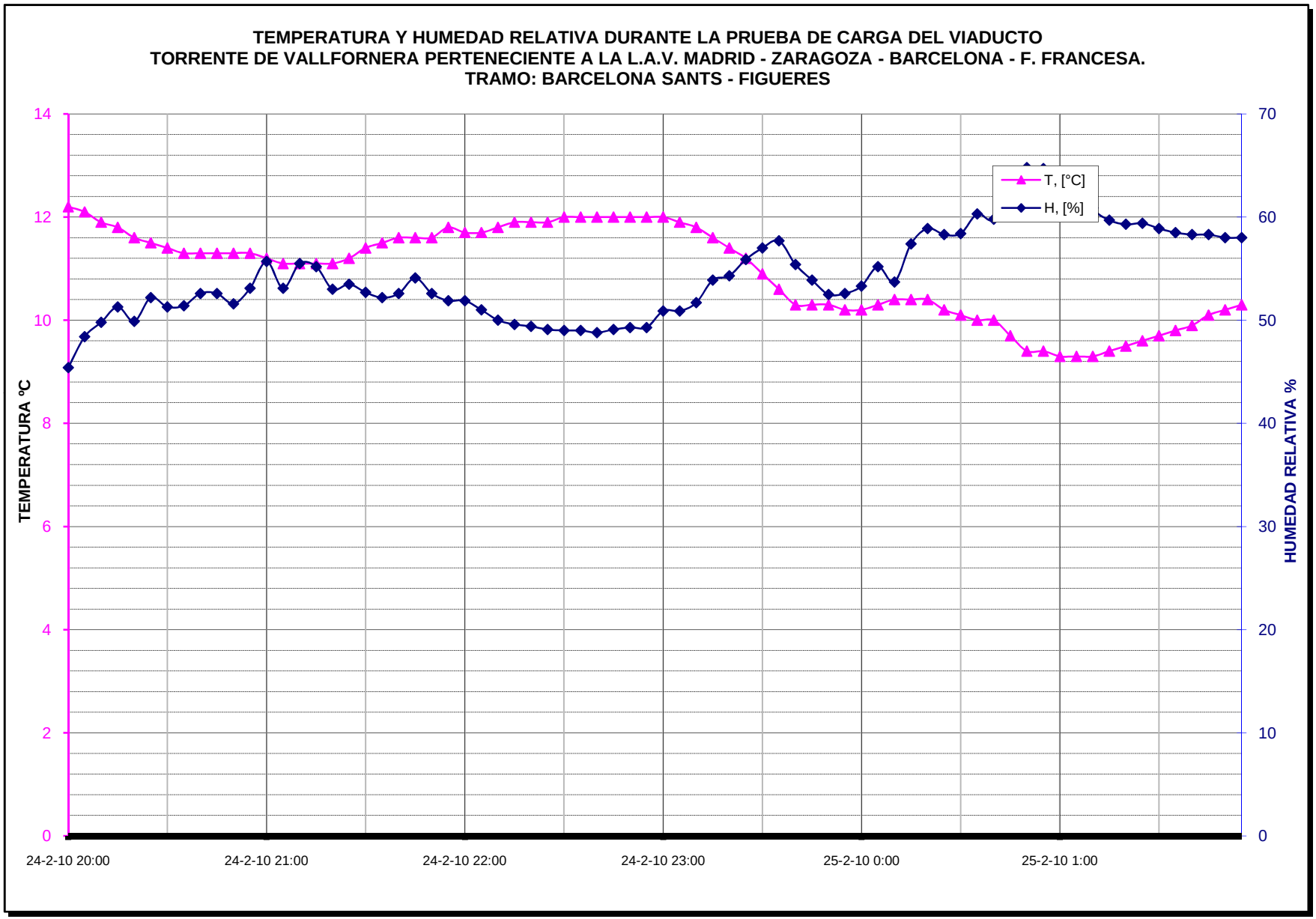
INTEMAC



canal 7 deformacion

GRÁFICOS TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

I/OC-10008/CE-1



ANEJO 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

DOCUMENTACIÓN RELATIVA A LA ESTRUCTURA

Fotografía Nº1:
Vista inferior

Fotografía Nº2:
Alzado derecho

Fotografía Nº3:
Alzado izquierdo

Fotografía Nº4:
Estribo de entrada

Fotografía Nº5:
Estribo de salida

Fotografía Nº6:
Vista superior del tablero dirección Girona

Fotografía Nº7:
Vista superior del tablero dirección Barcelona

Fotografía Nº8:
Vista del lado derecho de la plataforma

Fotografía Nº9:
Vista del lado izquierdo de la plataforma

Fotografía Nº10:
Material de vía

Fotografía Nº11:
Sujeciones

Fotografía Nº12:
Insuficiente longitud de los imbornales

Fotografía Nº13:
Humedades en el estribo de salida

Fotografía Nº14:
Desconchón en el voladizo derecho

Fotografía Nº15:
Protección del hormigón

DOCUMENTACIÓN RELATIVA A LA PRUEBA DE CARGA

Fotografía Nº1:
Ensayo cuasiestático

Fotografía Nº2:
Anillo en estribo 1

Fotografía Nº3:
Anillo en centro de vano

Fotografía Nº4:
Banda extensométrica en centro de vano

Fotografía Nº5:
Acelerómetro empleado en la prueba

ANEJO 6: ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

MODELO A2 DE ACTA DE PRUEBA DE CARGA

TIPO DE PRUEBA : Recepción de obra nueva	FECHA DE PRUEBA: 24/02/2010

IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ADMINISTRADOR:	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (A.D.I.F.)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa
TRAMO:	Barcelona Sants-Figueres; Subtramo: La Roca del Vallés - Llinars del Vallés
P.K.:	Obra: 400+193; Línea: 655+068
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN:	V. Torrente de Vallfornera
REFERENCIA :	0175VI01
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA O PARTE DE ELLA:	La estructura objeto de la Prueba de Carga se trata de un viaducto constituido por un vano isostático con una longitud entre apoyos de 41,20 m. El tablero es de hormigón postesado, con sección transversal de tipo cajón de canto 3 m. La losa superior presenta voladizos de 3,45 m de anchura, rematados en los bordes libres con la imposta. La anchura total del tablero es de 14 m. La cara superior del tablero presenta pendientes del 2% desde el centro hacia los bordes. El canto mínimo de los voladizos es de 20 cm en los bordes. El apoyo del tablero en los estribos se consigue mediante aparatos de apoyo tipo POT. El viaducto no presenta esviaje alguno.

ASISTENTES

NOMBRES	ENTIDAD
Fco. Javier de la Cuerda del Olmo	INTEMAC

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Temperatura: entre 10,3ºC y 11,8ºC	**Humedad relativa:** entre 51,7% y 57,7%

PUNTOS DE MEDIDA INSTALADOS

		Vano 1				Totales
FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO	0				0
	TRANS. DE DESPLAZAMIENTO	6				6
DEFORMACIONES UNITARIAS	BANDAS EXTENSOMÉTRICAS	1				1
REGISTRO DE VIBRACIONES	ACELERÓMETROS	1				1
OTROS						

TRENES DE CARGA UTILIZADOS

VEHÍCULO		NÚMERO	MATRÍCULA	PESO UNITARIO (t.)	
PREVISTO	REAL			PREVISTO	REAL
LOCOMOTORA	LOCOMOTORA	2		120,00	120,00
TOLVA	TOLVA	2		80,00	80,00

PORCENTAJE DE SOLICITACIÓN RESPECTO A INSTRUCCIÓN: 46% del momento flector en el centro de vano.

SENTIDO DE CIRCULACIÓN PARA LAS PRUEBAS DINÁMICAS : Sentido Frontera Francesa - Barcelona

HORARIO DE COMIENZO: 23:13 h

RESULTADOS BÁSICOS ALCANZADOS EN LA ESTRUCTURA

				Vano 1			
PORCENTAJE DE RESPUESTA RESPECTO AL PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA	**Estática**	**En general**	**Flechas**	80%			
			Deformaciones unitarias	133%			
		Pruebas simplificadas	**Flechas**	---			
			Deformaciones unitarias	---			
	Dinámica	**Frecuencia propia de vibración**		(*)			
PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	**Estática**	**En general**	**Flechas**	98%			
			Deformaciones unitarias	96%			

ANOMALÍAS EN LA INSPECCIÓN VISUAL: Ninguna

OBSERVACIONES:	(*) No se han podido realizar las pruebas dinámicas al estar cortada la vía a 50 m sentido Barcelona.				
CONDICIONES DE PUESTA EN SERVICIO:	**APTO**	**X**	**NO APTO**		**RESTRICCIONES**

Firma de los Asistentes

Fco. Javier de la Cuerda

INTEMAC

ANEJO 7: FICHA DE SEGUIMIENTO

MODELO A1 DE COMUNICACIÓN DE INSPECCIONES AL REGISTRO

TIPO DE INSPECCIÓN	PRINCIPAL	FECHA DE INSPECCIÓN	17/02/2010

IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ADMINISTRADOR	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (A.D.I.F.)
LÍNEA	L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA
TRAMO	LA ROCA DEL VALLÉS-RIUDELLOTS DE LA SELVA (SUBTRAMO: LA ROCA - LLINARS)
P.K.	Obra: 400+193; Línea: 655+68
PROVINCIA	BARCELONA
DENOMINACIÓN	Viaducto de Vallfornera
REFERENCIA	0175VI01
AÑO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN	2008

DATOS DEL RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN

ENTIDAD	INTEMAC				
INGENIERO RESPONSABLE	FCO. JAVIER DE LA CUERDA DEL OLMO				
DIRECCIÓN	C/ BRONCE Nº 26 y 28. 28850 TORREJÓN DE ARDOZ (MADRID)				
TELÉFONO	91 675 31 00	**FAX**	91 677 41 45	**E-MAIL**	dlc@intemac.es

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y TIPOLOGÍA

Nº DE VANOS		1	**LUCES DE CADA VANO (m):**	41,20			
LONGITUD TOTAL (m):		41,20					
OBSTÁCULO SALVADO		CARRETERA ☐	FF.CC ☐	CAUCE ☑			
		OTROS ☐		ÁNGULO DE INCIDENCIA (º)			
LÍNEA ELECTRIFICADA		SI ☑	NO ☐				
VÍA		ÚNICA ☐	DOBLE ☑	Nº DE VIAS:	2		
		SOLDADA ☑	CON JUNTAS ☐				
		ENCARRILADORA	SI ☐	NO ☑			
		CONTRACARRILES	SI ☐	NO ☑			
		APARATOS DE DILATACIÓN	SI ☐	NO ☑			
		RECTA ☐	CURVA A DCHA. ☑	CURVA A IZQ. ☐			
TIPOLOGÍA DE PUENTE		METÁLICO ☐					
		FÁBRICA ☐					
		HORMIGÓN ☑	TRAMOS EN ARCO ☐				
			TRAMOS RECTOS ☑				
		OTROS ☐					
TIPO DE MATERIAL	**ESTRIBOS**	HORMIGÓN ☑	PIEDRA ☐	LADRILLO ☐			
	PILAS	HORMIGÓN ☐	PIEDRA ☐	LADRILLO ☐	METÁLICAS ☐		
	ARCOS	HORMIGÓN ☐	PIEDRA ☐	LADRILLO ☐	METÁLICAS ☐		
	TABLERO	HORMIGÓN ☑	LOSA ☐	VIGAS ☐	CAJÓN ☑		
		METÁLICO ☐	VIGAS ALMA LLENA ☐	CELOSIA ☐			

DAÑOS DE CLASE 1

ELEMENTO ESTRUCTURAL		TIPO DE DAÑOS		LOCALIZADO O GENERALIZADO	PLAZO DE REPARACIÓN (meses)	LIMITACIÓN DE CIRCULACIÓN		REQUIERE INSPECCIÓN ESPECIAL
A	ESTRIBO nº	A	GOLPES, ROTURAS	L	6	A	VELOCIDAD	SI
B	PILA nº	B	FISURAS, GRIETAS		12	B	CARGAS	
C	ARCO nº	C	DESCALCES EN CIMENTACIONES	G	24	C	GÁLIBO	NO
D	TABLERO METÁLICO nº	D	DESPLOMES, BASCULAMIENTOS	**DAÑOS DETECTADOS:**	36	D	SEÑALIZAR	
E	TABLERO DE HORMIGÓN nº	E	OXIDACIONES, CORROSIONES					
F	VIA I, II, ...	F	ASIENTOS, DESNIVELACIONES					
G	OTROS	G	OTROS					

EVALUACIÓN GLOBAL DE DAÑOS RESPECTO A LA INSPECCIÓN ANTERIOR

SIN EVOLUCIÓN ☐	POCO IMPORTANTE ☐	IMPORTANTE ☐

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

FAVORABLE ☑	DESFAVORABLE (CON DAÑOS DE CLASE 1) ☐

Firma del Inspector

INTEMAC

FCO. JAVIER DE LA CUERDA DEL OLMO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	**0175VI01**
P.K. INICIAL	-
P.K. FINAL	-
TIPO	Puente (10 m < luz <= 50 m)
SUBTRAMO	1. LA ROCA - LLINARS
FECHA DE LA INSPECCIÓN	17/02/2010
OBSERVACIONES	P.K.medio: 400+193 (Obra); 655+680 (Línea).

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)	**0175VI01**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**17/02/2010**

DATOS GENERALES

NOMBRE	Viaducto de Vallfornera
TIPOLOGÍA GENERAL	TABLERO EN CAJÓN
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA CONTINUA
Nº DE VÍAS	2
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	
TIPO DE ACCESO	VEHÍCULO AUTOMOVIL
OBSTÁCULO SALVADO	ARROYO
NOMBRE OBSTÁCULO SALVADO	
OTRO OBSTÁCULO SALVADO	CAMINO, VÍA PECUARIA O PASO DE FAUNA
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
OBSERVACIONES	

ID (Identificador de la estructura)	**0175VI01**	
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**17/02/2010**	

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	41,20	
Nº DE VANOS	1	
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	41,20	
LUZ DE CADA VANO (m)		
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	7,30	
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	-	
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)	-	
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)	-	
ESPESOR MÁXIMO DE PILAS (m)	-	
GÁLIBO INFERIOR (m)	7,30	
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)		
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)	3,00	
Nº DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL TRAMO		
SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS PRINCIPALES (m)		
CANTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES	CONSTANTE	
) MÁXIMO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN CENTRO DE VANOS (m)		
GÁLIBO IZQUIERDO (m)		
GÁLIBO DERECHO (m)		
ENTREVÍA (m)	4,700	
TRAZADO DE VÍA EN PLANTA (m)		+m (curva a la derecha)
PERALTE DE VÍA DE ENTRADA (m)		
PERALTE DE VÍA DE CENTRO (m)		
PERALTE DE VÍA DE SALIDA (m)		

OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)	**0175VI01**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**17/02/2010**

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE	HORMIGÓN EN MASA O ARMADO
TRAMOS	
TIPOLOGÍA DE TRAMOS	TABLERO EN CAJÓN
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE TRAMOS	ESTRUCTURA CONTINUA
MATERIAL EN TRAMOS	HORMIGÓN PRETENSADO
IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURA DE TRAMOS	SI
ELEMENTOS DE DRENAJE EN TRAMOS	NO EXISTEN
ESTRIBOS	
TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS	MUROS FRONTAL Y EN VUELTAS
MATERIAL BASE EN ESTRIBOS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA
PROTECCIÓN EN PIE DE ESTRIBOS	PEDRAPLÉN O ESCOLLERA
TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN ESTRIBOS	CIMENTACIÓN DIRECTA
MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE ESTRIBOS	HORMIGÓN ARMADO O EN MASA
PILAS	
TIPOLOGÍA DE PILAS	
SECCIÓN DE PILAS	
TAJAMARES	
MATERIAL BASE EN PILAS	
TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN PILAS	
MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE PILAS	
APARATOS Y JUNTAS DE DILATACIÓN	
APARATOS DE APOYO	
JUNTAS DE DILATACIÓN	
TIPOLOGÍA DE JUNTAS DE DILATACIÓN	
APARATOS DE DILATACIÓN DE CARRILES	
VARIOS	
PASEOS DE SERVICIO	AMBOS LADOS

OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)	**0175VI01**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**17/02/2010**

ESTADO ACTUAL ESTRIBOS

Punzonado bajo apoyos	0: No existen defectos
Daños en unión frente y laterales	0: No existen defectos
Juntas degradadas	0: No existen defectos
Golpes y roturas	0: No existen defectos
Fisuras y grietas	0: No existen defectos
Coqueras y nidos de grava	0: No existen defectos
Meteorización y degradación	0: No existen defectos
Desprendimientos	0: No existen defectos
Carbonatación y desagregación	0: No existen defectos
Armaduras vistas someras	0: No existen defectos
Corrosión y disgregación	0: No existen defectos
Humedades y filtraciones	1: Defectos con incidencia en la estética
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen defectos
Desagüe de mechinales	
Abombamientos	0: No existen defectos
Desplomes o basculamientos	
Asentamientos	0: No existen defectos
Descalces	0: No existen defectos
Socavaciones	0: No existen defectos
Depósitos en coronación	0: No existen defectos
Daños en coronación	0: No existen defectos
Daños en espaldón	0: No existen defectos
Balasto encastrado	0: No existen defectos
Daños en protección de pie de estribos	
Daños en cimentaciones vistas	
Vegetación aflorando	0: No existen defectos
Vegetación adosada	0: No existen defectos
OBSERVACIONES ESTRIBOS	Se han observado pintadas en las aletas
ESTADO GENERAL ESTRIBOS	0: No existen defectos

