

**CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA
PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA
PARA LA RECEPCIÓN DE PUENTES DE LA
LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA.
TRAMO VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA**



INFORME DE PRUEBA DE CARGA

TRAMO: LLEIDA - MARTORELL. SUBTRAMO X- α

Viaducto 0.4. Vía 2

49VI01 (Vía-2)

P.K. Obra: 0+460 Línea: 562+367

Agosto de 2007

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1.	Introducción	4
1.2.	Antecedentes	4
2.	OBJETO DEL DOCUMENTO	5
3.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	8
4.	INSPECCIÓN PRELIMINAR	11
5.	ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA	13
5.1.	Definición completa de elementos	14
5.2.	Acciones consideradas	15
5.3.	Modelización empleada	15
5.4.	Materiales y coeficientes de cálculo	15
5.5.	Evaluación de la solución estructural	16
6.	PLAN DE PRUEBAS	19
6.1.	Acciones reproducidas	20
6.2.	Puntos de medida	21
6.3.	Equipos utilizados	22
6.4.	Resultados previstos	42
7.	PRUEBA DE CARGA	47
7.1.	Descripción	48
7.2.	Resultados obtenidos	51
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	61
8.1.	Pruebas estáticas	62
8.2.	Pruebas dinámicas	69
9.	CONCLUSIONES	73

ANEJOS

Anejo nº 1: Documentación facilitada por el ADIF

Anejo nº 2: Proyecto de prueba de carga

Anejo nº 3: Esquema de instrumentación y tren de cargas

Anejo nº 4: Registro de medidas

Anejo nº 5: Reportaje fotográfico

Anejo nº 6: Acta de la prueba de carga

Anejo nº 7: Ficha de seguimiento y modelo A1

Anejo nº 8: Planimetría y nivelación de la estructura

Anejo nº 9: Inspección del cauce

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la ITPF-05: “*Instrucción sobre las Inspecciones Técnicas en los Puentes de Ferrocarril*”, se ha realizado la correspondiente prueba de carga estática y dinámica de la **Estructura 49VI01 (Vía-2) (Viaducto 0.4)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a. De esta forma se verifica si los parámetros de comportamiento son correctos y ajustados a los previstos según el modelo teórico de cálculo empleado en el Proyecto de la estructura.

1.2. ANTECEDENTES

La elaboración del presente documento se inscribe dentro del marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Vilafranca del Penedés – Barcelona (Exp: AV 004/06)” ADIF por la UTE PC ADIF VILAFRANCA.

Con anterioridad a la realización de los ensayos de prueba de carga IIC ha llevado a cabo las siguientes actividades:

- ❑ Inspección visual preliminar de la estructura, habiendo quedado la información referente a ésta en la correspondiente ficha de inspección, recogida en el anejo nº 7 del presente documento.
- ❑ Redacción del “Proyecto de Prueba de Carga. Viaducto 0.4. Subtramo X-a. Tramo Lleida - Martorell. L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Julio 2007 (Ref: PPC.VI 0.4. ADIF)”.

2. OBJETO DEL DOCUMENTO

2. OBJETO DEL DOCUMENTO

En el presente informe se recogen todos los trabajos efectuados para la inspección y Prueba de Carga que, por indicación del ADIF, fueron realizados en la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, por IIC.

En el apartado nº 3 “Descripción de la Obra” se recogen de forma resumida las principales características de la estructura.

Las observaciones efectuadas en la inspección visual previa se incluyen en el apartado nº 4 “*Inspección Preliminar*”.

El Análisis del Proyecto de la estructura se recoge en el apartado nº 5, atendiendo a la definición de los elementos integrantes de la estructura, las acciones consideradas en los cálculos de dimensionamiento, la modelización de la estructura empleada, los materiales y coeficientes de seguridad considerados en los cálculos y la evaluación de la solución estructural.

En el apartado nº 6 “*Plan de Pruebas*” se definen las acciones reproducidas durante la realización de la Prueba de Carga, los puntos de control establecidos y los equipos empleados para la toma de lecturas, así como los resultados previstos, conforme al Proyecto de Prueba de Carga elaborado.

En el apartado nº 7 se describen las fases en las que se realizó la Prueba de Carga sobre la estructura y se recogen los resultados obtenidos durante la misma.

El análisis de los resultados, tanto de las pruebas estáticas como dinámicas, se presenta en el apartado nº 8.

Por último, en el apartado nº 9 “*Conclusiones*” se define el estado de la obra con respecto a su comportamiento estructural para su entrada en servicio.

Toda la información referente a la documentación facilitada por el ADIF, el Proyecto de Prueba de Carga, esquemas de instrumentación y tren de cargas, archivos gráficos de registros obtenidos durante el ensayo, reportaje fotográfico, acta de la prueba de carga, ficha de

seguimiento y planimetría y nivelación de la estructura, se presenta en los anejos correspondientes

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La localización geográfica de la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, puede apreciarse en el Croquis de Situación que se adjunta al final de este apartado.

El viaducto está constituido por un tablero doble de hormigón pretensado con un esquema longitudinal de dos vanos hiperestáticos de 33,0 + 33,0 m de luz, siendo la longitud total de 66,0 m.

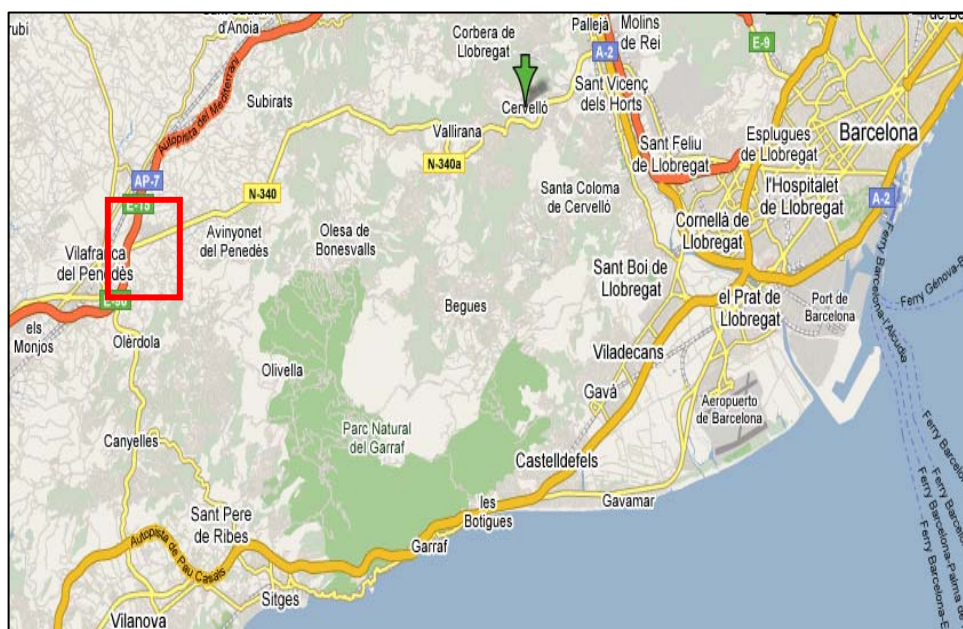
La planta de la estructura es recta. El ancho total de la losa de compresión de cada tablero es de 7,00 m, y está preparada para el paso de una vía de alta velocidad de ancho internacional.

Cada tablero está formado por una viga artesa pretensada (HP-50/B/17/IIb) de 1,90 m de canto, sobre la que se apoya una losa de compresión ejecutada in situ (HA-30/F/20/IIb), de 0,30 m de espesor medio.

Estructura	Tipo de Estructura	Nº de vanos	Luz (m)	P.K. Obra	P.K. Línea
Viaducto 0.4	Viaducto doble	2	33,0 + 33,0	0+460	562+367

Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)
L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera
Francesa, Tramo Lleida - Martorell.
Subtramo X-a

CROQUIS DE SITUACIÓN



4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

Previo a la realización del Proyecto de Prueba de Carga, se llevó a cabo una inspección preliminar de **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)**, de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a.

En la fecha de la inspección se encontraban ejecutadas la obra de fábrica y la superestructura en su totalidad.

Se midieron las dimensiones principales de la estructura, comprobando que las magnitudes eran coincidentes con las indicadas en los Planos del Proyecto de la misma. Así mismo, se ha confirmado que estos valores geométricos eran los empleados en la definición del modelo de cálculo, de tal forma que no existen anomalías que afecten a la capacidad resistente desde el punto de vista dimensional.

Durante la inspección visual se examinaron en detalle los paramentos de estribos, aletas, pilas, elementos de apoyo y losa de la estructura, tomándose nota de todos aquellos desperfectos que pudieran tener alguna relevancia desde el punto de vista estructural, de durabilidad, funcional o estética.

En general, señalamos que no se han detectado defectos o patologías que afecten a los niveles de seguridad de capacidad resistente de la obra.

Tras la ejecución de los ensayos de prueba de carga se repitió la inspección desde el punto de vista estructural, comprobando que no se manifiesta ningún tipo de patología, por el nivel de sollicitación alcanzado, o evolución en los deterioros ya catalogados en la inspección previa.

En el Anejo nº 7 se incluye la **Ficha de seguimiento** en la que se recoge toda la información referente a la inspección previa, complementada con la inspección efectuada después de la realización del ensayo de Prueba de Carga.

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA
--

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

Para la elaboración del “Proyecto de Prueba de Carga. Viaducto 0.4. Subtramo X-a. Tramo Lleida - Martorell. L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Julio 2007 (Ref: PPC.VI 0.4. ADIF)”, se emplearon los siguientes documentos:

- ❑ Anejo de Cálculo de la Estructura (Anejo 6. Estructuras. Cálculos. Viaducto 0+4. Proyecto Constructivo L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona - Frontera Francesa. Tramo Lleida - Martorell. Subtramo: X-a), realizado por ALVISA, S.A. con fecha Marzo 2004.
- ❑ Planos de la Estructura. Viaducto 0.4 (Modificación nº 1 del Proyecto Constructivo L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona - Frontera Francesa. Tramo Lleida - Martorell. Subtramo: X-a), de fecha Marzo 2004. Plano PM-2.9.8:
 - Planta general
 - Sección geométrica
 - Definición de vigas
 - Armadura activa de losa
 - Armadura pasiva de losa

Del estudio y análisis de los anteriores documentos, se desprenden las conclusiones que se incluyen en los siguientes subapartados.

5.1. DEFINICIÓN COMPLETA DE ELEMENTOS

La información recibida del proyecto constructivo (Anejo de cálculo y planos) de los elementos que constituyen la estructura, es completa y suficiente, incluyendo los datos de geometría, características de los materiales y niveles de control necesarios para la verificación del modelo de cálculo adoptado, acciones aplicadas y esfuerzos de sollicitación, quedando validado a través de su contraste con la discretización empleada para el cálculo de la previsión de resultados del ensayo de Prueba de Carga.

5.2. ACCIONES CONSIDERADAS

El proceso de cálculo empleado se considera correcto en cuanto a la definición de acciones actuantes sobre la estructura. Se aplican en distintas combinaciones de acciones:

- ☐ Peso propio + cargas muertas (balasto, vías y traviesas, pendienteado, murete guardabalasto, impostas, barandillas y canaletas)
- ☐ Sobrecarga de uso:
 - Sobrecarga sobre los paseos de servicio.
 - Tren de cargas: tren tipo UIC-71 según se define en el Eurocódigo y en la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de Febrero 2003. IAPF-2003 (pendiente de publicación).

5.3. MODELIZACIÓN EMPLEADA

La modelización de la estructura se considera correcta. Se han calculado los esfuerzos de la estructura, discretizada mediante elementos barra a partir de las dimensiones geométricas de la misma y sometida a las acciones de su peso propio, de las cargas muertas y de las sobrecargas de uso. A partir de estos esfuerzos el programa utilizado dimensiona las armaduras de las secciones a flexocompresión simple y comprueba la resistencia a cortante de las mismas.

5.4. MATERIALES Y COEFICIENTES DE CÁLCULO

Las Normas y/o Recomendaciones aplicadas para el cálculo son las siguientes:

- ☐ Normativa de “Unión Internationale des Chemins de Fer” (U.I.C.)
- ☐ “Instrucción Relativa a las Acciones a Considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, Febrero 2003. IAPF 2003. Pendiente de publicación.
- ☐ “Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras”:
 - Parte 1: “Bases de proyecto” UNE-ENV 1991 – 1.Octubre 1997
 - Parte 3: “Cargas de tráfico en puentes” UNE-ENV 1991 – 1.Octubre 1997
- ☐ “Instrucciones y Recomendaciones sobre Estructuras (IGP-5)”, de marzo de 2001
- ☐ “Instrucción EHE, Instrucción de Hormigón Estructural”.
- ☐ “Norma de Construcción Sismorresistente N.C.S.E.-94”

El Control de Calidad especificado en la documentación de la estructura indica los siguientes coeficientes de seguridad:

- ❑ Mayoración acciones (Estados Límites Últimos), considerando situación persistente ó transitoria:
 - Efecto desfavorable, nivel de control intenso:
 - ✓ Acciones permanentes: 1,35
 - ✓ Acciones variables: 1,50
 - Efecto desfavorable, nivel de control normal:
 - ✓ Acciones permanentes: 1,50
 - ✓ Acciones variables: 1,60
- ❑ Minoración de materiales, considerando situación persistente ó transitoria:
 - Hormigón: 1,50
 - Acero: 1,15

5.5. EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

La documentación facilitada a Ingeniería de Instrumentación y Control (IIC, S.A.) incluye el Anejo de Cálculo del Proyecto y los planos de la estructura numerados anteriormente.

Tomando como base la mencionada documentación se ha realizado una evaluación estructural de la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a.

Los datos generales de la estructura son los siguientes:

Viaducto 0.4

Longitud (m)	66,0
Número de vanos	2
Distribución de luces (m)	33,0 + 33,0
Canto vigas (m)	1,90
Canto medio losa (m)	0,30
Resistencia hormigón viga (N/mm²)	50
Resistencia hormigón losa (N/mm²)	30

Con el fin de realizar las comprobaciones necesarias IIC, S.A. desarrolló, para la elaboración del Proyecto de Prueba de Carga, un modelo utilizando el programa SAP90 (CSI, Inc., Berkeley). Es un programa de estructuras, basado en el método de los elementos finitos, desarrollado en FORTRAN. Todas las operaciones numéricas son desarrolladas con la precisión de 64 bits y permite llevar a cabo un análisis de comportamiento no solo estático, sino también dinámico.

En el Proyecto de Prueba de Carga se discretizó la estructura mediante elementos barra unidimensionales y se obtuvo el momento flector de cálculo en las secciones más desfavorable de la estructura, como comprobación y verificación sencilla de la validez de las solicitaciones de partida para el dimensionamiento estructural adoptado en el Proyecto de construcción.

En el modelo de cálculo se han considerado las siguientes cargas:

Cargas permanentes	Peso específico hormigón	2,60	T / m ³
	Peso Balasto	5,85	T / m
	Peso carriles	0,12	T / m
	Peso traviesas	0,58	T / m
	Peso conductos	0,30	T / m
	Peso impostas	1,00	T / m
Sobrecargas	Sobrecarga Uniforme en paseos de servicio	0,50	T / m ²
	Tren de cargas	8 T/m + 4*25 T	

Para la obtención del valor de la sobrecarga se ha supuesto la acción de un **tren tipo UIC-71** (Eurocódigo). Así mismo se han considerado unos coeficientes de clasificación de 1,21 y de impacto de 1,08.

Se ha comparado el momento flector característico debido a sobrecargas en la sección central de vano y en la sección de apoyo en pilas, habiéndose comprobado que la capacidad resistente de la solución estructural adoptada es superior a los valores de los esfuerzos, obtenidos a partir de las características geométricas de la estructura y mediante la aplicación de los valores de carga enumerados anteriormente.

A continuación se incluyen los momentos flectores característicos que se han obtenido en el Proyecto de Prueba de Carga de la estructura, recogido en el Anejo 2 del presente documento, para la sección central del vano (momento positivo) y la de apoyo en pila (momento negativo).

Estos valores se han comparado con los momentos característicos que se emplean para el dimensionamiento de las distintas secciones, comprobándose que en todos los casos las solicitaciones máximas alcanzables según el Anejo B del Proyecto de Prueba de Carga son inferiores a los momentos que se ha considerado en proyecto constructivo.

	Momento característico de sobrecargas $M_{k,sc}$ (kN m) en Proyecto de Prueba de Carga	Momento característico de sobrecargas $M_{k,sc}$ (kN m) en Proyecto Constructivo	Variación
CDV (33,0 m)	14.679	14.775	-0,6%
Apoyo pila	-17.318	-17.524	-1,2%

Como se puede observar, se obtienen en las comprobaciones realizadas valores en general similares a los del Proyecto de la estructura, siendo las variaciones existentes del lado de la seguridad de cara al dimensionamiento de la misma. Esta diferencia, que no se considera significativa, puede ser debida a los distintos modelos de cálculo empleados.

6. PLAN DE PRUEBAS

6. PLAN DE PRUEBAS

En una primera fase, personal técnico de IIC se encargó de la elaboración del “Proyecto de Prueba de Carga. Viaducto 0.4. Subtramo X-a. Tramo Lleida - Martorell. L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Julio 2007 (Ref: PPC.VI 0.4. ADIF)”;

ver Anejo nº 2, en el que se calculan los valores de desplazamiento (flechas), deformaciones unitarias (tensiones) y vibraciones (frecuencias propias) previstos, una vez determinados los estados de carga y los puntos de medida definitivos.

Para la realización de este Proyecto de Prueba de Carga se empleó un programa basado en el método de elementos finitos, discretizando la estructura mediante un modelo compuesto por elementos barra unidimensionales (*modelo viga*).

6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS

De acuerdo con el Proyecto de prueba de carga, se han realizado pruebas estáticas y pruebas dinámicas a diferentes velocidades.

Las sobrecargas utilizadas para materializar los estados de carga consistían en una composición formada por una locomotora (dos bogies de tres ejes; peso total 1200 kN) y una tolva (cuatro ejes; peso total 800 kN).

En el *Anejo nº 3* se ha incluido un croquis en el que se definen las características geométricas y la distribución de los pesos de la composición, así como un esquema referente al posicionamiento de la misma sobre la estructura durante la realización de la prueba.

Para la realización de las pruebas estáticas se empleó una composición formada por una locomotora y una tolva, por vía 2.

Las pruebas dinámicas se efectuaron con la composición circulando sobre vía 2 (tablero norte) de la estructura, con pasos a distintas velocidades e incluyendo un ensayo dinámico con frenado para cada uno de los vanos.

6.2. PUNTOS DE MEDIDA

Durante la prueba de carga se llevó a cabo el control de valores de flecha (desplazamientos verticales), de deformaciones unitarias (tensiones) y de vibraciones (velocidades de movimiento).

Cada punto se identifica según el siguiente código:

$\alpha\beta\chi$

donde:

α : Carácter alfanumérico que define el tipo de sensor, pudiendo ser:

E – Galga extensométrica

D – Transductor de desplazamiento tipo ménsula

V – Sismómetro

β : Carácter numérico que define el número de vano donde se localiza el sensor.

χ : Carácter numérico que define la posición donde se sitúa el sensor dentro de un vano dado.

En el *Anejo N° 3* se incluye un croquis con la localización y nomenclatura de los puntos de instrumentación.

6.3. EQUIPOS UTILIZADOS

6.3.1. Desplazamientos verticales

Para la obtención de los desplazamientos verticales se hizo el control de flechas en los siguientes puntos:

Flecha en L/2	Descenso en apoyos
2 puntos / vano	2 puntos / vano

Para la medida de flechas se dispusieron transductores de desplazamiento tipo ménsula, basados en bandas extensométricas de 10 mm de longitud activa. Estos elementos, colocados normalmente sobre trípodes situados en el terreno bajo la estructura, se unen con el punto cuyo desplazamiento se desea medir mediante un hilo de acero.

En estos puntos se registraron medidas tanto en los ensayos estáticos como en los dinámicos.

6.3.2. Deformaciones unitarias

Se llevó a cabo el control de deformaciones unitarias o tensiones en los siguientes puntos:

Deformaciones unitarias en L/2
2 puntos / vano

Las deformaciones unitarias se midieron mediante bandas extensométricas de 60 mm de longitud activa, que una vez pegadas sobre la superficie de hormigón de la cara inferior de la losa, previa preparación de la misma, se dejaron convenientemente protegidas.

En estos puntos se realizaron medidas tanto en los ensayos estáticos como en los dinámicos.

6.3.3. Vibraciones

Con la finalidad de determinar la frecuencia propia de vibración de la estructura se instaló un sismómetro en la sección central de cada vano, para la medida de velocidades de vibración durante las pruebas dinámicas con frenado.

6.3.4. Otras medidas

Durante la realización del ensayo, se procedió al registro de la humedad relativa y temperatura ambiente, para cada prueba y estado de carga, al principio y al final de cada estado.

6.3.5. Descripción del sistema de medida

El equipo para la realización del ensayo de prueba de carga permite la adquisición, tratamiento y presentación de hasta 36 sensores independientes de medida.

Los canales de adquisición de datos del equipo pueden utilizarse indistintamente para el control de deformaciones unitarias (tensiones), movimientos (flechas o descensos de aparatos de apoyo), velocidades de movimiento (vibraciones) y/o aceleraciones, ofreciendo una gran flexibilidad desde el punto de vista de los parámetros a medir.

En el equipo, la unidad de adquisición de datos funciona controlada por un procesador y una tarjeta de comunicaciones para la adquisición de los 36 canales de medida.

El equipo se compone de los siguientes elementos:

- ☐ Sensores
- ☐ Acondicionadores de señal
- ☐ Tarjeta de comunicaciones
- ☐ Ordenador
- ☐ Cables y conectores

A continuación se detalla cada uno de los elementos del sistema de medida.

6.3.5.1. Sensores

Las deformaciones unitarias, y por tanto las tensiones, se miden mediante bandas extensométricas de 10 mm, para puentes metálicos, y de 60 mm de longitud activa, para puentes de hormigón, que una vez pegadas, previa preparación de la superficie en que irán situadas, se dejan convenientemente protegidas frente a perturbaciones eléctricas y atmosféricas. La banda tiene 2500 $\mu\epsilon$ de rango y 1 $\mu\epsilon$ de sensibilidad. Los terminales de la galga se conectan adecuadamente a un conector que completa un puente de Wheaston, de tal forma que la medida se realiza a puente completo de 6 hilos.

Para la medida de flechas, tanto en sentido vertical como horizontal, se dispone de transductores de desplazamiento de tipo ménsula con varios rangos de medida (70 mm y 10 mm) y sensibilidad de 0,01 mm, basados en bandas extensométricas con 10 mm de longitud activa. El montaje de bandas se realiza a puente completo efectuando siempre todas las lecturas a 6 hilos para evitar errores de medida por derivas térmicas, grandes longitudes de cable, etc. Estos elementos, colocados normalmente sobre trípodes, se unen con el punto cuyo desplazamiento se desea medir mediante un hilo de acero.

Los equipos ópticos de láser empleados para la medición de flechas son el modelo VS100 de la firma OMETRON, cuyo funcionamiento parte de la medida de la velocidad de un punto de una superficie, sin contacto físico, por interferometría.

La salida eléctrica del VS100 se conecta a la tarjeta de desplazamiento, Micro-Control CV78DA, que presenta un contador digital. A su vez, la salida de esta tarjeta se conecta directamente al equipo de adquisición.

Como características técnicas específicas del equipo, indicamos las siguientes:

- Haz de láser Helio - Neón de 2 mW de potencia
- Rango de velocidades: 0-100 mm/seg
- Rango de desplazamientos: 158 μm , 1,58 mm, 15,8 mm, 158 mm y 1,58 m
- Rango de frecuencia de vibración: DC a 50 KHz
- Distancia de medida: Hasta 200 m
- Diámetro del punto de luz: 1 mm a 20 m de distancia
- Señal de salida: ± 10 V BNC coaxial

La medida de vibraciones (velocidades de movimiento), se efectúa con un sismómetro L-4C de la casa MARK, cuyas características se relacionan a continuación:

- Tipo electromagnético
- Frecuencia propia: $< 1,0 + 0,05$ Hz
- Rango de frecuencia con la excitación: $< 0,05$ Hz desde 0 a 0,09 pul/seg
- Resistencia de la bobina: 500 Ohm
- Aislamiento de la envolvente: 100 MOhm a 500 V.c.c.

Para la medida de aceleraciones se cuenta con acelerómetros capacitivos de la casa SEIKA del tipo B2 y ± 10 g de rango con ancho de banda de 0 a 200 Hz.

Se dispone de un sensor de temperatura ambiente y humedad relativa modelo WCH24T de la marca LEE-INTEGGER LTD, cuyas características son las siguientes:

- Sensor de humedad: DST tipo GLS/RH
- Rango de humedad: 0-100% R.H.
- Sensor de temperatura: tipo PT-100
- Rango de temperatura: -50° C. a $+150^{\circ}$ C

Éste tiene como finalidad controlar la influencia de los agentes atmosféricos sobre los parámetros medidos.

Los acondicionadores que incluye el equipo pueden recibir, tanto para pruebas dinámicas como para pruebas estáticas, los siguientes tipos de sensores, entre los que se encuentran los descritos anteriormente:

- Acelerómetros piezocapacitivos
- Acelerómetros piezoresistivos
- Potenciómetros a 5 hilos
- Voltios
- Puentes de bandas completos en corriente continua y alterna
- Sensores de temperatura tipo PT-100

6.3.5.2. Acondicionadores de señal

El sistema consiste en un diseño modular que acondiciona diversos tipos de sensores de "alta velocidad" generando una señal eléctrica normalizada de ± 5 V de salida.

El conjunto está formado por tres módulos con una fuente de alimentación integrada, cada uno está formado por un chasis de 19" con capacidad para contener hasta 12 acondicionadores. Cada acondicionador sirve, de forma completamente independiente, para un único sensor permitiendo los ajustes de ganancia, margen de frecuencias y cero de salida. Éstos pueden recibir la señal de los tipos de sensores indicados en el anterior subapartado.

Esta modalidad permite definir equipos que se adapten a las necesidades concretas de cada sistema a controlar, seleccionando los sensores y acondicionadores más adecuados para el mismo. Específicamente, para el caso de las pruebas de carga, en función del tipo de sensores que se emplean, el principal acondicionador es el de bandas en puente completo a baja frecuencia.

Cada una de las tarjetas acondicionadoras presenta las siguientes **características**:

- ❑ Alimentación al sensor: Genera una tensión de +1V y otra simétrica de -1V para alimentar el puente. Se dispone de 2 hilos para alimentar y otros 2 hilos para confirmar la tensión que le llega al puente y de esta forma compensar las pérdidas por longitud de cable. Se pueden alcanzar distancias de hasta 200 m entre sensores y acondicionadores.
- ❑ Amplificador: Está formado por un amplificador de instrumentación de alta precisión (16 bits) y un amplificador S/H para la compensación automática de la deriva de los componentes de la electrónica. Dependiendo del tipo de prueba a realizar, dinámica o estática, la amplificación se llevará a cabo en corriente continua o alterna de "baja frecuencia" (< 1 KHz), evitando de esta forma los errores típicos de deriva que se observan en las pruebas de tipo estático, debidos a variaciones térmicas en las electrónicas para corrientes continuas en las que las amplificaciones son muy elevadas.
- ❑ Corrector del cero y de la ganancia: Incorpora un equipo de SAMPLE & HOLD que al indicarle el autocero genera la tensión adecuada para que la salida sea de 0 V. También tiene un ajuste fino de la ganancia para que al introducir un desequilibrio (dependiendo

del valor seleccionado) se genere una tensión de salida de 2 V, permitiendo efectuar de forma semiautomática los procesos de calibración de los equipos.

- ❑ Filtros: Son filtros del tipo Bessel de cuarto orden seleccionable. La máxima frecuencia a medir debe ser 3 veces menor que el valor del filtro elegido, para que las distorsiones en las medidas sean mínimas.
- ❑ Etapa de salida: Su única misión es dar suficiente potencia para enviar la señal al equipo de adquisición, así como una protección contra cortocircuitos en la red.
- ❑ Fuente de alimentación: Genera, a partir de la alimentación del bus, las tensiones necesarias para el manejo de la electrónica de las tarjetas, optimizando el consumo.

En el frontal de cada tarjeta acondicionadora se dispone de:

- ❑ Selector de filtro (5, 15, 30, 100 y 330 Hz)
- ❑ Selector de ganancia (5, 10, 100, 1000, 2500 y 10.000)
- ❑ Pulsador ajuste del cero de salida
- ❑ Ajuste de ganancia para calibración
- ❑ Salida auxiliar para verificación mediante osciloscopio

Una misma tarjeta acondicionadora se puede utilizar indistintamente, bien para la medida de desplazamientos, bien para la medida de deformaciones. De esta forma no se limita a un determinado número de canales la medida de flechas o de tensiones.

6.3.5.3. Tarjeta de comunicaciones

El sistema de adquisición de datos está comandado por un procesador con una tarjeta de adquisición de datos que recoge las lecturas de los 36 canales de medida. El equipo utilizado dispone de una tarjeta de comunicaciones de NATIONAL INSTRUMENTS; esta tarjeta presenta una velocidad de 1.250.000 muestras/segundo. El resto de las características son las siguientes:

- Sesenta y cuatro canales de entradas analógicas
- Velocidad de 1.250.000 muestras/segundo

- Dos puertas de I/O digitales libres para permitir el empleo de sistemas de trigger externos
- Dos canales de transferencia DMA
- Ganancia programable: 0.5, 1, 2, 4, 8, 10, 100, 500
- Convertidor A/D: 12 bits
- Sistema modular fácilmente ampliable

Por otra parte, el hardware especificado puede ser utilizado desde plataformas software convencionales (DOS, WINDOWS) mediante programas de desarrollo tipo SCADA, facilitando la interfase con el usuario.

Teniendo en cuenta que las frecuencias máximas encontradas en estructuras de puente no superan los 20 Hz parece conveniente muestrear a no menos de 5 veces la frecuencia, es decir, 100 Hz por canal; puesto que el número de canales totales es de 36, ello supone una velocidad mínima de muestreo de 3600 Hz, muy por debajo de las posibilidades de las soluciones que se emplean. Es posible la realización de muestreos a velocidades de 32.000 muestras/segundo.

6.3.5.4. Ordenador

Es el elemento que realiza el registro, almacenamiento, tratamiento y la presentación de los datos, así como el control de la adquisición, llevada a cabo por la tarjeta de NATIONAL INSTRUMENTS, instalada en uno de sus slots libres.

El registro se lleva a cabo en el disco duro y la presentación por pantalla.

Las características del ordenador empleado en el sistema de registro son las siguientes:

- ☐ Procesador PENTIUM IV a 2,40 GHz
- ☐ Memoria RAM: 1,00 GB
- ☐ Unidad de disco flexible 3 ½ alta densidad
- ☐ Unidad de lectura - grabador de CD-RW a 52 X
- ☐ 55 GB en disco duro
- ☐ Monitor TFT 19", tarjeta gráfica, teclado y ratón inalámbricos.

El sistema de registro cuenta además con una unidad de sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para prevención de fallos en el suministro eléctrico, con autonomía para 15 minutos.

Ordenadores de características similares a las del sistema de registro se emplean posteriormente para la depuración y análisis de resultados, así como para la elaboración y edición de los correspondientes informes.

6.3.5.5. Cables y conectores

Todos los conectores, aéreos o de chasis, que se emplean en el equipo (cableado, acondicionadores y fuente de alimentación) cumplen especificaciones militares, asegurando de esta forma su fiabilidad.

El cableado es de diseño muy versátil. Entre los sensores y los acondicionadores se disponen cables sencillos de 6x0,5 mm² apantallados.

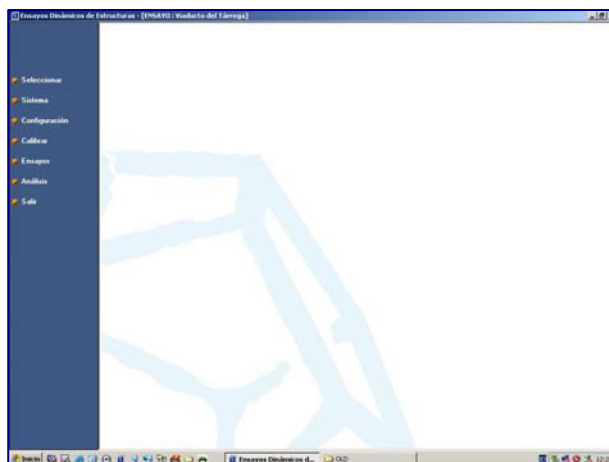
6.3.6. Software de aplicación

A fin de que el sistema realice las funciones de adquisición, registro y presentación de datos, el programa utiliza el entorno LabWindows de National Instruments. Este está especialmente diseñado para el trabajo con sistemas de adquisición de datos y control de sensores de instrumentación.

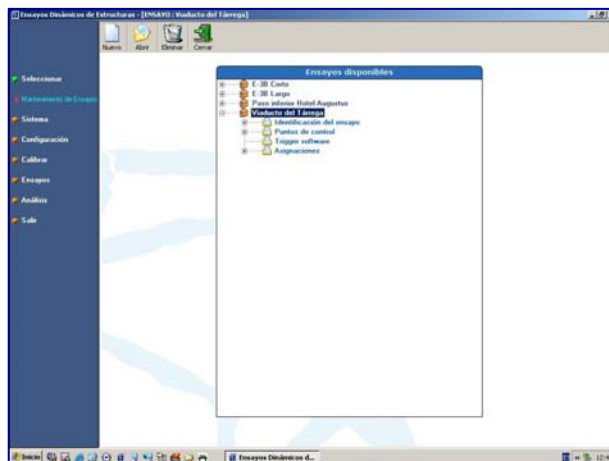
Se ha programado una aplicación específica para el control y seguimiento de la instrumentación que se instala en los ensayos de prueba de carga.

En éste se ha definido un menú general que comprende:

"Seleccionar", "Sistema", "Configuración", "Calibrar", "Ensayos", "Análisis" y "Salir"



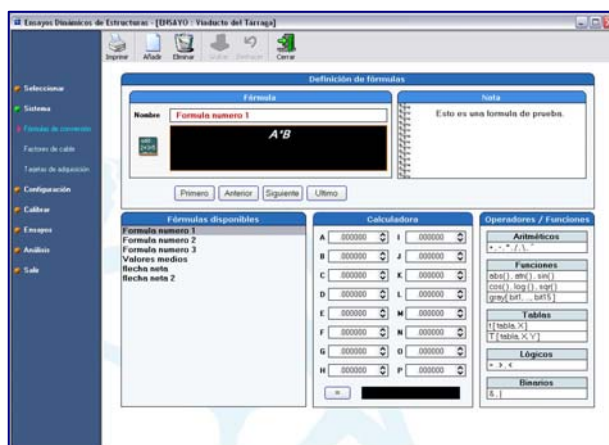
Dentro de la ventana del menú de **"Seleccionar"** se accede a la pantalla de mantenimiento de ensayos, que permite acceder y/o consultar las características generales de los ensayos configurados (nombre, tipos de ensayos, asignaciones, trigger, etc.).



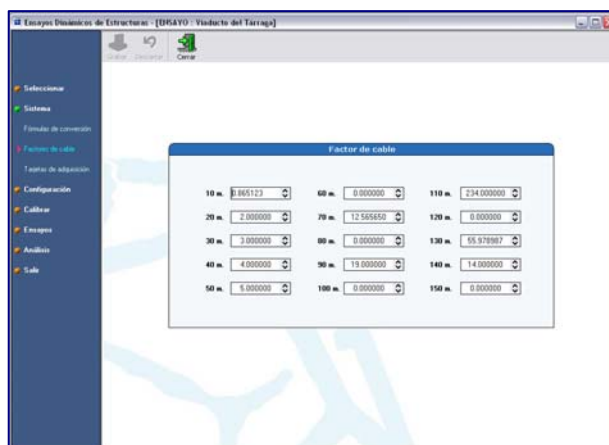
El menú **"Sistema"** da acceso a las siguientes utilidades:

- ❑ **"Definición de fórmulas"**: Permite establecer las fórmulas de cálculo (para paso de unidades de lectura a unidades ingenieriles o para el cálculo de medidas indirectas,

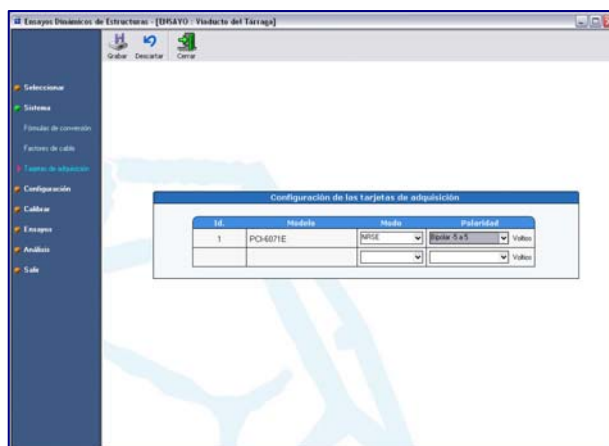
como flechas netas, valores medios de flecha o deformación, etc.) que posteriormente se asignarán a los sensores (físicos o calculados) que se configuren.



- **"Factores de cable":** Para una asignación de canales determinados, a cada punto de control sobre la estructura se le define una longitud de cable conectada hasta el sistema de medida. En este apartado, se asignan factores de corrección por pérdidas eléctricas debido a la longitud de cable.

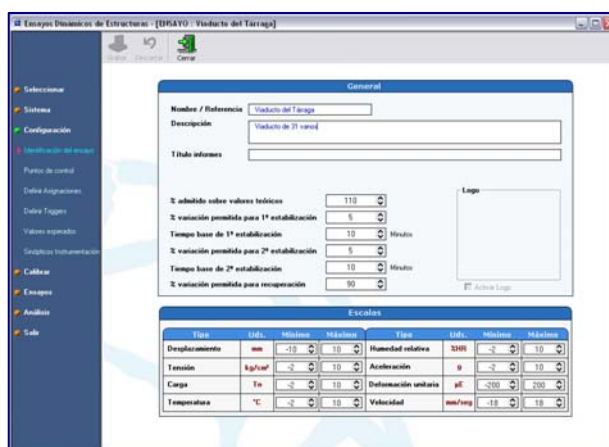


- **Tarjeta:** permite definir la tarjeta de adquisición que se va a emplear durante los ensayos, siempre que el programa disponga del *driver* de comunicaciones específico, para esa tarjeta. En el caso de que se quiera emplear una tarjeta nueva, únicamente se necesita el *driver* correspondiente, sin que sea necesario modificar el programa de adquisición.

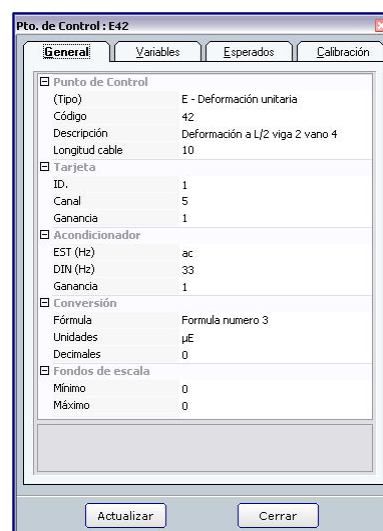
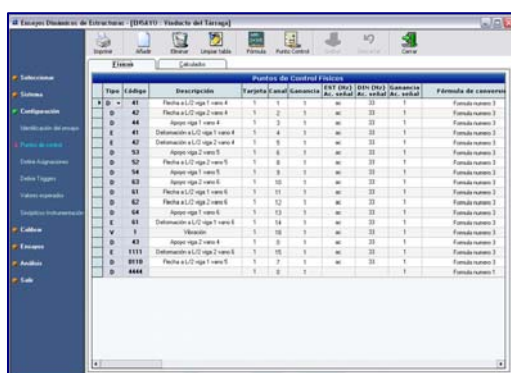


El menú **“Configuración”** da acceso a las siguientes utilidades:

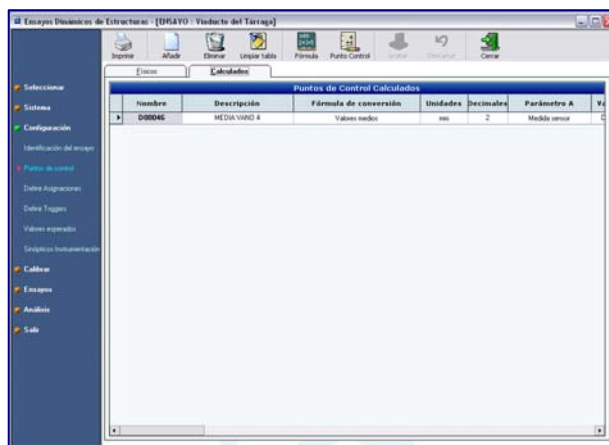
- **"Identificación del ensayo":** Se definen aquellos parámetros que son comunes a cualquiera de los procesos que se desarrollan en el programa. En concreto, se especifican: porcentajes admitidos respecto a valores teóricos esperados, porcentajes admitidos para aceptar la estabilidad de incremento de magnitudes medidas, porcentajes admitidos para aceptar la recuperación de flechas o tensiones y valores máximos ó mínimos para definir las escalas gráficas de las representaciones, tanto de las curvas que se generen en tiempo real como las que pertenezcan al archivo histórico. Asimismo en esta pantalla se define el nombre de archivo que identificará al ensayo, así como una pequeña descripción de la obra objeto del mismo.



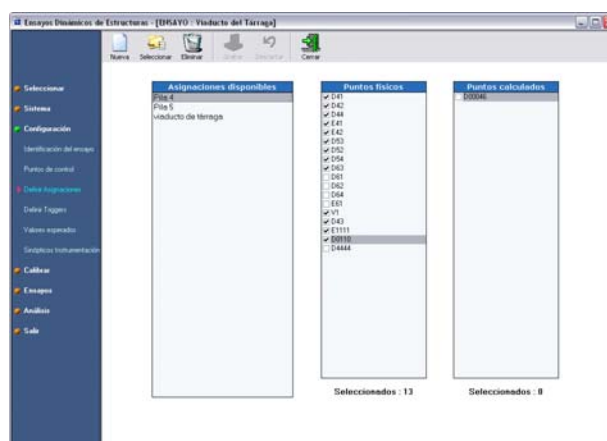
- Puntos de Control Físicos:** Permite definir con gran flexibilidad y de forma interactiva, la nomenclatura para localización en el croquis del punto físico que se mide, su descripción, tarjeta desde la que se adquiere, el canal del sistema al que se conecta, la ganancia software que se aplica (independiente de la ganancia hardware), parámetros de configuración de los acondicionadores (a título informativo), fórmula de conversión a utilizar (independiente para cada sensor) y definición de los parámetros de la misma, unidades, número de decimales, factores de escala y longitud de cable.



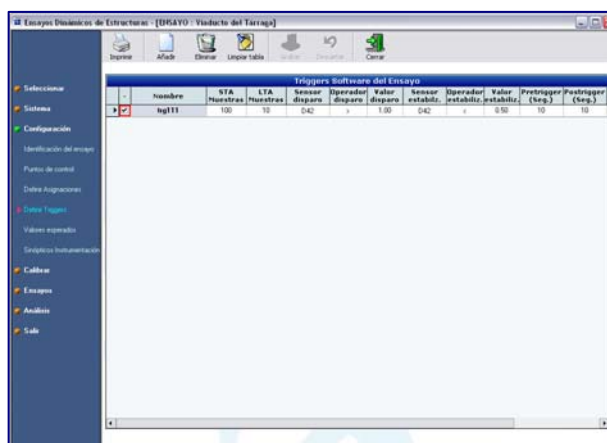
- Puntos de Control Calculados:** Permite configurar, a partir de los puntos físicos definidos, puntos calculados para la obtención de valores medios, flechas netas, etc, indicando su nombre, una breve descripción, la fórmula de conversión que se utilizará, sus unidades y los decimales.



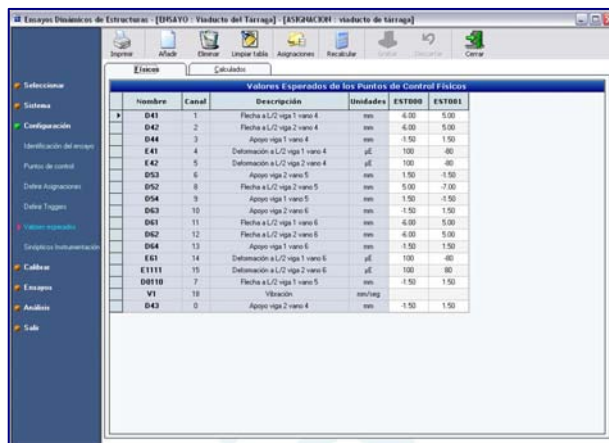
- "Definir asignaciones": Una vez configurados todos los puntos de medida, físicos ó calculados, se definirán mediante asignaciones el sensor o grupo de sensores en los que se adquirirán y grabarán los datos para cada uno de los ensayos que se realicen. De este modo se optimizan los recursos de la tarjeta de adquisición y evitamos la adquisición de datos de sensores cuya medida no es necesaria.



- Trigger: para la definición de las combinaciones de valores registrados que originan el disparo, mediante software, del registro dinámico. Mediante esta función se programa además el periodo a grabar con anterioridad al evento que motiva el disparo (tiempo de preevento), el tiempo tras la estabilización (tiempo de postevento) y la velocidad del muestreo.



- ❑ Valores esperados: Permite introducir para cada una de las asignaciones creadas los valores esperados de cada una de las hipótesis que se van a realizar.



Nombre	Canal	Descripción	Unidades	EST000	EST001
D41	1	Plancha a L2 viga 1 vano 4	mm	4.00	5.00
D42	2	Plancha a L2 viga 2 vano 4	mm	4.00	5.00
D44	3	Apoyo viga 1 vano 4	mm	1.50	1.50
E41	4	Deformación a L2 viga 1 vano 4	µE	100	40
E42	5	Deformación a L2 viga 2 vano 4	µE	100	40
D53	6	Apoyo viga 2 vano 5	mm	1.50	-1.50
D52	8	Plancha a L2 viga 2 vano 5	mm	5.00	-7.00
D54	9	Apoyo viga 1 vano 5	mm	1.50	-1.50
D63	10	Apoyo viga 2 vano 6	mm	1.50	1.50
D61	11	Plancha a L2 viga 1 vano 6	mm	4.00	5.00
D62	12	Plancha a L2 viga 2 vano 6	mm	4.00	5.00
D64	13	Apoyo viga 1 vano 6	mm	1.50	1.50
E61	14	Deformación a L2 viga 1 vano 6	µE	100	40
E1111	15	Deformación a L2 viga 2 vano 6	µE	100	40
D810	7	Plancha a L2 viga 1 vano 5	mm	1.50	1.50
V1	16	Vibración	mm/sq		
D43	0	Apoyo viga 2 vano 4	mm	1.50	1.50

- ❑ Sinópticos de instrumentación: permite cargar un fichero gráfico, de forma que desde las pantallas de ejecución se puedan visualizar esquemáticamente los puntos donde se localizan los sensores, así como su designación.

Tanto las configuraciones generales de puntos, sensores y canales, como la serie de valores teóricos esperados, son cargables desde ficheros que pueden prepararse con antelación en gabinete.

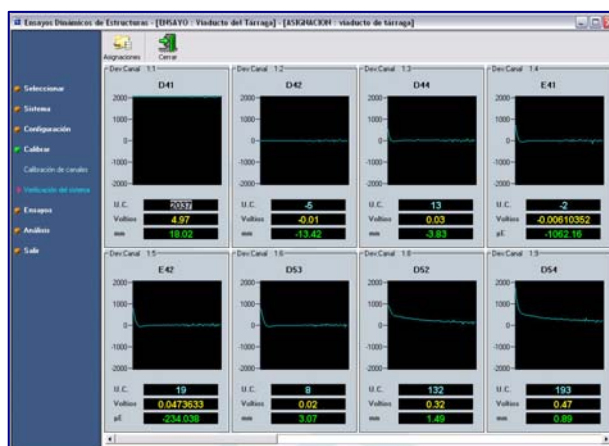
El menú **"Calibrar"** permite acceder a las pantallas desde las cuales se efectuará:

- ❑ "Calibración de canales": Permite tomar lecturas, para cada una de las asignaciones creadas, de los valores superiores, inferiores e iniciales que es posible registrar, obteniéndose de forma automática la relación entre unidades eléctricas y unidades de ingeniería. El proceso se puede realizar de forma automática o manual, por grupos de sensores o por sensores individuales. Cuando los coeficientes se calculan en campo, quedan integradas todas las pérdidas o ganancias del sistema eléctrico por cualquier factor externo ambiental o eléctrico, o interno de tipo electrónico.