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura) **0175VI01**

FECHA DE LA INSPECCIÓN **17/02/2010**

ESTADO ACTUAL ALETAS O MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO

Daños en unión frente y laterales	0: No existen defectos
Juntas degradadas	
Golpes y roturas	0: No existen defectos
Fisuras y grietas	0: No existen defectos
Coqueras y nidos de grava	0: No existen defectos
Meteorización y degradación	0: No existen defectos
Desprendimientos	0: No existen defectos
Carbonatación y desagregación	0: No existen defectos
Armaduras vistas someras	0: No existen defectos
Corrosión y disgregación	0: No existen defectos
Humedades y filtraciones	0: No existen defectos
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen defectos
Desagüe de mechinales	
Abombamientos	0: No existen defectos
Desplomes o basculamientos	0: No existen defectos
Asentamientos	0: No existen defectos
Descalces	0: No existen defectos
Socavaciones	0: No existen defectos
Depósitos en coronación	0: No existen defectos
Daños en coronación	0: No existen defectos
Daños en protección de pie de estribos	0: No existen defectos
Daños en cimentaciones vistas	
Vegetación aflorando	0: No existen defectos
Vegetación adosada	0: No existen defectos
OBSERVACIONES ALETAS	Se han observado pintadas en las aletas
ESTADO GENERAL ALETAS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)	**0175VI01**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**17/02/2010**

ESTADO ACTUAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

Pintura envejecida y desprendida	0: No existen
Oxidación superficial	0: No existen
Corrosiones locales activas	0: No existen
Entalladuras y pérdidas de sección	
Elementos metálicos deformados o rotos	
Tornillos flojos o faltan	
Soldaduras fisuradas	
Fisuras y grietas longitudinales bóvedas	
Fisuras y grietas tranversales clave	
Fisuras y grietas tranversales riñones	
Fisuras y grietas tranversales arranques	
Fisuras y grietas longitudinales tímpanos	
Fisuras y grietas verticales tímpanos	
Separación y filtraciones tímpano-bóveda	
Fisuras y grietas longitudinales losas	0: No existen
Fisuras y grietas tranversales losas	0: No existen
Fisuras y grietas verticales losas	0: No existen
Fisuras y grietas longitudinales en alas superiores vigas	
Fisuras y grietas transversales en alas superiores vigas	
Fisuras y grietas longitudinales conexión alas-alma	
Fisuras y grietas tranversales alma vigas	
Fisuras y grietas inclinadas alma vigas	
Fisuras y grietas longitudinales alma vigas	
Fisuras y grietas longitudinales ala inferior	
Fisuras y grietas tranversales ala inferior	
Fisuras y daños en testeros	
Golpes y roturas	0: No existen
Coqueras y nidos de grava	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
Meteorización y degradación	0: No existen
Desprendimientos	0: No existen
Carbonatación y desagregación	0: No existen
Armaduras vistas someras	0: No existen
Corrosión y disgregación	0: No existen
Humedades y filtraciones	0: No existen
Desagües obturados	0: No existen
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen
Abombamientos	0: No existen
Asentamientos y desnivelaciones	0: No existen
Juntas longitudinales degradadas	
Juntas transversales degradadas	0: No existen
Vegetación aflorando	0: No existen
Vegetación adosada	0: No existen

OBSERVACIONES ESTRUCTURA DE TRAMOS

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS	1: Defectos con incidencia en la estética

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)	**0175VI01**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**17/02/2010**

ESTADO ACTUAL RESTO DE ELEMENTOS

Impermeabilización	0: No existen
Drenaje longitudinal	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
Drenaje transversal	
Muretes guardabalasto	0: No existen
Juntas de dilatación	
Juntas de longitudinales	
Conducciones y canaletas	0: No existen
Anclajes de postes	0: No existen
Barandillas	0: No existen

OBSERVACIONES RESTO DE ELEMENTOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS	0: No existen

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
DE LA LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)	**0175VI01**
FECHA DE LA INSPECCIÓN	**17/02/2010**

ESTADO ACTUAL

ESTADO GENERAL	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
ESTADO GENERAL ESTRIBOS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
ESTADO GENERAL ALETAS	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
ESTADO GENERAL PILAS	
ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO	
ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS	1: Defectos con incidencia en la estética
ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS	0: No existen

OBSERVACIONES

ANEJO 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Construcción de la infraestructura y posterior medición para el control de movimientos por medios topográficos de las estructuras de la línea de alta velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa.

Tramo: La Roca del Vallés - Llinars del Vallés.

Viaducto Torrente de Vallfornera

Junio de 2010

MEMORIA

ÍNDICE

1. **Criterios para la implantación del sistema.**
2. **Descripción de los elementos implantados para el control.**
3. **Instrumental utilizado y método de trabajo:**
   - **3.1. Planimetría**
   - **3.2. Nivelación**
4. **Viaducto y su ubicación.**
5. **Descripción de la infraestructura de control.**
6. **Observación y cálculos:**
   - **6.1. Planimétrica.**
   - **6.2. Altimétrica.**

1. Criterios para la implantación del sistema.

Con el objeto de controlar posibles movimientos en las estructuras se diseña una red de pilares fijos de observación y de bases de nivelación que se situarán, de acuerdo con el criterio acordado, dentro de los terrenos de Adif, ya sea bajo el tablero o dentro de las vallas.

A continuación se enumeran los criterios que deben cumplir las estructuras objeto de control topográfico, así como las características y puntos de control necesarios para cada caso:

- Estructuras que salven cauces de ríos, arroyos, ramblas o vías de comunicación: se controlará el vano o vanos que salvan el obstáculo, los vanos adyacentes y ambos estribos.

- Estructuras hiperestáticas de gran longitud (nº de vanos ≥ 5): en este caso, se ha establecido como criterio el control de varios grupos de vanos a lo largo del puente con el fin de tener un muestreo representativo del comportamiento de la estructura, así como el seguimiento en ambos estribos.

- Estructuras singulares: Se llevará a cabo el control topográfico en los elementos principales del puente, tales como pilas, estribos y arcos.

- Estructuras con pilas con una altura superior a los 20 metros.

De este modo se controlarán, como mínimo, el 50 % de todas las pilas de cada estructura y también a ambos estribos.

1.1 Control planimétrico:

El número de pilares será objeto de un cuidadoso estudio para implantar una red que mejor se adapte a cada estructura y tendrá al menos dos, que deberán ser visibles entre sí, desde los que deberán verse la mayor cantidad de señales de puntería. Por lo tanto la ubicación de las dianas deberá hacerse con relación al proyecto definitivo de distribución de bases. El número de puntos de control en cada estructura dependerá de la tipología de pilas:

- En estructuras con pilas de fuste único se instalará para cada pila una señal de puntería en coronación o cabeza de pila y para pilas con una altura superior a 20 metros, otra señal en pie de pila, a una altura tal que no sea directamente accesible.

- En estructuras con pilas de fuste múltiple se controlará cada fuste extremo, en los mismos puntos que se indican en el caso de pilas de fuste único.

  En los estribos se dispondrá de una señal en ambos lados del alzado frontal.

1.2. Control altimétrico:

Para el control altimétrico de las estructura es de fundamental importancia partir de bases de nivelación que no sufran alteraciones en su posición, fijándolas en lugares que no tengan influencia de los movimientos de la estructura ni de los terraplenes que en la mayoría de los casos la continúan.

Al colocar los clavos de nivelación sobre el tablero, que es sin duda lo más indicado para el control, se debe resolver dónde colocar los puntos fijos y que se puedan vincular entre sí de manera simple. En el caso de encontrar por ejemplo roca a una distancia razonable de la estructura donde enclavar la base, no habrá que buscar otra solución.

Pero si lo que antecede y continúa de la estructura es terraplén, lo más probable es que tenga movimientos, haciéndolo inadecuado como referencia fija. Colocar la base en la parte inferior, fuera del terraplén, conlleva el problema de trasladar la cota hasta arriba del tablero. Esto puede resultar muy engorroso y hasta imposible en algunos lugares, además de introducir errores que resultan inaceptables para los resultados esperados.

Lo que se propone es colocar la base de nivelación en la parte inferior, cerca del estribo, y en dicho estribo colocar un clavo de nivelación horizontal. Sobre la estructura colocar otro clavo, coincidiendo lo más posible con la vertical que pasa por el inferior. De esta manera ambos clavos mantendrán la diferencia de altura inalterada ya que están fijados a una misma estructura de hormigón y no será necesario conocer la medida que los separa.

El proceso de medición sería entonces, partir de la base y medir el clavo horizontal. Luego darle al clavo sobre el tablero una cota arbitraria y a partir de éste hacer la nivelación del resto. En controles futuros sólo habrá que verificar si ha habido movimiento relativo entre la base y el clavo inferior. Si se encuentra alguna diferencia, se le aplicará la misma al clavo sobre el tablero y con este nuevo valor se verificará el resto de los clavos.

Es importante que se coloquen dos bases en cada extremo y también dos clavos horizontales a cada lado del estribo para tener control entre ambas bases y detectar si alguna ha sido movida.

El número de puntos de control en cada estructura dependerá, al igual que en la planimetría, del tipo de pilas:

- En estructuras con pilas de fuste único se instalará en coronación, para cada pila, un clavo para nivelación en un lateral de la plataforma.

- En estructuras con pilas de fuste múltiple se instalará en coronación, y para cada pila extrema, un clavo para nivelación en cada lateral de la plataforma.

- En estribos se dispondrán en todos los casos dos clavos para nivelación, uno en cada lateral.

Las bases de nivelación se fijarán a una zapata de hormigón, dos en cada extremo de la estructura. Se emplazarán siempre en terrenos de ADIF y en lo posible en lugares en los que no se corra el riesgo de que sufran alteraciones, manipulación o vandalismo.

2. Descripción de los elementos implantados para el control.

2.1. Pilares de observación
2.2. Bases de nivelación.
2.3. Clavos de nivelación.
2.4. Placas de puntería. (dianas)

2.1. Pilares de observación

Están construidos de hormigón en masa con una base de 1,50 por 1,50 metros y 0,30 de altura; en el centro una columna armada de 315 milímetros de diámetro y un metro de altura se alza sobre la base. Para esto se utiliza un tubo de PVC de 1,20 metros que queda empotrado a la base. En el interior lleva una armadura de 4 hierros de 10mm con cercos del 8 cada 25 cm. En la base se coloca un mallazo de 25 por 25 cm en la parte inferior.

En la parte superior de la columna se ancla el centrado forzoso que consiste en una placa circular de acero inoxidable de 170 milímetros de diámetro y 10 de espesor; en el centro lleva soldado un tornillo de acero inoxidable con rosca Whitworth de paso de 5/8", donde se fija directamente la base nivelante del instrumento de medición o el prisma reflectante.

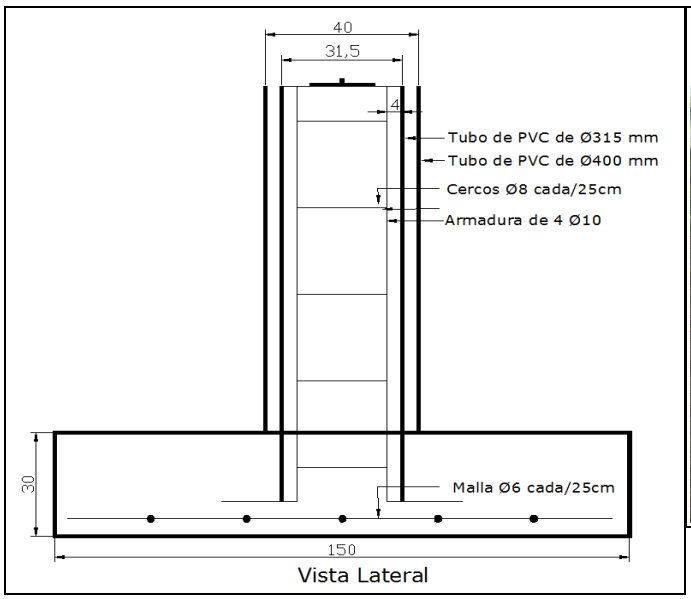
Esta placa se fija por medio de tres anclajes al hormigón del pilar y para su protección se coloca una tapa, también de acero inoxidable, fijada a la base mediante un pasador sujeto la vástago central y un candado de cierre.

Como protección del pilar se coloca un tubo exterior de PVC de 400 milímetros de diámetro separados del central por medio de tiras de poliestireno y poliuretano expandido.

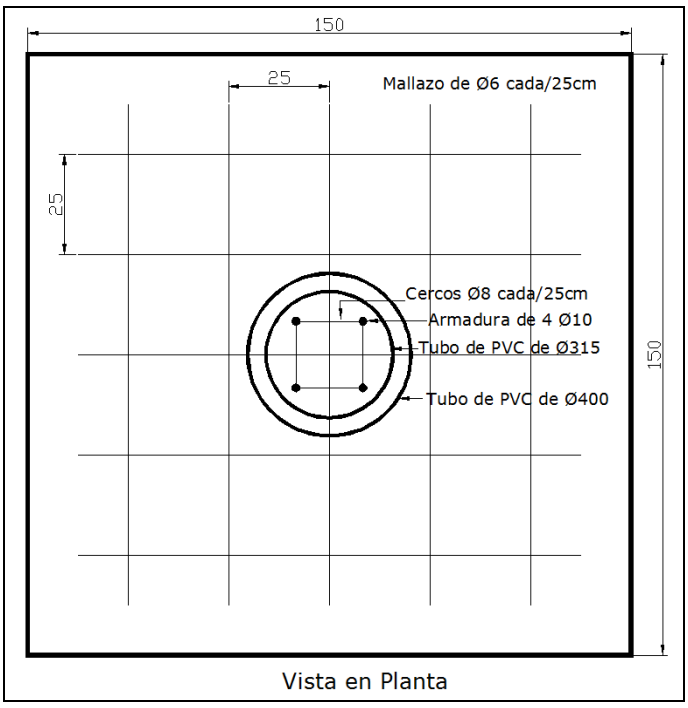
Para una mayor estabilidad del hito se construyen dentro de pozos excavados de la misma dimensión de la base, de tal manera que quedan enterradas y sólo el pilar sobresale.

La altura del pilar por sobre la zapata es de aproximadamente un metro dependiendo del tipo de terreno y la cantidad de hormigón utilizado.

Documento gráfico descriptivo: Pilar de observación.



Para una mayor estabilidad la zapata de hormigón se construye totalmente enterrada.



En el interior lleva una armadura de 4 hierros de 10mm con cercos del 8 cada 25 cm

Documento gráfico descriptivo: Pilar de observación.

CENTRADO FORZOSO INOX.

TAPA DE ACERO INOXIDABLE

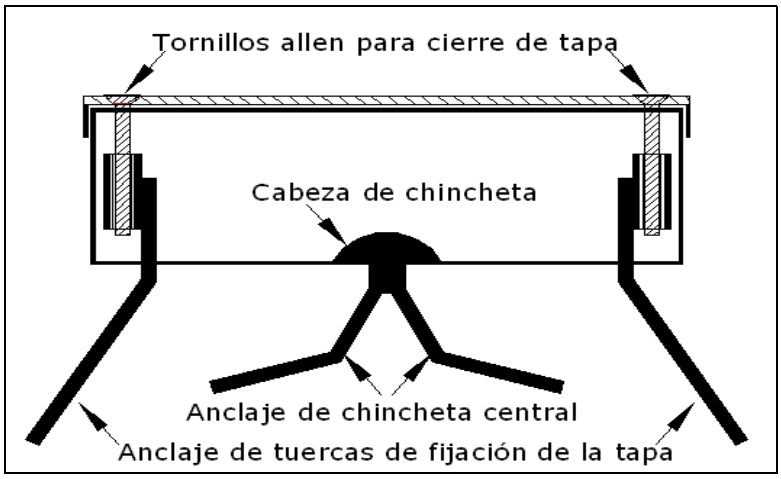
Tubo exterior de PVC de 400 milímetros de diámetro separados del central por medio de poliuretano expandido

2.2. Base de nivelación

La base de nivelación está formada por una arqueta cilíndrica de acero inoxidable, de diámetro exterior 160 mm y 50 mm de altura. En su interior, en el centro, lleva un clavo de acero inoxidable tipo chincheta con dos anclajes que se empotran en el hormigón. La arqueta está provista de una tapa del mismo material, que se fija mediante tornillos tipo allen.

Para efectuar las lecturas, se desenrosca la tapa y la mira de nivelación se apoya en la cabeza semiesférica del clavo de la base.

Documento gráfico descriptivo: Bases de nivelación.



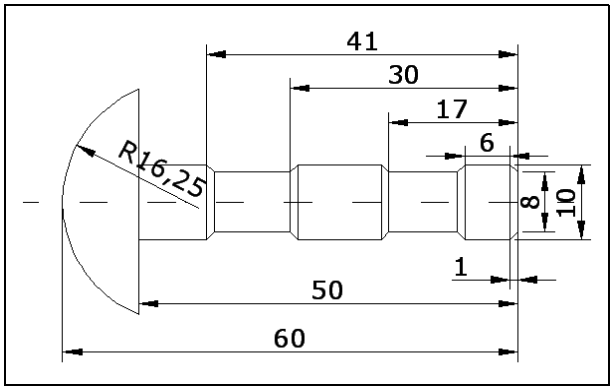
La base se fija en zapata de hormigón emplazada en terreno lo más estable posible y siempre dentro de los límites de propiedad de ADIF.

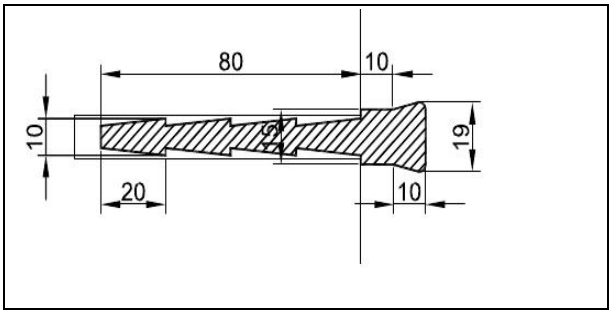
2.3. Clavos de nivelación

Hay dos tipos, ambos de acero inoxidable. Uno posee un vástago de 10 mm de diámetro y una cabeza semiesférica de 30 mm de diámetro; la longitud total es de 60 mm. Se empotran sobre el tablero del viaducto.

El otro tipo es para colocar horizontalmente en los estribos; tiene un diámetro de 20 mm y 90 mm de largo con escotaduras para su mejor fijación.
Se fijan al hormigón con resinas de alta resistencia.

Documento gráfico descriptivo: Clavos de nivelación.





2.4. Placas o señales de puntería

Las señales de puntería se instalan en los puntos de la estructura que se quieren controlar y deben ofrecer una buena visualización para facilitar la puntería y además resistir las condiciones ambientales sin deterioro.

Consisten en unas dianas reflectantes autoadesivas de 60 por 60 milímetros, montadas sobre una base de acero inoxidable de 70 por 80 milímetros por 2 de espesor.

Se fijan por medio de dos tornillos también de acero inoxidable a tacos expansivos colocados en perforaciones hechas en el hormigón, se le coloca también taco químico de alta resistencia para mejorar su fijación.

Documento gráfico descriptivo: Señal de puntería.

3. Instrumental utilizado y método de trabajo.

3.1. Planimetría

La obtención de las coordenadas planimétricas de las señales de puntería colocadas en la estructura se hace mediante triangulateración, esto es, midiendo ángulos horizontal, vertical y distancia. La misma se realiza de acuerdo con los principios tradicionales de la topografía siendo el sistema de referencia utilizado uno arbitrario local.

Se estaciona el taquímetro en un pilar, arrumbando con otro de la red que tiene colocado un prisma. Se mide cada pilar, en los que previamente ya se a fijado un prisma, al menos tres veces en CI, repitiendo lo mismo en CD. Luego se reitera este mismo procedimiento con cada diana visible, terminando con una nueva tanda de lecturas a las bases. Esto mismo se realiza en cada uno de los pilares que conforman la red diseñada.

Con los datos colectados se ajusta la red por el método de mínimos cuadrados. Primero se resuelve la red de pilares de observación y a partir de las coordenadas obtenidas de las bases, se ajusta la red de dianas. Para el cálculo se utiliza el programa Topcal21.

Especificaciones:

Estación Total	
Marca:	Sokkia
Modelo:	530R
Anteojo	
Longitud:	171 mm
Abertura:	45 mm (EDM: 48 mm)
Aumentos:	30X
Imagen:	Directa
Resolución:	3"
Campo visual:	1° 30'
Enfoque mínimo:	1,3 m.
Tornillo de enfoque:	1 velocidad
Iluminación del retículo:	5 niveles de luminosidad
Círculos horizontales y verticales:	Codificador absoluto giratorio
Unidades de ángulo:	Grados/Gon/Mil (seleccionable)
Lectura mínima en pantalla:	1" (0,2 mgon/0,005 mil)/5" (1 mgon/0,02 mil)
Precisión:	5" (1,5 mgon/0,02 mil)
Tiempo de medición:	Menos de 0,5 segundos
Compensador automático:	Encendido (V & H/V)/Apagado (seleccionable)
Tipo:	Sensor líquido de inclinación de 2 ejes
Lectura mínima en pantalla:	Acorde con el mínimo ángulo de medición mostrado en pantalla

Rango de compensación:	±3′
Modo de medición:	Ángulo horizontal: Derecha/izquierda (seleccionable)
Ángulo vertical:	Cenit/Vertical/Vertical ±90° /% (seleccionable)
Medición de distancia	
Método de medición:	Sistema de medición de observación coaxial por contraste de fases
Origen de la señal:	(Diodo láser rojo de 690 nm (Clase 2 IEC60825-1 2001-2)
Rango de medición:	(Con un prisma reflectante/prisma de lámina reflectante de Sokkia y en condiciones atmosféricas normales)
Lámina reflectante RS90N-K:	3,0 a 500 m/1640 pies
Lámina reflectante RS50N-K:	3,0 a 300 m/980 pies
Lámina reflectante RS10N-K:	3,0 a 100 m/320 pies
Prisma compacto CP01:	1,3 a 800 m/2.620 pies
Prisma estándar AP 01 X 1:	1,3 a 4000 m/13000 pies
Prisma estándar AP 03 X 3:	1,3 a 5000 m/16000 pies
Prisma OR1PA con minisoporte:	1,3 a 500 m/1640 pies
Sin prisma :	1,3 a 100 m / 320 pies
Lectura mínima en pantalla:	
Medición precisa:	0,001 m/0,01 pies
Precisión:	
(con prisma) Medición precisa:	± (2 + 2 ppm X D) mm
Origen de la señal:	LED infrarrojo (Clase 1 IEC 60825-1: 1993)
Corrección atmosférica:	
Rango de introducción de temperatura:	- 30 a 60°C (incrementos de 1°C)
Rango de introducción de presión:	500 a 1.400 hPa (incrementos de 1hPa) 375 a 1.050 mmHg (incrementos de 1 mmHg) 14.8 a 41,3 pulgHg (incrementos de 0,1 pulgHg)
Rango de introducción de ppm:	-499 a 499 ppm (incrementos de 1 ppm)
Corrección de la constante del prisma:	-99 a 99 mm (incrementos de 1 mm) 0 mm fijados para mediciones sin prisma

Curvatura terrestre y corrección de refracción: No/Sí K=0,142 /Sí K=0,20 (seleccionable)

Necesidad de corrección atmosférica

La distancia se mide la con un haz de luz, pero la velocidad de dicha luz varía según el índice de refracción de la luz en la atmósfera. Este índice de refracción varía según la temperatura y la presión. Condiciones de temperatura y presión casi normales:

- Con una presión constante, un cambio de temperatura de 1°: un cambio de índice de 1 ppm.
- Con una temperatura constante, un cambio de presión de 3.6 hPa: un cambio de índice de 1 ppm.

Para realizar mediciones de alta precisión, hay que hallar el factor de corrección atmosférica, a partir de mediciones aún más precisas de la temperatura y de la presión, para luego realizar una corrección atmosférica.

Corrección atmosférica para humedad relativa

La humedad ejerce una influencia menor, especialmente en las mediciones de distancias cortas. El efecto de la humedad se debe tener en cuenta en aquellos casos en que la temperatura y la humedad son muy elevadas y resulta necesario realizar mediciones de alta precisión de distancias especialmente largas que no es en este caso donde las distancias son cortas.

3.2. Nivelación

Para el control de movimientos verticales de la estructura se realiza la nivelación geométrica de los clavos empotrados en el tablero y estribos.

El proceso consiste en partir de una cota fija, arbitraria, en este caso las bases ya colocadas en lugares no expuestos a movimientos y se recorre todo el tramo midiendo cada uno de los clavos en ambas direcciones, haciendo el cierre en el punto de partida. Se tiene así un error de cierre que deberá ser inferior a la tolerancia propuesta que es:

$T = 1{,}5\ (K)^{½}$

donde K es la longitud del itinerario en kilómetros.

Para lograr mejores resultados deberán tenerse presentes algunas pautas como no hacer tramos de más de 50 metros, 25 a cada lado y siempre que sea posible desde el punto medio. Trabajar en horarios sin reverberación y en tiempos cortos en los que haya poca variación climática.

La mira deberá ser cuidadosamente colocada, nivelada y mantenida sin movimientos con ayuda de bastones. Tener especial cuidado en la fijación de las bases transitorias para puntos intermedios.

Nivel Digital Trimble DINI.

Precisión . . . . . DIN 18723, desviación típica en la medición de altura en 1 km (3280,84 pies) de nivelación doble

Trimble DiNi 0,3 mm por km

Medición electrónica

- Mira invar precisa con escala codificada. . . . . 0,3 mm (0,001 pies)
- Mira estándar con escala codificada. . . . . 1,0 mm (0,004 pies)

Medición visual . . . . . 1,5 mm (0,005 pies)

Medición de distancias . . . . . con una distancia de puntería de 20 m (65,62 pies)

- Mira invar precisa con escala codificada. . . . . 20 mm (0,066 pies)
- Mira estándar con escala codificada. . . . . 25 mm (0,082 pies)
- Medición visual. . . . . 0,2 m (0,656 pies)

Trimble DiNi 0,7 mm por km

Medición electrónica

- Mira invar precisa con escala codificada. . . . . 0,7 mm (0,002 pies)
- Mira estándar con escala codificada. . . . . 1,3 mm (0,004 pies)
- Medición visual. . . . . 2,0 mm (0,007 pies)

Medición de distancias . . . . . con una distancia de puntería de 20 m (65,62 pies)

- Mira invar precisa con escala codificada. . . . . 25 mm (0,082 pies)
- Mira estándar con escala codificada. . . . . 30 mm (0,098 pies)
- Medición visual. . . . . 0,3 m (0,984 pies)

Documento gráfico descriptivo: Nivelaciones.

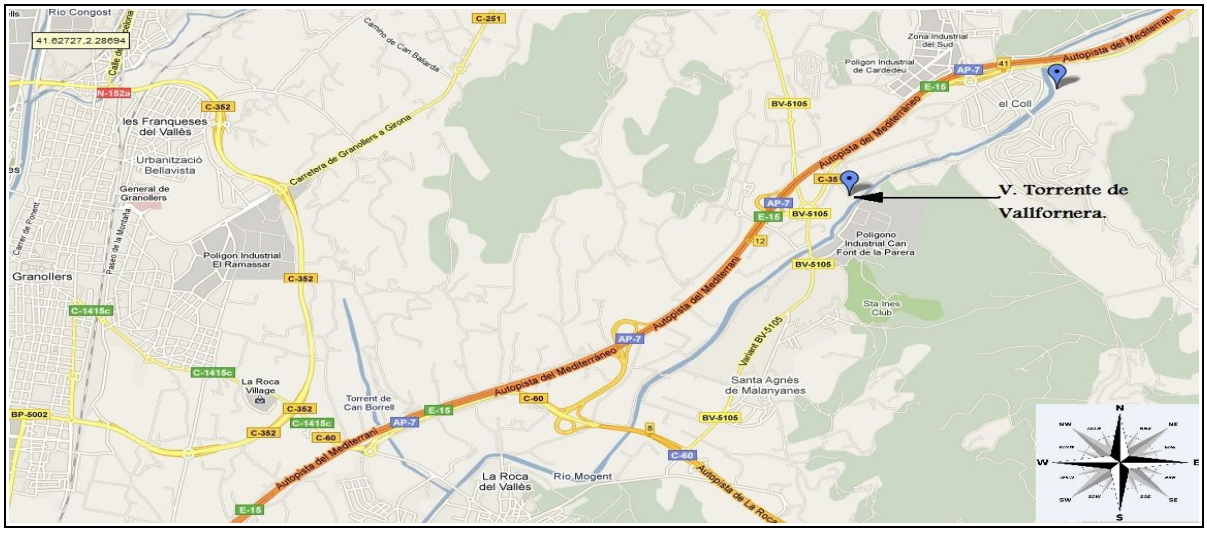
4. Viaducto y su ubicación.

Viaducto Torrente de Vallfornera

Estructura de un solo vano, ubicada en el término municipal de La Roca del Vallés, comarca del Vallés Oriental, provincia de Barcelona. Tiene un largo de 41,2 metros.

Se accede tomando la salida 12 de la autopista AP7, girar en el camino de servicio en la rotonda que une la BV-5105 y la C-35, a los 350 metros girar a la derecha por el camino de tierra paralelo al río. Coordenadas: N 41º 36` 50`` E 2º 21` 15`.

Croquis



Croquis de detalle

5. Descripción de la infraestructura de control.

Características geométricas de la estructura	
Nº de vanos	1
Longitud	41,2
Tipología de pila	

	Control topográfico	Criterios:
		Cauce
Estribos	Ambos	
Pilas instrumentadas		

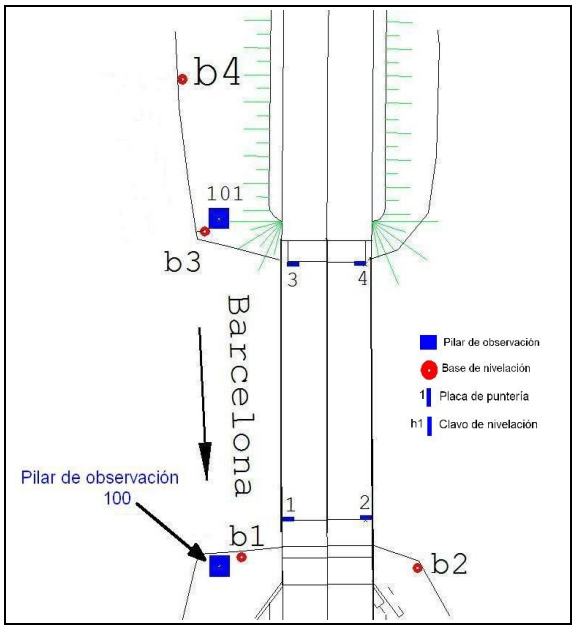
	Unidades	
	Control en pilas	Control en estribos
Bases para estacionamiento de Estación Total (pilares)	2	
Señales de puntería		4
Clavos empotrables		4
Base fija para nivelación de precisión (bases con tapa)	4	

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLES – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LOS VÉRTICES DE CONTROL

NOMBRE VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA	**MUNICIPIO:** LA ROCA DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	**FECHA:** JUNIO 2010
PILAR NÚMERO: 100	

Pilar de observación situado junto al estribo más cercano a Barcelona, en el margen izquierdo de la estructura.



Croquis de detalle

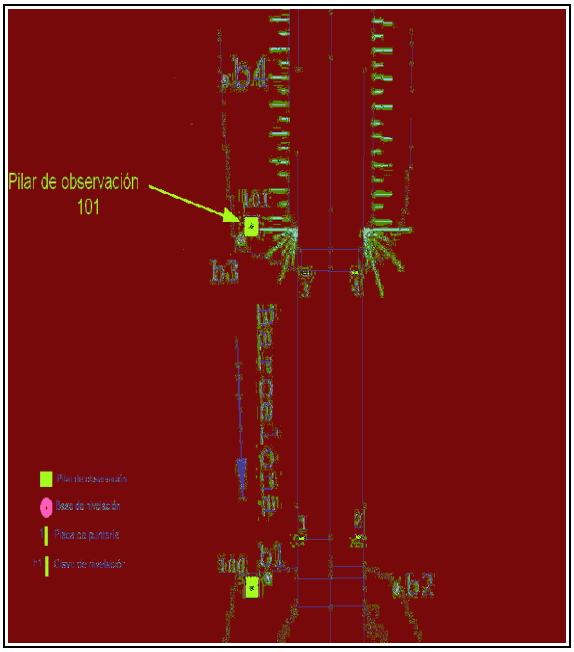
Imagen Satélite.

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLES – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LOS VÉRTICES DE CONTROL

NOMBRE VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA	**MUNICIPIO:** LA ROCA DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	**FECHA:** JUNIO 2010
PILAR NÚMERO: 101	

Pilar de observación situado junto al estribo más cercano a Francia, en el margen izquierdo de la estructura.



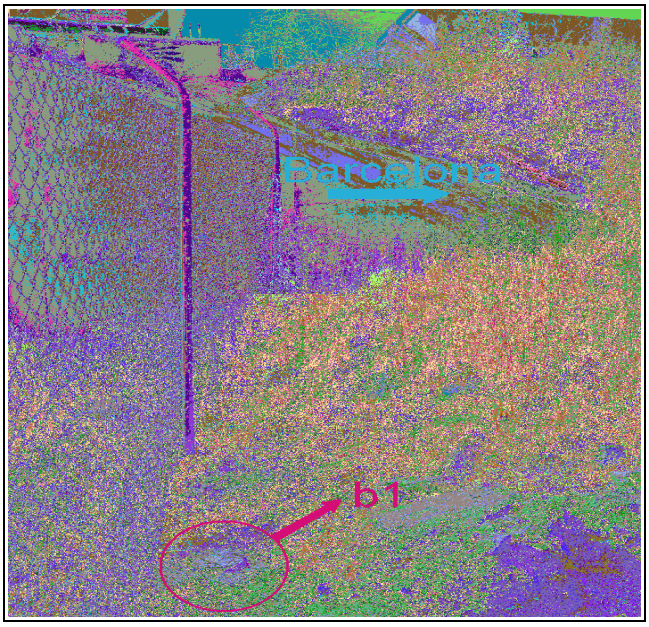
Croquis de detalle

Imagen Satélite.