Canal	U.C.	Volts	μV
D41	1.2000	4.5000	4.5000
D42	1.2000	4.5000	4.5000
D44	1.2000	4.5000	4.5000
E41	1.2000	4.5000	4.5000
E42	1.2000	4.5000	4.5000
D53	1.2000	4.5000	4.5000
D52	1.2000	4.5000	4.5000
D54	1.2000	4.5000	4.5000

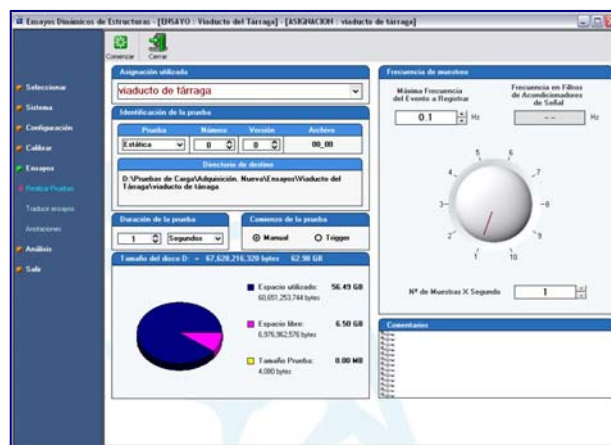
- ❑ **"Verificación del sistema de medida":** Se visualizan gráficamente las escalas eléctricas de medida de 8 canales existentes, con presentación simultánea de los valores numéricos, tanto en cuentas (U.C.) como en Voltios y unidades ingenieriles. Su misión es determinar mediante una simulación de muestreo, la existencia de algún ruido o inestabilidad eléctrica en cualquiera de los canales que se emplearán durante la realización de los ensayos.



El menú **"Ensayos"** permite la configuración de ensayos y la traducción de los mismos:

- ❑ **Realización de ensayos:** En una primera pantalla general se definen y/o consultan los datos del ensayo que se va a realizar, tales como el tipo de prueba (estática ó

dinámica), la asignación utilizada, el directorio donde se almacenarán los datos, duración prevista del ensayo, frecuencia máxima del evento a registrar (en función de las muestras por segundo), comentarios de texto para describir el ensayo y la velocidad de muestreo.



Con respecto a la velocidad de muestreo, señalamos que las pruebas estáticas se pueden realizar entre 1 y 10 muestras/seg y las pruebas dinámicas desde 100 a 34.000 muestras/seg, en función del número de canales de la asignación y la duración prevista de ensayo.

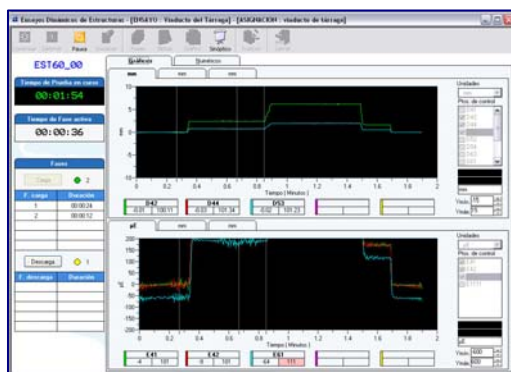
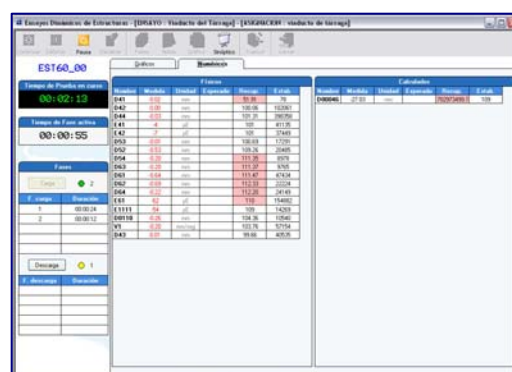
Se puede definir asimismo si el comienzo de la prueba se va a establecer manualmente o si debe responder a la activación automática de alguno de los triggers programados.

En función de la velocidad de muestreo, de la duración teórica que se le haya atribuido a la prueba y del número de canales activados, el programa calcula el espacio de disco requerido y lo compara con la capacidad libre existente.

Al pulsar la tecla "Comenzar" dentro de la anterior pantalla, se accede a las pantallas de **representación** (gráfica o numérica) **en tiempo real** de las medidas que se están efectuando.

En el caso de las pruebas estáticas, la representación numérica de los datos viene acompañada de las comprobaciones pertinentes: porcentajes sobre el valor teórico esperado, estabilización de los valores medidos y porcentajes de recuperación, contratándolos con los valores definidos en la pantalla de parámetros generales.

En la zona izquierda de la pantalla se han definido las teclas que permiten activar o desactivar las fases de carga y descarga, indicándose para cada caso los tiempos de duración de cada una.

Fase	Modulo	Valor	Especulo	Medida	Estd
1	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
4	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
5	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
6	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
7	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
8	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
9	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
10	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
11	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
12	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
13	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
14	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
15	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
16	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
17	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
18	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
19	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
20	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
21	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
22	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
23	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
24	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
25	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
26	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
27	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
28	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
29	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
30	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
31	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
32	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
33	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
34	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
35	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
36	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
37	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
38	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
39	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
40	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
41	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
42	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
43	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
44	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
45	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
46	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
47	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
48	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
49	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
50	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
51	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
52	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
53	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
54	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
55	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
56	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
57	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
58	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
59	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
60	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
61	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
62	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
63	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
64	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
65	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
66	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
67	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
68	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
69	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
70	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
71	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
72	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
73	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
74	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
75	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
76	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
77	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
78	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
79	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
80	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
81	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
82	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
83	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
84	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
85	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
86	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
87	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
88	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
89	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
90	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
91	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
92	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
93	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
94	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
95	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
96	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
97	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
98	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
99	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00
100	1.00	100.00	100.00	100.00	100.00

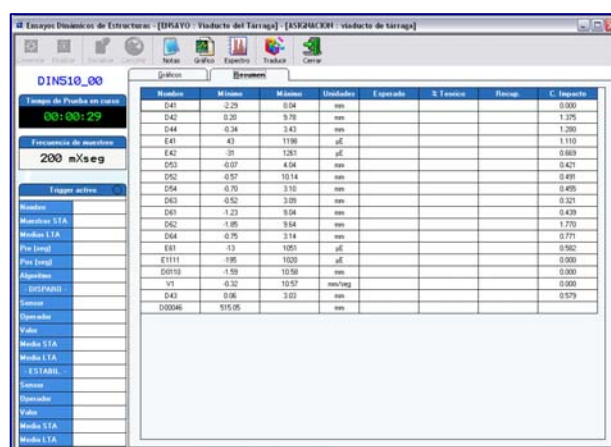
Representación gráfica de prueba estática

Valores numéricos de prueba estática

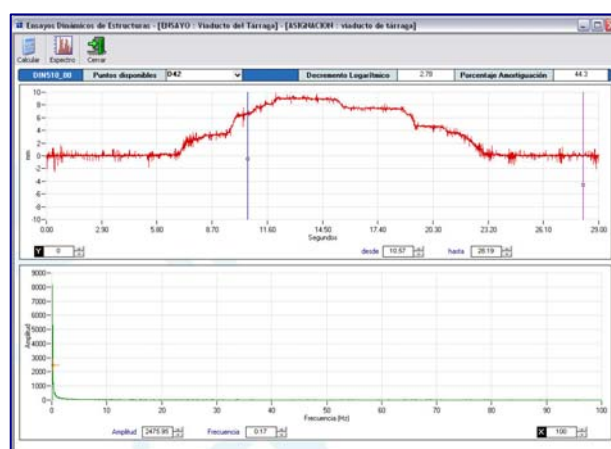
En el caso de las pruebas dinámicas, se pueden representar gráficamente de forma simultánea un total de diez canales en tiempo real.



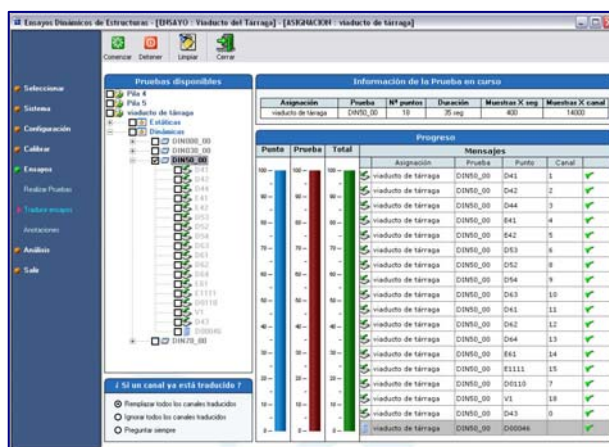
Una vez finalizado el ensayo se activará la pantalla “Resumen”, en la que se tendrá acceso a los máximos y mínimos obtenidos, su porcentaje respecto a los teóricos y el valor del coeficiente de impacto, siempre que se haya definido una de pruebas dinámicas como referencia.



Adicionalmente se podrá obtener la frecuencia propia de vibración de la estructura mediante el análisis de las "colas" de las flechas medidas, o del registro del sismómetro o de los acelerómetros, sin necesidad de realizar la traducción de los datos obtenidos.

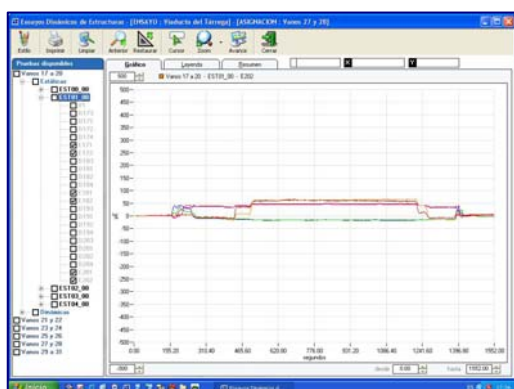


- ❑ Traducción de ensayos: En esta pantalla se podrá realizar la traducción de los ensayos realizados para su posterior análisis.



En el menú de **“Análisis”** se permite el tratamiento de los registros grabados, una vez se ha procedido a la traducción (conversión) de los datos registrados:

- ❑ **Visualizar ensayos:** En esta pantalla se podrán visualizar los gráficos correspondientes a todos ensayos realizados. De este modo se podrá realizar un análisis del comportamiento estructural más detallado, con comparaciones entre los datos obtenidos para varios puntos de control en un mismo ensayo, ó comparar para un mismo punto los datos obtenidos en diferentes hipótesis de carga, estática ó dinámica.

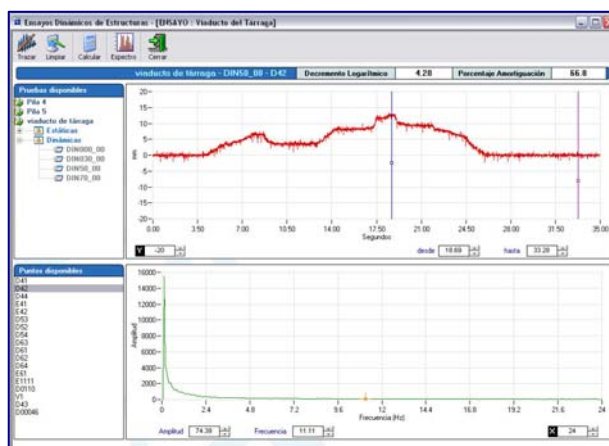


Visualización de ensayos estáticos



Visualización de ensayos dinámicos

- ❑ Espectro de frecuencia: En esta aplicación se podrá obtener la frecuencia propia de vibración de la estructura mediante el análisis de las "colas" de las flechas medidas, o del registro del sismómetro o de los acelerómetros.



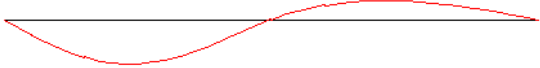
6.4. RESULTADOS PREVISTOS

Los resultados previstos en los ensayos estáticos y los ensayos dinámicos se han extraído de los cálculos realizados en el “Proyecto de Prueba de Carga. Viaducto 0.4. Subtramo X-a. Tramo Lleida - Martorell. L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Julio 2007 (Ref: PPC.VI 0.4. ADIF)”.

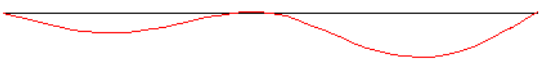
6.4.1. Flechas y deformaciones bajo carga estática.

Los valores de flechas y deformaciones unitarias esperados, para cada una de las hipótesis de carga considerada en el Proyecto de Prueba de Carga, son los recogidos en las siguientes tablas (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción):

Hipótesis 4: Momento positivo en vano 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-5,83	75
2	L/2	-2,03	-25

Hipótesis de Cálculo 4: Momento positivo en vano 1	
Composición en vía 2	

Hipótesis 5: Momento negativo en pila 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-1,76	31
2	L/2	-3,11	58

Hipótesis de Cálculo 5: Momento negativo en pila 1	
Composición en vía 2	

6.4.2. Esfuerzos máximos de sollicitación

Del cálculo de la estructura sometida a los estados de carga definidos para la prueba, se obtiene que la zona más solicitada a momento flector positivo se encuentra en la sección central de cada vano y a momento flector negativo en las secciones de apoyo en pila. Considerando solamente los momentos de sollicitación producidos por las sobrecargas de prueba, se obtiene:

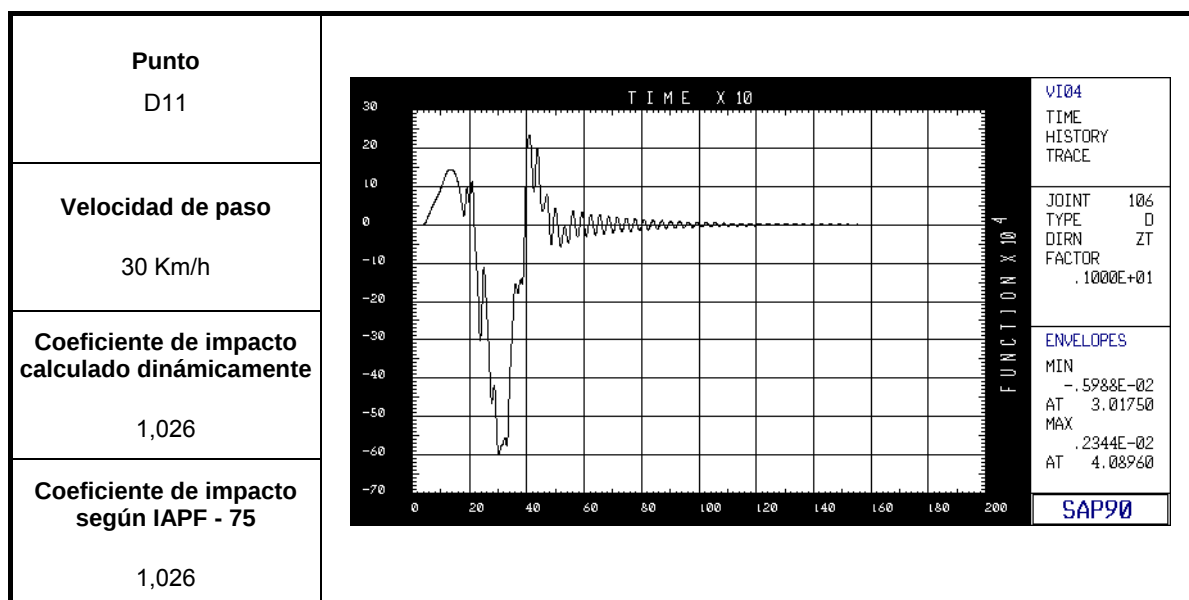
	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV (33,0 m)	14.775	4.882	33,0%
Apoyo pila	-17.524	-5.464	31,2%

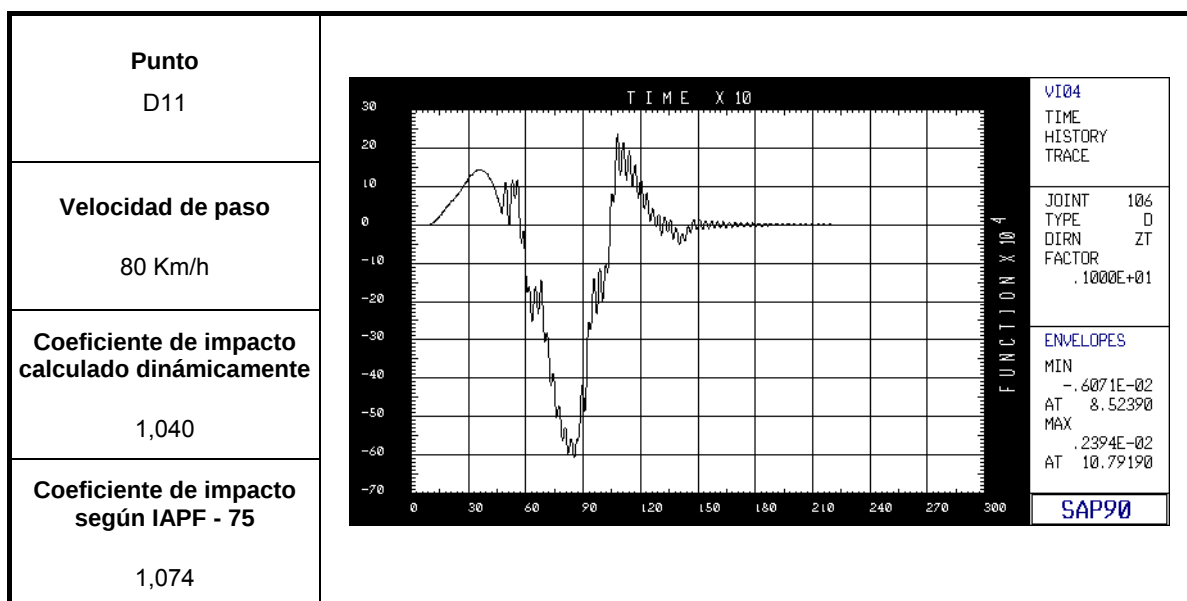
Si se consideran, además, los momentos flectores producidos por las cargas permanentes, se obtendrán:

	Mom. CP en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Proyecto (kN m)	Mom. Total en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Prueba (kN m)	Mom. Total en prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV (33,0 m)	13.340	14.775	28.115	4.882	18.222	64,8%
Apoyo pila	-23.822	-17.524	-41.346	-5.464	-29.285	70,8%

6.4.3. Coefficientes de impacto

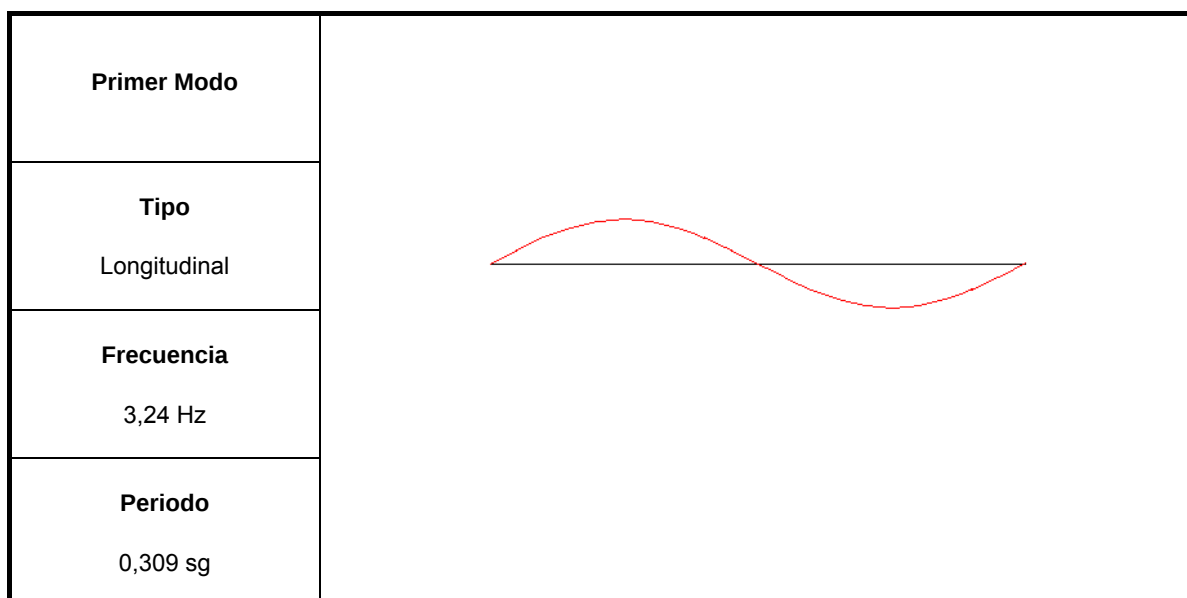
A continuación se incluyen los valores de los coeficientes de impacto de la estructura, calculados a partir de las flechas de la sección central del vano 1 (punto D11) para el paso de la circulación a velocidad media (30 km/h) y a velocidad máxima (80 km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %. A su vez, el valor teórico obtenido del cálculo anterior se compara con el calculado según la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de 1975.



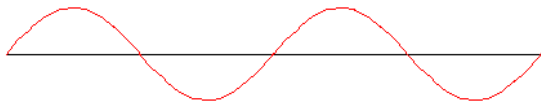


6.4.4. Frecuencias

Por otra parte, se efectuó un cálculo de las **frecuencias** de los tres primeros modos de vibración libre de la estructura. Los valores obtenidos fueron los siguientes:



Segundo Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 5,05 Hz	
Periodo 0,198 sg	

Tercer Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 12,94 Hz	
Periodo 0,077 sg	

7. PRUEBA DE CARGA

7. PRUEBA DE CARGA

7.1. DESCRIPCIÓN

La prueba de carga de la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, se llevó a cabo la noche del 30 de Julio de 2007.

Como sobrecarga se utilizó una composición con las características indicadas anteriormente en el apartado 6.1 “*Acciones reproducidas*”.

Durante la realización de los ensayos de carga, las condiciones atmosféricas de temperatura y humedad relativa ambiente variaron entre:

Instante	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Inicio del ensayo	30/07/07	22:39	25,6	86,5
Fin del ensayo	01/08/07	01:19	24,2	87,5

Las medidas durante los **ensayos estáticos** se realizaron de acuerdo con las siguientes fases:

- I. Toma de valores iniciales de las medidas.
- II. Situación de la composición (locomotora + tolva) dentro del vano a probar, con la posición indicada en el Croquis de Carga incluido en el Anejo nº 3 de este documento.
- III. Estabilización de las medidas. Se realizaron medidas continuas hasta comprobar que se había alcanzado la estabilización de las lecturas. El tiempo de mantenimiento de las cargas no fue inferior a 10 minutos.
- IV. Descarga de la estructura, haciendo circular el tren hasta salir completamente del vano a probar.
- V. Medidas de recuperación. Se realizaron medidas continuas con el puente descargado hasta alcanzar la estabilización de las lecturas, y una recuperación mínima del 85 %

en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga dentro del vano en la fase III.

Se realizaron tres pruebas estáticas, mediante las cuales se materializaron las hipótesis de cálculo contempladas en el Proyecto de Prueba de Carga:

Prueba	Vanos	Instante	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Duración
ESTÁTICA 00	1 y 2	Inicio prueba	30/07/07	22:39	25,6	86,5	30 minutos
		Fin prueba	30/07/07	23:09	25,3	85,7	
ESTÁTICA 01	1	Inicio prueba	30/07/07	23:11	25,1	86,1	19 minutos
		Fin prueba	30/07/07	23:30	24,6	86,5	
ESTÁTICA 02	2	Inicio prueba	30/07/07	23:31	24,1	87,8	24 minutos
		Fin prueba	30/07/07	23:55	23,8	89,4	

Los **ensayos dinámicos** se desarrollaron en el siguiente orden:

- **Prueba cuasiestática:** Paso la composición sobre la estructura, a una velocidad en torno a 5 km/h.
- **Prueba a velocidad media:** Paso de la composición circulando sobre la estructura a una velocidad media en torno a 20 km/h.
- **Prueba a velocidad máxima:** Paso de la composición circulando sobre la estructura a la máxima velocidad constante que era posible alcanzar teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra. (en torno a 60 km/h)
- **Prueba de frenado:** Paso de una composición circulando sobre la estructura a máxima velocidad, efectuando el frenado en la sección central de cada vano, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra.

Se efectuaron las siguientes pruebas dinámicas:

Ensayo	Vanos	Fecha	Hora de inicio	Vía	Tipo	Velocidad real (Km/h)
DINÁMICA 00	1 y 2	01/08/07	00:01	1	Cuasiestática	5,6
DINÁMICA 01		01/08/07	00:09		V Media	26,3
DINÁMICA 02		01/08/07	00:17		V Máxima	43,5
DINÁMICA 05	1	01/08/07	01:05		V. máx + frenado	-
DINÁMICA 06	2	01/08/07	01:19		V. máx + frenado	-

7.2. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los **máximos valores** de flecha y deformación unitaria obtenidos durante la realización de los ensayos de la Prueba de Carga en la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción).

Vano	Ensayo	Flecha (mm)	Deformación ($\mu\epsilon$)
1	Estático	-4,77	63
	Dinámicos sin frenada	-5,73	81
	Dinámico con frenada	-5,50	81
2	Estático	-4,33	56
	Dinámicos sin frenada	-3,51	47
	Dinámico con frenada	--	--

De esta forma, los porcentajes alcanzados durante los ensayos, respecto a las solicitaciones máximas previstas en el cálculo teórico para la Prueba de Carga y valores de cálculo recogidos en el Proyecto de la estructura, son los siguientes:

	Momentos de Proyecto			Momentos teóricos en prueba		Momentos reales alcanzados		% Prueba	% Proyecto
	CP	SC	Total	SC	Total	SC	Total		
Vano 1	13.340	14.775	28.115	4.882	18.222	4.101	17.441	95,7%	62,0%
Vano 2	13.340	14.775	28.115	4.882	18.222	3.645	16.985	93,2%	60,4%

Para la obtención de las flechas netas se han restado los valores de descenso de apoyo de las medidas en carga correspondientes (flechas brutas). Teniendo en cuenta que la medida de la flecha se efectúa, a una cierta distancia del eje del apoyo y, por tanto, existe una parte del movimiento registrado que corresponde a la deformada elástica del tablero, estas flechas han sido corregidas en función de la citada deformada y del porcentaje de flecha real movilizado, según la fórmula:

$$d_r = d_m - f_b \times f_a / f_t$$

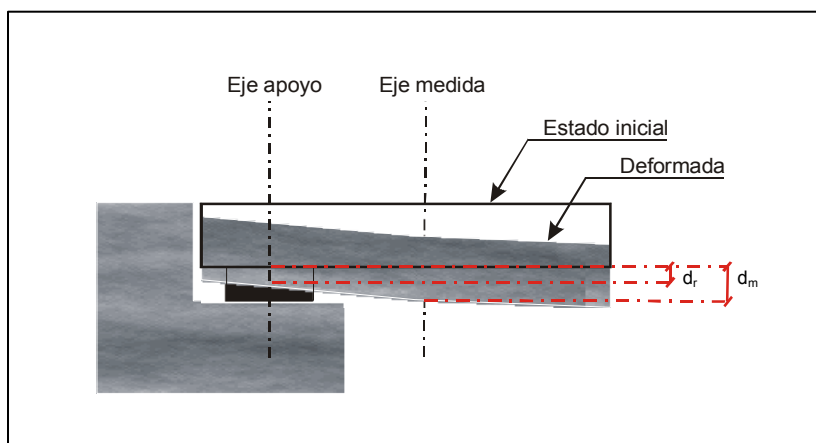
d_r : flecha real en el apoyo, a restar de la flecha bruta.

d_m : flecha medida a una distancia del eje de apoyo.

f_b : flecha bruta medida en L/2 de vano extremo.

f_a : flecha teórica calculada a una distancia determinada del eje de apoyo.

f_t : flecha teórica calculada en L/2 de vano extremo.



Los descensos de los apoyos, corregidos según la anterior expresión, son los siguientes:

Prueba	Código	Descenso medido [dm] (mm)	Distancia al eje (m)	Descenso elástico [fa] (mm)	Relación fb/ft	Descenso real [dr] (mm)
ESTÁTICA 00 Vanos 1 y 2	D310	-0,12	0,60	-0,13	0,98	0,01
	D323	-0,08	0,70	0,02	0,99	-0,10
	D410	-0,22	0,70	-0,14	0,76	-0,11
	D423	-0,28	0,60	-0,27	0,72	-0,08
ESTÁTICA 01 Vano 1	D310	-0,29	0,60	-0,35	0,80	-0,01
	D323	-0,27	0,70	-0,31	0,82	-0,02
	D410	0,09	0,70	0,24	0,72	-0,08
	D423	0,09	0,60	0,12	0,65	0,01
ESTÁTICA 02 Vano 2	D310	0,08	0,60	0,12	0,79	-0,02
	D323	0,08	0,70	0,24	0,80	-0,11
	D410	-0,32	0,70	-0,31	0,74	-0,09
	D423	-0,36	0,60	-0,35	0,69	-0,12

Independientemente de la anterior corrección, los descensos de apoyo utilizados para cada una de las pruebas se han obtenido de los apoyos instrumentados en el vano correspondiente. Con estas consideraciones, los descensos se han calculado de la siguiente forma:

Prueba	Sensor	Resultado de	Valor (mm)
ESTÁTICA 00 Vanos 1 y 2	D31 - D32	$1/2(D310+D323)$	-0,05
	D41 - D42	$1/2(D410+D423)$	-0,10
ESTÁTICA 01 Vano 1	D31 - D32	$1/2(D310+D323)$	-0,02
	D41 - D42	$1/2(D410+D423)$	-0,04
ESTÁTICA 02 Vano 2	D31 - D32	$1/2(D310+D323)$	-0,07
	D41 - D42	$1/2(D410+D423)$	-0,11

Se señala el correcto funcionamiento de todos los sensores instalados durante la realización de la prueba de carga, a excepción de las bandas extensométricas y ménsulas del vano 2 durante la prueba de frenado (DINAMICA 06).

A continuación se recogen varias tablas en detalle con los resultados de las mediciones efectuadas en cada uno de los ensayos realizados sobre la estructura (los valores de movimiento con signo negativo indican descenso y los valores positivos de deformación unitaria indican tracción).

ENSAYO	VÍA	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 00	2	1 y 2	30/07/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga neopreno	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-	-0,12	-	-	-	-0,01	-	-	-0,11	91,7
D31	09	Flecha a L/2	mm	-1,76	-1,72	-0,05	-1,67	94,9	-0,14	-0,01	-0,13	-1,54	92,2
D32	10	Flecha a L/2	mm	-1,76	-1,75	-0,05	-1,70	96,6	-0,15	-0,01	-0,14	-1,56	91,8
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-	-0,08	-	-	-	0,00	-	-	-0,08	100,0
E31	21	Deformación a L/2	με	31	24	-	-	77,4	2	-	-	22	91,7
E32	22	Deformación a L/2	με	31	29	-	-	93,5	2	-	-	27	93,1
D410	13	Descenso de apoyo	mm	-	-0,22	-	-	-	0,00	-	-	-0,22	100,0
D41	14	Flecha a L/2	mm	-3,11	-2,35	-0,10	-2,25	72,3	0,00	0,00	0,00	-2,25	100,0
D42	15	Flecha a L/2	mm	-3,11	-2,25	-0,10	-2,15	69,1	-0,01	0,00	-0,01	-2,14	99,5
D423	16	Descenso de apoyo	mm	-	-0,28	-	-	-	0,00	-	-	-0,28	100,0
E41	35	Deformación a L/2	με	58	40	-	-	69,0	1	-	-	39	97,5
E42	34	Deformación a L/2	με	58	39	-	-	67,2	0	-	-	39	100,0

ENSAYO	VÍA	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 01	2	1	30/07/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga neopreno	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-	-0,29	-	-	-	0,00	-	-	-0,29	100,0
D31	09	Flecha a L/2	mm	-5,83	-4,64	-0,02	-4,62	79,2	-0,01	0,00	-0,01	-4,61	99,8
D32	10	Flecha a L/2	mm	-5,83	-4,77	-0,02	-4,75	81,5	0,00	0,00	0,00	-4,75	100,0
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-	-0,27	-	-	-	0,00	-	-	-0,27	100,0
E31	21	Deformación a L/2	με	75	58	-	-	77,3	0	-	-	58	100,0
E32	22	Deformación a L/2	με	75	63	-	-	84,0	0	-	-	63	100,0
D410	13	Descenso de apoyo	mm	-	0,09	-	-	-	0,00	-	-	0,09	100,0
D41	14	Flecha a L/2	mm	2,03	1,47	-0,04	1,51	74,4	0,01	0,00	0,01	1,50	99,3
D42	15	Flecha a L/2	mm	2,03	1,31	-0,04	1,35	66,5	0,02	0,00	0,02	1,33	98,5
D423	16	Descenso de apoyo	mm	-	0,09	-	-	-	0,00	-	-	0,09	100,0
E41	35	Deformación a L/2	με	-25	-25	-	-	100,0	-2	-	-	-23	92,0
E42	34	Deformación a L/2	με	-25	-24	-	-	96,0	-1	-	-	-23	95,8

ENSAYO	VÍA	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTATICA 02	2	2	30/07/2007

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga neopreno	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-	0,08	-	-	-	0,00	-	-	0,08	100,0
D31	09	Flecha a L/2	mm	2,03	1,61	-0,07	1,68	82,8	0,02	0,00	0,02	1,66	98,8
D32	10	Flecha a L/2	mm	2,03	1,63	-0,07	1,70	83,7	0,00	0,00	0,00	1,70	100,0
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-	0,08	-	-	-	0,00	-	-	0,08	100,0
E31	21	Deformación a L/2	με	-25	-19	-	-	76,0	0	-	-	-19	100,0
E32	22	Deformación a L/2	με	-25	-18	-	-	72,0	0	-	-	-18	100,0
D410	13	Descenso de apoyo	mm	-	-0,32	-	-	-	0,00	-	-	-0,32	100,0
D41	14	Flecha a L/2	mm	-5,83	-4,33	-0,11	-4,22	72,4	0,00	0,00	0,00	-4,22	100,0
D42	15	Flecha a L/2	mm	-5,83	-4,05	-0,11	-3,94	67,6	0,00	0,00	0,00	-3,94	100,0
D423	16	Descenso de apoyo	mm	-	-0,36	-	-	-	0,00	-	-	-0,36	100,0
E41	35	Deformación a L/2	με	75	56	-	-	74,7	4	-	-	52	92,9
E42	34	Deformación a L/2	με	75	53	-	-	70,7	2	-	-	51	96,2

ENSAYO	VÍA	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 00	2	1 y 2	Velocidad lenta	5,6 Km/h	01/08/07

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coeficiente de impacto real
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-	-0,42	0,00	-
D31	09	Flecha a L/2	mm	-	-5,03	-0,02	-
D32	10	Flecha a L/2	mm	-	-5,49	-0,03	-
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-	-0,42	-0,01	-
E31	21	Deformación a L/2	με	-	69	1	-
E32	22	Deformación a L/2	με	-	81	0	-
D410	13	Descenso de apoyo	mm	-	-0,42	-0,01	-
D41	14	Flecha a L/2	mm	-	-3,45	-0,10	-
D42	15	Flecha a L/2	mm	-	-2,71	-0,08	-
D423	16	Descenso de apoyo	mm	-	-0,43	-0,01	-
E41	35	Deformación a L/2	με	-	46	1	-
E42	34	Deformación a L/2	με	-	30	1	-

ENSAYO	VÍA	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 01	2	1 y 2	Velocidad media	26,3 Km/h	01/08/07

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coeficiente de impacto real
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-0,42	-0,41	-0,01	-
D31	09	Flecha a L/2	mm	-5,03	-5,15	-0,05	1,02
D32	10	Flecha a L/2	mm	-5,49	-5,54	-0,06	1,01
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-0,42	-0,39	-0,01	-
E31	21	Deformación a L/2	με	69	69	1	1,00
E32	22	Deformación a L/2	με	81	81	1	1,00
D410	13	Descenso de apoyo	mm	-0,42	-0,40	0,00	-
D41	14	Flecha a L/2	mm	-3,45	-3,50	0,00	1,01
D42	15	Flecha a L/2	mm	-2,71	-2,84	0,00	1,05
D423	16	Descenso de apoyo	mm	-0,43	-0,41	0,00	-
E41	35	Deformación a L/2	με	46	47	1	1,02
E42	34	Deformación a L/2	με	30	30	-1	1,00

ENSAYO	VÍA	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 02	2	1 y 2	V máxima	43,5 Km/h	01/08/07

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coeficiente de impacto real
D310	08	Descenso de apoyo	mm	-0,42	-0,42	0,00	-
D31	09	Flecha a L/2	mm	-5,03	-5,22	-0,01	1,04
D32	10	Flecha a L/2	mm	-5,49	-5,73	0,00	1,04
D323	12	Descenso de apoyo	mm	-0,42	-0,39	0,00	-
E31	21	Deformación a L/2	με	69	69	0	1,00
E32	22	Deformación a L/2	με	81	81	0	1,00
D410	13	Descenso de apoyo	mm	-0,42	-0,40	0,00	-
D41	14	Flecha a L/2	mm	-3,45	-3,51	-0,06	1,02
D42	15	Flecha a L/2	mm	-2,71	-2,82	-0,05	1,04
D423	16	Descenso de apoyo	mm	-0,43	-0,41	-0,01	-
E41	35	Deformación a L/2	με	46	47	1	1,02
E42	34	Deformación a L/2	με	30	30	0	1,00

TIPO	VÍA	FECHA
Frenadc	2	01/08/07

Ensayo	Vano	Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coficiente de impacto real
DINÁMICA 05	1	D310	08	Descenso de apoyo	mm	-0,42	-0,40	-0,01	-
		D31	09	Flecha a L/2	mm	-5,03	-5,08	-0,01	1,01
		D32	10	Flecha a L/2	mm	-5,49	-5,50	0,00	1,00
		D323	12	Descenso de apoyo	mm	-0,42	-0,39	0,00	-
		E31	21	Deformación a L/2	με	69	69	0	1,00
		E32	22	Deformación a L/2	με	81	81	2	1,00

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. PRUEBAS ESTÁTICAS

En las pruebas estáticas realizadas en la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, se han medido unos valores de flecha y deformación unitaria en centro de vano, cuyos porcentajes respecto a las magnitudes previstas en el cálculo teórico para la Prueba de Carga están comprendidos entre:

FLECHAS EN CENTRO DE VANO

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 2	69,1 - 96,6	79,8	--	--
ESTÁTICA 01	1	79,2 - 81,5	80,4	66,5 - 74,4	70,4
ESTÁTICA 02	2	67,6 - 72,4	70,0	82,8 - 83,7	83,3
		Media	76,7	Media	76,8

DEFORMACIONES UNITARIAS EN CENTRO DE VANO

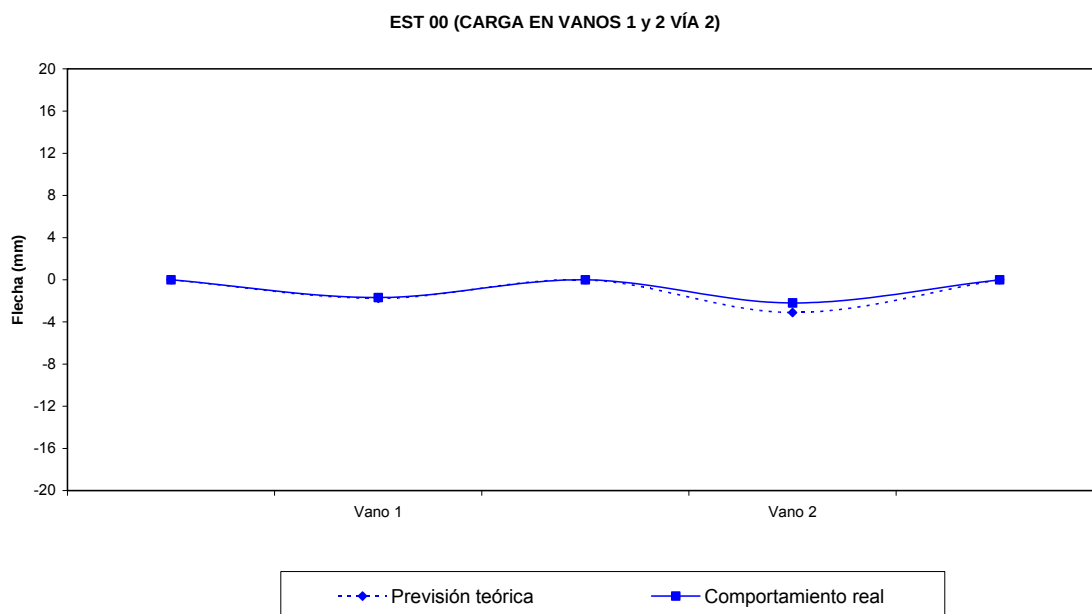
Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 2	77,4 - 93,5	85,5	--	--
ESTÁTICA 01	1	77,3 - 84,0	80,7	96,0 - 100,0	98,0
ESTÁTICA 02	2	70,7 - 74,7	72,7	72,0 - 76,0	74,0
		Media	79,6	Media	86,0

Como se puede apreciar el valor medio de las flechas y deformaciones unitarias medidas son inferiores a los calculados en el Proyecto de Prueba de carga, siendo por tanto la rigidez real superior a la teórica.

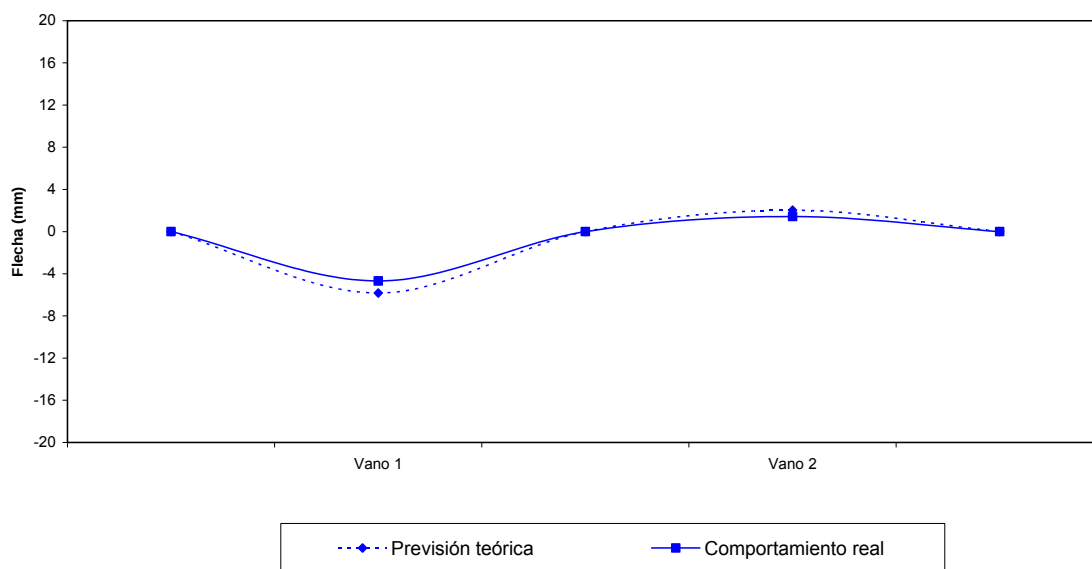
En cuanto a las diferencias que se aprecian entre los porcentajes alcanzados en flecha y los obtenidos en deformación, debe señalarse que la medida de flecha integra una serie de características del hormigón, tales como microfisuras, heterogeneidades del hormigón, etc., que la medida puntual de una banda no llega a homogeneizar. A pesar de los factores indicados, se aprecia la similitud existente en los porcentajes obtenidos a partir de la medida de flechas y deformaciones.

La diferencia entre el comportamiento teórico previsto en el Proyecto de Prueba de Carga y el medido durante la realización del ensayo se aprecia en los siguientes gráficos:

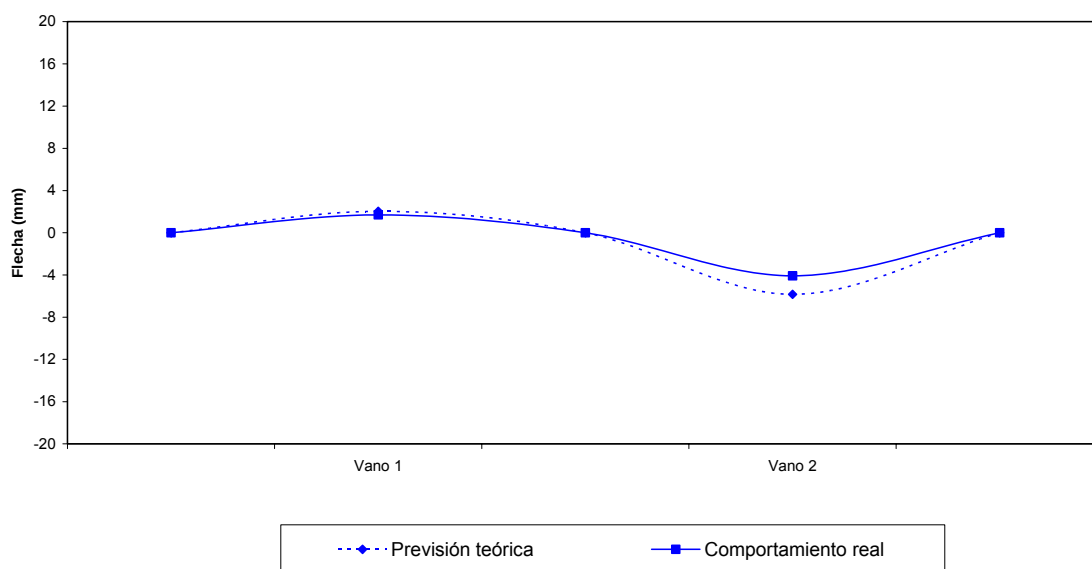
Reparto longitudinal para valores de flecha



EST 01 (CARGA EN VANO 1 VÍA 2)

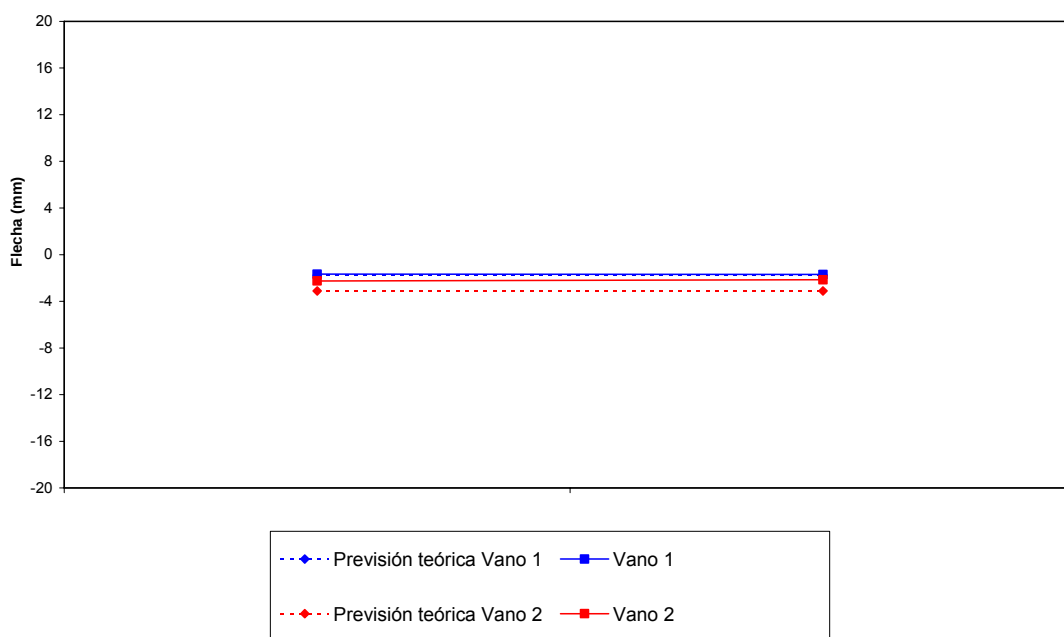


EST 02 (CARGA EN VANO 2 VÍA 2)

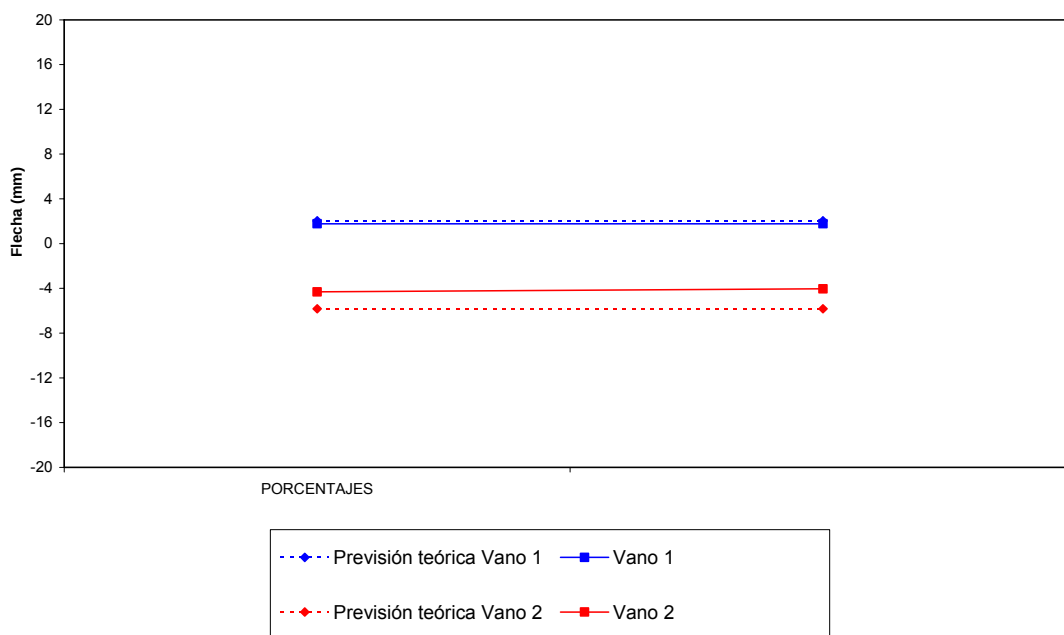


Reparto transversal para valores de flecha

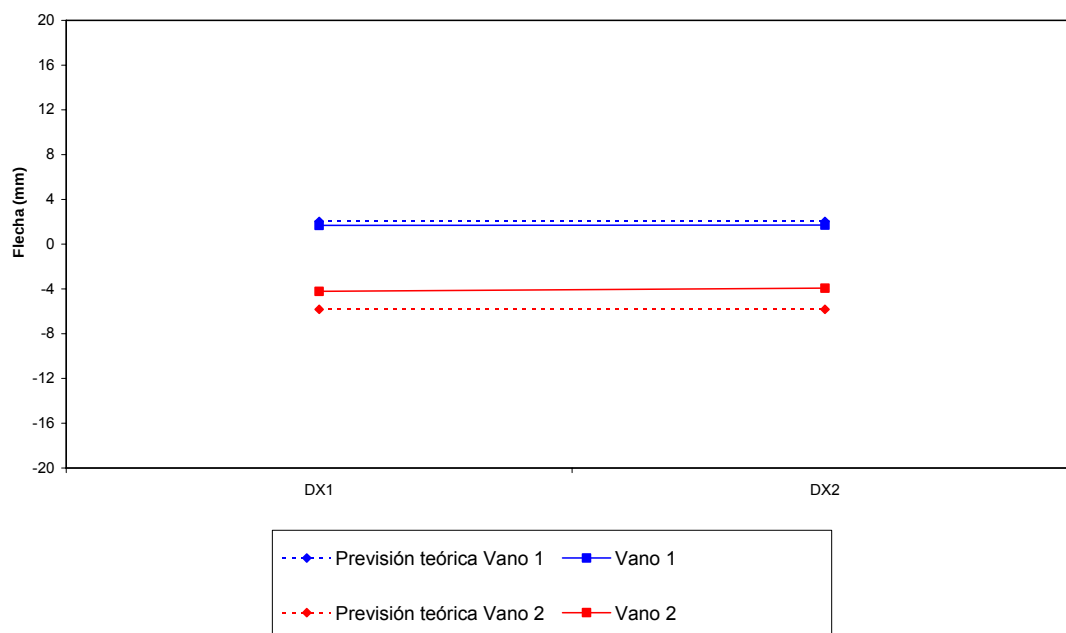
EST 00 (CARGA EN VANOS 1 y 2. VÍA 2)



EST 01 (CARGA EN VANO 1. VÍA 2)

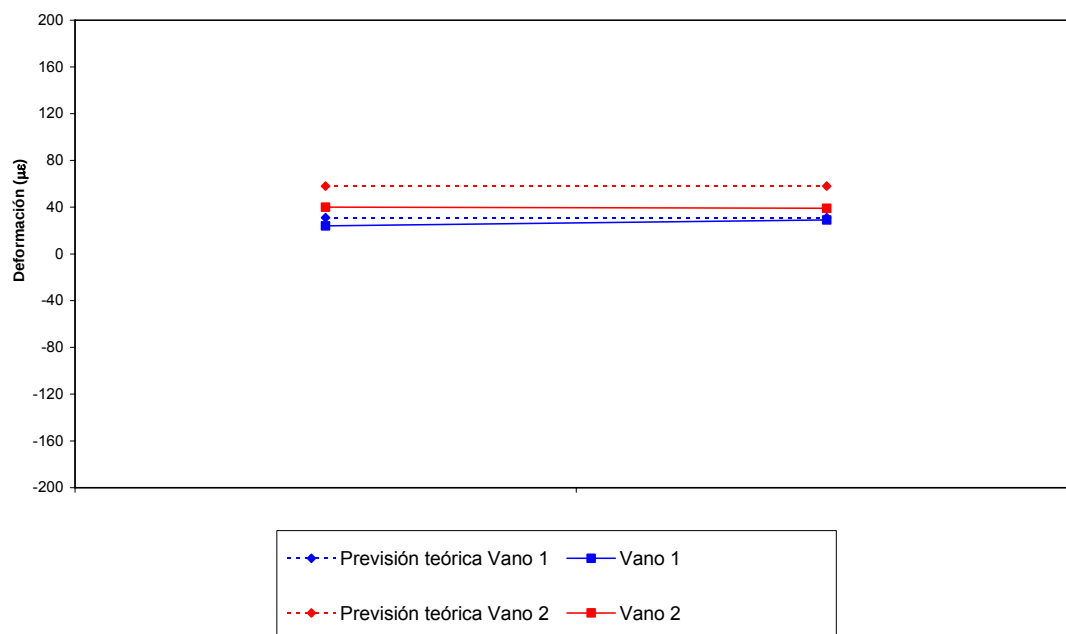


EST 02 (CARGA EN VANO 2. VÍA 2)

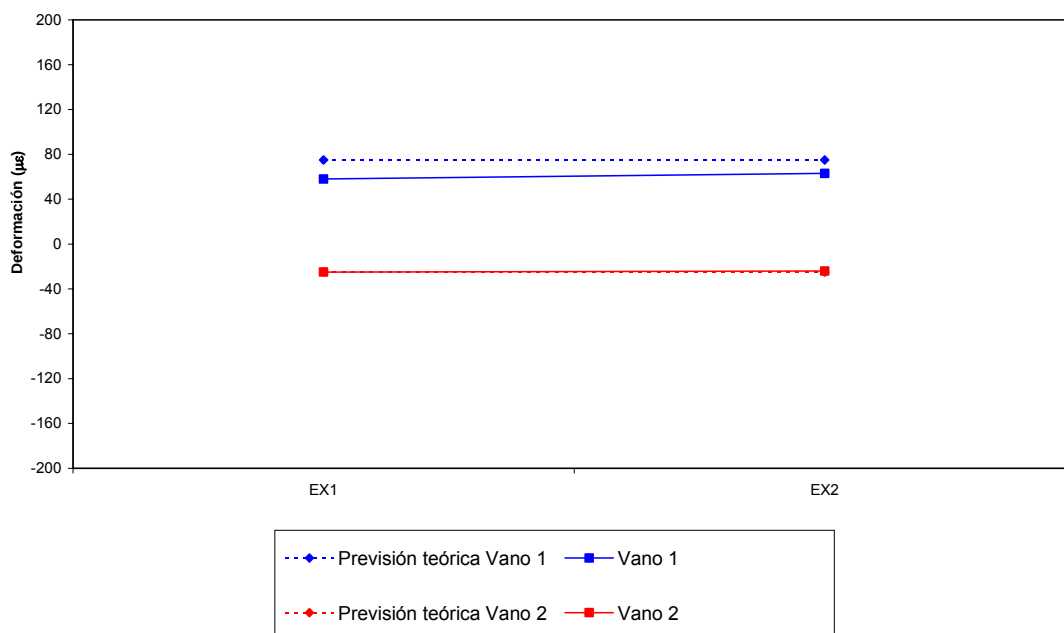


Reparto transversal para valores de deformación unitaria

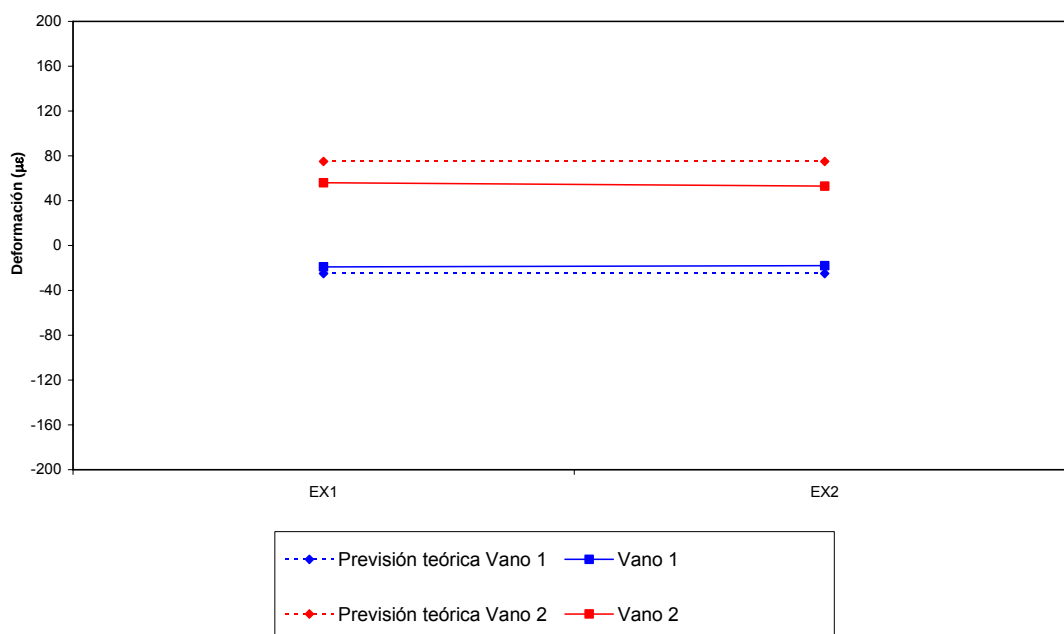
EST 00 (CARGA EN VANOS 1 y 2. VÍA 2)



EST 01 (CARGA EN VANO 1. VÍA 2)



EST 02 (CARGA EN VANO 2. VÍA 2)



Los **porcentajes de recuperación** alcanzados en flechas y deformaciones del tablero han sido correctos, ya que los valores remanentes no recuperados han sido inferiores al 15 % en todos los puntos instrumentados. Las recuperaciones de flechas y deformaciones medidas en centro de vano se resumen en las siguientes tablas:

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN FLECHAS

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 2	91,8 - 100,0	95,9	--	--
ESTÁTICA 01	1	99,8 - 100,0	99,9	98,5 - 99,3	98,9
ESTÁTICA 02	2	100,0 - 100,0	100,0	98,8 - 100,0	99,4
		Media	98,6	Media	99,2

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN DEFORMACIONES UNITARIAS

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 2	91,7 - 93,1	92,4	--	--
ESTÁTICA 01	1	100,0 - 100,0	100,0	92,0 - 95,8	93,9
ESTÁTICA 02	2	92,9 - 96,2	94,6	100,0 - 100,0	100,0
		Media	95,7	Media	97,0

La relación **flecha / luz** que se obtiene para el máximo movimiento registrado en la sección a L/2 durante las pruebas estáticas fue:

Vano	Luz de cálculo (m)	Máxima flecha (mm)	Relación Flecha / Luz
1	33,00	-4,75	1/6.947
2	33,00	-4,22	1/7.820

Estas relaciones son muy inferiores a las admisibles para este tipo de estructuras que pueden llegar a ser de hasta 1/700.

8.2. PRUEBAS DINÁMICAS

Del estudio de las pruebas dinámicas efectuadas a diferentes velocidades (ensayo cuasiestático, ensayo a velocidad media y ensayo a velocidad máxima) se obtienen los siguientes valores experimentales del coeficiente de impacto en los puntos instrumentados:

COEFICIENTES DE IMPACTO A VELOCIDAD MEDIA

Vano	Flechas		Deformaciones	
	Coef. Impacto	Coef. Medio	Coef. Impacto	Coef. Medio
1	1,01 - 1,02	1,02	1,00 - 1,00	1,00
2	1,01 - 1,05	1,03	1,00 - 1,02	1,01
	Media	1,03	Media	1,01

COEFICIENTES DE IMPACTO A VELOCIDAD MÁXIMA

Vano	Flechas		Deformaciones	
	Coef. Impacto	Coef. Medio	Coef. Impacto	Coef. Medio
1	1,04 - 1,04	1,04	1,00 - 1,00	1,00
2	1,02 - 1,04	1,03	1,00 - 1,02	1,01
	Media	1,04	Media	1,01

El factor de amplificación dinámica experimenta variación (sobrevaloración o infravaloración) en función de la distancia a los bordes del tablero y la rigidez transversal. Dependiendo de la tipología de la estructura y características de la carga de excitación dinámica aplicada, los efectos señalados se pueden evitar estudiando los factores de amplificación en el eje longitudinal o analizando los valores medios resultantes. Consideramos como cifras representativas del coeficiente de impacto el valor medio calculado a partir de las medidas registradas en los puntos de medida situados en centro de vano.

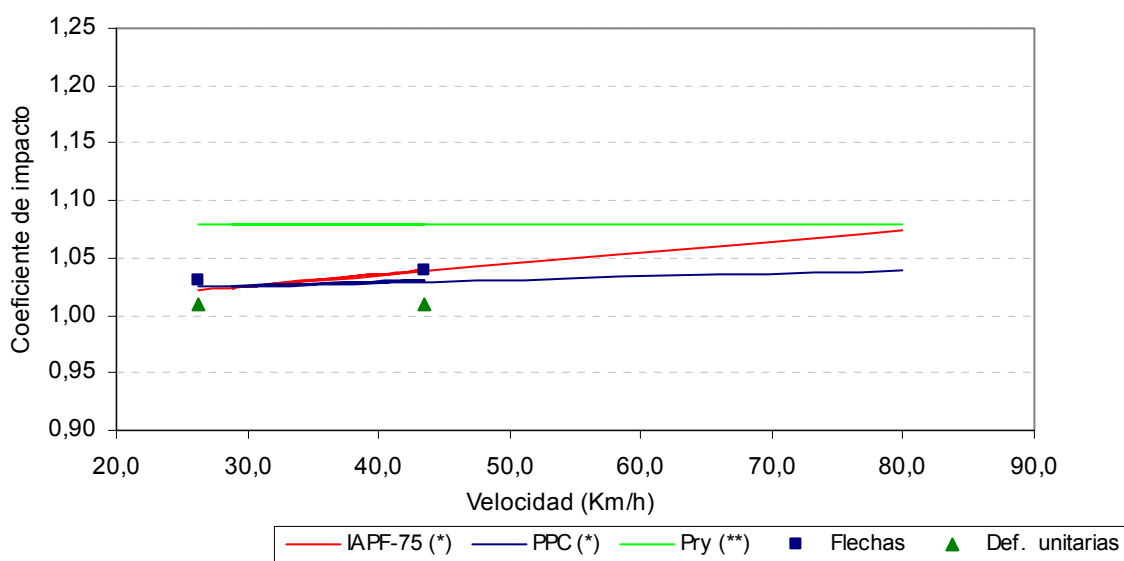
A modo de resumen, en las siguientes tablas se comparan los valores medios de los coeficientes de impacto obtenidos con los valores teóricos calculados mediante el modelo de cálculo, así como con los coeficientes recogidos en la IAPF-75 y en el Proyecto de la estructura:

Prueba	Velocidad (Km/h)	IAPF-75 (*)	PPC (*)	Pry (**)	Flechas		Def. unitarias	
					Coef. Impacto	Coef. Eje	Coef. Impacto	Coef. eje
Velocidad media	26,3	1,022	1,025	1,080	1,01 - 1,05	1,03	1,00 - 1,02	1,01
Velocidad máxima	43,5	1,039	1,030	1,080	1,02 - 1,04	1,04	1,00 - 1,02	1,01

(*) La columna PPC presenta el cálculo dinámico incluido en el Proyecto de Prueba de Carga. Tanto en la columna IAPF-75 como en la PPC los valores incluidos se han calculado aplicando las velocidades reales durante los ensayos.

(**) La columna "Pry" presenta el valor del coeficiente de impacto adoptado en proyecto.

NOTA: Los valores incluidos en las columnas de coeficientes de impacto se refieren al máximo y al mínimo de los medidos y a la media de los coeficientes en el eje, para todos los vanos de la estructura.



Los valores obtenidos son correctos y habituales en éste tipo de estructuras. Las diferencias puntuales entre los coeficientes de impacto calculados a partir de las medidas de flecha y de deformación que responden a que, dada la magnitud de los valores medidos, variaciones en las medidas del orden de la precisión del sistema de medida dan lugar a importantes variaciones en los coeficientes calculados.

Del registro obtenido en la prueba de frenado mediante sismómetro situado en la sección central de cada vano se determina la frecuencia propia de vibración de la estructura.

El cálculo de la frecuencia de vibración de la estructura se realiza mediante el análisis de la señal utilizando la **Transformada Rápida de Fourier (FFT)**. Posteriormente, como resultado del análisis del espectro de frecuencia por el **método del ancho eficaz de banda**, se estiman los valores de decremento logarítmico y amortiguación. Los valores calculados son los que se presentan en la siguiente tabla:

Vano	Frecuencia (Hz)	Frecuencia teórica (Hz)	Decremento logarítmico	Amortiguación (%)
1	4,64	3,24	0,21	3,37
2	4,65		0,22	3,48
Media	4,65	3,24	0,22	3,43

Los valores medidos son superiores a la frecuencia de vibración longitudinal estimada teóricamente, lo cual confirma las medidas registradas tanto en flechas como en deformaciones unitarias, indicando una rigidez real superior a la del modelo de cálculo.

Indicamos que el valor de amplitud que aparece en los gráficos de los espectros de frecuencia no tiene un significado físico o ingenieril, ya que corresponde solamente a los coeficientes de peso de los términos del desarrollo en serie de Fourier.

A la vista de los resultados, debe indicarse que se ha realimentado el modelo de cálculo dinámico con los valores de la amortiguación medida (3,43%) en lugar de con el valor teórico considerado inicialmente en el cálculo (2,00%), sin que se hayan registrado variaciones significativas en los resultados obtenidos. Por tanto, no se considera necesario incluir el recálculo en el análisis incluido en las páginas anteriores.

El valor de la amortiguación se puede considerar normal. En los registros no se observa ningún comportamiento que pueda considerarse anormal desde el punto de vista de los fenómenos de amplificación dinámica.

9. CONCLUSIONES

9. CONCLUSIONES

De todo lo expuesto en el presente Informe de la Prueba de Carga realizada en la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, destacamos lo siguiente:

- ❑ Se comprobó que las dimensiones principales de la estructura eran coincidentes con lo indicado en los planos de la estructura, así como que estos valores geométricos eran los empleados en la definición de los modelos de cálculo. No existen anomalías que afecten a la capacidad resistente desde el punto de vista dimensional.
- ❑ Durante la inspección no se ha observado ninguna patología que afecte a los niveles de seguridad resistentes de la estructura.
- ❑ Los valores de flecha y deformación unitaria alcanzados han sido inferiores a los valores teóricos calculados. Las magnitudes medidas se consideran correctas y habituales en este tipo de estructuras.
- ❑ Los valores remanentes de flechas y deformaciones han sido inferiores al 15 %, pudiendo afirmarse en consecuencia que el comportamiento de la estructura ha sido esencialmente elástico.
- ❑ Los coeficientes de impacto obtenidos de la relación entre los valores de flecha alcanzados en las pruebas cuasiestáticas y ensayos dinámicos a mayor velocidad, han sido acordes con los obtenidos realizando el estudio en deformaciones, y con los valores previstos, según la IAPF-75 y el análisis dinámico incluido en el Proyecto de Prueba de Carga. Los valores calculados para el factor de amplificación dinámica se consideran correctos y habituales en este tipo de estructuras.
- ❑ Se ha obtenido la frecuencia propia de vibración de cada uno de los vanos de la estructura. Los valores de frecuencia obtenidos son en todos los casos superiores a la prevista en el modelo de teórico, lo cual confirma las medidas registradas tanto en flechas como en deformaciones unitarias, que indican una rigidez real superior a la teórica.

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la Prueba de Carga realizada sobre la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, ha proporcionado resultados satisfactorios, quedando constancia de su capacidad resistente, cumpliendo con los niveles de seguridad exigidos.

Asimismo, la estructura se considera apta para cumplir sus objetivos desde el punto de vista funcional.

El presente documento consta de **SETENTA Y CINCO (75)** páginas numeradas y **OCHO (8)** Anejos sin paginar.

Madrid, Agosto de 2007



Fdo.: Eva María Ruiz Martín
Ingeniero Técnico de Obras Públicas



Fdo.: Juan Manuel García Guerra
Ingeniero de Caminos

ANEJOS

ANEJO N° 1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL ADIF

ANEJO Nº1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL ADIF

La documentación, facilitada a IIC por el ADIF, que ha sido utilizada para la elaboración de Proyecto y el Informe de Prueba de Carga de la **Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01)** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, es la que se ha detallado en el apartado nº 5 del presente documento.

ANEJO N° 2: PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

**CONTRATO DE CONSULTORÍA Y ASISTENCIA
PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE CARGA
PARA LA RECEPCIÓN DE PUENTES DE LA
LINEA DE ALTA VELOCIDAD
MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA.
TRAMO VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA**



PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

**TRAMO: LLEIDA - MARTORELL. SUBTRAMO X α
Viaducto 0.4. Vía 2
49VI01 (Vía-2)**

P.K. Obra: 0+460 Línea: 562+367

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. DATOS DE LA ESTRUCTURA	4
3. JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA	6
4. MEDIDAS A REALIZAR	9
4.1. Sobre flechas.....	10
4.2. Sobre deformaciones unitarias.....	10
4.3. Sobre aceleraciones.....	11
4.4. Otras medidas	11
5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO	12
5.1. Pruebas Estáticas.....	13
5.2. Pruebas Dinámicas	14
6. PREVISIÓN DE RESULTADOS.....	15

ANEJOS

Anejo A: Documentación gráfica utilizada

Anejo B: Evaluación de flechas

Anejo C: Tren de cargas y situación de los aparatos de medida

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la ITPF-05: "*Instrucción sobre las Inspecciones Técnicas en los Puentes de Ferrocarril*", se deben realizar las correspondientes pruebas de carga estáticas y dinámicas en los puentes de ferrocarril que se proyectan y construyen, previamente a la puesta en servicio de los mismos. De esta forma se verifica si los parámetros de comportamiento son correctos y ajustados a los previstos según el modelo teórico de cálculo empleado en el Proyecto de la estructura.

A instancia del ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (ADIF), INGENIERÍA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL (IIC, S.A), redacta el presente documento, cuyo objeto es la descripción y definición de los trabajos y procedimientos para la prueba de carga definitiva previa a la puesta en servicio de la estructura del **Viaducto 0.4** de la "Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza - Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a".

La elaboración del presente documento se inscribe dentro del marco del contrato de "Consultoría y Asistencia para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Vilafranca del Penedés - Barcelona" (Expediente: AV 004/06) suscrito con el ADIF por la UTE PC ADIF VILAFRANCA.

2. DATOS DE LA ESTRUCTURA

2. DATOS DE LA ESTRUCTURA

A continuación se describen las principales características de la estructura del “Viaducto 0.4” de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell, Subtramo X-a, de acuerdo con la documentación facilitada a IIC y con la Inspección Previa realizada.

El viaducto está constituido por un tablero doble de hormigón pretensado con un esquema longitudinal de dos vanos hiperestáticos de 33,0 + 33,0 m de luz, siendo la longitud total de 66,0 m.

La planta de la estructura es recta. El ancho total de la losa de compresión de cada tablero es de 7,00 m, y está preparada para el paso de una vía de alta velocidad de ancho internacional.

Cada tablero está formado por una viga artesa pretensada (HP-50/B/17/IIb) de 1,90 m de canto, sobre la que se apoya una losa de compresión ejecutada in situ (HA-30/F/20/IIb), de 0,30 m de espesor medio.

Estructura	Tipo de Estructura	Nº de vanos	Luz (m)	P.K. Obra	P.K. Línea
Viaducto 0.4	Viaducto doble	2	33,0 + 33,0	0+460	562+367

En el *Anejo A* se incluyen los planos de la estructura.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA

3. JUSTIFICACIÓN DE LA CARGA DE PRUEBA

Para la ejecución del ensayo será necesario que se proporcionen, para la reproducción de los estados de sollicitación previstos en el presente Proyecto de Prueba de Carga, **UNA (1) locomotora** (dos bogies de tres ejes; peso total 1200 kN) y **UNA (1) tolva** (cuatro ejes; peso total 800 kN).

En el *Anejo C* se ha incluido un croquis en el que se definen las características geométricas y la distribución de pesos de las composiciones, así como un esquema referente al posicionamiento de las mismas sobre la estructura durante la realización de la prueba.

La distribución de cargas se realizará de tal forma que se produzcan momentos flectores que permitan alcanzar los porcentajes de sollicitación requeridos respecto a momentos de sobrecarga de cálculo en Proyecto, según las *“Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”* de 1975 y los criterios que marcan las *“Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera”* de 1998. Para los estados de carga definidos se ha calculado el momento flector positivo en la sección central de cada vano y el momento flector negativo en las secciones de apoyo en pila comparándolos con los obtenidos como resultado de aplicar las sobrecargas de uso indicadas en la memoria del anejo de cálculo del proyecto de la estructura.

Con las disposiciones de carga recogidas en el *Anejo C* se ha realizado el cálculo de la estructura (ver *Anejo B*), obteniendo a partir del mismo los valores esperados para las medidas que se realizarán durante el ensayo.

Del cálculo de la estructura sometida a los estados de carga definidos para la prueba, se obtiene que la zona más solicitada a momento flector positivo se encuentra en la sección central de cada vano y a momento flector negativo en las secciones de apoyo en pila. Considerando solamente los momentos de sollicitación producidos por las sobrecargas de prueba, se obtiene:

	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV (33,0 m)	14.775	4.882	33,0%
Apoyo pila	-17.524	-5.464	31,2%

Si se consideran, además, los momentos flectores producidos por las cargas permanentes, se obtendrán:

	Mom. CP en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Proyecto (kN m)	Mom. Total en Proyecto (kN m)	Mom. SC en Prueba (kN m)	Mom. Total en prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV (33,0 m)	13.340	14.775	28.115	4.882	18.222	64,8%
Apoyo pila	-23.822	-17.524	-41.346	-5.464	-29.285	70,8%

4. MEDIDAS A REALIZAR

4. MEDIDAS A REALIZAR

Los puntos de la estructura que se instrumentarán durante la prueba, y en los que se efectuarán medidas, quedan reflejados en el croquis que se incluye en el *Anejo C* del presente documento.

4.1. SOBRE FLECHAS

Se tiene previsto el control de desplazamientos en los siguientes puntos:

Flecha en L/2	Descenso en apoyos
2 puntos / vano	2 puntos / apoyo

Para la medida de flechas se dispondrán transductores de desplazamiento tipo ménsula, basados en bandas extensométricas de 10 mm de longitud activa. Estos elementos, colocados normalmente sobre trípodes situados en el terreno bajo la estructura, se unen con el punto cuyo desplazamiento se desea medir mediante un hilo de acero.

Mediante estos dispositivos se realizan mediciones tanto durante las pruebas estáticas como en las dinámicas.

4.2. SOBRE DEFORMACIONES UNITARIAS

Se tiene previsto el control de deformaciones unitarias o tensiones en los siguientes puntos:

Deformaciones unitarias en L/2
2 puntos / vano

Las deformaciones unitarias, se medirán mediante bandas extensométricas, que una vez pegadas sobre la superficie de hormigón, previa preparación de la misma, se dejarán convenientemente protegidas.

Mediante estos dispositivos se realizan mediciones tanto durante las pruebas estáticas como en las dinámicas.

4.3. SOBRE ACELERACIONES

Con la finalidad de determinar la frecuencia propia de vibración de la estructura se instalará un sismómetro o un acelerómetro en la sección central de cada uno de los vanos de la estructura, para la medida de velocidades o aceleraciones de vibración durante las pruebas dinámicas de frenado.

4.4. OTRAS MEDIDAS

Durante la realización de los ensayos de prueba de carga sobre la estructura, y para cada prueba y estado de carga, se procederá al registro de la humedad relativa y temperatura ambiente, al principio y al final de cada estado.

5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

5. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

5.1. PRUEBAS ESTÁTICAS

Las medidas se realizarán de acuerdo con las siguientes fases:

- I. Toma de valores iniciales de las medidas.
- II. Situación de la composición (locomotora + tolva) dentro del vano a probar, con la posición indicada en el Croquis de Carga incluido en el Anejo C de este documento.
- III. Estabilización de las medidas. Se realizarán medidas continuas hasta comprobar que se ha alcanzado la estabilización de las lecturas. El tiempo de mantenimiento de las cargas no será inferior a 10 minutos.
- IV. Descarga de la estructura, haciendo circular los trenes hasta salir completamente del vano a probar.
- V. Medidas de recuperación. Se realizarán medidas continuas con el puente descargado hasta alcanzar la estabilización de las lecturas, y una recuperación mínima del 85 % en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga dentro del vano en la fase III.

En cada tablero de la estructura del “Viaducto 0.4sa” de la L.A.V. Madrid – Zaragoza - Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell, Subtramo X-a, se realizarán **TRES (3)** pruebas estáticas con el fin de alcanzar la sollicitación de momento flector positivo en sección a L/2 de cada uno de los vanos y de momento flector negativo en la sección de apoyo de las pilas de la estructura.

5.2. PRUEBAS DINÁMICAS

Se realizarán **CUATRO (4)** tipos de pruebas dinámicas sobre cada uno de los vanos a ensayar de la estructura. Consistirán en los siguientes ensayos:

- ❑ Ensayo dinámico nº 1: Paso de una composición circulando sobre la estructura a una velocidad constante menor o igual a 5 km/h (*ensayo cuasiestático*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 2: Paso de una composición sobre la estructura circulando a una velocidad media constante de aproximadamente 30 km/h (*ensayo a velocidad media*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 3: Paso de una composición sobre la estructura circulando a la máxima velocidad constante (≥ 80 km/h) que sea posible alcanzar, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra (*ensayo a máxima velocidad*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 4: Paso de una composición sobre la estructura circulando a la máxima velocidad constante que sea posible alcanzar, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra, efectuando el frenado en la sección central de la estructura (*ensayo de frenado*).

6. PREVISIÓN DE RESULTADOS

6. PREVISIÓN DE RESULTADOS

En el Anejo B se incluyen los cálculos justificativos realizados para evaluar las flechas, deformaciones unitarias, coeficientes de impacto y frecuencias propias de vibración previstas durante la realización de la prueba de carga. Para el cálculo se ha empleado un programa de estructuras basado en el método de los elementos finitos.

En el proceso de cálculo existen tres fases operativas: la introducción de datos (inputs) al programa, la resolución mediante un sistema de ecuaciones y la salida (outputs) y análisis de resultados.

La operación de cálculo comienza con la discretización geométrica de la estructura. Ello lleva consigo la definición de cada uno de los elementos estructurales en cuanto a dimensiones y características mecánicas. Al mismo tiempo, se requiere la localización de cada punto o nodo de la estructura discretizada en el espacio, eligiendo para ello unos ejes de coordenadas locales para cada uno de los elementos finitos definidos, con la finalidad de conocer las direcciones y sentidos de actuación de los esfuerzos sobre cada uno de ellos.

Una vez introducida en el programa la geometría de la estructura, se definen las cargas actuantes y condiciones de contorno, de modo que mediante la resolución de un sistema de ecuaciones de la forma de $\text{Carga} = \text{Rigidez} \times \text{Desplazamiento}$, se obtienen los movimientos en cada uno de los nodos discretizados de la estructura, y por retrosustitución se calculan los esfuerzos actuantes en los elementos definidos.

Estas operaciones son realizadas de forma automática por el programa de cálculo de estructuras por elementos finitos SAP90 (CSI, Inc., Berkeley). Es un programa desarrollado en FORTRAN y diseñado para ser usado en entorno operativo MS-DOS. Todas las operaciones numéricas son desarrolladas con la precisión de 64 bits y permite llevar a cabo un análisis de comportamiento no solo estático, sino también dinámico.

En nuestro caso, para la obtención de las flechas, deformaciones unitarias, coeficientes de impacto y frecuencias propias de vibración y para la evaluación de los momentos de sollicitación, se ha optado por el desarrollo de un modelo unidimensional (*modelo viga*), formado por elementos barra unidimensionales. En los cálculos se ha empleado un módulo instantáneo de deformación de 38.709 N/mm^2 . El módulo de deformación se ha calculado de acuerdo a la información del Anejo de Cálculo del Proyecto de la estructura y a las consideraciones referidas en el Artículo 39.6 de la

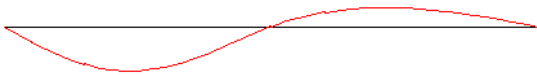
EHE-98 “Instrucción de Hormigón Estructural”. En el modelo se han considerado secciones resistentes no fisuradas.

En la salida impresa del cálculo mecanizado figuran las características geométricas y elásticas de la estructura discretizada, así como las acciones actuantes sobre los distintos nodos. El cálculo realizado presenta una primera parte de carácter estático para la obtención de los valores previstos en los estados de sollicitación a reproducir, y una segunda parte dinámica para la obtención de los coeficientes de impacto y las frecuencias propias de vibración de la estructura.

- **Flechas y deformaciones unitarias**

Los valores de flechas y deformaciones unitarias esperados, para cada una de las hipótesis de carga considerada, son los recogidos en las siguientes tablas (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción):

Hipótesis 4: Momento positivo en vano 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-5,83	75
2	L/2	-2,03	-25

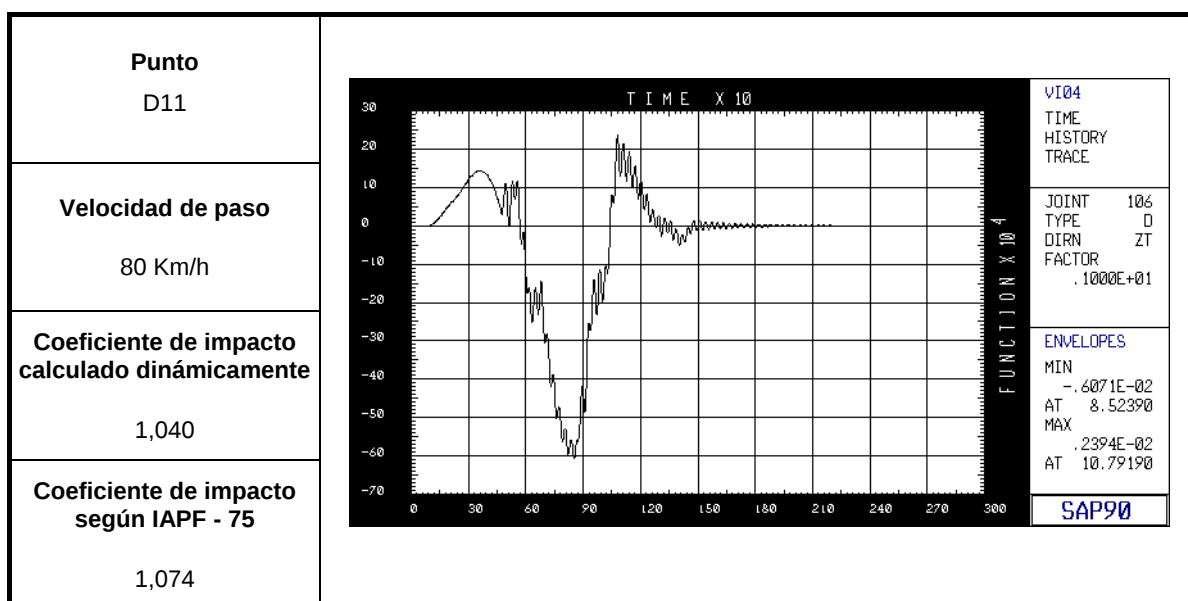
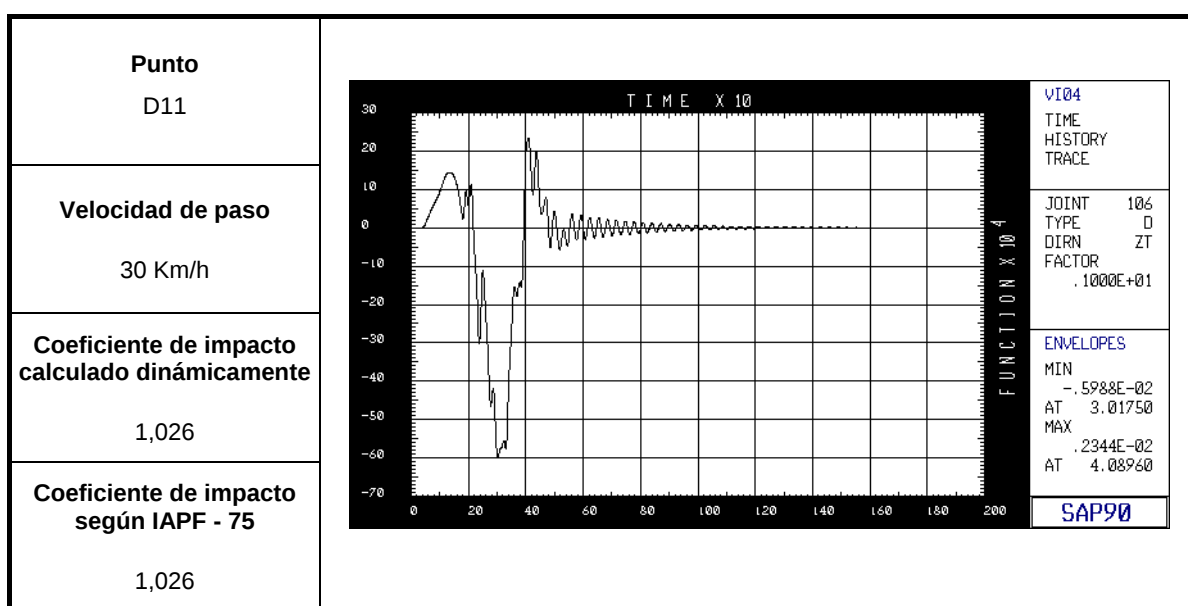
Hipótesis de Cálculo 4: Momento positivo en vano 1	
Composición en vía 1	

Hipótesis 5: Momento negativo en pila 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-1,76	31
2	L/2	-3,11	58

Hipótesis de Cálculo 5: Momento negativo en pila 1	
Composición en vía 1	

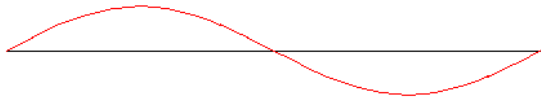
- Coeficientes de impacto**

A continuación se incluyen los valores de los coeficientes de impacto de la estructura, calculados a partir de las flechas de la sección central del vano 1 (punto D11) para el paso de la circulación a velocidad media (30 km/h) y a velocidad máxima (80 km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %. A su vez, el valor teórico obtenido del cálculo anterior se compara con el calculado según la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de 1975.

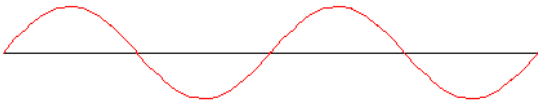


- **Frecuencias y modos propios de vibración**

El cálculo de las frecuencias de los tres primeros modos de vibración libre de la estructura, presenta los siguientes valores previstos:

Primer Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 3,24 Hz	
Periodo 0,309 sg	

Segundo Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 5,05 Hz	
Periodo 0,198 sg	

Tercer Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 12,94 Hz	
Periodo 0,077 sg	

El presente documento consta de **VEINTIDOS (22)** páginas numeradas y de **TRES (3)** Anejos sin paginar.

Madrid, Julio de 2007

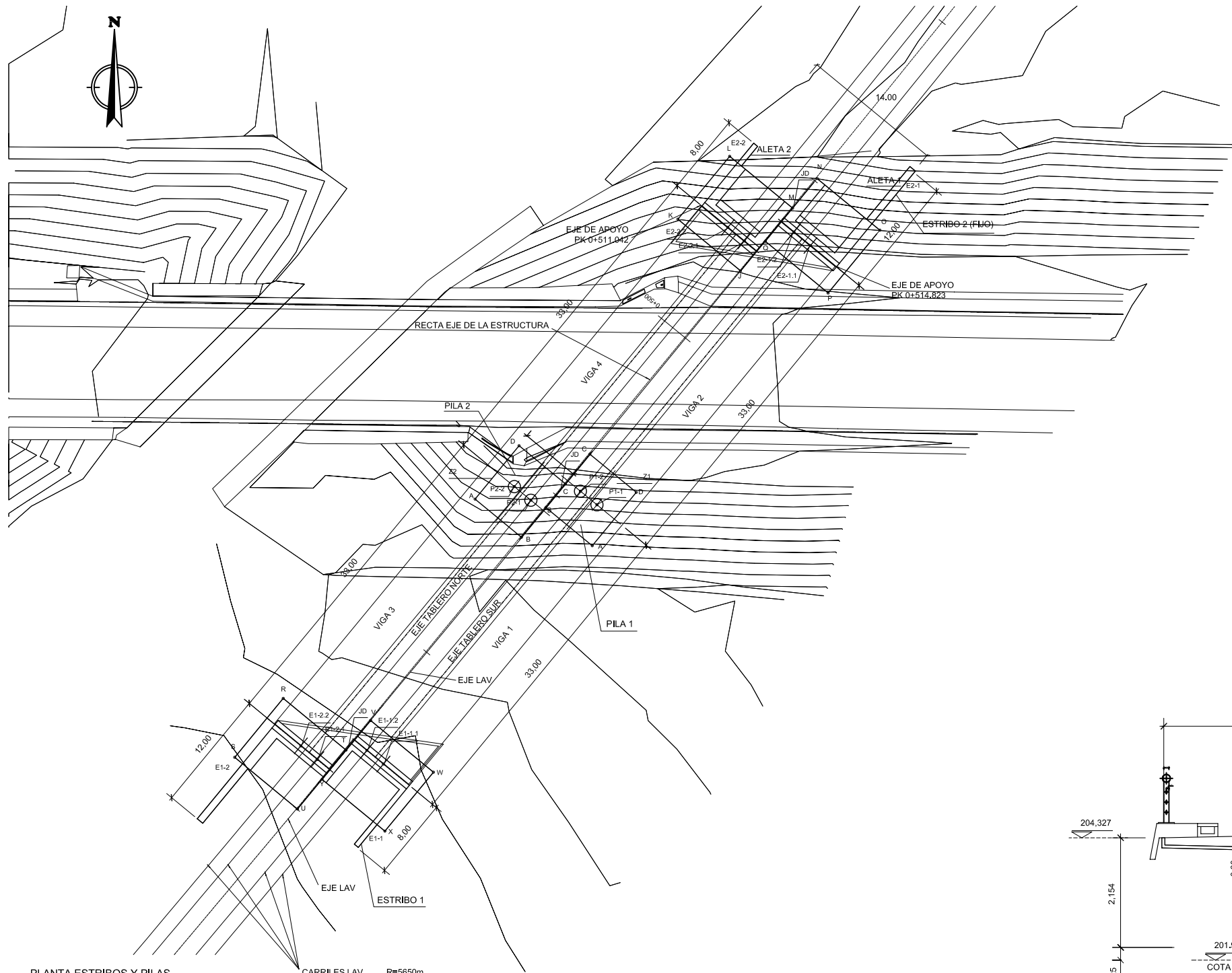
Por la Oficina Técnica de IIC, S.A.



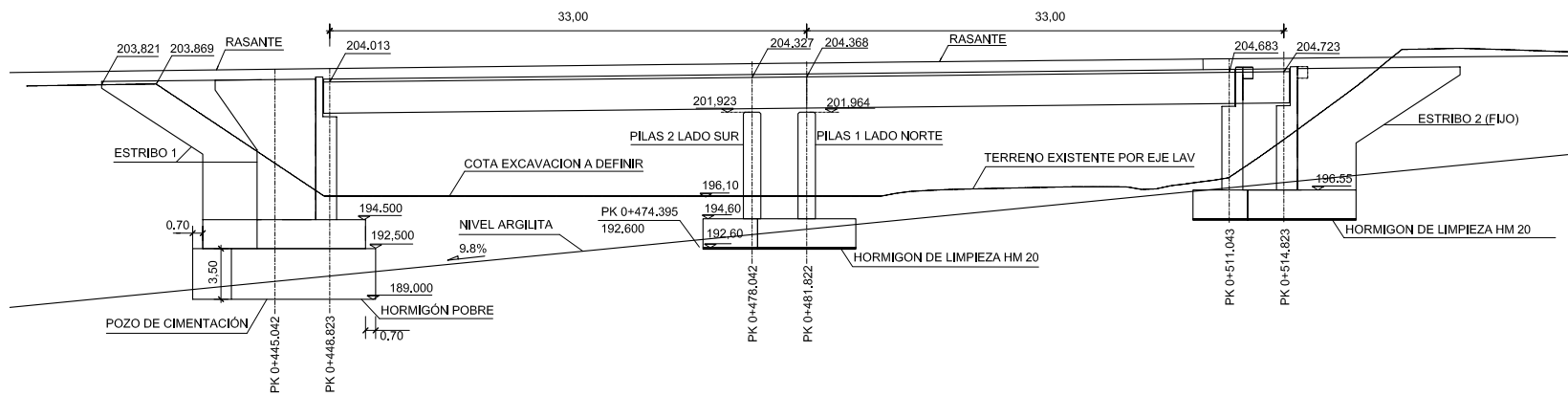
Fdo.: Juan Manuel García
Ingeniero de Caminos

ANEJOS

ANEJO A: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA UTILIZADA



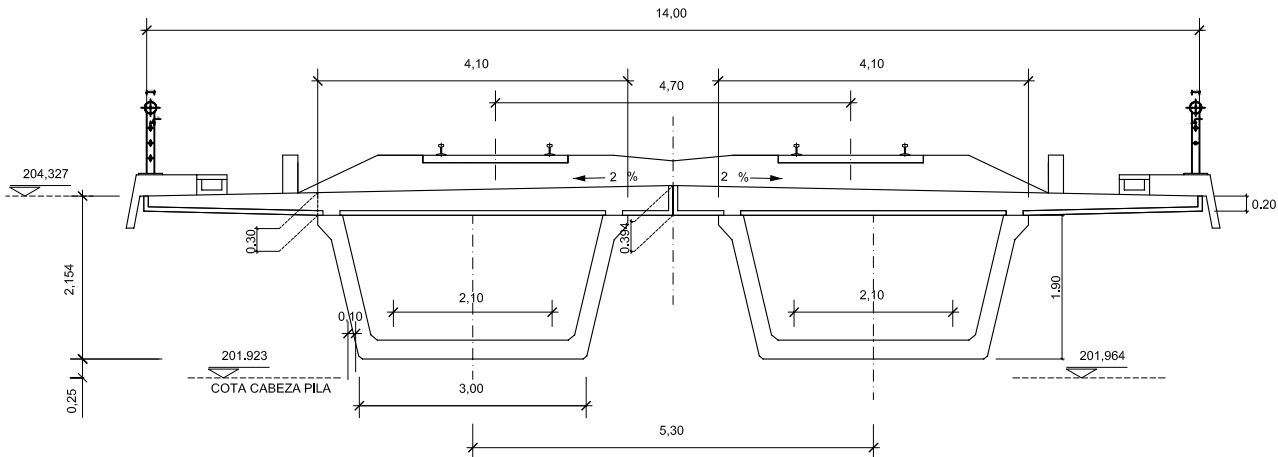
PLANTA ESTRIBOS Y PILAS
ESCALA 1:500



PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA 1:500

CUADRO DE COORDENADAS REPLANTEO		
	X	Y
E1-1.1	390.816,314	4.576.836,036
E1-1.2	390.814,693	4.576.837,371
E1-2.1	390.809,819	4.576.836,486
E1-2.2	390.808,198	4.576.837,821
P1-1	390.837,291	4.576.861,511
P1-2	390.835,670	4.576.862,846
Z1-A	390.836,828	4.576.857,488
Z1-B	390.832,273	4.576.861,238
Z1-C	390.836,596	4.576.866,488
Z1-D	390.841,150	4.576.862,737
P2-1	390.830,796	4.576.861,961
P2-2	390.829,175	4.576.863,296
Z2-A	390.825,315	4.576.862,070
Z2-B	390.829,870	4.576.858,319
Z2-C	390.834,192	4.576.863,569
Z2-D	390.829,638	4.576.867,319
E2-1.1	390.858,267	4.576.886,986
E2-1.2	390.856,646	4.576.888,321
E2-2.1	390.851,772	4.576.887,436
E2-2.2	390.850,151	4.576.888,771

E1-R	390.806,470	4.576.842,488
E1-S	390.850,151	4.576.836,698
E1-T	390.812,638	4.576.837,408
E1-U	390.807,870	4.576.831,619
E1-V	390.815,058	4.576.840,315
E1-W	390.821,225	4.576.835,235
E1-X	390.816,457	4.576.829,446
E1-Y	390.810,274	4.576.834,538
E2-J	390.851,410	4.576.884,496
E2-K	390.845,242	4.576.889,575
E2-L	390.850,328	4.576.895,750
E2-M	390.856,511	4.576.890,658
E2-N	390.858,915	4.576.893,577
E2-O	390.865,083	4.576.888,498
E2-P	390.859,997	4.576.882,323
E2-Q	390.853,830	4.576.887,402



SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO
ESCALA 1:100



TITULO: MODIFICACIÓN Nº 1 DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO
"L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA"
TRAMO: LLEIDA - MARTORELL
SUBTRAMO X-A

EL INGENIERO AUTOR DE
LA MODIFICACIÓN Nº1:

Fdo: LUIS PÉREZ FABREGAT

CONFORME EL CONTRATISTA:

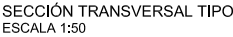
Fdo: FÉLIX NOLLA I MAGRIÑA

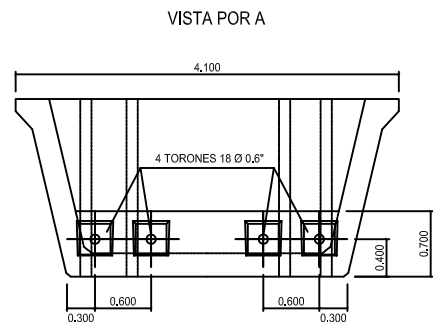
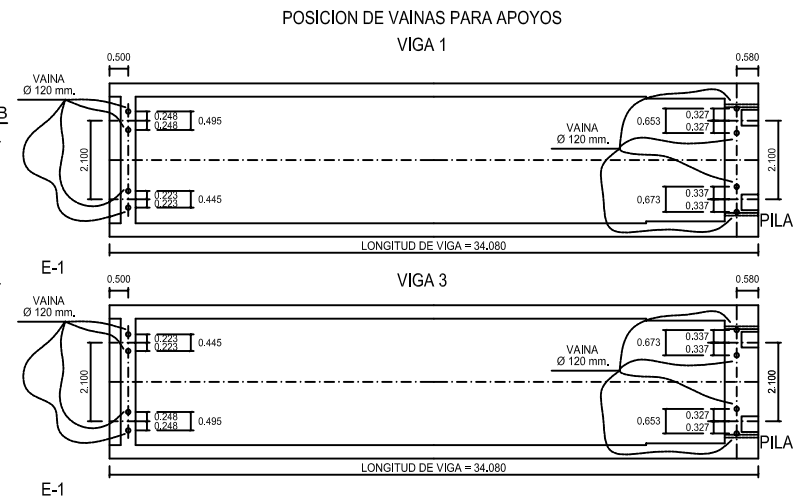
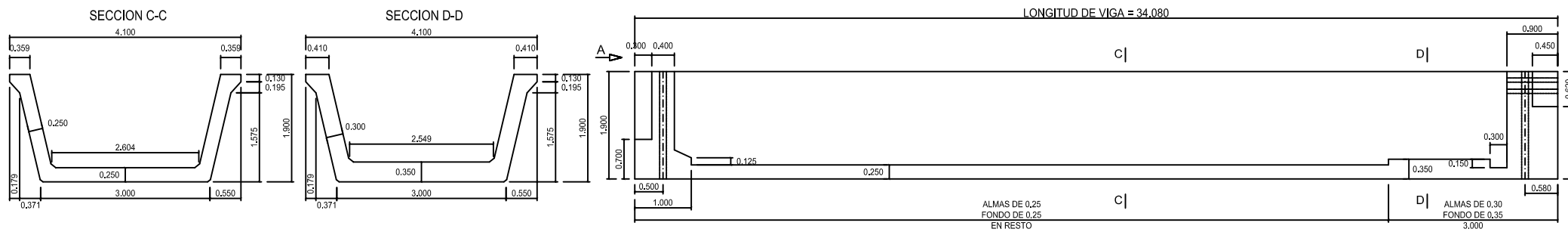
ESCALA:
1:500
1:100
Numérica Gráfica
0 5 10 m.
0 1 2 m.