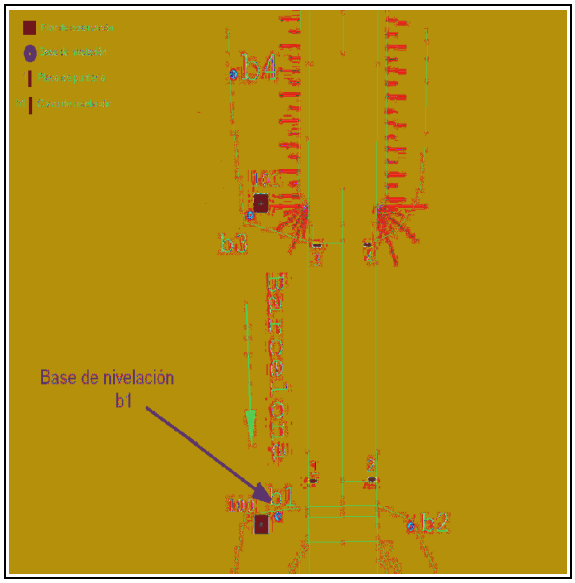
CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLES – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA	**MUNICIPIO:** LA ROCA DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	**FECHA:** JUNIO 2010
BASE DE NIVELACIÓN NÚMERO: b1	



Base de nivelación emplazada en zapata de hormigón. Ubicada junto al estribo más cercano a Barcelona, en el margen izquierdo de la estructura. Instalada en terrenos de ADIF.



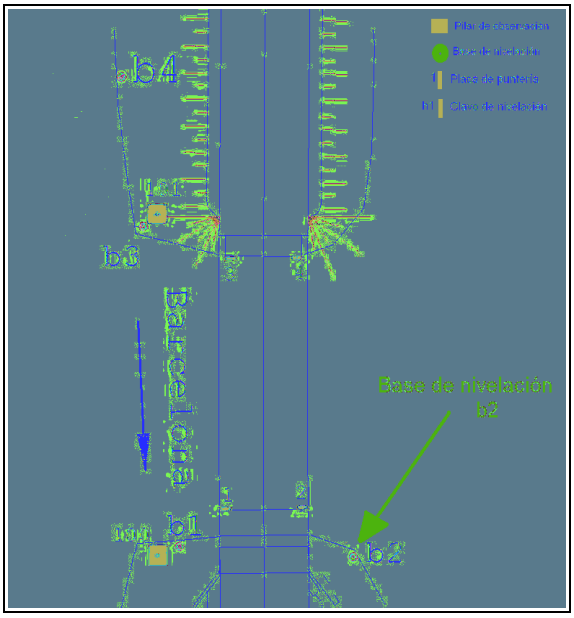
Croquis de detalle

Imagen satélite

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLES – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA	**MUNICIPIO:** LA ROCA DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	**FECHA:** JUNIO 2010
BASE DE NIVELACIÓN NÚMERO: b2	



Croquis de detalle

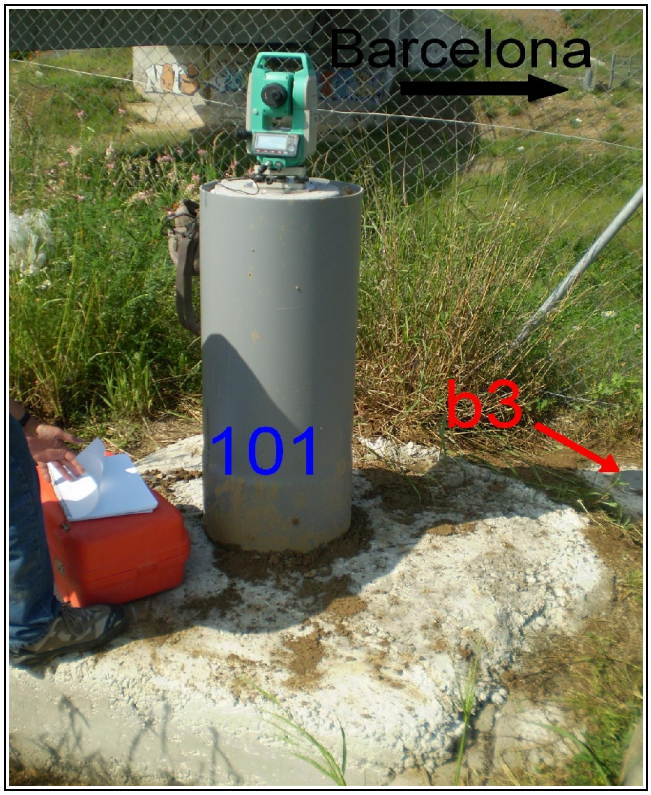
Base de nivelación emplazada en zapata de hormigón. Ubicada junto al estribo más cercano a Barcelona, en el margen derecho de la estructura. Instalada en terrenos de ADIF.

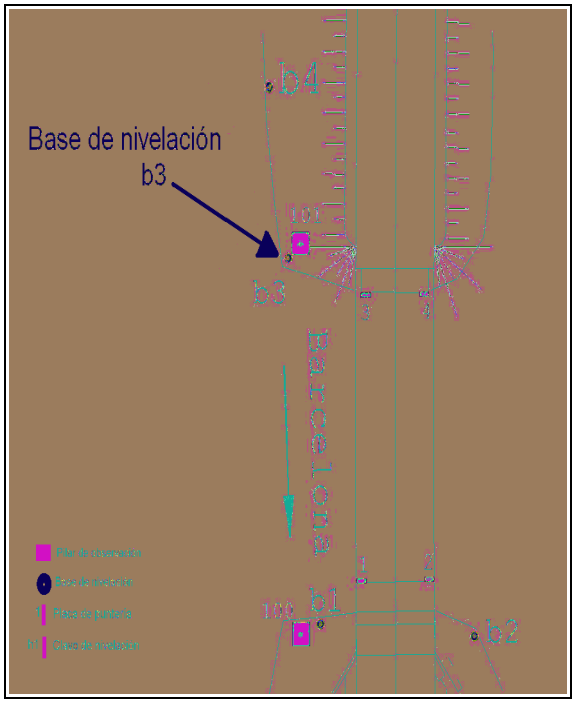
Imagen Satélite

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLES – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA	**MUNICIPIO:** LA ROCA DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	**FECHA:** JUNIO 2010
BASE DE NIVELACIÓN NÚMERO: b3	





Croquis de detalle

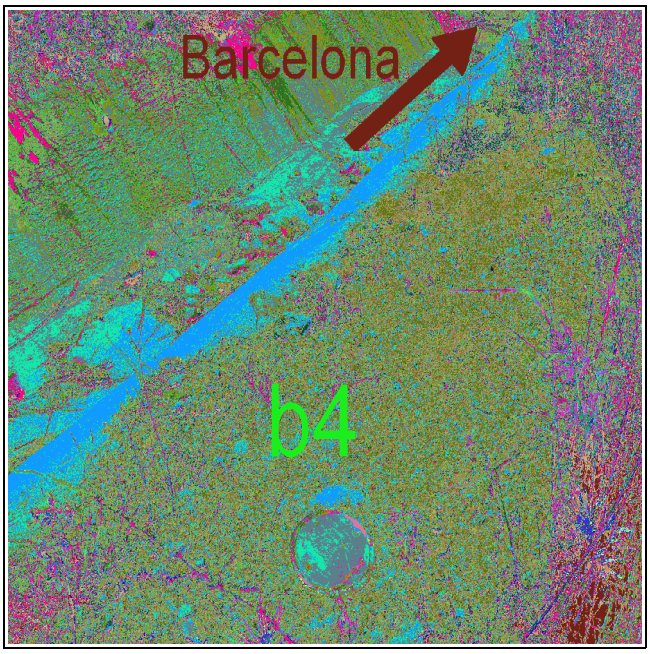
Base de nivelación emplazada en zapata de hormigón. Ubicada junto al estribo más cercano a Francia, en el margen izquierdo de la estructura. Instalada en terrenos de ADIF a poca distancia del pilar de observación 101.

Imagen Satélite

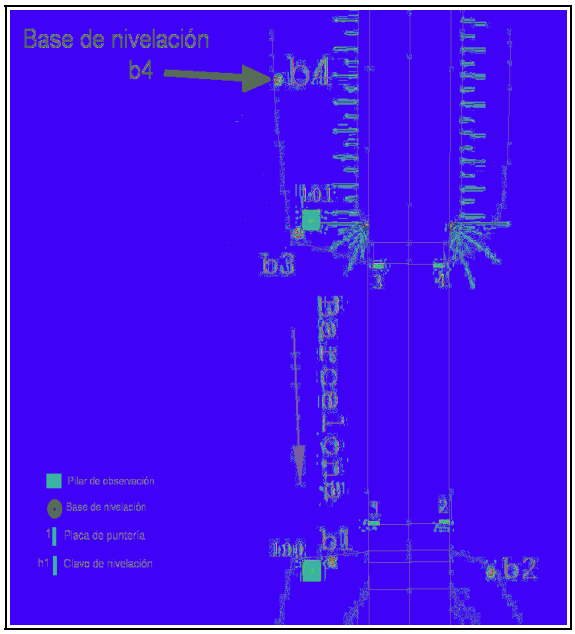
CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLES – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE NIVELACIÓN

NOMBRE VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA	**MUNICIPIO:** LA ROCA DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	**FECHA:** JUNIO 2010
BASE DE NIVELACIÓN NÚMERO: b4	

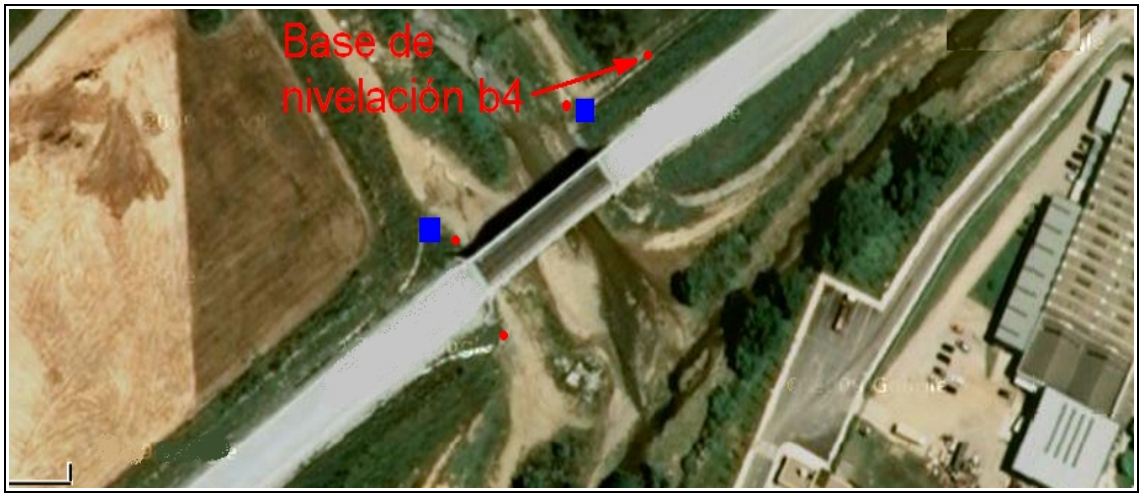


Base de nivelación emplazada en zapata de hormigón. Ubicada junto al estribo más cercano a Francia, en el margen izquierdo de la estructura. Instalada en terrenos de ADIF.



Croquis de detalle

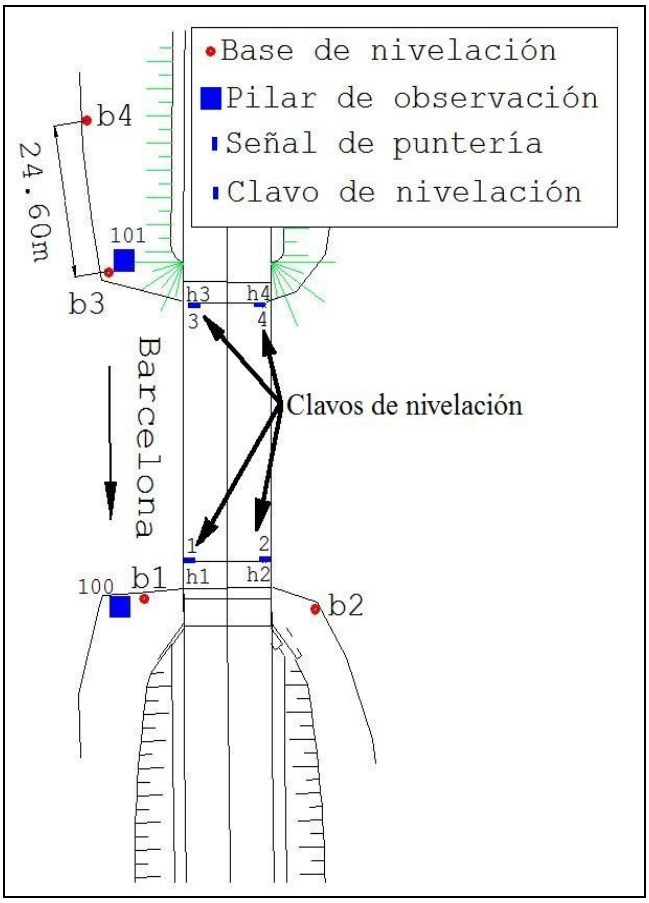
Imagen Satélite



CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLES – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LOS CLAVOS DE NIVELACIÓN SOBRE EL VIADUCTO

NOMBRE VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA	**MUNICIPIO:** LA ROCA DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	**FECHA:** JUNIO 2010
NÚMERO DE CLAVOS: 4	

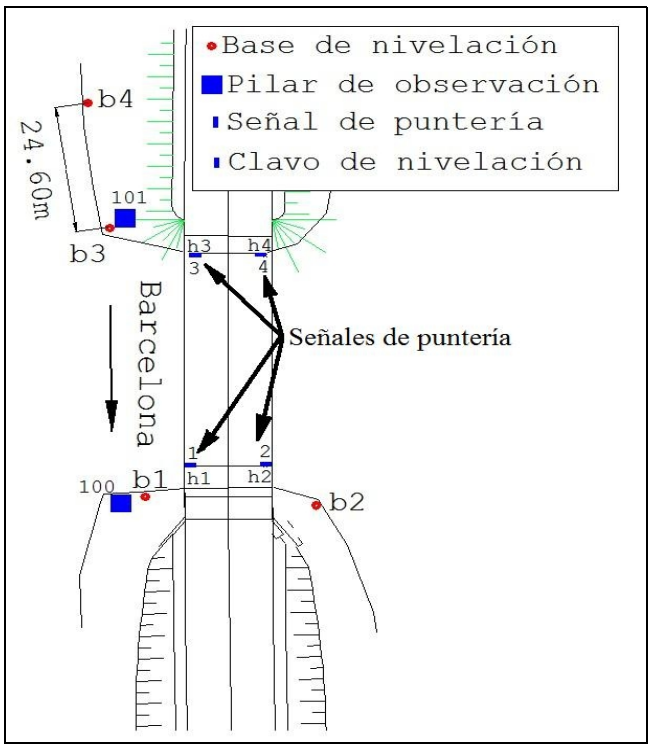


Se instalaron sobre los estribos del viaducto 4 clavos de nivelación tipo “chincheta”, de acero inoxidable, fijadas con taladro y taco químico.

CONTROL DE MOVIMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD (AVE) TRAMO: LA ROCA DEL VALLÉS – LLINARS DEL VALLÉS

DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES DE PUNTERÍA

NOMBRE VIADUCTO: TORRENTE DE VALLFORNERA	**MUNICIPIO:** LA ROCA DEL VALLÉS
PROVINCIA: BARCELONA	**FECHA:** JUNIO 2010
NÚMERO DE SEÑALES DE PUNTERÍA: 4	



Se instalaron en los estribos del viaducto 4 señales de puntería de acero inoxidable, fijadas con tornillos, tacos expansivos y resina de alta resistencia.

6. Observación y Cálculos .

6.1. Planimetría.

Fecha 25/05/10 Hora: 09:00 Temperatura: 21ºC Presión: 1004 hpa

Ajuste de las coordenadas planimétricas de las señales de puntería y pilares de observación.