FECHA:
MARZO 2004

TITULO DEL PLANO:
VIADUCTO VTO.-0.4
PLANTA GENERAL

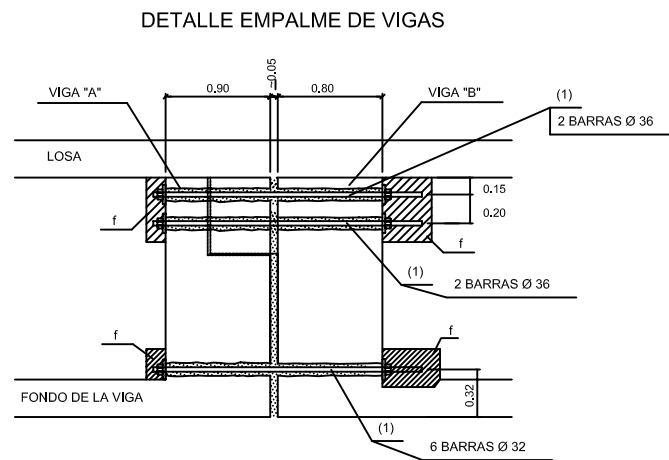
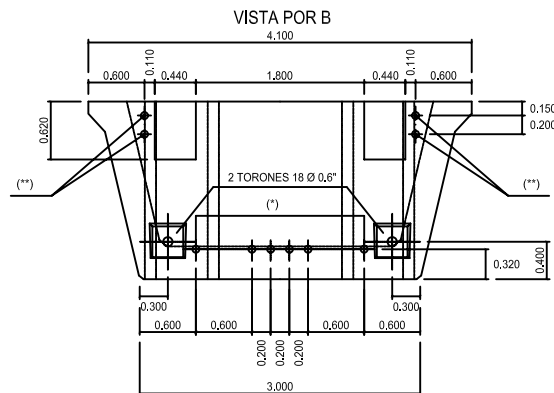
Nº DE PLANO:
PM-2.9.8
Hoja 1 de 12





(**) - 2 vainas Ø 75 mm, para paso de barras macalloy Ø 36 mm, tesadas a 73,4 Tn.

(*) - 6 vainas Ø 75 mm, para paso de barras macalloy Ø 32 mm, tesadas a 58,1 Tn.

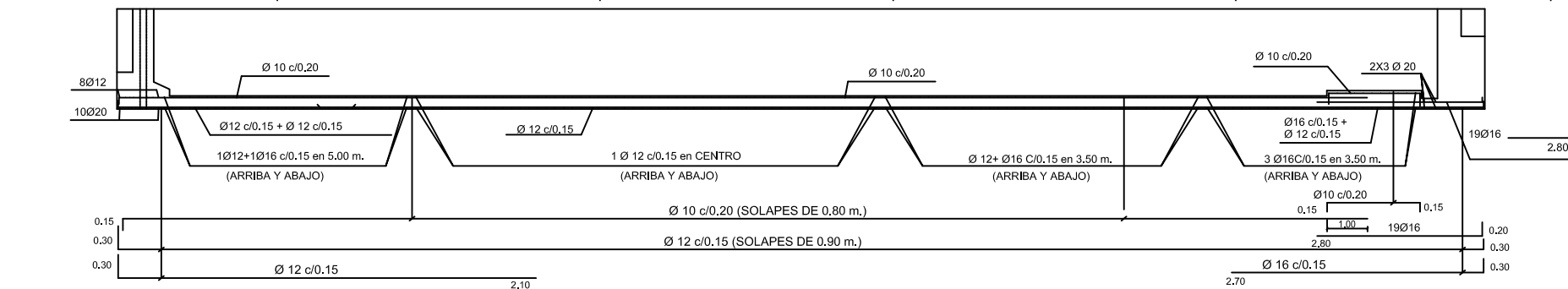
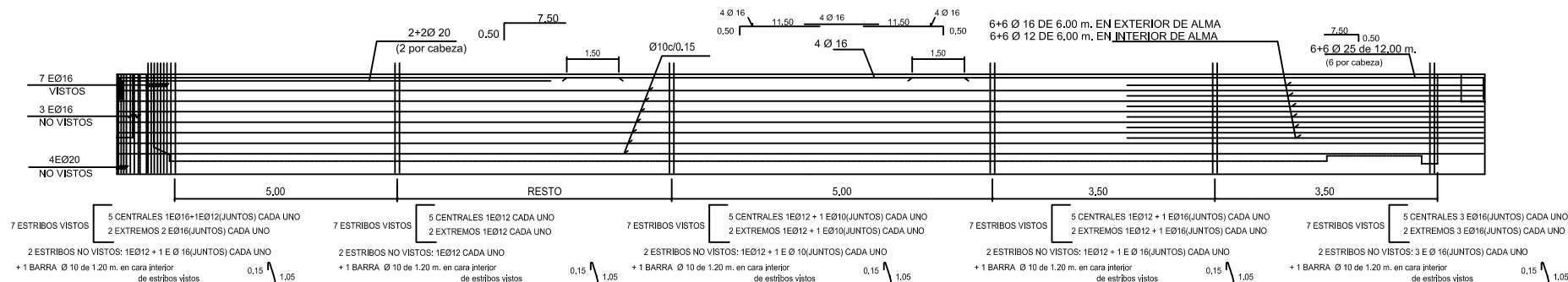


SECCION B-B - ARMADURA PASIVA

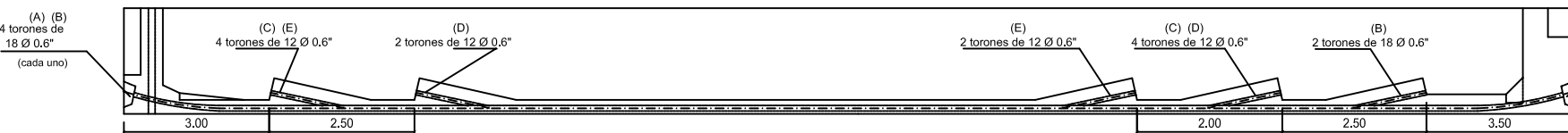
PROGRAMA PARA EJECUCION DE EMPALMES

- a - Montaje de piezas prefabricadas
- b - Colocación de barras enfundadas MACALLOY (1)
- c - Aprlete de ajuste
- d - Relleno de bettgrout en la junta
- e - A las 24 horas aprlete con gato al 70% de la carga de rotura
- Ø 32 mm.-anclaje 125x125 mm.-se aprleta con 58Tn.-rotura 83Tn.
- Ø 40 mm.-anclaje 150x150 mm.-se aprleta con 91Tn.-rotura 130Tn.
- Ø 36 mm.-anclaje 140x140 mm.-se aprleta con 73 Tn.-rotura 105Tn.
- f - Hormigonado de cajas de protección de anclaje con bettgrout o similar
- g - Hormigonado de la losa con su ferralla

NOTA: EL CONTROL DEL TESADO DE BARRAS SE REALIZARA MEDIANTE DOBLE MANOMETRO DEBIDO A LA PEQUEÑA LONGITUD DE LAS BARRAS.

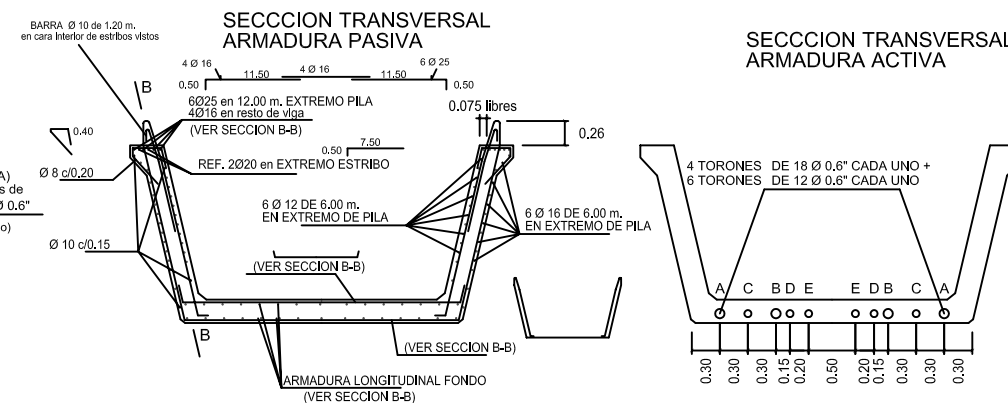


SECCION LONGITUDINAL - ARMADURA ACTIVA



ESTRIBOS VISTOS Y NO VISTOS

CUADRO DE ESPECIFICACIONES								
ELEMENTO	TIPO	HORMIGON			ACERO EN ARMADURAS			
		RESISTENCIA	CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL	TIPO	RESISTENCIA	CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL
FUSTES PILAS Y ESTRIBOS	HA-40/F/20/1b	$f_{yk} \geq 40N/mm^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500N/mm^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
ZAPATAS	HA-40/B/20/1a	$f_{yk} \geq 40N/mm^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500N/mm^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
LOSAS	HP-30/F/20/1a	$f_{yk} \geq 30N/mm^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500N/mm^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
VIGA	HP-50/B/17/1a	$f_{yk} \geq 50N/mm^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500N/mm^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
PRELOSA	HA-40/B/17/1a	$f_{yk} \geq 40N/mm^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500N/mm^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
HORMIGON DE LIMPIEZA	H14-20	CONTROL DE EJECUCION : NORMAL						



TITULO: MODIFICACIÓN Nº 1 DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO "L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA" TRAMO: LLEIDA - MARTORELL SUBTRAMO X-A

EL INGENIERO AUTOR DE LA MODIFICACIÓN Nº1: Fdo: LUIS PÉREZ FABREGAT

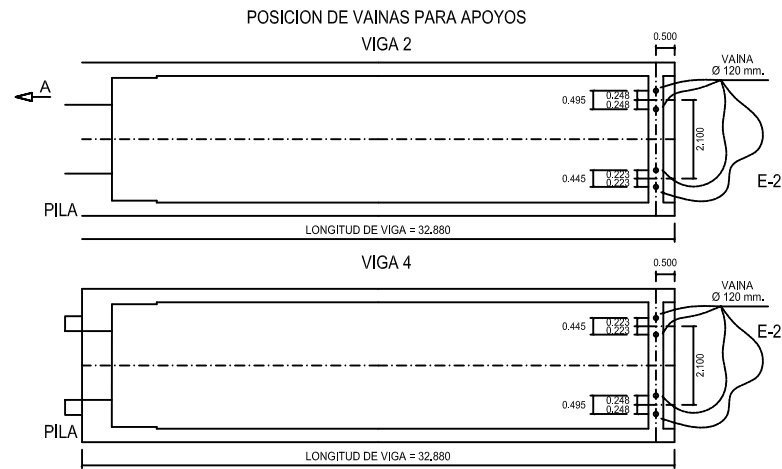
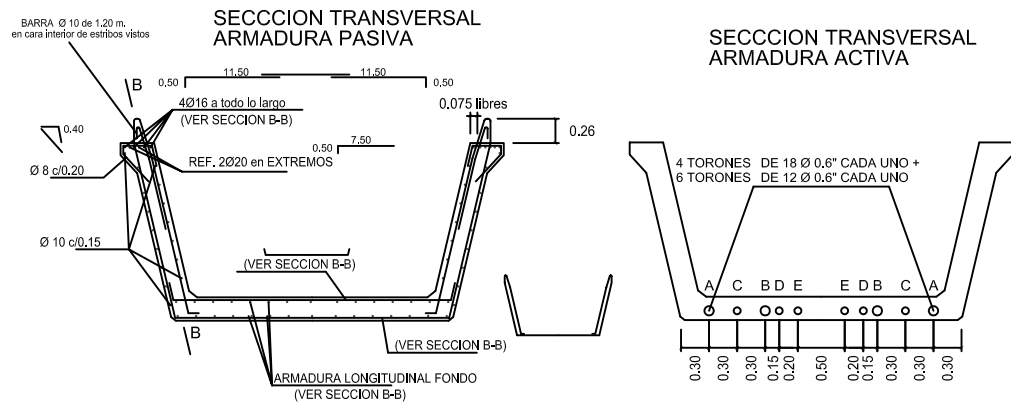
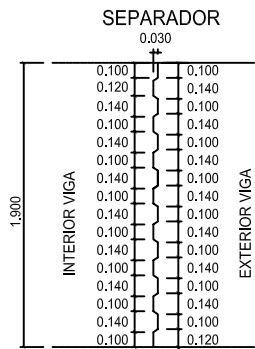
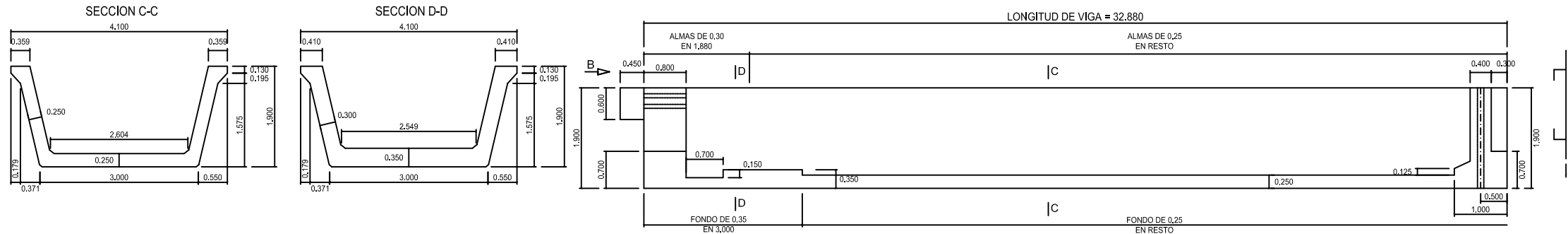
CONFORME EL CONTRATISTA: Fdo: FÉLIX NOLLA I MAGRIÑA

ESCALA: 1:100
Numérica Gráfica

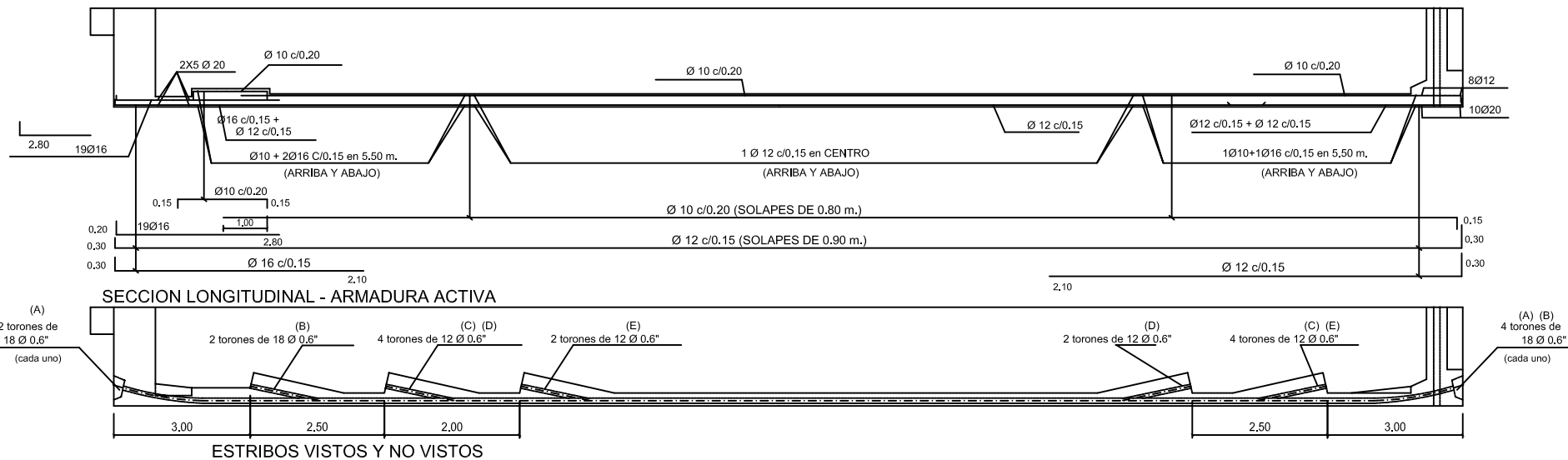
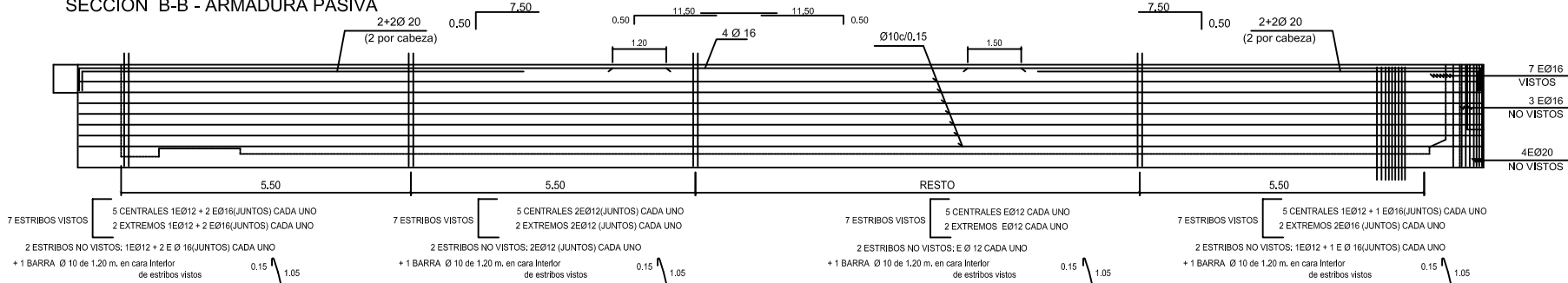
FECHA: MARZO 2004

TITULO DEL PLANO: VIADUCTO VTO.-0.4 DEFINICIÓN DE VIGAS 1 Y 3

Nº DE PLANO: PM-2.9.8
Hoja 7 de 12



SECCION B-B - ARMADURA PASIVA



CARACTERISTICAS DE LOS CABLES

Tipo de Cable	Area Neta del Acero	Peso por metro
Compuesto por 12 cordones de 0,6"	1.680 mm ²	13,80 Kg/m.
Compuesto por 18 cordones de 0,6"	2.520 mm ²	20,70 Kg/m.

CARACTERISTICAS DEL ACERO

Tensión Garantizada de Rotura	Tensión mínima al 0,2 %	Relajacion maxima a las 1.000 horas
190 Kg/mm. ²	170 Kg/mm. ²	2 %

Valores considerados en el calculo de las pérdidas de tensiones de las armaduras activas :

- Coeficiente de Rozamiento en curva $\mu = 0,20$
- Coeficiente de Rozamiento paralelo $k = 0,005$
- Penetracion en cunhas < 4 mm.
- Las vainas seran corrugadas estancias de y 0,4 mm. como mínimo de espesor
- El Esfuerzo Inicial de tesado sera de por cable, medido detras del anclaje.
- No se iniciara la puesta hasta que el hormigonado de la viga alcance una resistencia característica superior a 400 Kg/cm.²
- Todo lo que no se indica explícitamente en los planos, se regira por la EHE

CUADRO DE ESPECIFICACIONES

CUADRO DE ESPECIFICACIONES								
MATERIAL		HORMIGON			ACERO EN ARMADURAS			
ELEMENTO	TIPO	RESISTENCIA	CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL	TIPO	RESISTENCIA	CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL
FUSTES PILAS Y ESTRIBOS	HA-40/F/20/IIb	$f_{yk} \geq 40\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
ZAPATAS	HA-40/B/20/IIa	$f_{yk} \geq 40\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
LOSA	HP-30/F/20/IIa	$f_{yk} \geq 30\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
VIGA	HP-50/B/17/IIa	$f_{yk} \geq 50\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
PRELOSA	HA-40/B/17/IIa	$f_{yk} \geq 40\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
HORMIGON DE LIMPIEZA	HM-20	CONTROL DE EJECUCION : NORMAL						



TITULO: MODIFICACIÓN Nº 1 DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO "L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA" TRAMO: LLEIDA - MARTORELL SUBTRAMO X-A

EL INGENIERO AUTOR DE LA MODIFICACIÓN Nº1:
Fdo: LUIS PÉREZ FABREGAT

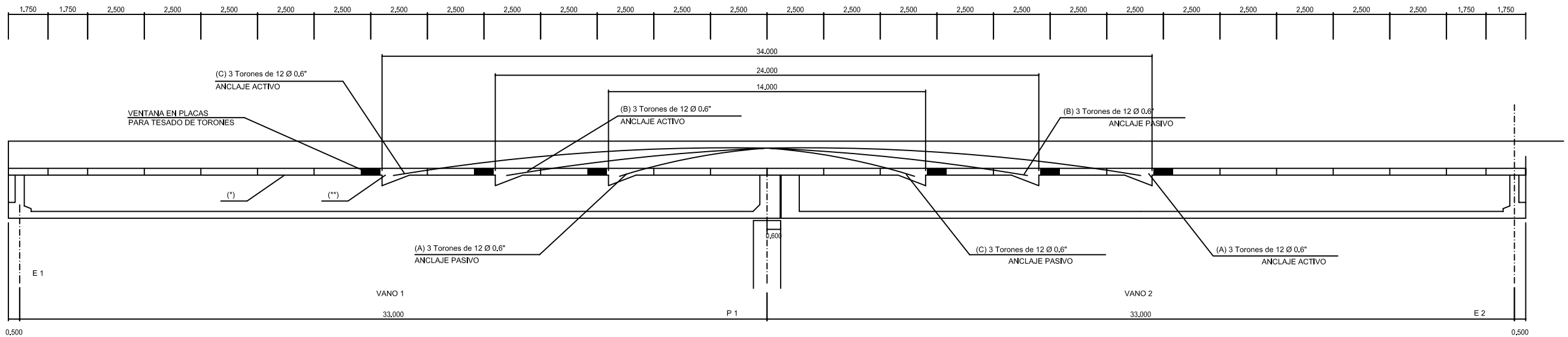
CONFORME EL CONTRATISTA:
Fdo: FÉLIX NOLLA I MAGRIÑA

ESCALA: 1:100
Numérica Gráfica

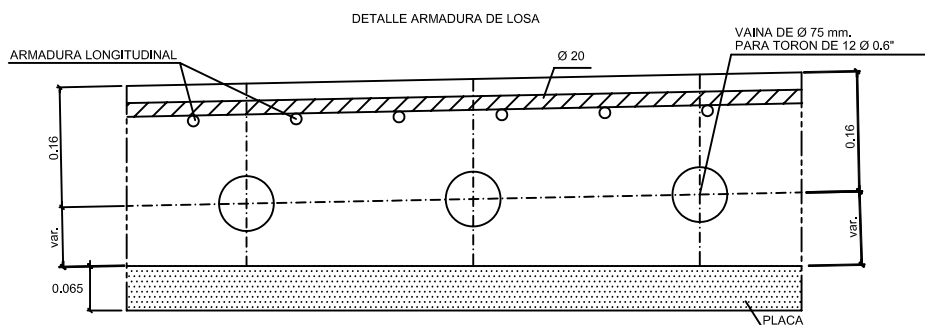
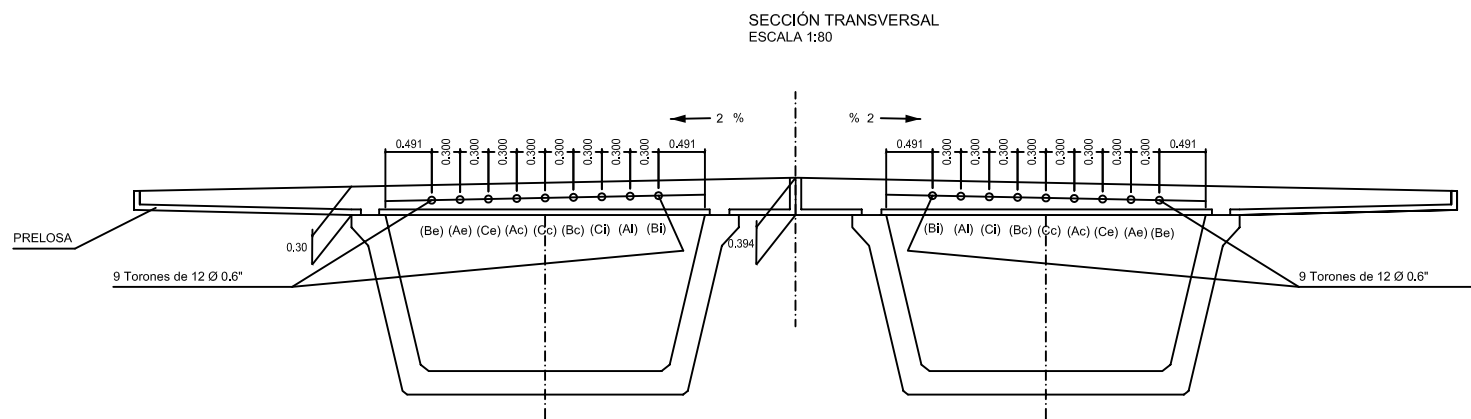
FECHA: MARZO 2004

TITULO DEL PLANO: VIADUCTO VTO.-0.4 DEFINICIÓN DE VIGAS 2 Y 4

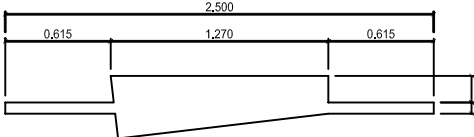
Nº DE PLANO: PM-2.9.8
Hoja 8 de 12



DEFINICIÓN ARMADURA ACTIVA EN LOSA (POR TABLERO)
ESCALA 1:200



PLACA NERVADA AUTOPORTANTE
CON ANCLAJES DE POSTESADO INCORPORADOS



ORDEN DE TESADO	TORONES
1	B central (Bc)
2	B interior (Bi)
3	B exterior (Be)
4	A central (Ac)
5	A interior (Ai)
6	A exterior (Ae)
7	C central (Cc)
8	C interior (Ci)
9	C exterior (Ce)

CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES		
Tipo de Cable	Area Neta del Acero	Peso por metro
Compuesto por 12 cordones de 0,6"	1,680 mm ²	13,80 Kg/m.
CARACTERÍSTICAS DEL ACERO		
Tension Garantizada de Rotura	Tension mínima al 0,2 %	Relajación máxima a las 1.000 horas
190 Kg/mm ²	170 Kg/mm ²	2 %
Valores considerados en el cálculo de las pérdidas de tensiones de las armaduras activas :		
- Coeficiente de Rozamiento en curva u = 0,20		
- Coeficiente de Rozamiento paralelo k = 0,005		
- Penetración en cuñas < 4mm.		
- Las vainas serán corrugadas estancias de Ø 75 mm. y 0,4 mm. como mínimo de espesor.		
- El Esfuerzo Inicial de tesado sera de 249 Tn. por cable, medido detrás del anclaje.		
- Todo lo que no se indica explícitamente en los planos, se regirá por la EHE		
NOTAS :		
- Los recubrimientos y las longitudes de solape serán las correspondientes indicadas en la EHE.		

CUADRO DE ESPECIFICACIONES								
MATERIAL	HORMIGÓN				ACERO EN ARMADURAS			
ELEMENTO	TIPO	RESISTENCIA	CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL	TIPO	RESISTENCIA	CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL
FUSTES PILAS Y ESTRIBOS	HA-40/F/20/IIIb	$f_{yk} \geq 40\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
ZAPATAS	HA-40/B/20/IIa	$f_{yk} \geq 40\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
LOSA	HP-30/F/20/IIa	$f_{yk} \geq 30\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
VIGA	HP-50/B/17/IIa	$f_{yk} \geq 50\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
PRELOSA	HA-40/B/17/IIa	$f_{yk} \geq 40\text{N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
HORMIGÓN DE LIMPIEZA	HM-20	CONTROL DE EJECUCIÓN : NORMAL						



TÍTULO: MODIFICACIÓN Nº 1 DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO
"L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA"
TRAMO: LLEIDA - MARTORELL
SUBTRAMO X-A

EL INGENIERO AUTOR DE LA MODIFICACIÓN Nº1:
Fdo: LUIS PÉREZ FABREGAT

CONFORME EL CONTRATISTA:
Fdo: FÉLIX NOLLA I MAGRIÑA

ESCALA:
1:80
1:200
Numérica
Gráfica
0 0,8 1,6 m.
0 2 4 m.

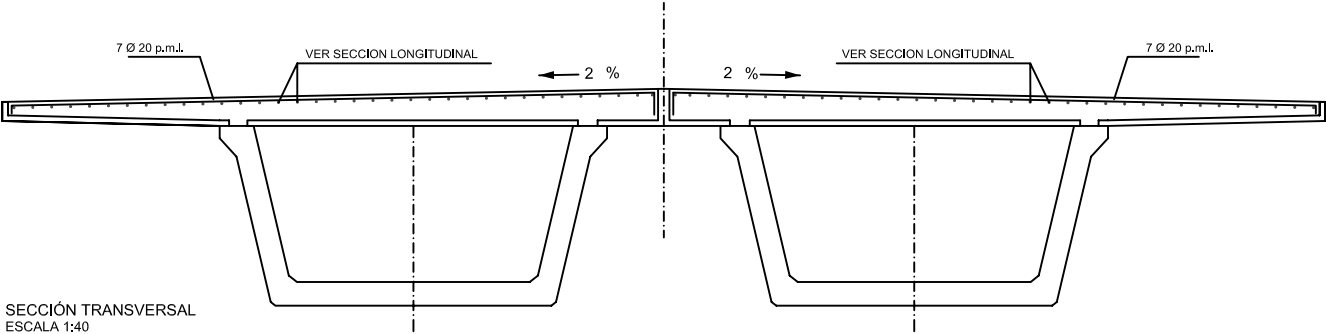
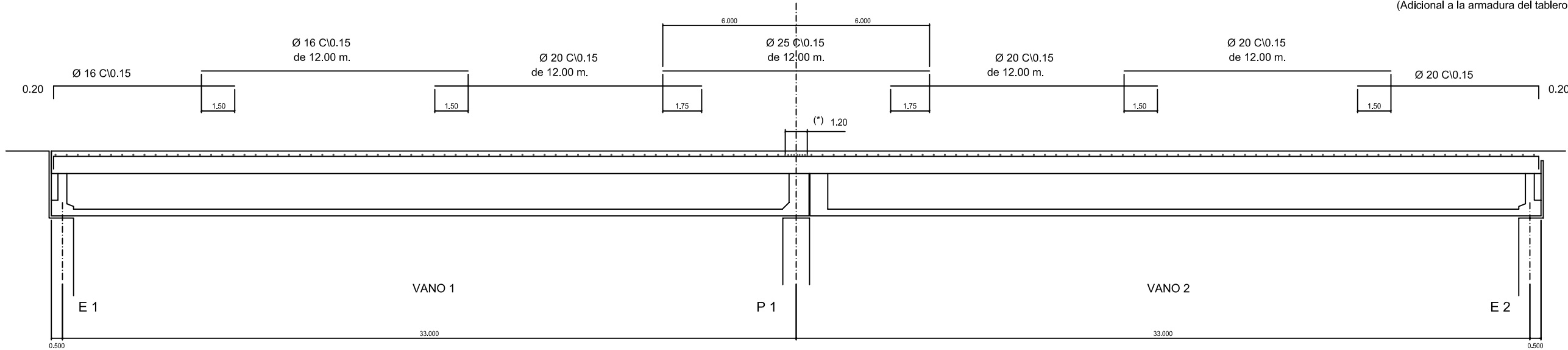
FECHA:
MARZO 2004

TÍTULO DEL PLANO: VIADUCTO VTO.-0.4
ARMADURA ACTIVA DE LOSA

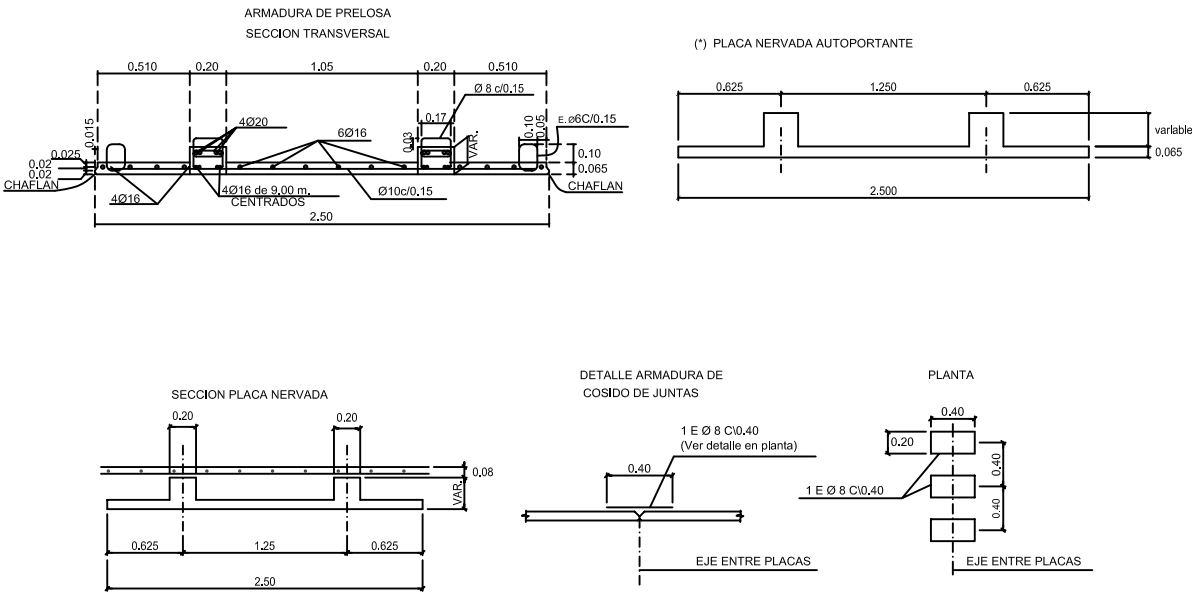
Nº DE PLANO:
PM-2.9.8
Hoja 9 de 12

ARMADURA PASIVA DE LOSA (POR TABLERO)

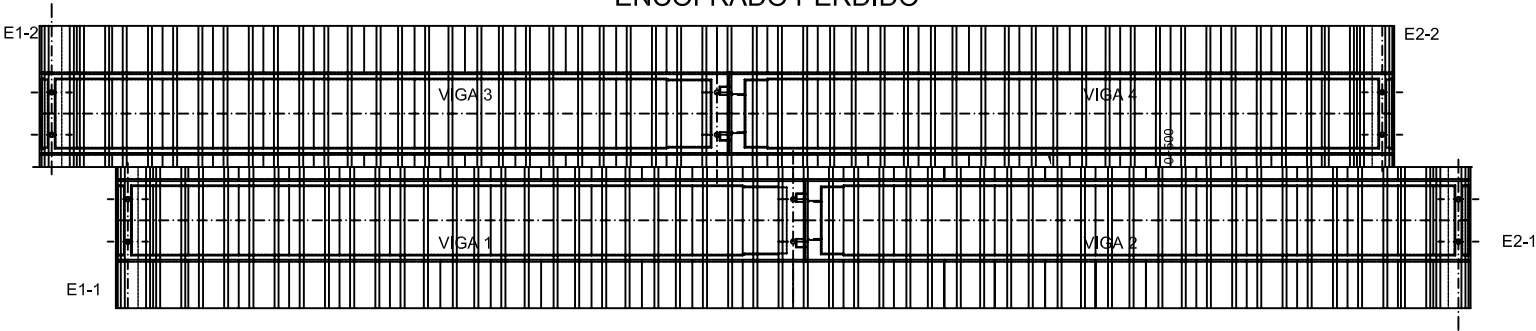
(*) - 14 Ø 25 sobre pilas (L=12.00 m.)
(Adicional a la armadura del tablero)



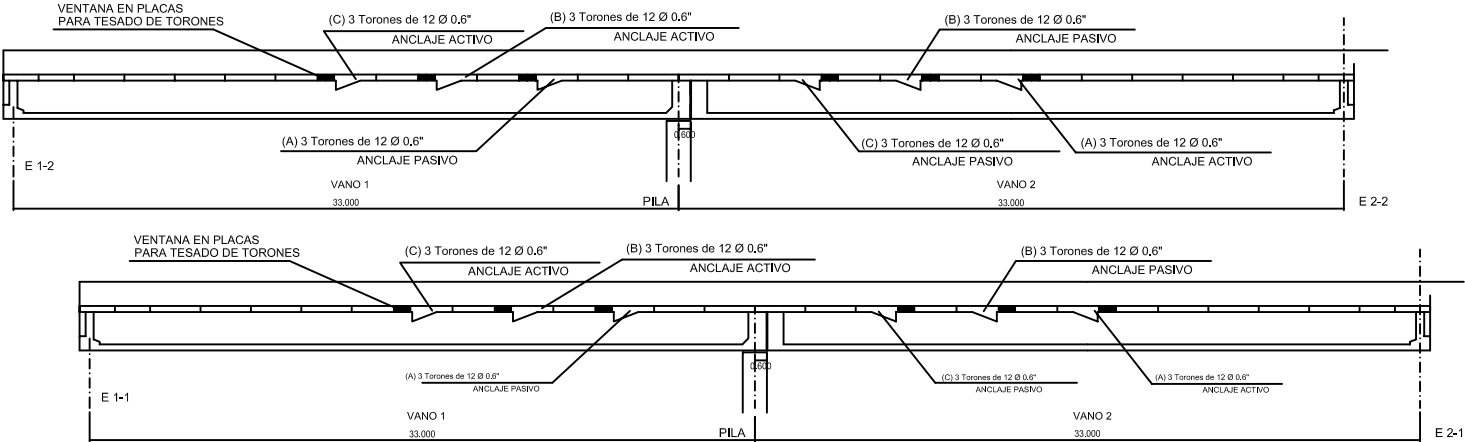
CUADRO DE ESPECIFICACIONES								
MATERIAL	HORMIGON				ACERO EN ARMADURAS			
ELEMENTO	TIPO	RESISTENCIA	CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL	TIPO	RESISTENCIA	CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL
FUSTES PILAS Y ESTRIBOS	HA-40/F/20/IIb	$f_{yk} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
ZAPATAS	HA-40/B/20/IIa	$f_{yk} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
LOSA	HP-30/F/20/IIa	$f_{yk} \geq 30 \text{ N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
VIGA	HP-50/B/17/IIa	$f_{yk} \geq 50 \text{ N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
PRELOSA	HA-40/B/17/IIa	$f_{yk} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	ESTADISTICO	$\gamma_c = 1,50$	B 500 S	$f_{yk} \geq 500 \text{ N/mm}^2$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
HORMIGON DE LIMPIEZA	HM-20	CONTROL DE EJECUCION : NORMAL						



ENCOFRADO PERDIDO



PLANTA
ESCALA 1:300



ALZADO
ESCALA 1:300



TITULO:
MODIFICACIÓN Nº 1 DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO
"L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA"
TRAMO: LLEIDA - MARTORELL
SUBTRAMO X-A

EL INGENIERO AUTOR DE
LA MODIFICACIÓN Nº1:

Fdo: LUIS PÉREZ FABREGAT

CONFORME EL CONTRATISTA:

Fdo: FÉLIX NOLLA I MAGRIÑA

ESCALA:
1:40

0 0,4 0,8 m.
Numérica Gráfica

FECHA:

MARZO 2004

TITULO DEL PLANO:
VIADUCTO VTO.-0.4
ARMADURA PASIVA LOSA

Nº DE PLANO:
PM-2.9.8
Hoja 10 de 12

**ANEJO B: EVALUACIÓN DE FLECHAS, DEFORMACIONES UNITARIAS Y FRECUENCIAS
DE VIBRACIÓN**

**MODELO UNIDIMENSIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE FLECHAS, DEFORMACIONES
UNITARIAS, COEFICIENTES DE IMPACTO Y FRECUENCIAS PROPIAS DE VIBRACIÓN Y
EVALUACIÓN DE PORCENTAJES DE SOLICITACIÓN**

[illegible]

Copyright (C) 1978-1991
EDWARD L. WILSON
All rights reserved

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
101	.000	.000	.000
102	3.300	.000	.000
103	6.600	.000	.000
104	9.900	.000	.000
105	13.200	.000	.000
106	16.500	.000	.000
107	19.800	.000	.000
108	23.100	.000	.000
109	26.400	.000	.000
110	29.700	.000	.000
111	33.000	.000	.000
112	36.300	.000	.000
113	39.600	.000	.000
114	42.900	.000	.000
115	46.200	.000	.000
116	49.500	.000	.000
117	52.800	.000	.000
118	56.100	.000	.000
119	59.400	.000	.000
120	62.700	.000	.000
121	66.000	.000	.000

RESTRAINT DATA

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
101	1	1	1	1	0	0
102	0	1	0	1	0	0
103	0	1	0	1	0	0
104	0	1	0	1	0	0
105	0	1	0	1	0	0
106	0	1	0	1	0	0
107	0	1	0	1	0	0
108	0	1	0	1	0	0
109	0	1	0	1	0	0
110	0	1	0	1	0	0
111	1	1	1	1	0	0
112	0	1	0	1	0	0
113	0	1	0	1	0	0
114	0	1	0	1	0	0
115	0	1	0	1	0	0
116	0	1	0	1	0	0
117	0	1	0	1	0	0
118	0	1	0	1	0	0
119	0	1	0	1	0	0
120	0	1	0	1	0	0
121	1	1	1	1	0	0

FRAME CONTROL DATA

NUMBER OF MEMBER SECTION PROPERTIES				1	
NUMBER OF SPAN LOADING PATTERNS				1	
LOAD	GRAVITATIONAL MULTIPLIERS			TEMPERATURE	PRESTRESS
COND	X	Y	Z	MULTIPLIERS	MULTIPLIERS
1	.000	.000	-1.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000
4	.000	.000	.000	.000	.000
5	.000	.000	.000	.000	.000

SECTION PROPERTY DATA

PROP ID	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS	
			I33	I22	A2	A3
1	.349E+01	.41138E+01	.86862E+01	.23193E+01	.000E+00	.000E+00

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

PROP ID	MODULUS OF ELASTICITY	SHEAR MODULUS	WEIGHT PER UNIT LEN	MASS PER UNIT LEN	THERMAL EXPANSION
1	.3871E+08	.1489E+08	.1750E+03	.1784E+02	.0000E+00

S P A N L O A D I N G D A T A

UNIFORM LOAD DATA						
PATTERN ID	1-DIR	2-DIR	3-DIR	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR
1	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-11.4544

F R A M E E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS		PROPERTY-ID		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
N1	N2	END-I	END-J							
101	101	102	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
102	102	103	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
103	103	104	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
104	104	105	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
105	105	106	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
106	106	107	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
107	107	108	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
108	108	109	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
109	109	110	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
110	110	111	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
111	111	112	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
112	112	113	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
113	113	114	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
114	114	115	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
115	115	116	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
116	116	117	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
117	117	118	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
118	118	119	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
119	119	120	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30
120	120	121	1	0	1	1	0	000000	.00	3.30

B E A M S P A N L O A D I N G P A T T E R N S

ELT ID	LOAD 1	LOAD 2	LOAD 3	LOAD 4	LOAD 5
101	0	1	1	0	0
102	0	1	1	0	0
103	0	1	1	0	0
104	0	1	1	0	0
107	0	1	1	0	0
108	0	1	1	0	0
109	0	1	1	0	0
110	0	1	1	0	0
111	0	0	1	0	0
112	0	0	1	0	0
113	0	0	1	0	0
114	0	0	1	0	0
115	0	0	1	0	0
116	0	0	1	0	0
117	0	0	1	0	0
118	0	0	1	0	0
119	0	0	1	0	0
120	0	0	1	0	0

T O T A L W E I G H T S A N D M A S S E S

PROP	WEIGHT	MASS
1	11550.0000	1177.4400
TOTAL	11550.0000	1177.4400

J O I N T L O A D S

JOINT	LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
105	2	.000E+00	.000E+00	-.490E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
106	2	.000E+00	.000E+00	-.363E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
107	2	.000E+00	.000E+00	-.490E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
105	3	.000E+00	.000E+00	-.490E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
106	3	.000E+00	.000E+00	-.363E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
107	3	.000E+00	.000E+00	-.490E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
103	4	.000E+00	.000E+00	-.733E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
104	4	.000E+00	.000E+00	-.288E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
105	4	.000E+00	.000E+00	-.238E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
106	4	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
107	4	.000E+00	.000E+00	-.238E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
108	4	.000E+00	.000E+00	-.288E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
109	4	.000E+00	.000E+00	-.733E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
113	5	.000E+00	.000E+00	-.733E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
114	5	.000E+00	.000E+00	-.288E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
115	5	.000E+00	.000E+00	-.238E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
116	5	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
117	5	.000E+00	.000E+00	-.238E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
118	5	.000E+00	.000E+00	-.288E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
119	5	.000E+00	.000E+00	-.733E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00
104	5	.000E+00	.000E+00	-.158E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
105	5	.000E+00	.000E+00	-.242E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
106	5	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
107	5	.000E+00	.000E+00	-.242E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00
108	5	.000E+00	.000E+00	-.158E+03	.000E+00	.000E+00	.000E+00

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 12
PROGRAM:SAP90/FILE:VI04.SAP
VIADUCTO 0.4. LLEIDA-MARTORELL. SUBTRAMO X-A. UD:KN-m

T I M E H I S T O R Y D A T A

TRANSIENT LOADING

TOTAL NUMBER OF TIME INCREMENTS	=	3000
TIME INCREMENT FOR OUTPUT OF RESULTS	=	.007
TOTAL TIME SPAN FOR DYNAMIC ANALYSIS	=	21.300
NUMBER OF MODES USED IN ANALYSIS	=	5
NUMBER OF FUNCTIONS	=	1
DAMPING RATIO USED FOR ALL MODES	=	.020

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 13
PROGRAM:SAP90/FILE:VI04.SAP
VIADUCTO 0.4. LLEIDA-MARTORELL. SUBTRAMO X-A. UD:KN-m

F U N C T I O N D A T A

FUNCTION NUMBER	=	1
TIME INCREMENT	=	.071
FUNCTION PRINTING FLAG	=	OFF

L O A D F U N C T I O N A S S I G N M E N T D A T A

LOAD CONDITION	FUNCTION NUMBER	SCALE FACTOR	ARRIVAL TIME	ANGLE (deg)
4	1	1.000	.000	.000

O U T P U T F I L E S C R E A T E D B Y P R O G R A M

INPUT DATA ECHO	VI04.SAP
SOLUTION ERRORS AND WARNINGS	VI04.ERR
EQUATION NUMBERING	VI04.EQN
FREQUENCIES	VI04.EIG
DISPLACEMENTS AND REACTIONS	VI04.SOL
FRAME ELEMENT FORCES	VI04.F3F

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

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	PLANE MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
101								
	1	.00			.00			
		.00	.00	.00	2165.63	.00		
		3.30	.00	.00	1588.13	6193.69		
		3.30			.00			
	2	.00			.00			
		.00	.00	.00	1894.85	.00		
		3.30	.00	.00	1516.86	5629.32		
		3.30			.00			
	3	.00			.00			
		.00	.00	.00	1658.60	.00		
		3.30	.00	.00	1280.61	4849.70		
		3.30			.00			
	4	.00			.00			
		.00	.00	.00	502.88	.00		
		3.30	.00	.00	502.88	1659.51		
		3.30			.00			
	5	.00			.00			
		.00	.00	.00	234.44	.00		
		3.30	.00	.00	234.44	773.65		
		3.30			.00			
102								
	1	.00			.00			
		.00	.00	.00	1588.13	6193.69		
		3.30	.00	.00	1010.63	10481.63		
		3.30			.00			
	2	.00			.00			
		.00	.00	.00	1516.86	5629.32		
		3.30	.00	.00	1138.86	10011.25		
		3.30			.00			
	3	.00			.00			
		.00	.00	.00	1280.61	4849.70		
		3.30	.00	.00	902.61	8452.02		
		3.30			.00			
	4	.00			.00			
		.00	.00	.00	502.88	1659.51		
		3.30	.00	.00	502.88	3319.02		
		3.30			.00			
	5	.00			.00			
		.00	.00	.00	234.44	773.65		
		3.30	.00	.00	234.44	1547.29		

\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$
 \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$
 \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS
VERSION 5.30

Copyright (C) 1978-1991
EDWARD L. WILSON
All rights reserved

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
103		3.30			.00			
1		.00			.00			
		.00			.00	1010.62	10481.63	
		3.30	.00	.00	.00	433.12	12863.81	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	1138.86	10011.25	
		3.30	.00	.00	.00	760.87	13145.79	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	902.61	8452.02	
		3.30	.00	.00	.00	524.62	10806.95	
		3.30			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	429.55	3319.02	
		3.30	.00	.00	.00	429.55	4736.55	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	234.44	1547.29	
		3.30	.00	.00	.00	234.44	2320.94	
		3.30			.00			
104								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	433.12	12863.81	
		2.48	.00	.00	.00	- .00	13399.80	
		3.30	.00	.00	.00	-144.38	13340.25	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	760.87	13145.79	
		3.30	.00	.00	.00	382.87	15032.96	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	524.62	10806.95	
		3.30	.00	.00	.00	146.62	11914.50	
		3.30			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	141.07	4736.55	
		3.30	.00	.00	.00	141.07	5202.09	
		3.30			.00			
5		.00			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		.00	.00	.00		76.86	2320.94	
		3.30	.00	.00		76.86	2574.57	
		3.30			.00			
105								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-144.37	13340.25	
		3.30	.00	.00	.00	-721.87	11910.94	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-107.18	15032.96	
		3.30	.00	.00	.00	-107.18	14679.26	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-343.43	11914.50	
		3.30	.00	.00	.00	-343.43	10781.19	
		3.30			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-97.11	5202.09	
		3.30	.00	.00	.00	-97.11	4881.63	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-165.56	2574.57	
		3.30	.00	.00	.00	-165.56	2028.21	
		3.30			.00			
106								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-721.88	11910.94	
		3.30	.00	.00	.00	-1299.38	8575.87	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-469.88	14679.26	
		3.30	.00	.00	.00	-469.88	13128.66	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-706.13	10781.19	
		3.30	.00	.00	.00	-706.13	8450.97	
		3.30			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	.00	-97.11	4881.63	
		3.30	.00	.00	.00	-97.11	4561.18	
		3.30			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
107	5	.00			.00			
		.00	.00	.00	-165.56	2028.21		
		3.30	.00	.00	-165.56	1481.86		
		3.30			.00			
	1	.00			.00			
		.00	.00	.00	-1299.37	8575.87		
		3.30	.00	.00	-1876.87	3335.06		
		3.30			.00			
	2	.00			.00			
		.00	.00	.00	-959.93	13128.66		
		3.30	.00	.00	-1337.93	9337.20		
		3.30			.00			
	3	.00			.00			
		.00	.00	.00	-1196.18	8450.97		
		3.30	.00	.00	-1574.17	3879.89		
		3.30			.00			
	4	.00			.00			
		.00	.00	.00	-335.29	4561.18		
		3.30	.00	.00	-335.29	3454.73		
		3.30			.00			
	5	.00			.00			
		.00	.00	.00	-407.98	1481.86		
		3.30	.00	.00	-407.98	135.52		
108		3.30			.00			
	1	.00			.00			
		.00	.00	.00	-1876.88	3335.06		
		3.30	.00	.00	-2454.38	-3811.50		
		3.30			.00			
	2	.00			.00			
		.00	.00	.00	-1337.93	9337.20		
		3.30	.00	.00	-1715.92	4298.35		
		3.30			.00			
	3	.00			.00			
		.00	.00	.00	-1574.17	3879.89		
		3.30	.00	.00	-1952.17	-1938.57		
		3.30			.00			
	4	.00			.00			
		.00	.00	.00	-623.77	3454.73		
		3.30	.00	.00	-623.77	1396.29		

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
	5	.00			.00			
		.00	.00	.00	-565.56	135.52		
		3.30	.00	.00	-565.56	-1730.84		
109		3.30			.00			
	1	.00			.00			
		.00	.00	.00	-2454.38	-3811.50		
		3.30	.00	.00	-3031.88	-12863.81		
		3.30			.00			
	2	.00			.00			
		.00	.00	.00	-1715.92	4298.35		
		3.30	.00	.00	-2093.92	-1987.88		
		3.30			.00			
	3	.00			.00			
		.00	.00	.00	-1952.17	-1938.57		
		3.30	.00	.00	-2330.16	-9004.41		
		3.30			.00			
	4	.00			.00			
		.00	.00	.00	-697.10	1396.29		
		3.30	.00	.00	-697.10	-904.13		
		3.30			.00			
	5	.00			.00			
		.00	.00	.00	-565.56	-1730.84		
		3.30	.00	.00	-565.56	-3597.19		
110		3.30			.00			
	1	.00			.00			
		.00	.00	.00	-3031.88	-12863.81		
		3.30	.00	.00	-3609.38	-23821.88		
		3.30			.00			
	2	.00			.00			
		.00	.00	.00	-2093.92	-1987.88		
		3.30	.00	.00	-2471.91	-9521.49		
		3.30			.00			
	3	.00			.00			
		.00	.00	.00	-2330.16	-9004.41		
		3.30	.00	.00	-2708.16	-17317.64		
		3.30			.00			
	4	.00			.00			
		.00	.00	.00	-697.10	-904.13		
		3.30						

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		3.30	.00	.00		-697.10	-3204.55	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-565.56	-3597.19	
		3.30	.00	.00		-565.56	-5463.55	
		3.30			.00			
111								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		3609.38	-23821.88	
		3.30	.00	.00		3031.88	-12863.81	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		288.53	-9521.49	
		3.30	.00	.00		288.53	-8569.34	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		2414.75	-17317.64	
		3.30	.00	.00		2036.76	-9972.65	
		3.30			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		97.11	-3204.55	
		3.30	.00	.00		97.11	-2884.10	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		765.55	-5463.55	
		3.30	.00	.00		765.55	-2937.23	
		3.30			.00			
112								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		3031.88	-12863.81	
		3.30	.00	.00		2454.38	-3811.50	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		288.53	-8569.34	
		3.30	.00	.00		288.53	-7617.19	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		2036.76	-9972.65	
		3.30	.00	.00		1658.76	-3875.04	
		3.30			.00			
4		.00			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		.00	.00	.00		97.11	-2884.10	
		3.30	.00	.00		97.11	-2563.64	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		765.55	-2937.23	
		3.30	.00	.00		765.55	-410.90	
		3.30			.00			
113								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		2454.38	-3811.50	
		3.30	.00	.00		1876.88	3335.06	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		288.53	-7617.19	
		3.30	.00	.00		288.53	-6665.04	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		1658.76	-3875.04	
		3.30	.00	.00		1280.77	975.18	
		3.30			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		97.11	-2563.64	
		3.30	.00	.00		97.11	-2243.19	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		692.22	-410.90	
		3.30	.00	.00		692.22	1873.43	
		3.30			.00			
114								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		1876.88	3335.06	
		3.30	.00	.00		1299.38	8575.88	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		288.53	-6665.04	
		3.30	.00	.00		288.53	-5712.89	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		1280.77	975.18	
		3.30	.00	.00		902.77	4578.03	
		3.30			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		97.11	-2243.19	
		3.30	.00	.00		97.11	-1922.73	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		403.74	1873.43	
		3.30	.00	.00		403.74	3205.78	
		3.30			.00			

115 1		.00			.00			
		.00	.00	.00		1299.37	8575.88	
		3.30	.00	.00		721.87	11910.94	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		288.53	-5712.89	
		3.30	.00	.00		288.53	-4760.75	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		902.77	4578.03	
		3.30	.00	.00		524.78	6933.48	
		3.30			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		97.11	-1922.73	
		3.30	.00	.00		97.11	-1602.28	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		165.56	3205.78	
		3.30	.00	.00		165.56	3752.13	
		3.30			.00			

116 1		.00			.00			
		.00	.00	.00		721.88	11910.94	
		3.30	.00	.00		144.38	13340.25	
		3.30			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		288.53	-4760.75	
		3.30	.00	.00		288.53	-3808.60	
		3.30			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		524.78	6933.48	
		3.30	.00	.00		146.78	8041.55	
		3.30			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
4		3.30			.00			
		.00			.00			
		.00	.00	.00		97.11	-1602.28	
		3.30	.00	.00		97.11	-1281.82	
5		3.30			.00			
		.00			.00			
		.00	.00	.00		165.56	3752.13	
		3.30	.00	.00		165.56	4298.49	

117 1		.00			.00			
		.00	.00	.00		144.37	13340.25	
		.83	.00	.00		- .00	13399.80	
		3.30	.00	.00		-433.13	12863.81	
2		3.30			.00			
		.00			.00			
		.00	.00	.00		288.53	-3808.60	
		3.30	.00	.00		288.53	-2856.45	
3		3.30			.00			
		.00			.00			
		.00	.00	.00		146.78	8041.55	
		1.28	.00	.00		.00	8135.60	
4		3.30	.00	.00		-231.21	7902.24	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		97.11	-1281.82	
		3.30	.00	.00		97.11	-961.37	
		3.30			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-72.62	4298.49	
		3.30	.00	.00		-72.62	4058.85	
		3.30			.00			

118 1		.00			.00			
		.00	.00	.00		-433.13	12863.81	
		3.30	.00	.00		-1010.63	10481.63	
		3.30			.00			
2		3.30			.00			
		.00			.00			
		.00	.00	.00		288.53	-2856.45	
		3.30	.00	.00		288.53	-1904.30	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID	COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	-231.21	7902.24		
	3.30	.00	.00	.00	-609.21	6515.54		
	3.30				.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	97.11	-961.37		
	3.30	.00	.00	.00	97.11	-640.91		
	3.30				.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00	-361.10	4058.85		
	3.30	.00	.00	.00	-361.10	2867.22		
	3.30				.00			
119								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00	-1010.63	10481.63		
	3.30	.00	.00	.00	-1588.13	6193.69		
	3.30				.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	288.53	-1904.30		
	3.30	.00	.00	.00	288.53	-952.15		
	3.30				.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	-609.21	6515.54		
	3.30	.00	.00	.00	-987.20	3881.46		
	3.30				.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	97.11	-640.91		
	3.30	.00	.00	.00	97.11	-320.46		
	3.30				.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00	-434.43	2867.22		
	3.30	.00	.00	.00	-434.43	1433.61		
	3.30				.00			
120								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00	-1588.13	6193.69		
	3.30	.00	.00	.00	-2165.63	.00		
	3.30				.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	288.53	-952.15		
	3.30	.00	.00	.00	288.53	.00		
	3.30							

FRAME ELEMENT FORCES

ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID	COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
3		3.30			.00			
		.00			.00			
	3.30	.00	.00	.00	-987.20	3881.46		
	3.30	.00	.00	.00	-1365.20	.00		
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	97.11	-320.46		
	3.30	.00	.00	.00	97.11	.00		
	3.30				.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00	-434.43	1433.61		
	3.30	.00	.00	.00	-434.43	.00		
	3.30				.00			

Copyright (C) 1978-1991
EDWARD L. WILSON
All rights reserved

M O D E S H A P E S

MODE SHAPE NUMBER 2 PERIOD = .197827 SECONDS

DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.000000	.000000	-.005042	.000000
102	.000000	.016240	-.004679	.000000
103	.000000	.030150	-.003650	.000000
104	.000000	.039779	-.002121	.000000
105	.000000	.043874	-.000344	.000000
106	.000000	.042107	.001380	.000000
107	.000000	.035168	.002740	.000000
108	.000000	.024728	.003459	.000000
109	.000000	.013282	.003321	.000000
110	.000000	.003905	.002188	.000000
111	.000000E+00	.000000E+00	-.1064E-08	.000000E+00
112	.000000	.003905	-.002188	.000000
113	.000000	.013282	-.003321	.000000
114	.000000	.024728	-.003459	.000000
115	.000000	.035168	-.002740	.000000
116	.000000	.042107	-.001380	.000000
117	.000000	.043874	.000344	.000000
118	.000000	.039779	.002121	.000000
119	.000000	.030150	.003650	.000000
120	.000000	.016240	.004679	.000000
121	.000000	.000000	.005042	.000000

M O D E S H A P E S

MODE SHAPE NUMBER 3 PERIOD = .077269 SECONDS

DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.000000	.000000	-.007840	.000000
102	-.000000	.024226	-.006343	.000000
103	-.000000	.039197	-.002422	.000000
104	-.000001	.039196	.002423	.000000
105	-.000001	.024225	.006342	.000000
106	-.000001	.000001	.007840	.000000
107	-.000002	-.024225	.006343	.000000
108	-.000002	-.039197	.002423	.000000
109	-.000001	-.039197	-.002423	.000000
110	-.000001	-.024225	-.006343	.000000
111	.000000	.000000	-.007840	.000000
112	.000001	.024226	-.006343	.000000
113	.000002	.039197	-.002422	.000000
114	.000003	.039196	.002423	.000000
115	.000003	.024225	.006342	.000000
116	.000003	.000001	.007840	.000000
117	.000002	-.024225	.006343	.000000
118	.000002	-.039198	.002423	.000000
119	.000001	-.039197	-.002423	.000000
120	.000001	-.024225	-.006343	.000000
121	.000000	.000000	-.007840	.000000

M O D E S H A P E S

MODE SHAPE NUMBER 4 PERIOD = .061058 SECONDS

DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.000000	.000000	-.008804	.000000
102	.000003	.026728	-.006689	.000000
103	.000005	.040609	-.001356	.000000
104	.000006	.034936	.004650	.000000
105	.000005	.012319	.008473	.000000
106	.000004	-.016619	.008326	.000000
107	.000002	-.038445	.004372	.000000
108	.000001	-.043572	-.001310	.000000
109	-.000000	-.031313	-.005615	.000000
110	-.000000	-.011139	-.005713	.000000
111	.0000E+00	.0000E+00	.9488E-07	.0000E+00
112	-.000002	-.011140	.005713	.000000
113	-.000004	-.031314	.005615	.000000
114	-.000006	-.043571	.001310	.000000
115	-.000006	-.038444	-.004371	.000000
116	-.000005	-.016619	-.008326	.000000
117	-.000004	.012319	-.008473	.000000
118	-.000002	.034935	-.004650	.000000
119	-.000001	.040609	.001355	.000000
120	-.000000	.026728	.006689	.000000
121	.000000	.000000	.008805	.000000

M O D E S H A P E S

MODE SHAPE NUMBER 5 PERIOD = .034361 SECONDS

DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.000000	.000000	-.011713	.000000
102	.000000	.033342	-.006885	.000000
103	.000000	.039197	.003619	.000000
104	-.000000	.012737	.011140	.000000
105	-.000001	-.024225	.009477	.000000
106	-.000001	-.041215	.000000	.000000
107	-.000001	-.024225	-.009477	.000000
108	.000000	.012737	-.011140	.000000
109	.000001	.039197	-.003619	.000000
110	.000001	.033342	.006885	.000000
111	.000000	.000000	.011713	.000000
112	-.000000	-.033342	.006885	.000000
113	-.000000	-.039197	-.003619	.000000
114	.000001	-.012736	-.011140	.000000
115	.000001	.024225	-.009477	.000000
116	.000001	.041215	.000000	.000000
117	.000001	.024225	.009477	.000000
118	.000000	-.012737	.011140	.000000
119	-.000001	-.039197	.003619	.000000
120	-.000001	-.033342	-.006885	.000000
121	.000000	.000000	-.011713	.000000

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

LOAD CONDITION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.000000	.000000	.001459	.000000
102	.000000	-.004681	.001340	.000000
103	.000000	-.008630	.001027	.000000
104	.000000	-.011327	.000592	.000000
105	.000000	-.012482	.000105	.000000
106	.000000	-.012039	-.000365	.000000
107	.000000	-.010171	-.000747	.000000
108	.000000	-.007281	-.000972	.000000
109	.000000	-.004007	-.000969	.000000
110	.000000	-.001214	-.000668	.000000
111	.000000	.000000	.000000	.000000
112	.000000	-.001214	.000668	.000000
113	.000000	-.004007	.000969	.000000
114	.000000	-.007281	.000972	.000000
115	.000000	-.010171	.000747	.000000
116	.000000	-.012039	.000365	.000000
117	.000000	-.012482	-.000105	.000000
118	.000000	-.011327	-.000592	.000000
119	.000000	-.008630	-.001027	.000000
120	.000000	-.004681	-.001340	.000000
121	.000000	.000000	-.001459	.000000

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

LOAD CONDITION 2 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.0000E+00	.0000E+00	.8420E-03	.0000E+00
102	.000000	-.002734	.000801	.000000
103	.000000	-.005203	.000682	.000000
104	.000000	-.007156	.000489	.000000
105	.000000	-.008357	.000227	.000000
106	.000000	-.008618	-.000070	.000000
107	.000000	-.007912	-.000351	.000000
108	.000000	-.006378	-.000562	.000000
109	.000000	-.004313	-.000671	.000000
110	.000000	-.002067	-.000672	.000000
111	.0000E+00	.0000E+00	-.5614E-03	.0000E+00
112	.000000	.001584	-.000401	.000000
113	.000000	.002668	-.000258	.000000
114	.000000	.003307	-.000132	.000000
115	.000000	.003557	-.000022	.000000
116	.000000	.003473	.000070	.000000
117	.000000	.003112	.000146	.000000
118	.000000	.002529	.000205	.000000
119	.000000	.001778	.000247	.000000
120	.0000E+00	.9170E-03	.2723E-03	.0000E+00
121	.0000E+00	.0000E+00	.2807E-03	.0000E+00

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

LOAD CONDITION 3 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.0000E+00	.0000E+00	.7943E-03	.0000E+00
102	.000000	-.002578	.000755	.000000
103	.000000	-.004900	.000640	.000000
104	.000000	-.006725	.000455	.000000
105	.000000	-.007828	.000203	.000000
106	.000000	-.008027	-.000082	.000000
107	.000000	-.007307	-.000347	.000000
108	.000000	-.005815	-.000540	.000000
109	.000000	-.003860	-.000627	.000000
110	.000000	-.001797	-.000604	.000000
111	.0000E+00	.0000E+00	-.4658E-03	.0000E+00
112	.000000	.001235	-.000289	.000000
113	.000000	.001951	-.000151	.000000
114	.000000	.002267	-.000046	.000000
115	.000000	.002286	.000030	.000000
116	.000000	.002094	.000082	.000000
117	.000000	.001766	.000114	.000000
118	.000000	.001357	.000131	.000000
119	.0000E+00	.9110E-03	.1377E-03	.0000E+00
120	.0000E+00	.4546E-03	.1383E-03	.0000E+00
121	.0000E+00	.0000E+00	.1374E-03	.0000E+00

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

LOAD CONDITION 4 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.0000E+00	.0000E+00	.5889E-03	.0000E+00
102	.000000	-.001910	.000558	.000000
103	.000000	-.003619	.000467	.000000
104	.000000	-.004929	.000319	.000000
105	.000000	-.005685	.000136	.000000
106	.000000	-.005826	-.000049	.000000
107	.000000	-.005374	-.000223	.000000
108	.000000	-.004385	-.000370	.000000
109	.000000	-.002997	-.000459	.000000
110	.000000	-.001443	-.000468	.000000
111	.0000E+00	.0000E+00	-.3926E-03	.0000E+00
112	.000000	.001108	-.000281	.000000
113	.000000	.001866	-.000181	.000000
114	.000000	.002013	-.000092	.000000
115	.000000	.002088	-.000016	.000000
116	.000000	.002029	.000049	.000000
117	.000000	.002077	.000102	.000000
118	.000000	.001769	.000143	.000000
119	.000000	.001244	.000173	.000000
120	.0000E+00	.6413E-03	.1904E-03	.0000E+00
121	.0000E+00	.0000E+00	.1963E-03	.0000E+00

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 10
PROGRAM:SAP90/FILE:VI04.SOL
VIADUCTO 0.4. LLEIDA-MARTORELL. SUBTRAMO X-A. UD:KN-m

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD CONDITION 5 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)	R(Z)
101	.0000E+00	.0000E+00	.2188E-03	.0000E+00
102	.0000E+00	-.7066E-03	.2046E-03	.0000E+00
103	.000000	-.001319	.000162	.000000
104	.000000	-.001744	.000091	.000000
105	.000000	-.001898	.000001	.000000
106	.000000	-.001756	-.000084	.000000
107	.000000	-.001368	-.000148	.000000
108	.0000E+00	-.8165E-03	-.1779E-03	.0000E+00
109	.0000E+00	-.2590E-03	-.1486E-03	.0000E+00
110	.0000E+00	.8868E-04	-.5067E-04	.0000E+00
111	.0000E+00	.0000E+00	.1158E-03	.0000E+00
112	.0000E+00	-.6626E-03	.2702E-03	.0000E+00
113	.000000	-.001681	.000332	.000000
114	.000000	-.001755	.000305	.000000
115	.000000	-.002621	.000212	.000000
116	.000000	-.003113	.000084	.000000
117	.000000	-.003151	-.000064	.000000
118	.000000	-.002683	-.000218	.000000
119	.000000	-.001742	-.000345	.000000
120	.000000	-.001458	-.000424	.000000
121	.0000E+00	.0000E+00	-.4505E-03	.0000E+00

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 11
PROGRAM:SAP90/FILE:VI04.SOL
VIADUCTO 0.4. LLEIDA-MARTORELL. SUBTRAMO X-A. UD:KN-m

REACTIONS AND APPLIED FORCES

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

JOINT	F(Z)	M(Y)
101	2165.6250	.0000
102	-.2206E-10	-.7276E-11
103	-.2171E-10	-.2001E-10
104	.2075E-10	.1182E-09
105	.4655E-10	-.1819E-10
106	-.9516E-10	-.1455E-10
107	.4820E-10	-.3092E-10
108	-.2956E-11	-.5184E-10
109	-.1228E-10	-.1364E-11
110	-.5912E-11	-.1819E-11
111	7218.7500	.0000
112	-.1864E-10	.2183E-10
113	-.2183E-10	.1455E-10
114	-.4934E-10	.6048E-10
115	-.3547E-10	.1128E-09
116	.4138E-10	.6366E-10
117	-.5113E-10	.1310E-09
118	-.2990E-10	-.1346E-09
119	-.1216E-10	.9095E-11
120	-.1796E-10	-.1455E-10
121	2165.6250	.0000

TOTAL .1155E+05 .2434E-09

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

LOAD CONDITION 2 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(Z)	M(Y)
101	683.7542	.0000
102	-.2183E-10	.0000E+00
103	.4889E-11	.5457E-11
104	.1046E-10	-.2547E-10
105	-490.0500	.0000
106	-362.7000	.0000
107	-490.0500	.0000
108	.1535E-10	.5184E-10
109	.3763E-10	-.3206E-10
110	-.2285E-10	-.4025E-10
111	1100.2859	.0000
112	.1762E-11	-.4547E-11
113	.0000E+00	.2092E-10
114	.1208E-10	.7731E-11
115	-.6168E-11	.1819E-10
116	.1847E-11	.2910E-10
117	.2004E-10	-.4366E-10
118	-.1856E-10	.1546E-10
119	.2473E-10	.2683E-10
120	.1734E-11	.1546E-10
121	-138.8439	.0000
TOTAL	.3024E+03	.1118E-09

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

LOAD CONDITION 3 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(Z)	M(Y)
101	660.1295	.0000
102	-.1137E-11	-.1546E-10
103	-.1421E-10	-.4820E-10
104	-.6025E-11	-.1637E-10
105	-490.0500	.0000
106	-362.7000	.0000
107	-490.0500	.0000
108	-.2342E-10	-.3092E-10
109	.1830E-10	-.2751E-10
110	-.2160E-11	.4093E-11
111	1336.5329	.0000
112	.8868E-11	-.6366E-11
113	.4491E-11	-.1728E-10
114	.1648E-10	-.8640E-11
115	-.4775E-11	-.2979E-10
116	-.5770E-11	-.8413E-11
117	.8711E-11	.1137E-11
118	.1720E-10	-.2046E-11
119	-.1071E-10	-.9052E-11
120	.2029E-11	.1353E-10
121	26.5290	.0000
TOTAL	.6804E+03	.3149E-11

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

LOAD CONDITION 4 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(Z)	M(Y)
101	502.8824	.0000
102	-.7446E-11	.1046E-10
103	-73.3300	.0000
104	-288.4800	.0000
105	-238.1800	.0000
106	.2727E-10	-.7640E-10
107	-238.1800	.0000
108	-288.4800	.0000
109	-73.3300	.0000
110	-.2728E-11	-.2922E-10
111	794.2052	.0000
112	.7930E-11	-.2728E-11
113	-.4704E-11	.1501E-10
114	.2103E-10	.0000E+00
115	.9706E-11	-.6594E-11
116	-.7333E-11	-.1478E-10
117	.0000E+00	-.1410E-10
118	.1705E-11	-.1023E-11
119	.9692E-11	.4093E-11
120	-.1066E-11	.4377E-11
121	-97.1076	.0000
TOTAL	.1259E-10	.3947E-11

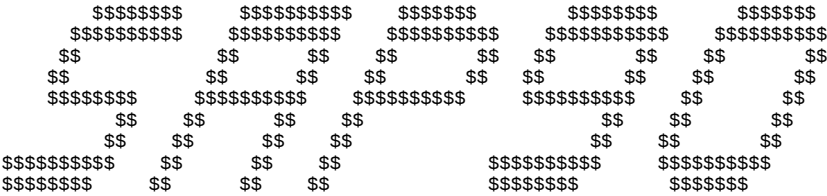
R E A C T I O N S A N D A P P L I E D F O R C E S

LOAD CONDITION 5 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(Z)	M(Y)
101	234.4380	.0000
102	-.1819E-11	-.1364E-11
103	-.1592E-11	-.1000E-10
104	-157.5800	.0000
105	-242.4200	.0000
106	.0000E+00	-.7958E-11
107	-242.4200	.0000
108	-157.5800	.0000
109	-.1137E-11	.0000E+00
110	.0000E+00	-.2274E-11
111	1331.1141	.0000
112	-.1705E-11	.9095E-11
113	-73.3300	.0000
114	-288.4800	.0000
115	-238.1800	.0000
116	.1791E-10	-.8640E-11
117	-238.1800	.0000
118	-288.4800	.0000
119	-73.3300	.0000
120	-.2137E-10	-.2569E-10
121	434.4280	.0000
TOTAL	-.1705E-11	-.3838E-10

E I G E N S Y S T E M P A R A M E T E R S

NUMBER OF EQUATIONS	=	78
NUMBER OF MASSES	=	36
NUMBER OF VALUES TO BE EVALUATED	=	5
SIZE OF SUBSPACE	=	9



STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

VERSION 5.30

Copyright (C) 1978-1991
EDWARD L. WILSON
All rights reserved

E I G E N V A L U E S A N D F R E Q U E N C I E S

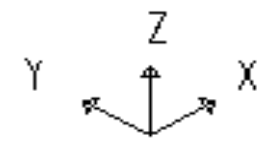
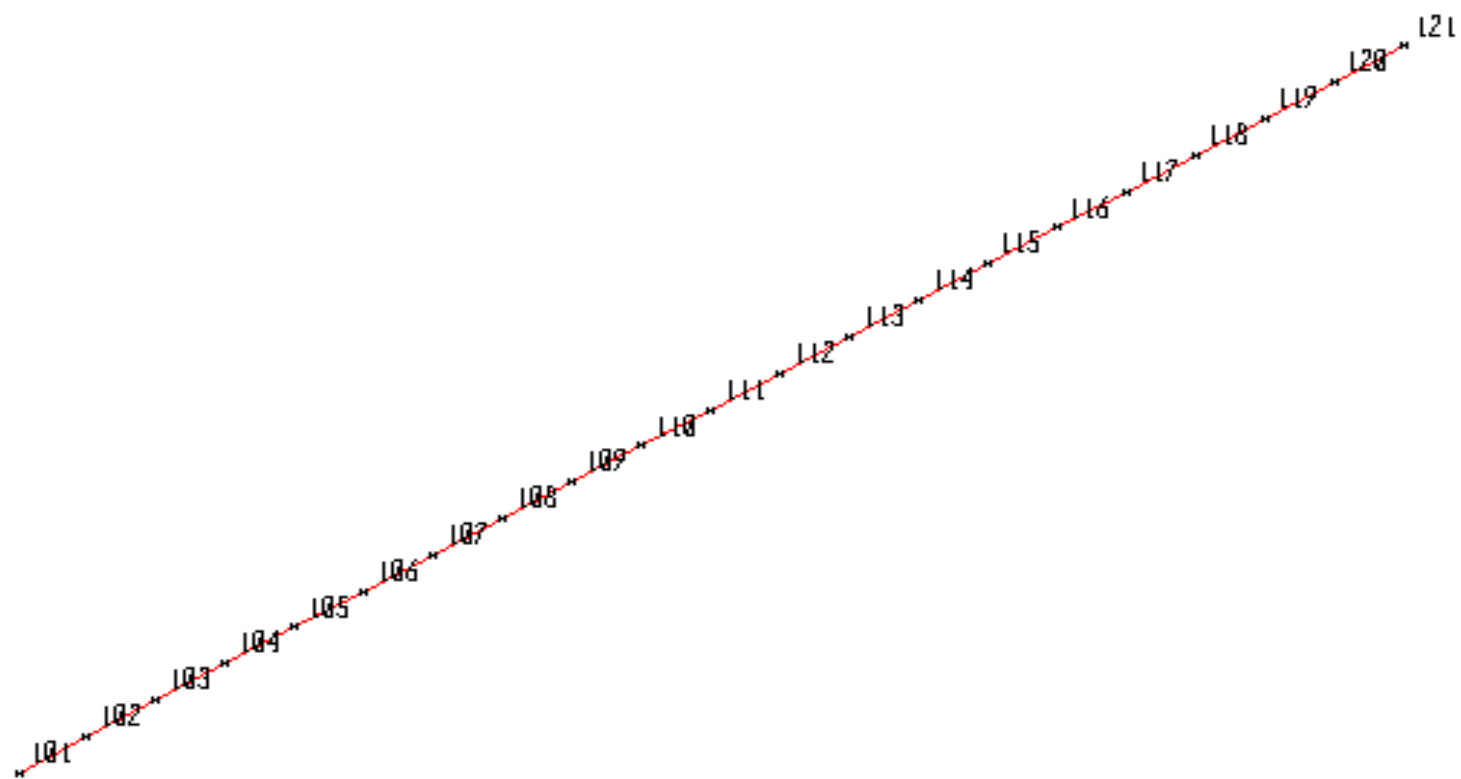
MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	.413362E+03	.203313E+02	3.235828	.309040
2	.100876E+04	.317610E+02	5.054923	.197827
3	.661231E+04	.813161E+02	12.941864	.077269
4	.105896E+05	.102906E+03	16.377962	.061058
5	.334378E+05	.182860E+03	29.103061	.034361

B A S E F O R C E R E A C T I O N F A C T O R S

MODE #	PERIOD (sec)	X DIRECTION	Y DIRECTION	Z DIRECTION	X MOMENT	Y MOMENT	Z MOMENT
1	.309	-.124E-05	.000E+00	.581E-07	.000E+00	.506E+03	.000E+00
2	.198	.650E-05	.000E+00	.293E+02	.000E+00	-.968E+03	.000E+00
3	.077	.520E-03	.000E+00	.785E-04	.000E+00	.246E+03	.000E+00
4	.061	-.344E-03	.000E+00	-.312E+01	.000E+00	.103E+03	.000E+00
5	.034	.610E-04	.000E+00	-.227E-04	.000E+00	.157E+03	.000E+00

P A R T I C I P A T I N G M A S S - (percent)

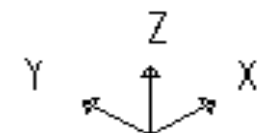
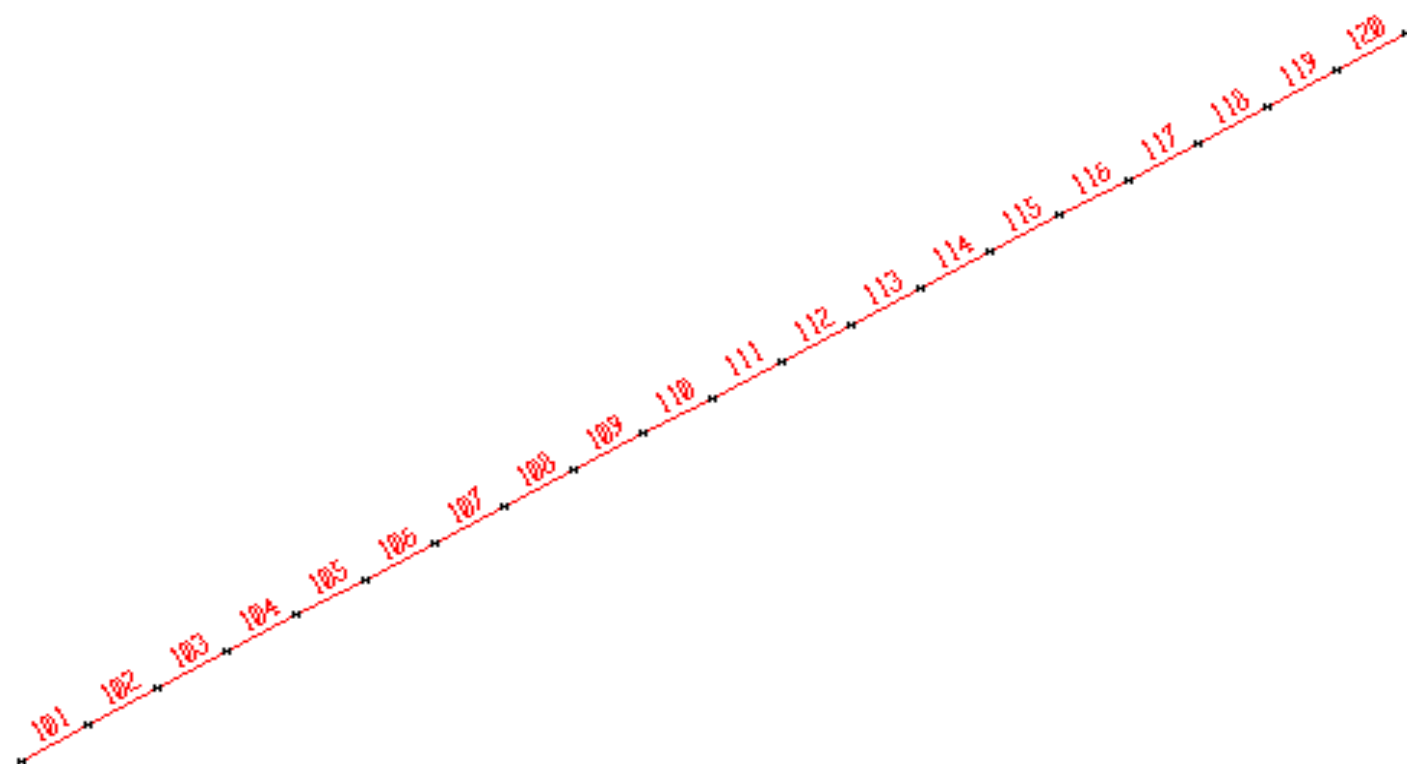
MODE	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	.000	00.000	.000	.000	00.000	.000
2	.000	00.000	81.266	.000	00.000	81.266
3	.000	00.000	.000	.000	00.000	81.266
4	.000	00.000	.918	.000	00.000	82.184
5	.000	00.000	.000	.000	00.000	82.184



VI04
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
ALL JOINTS
WIRE FRAME

SAP90



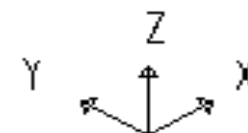
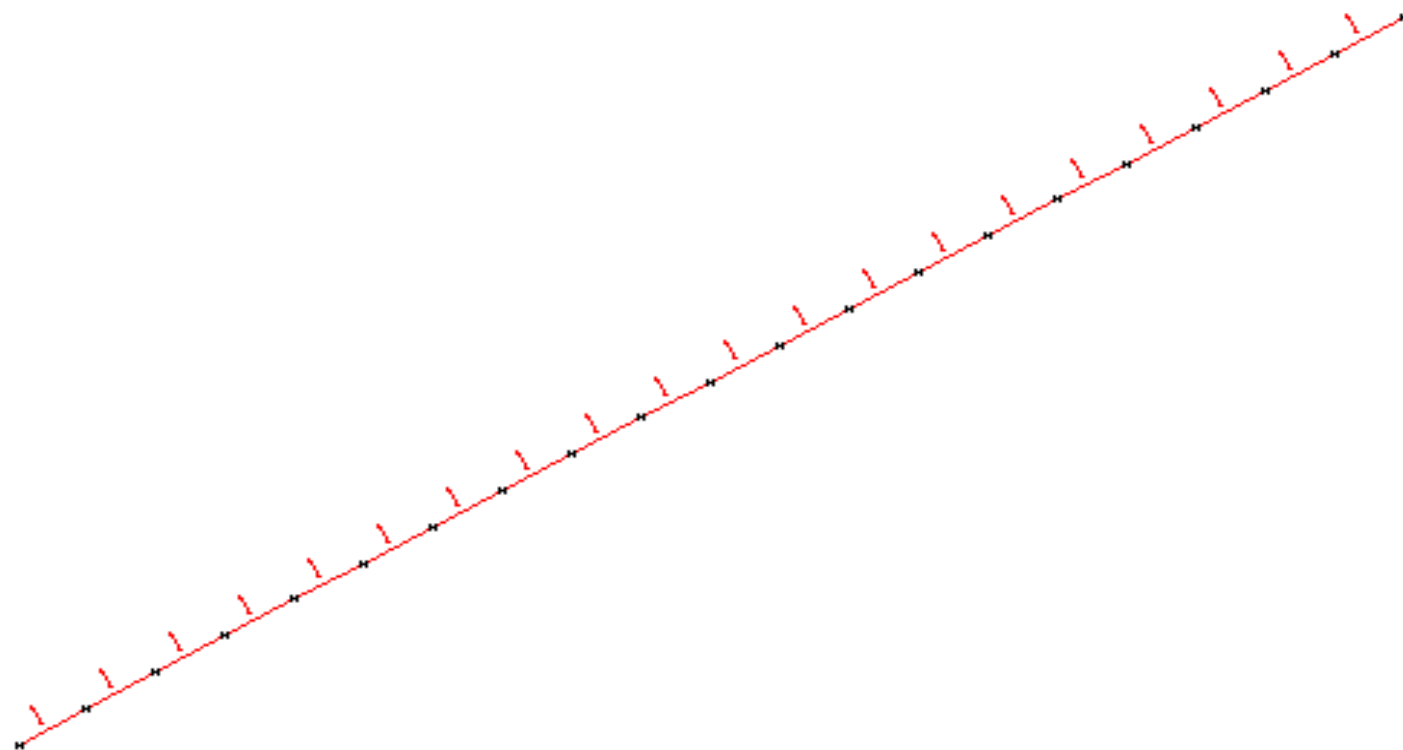
VI04

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

ALL JOINTS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90



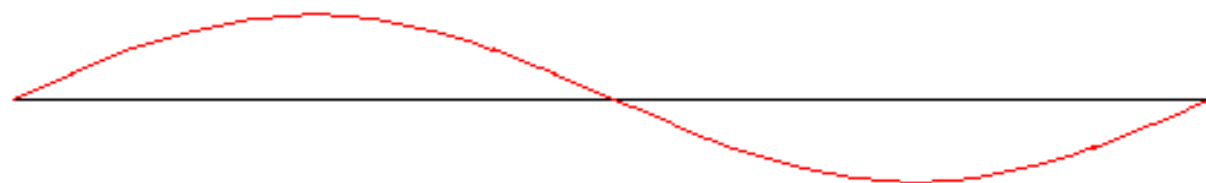
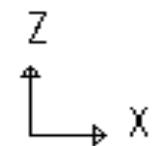
VI04

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

ALL JOINTS
PROPERTY IDS
WIRE FRAME

SAP90



VI04

MODE
SHAPE
MODE 1

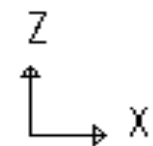
MINIMA

X $-.1049\text{E}-07$
Y $.0000\text{E}+00$
Z $-.4121\text{E}-01$

MAXIMA

X $.7145\text{E}-08$
Y $.0000\text{E}+00$
Z $.4121\text{E}-01$

SAP90



VI04

MODE
SHAPE

MODE 2



MINIMA

X -.1484E-07

Y .0000E+00

Z .0000E+00

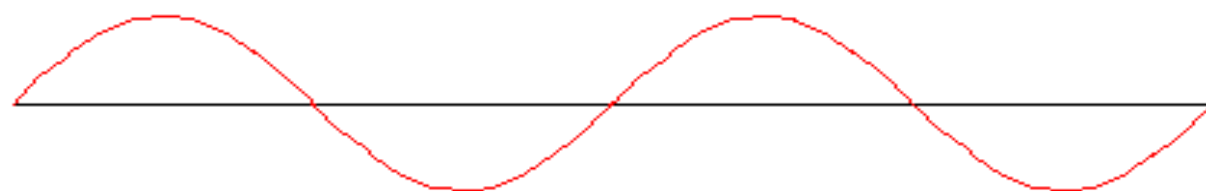
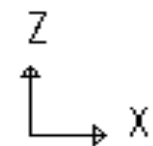
MAXIMA

X .3120E-07

Y .0000E+00

Z .4387E-01

SAP90



VI04

MODE
SHAPE

MODE 3

MINIMA

X $-.1620\text{E}-05$

Y $.0000\text{E}+00$

Z $-.3920\text{E}-01$

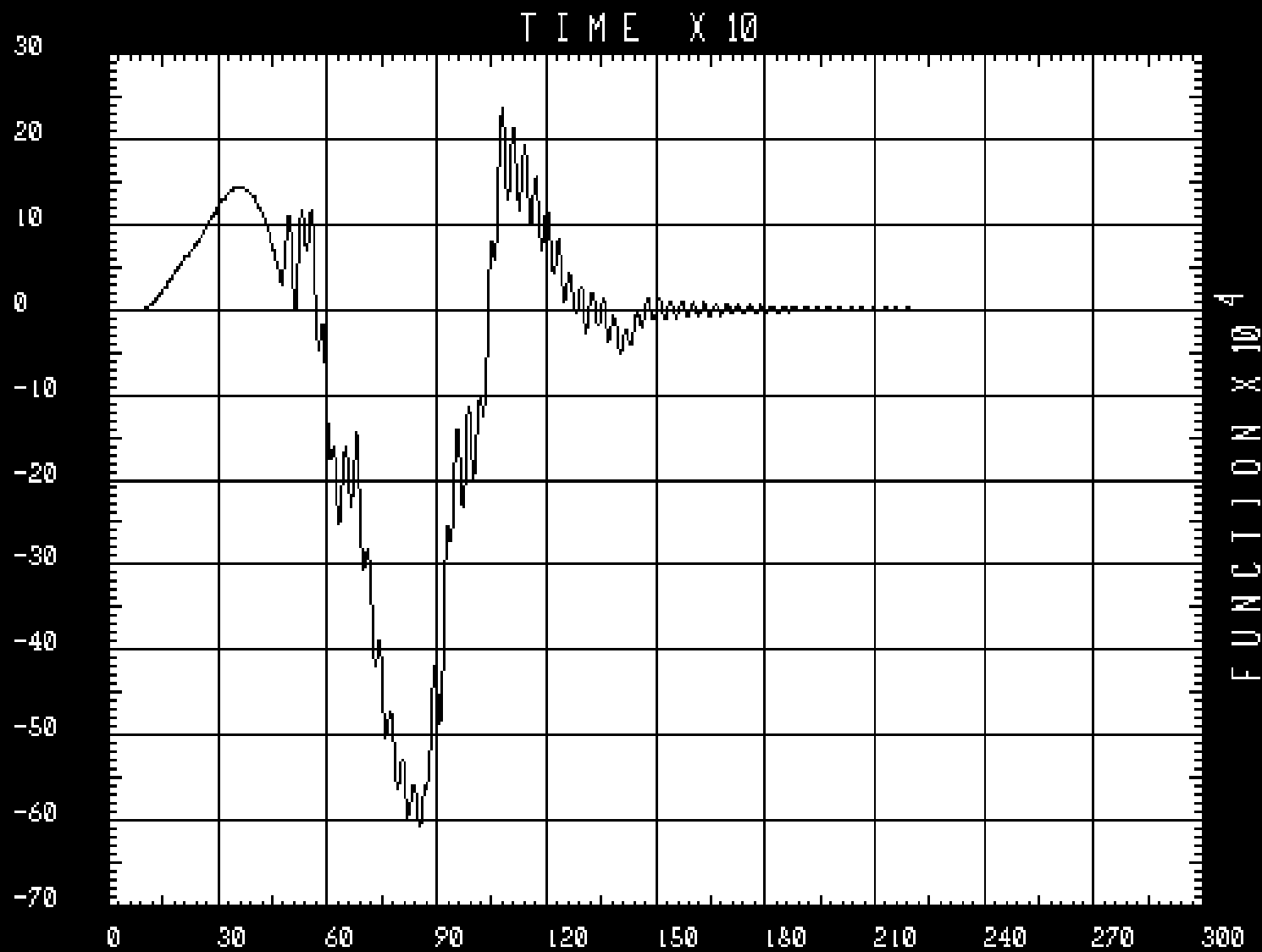
MAXIMA

X $.2999\text{E}-05$

Y $.0000\text{E}+00$

Z $.3920\text{E}-01$

SAP90



VI04

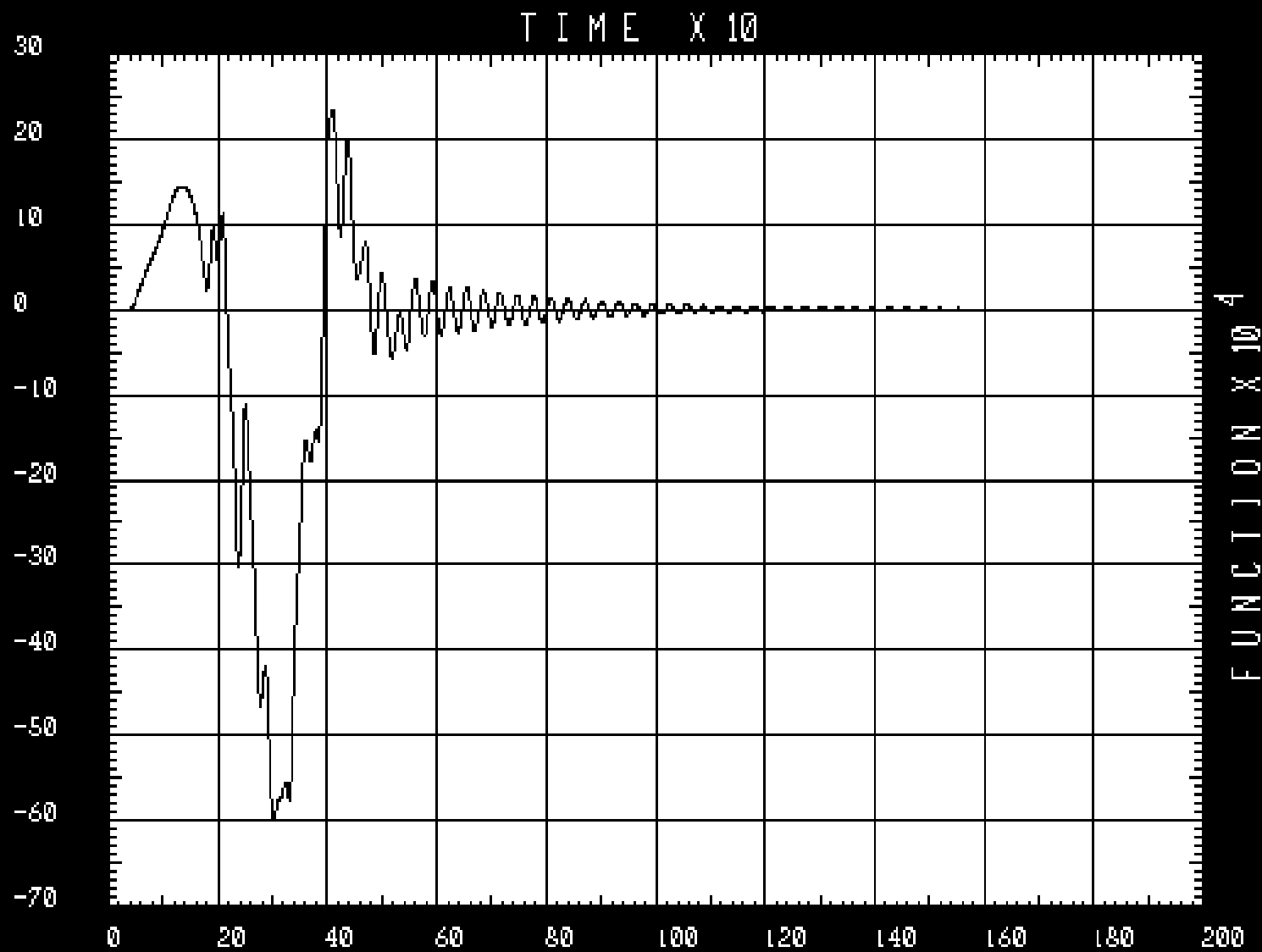
TIME
HISTORY
TRACE

JOINT 106
TYPE 0
DIRN ZT
FACTOR
.1000E+01

ENVELOPES

MIN
-.6071E-02
AT 8.52390
MAX
.2394E-02
AT 10.79190

SAP90



VI04

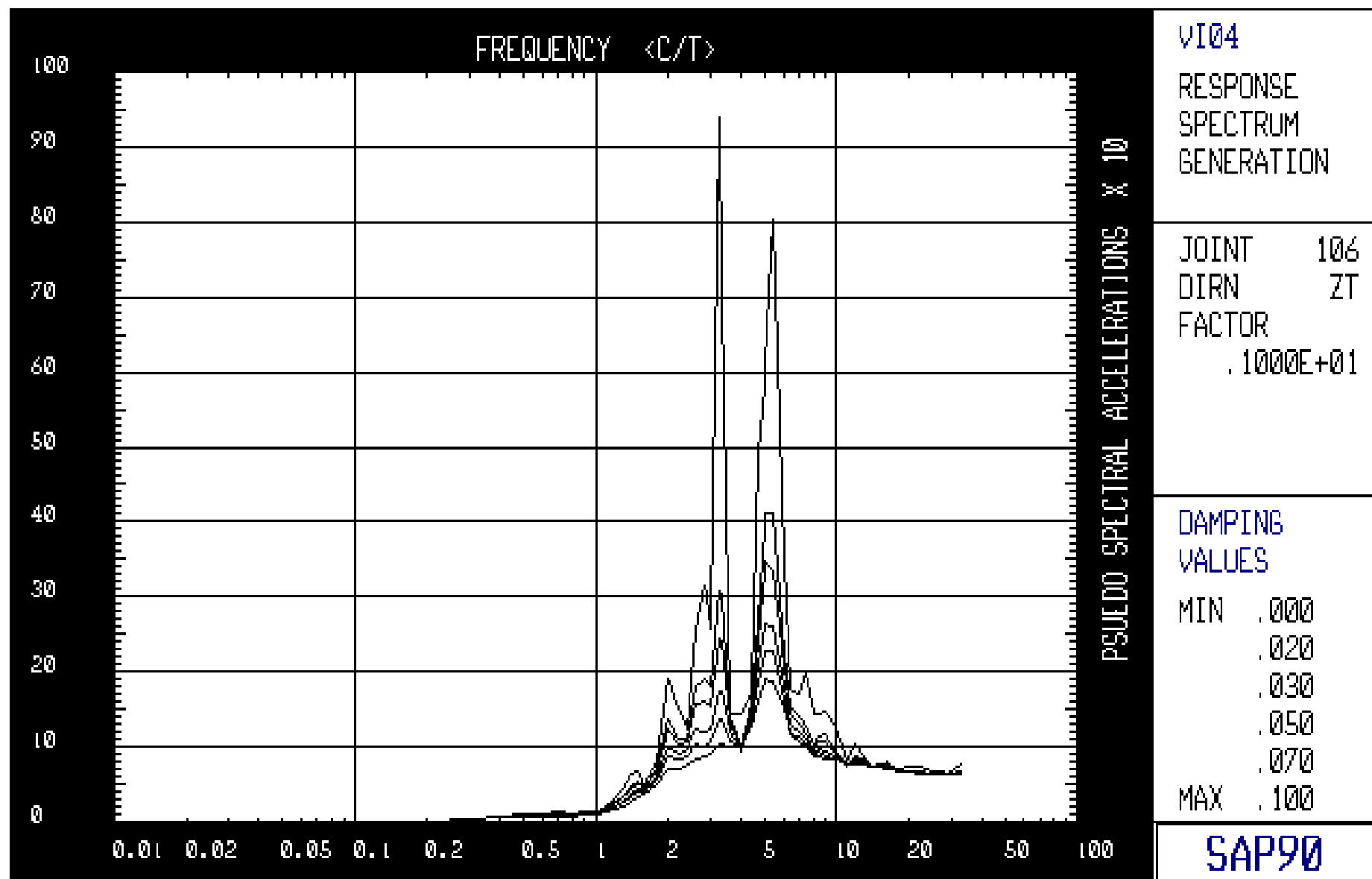
TIME
HISTORY
TRACE

JOINT 106
TYPE 0
DIRN ZT
FACTOR
.1000E+01

ENVELOPES

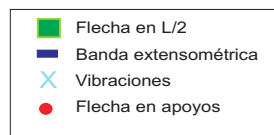
MIN
-.5988E-02
AT 3.01750
MAX
.2344E-02
AT 4.08960