Datos de campo

100	101	399.9994	98.7018	53.6706
100	101	399.9988	98.7090	53.6710
100	101	399.9988	98.7090	53.6704
100	101	399.9988	98.7144	53.6710
100	101	199.9992	301.2882	53.6712
100	101	200.0010	301.2882	53.6720
100	101	199.9996	301.2880	53.6720
100	101	199.9994	301.2878	53.6718
100	3	14.4166	96.4936	48.2384
100	3	14.4156	96.4934	48.2394
100	4	30.0470	99.3226	52.3932
100	4	30.0462	99.3220	52.3928
100	3	214.4168	303.5002	48.2360
100	3	214.4170	303.5002	48.2362
100	4	230.0476	300.6696	52.3850
100	4	230.0472	300.6700	52.3870
100	101	399.9974	98.7070	53.6700
100	101	399.9982	98.7066	53.6708
100	101	199.9996	301.2826	53.6710
100	101	199.9998	301.2828	53.6720
101	100	200.0002	101.4802	53.6760
101	100	199.9996	101.4748	53.6760
101	100	200.0000	101.4750	53.6754
101	100	199.9994	101.4748	53.6756
101	100	0.0016	298.5176	53.6762
101	100	0.0014	298.5180	53.6760
101	100	0.0010	298.5186	53.6760
101	100	0.0024	298.5186	53.6756
101	1	186.2808	97.8752	47.9522
101	1	186.2816	97.8752	47.9528
101	1	186.2812	97.8750	47.9528
101	1	186.2806	97.8750	47.9522
101	1	386.2832	302.1212	47.9548
101	1	386.2814	302.1220	47.9548
101	1	386.2820	302.1222	47.9546
101	1	386.2822	302.1208	47.9544
101	2	170.9212	101.5848	52.3396
101	2	170.9206	101.5846	52.3390
101	2	170.9210	101.5842	52.3394
101	2	170.9202	101.5840	52.3388

101	2	370.9216	298.4120	52.3458
101	2	370.9220	298.4136	52.3450
101	2	370.9218	298.4136	52.3460
101	2	370.9152	298.4136	52.3440
101	2	370.9216	298.4140	52.3456
101	100	200.0024	101.4790	53.6772
101	100	200.0014	101.4784	53.6760
101	100	200.0018	101.4776	53.6758
101	100	0.0034	298.5168	53.6750
101	100	0.0020	298.5168	53.6750
101	100	0.0018	298.5170	53.6756

Coordenadas aproximadas (sin ajustar)

1	1010.2474	2006.8409
2	1023.0780	2006.6976
3	1010.8141	2046.9348
4	1023.8175	2046.6592
100	1000.0000	2000.0000
101	999.9993	2053.6601

Pesos y residuos de observaciones planimétricas de pilares de observación

Est	Vis	Lectura	Error a priori	Res.Pond	R.Sin pond	Clase
100	101	53.6712	0.0033	-0.0319	-0.0001	Distancia
100	101	199.99940	19.79	50543.1520	999997.67	Dirección
100	101	53.6718	0.0033	-0.2177	-0.0007	Distancia
100	101	199.99960	19.79	50543.0509	999995.67	Dirección
100	101	53.6710	0.0033	0.0002	0.0000	Distancia
100	101	199.99960	19.79	50543.0509	999995.67	Dirección
100	101	53.6720	0.0033	-0.2779	-0.0009	Distancia
100	101	199.99980	19.79	50542.9498	999993.67	Dirección
100	101	53.6720	0.0033	-0.3050	-0.0010	Distancia
100	101	200.00100	19.79	50542.3433	999981.67	Dirección
100	101	53.6720	0.0033	-0.2769	-0.0009	Distancia
100	101	399.99740	19.79	50544.1629	1000017.67	Dirección
100	101	53.6700	0.0033	0.3608	0.0012	Distancia
100	101	399.99820	19.79	50543.7585	1000009.67	Dirección
100	101	53.6708	0.0033	0.1179	0.0004	Distancia
100	101	399.99880	19.79	50543.4552	1000003.67	Dirección
100	101	53.6704	0.0033	0.2278	0.0007	Distancia
100	101	399.99880	19.79	50543.4552	1000003.67	Dirección
100	101	53.6710	0.0033	0.0441	0.0001	Distancia
100	101	399.99880	19.79	50543.4552	1000003.67	Dirección
100	101	53.6710	0.0033	0.0158	0.0001	Distancia
100	101	399.99940	19.79	50543.1520	999997.67	Dirección
100	101	53.6706	0.0033	0.2044	0.0007	Distancia
101	100	0.00100	19.79	50543.4288	1000003.14	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.4222	-0.0014	Distancia
101	100	0.00140	19.79	50543.2266	999999.14	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.4186	-0.0014	Distancia
101	100	0.00160	19.79	50543.1255	999997.14	Dirección
101	100	53.6762	0.0033	-0.4774	-0.0016	Distancia
101	100	0.00180	19.79	50543.0244	999995.14	Dirección
101	100	53.6756	0.0033	-0.2900	-0.0009	Distancia
101	100	0.00200	19.79	50542.9233	999993.14	Dirección
101	100	53.6750	0.0033	-0.1051	-0.0003	Distancia
101	100	0.00240	19.79	50542.7212	999989.14	Dirección
101	100	53.6756	0.0033	-0.2997	-0.0010	Distancia
101	100	0.00340	19.79	50542.2157	999979.14	Dirección
101	100	53.6750	0.0033	-0.1051	-0.0003	Distancia
101	100	199.99940	19.79	50544.2375	1000019.14	Dirección
101	100	53.6756	0.0033	-0.3392	-0.0011	Distancia
101	100	199.99960	19.79	50544.1364	1000017.14	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.4617	-0.0015	Distancia
101	100	200.00000	19.79	50543.9342	1000013.14	Dirección
101	100	53.6754	0.0033	-0.2768	-0.0009	Distancia
101	100	200.00020	19.79	50543.8331	1000011.14	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.4294	-0.0014	Distancia
101	100	200.00140	19.79	50543.2266	999999.14	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.4402	-0.0014	Distancia
101	100	200.00180	19.79	50543.0244	999995.14	Dirección
101	100	53.6758	0.0033	-0.3837	-0.0013	Distancia
101	100	200.00240	19.79	50542.7212	999989.14	Dirección
101	100	53.6772	0.0033	-0.8041	-0.0026	Distancia

Desplazamiento y precisiones

Num	dx	dy	px	py	S.Mayor	S.Menor	Az eje
101	0.0007	0.0007	0.0000	0.0003	0.0003	0.0000	199.99917

Resultados del test de Baarda

Est	Vis	D.Tip.Obs	D.Tip.Res	R.Sin pond	R.Tipific	Clase
100	101	2.37	7.86	-0.33	0.04	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0006	0.43	Distancia
100	101	2.37	7.86	-2.33	0.30	Dirección
100	101	0.00	0.00	-0.0000	0.03	Distancia
100	101	2.37	7.86	-4.33	0.55	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0007	0.51	Distancia
100	101	2.37	7.86	-4.33	0.55	Dirección
100	101	0.00	0.00	-0.0002	0.17	Distancia
100	101	2.37	7.86	-6.33	0.81	Dirección
100	101	0.00	0.00	-0.0003	0.24	Distancia
100	101	2.37	7.86	-18.33	2.33	Dirección
100	101	0.00	0.00	-0.0002	0.17	Distancia
100	101	2.37	7.86	17.67	2.25	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0019	1.40	Distancia
100	101	2.37	7.86	9.67	1.23	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0011	0.80	Distancia
100	101	2.37	7.86	3.67	0.47	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0014	1.07	Distancia
100	101	2.37	7.86	3.67	0.47	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0008	0.62	Distancia
100	101	2.37	7.86	3.67	0.47	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0007	0.55	Distancia
100	101	2.37	7.86	-2.33	0.30	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0013	1.01	Distancia
101	100	2.20	7.91	3.14	0.40	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0007	0.53	Distancia
101	100	2.20	7.91	-0.86	0.11	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0007	0.52	Distancia
101	100	2.20	7.91	-2.86	0.36	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0009	0.66	Distancia
101	100	2.20	7.91	-4.86	0.61	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0003	0.20	Distancia
101	100	2.20	7.91	-6.86	0.87	Dirección
101	100	0.00	0.00	0.0003	0.25	Distancia
101	100	2.20	7.91	-10.86	1.37	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0003	0.23	Distancia
101	100	2.20	7.91	-20.86	2.64	Dirección
101	100	0.00	0.00	0.0003	0.25	Distancia
101	100	2.20	7.91	19.14	2.42	Dirección

101	100	0.00	0.00	-0.0004	0.32	Distancia
101	100	2.20	7.91	17.14	2.17	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0008	0.62	Distancia
101	100	2.20	7.91	13.14	1.66	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0002	0.17	Distancia
101	100	2.20	7.91	11.14	1.41	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0007	0.55	Distancia
101	100	2.20	7.91	-0.86	0.11	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0008	0.57	Distancia
101	100	2.20	7.91	-4.86	0.61	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0006	0.43	Distancia
101	100	2.20	7.91	-10.86	1.37	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0019	1.47	Distancia

Visuales	53		
Incógnitas	4	Desv. típica a posteriori	0.415

Coordenadas ajustadas

100	1000.0000	2000.0000	0.0000	0.00083
101	1000.0000	2053.6608	0.0000	399.99869

Pesos y residuos de observaciones planimétricas de toda la red

Est	Vis	Lectura	Error a priori	Res.Pond	R.Sin pond	Clase
100	3	14.41560	20.63	48484.5446	1000004.38	Dirección
100	3	48.2394	0.0033	-0.5254	-0.0017	Distancia
100	3	14.41660	20.63	48484.0598	999994.38	Dirección
100	3	48.2384	0.0033	-0.2211	-0.0007	Distancia
100	3	214.41680	20.63	48483.9628	999992.38	Dirección
100	3	48.2360	0.0033	0.4360	0.0014	Distancia
100	3	214.41700	20.63	48483.8659	999990.38	Dirección
100	3	48.2362	0.0033	0.3746	0.0012	Distancia
100	4	30.04620	19.96	50102.1056	1000003.26	Dirección
100	4	52.3928	0.0033	-0.9933	-0.0032	Distancia
100	4	30.04700	19.96	50101.7048	999995.26	Dirección
100	4	52.3932	0.0033	-1.1175	-0.0036	Distancia
100	4	230.04720	19.96	50101.6046	999993.26	Dirección
100	4	52.3870	0.0033	0.7634	0.0025	Distancia
100	4	230.04760	19.96	50101.4042	999989.26	Dirección
100	4	52.3850	0.0033	1.3754	0.0045	Distancia

100	101	199.99920	19.78	50543.6401	1000002.79	Dirección
100	101	53.6712	0.0033	0.1755	0.0006	Distancia
100	101	199.99940	19.78	50543.5390	1000000.79	Dirección
100	101	53.6718	0.0033	-0.0104	-0.0000	Distancia
100	101	199.99960	19.78	50543.4379	999998.79	Dirección
100	101	53.6710	0.0033	0.2076	0.0007	Distancia
100	101	199.99960	19.78	50543.4379	999998.79	Dirección
100	101	53.6720	0.0033	-0.0706	-0.0002	Distancia
100	101	199.99980	19.78	50543.3368	999996.79	Dirección
100	101	53.6720	0.0033	-0.0977	-0.0003	Distancia
100	101	200.00100	19.78	50542.7303	999984.79	Dirección
100	101	53.6720	0.0033	-0.0695	-0.0002	Distancia
100	101	399.99740	19.78	50544.5499	1000020.79	Dirección
100	101	53.6700	0.0033	0.5682	0.0019	Distancia
100	101	399.99820	19.78	50544.1455	1000012.79	Dirección
100	101	53.6708	0.0033	0.3253	0.0011	Distancia
100	101	399.99880	19.78	50543.8423	1000006.79	Dirección
100	101	53.6704	0.0033	0.4352	0.0014	Distancia
100	101	399.99880	19.78	50543.8423	1000006.79	Dirección
100	101	53.6710	0.0033	0.2514	0.0008	Distancia
100	101	399.99880	19.78	50543.8423	1000006.79	Dirección
100	101	53.6710	0.0033	0.2232	0.0007	Distancia
100	101	399.99940	19.78	50543.5390	1000000.79	Dirección
100	101	53.6706	0.0033	0.4118	0.0013	Distancia
101	1	186.28060	20.67	49947.9538	1032276.77	Dirección
101	1	47.9522	0.0033	0.8295	0.0027	Distancia
101	1	186.28080	20.67	49947.8570	1032274.77	Dirección
101	1	47.9522	0.0033	0.8280	0.0027	Distancia
101	1	186.28120	20.67	49947.6634	1032270.77	Dirección
101	1	47.9528	0.0033	0.6452	0.0021	Distancia
101	1	186.28160	20.67	49947.4699	1032266.77	Dirección
101	1	47.9528	0.0033	0.6436	0.0021	Distancia
101	1	386.28140	20.67	49947.5667	1032268.77	Dirección
101	1	47.9548	0.0033	0.0076	0.0000	Distancia
101	1	386.28200	20.67	49947.2763	1032262.77	Dirección
101	1	47.9546	0.0033	0.0706	0.0002	Distancia
101	1	386.28220	20.67	49947.1796	1032260.77	Dirección
101	1	47.9544	0.0033	0.1212	0.0004	Distancia
101	1	386.28320	20.67	49946.6957	1032250.77	Dirección
101	1	47.9548	0.0033	0.0014	0.0000	Distancia
101	2	170.92020	19.97	51697.3856	1032278.32	Dirección
101	2	52.3388	0.0033	1.4021	0.0046	Distancia
101	2	170.92060	19.97	51697.1852	1032274.32	Dirección
101	2	52.3390	0.0033	1.3446	0.0044	Distancia
101	2	170.92100	19.97	51696.9849	1032270.32	Dirección
101	2	52.3394	0.0033	1.2195	0.0040	Distancia
101	2	170.92120	19.97	51696.8848	1032268.32	Dirección
101	2	52.3396	0.0033	1.1619	0.0038	Distancia

101	2	370.91520	19.97	51699.8896	1032328.32	Dirección
101	2	52.3440	0.0033	-0.1766	-0.0006	Distancia
101	2	370.92160	19.97	51696.6844	1032264.32	Dirección
101	2	52.3458	0.0033	-0.7182	-0.0023	Distancia
101	2	370.92160	19.97	51696.6844	1032264.32	Dirección
101	2	52.3456	0.0033	-0.6695	-0.0022	Distancia
101	2	370.92180	19.97	51696.5843	1032262.32	Dirección
101	2	52.3460	0.0033	-0.7896	-0.0026	Distancia
101	2	370.92200	19.97	51696.4841	1032260.32	Dirección
101	2	52.3450	0.0033	-0.4831	-0.0016	Distancia
101	100	0.00100	19.78	52173.3138	1032245.78	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.2148	-0.0007	Distancia
101	100	0.00140	19.78	52173.1117	1032241.78	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.2112	-0.0007	Distancia
101	100	0.00160	19.78	52173.0106	1032239.78	Dirección
101	100	53.6762	0.0033	-0.2700	-0.0009	Distancia
101	100	0.00180	19.78	52172.9095	1032237.78	Dirección
101	100	53.6756	0.0033	-0.0827	-0.0003	Distancia
101	100	0.00200	19.78	52172.8084	1032235.78	Dirección
101	100	53.6750	0.0033	0.1023	0.0003	Distancia
101	100	0.00240	19.78	52172.6062	1032231.78	Dirección
101	100	53.6756	0.0033	-0.0923	-0.0003	Distancia
101	100	0.00340	19.78	52172.1008	1032221.78	Dirección
101	100	53.6750	0.0033	0.1023	0.0003	Distancia
101	100	199.99940	19.78	52174.1225	1032261.78	Dirección
101	100	53.6756	0.0033	-0.1319	-0.0004	Distancia
101	100	199.99960	19.78	52174.0214	1032259.78	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.2544	-0.0008	Distancia
101	100	200.00000	19.78	52173.8193	1032255.78	Dirección
101	100	53.6754	0.0033	-0.0694	-0.0002	Distancia
101	100	200.00020	19.78	52173.7182	1032253.78	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.2220	-0.0007	Distancia
101	100	200.00140	19.78	52173.1117	1032241.78	Dirección
101	100	53.6760	0.0033	-0.2328	-0.0008	Distancia
101	100	200.00180	19.78	52172.9095	1032237.78	Dirección
101	100	53.6758	0.0033	-0.1763	-0.0006	Distancia
101	100	200.00240	19.78	52172.6062	1032231.78	Dirección
101	100	53.6772	0.0033	-0.5967	-0.0019	Distancia

Desplazamientos y precisiones

Num	dx	dy	px	py	S.Mayor	S.Menor	Az eje
1	0.0015	0.0016	0.0004	0.0008	0.0008	0.0004	186.28270
2	0.0020	0.0019	0.0005	0.0007	0.0008	0.0004	170.92245
3	0.0006	-0.0002	0.0006	0.0010	0.0010	0.0005	14.41656
4	0.0006	-0.0003	0.0007	0.0010	0.0011	0.0006	30.04705

Resultados del test de Baarda

Est	Vis	D.Tip.Obs	D.Tip.Res	R.Sin pond	R.Tipific	Clase
100	3	6.23	10.79	9.00	0.83	Dirección
100	3	0.00	0.00	-0.0018	1.04	Distancia
100	3	6.23	10.79	-1.00	0.09	Dirección
100	3	0.00	0.00	-0.0008	0.45	Distancia
100	3	6.23	10.79	-3.00	0.28	Dirección
100	3	0.00	0.00	0.0014	0.80	Distancia
100	3	6.23	10.79	-5.00	0.46	Dirección
100	3	0.00	0.00	0.0012	0.69	Distancia
100	4	6.03	10.44	8.00	0.77	Dirección
100	4	0.00	0.00	-0.0033	1.91	Distancia
100	4	6.03	10.44	0.00	0.00	Dirección
100	4	0.00	0.00	-0.0037	2.15	Distancia
100	4	6.03	10.44	-2.00	0.19	Dirección
100	4	0.00	0.00	0.0025	1.45	Distancia
100	4	6.03	10.44	-6.00	0.57	Dirección
100	4	0.00	0.00	0.0045	2.62	Distancia
100	101	3.45	11.44	-0.33	0.03	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0006	0.30	Distancia
100	101	3.45	11.44	-2.33	0.20	Dirección
100	101	0.00	0.00	-0.0000	0.02	Distancia
100	101	3.45	11.44	-4.33	0.38	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0007	0.35	Distancia
100	101	3.45	11.44	-4.33	0.38	Dirección
100	101	0.00	0.00	-0.0002	0.12	Distancia
100	101	3.45	11.44	-6.33	0.55	Dirección
100	101	0.00	0.00	-0.0003	0.16	Distancia
100	101	3.45	11.44	-18.33	1.60	Dirección
100	101	0.00	0.00	-0.0002	0.12	Distancia
100	101	3.45	11.44	17.67	1.54	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0019	0.96	Distancia
100	101	3.45	11.44	9.67	0.84	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0011	0.55	Distancia
100	101	3.45	11.44	3.67	0.32	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0014	0.73	Distancia
100	101	3.45	11.44	3.67	0.32	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0008	0.42	Distancia
100	101	3.45	11.44	3.67	0.32	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0007	0.38	Distancia
100	101	3.45	11.44	-2.33	0.20	Dirección
100	101	0.00	0.00	0.0013	0.70	Distancia
101	1	4.41	11.68	10.25	0.88	Dirección
101	1	0.00	0.00	0.0014	0.77	Distancia
101	1	4.41	11.68	8.25	0.71	Dirección
101	1	0.00	0.00	0.0014	0.77	Distancia
101	1	4.41	11.68	4.25	0.36	Dirección
101	1	0.00	0.00	0.0008	0.45	Distancia
101	1	4.41	11.68	0.25	0.02	Dirección