SAP90



ANEJO C: TREN DE CARGAS Y SITUACIÓN DE LOS APARATOS DE MEDIDA

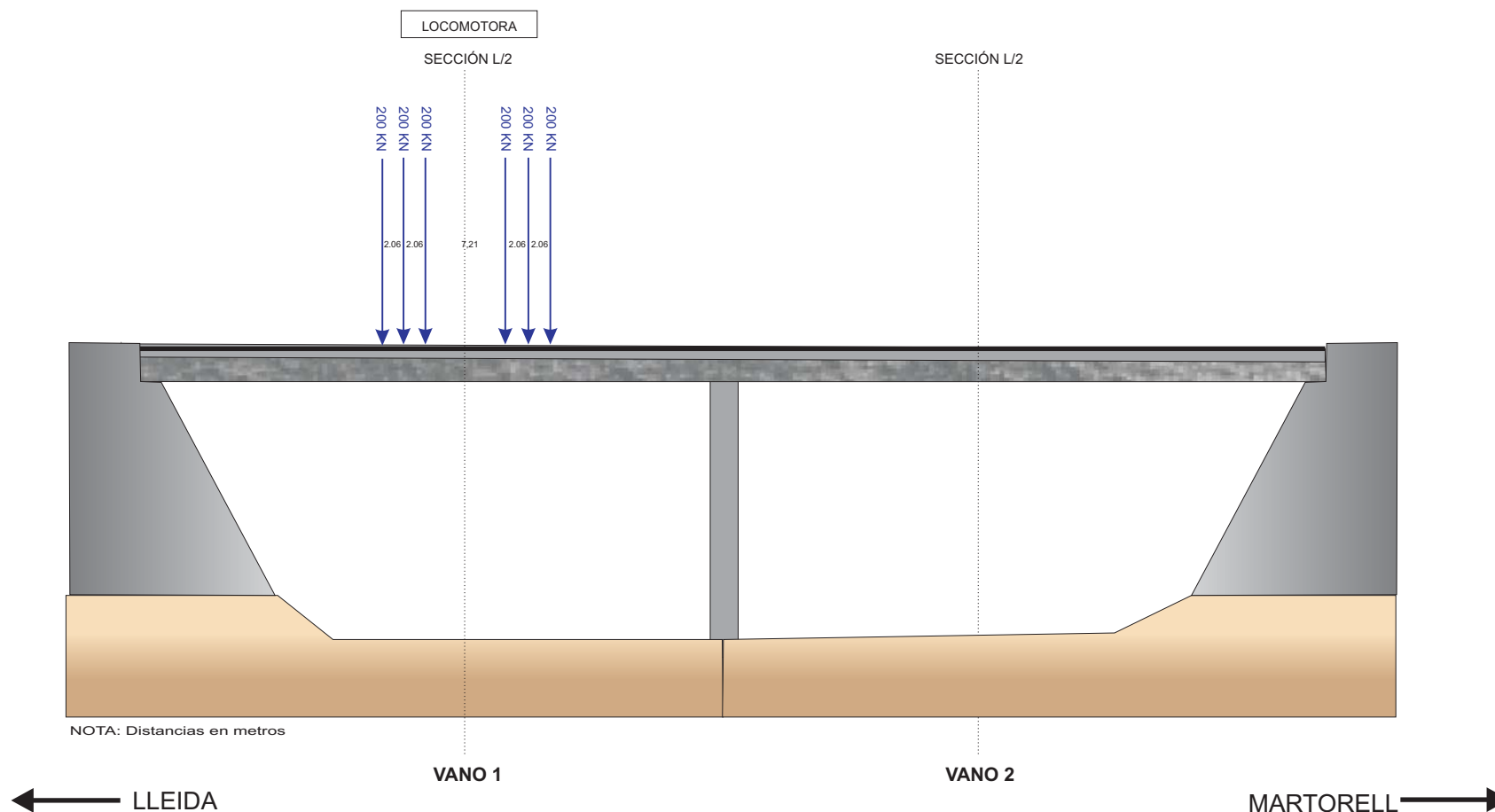
VIADUCTO 0.4 CROQUIS INSTRUMENTACION



α : Caracter alfanumérico correlativo al nº de vanos
 π : Número de vano (1 al 2)

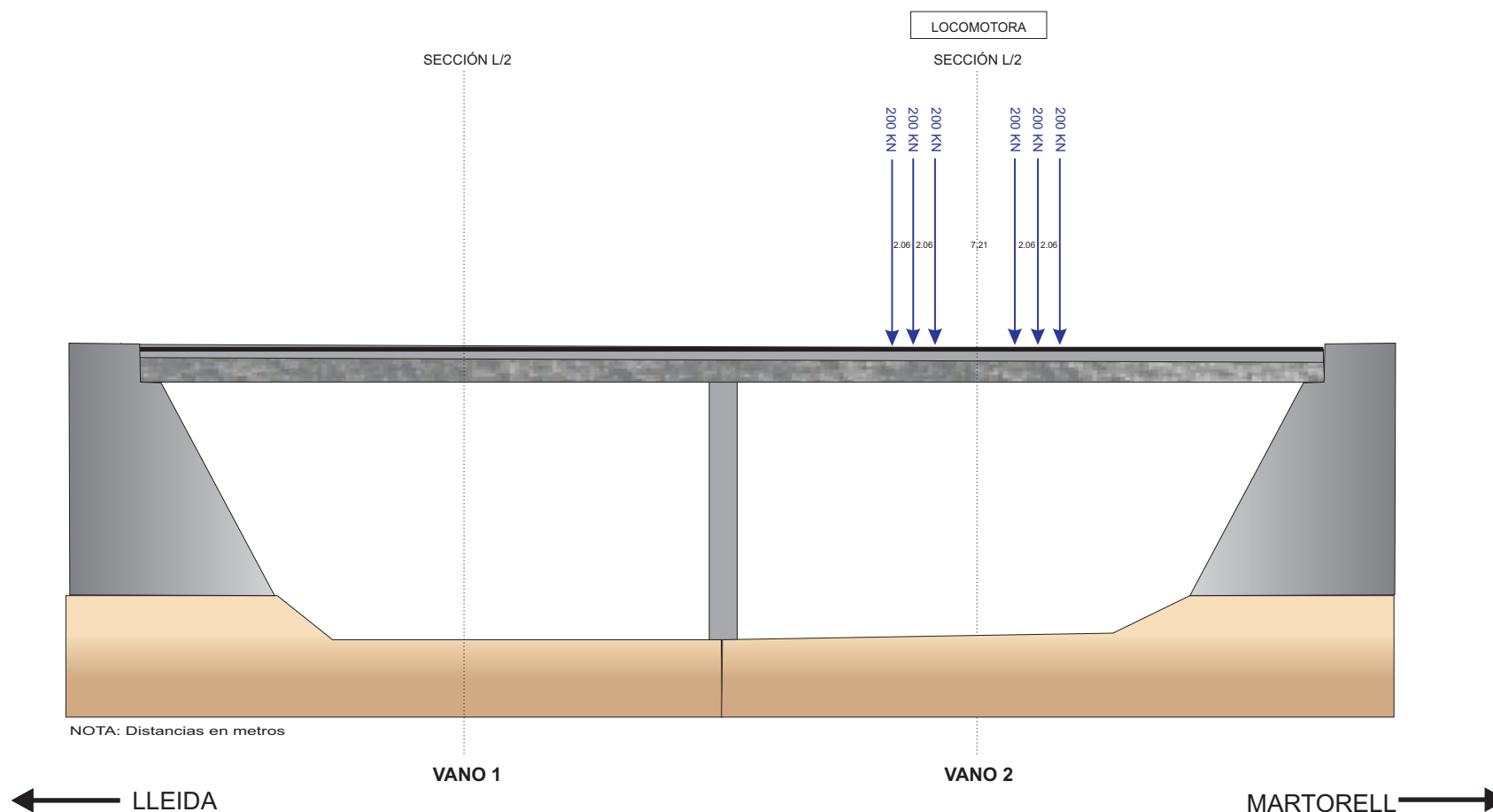
VIADUCTO 0.4 HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 4

Locomotora GIF en vano 1



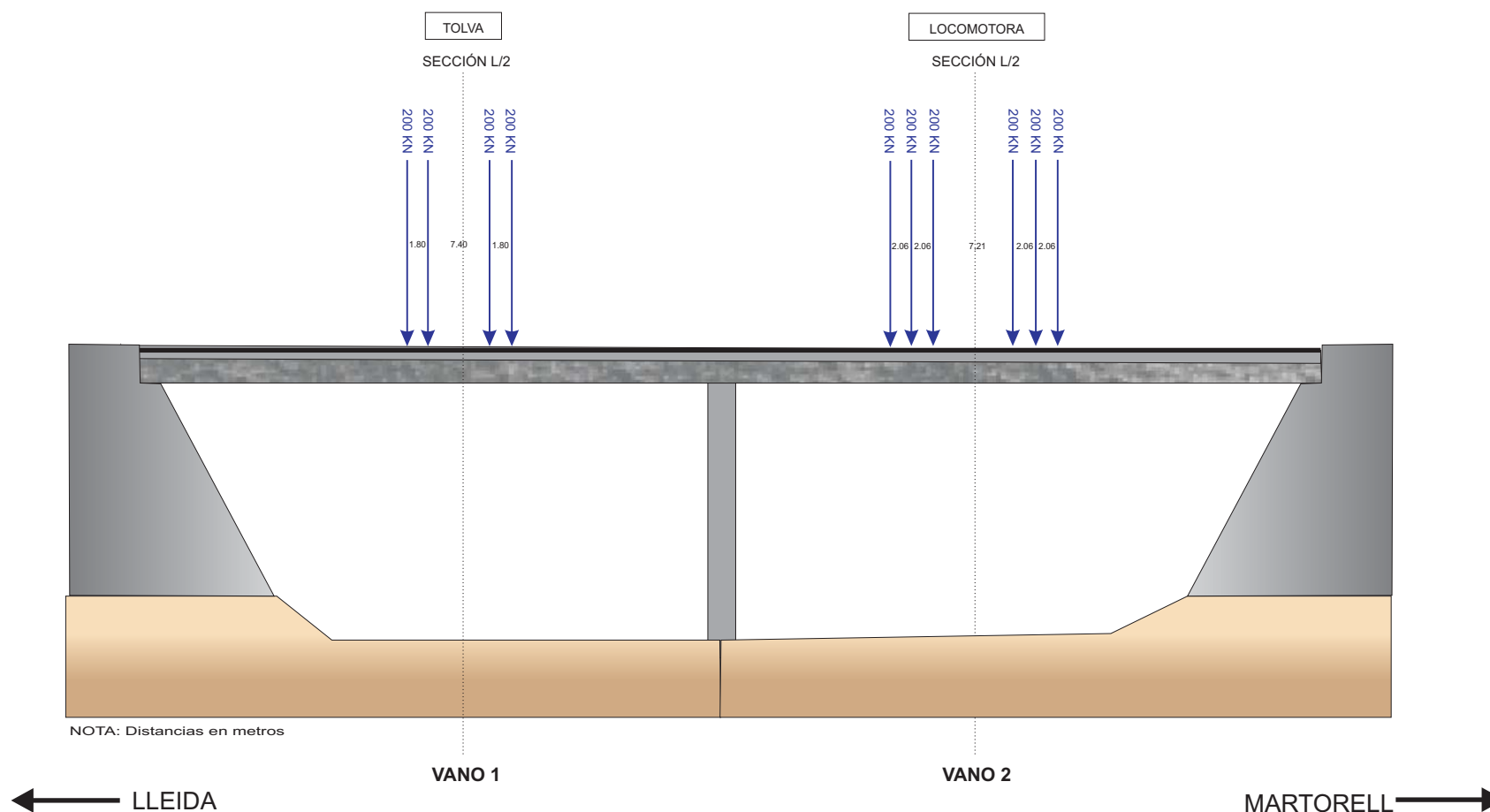
VIADUCTO 0.4 HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 4

Locomotora GIF en vano 2



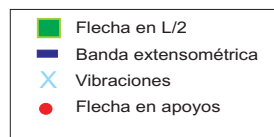
VIADUCTO 0.4 HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 5

Locomotora GIF en vano 2 y tolva RENFE TT2 en vano 1



ANEJO N° 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

VIADUCTO 0.4. VIA 2 CROQUIS INSTRUMENTACION

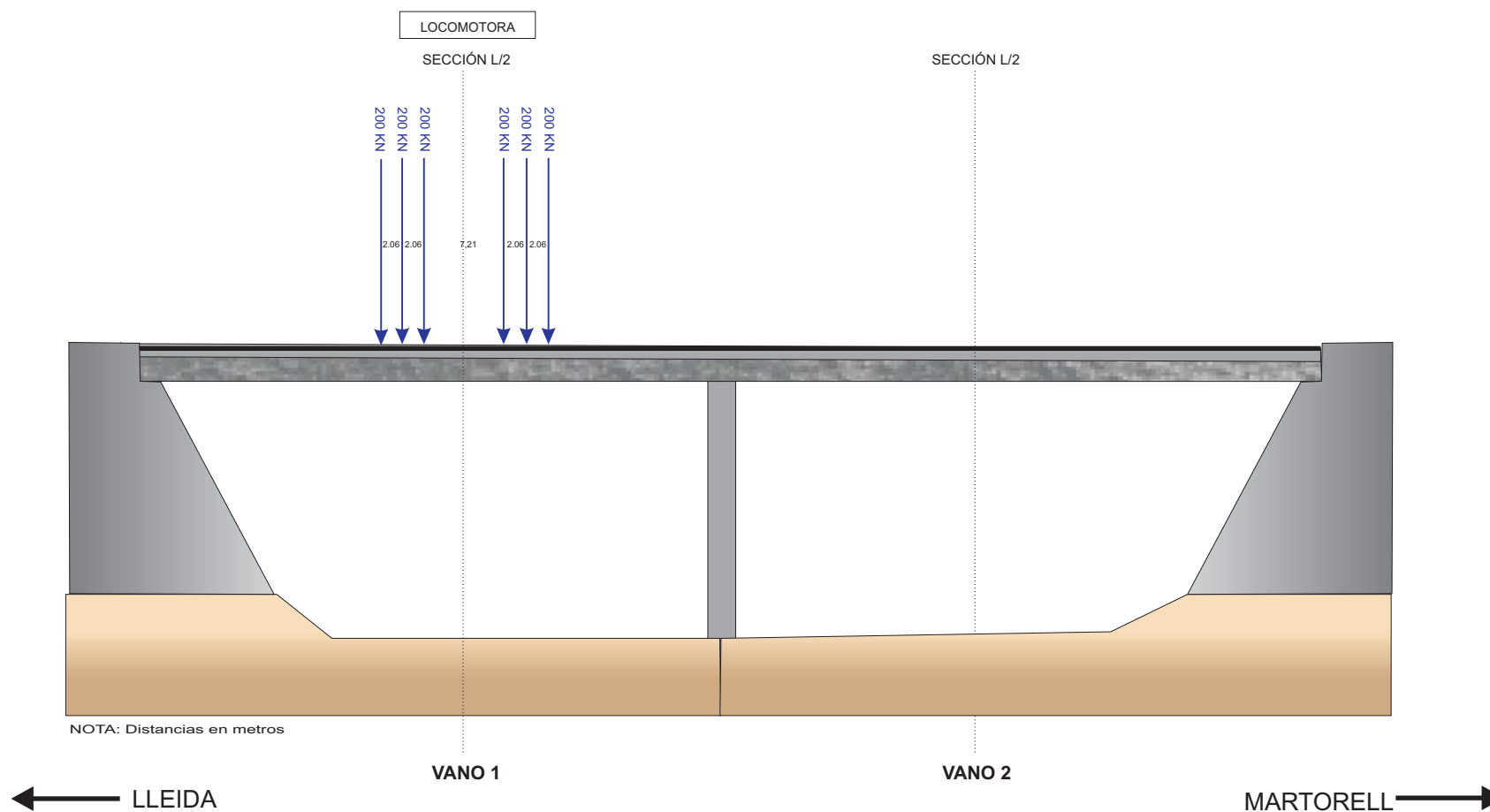


α : Caracter alfanumérico correlativo al nº de vanos
 II: Número de vano (1 al 2)

VIADUCTO 0.4. VIA 2

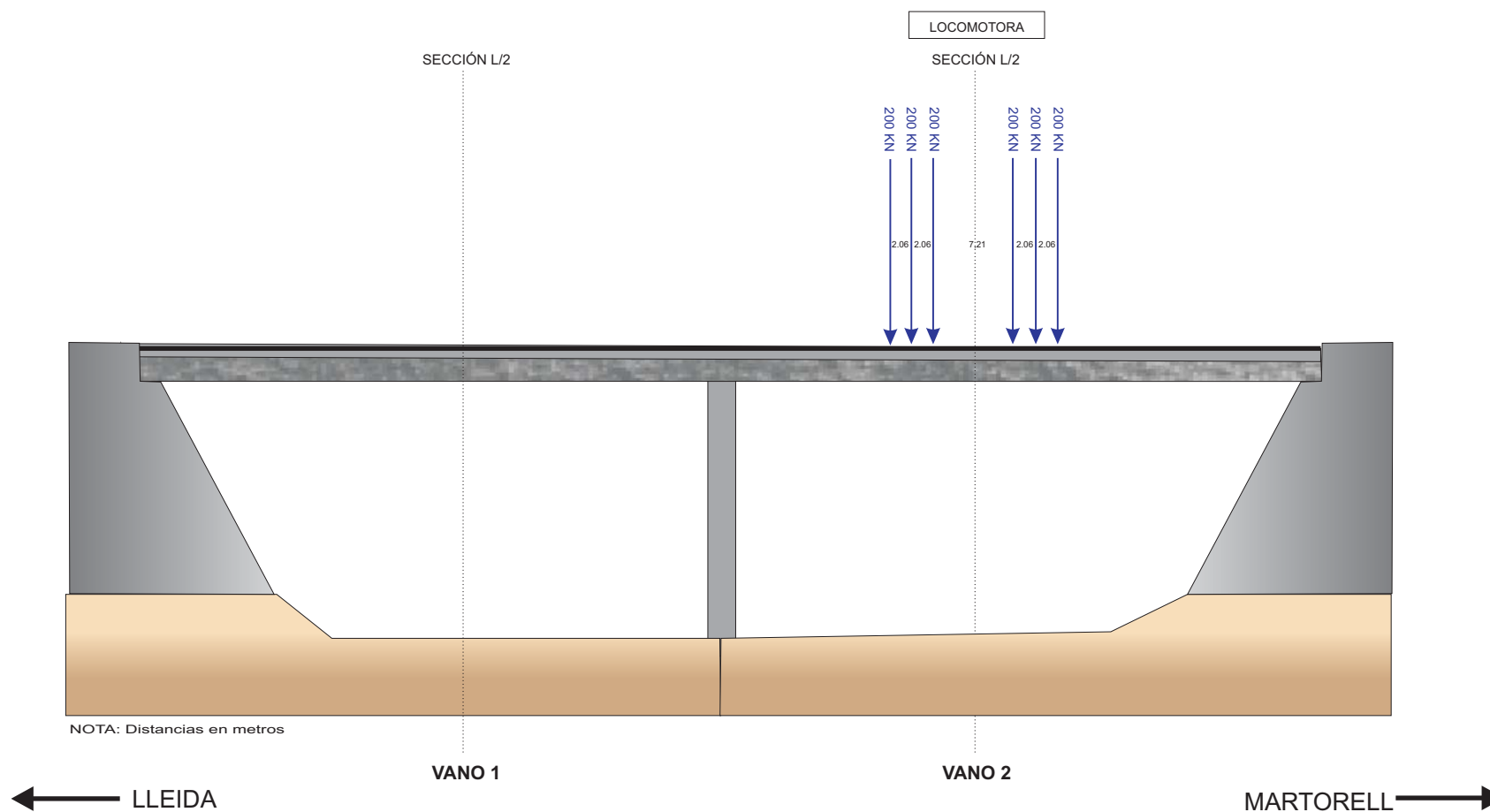
ESTATICA 01

Locomotora GIF en vano 1



VIADUCTO 0.4. VIA 2

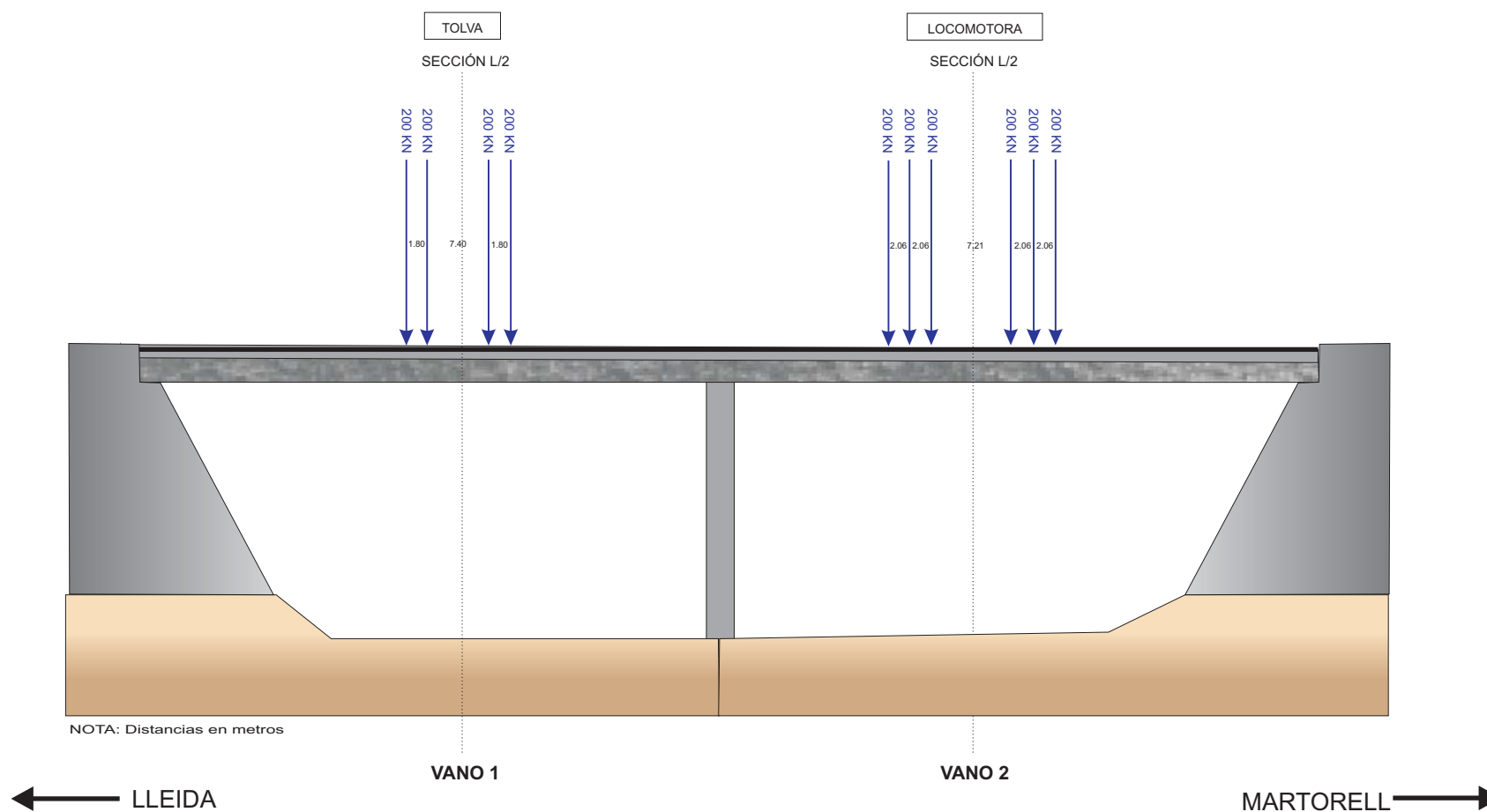
ESTATICA 02 Locomotora GIF en vano 2



VIADUCTO 0.4. VIA 2

ESTATICA 00

Locomotora GIF en vano 2 y tolva RENFE TT2 en vano 1

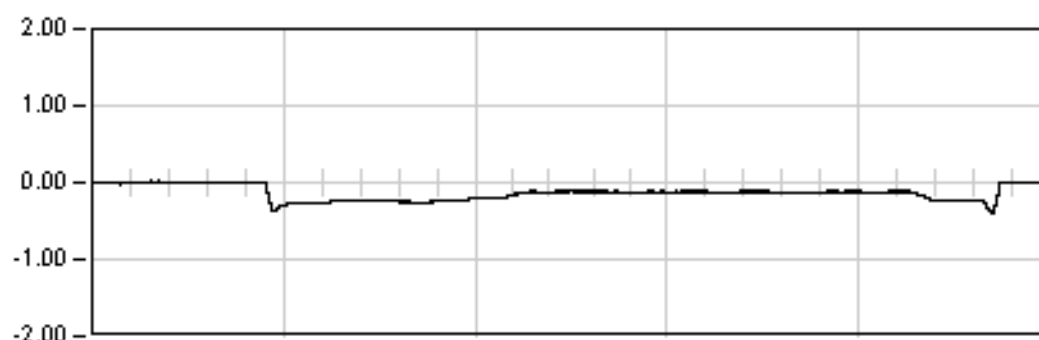


ANEJO Nº 4: REGISTRO DE MEDIDAS

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : D310 Canal : 08 Unidades : mm



ESTATICA 00

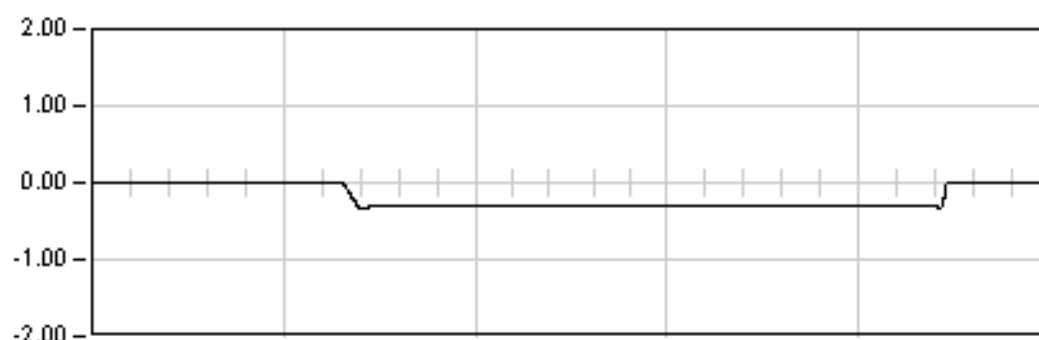
1800.0 Seg

Est: -0.12

Max: -0.39

Min: 0.02

Rem: -0.01



ESTATICA 01

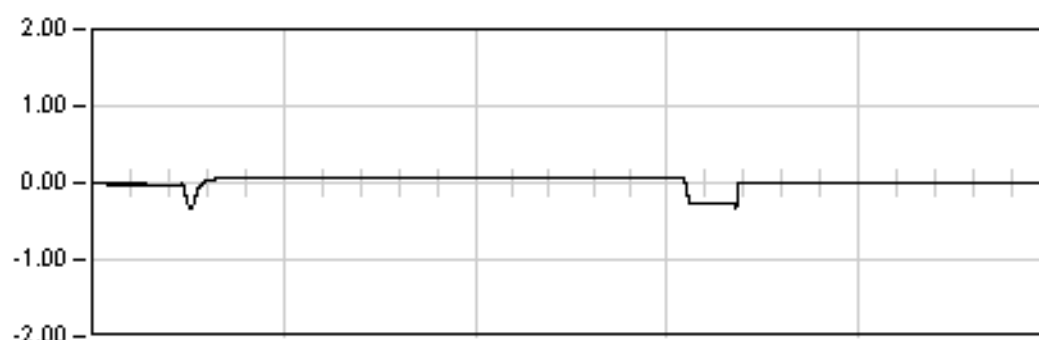
1140.0 Seg

Est: -0.29

Max: -0.35

Min: 0.02

Rem: -0.00



ESTATICA 02

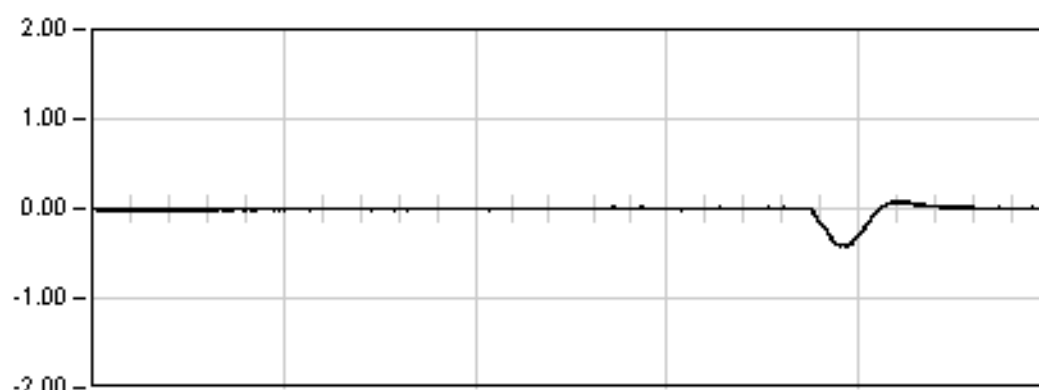
1453.0 Seg

Est: 0.08

Max: -0.34

Min: 0.08

Rem: -0.00



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -0.42

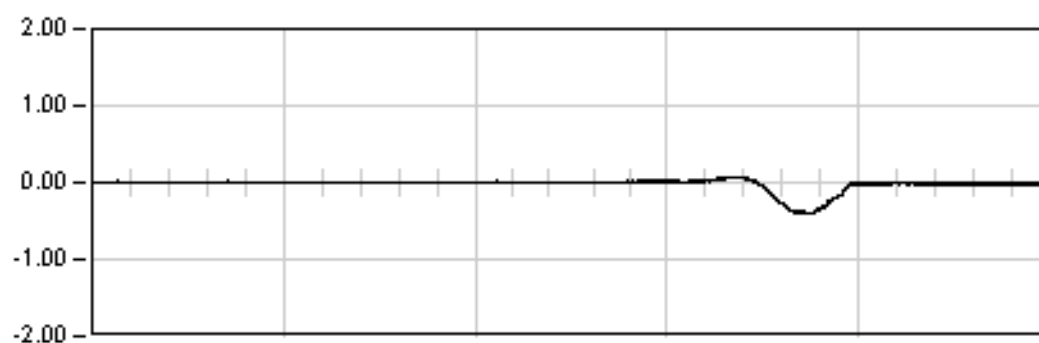
Min: 0.09

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : D310 Canal : 08 Unidades : mm



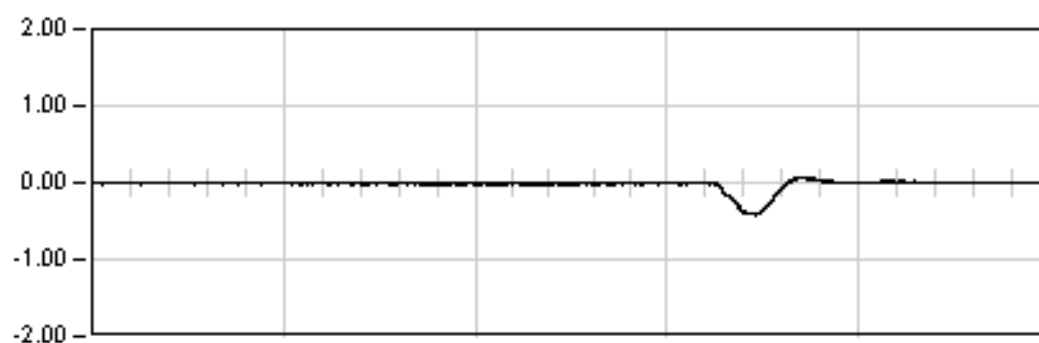
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: -0.41

Min: 0.07

Rem: -0.02



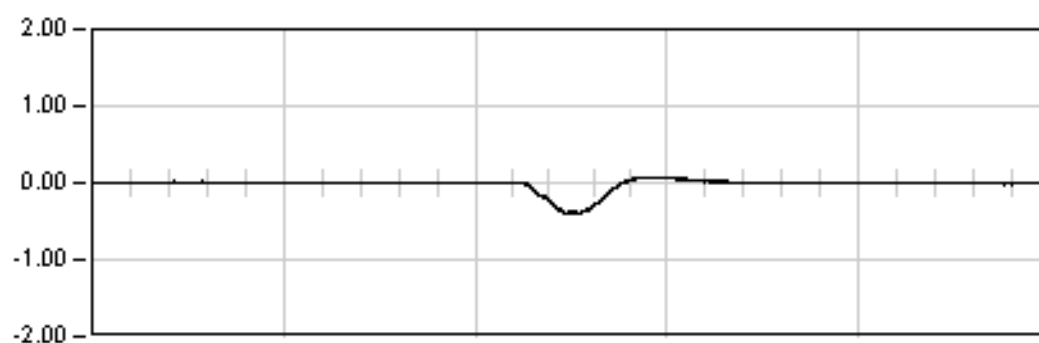
DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: -0.42

Min: 0.07

Rem: 0.00



DINAMICA 05

40.0 Seg

Max: -0.40

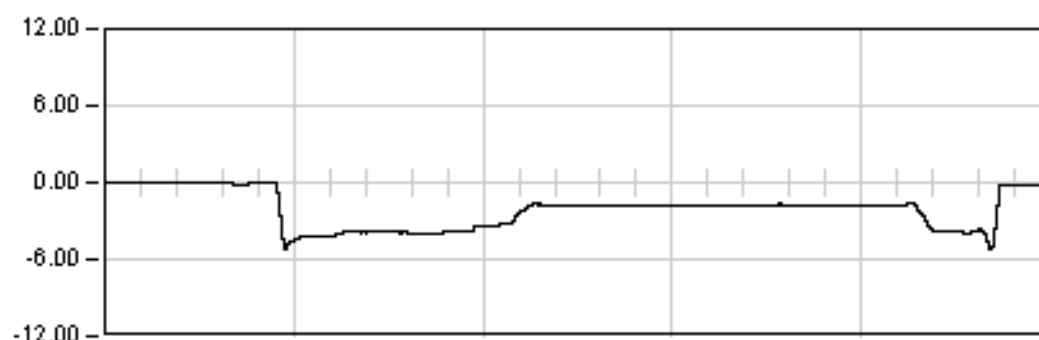
Min: 0.08

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : D31 Canal : 09 Unidades : mm



ESTATICA 00

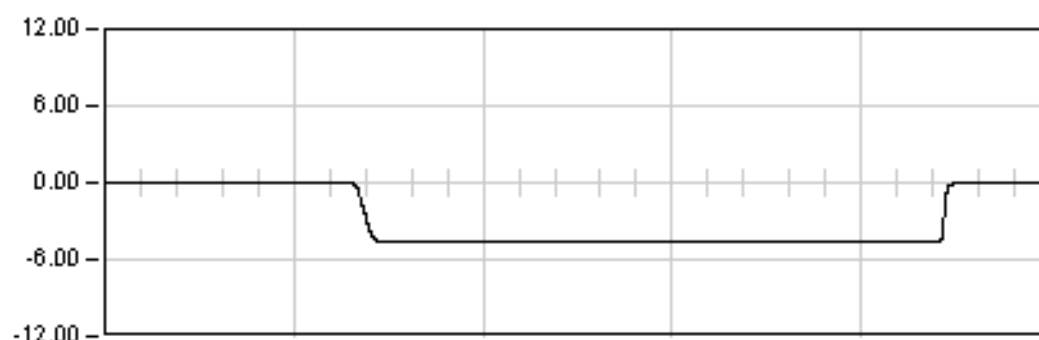
1800.0 Seg

Est: -1.72

Max: -5.19

Min: 0.02

Rem: -0.14



ESTATICA 01

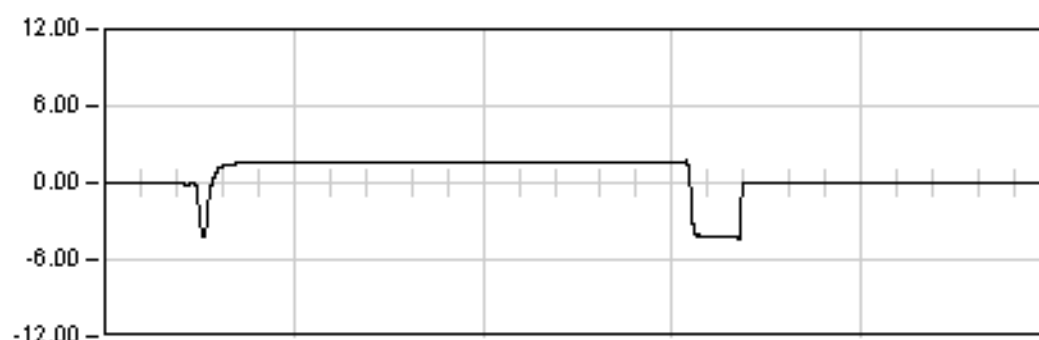
1140.0 Seg

Est: -4.64

Max: -4.67

Min: 0.04

Rem: -0.01



ESTATICA 02

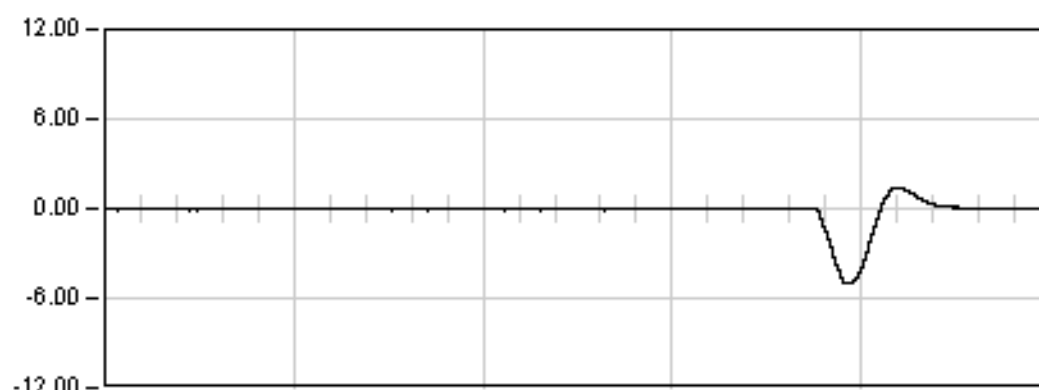
1453.0 Seg

Est: 1.61

Max: -4.35

Min: 1.71

Rem: 0.02



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -5.03

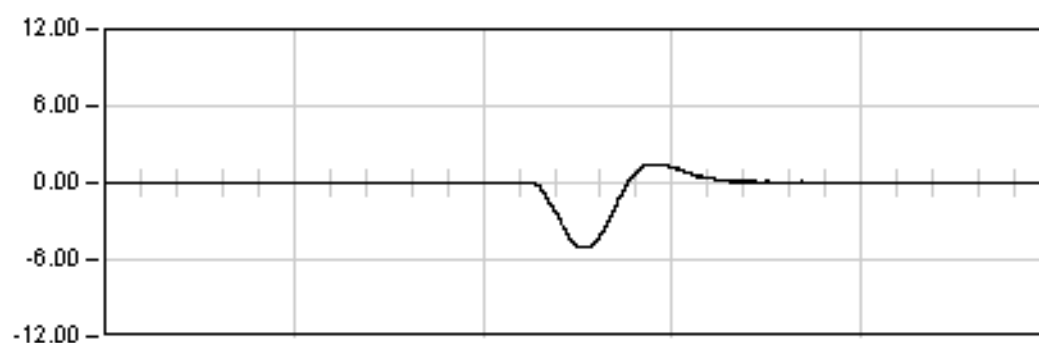
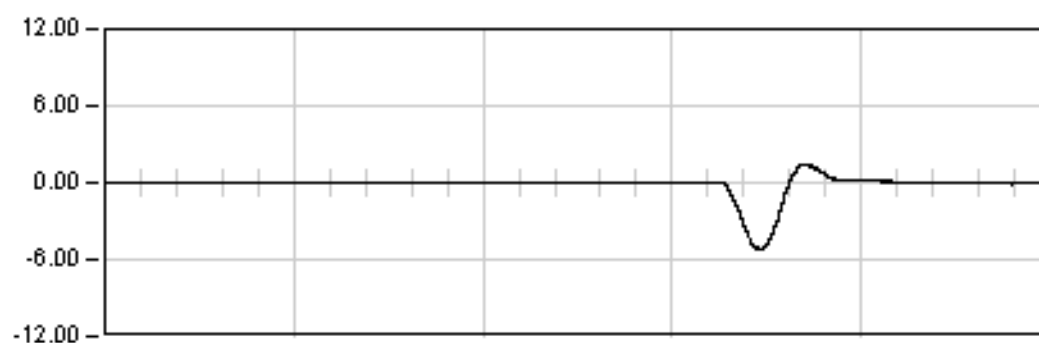
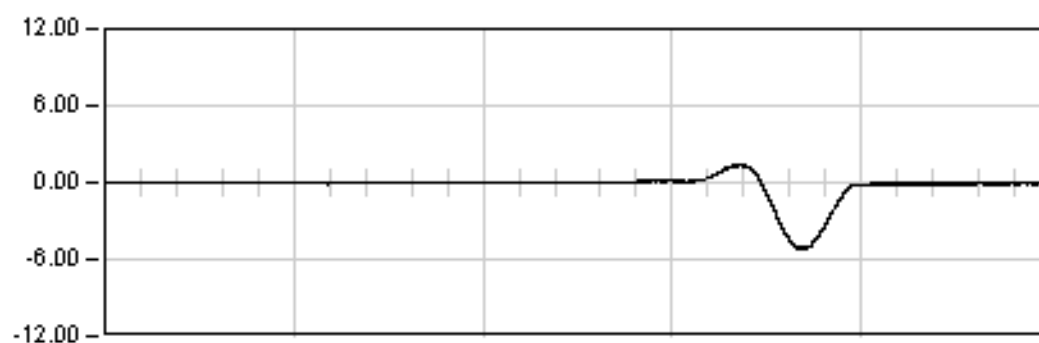
Min: 1.41

Rem: -0.02

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

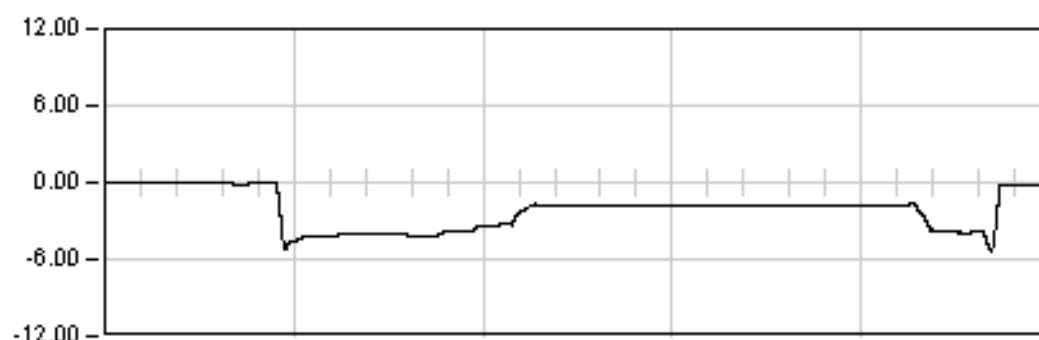
Punto : D31 Canal : 09 Unidades : mm



LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : D32 Canal : 10 Unidades : mm



ESTATICA 00

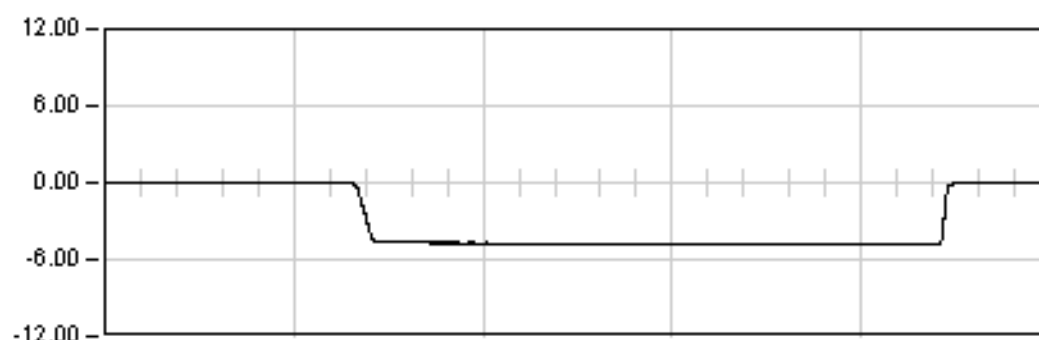
1800.0 Seg

Est: -1.75

Max: -5.32

Min: 0.06

Rem: -0.15



ESTATICA 01

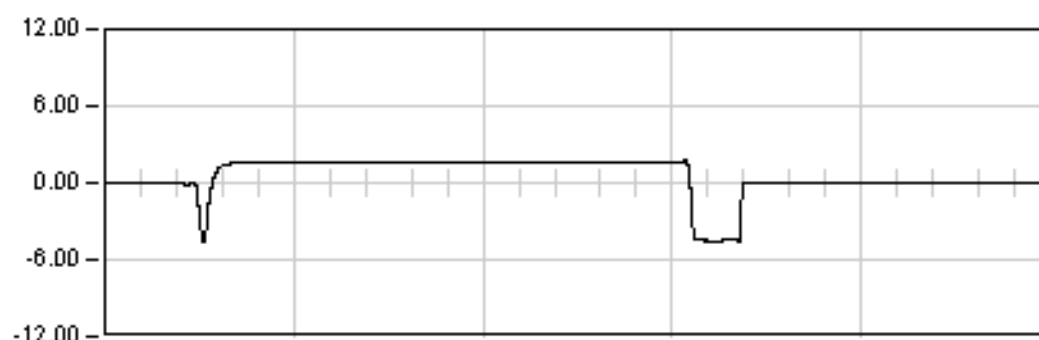
1140.0 Seg

Est: -4.77

Max: -4.81

Min: 0.06

Rem: -0.00



ESTATICA 02

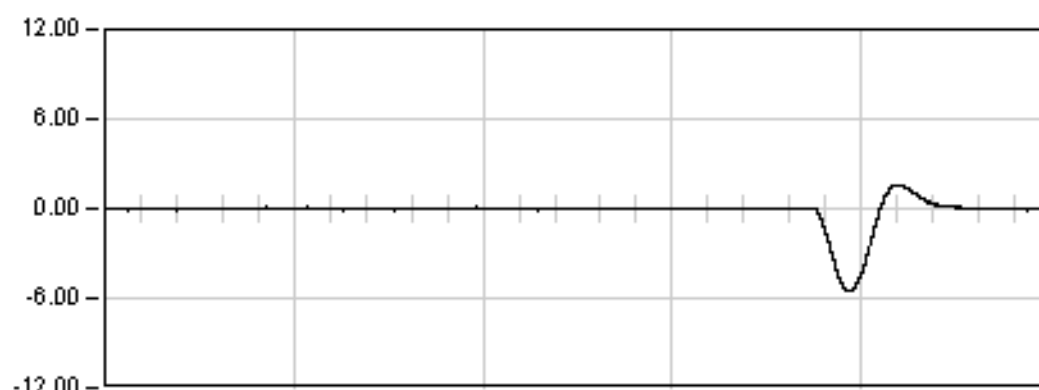
1453.0 Seg

Est: 1.63

Max: -4.68

Min: 1.74

Rem: 0.00



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -5.49

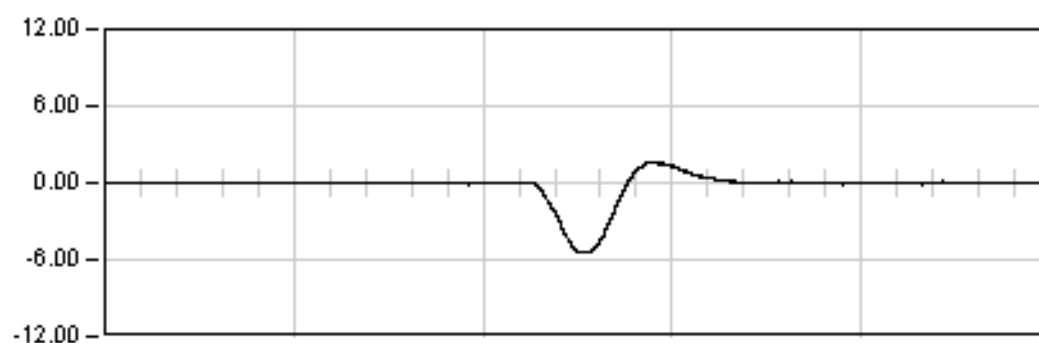
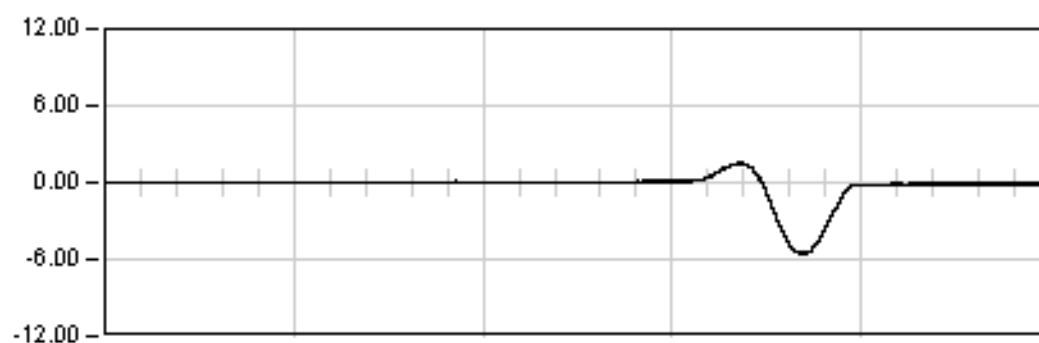
Min: 1.59

Rem: -0.03

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

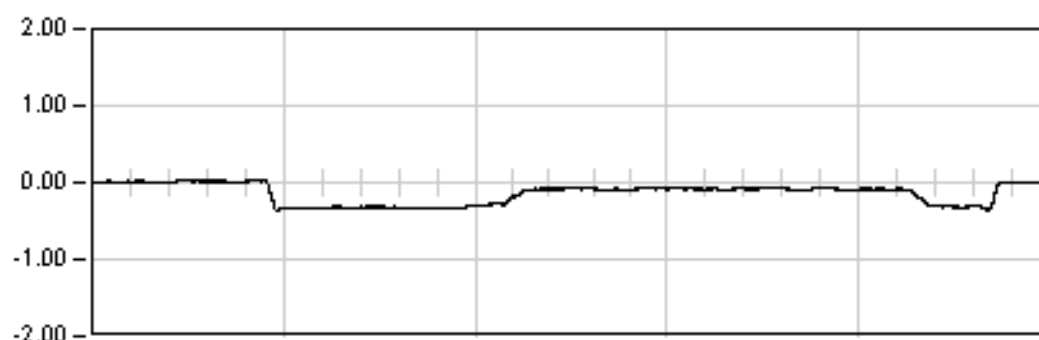
Punto : D32 Canal : 10 Unidades : mm



LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : D323 Canal : 12 Unidades : mm



ESTATICA 00

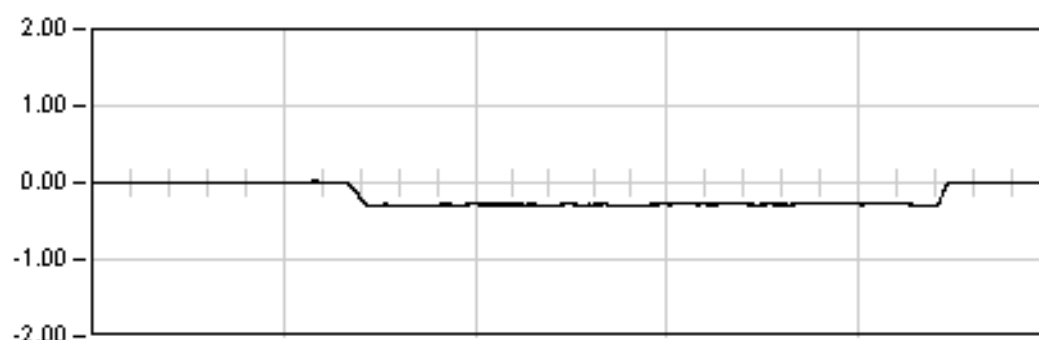
1800.0 Seg

Est: -0.08

Max: -0.36

Min: 0.03

Rem: -0.00



ESTATICA 01

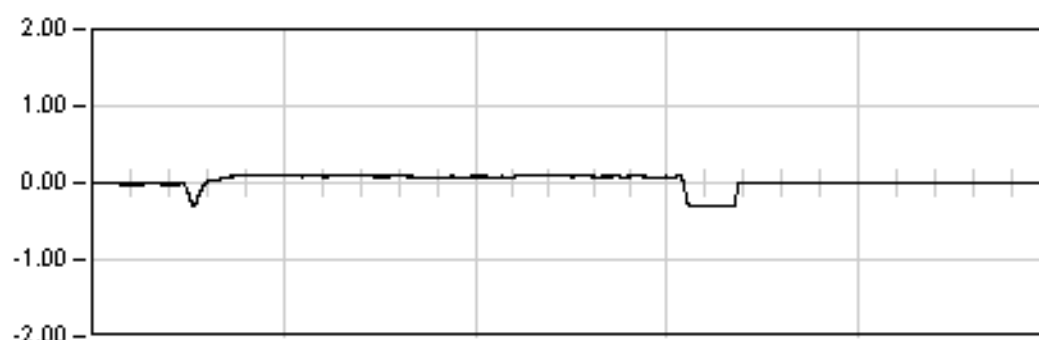
1140.0 Seg

Est: -0.27

Max: -0.30

Min: 0.02

Rem: -0.00



ESTATICA 02

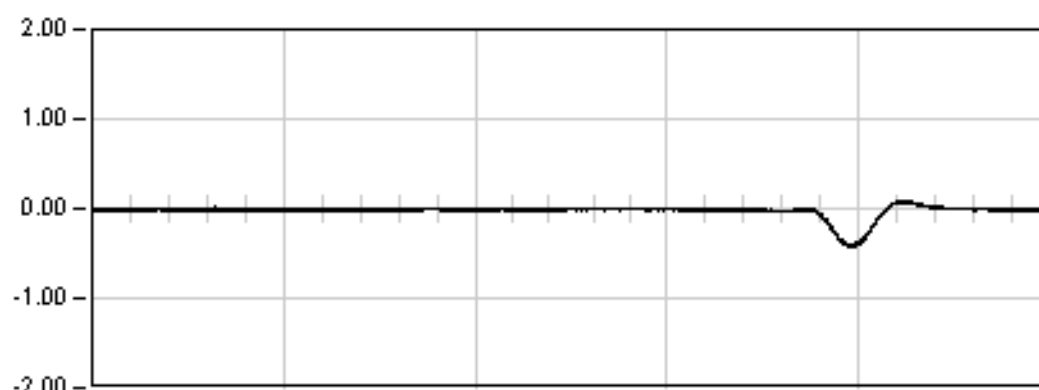
1453.0 Seg

Est: 0.08

Max: -0.31

Min: 0.10

Rem: 0.00



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -0.42

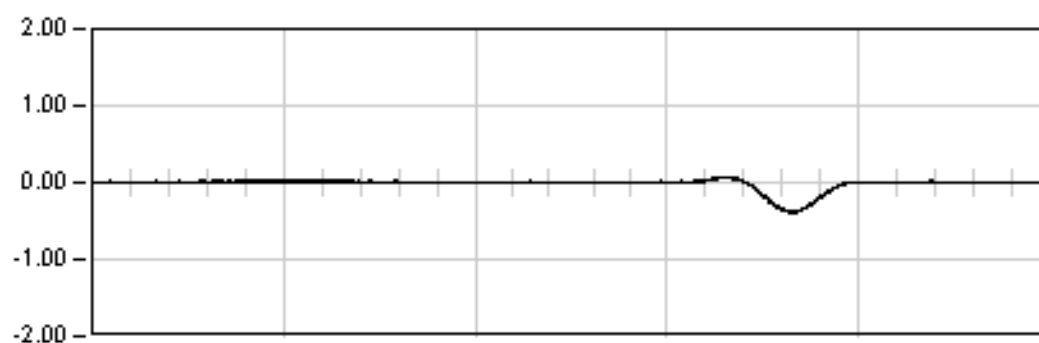
Min: 0.09

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : D323 Canal : 12 Unidades : mm



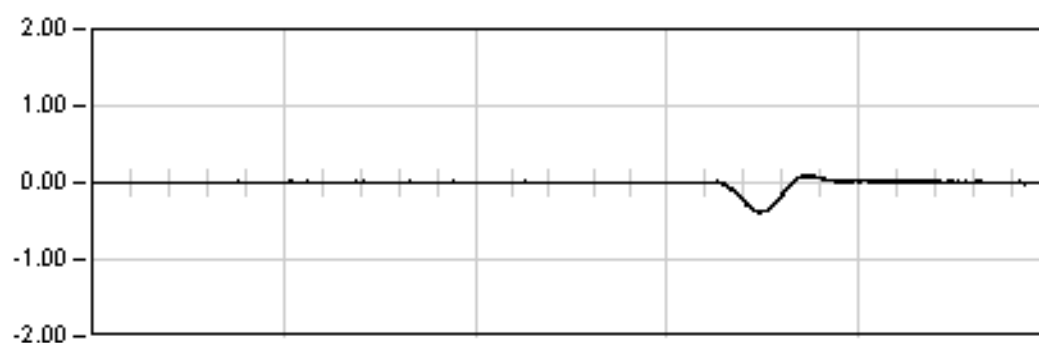
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: -0.39

Min: 0.07

Rem: 0.00



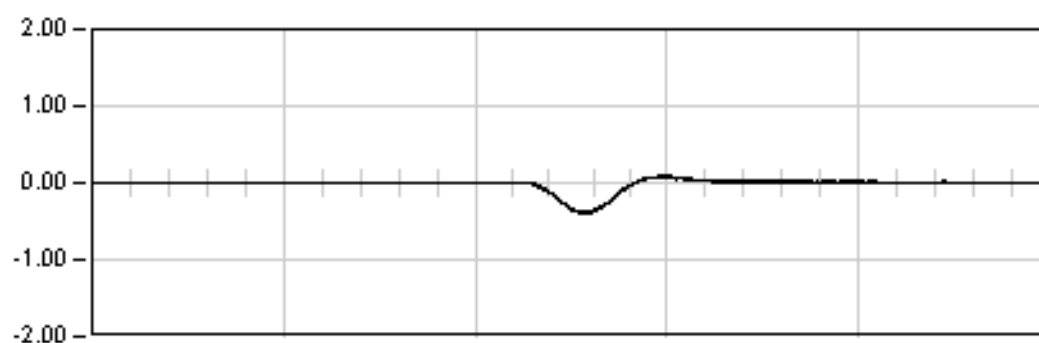
DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: -0.39

Min: 0.10

Rem: -0.01



DINAMICA 05

40.0 Seg

Max: -0.39

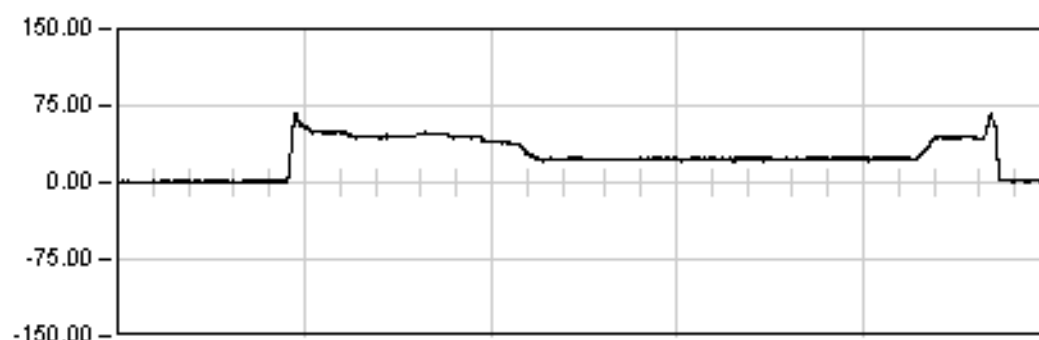
Min: 0.09

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : E31 Canal : 21 Unidades : μE



ESTATICA 00

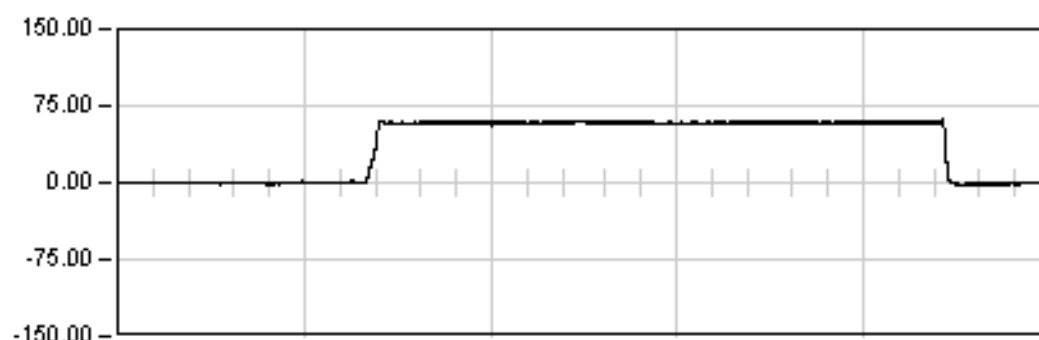
1800.0 Seg

Est: 24.08

Max: 67.56

Min: -1.09

Rem: 1.80



ESTATICA 01

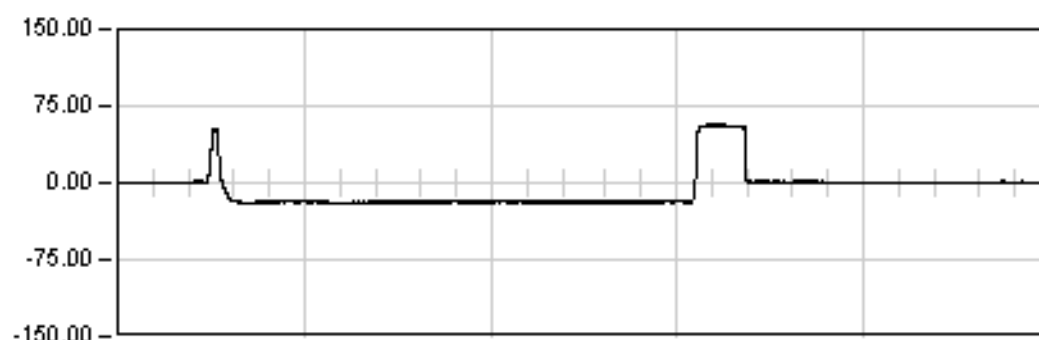
1140.0 Seg

Est: 58.40

Max: 62.06

Min: -2.58

Rem: -0.17



ESTATICA 02

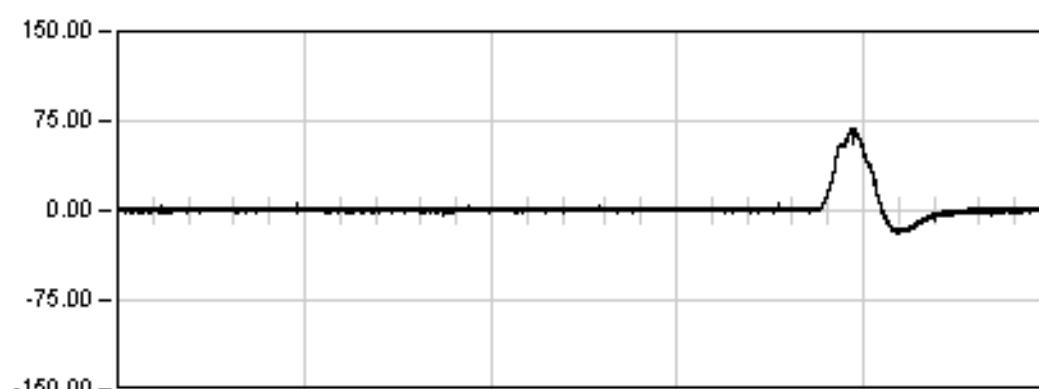
1453.0 Seg

Est: -18.99

Max: 57.00

Min: -20.61

Rem: -0.01



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: 68.69

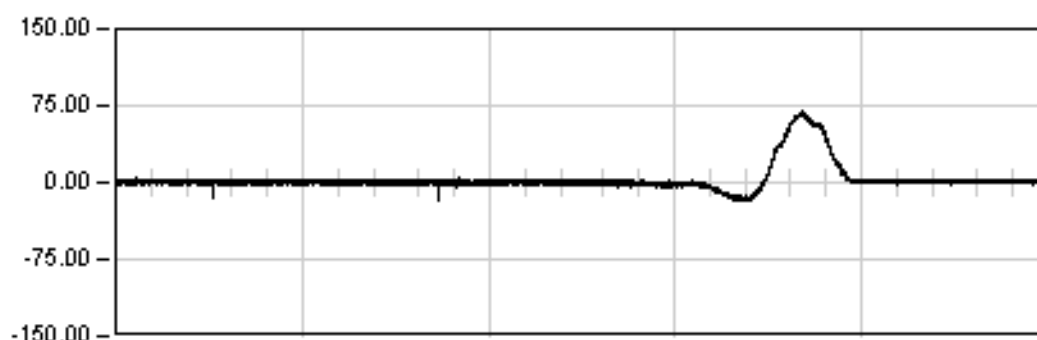
Min: -19.24

Rem: 0.62

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : E31 Canal : 21 Unidades : μE



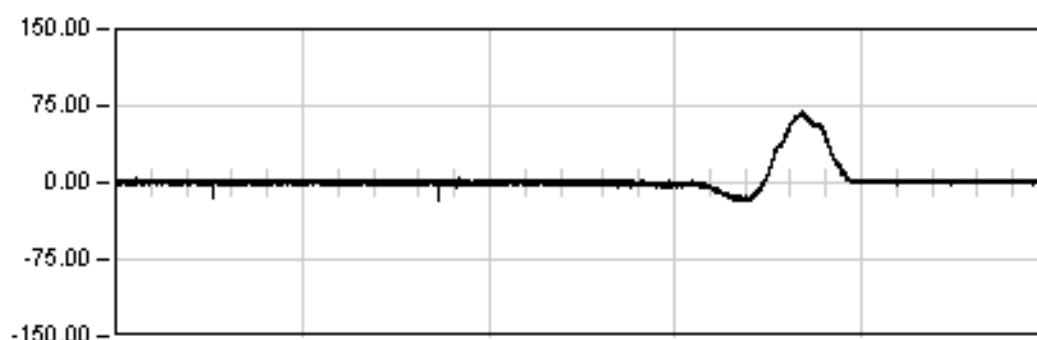
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: 69.36

Min: -20.77

Rem: 0.73



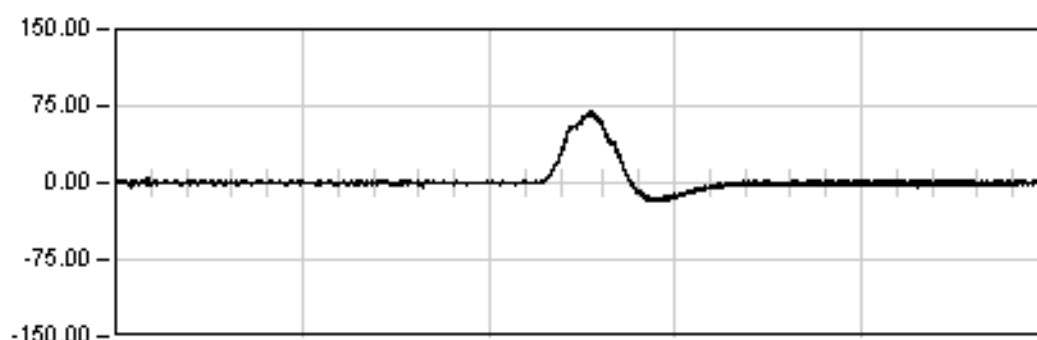
DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: 69.36

Min: -18.41

Rem: -0.00



DINAMICA 05

40.0 Seg

Max: 69.20

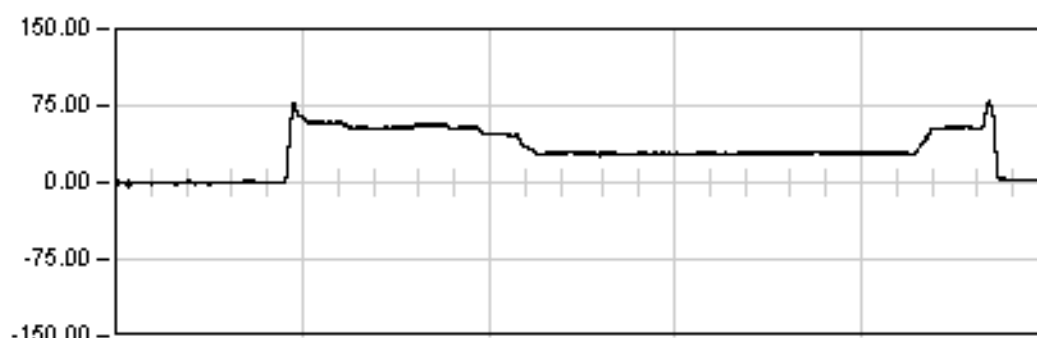
Min: -18.48

Rem: 0.15

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Punto : E32 Canal : 22 Unidades : μE



ESTATICA 00

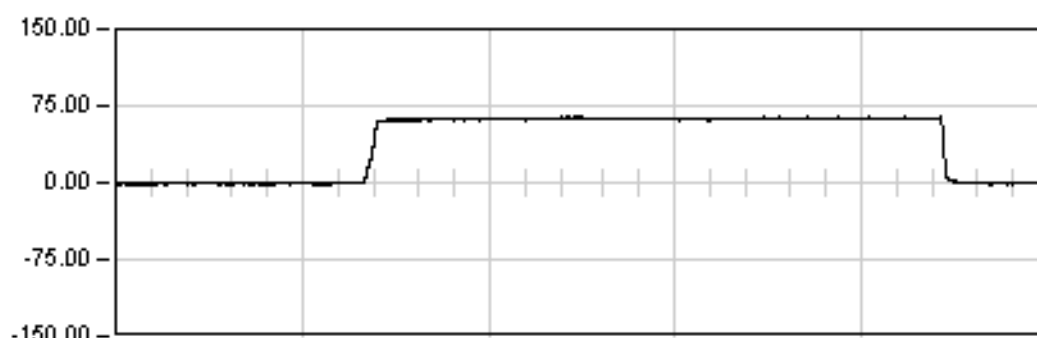
1800.0 Seg

Est: 29.39

Max: 79.05

Min: -5.25

Rem: 1.99



ESTATICA 01

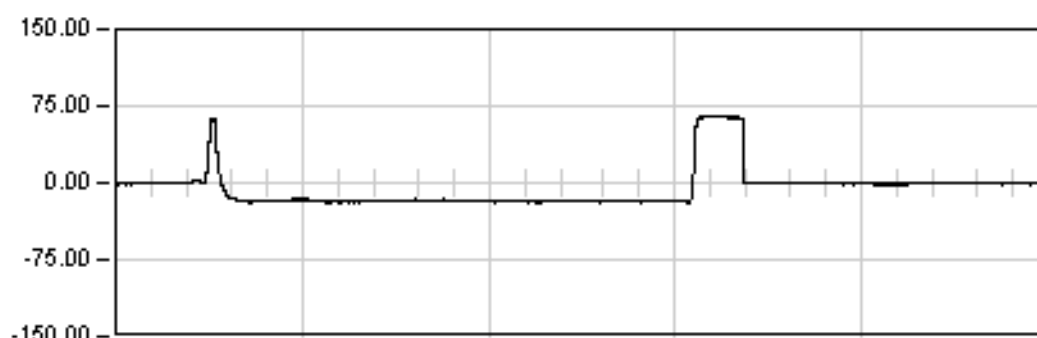
1140.0 Seg

Est: 62.71

Max: 64.36

Min: -2.97

Rem: -0.18



ESTATICA 02

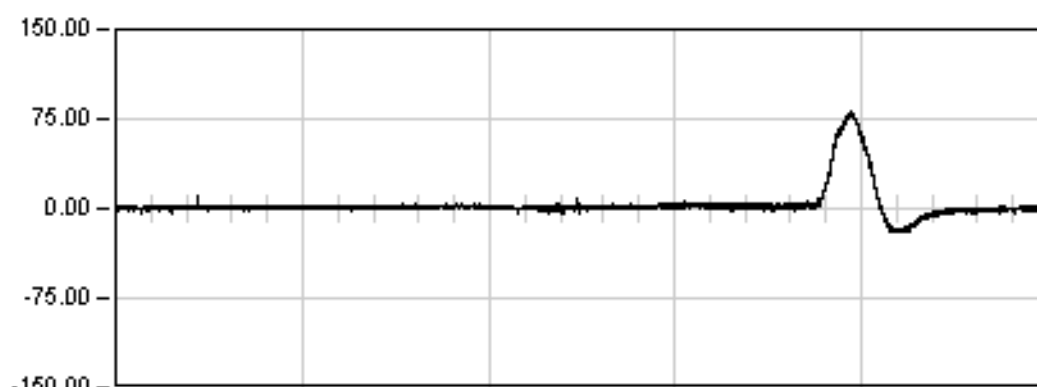
1453.0 Seg

Est: -17.74

Max: 66.19

Min: -19.57

Rem: -0.34



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: 80.98

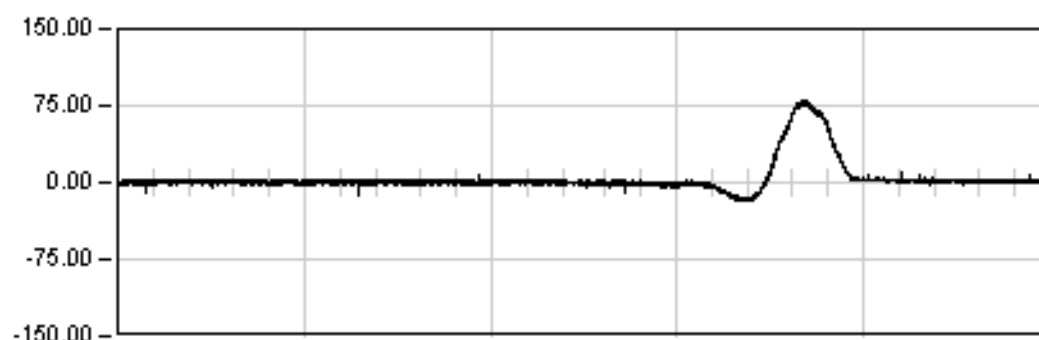
Min: -20.26

Rem: -0.04

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

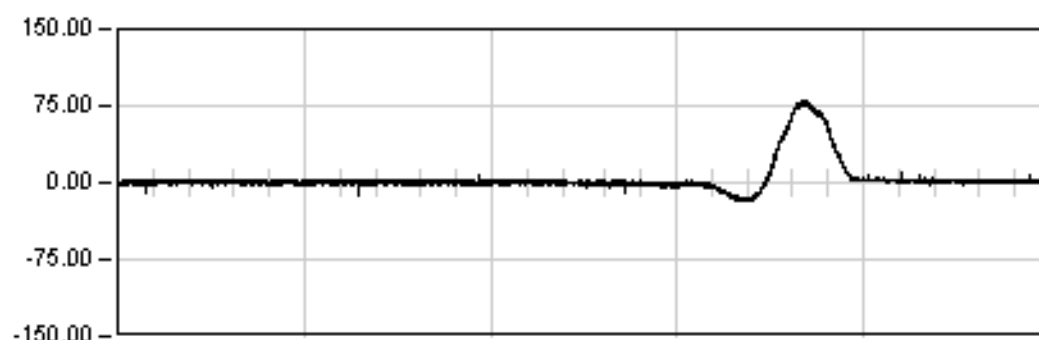
Punto : E32 Canal : 22 Unidades : μE



DINAMICA 01

57.0 Seg

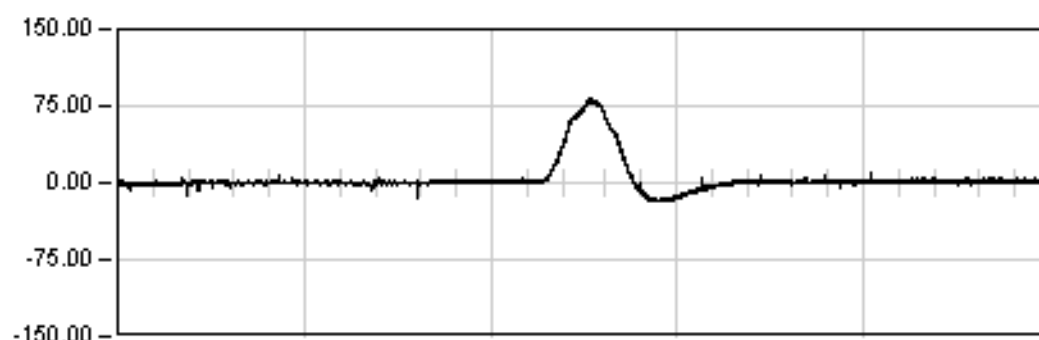
Max: 80.71
Min: -18.56
Rem: 1.41



DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: 80.71
Min: -18.56
Rem: -0.00



DINAMICA 05

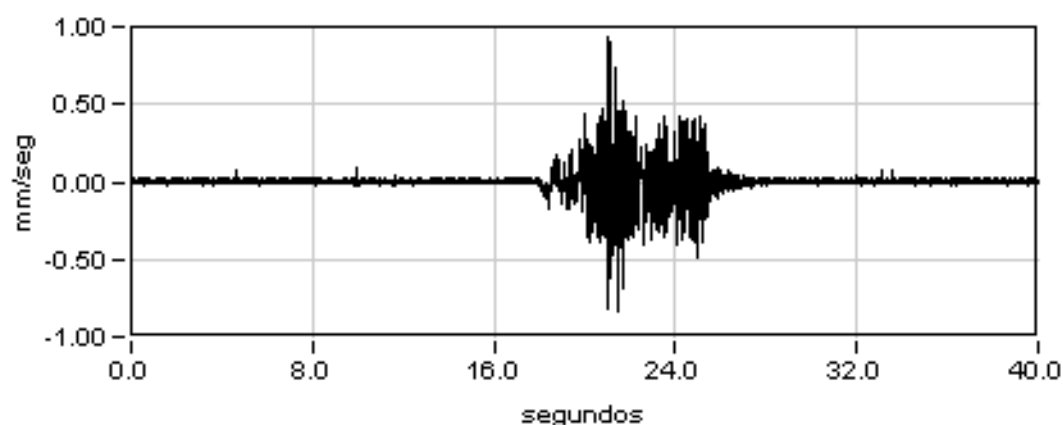
40.0 Seg

Max: 81.44
Min: -18.48
Rem: 2.20

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 1

Prueba: din05 Punto: V0 Canal: 32

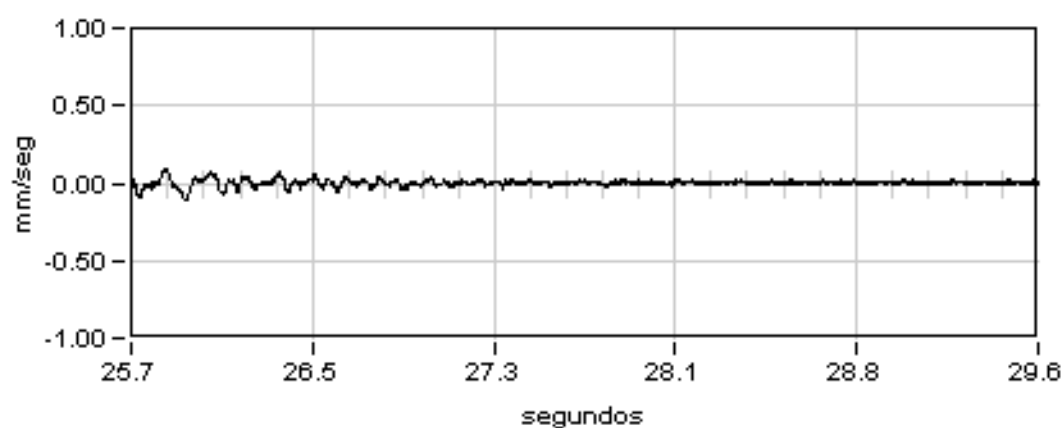


Máximo

0.93

Mínimo

-0.83



Amplitud

7.23

Frecuencia

4.64

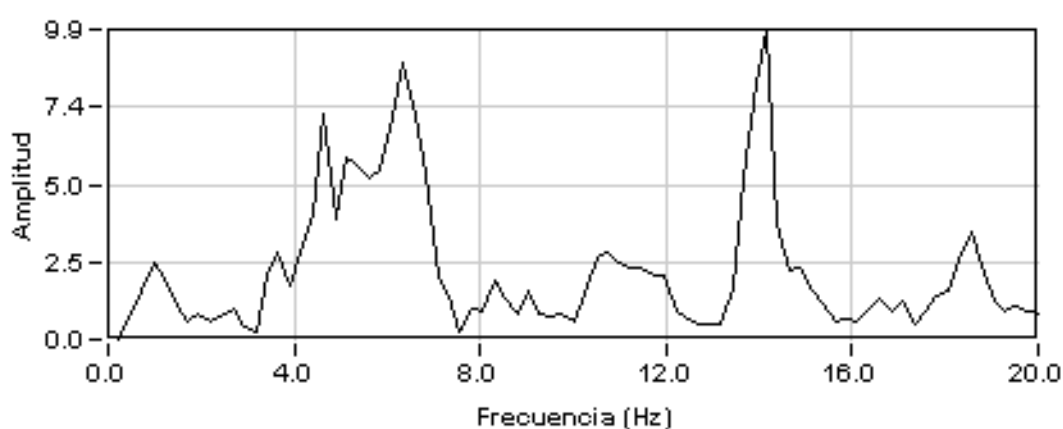
Dec.Logarit.

0.21

Amortiguac.

3.37

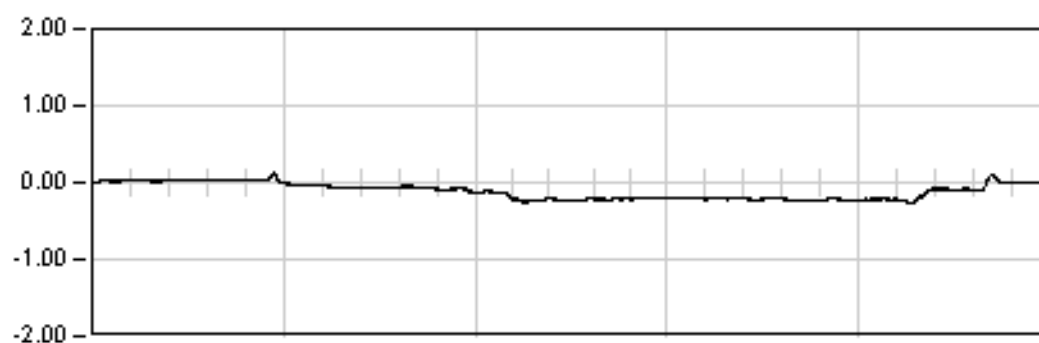
%



LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : D410 Canal : 13 Unidades : mm



ESTATICA 00

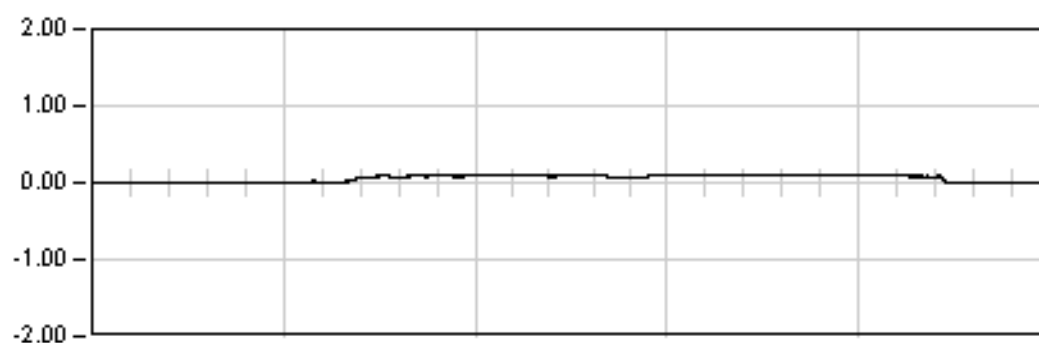
1800.0 Seg

Est: -0.22

Max: -0.27

Min: 0.12

Rem: -0.00



ESTATICA 01

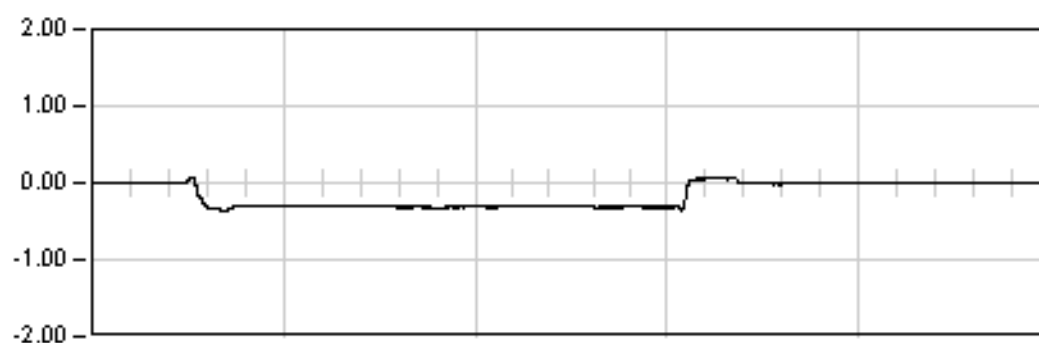
1140.0 Seg

Est: 0.09

Max: 0.10

Min: -0.01

Rem: -0.00



ESTATICA 02

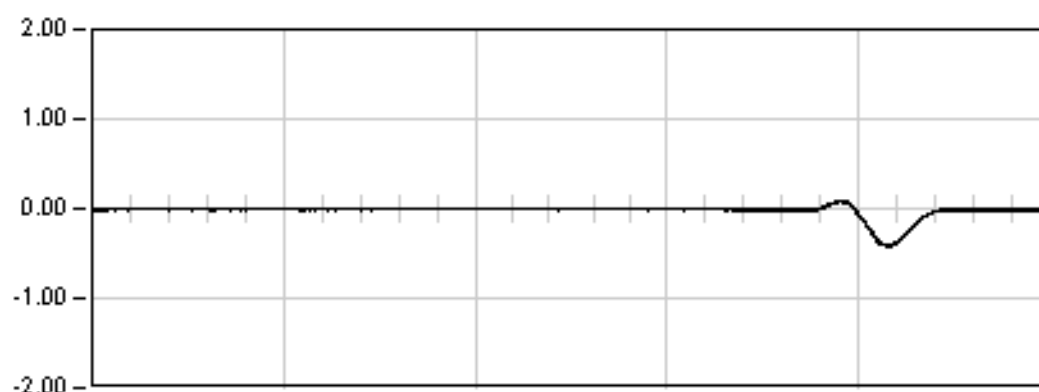
1453.0 Seg

Est: -0.32

Max: -0.36

Min: 0.08

Rem: -0.00



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -0.42

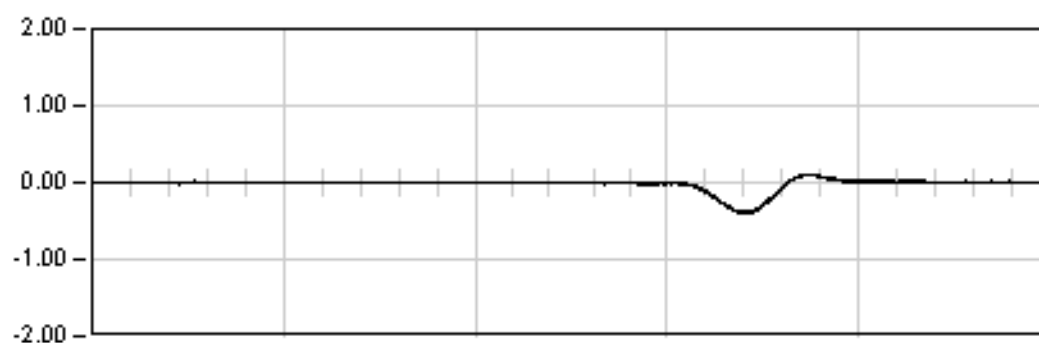
Min: 0.09

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : D410 Canal : 13 Unidades : mm



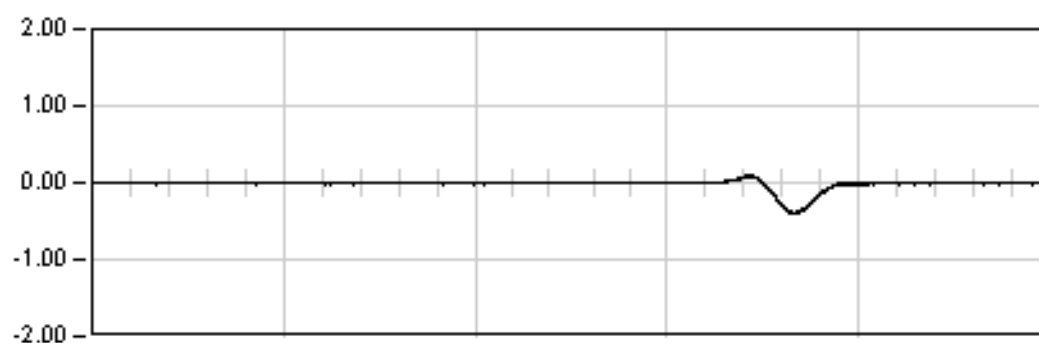
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: -0.40

Min: 0.10

Rem: 0.00



DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: -0.40

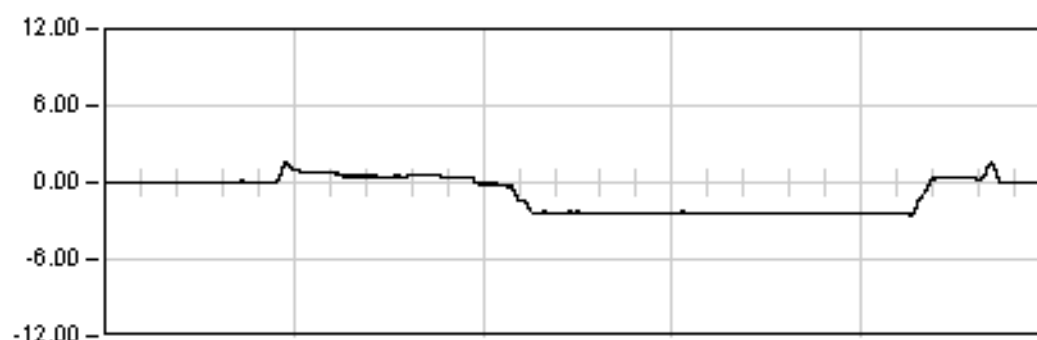
Min: 0.09

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : D41 Canal : 14 Unidades : mm