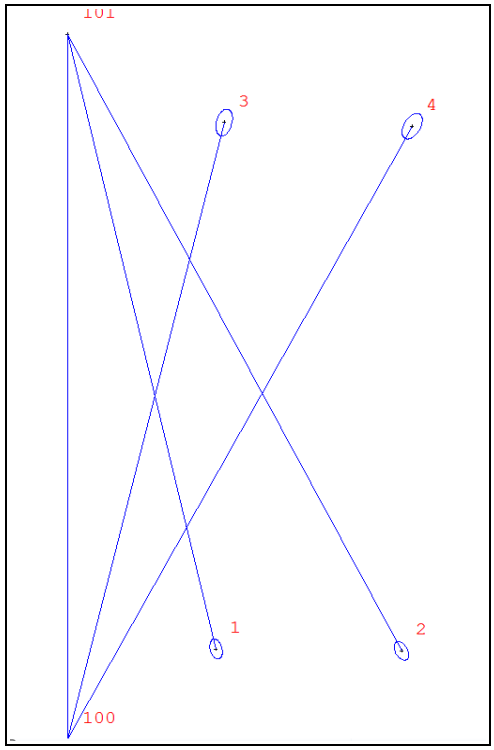
101	1	0.00	0.00	0.0008	0.44	Distancia
101	1	4.41	11.68	2.25	0.19	Dirección
101	1	0.00	0.00	-0.0013	0.68	Distancia
101	1	4.41	11.68	-3.75	0.32	Dirección
101	1	0.00	0.00	-0.0011	0.57	Distancia
101	1	4.41	11.68	-5.75	0.49	Dirección
101	1	0.00	0.00	-0.0009	0.48	Distancia
101	1	4.41	11.68	-15.75	1.35	Dirección
101	1	0.00	0.00	-0.0013	0.69	Distancia
101	2	4.02	11.37	3.78	0.33	Dirección
101	2	0.00	0.00	0.0037	2.02	Distancia
101	2	4.02	11.37	-0.22	0.02	Dirección
101	2	0.00	0.00	0.0036	1.91	Distancia
101	2	4.02	11.37	-4.22	0.37	Dirección
101	2	0.00	0.00	0.0031	1.69	Distancia
101	2	4.02	11.37	-6.22	0.55	Dirección
101	2	0.00	0.00	0.0030	1.59	Distancia
101	2	4.02	11.37	53.78	4.73	Dirección
101	2	0.00	0.00	-0.0014	0.76	Distancia
101	2	4.02	11.37	-10.22	0.90	Dirección
101	2	0.00	0.00	-0.0032	1.71	Distancia
101	2	4.02	11.37	-10.22	0.90	Dirección
101	2	0.00	0.00	-0.0030	1.62	Distancia
101	2	4.02	11.37	-12.22	1.07	Dirección
101	2	0.00	0.00	-0.0034	1.83	Distancia
101	2	4.02	11.37	-14.22	1.25	Dirección
101	2	0.00	0.00	-0.0024	1.30	Distancia
101	100	3.19	11.52	3.14	0.27	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0007	0.36	Distancia
101	100	3.19	11.52	-0.86	0.07	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0007	0.36	Distancia
101	100	3.19	11.52	-2.86	0.25	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0009	0.46	Distancia
101	100	3.19	11.52	-4.86	0.42	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0003	0.14	Distancia
101	100	3.19	11.52	-6.86	0.60	Dirección
101	100	0.00	0.00	0.0003	0.17	Distancia
101	100	3.19	11.52	-10.86	0.94	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0003	0.16	Distancia
101	100	0.00	0.00	-0.0008	0.43	Distancia
101	100	3.19	11.52	13.14	1.14	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0002	0.12	Distancia
101	100	3.19	11.52	11.14	0.97	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0007	0.37	Distancia
101	100	3.19	11.52	-0.86	0.07	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0008	0.39	Distancia
101	100	3.19	11.52	-4.86	0.42	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0006	0.30	Distancia
101	100	3.19	11.52	-10.86	0.94	Dirección
101	100	0.00	0.00	-0.0019	1.01	Distancia

Visuales	102	Factor de escala	-0.002 ± 7.206	ppm
Incógnitas	11	Desv. típica a posteriori	0.604	

Coordenadas ajustadas

Número	X	Y	Z	Desor.
1	1010.2489	2006.8425	0.0000	0.00000
2	1023.0800	2006.6995	0.0000	0.00000
3	1010.8147	2046.9346	0.0000	0.00000
4	1023.8181	2046.6589	0.0000	0.00000
100	1000.0000	2000.0000	0.0000	0.00083
101	1000.0000	2053.6608	0.0000	399.99869

Croquis de la red con elipses de error



Elipses de error de las placas de puntería

Número	1	Semieje mayor	0.0008 m
Acimut	282.3456	Semieje menor	0.0004 m
Número	2	Semieje mayor	0.0008 m
Acimut	296.1698	Semieje menor	0.0004 m
Número	3	Semieje mayor	0.0010 m
Acimut	77.0251	Semieje menor	0.0005 m

6.2. Nivelación

Fecha 25/05/10 Hora: 18 hs Temperatura: 23ºC Presión: 999 hpa

	Lecturas		*Distancias*		
	Atras	**Adelante**	**Espalda**	**Frente**	**Cotas**
b4r	1.5176		12.12		100.0000
b3		1.1158		12.51	100.4018
b3r	3.3553		6.36		
p1		0.5551		2.39	103.2021
p1r	2.7687		4.28		
3		1.8729		5.75	104.0979
3r	1.6149		9.9		
4		1.5976		14.68	104.1152
p2		1.4833		9.97	104.2294
p2r	1.8311		10.44		
1		1.8447		9.96	104.2159
2		1.8408		15.45	104.2197
1		1.8446		9.97	104.2160
p3		1.8309		10.44	104.2296
p3r	1.5472		10.02		
3		1.6789		9.87	104.0979
4		1.6616		14.5	104.1152
3r	1.6086		8.33		
p4		2.4930		4.64	103.2134
p4r	0.3042		2.65		
b3		3.1157		5.93	100.4019
b3r	1.2045		13.1		
b4		1.6065		11.5	100.0000
b3		1.2045		13.11	100.4020
Totales	**15.7521**	**15.7521**	**77.22**	**150.65**	

	Lecturas		*Distancias*		
	Atras	**Adelante**	**Espalda**	**Frente**	**Cotas**
b2r	1.7077		5.36		98.73
p5		1.0365		5.96	99.4008
b2c		1.7077		5.36	98.7296
p5r	1.8029		11.9		
b1		1.5773		12.81	99.6263
p5c		1.8029		11.9	99.4007
b1r	3.1103		8.32		
p6		0.3144		3.52	102.4221
b1c		3.1102		8.33	99.6264
p6r	3.1374		6.99		
1		1.3435		10.7	104.2160
p6c		3.1374		7	102.4221
Totales	**9.7582**	**9.7581**	**32.57**	**58.57**	

Coordenadas de las bases y clavos de nivelación

b4	**100.0000**
b3	**100.4018**
1	**104.2159**
2	**104.2197**
3	**104.0979**
4	**104.1152**
b2	**98.7295**
b1	**99.6263**

Resultados de las mediciones para el control topográfico de la línea de alta velocidad (AVE) – Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa
Tramo: La Roca del Vallés – Llinars del Vallés

Viaducto Torrente de Vallfornera

Coordenadas planimétricas ajustadas de las señales de puntería y los pilares de observación.

1	1010.2489	2006.8425
2	1023.0800	2006.6995
3	1010.8147	2046.9346
4	1023.8181	2046.6589
100	1000.0000	2000.0000
101	1000.0000	2053.6608

Coordenadas altimétricas ajustadas de bases y clavos de nivelación.

b4	100.0000
b3	100.4018
1	104.2159
2	104.2197
3	104.0979
4	104.1152
b2	98.7295
b1	99.6263

ANEJO 9: FICHA DE CAUCE

I N D I C E

1.- INTRODUCCIÓN.....3

2.- DATOS PREVIOS.....3

3.-ENTORNO.....3

4.- VISITA DE CAMPO.....4

5.- EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN REAL DEL CAUCE Y LA ESTRUCTURA.....5

6.-CONCLUSIONES.....6

ANEXO nº 1: CARTOGRAFÍA

ANEXO nº 2: CROQUIS DE CAUCE

ANEXO nº 3: FICHA DE CAMPO

ANEXO nº 4: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO nº 5: METODOLOGIA EMPLEADA PARA EVALUAR EL INDICE DE SOCAVABILIDAD

1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto el análisis desde el punto de vista de riesgo de socavación del puente Viaducto Vallfornera, situado en el P.K. 0+193 del subtramo La Roca del Vallés – Llinars del Vallés, perteneciente al nuevo acceso ferroviario de alta velocidad LEVANTE – MADRID – Zragoza – Barcelona – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Barcelona Sants – Figueres.

2.- DATOS PREVIOS

Se incluye a continuación una tabla resumen de los datos relativos a la estructura:

Nombre:	Viaducto de Vallfornera	**Código:**	01VI01
Línea:	L.A.V. Madrid – Frontera Francesa	**P.K. (OBRA):**	400+193
Tramo:	La Roca del Vallés – Llinars del Vallés	**P.K. (TRAMO):**	0+193
Tipología:	Viaducto	**Material:**	Hormigón Pretensado
Nº de vanos:	1	**Obstáculo salvado:**	Riera
Luz:	41,2	**Fecha inspección**	28/04/2010

Las coordenadas UTM en las que se encuentra la estructura objeto de la Inspección de Cauce son las siguientes:

X (30T)	Y (UTM)	Estribo
446189	4607191	1
446263	4607206	2

3.- ENTORNO

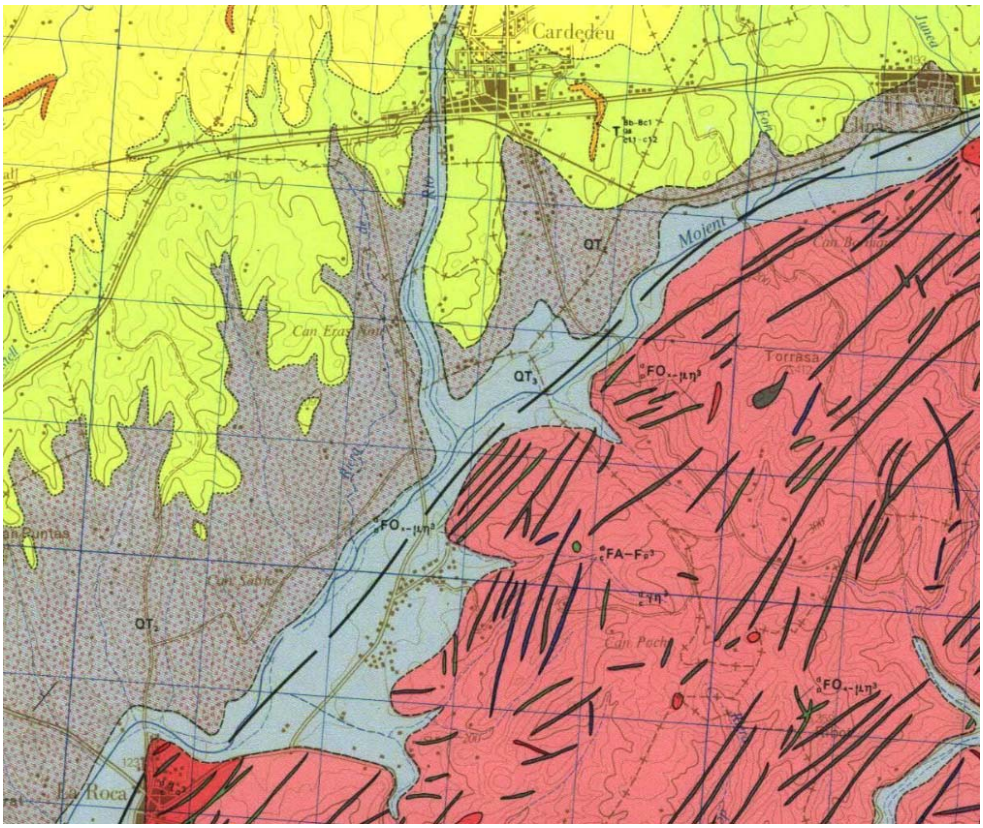
El puente objeto de estudio se encuentra ubicado en la provincia de Barcelona (próximo a la población de Cardedeu) , en donde hay una precipitación media anual de entre 600-800mm/m^2.

De acuerdo con la bibliografía consultada (mapa geológico a escala 1:50.000, hoja nº 393 Mataró, publicado por el IGME, el viaducto objeto de estudio se desarrolla mayoritariamente sobre unos depósitos cuaternarios, asociados al río Mojent y a afluente, río Canoves.

Dentro de estos materiales se pueden distinguir por un lado unos suelos aluviales de origen reciente situados más próximos al cauce del río (unidad QT3), y por otro lado, depósitos de terrazas, de origen más antiguo (unidad QT2)

En zonas más alejadas del río y por debajo de los depósitos cuaternarios antes descritos, se encuentra los sustratos de la zona, que en la margen izquierda del rio Mojent, se encuentra formado por materiales de edad Terciario Mioceno que rellenan la cubeta del Vallés Penedés o Depresión Media del Sistema Mediterráneo, constituido por arcosas y conglomerados arcósicos de color rojizo y en la margen derecha del rio mencionado, está constituido por Granodioritas en los que se distinguen fundamentalmente diques y filones de pórfidos de composición sienítica diorítica y en algún caso diques de aplitas pegmatitas.

En la siguiente figura se recoge un fragmento del citado mapa geológico en el que se representan en colores grises los depósitos cuaternarios, en colores verdosos los suelos terciarios y en rojo los materiales del sustrato.



Fragmento del mapa geológico escala 1:50.000. Hoja nº 393, Mataró (IGME)

4.- VISITA DE CAMPO

El día 17 de febrero de 2010 se realizó la Inspección visual de la estructura y de cada uno de sus elementos, poniendo especial atención al conjunto suelo-cimentación. Esta inspección estaba enfocada a la relación que guardan los elementos estructurales con los parámetros

hidrológicos y de propiedades del suelo observados y, las posibles afecciones que éstos pueden imponer a la estructura. También se estudió la posible existencia de erosiones en el lecho y márgenes del cauce

En el Anexo nº 3 *(Ficha de Campo)* se describen con más detalle las observaciones realizadas durante la inspección. Asimismo, en el Anexo nº 4 *(Reportaje Fotográfico)* se muestran las fotografías tomadas durante la visita a campo.

5.- EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN REAL DEL CAUCE Y LA ESTRUCTURA

Las características del material del lecho, cobertura y erosión de las márgenes, nos aportan los datos necesarios para estimar el *Indice de Socavabilidad*, que para este caso concreto, puede resumirse de la siguiente manera:

1. El cauce tiene protecciones de hormigón en la margen izquierda y en la margen derecha no tiene protección.

2. La margen derecha tiene cobertura de matorral, lo que hace que el índice de cobertura de las márgenes (C) tenga un valor 3.

3. No existe erosión de las márgenes (E=1).

4. El Indice de márgenes (M) tiene un valor de 6,5.

5. El lecho del río está compuesto por gravas+arenas+limos/arcillas, lo que hace que el material del lecho (L) tenga un valor de 5.

6. El **Indice de Socavabilidad (IS)**, calculado a partir los valores anteriores, es de **5.**

En la tabla siguiente se resumen los índices anteriormente mencionados:

Cobertura de las márgenes	C = 3
Erosión en las márgenes	E =1
INDICE DE MÁRGENES	**M = 6,5**
Material del Lecho	L = 5
INDICE DE SOCAVABILIDAD	**IS = 5**

El Indice de Socavabilidad = 5, lo que indica que la estructura tiene buenas condiciones frente al riesgo de erosión y socavación, según el método empleado.

Los resultados mostrados se han obtenido a partir de la metodología utilizada por ADIF y descrita en el Anexo nº 5.

6.- CONCLUSIONES

Una vez realizada la descripción de la estructura y analizados los datos obtenidos en la inspección del cauce, se puede concluir:

- El Indice de Socavabilidad obtenido (IS=5) para la margen derecha, sin protección, refleja unas condiciones aparentemente buenas de la estructura frente al riesgo de erosión y socavación.

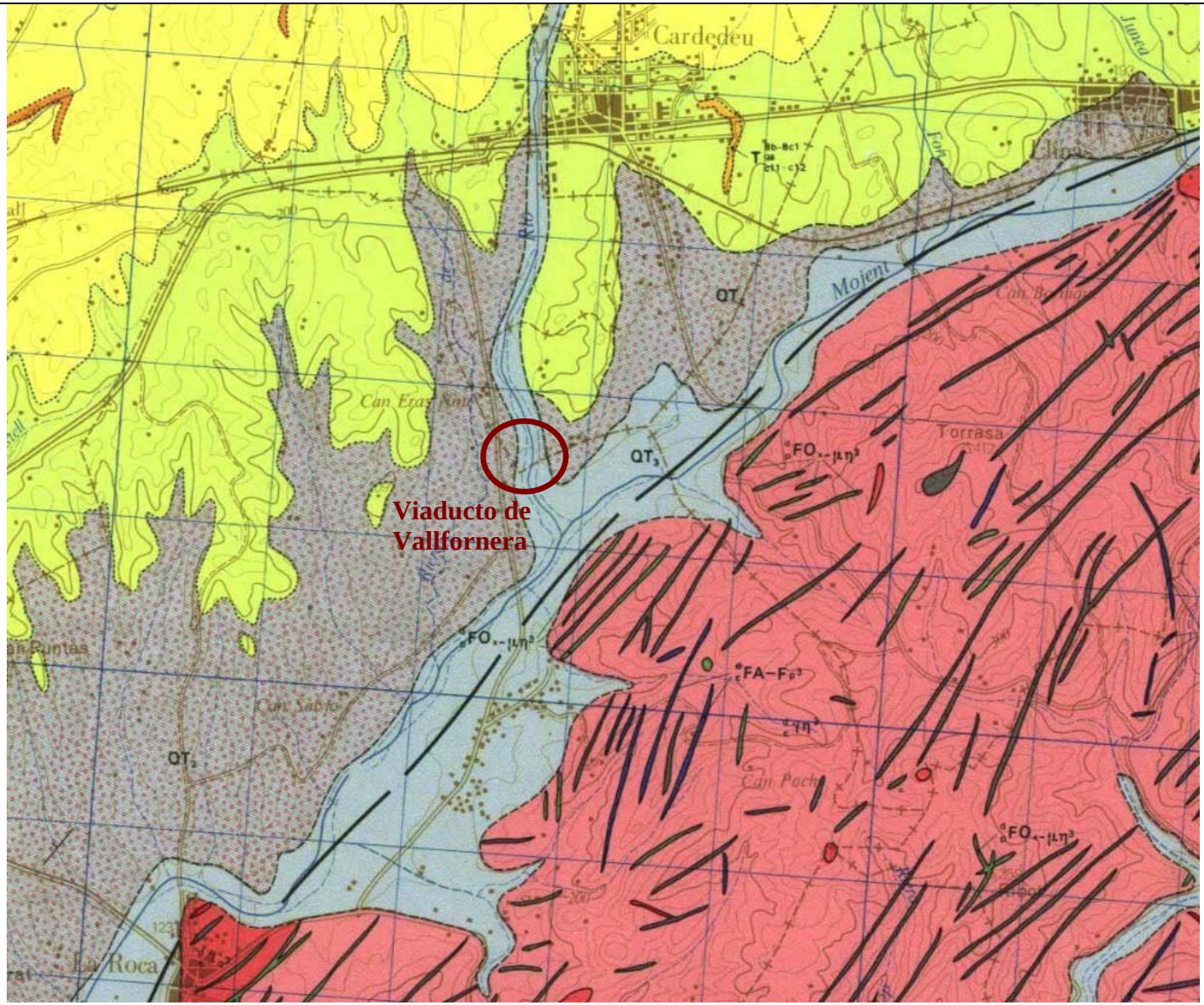
- El Indice de Socavabilidad de la margen izquierda es muy superior al de la margen derecha.

- La composición del material del lecho del río es estable y aparentemente no presenta grandes cambios en su composición durante los cambios de nivel del cauce.

- En la inspección no se han observado daños en la estructura o en su entorno que hagan pensar que está comprometida la estabilidad de la misma, por lo que se estima que puede funcionar sin problemas en regímenes hidráulicos normales.

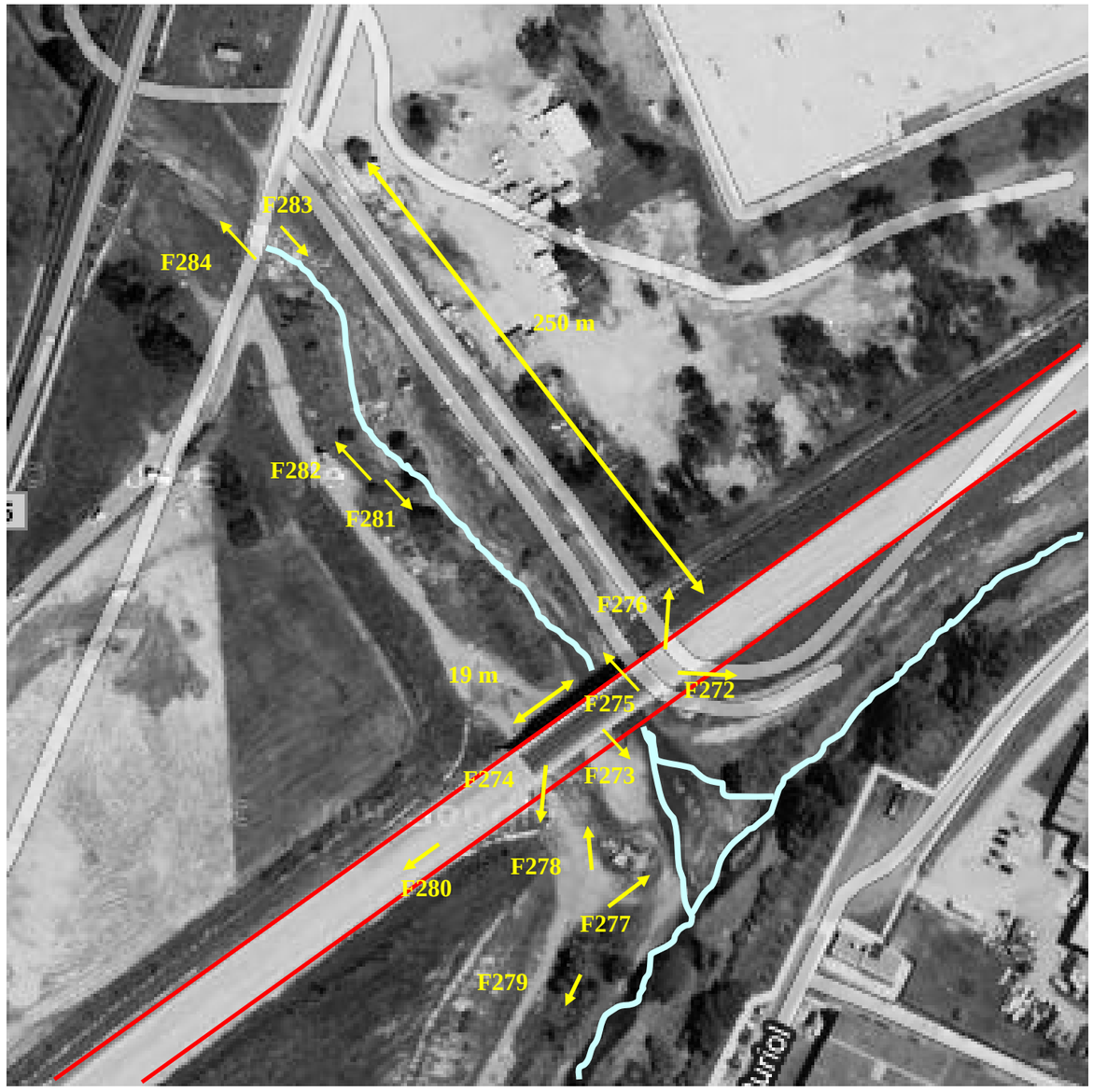
- Debido a la relevancia del viaducto y del río, proponemos realizar una nueva inspección antes de 15 años o en el caso de una avenida extraordinaria.

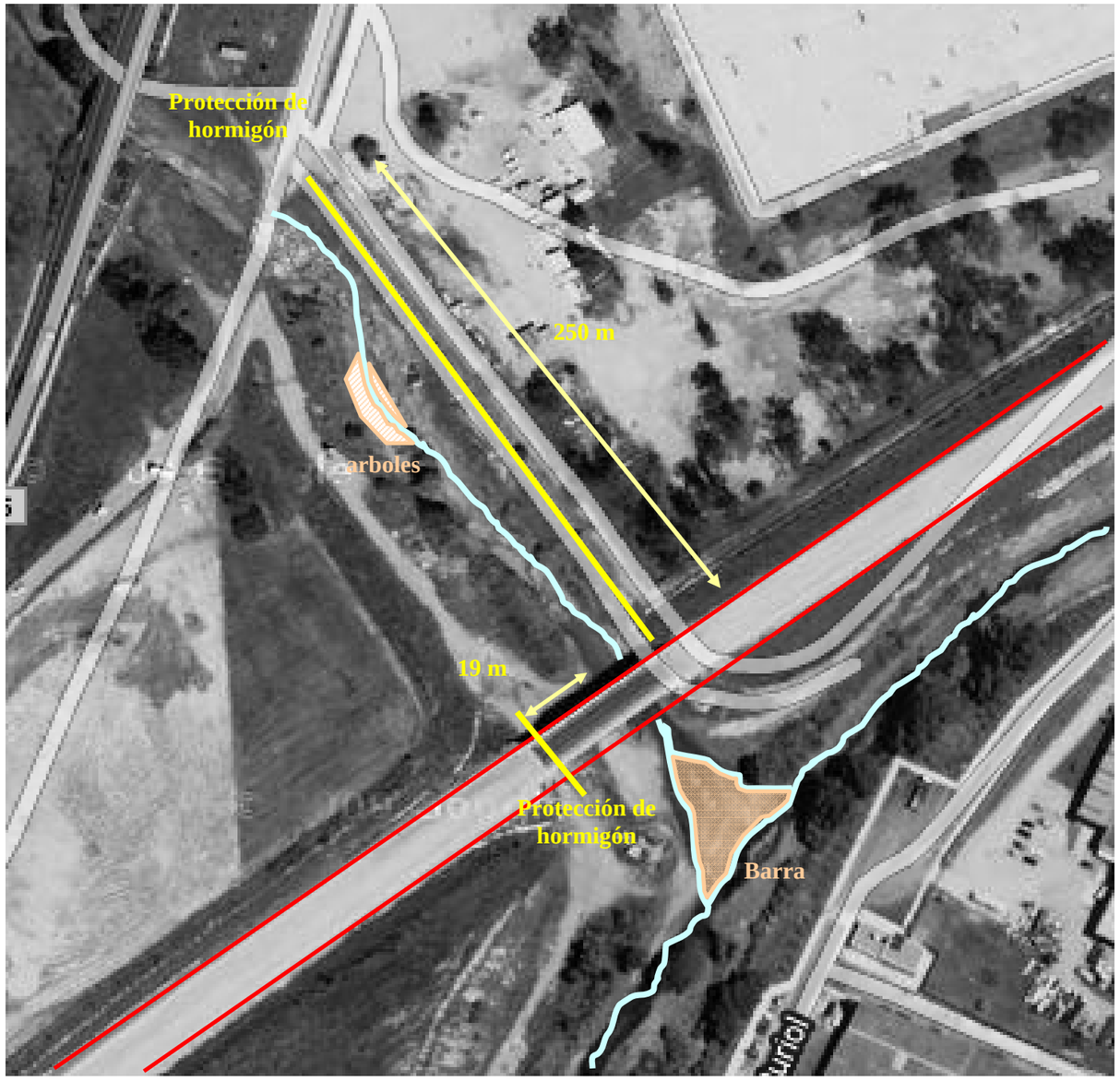
ANEXO 1: CARTOGRAFÍA



INTEMAC / GEOCISA GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.	**CLIENTE:** adif	**TITULO:** MAPA DE SITUACIÓN (MAPA TOPOGRAFICO NACIONAL HOJA 393 MATARÓ)	**REFERENCIA:** 01VI01
			ESCALA: S/E
		LINEA: ACCESO FERROVIARIO DE ALTA VELOCIDAD MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO BARCELONA SANTS – FIGUERAS.	**FECHA:**
		PUENTE: VIADUCTO DE VALLFORNERA (PK 400+193)	**HOJA:** 9 DE 35

ANEXO 2: CROQUIS DE CAUCE

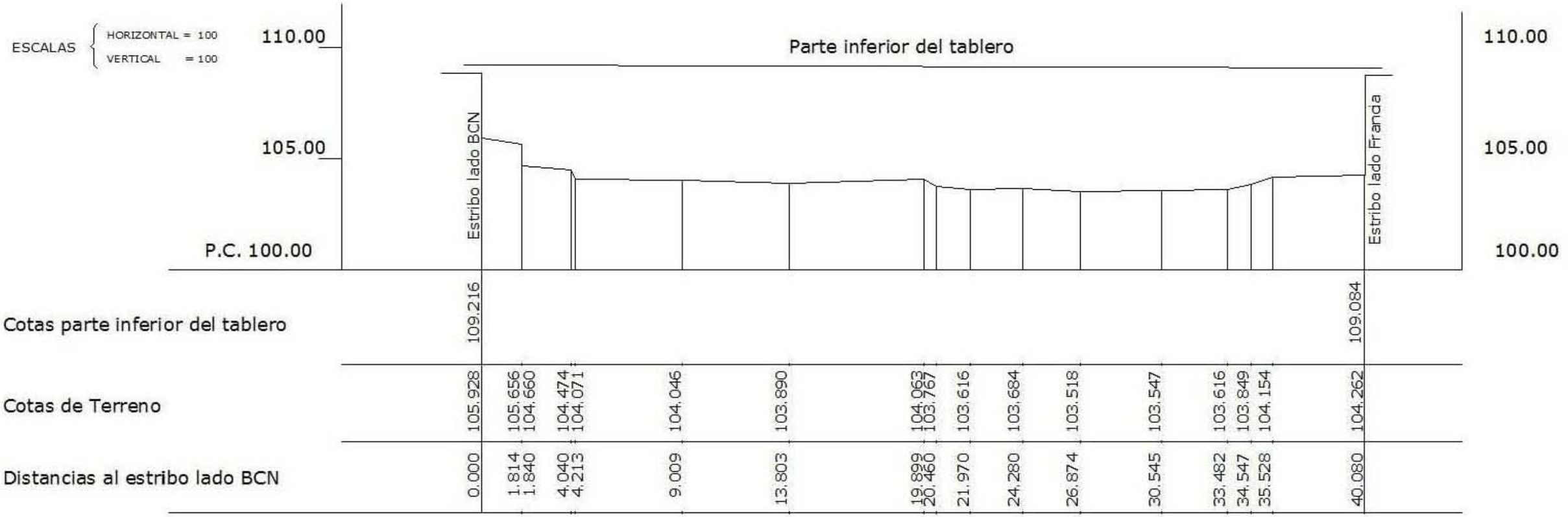




INTEMAC / GEOCISA GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.	**CLIENTE:** adif	**TITULO:** CROQUIS DE CAUCE. ORTOFOTO
		LINEA: ACCESO FERROVIARIO DE ALTA VELOCIDAD MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO BARCELONA SANTS – FIGUERAS.
		PUENTE: VIADUCTO DE VALLFORNERA

REFERENCIA: 01VI01
ESCALA: S/E
FECHA:
HOJA: 11 DE 35

VIADUCTO TORRENTE DE VALLFORNERA



INTEMAC

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

CLIENTE: adif

TITULO: CROQUIS DE CAUCE. BATIMETRÍA	**REFERENCIA:**01VI01
	ESCALA: S/E
LINEA: ACCESO FERROVIARIO DE ALTA VELOCIDAD MADRID – ZARAGOZA – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA. TRAMO BARCELONA SANTS – FIGUERAS.	**FECHA:** MAYO DE 2010
PUENTE: VIADUCTO VALLFORNERA	**HOJA:** 12 DE 35

ANEXO 3: FICHA DE CAMPO

INSPECCIÓN DE ESTRIBOS

ESTRIBO Nº 1

Localización	2	1= LLANURA D, 2= MARGEN D, 3= CAUCE, 4= MARGEN I, 5= LLANURA I
Material del muro	1	1= HORM. 2= SILL. 3= LADR. 4= MAMPOST. 5= TIERRA REFOR. 6= ACERO 7= OTRO
Tipo de estribo	1	1= CERRADO, 2 = ABIERTO, 3 = FLOTANTE
Cimentación	1	1= DIRECTA, 2 = PILOTES, 3= PILOTES ENCAMISADOS, 4= PANTALLAS, 5= OTRAS
Estado del estribo	1	1= BUENO, 2= DAÑOS, 3= DAÑOS MUY AVANZADOS / DESPLOME
Protección	3	1= ESCOLLERA, 2= GAVIONES, 3= OTRO
Estado de la protección	1	1= BUENO, 2= DAÑOS, 3= DAÑOS MUY AVANZADOS / DESPLOME
Terreno	4/3+5	1= ARTIFICIAL, 2= ROCA, 3= BOLOS, 4= GRAVA, 5= ARENA, 6= LIMO / ARCILLA
Ángulo de ataque del agua	1	1= NO INCIDE, 2= 0º a 5º, 3= 6º a 35º, 4= 36º a 50º, 5=51º a 90º, 6 = NEGATIVO
Nivel máximo del agua	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO
Nivel actual del agua	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO
Socavación	1	1= NINGUNA, 2= LEVE, 3= AVANZADA, 4= DESCALCE
Profundidad de socavación	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO ACTUAL

ESTRIBO Nº 2

Localización	4	1= LLANURA D, 2= MARGEN D, 3= CAUCE, 4= MARGEN I, 5= LLANURA I
Material del muro	1	1= HORM. 2= SILL. 3= LADR. 4= MAMPOST. 5= TIERRA REFOR. 6= ACERO 7= OTRO
Tipo de estribo	1	1= CERRADO, 2 = ABIERTO, 3 = FLOTANTE
Cimentación	1	1= DIRECTA, 2 = PILOTES, 3= PILOTES ENCAMISADOS, 4= PANTALLAS, 5= OTRAS
Estado del estribo	1	1= BUENO, 2= DAÑOS, 3= DAÑOS MUY AVANZADOS / DESPLOME
Protección	-	1= ESCOLLERA, 2= GAVIONES, 3= OTRO
Estado de la protección	-	1= BUENO, 2= DAÑOS, 3= DAÑOS MUY AVANZADOS / DESPLOME
Terreno	4/3+5	1= ARTIFICIAL, 2= ROCA, 3= BOLOS, 4= GRAVA, 5= ARENA, 6= LIMO / ARCILLA
Ángulo de ataque del agua	1	1= NO INCIDE, 2= 0º a 5º, 3= 6º a 35º, 4= 36º a 50º, 5=51º a 90º, 6 = NEGATIVO
Nivel máximo del agua	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO
Nivel actual del agua	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO
Socavación	1	1= NINGUNA, 2= LEVE, 3= AVANZADA, 4= DESCALCE
Profundidad de socavación	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO ACTUAL

ALETAS

			PROTECCIÓN		SOCAVACIÓN	
	Ángulo	Estado	Tipo	Estado	Tipo	Profundidad
Aleta dcha. E1	5	1			1	
Aleta izq. E1	5	1			1	
Aleta dcha. E2	5	1			1	
Aleta izq. E2	5	1			1	

1= 0º a 5º	1= BUENO	1= ESCOLLERA	1= BUENO	1= NINGUNA
2= 6º a 30º	2= DAÑOS	2= GAVIONES	2= DAÑOS	2= LEVE
3= 31º a 60º	3= DAÑOS MUY AVANZADOS	3= OTROS	3= DAÑOS MUY AVANZADOS	3= AVANZADA
4= 61º a 85º				4= DESCALCE
5= 86º a 90º				

INSPECCIÓN DEL CAUCE

CARACTERIZACIÓN

Anchura aguas arriba	20	En metros
Anchura aguas abajo	20	En metros
Profundidad	<2,0m	En metros
Situación del cauce	4	1= LIBRE, 2= EN LLANURA DE INUNDACIÓN, 3= ENCAÑONADO 4= ENCAUZADO
Terreno del lecho	3/4+5+6	1= ARTIFICIAL, 2= ROCA, 3= BOLOS, 4= GRAVA, 5= ARENA, 6= LIMO/ ARCILLA
Estado del cauce	2	1= SECO, 2= RÉGIMEN NORMAL, 3= AVENIDA, 4= MAREA OCEÁNICA
Tipo de protección	3	1= ESCOLLERA, 2= GAVIONES, 3= OTRO
Estado de la protección	1	1= BUENO, 2= DAÑOS, 3= DAÑOS MUY AVANZADOS / DESPLOME
Tipo de cauce	5	1= ARTIFICIAL, 2= ARROYO, 3= ESTABLE, 4= SEMIESTABLE, 5= RAMIFICADO, 6= TORRENTE

ÁNGULOS CON EL PUENTE

Ángulo de entrada en aguas bajas	1
Ángulo de salida en aguas bajas	1
Ángulo de entrada en aguas altas	1
Ángulo de salida en aguas altas	1

1= 90º a 80º, 2= 79º a 45º, 3= 44º a 10º, 4= 9º a 0

MÁRGENES

Margen derecha aguas arriba	COBERTURA	3
	TERRENO	4/3+6+5
	EROSIÓN	1
Margen derecha aguas abajo	COBERTURA	3
	TERRENO	4/3+6+5
	EROSIÓN	1
Margen izquierda aguas arriba	COBERTURA	3
	TERRENO	4/3+6+5
	EROSIÓN	1
Margen izquierda aguas abajo	COBERTURA	3
	TERRENO	4/3+6+5
	EROSIÓN	1
COBERTURA: 1= artificial, 2= bosque, 3= matorral, 4= pastos, 5= árido		
TERRENO: 1= artificial, 2= roca, 3= bolos, 4= grava, 5= arena, 6= limo/ arcilla		
EROSIÓN: 1= no hay, 2= suave, 3= severa		

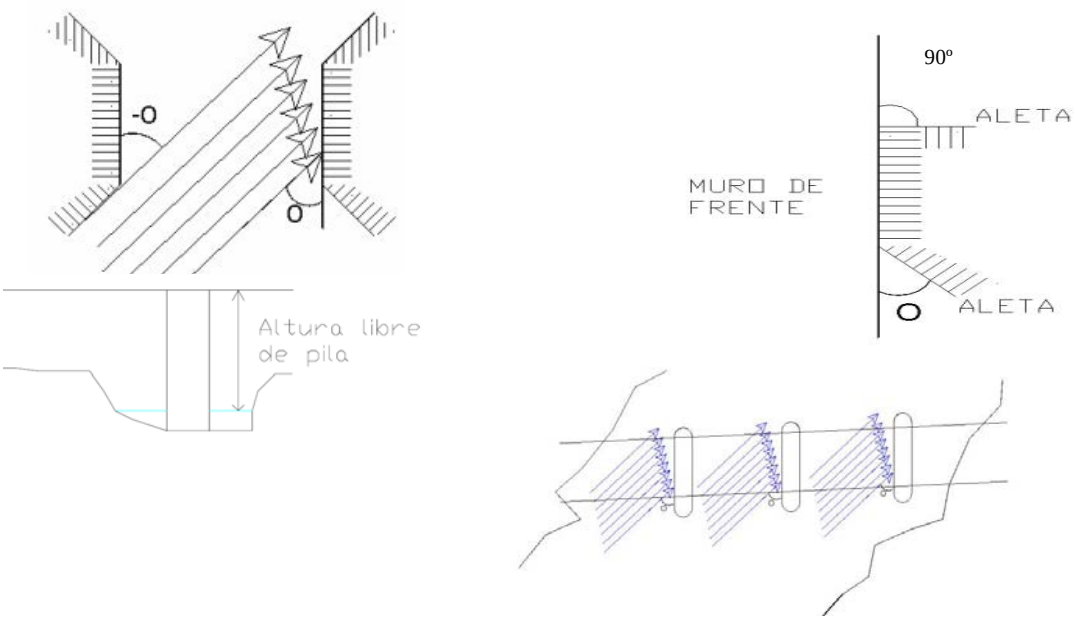
BARRAS U OBSTRUCCIONES

		SITUACIÓN	OCUPACIÓN	DISTANCIA
AGUAS ABAJO	Barra 1	2	30	10
		1= IZQUIERDA 2= CENTRAL 3= DERECHA	En % de la anchura del río.	En metros al puente.

CROQUIS DE ÁNGULOS y ALTURA LIBRE DE PILA

Estribos **Aletas**

Pilas



COMENTARIOS ACERCA DE LA INSPECCIÓN DE CAUCE

Generales:

La Inspección se realizó con un clima soleado y una temperatura media de 17ºC.

No existen afluentes al río bajo el viaducto pero a cerca de 10 m, aguas abajo, existe la desembocadura del río Canoves en el río Mojent.

De manera general el material de las márgenes esta compuesto de arenas y bolos de tamaño medio, limos y gravas mientras que los terrenos adyacentes a dichas márgenes se encuentran ocupados por naves industriales.

La desembocadura del río Canoves al Río Mojent está constituida por pequeñas barras dispersas en el centro del cauce.

Estribos y Aletas:

La Cimentación de los Estribos no se ha observado.

Existen protecciones en los Estribos.

No hay Protecciones en las Aletas.

Tanto estribos como aletas se encuentran en buen estado.

Cauce:

El cauce tiene una trazado cuasiconstante.

Existe una barra puntual aguas abajo en el centro del cauce después del viaducto. Aguas arriba hemos detectado árboles en la margen derecha, que tiene la altura del tablero o la sobrepasan, sin embargo no constituyen un elemento del bloqueo del flujo del cauce.

El calado máximo en el momento de la inspección no se pudo medir debido a su profundidad.

Otros:

Dado la cantidad de vegetación existente en el cauce recomendamos mantener limpiar el cauce de vegetación excesiva debido a los arrastres.

ANEXO 4: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Fotografía 272

Fotografía 273

Fotografía 274

Fotografía 275

Fotografía 276

Fotografía 277

Fotografía 278

Fotografía 279

Fotografía 280

Fotografía 281

Fotografía 282

Fotografía 283

Fotografía 284

ANEXO 5: METODOLOGIA EMPLEADA PARA EVALUAR EL INDICE DE SOCAVABILIDAD

1.- INTRODUCCIÓN

En este documento se explica la metodología a emplear para el estudio y valoración del Índice de Socavabilidad ***(IS).***

2.- ÍNDICE DE SOCAVABILIDAD DE CAUCES *(IS)*

El Índice de Socavabilidad ***(IS)*** se extrae de valoraciones exclusivas del cauce, considerando dos alternativas; la primera, aquella en la que el cauce cuenta con protecciones en sus márgenes, y la segunda, la que corresponde a aquellos cauces carentes de protecciones, que disponen únicamente de la cobertura natural o artificial.

2.1.- Cauces con protección en las márgenes. Índice de Protecciones *(P)*

La protección de las márgenes hace que la erosión en las mismas se reduzca en caso de avenida. La rugosidad de las protecciones hace que la velocidad de la corriente en las márgenes se reduzca, perdiéndose energía, de modo que la capacidad de socavación del río es menor en esos casos.

Aparte de certificar la existencia o no de protección, es conveniente la evaluación de su estado. Por tanto, en los casos en los que la protección se halle en mal estado la capacidad de socavación del río será mayor. Su estado puede ser bueno, dañado o muy dañado.

En el caso de cauces con protección en las márgenes, los parámetros característicos que permiten su calificación en relación con la socavabilidad del cauce son el Tipo de Protección ***(TP)*** y el Estado de la Protección ***(EP).***

En la siguiente tabla se resumen las posibilidades para la definición del parámetro Tipo de Protección de la margen ***(TP)***:

Tipo de Protección de la margen *(TP)*	
1	Hormigón
2	Escollera
3	Gaviones
4	Otro tipo

Tabla nº 1.- Tipos de protecciones.

Por su parte, el parámetro Estado de la Protección ***(EP***) ofrece las siguientes posibilidades:

Estado de la Protección de la margen *(EP)*	
1	Bueno
2	Daños
3	Daños muy avanzados

Tabla nº 2.- Estado de las protecciones.

Con los valores anteriores se obtiene el Índice de Protecciones ***(P)***, según la siguiente tabla:

ÍNDICE DE PROTECCIONES *(P)*	**Estado de la Protección *(EP)***		
	1	**2**	**3**
Tipo de Protección (*TP*)	**Bueno**	**Daños**	**Daños muy avanzados**
1.Hormigón	10	9	8
2.Escollera	10	8	6
3.Gaviones	9	7	5
4.Otro tipo	7,5	6,5	4,5

Tabla nº 3.- Valores del Índice de Protecciones ***(P)***.

2.2.- Cauces con cobertura en las márgenes. Índice de Márgenes *(M)*

La cobertura de las márgenes hace un efecto similar al de las protecciones artificiales. Su presencia supone disipación de la energía del río, lo que en definitiva reduce su velocidad y su capacidad de socavación.

Podrá ser artificial, bosque, matorral, pastos o árido. Cuanto más tupida es la vegetación, mayor capacidad de disipación de energía proporciona. Por otra parte, la presencia de vegetación en las márgenes hace suponer que las avenidas en el río estudiado no son frecuentes, lo cual disminuye la intensidad de la socavación en el cauce.

Por otro lado, la erosión en las márgenes es un elemento indicativo de la fuerza erosiva del río; de este modo, a mayor erosión de las márgenes, mayor posibilidad de socavación. Puede ser suave, severa o no existir.

En el caso de cauces con cobertura en las márgenes, los factores que afectan en mayor medida a la socavabilidad del cauce son, por tanto, la Cobertura en las Márgenes ***(C)*** y Erosión en las Márgenes ***(E***).

Los tipos de cobertura que presentan las márgenes del cauce vienen definidos por la siguiente tabla:

Cobertura en las Márgenes *(C)*	
1	Artificial
2	Bosque
3	Matorral
4	Pastos
5	Árido

Tabla nº 4.- Tipos de cobertura

Respecto al nivel de erosión que presentan las márgenes, puede seguirse la siguiente tabla:

Erosión en las Márgenes (*E)*	
1	No hay
2	Suave
3	Severa

Tabla nº 5.- Nivel de erosión.

Con los valores obtenidos de las tablas anteriores puede averiguarse el Índice de Márgenes ***(M)***, que indica el nivel de protección que ofrece la cobertura de las márgenes frente a los peligros de la erosión y la socavación.

Para la valoración del Índice de Márgenes ***(M)*** a partir de los parámetros anteriores puede seguirse la siguiente tabla:

ÍNDICE DE MÁRGENES *(M)*	Erosión de las Márgenes *(E)*		
	1	**2**	**3**
Cobertura en las Márgenes *(C)*	**No hay**	**Suave**	**Severa**
1.Artificial	10	8	6
2.Bosque	7	6,5	5
3.Matorral	6,5	5,5	4
4.Pastos	5,5	4,5	3
5.Árido	4,5	3,5	2

Tabla nº 6.- Valores del Índice de Márgenes ***(M).***

2.3.- Valoración del Índice de Socavabilidad *(IS)*

Anteriormente se han descrito los parámetros característicos de los cauces con protección en las márgenes (tipo y estado de la protección) y de los cauces con cobertura en las márgenes (tipo de cobertura y erosión en las márgenes). A estos parámetros se une un último factor: el terreno del lecho.

Los materiales más fácilmente socavables serán aquellos cuyo tamaño sea suficientemente pequeño como para verse arrastrados por la corriente del río. En cuanto a la respiración del río (colmatación de la socavación tras la avenida), ésta será más acusada en aquellos materiales de tamaño más pequeño, o sea, más socavables.

Este hecho, sin embargo, no es tenido en cuenta en la elaboración de este índice ya que, si llegara a producirse descalce de la cimentación en la avenida, su colmatación por finos no ayudaría a la estabilidad del puente, dada su baja capacidad portante, sino que ocultaría el daño producido.

Por otra parte, a la hora de determinar el Índice de Socavabilidad del cauce, los lechos artificiales o en roca se considerarán a todos los efectos como no socavables, ofreciendo un nivel de protección máximo.

En la siguiente tabla se enumeran los tipos de terreno del lecho considerados:

Terreno del Lecho *(L)*	
1	Artificial
2	Roca
3	Bolos
4	Gravas
5	Arena
6	Limo/Arcilla

Tabla nº 7.- Tipos de terreno.

El Índice de Socavabilidad ***(IS)*** para cauces que disponen de protecciones en las márgenes se puede obtener como combinación del Índice de Protecciones ***(P)*** obtenido anteriormente y el terreno del Lecho ***(L)***.

Para ello se utiliza la tabla que figura a continuación:

ÍNDICE DE SOCAVABILIDAD *(IS)*	**Índice de Protecciones *(P)***								
Terreno del Lecho *(L)*	**4,5**	**5**	**6**	**6,5**	**7**	**7,5**	**8**	**9**	**10**
1.Artificial	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2.Roca	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3.Bolos	5	5,5	6	7	7,5	8	9	10	10
4.Gravas	4,5	5	6	6,5	7	7,5	8	9	10
5.Arena	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7,5	8
6.Limo/Arcilla	3	3,5	4,0	4,5	5	5,5	6	6,5	7

Tabla nº 8.- Valoración del Índice de Socavabilidad en cauces con protección en márgenes.

Por otra parte, para cauces con cobertura en las márgenes o aquellos que no disponen de protecciones en las mismas, el Índice de Socavabilidad ***(IS)*** se obtiene como combinación del Índice de Márgenes ***(M)*** obtenido anteriormente y el terreno del Lecho ***(L)***.

Para ello se utiliza la siguiente tabla:

ÍNDICE DE SOCAVABILIDAD *(IS)*	**Índice de Márgenes *(M)***											
Terreno del Lecho *(L)*	**2**	**3**	**3.5**	**4**	**4.5**	**5**	**5.5**	**6**	**6.5**	**7**	**8**	**10**
1.Artificial	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2.Roca	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3.Bolos	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	9	10
4.Grava	2,5	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7,5	8	8,5	10
5.Arena	1,5	2	2,5	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
6.Limo /Arcilla	0	1,5	2	2,5	3	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7

Tabla nº 9.- Valoración del Índice de Socavabilidad en cauces con cobertura en las márgenes.

De acuerdo con los criterios de evaluación anteriores, el Índice de Socavabilidad ***(IS)*** tiene como rango de ponderación el intervalo (0 a 10). El rango que conlleva el índice obtenido aparece reflejado en la siguiente tabla:

Índice de Socavabilidad	**Rango**
IS<5	Riesgo de socavación
IS ≥ 5	Aparentemente sin problemas

Tabla nº 10.- Rango de evaluación del riesgo