ESTATICA 00

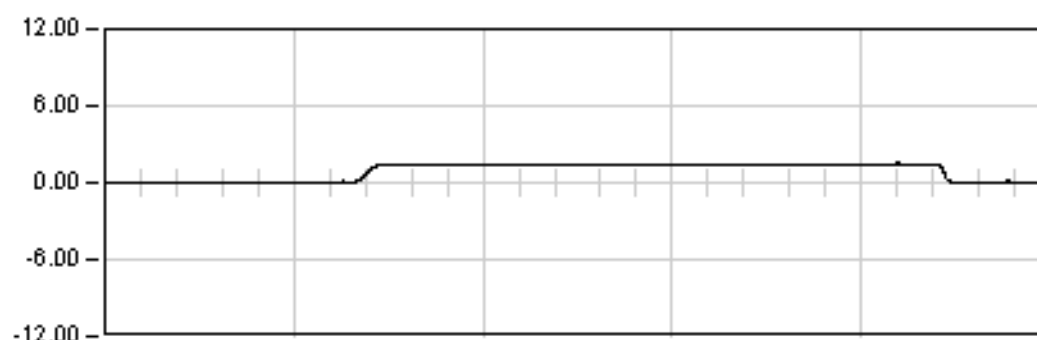
1800.0 Seg

Est: -2.35

Max: -2.61

Min: 1.60

Rem: -0.00



ESTATICA 01

1140.0 Seg

Est: 1.47

Max: 1.51

Min: -0.05

Rem: 0.01



ESTATICA 02

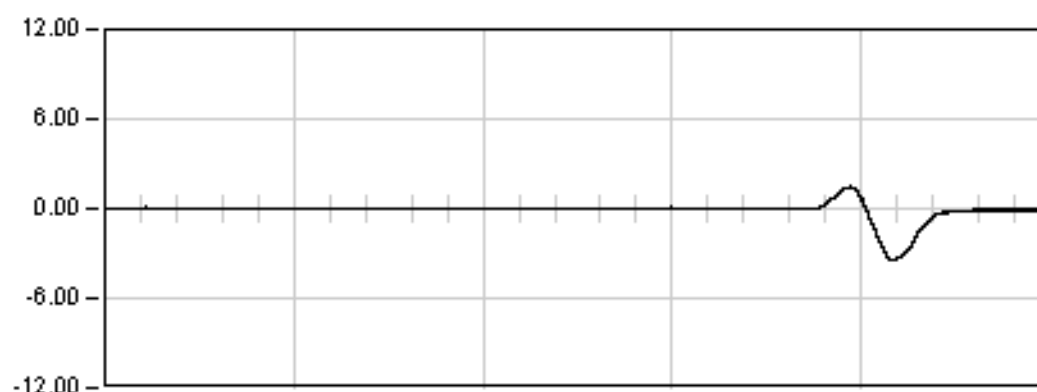
1453.0 Seg

Est: -4.33

Max: -4.51

Min: 1.27

Rem: 0.00



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -3.45

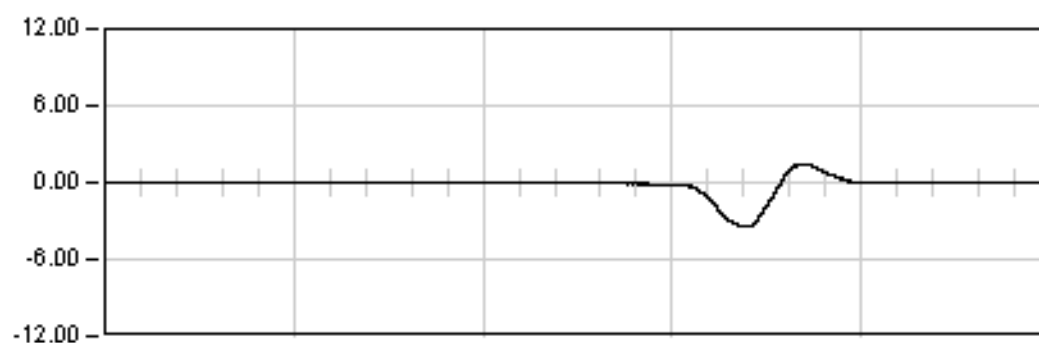
Min: 1.47

Rem: -0.10

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : D41 Canal : 14 Unidades : mm



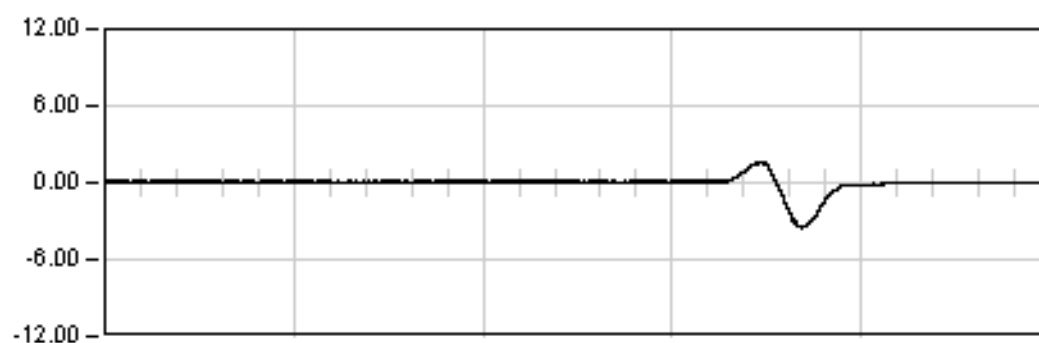
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: -3.50

Min: 1.49

Rem: -0.01



DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: -3.51

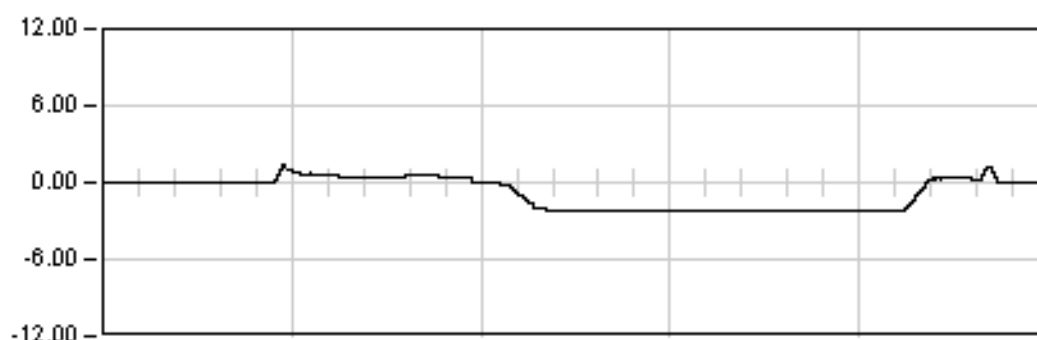
Min: 1.59

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : D42 Canal : 15 Unidades : mm



ESTATICA 00

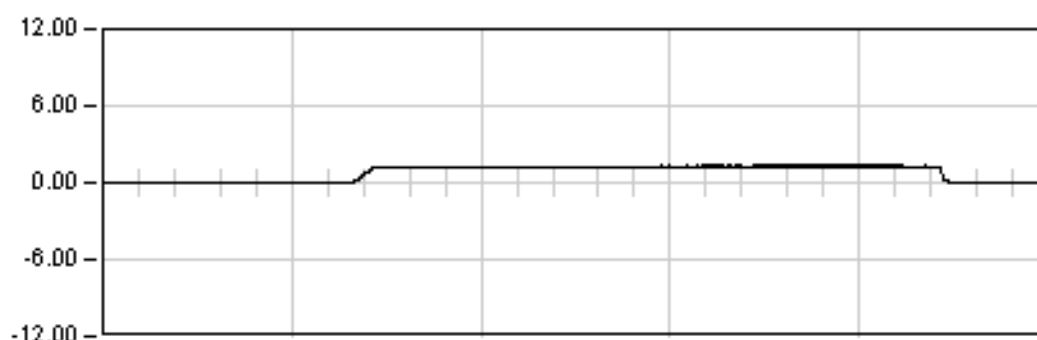
1800.0 Seg

Est: -2.25

Max: -2.28

Min: 1.33

Rem: -0.01



ESTATICA 01

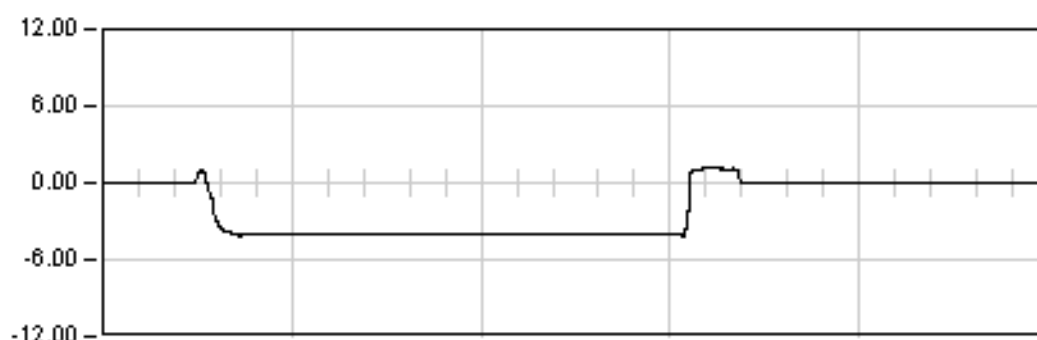
1140.0 Seg

Est: 1.31

Max: 1.32

Min: -0.04

Rem: 0.02



ESTATICA 02

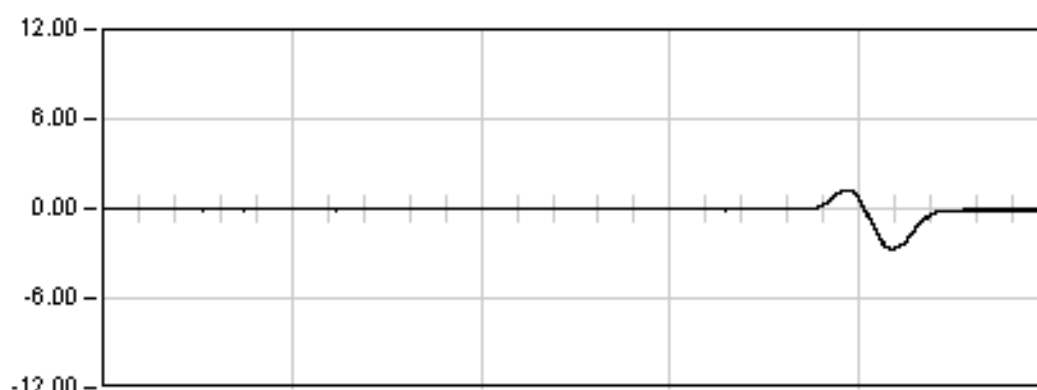
1453.0 Seg

Est: -4.05

Max: -4.22

Min: 1.15

Rem: -0.00



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -2.71

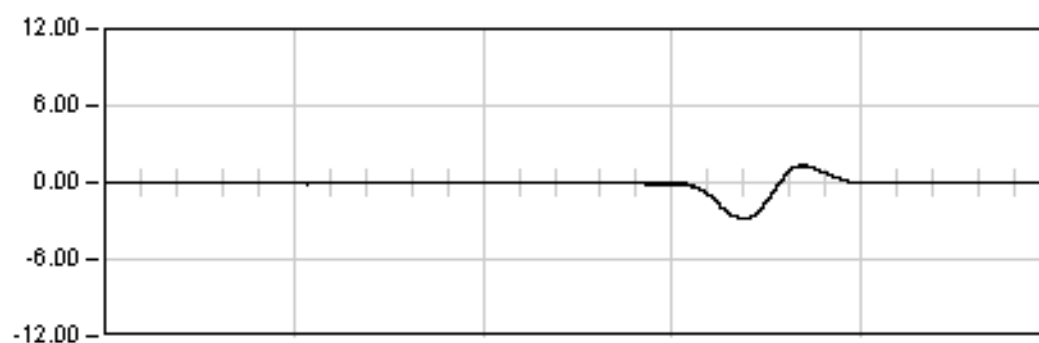
Min: 1.28

Rem: -0.08

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : D42 Canal : 15 Unidades : mm



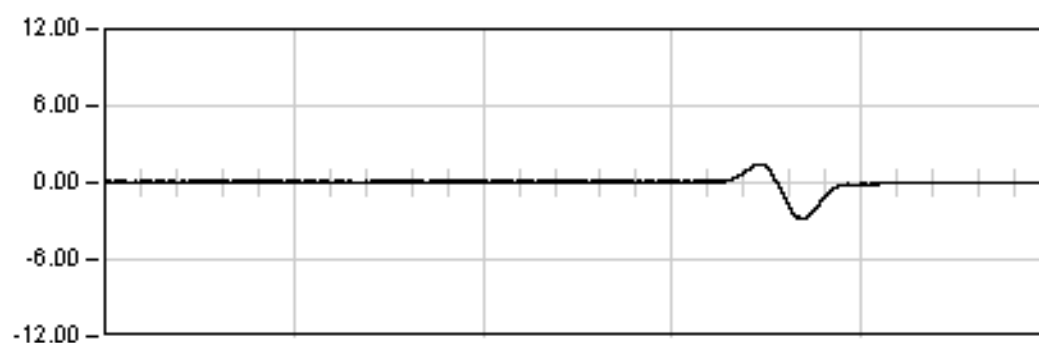
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: -2.84

Min: 1.34

Rem: -0.00



DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: -2.82

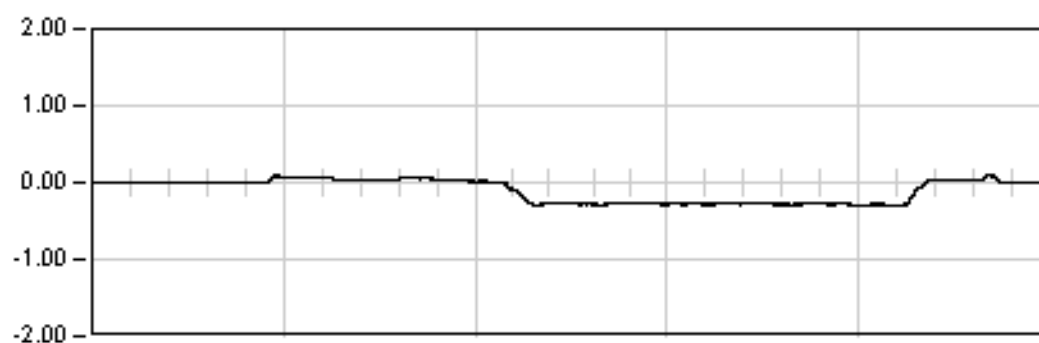
Min: 1.45

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : D423 Canal : 16 Unidades : mm



ESTATICA 00

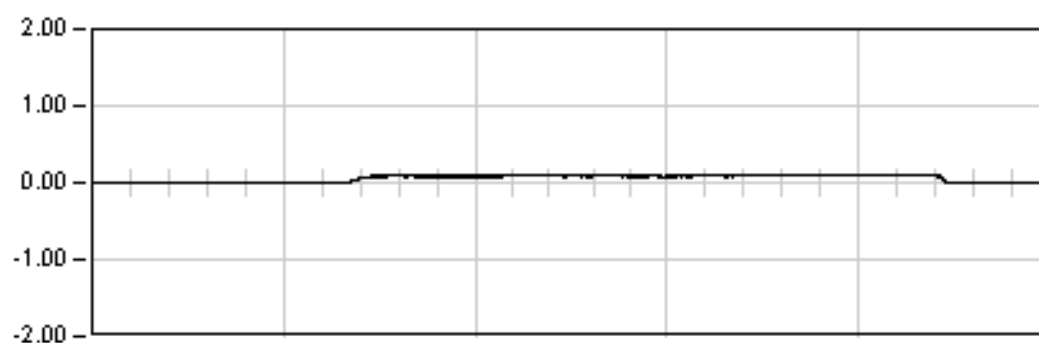
1800.0 Seg

Est: -0.28

Max: -0.30

Min: 0.10

Rem: 0.00



ESTATICA 01

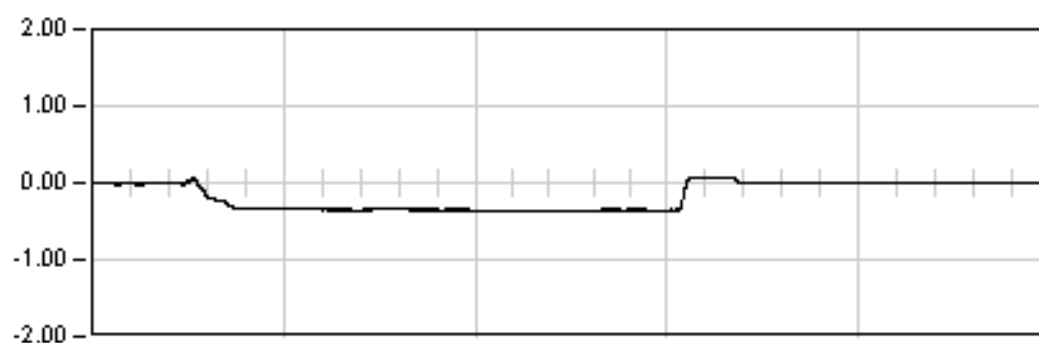
1140.0 Seg

Est: 0.09

Max: 0.10

Min: -0.01

Rem: -0.00



ESTATICA 02

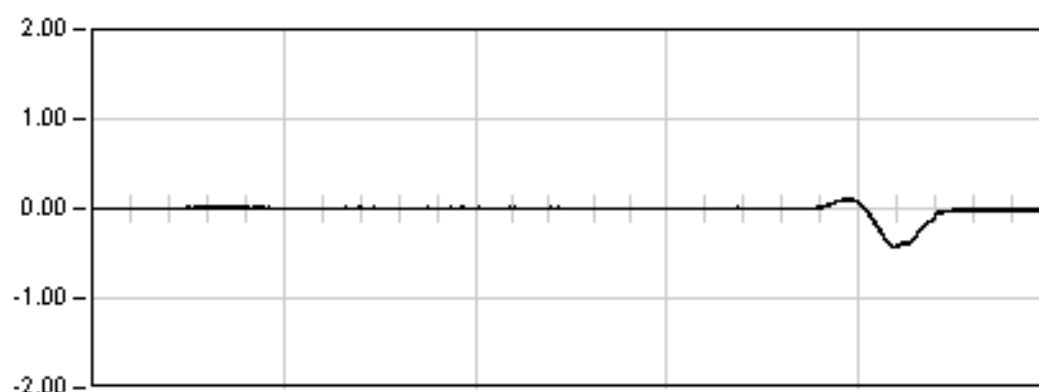
1453.0 Seg

Est: -0.36

Max: -0.36

Min: 0.08

Rem: -0.00



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -0.43

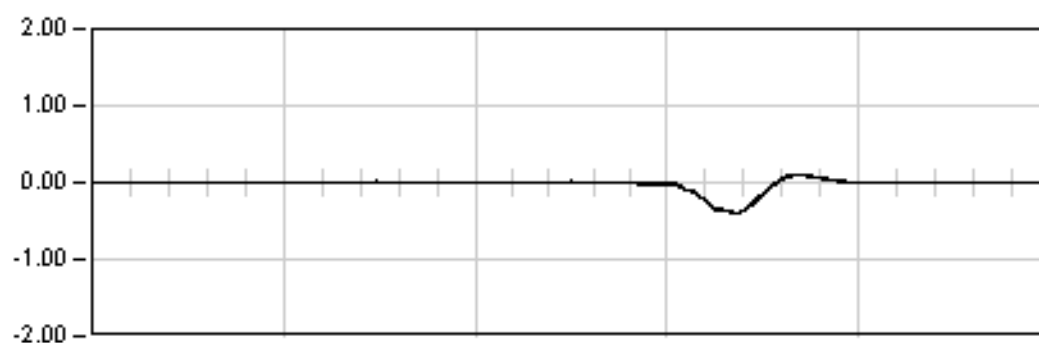
Min: 0.11

Rem: -0.01

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : D423 Canal : 16 Unidades : mm



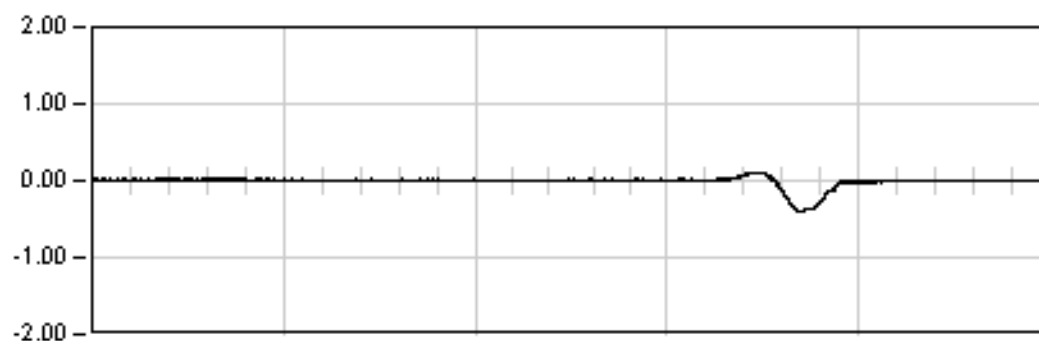
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: -0.41

Min: 0.11

Rem: 0.00



DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: -0.41

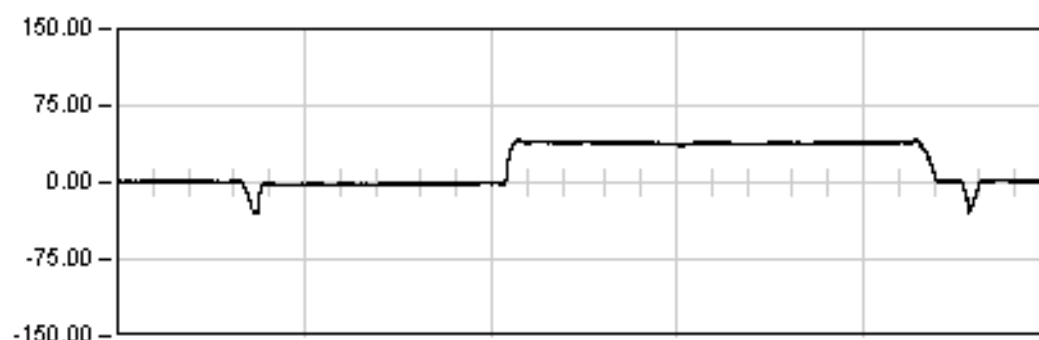
Min: 0.12

Rem: -0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : E41 Canal : 35 Unidades : μE



ESTATICA 00

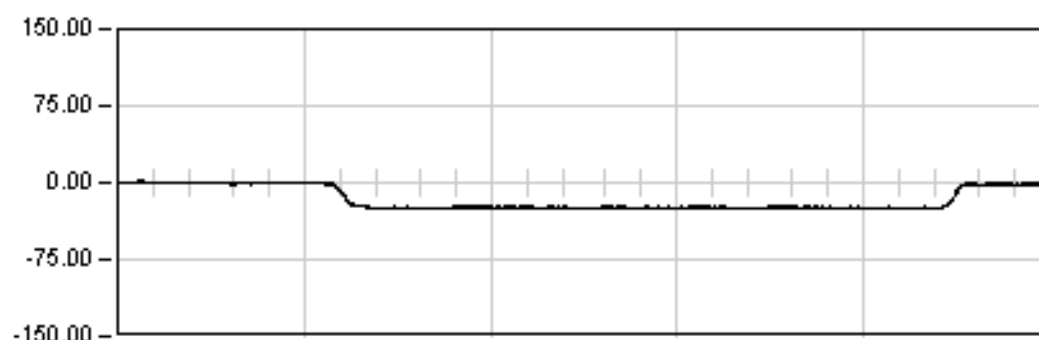
1800.0 Seg

Est: 39.55

Max: 43.57

Min: -30.95

Rem: 0.85



ESTATICA 01

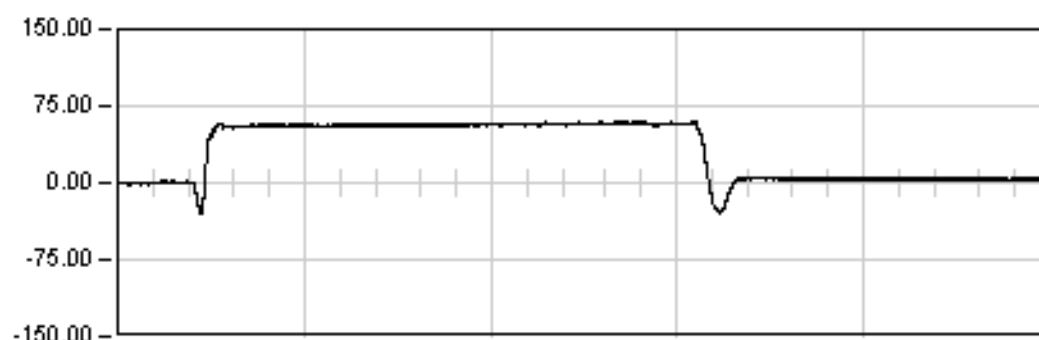
1140.0 Seg

Est: -25.02

Max: -25.81

Min: 1.48

Rem: -1.65



ESTATICA 02

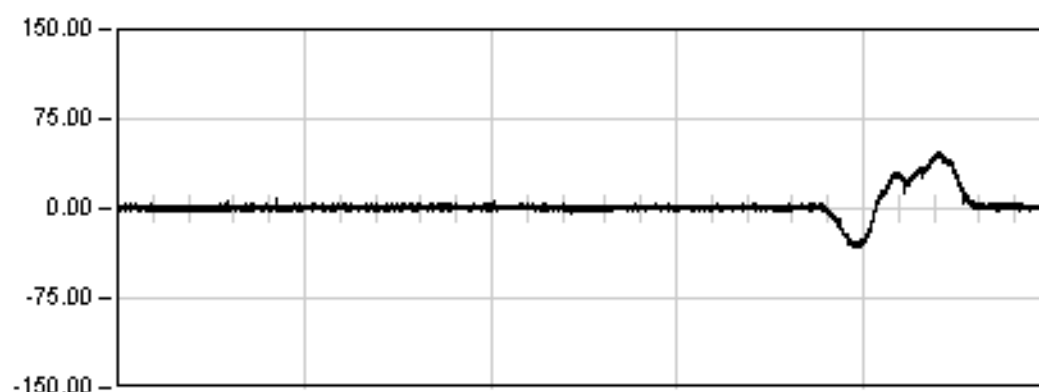
1453.0 Seg

Est: 56.07

Max: 60.38

Min: -29.91

Rem: 3.70



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: 46.58

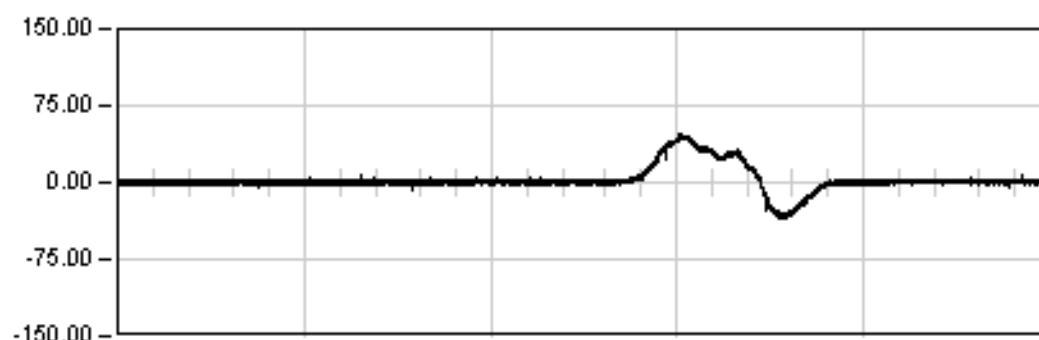
Min: -32.75

Rem: 0.89

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : E41 Canal : 35 Unidades : μE



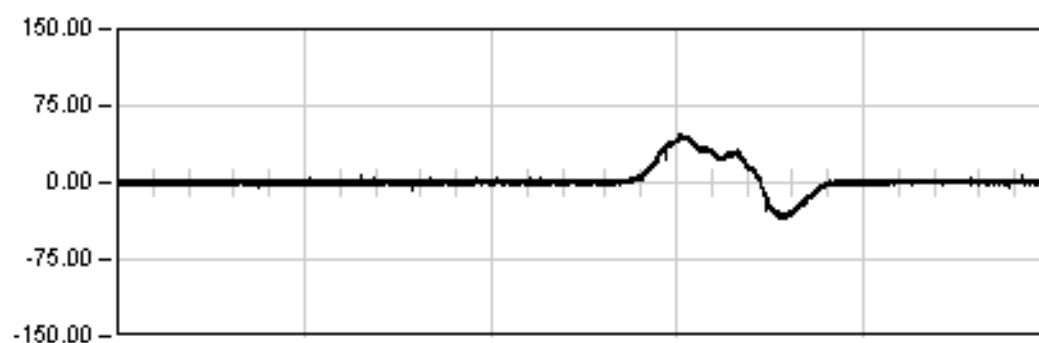
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: 46.67

Min: -33.85

Rem: 0.53



DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: 46.67

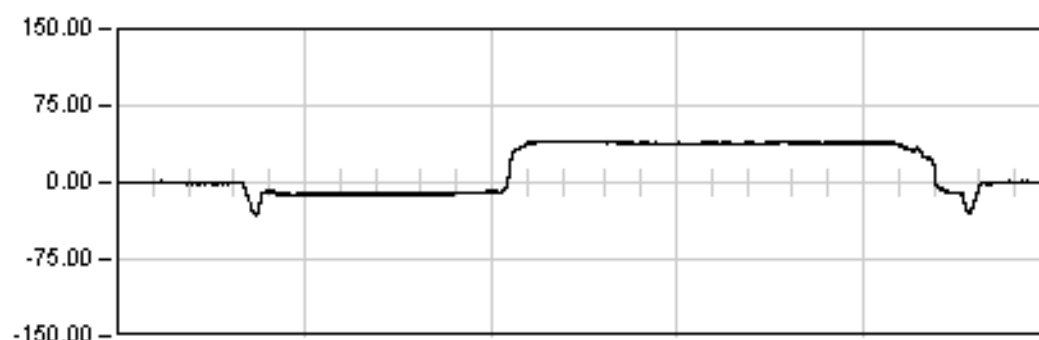
Min: -33.85

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : E42 Canal : 34 Unidades : μE



ESTATICA 00

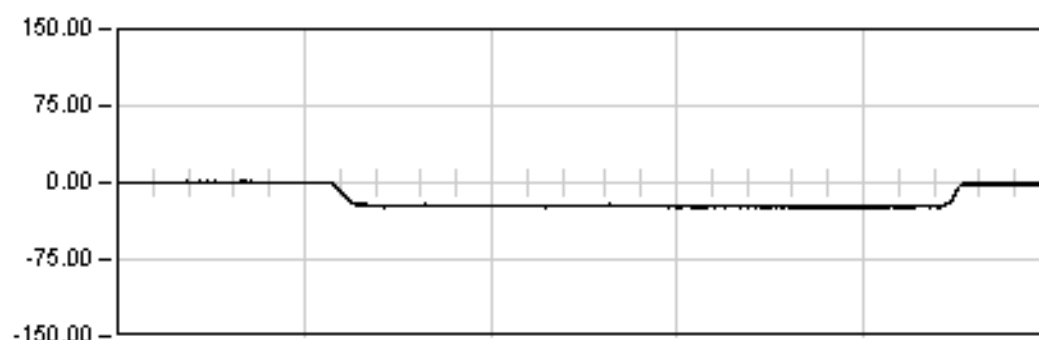
1800.0 Seg

Est: 39.48

Max: 41.00

Min: -31.60

Rem: 0.23



ESTATICA 01

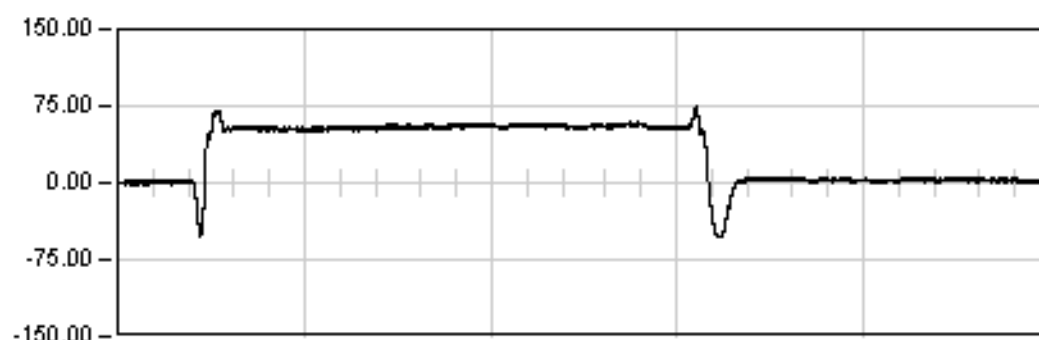
1140.0 Seg

Est: -23.83

Max: -24.62

Min: 1.48

Rem: -0.98



ESTATICA 02

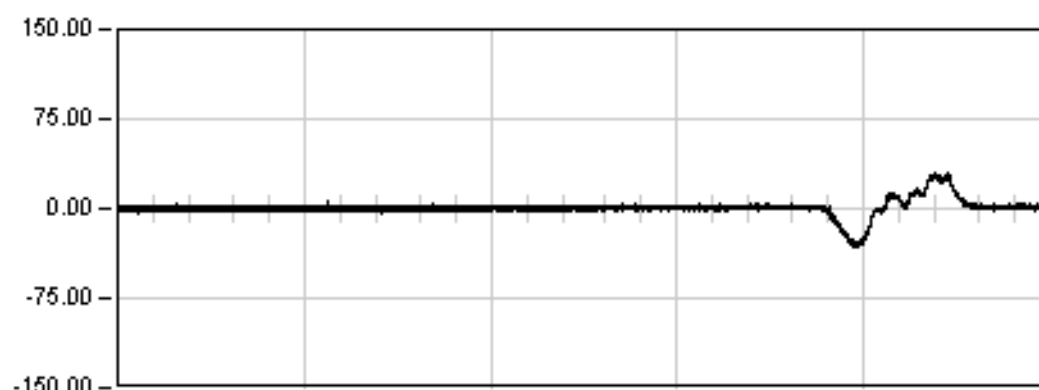
1453.0 Seg

Est: 52.74

Max: 73.87

Min: -53.69

Rem: 1.99



DINAMICA 00

351.0 Seg

Max: -32.01

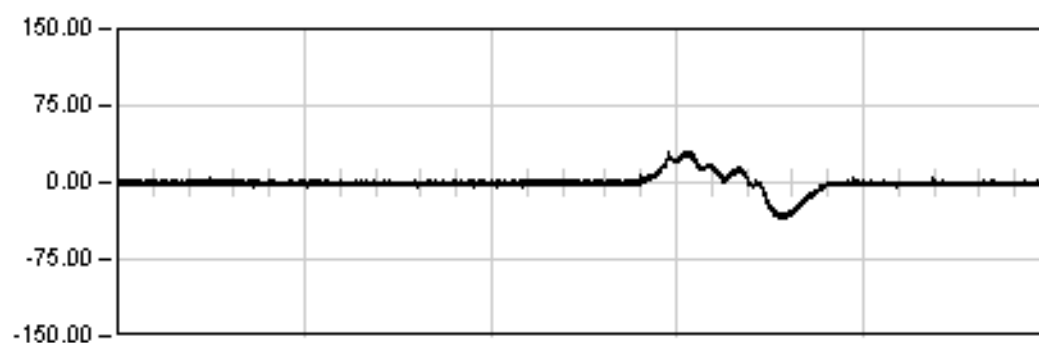
Min: 29.93

Rem: 0.90

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Punto : E42 Canal : 34 Unidades : μE



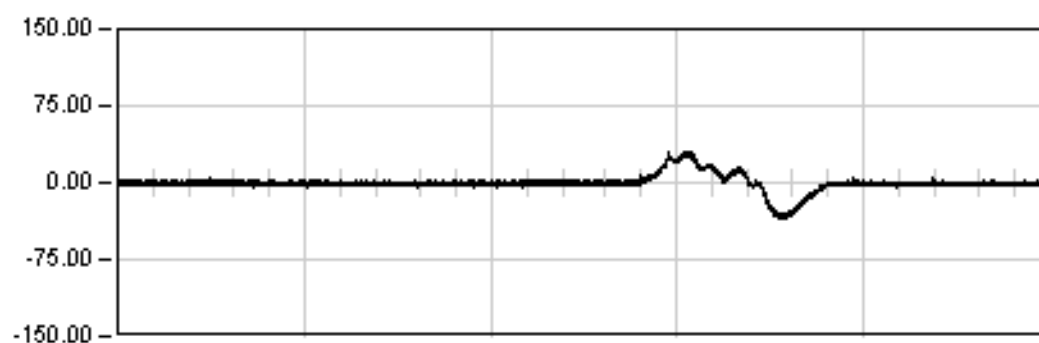
DINAMICA 01

57.0 Seg

Max: -33.93

Min: 30.19

Rem: -1.01



DINAMICA 02

57.0 Seg

Max: -33.93

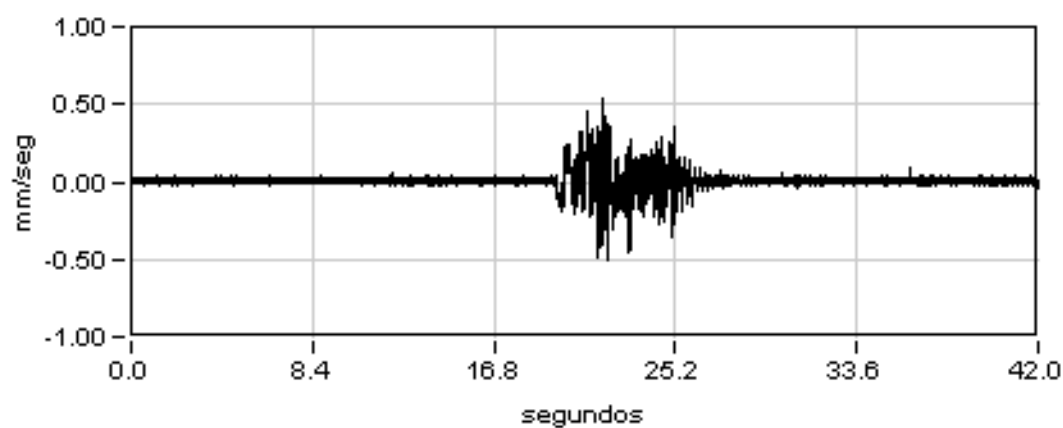
Min: 30.19

Rem: 0.00

LAV M-Z-B-FF. TRAMO LLEIDA- MARTORELL.SUBTRAMO X-a

VIADUCTO 04. VIA 2. VANO 2

Prueba: din04 Punto: V0 Canal: 32

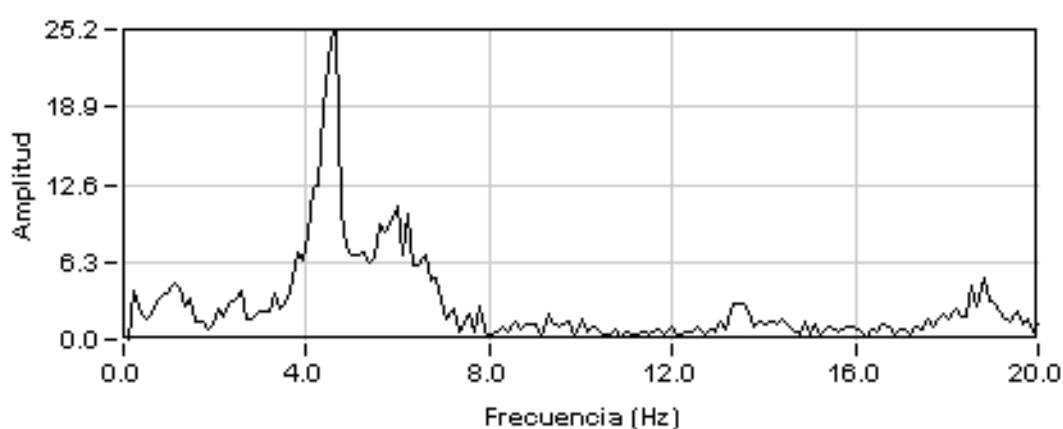
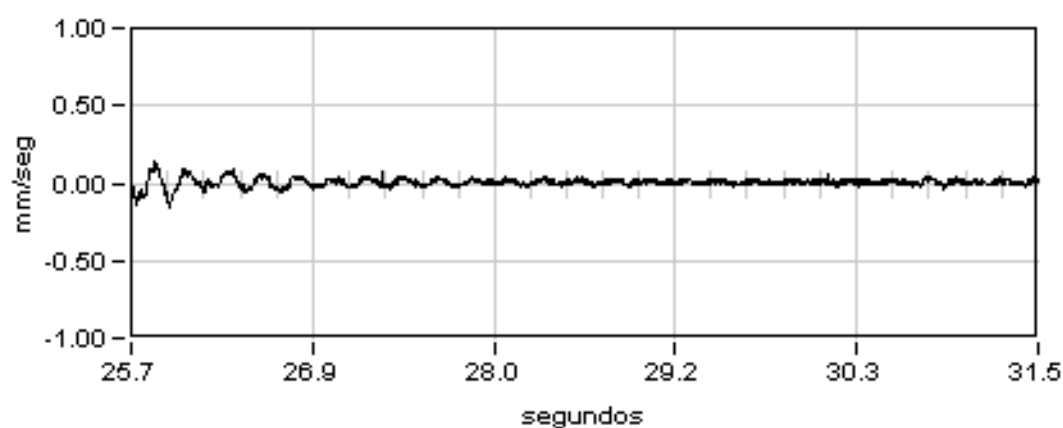


Máximo

-0.58

Mínimo

0.53



Amplitud

25.18

Frecuencia

4.65

Dec.Logarit.

0.22

Amortiguac.

3.48

%

ANEJO N° 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

INDICE

- Foto 1: Vista general de la estructura
- Foto 2: Ménsulas para la medida de flechas en centro de vano
- Foto 3: Ménsula para la medida de flechas en apoyos
- Foto 4: Vista lateral en prueba estática
- Foto 5: Ménsula para la medida de desplazamientos verticales
- Foto 6: Sismómetro para medida de frecuencia propia de la estructura
- Foto 7: Vista general de acondicionadores de señal y equipo de adquisición
- Foto 8: Equipo para la realización de ensayos dinámicos



Foto 1: Vista general de la estructura



Foto 2: Ménsulas para la medida de flechas en centro de vano



Foto 3: Ménsula para la medida de flechas en apoyos



Foto 4: Vista lateral en prueba estática



Foto 5: Ménsula para la medida de desplazamientos verticales

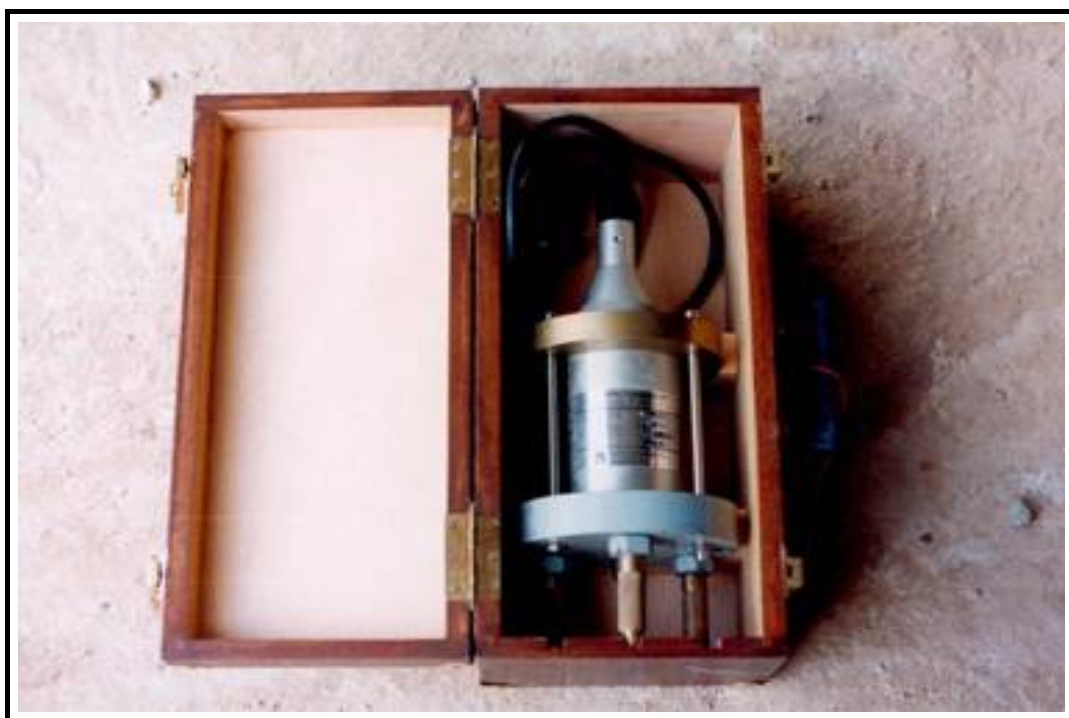


Foto 6: Sismómetro para medida de frecuencia propia de la estructura



Foto 7: Vista general de acondicionadores de señal y equipo de adquisición



Foto 8: Equipo para la realización de ensayos dinámicos

ANEJO N° 6: ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

ACTA DE PRUEBA DE CARGA

TIPO DE PRUEBA:	Recepción de obra nueva	FECHA DE PRUEBA:	30/7/2007
-----------------	-------------------------	------------------	-----------

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

ORGANISMO, COMPAÑÍA:	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa
TRAMO:	Lleida - Martorell. Subtramo X-a
P.K.:	PROYECTO: 0+460 ; LÍNEA: 562+367
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN	Viaducto 0.4. Vía 2. Tablero Norte
REFERENCIA:	49V/I01
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA O PARTE DE ELLA: El viaducto está constituido por un tablero de hormigón pretensado con un esquema longitudinal de dos vanos hiperestáticos de 33,0 + 33,0 m de luz, siendo la longitud total de 66,0 m. La planta de la estructura es recta. El ancho total de la losa de compresión de cada tablero es de 7,00 m, y está preparada para el paso de una vía de alta velocidad de ancho internacional. El tablero está formado por una viga artesa pretensada (HP-50/B/17/IIB) de 1,90 m de canto, sobre la que se apoya una losa de compresión ejecutada in situ (HA-30/F/20/IIB), de 0,30 m de espesor medio.	

ASISTENTES

NOMBRES	ORGANISMO, COMPAÑÍA
D. Manuel Córdia Pérez	Ingeniería de Instrumentación y Control, S.A. (IIC)

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Temperatura	25,6 °C - 24,2 °C	Humedad relativa	86,5 % - 87,5 %
-------------	-------------------	------------------	-----------------

PUNTOS DE MEDIDA INSTALADOS

		Vano 1	Vano 2
FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO	-	-
	TRANS. DE DESPLAZAMIENTO	4	4
DEFORMACIONES UNITARIAS	BANDAS EXTENSOMÉTRICAS	2	2
REGISTRO DE VIBRACIONES	ACELERÓMETRO	1	1
OTROS	-	-	-

TRENES DE CARGA UTILIZADOS

VEHÍCULO		NÚMERO	MATRÍCULAS	PESO UNITARIO (T)	
PREVISTO	REAL			PREVISTO	REAL
Loc. ADIF + 1 tolva	Loc. ADIF + 1 tolva	1	-	200 T (20 T/eje)	200 T (20 T/eje)

PORCENTAJE DE SOLICITACIÓN RESPECTO A INSTRUCCIÓN: 33,0 %

SENTIDO DE CIRCULACIÓN PARA LAS PRUEBAS DINÁMICAS: Dirección Barcelona

HORA DE COMIENZO: 22:39

RESULTADOS BÁSICOS ALCANZADOS EN LA ESTRUCTURA

				Vano 1	Vano 2
PORCENTAJE DE RESPUESTA RESPECTO AL PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA	Estática	En general	Flechas	80,4%	70,0%
			Deformaciones unitarias	80,7%	72,7%
		Pruebas simplificadas	Flechas		
			Deformaciones unitarias		
	Dinámica	Frecuencia propia de vibración		4,64 Hz	4,65 Hz
PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Estática	En general	Flechas	99,9%	100,0%
			Deformaciones unitarias	100,0%	94,6%
ANOMALIAS EN LA INSPECCIÓN VISUAL		Ninguna			
OBSERVACIONES		El porcentaje de carga alcanzado con respecto a la instrucción es, en cada caso, el máximo posible teniendo en cuenta las sobrecargas de sollicitación disponibles.			
CONDICIONES DE PUESTA EN SERVICIO		APTO ☒	NO APTO ☐	RESTRICCIONES	



D. Manuel Córdia Pérez
por Ingeniería de Instrumentación y Control, S.A. (IIC)

ANEJO N° 7: FICHA DE SEGUIMIENTO Y MODELO A1

MODELO A1 DE COMUNICACIÓN DE INSPECCIONES AL REGISTRO

TIPO DE INSPECCIÓN:	Principal	FECHA DE INSPECCIÓN:	05/02/2007
---------------------	-----------	----------------------	------------

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

ADMINISTRADOR	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa.
TRAMO:	Lleida - Martorell. Subtramo X-a
P.K.:	PROYECTO: 0+460 ; LÍNEA: 562+367
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN	Viaducto 0.4. Vía 2. Tablero Norte
REFERENCIA:	49VI01
AÑO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN:	2005

DATOS DEL RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN

ENTIDAD:	INGENIERÍA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INGENIERO RESPONSABLE:	D. ANDRÉS VICENTE ZAPATA
DIRECCIÓN:	C/ IRÚN 23, OFICINA 2. 28008 MADRID
TELÉFONO, FAX, E-MAIL:	915487653 / 915487653 / avicente@iic-grupoep.com

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y TIPOLOGÍA

Nº DE VANOS:	2	LUCES DE CADA VANO (m):	33,00
LONGITUD TOTAL (m):	66,00		
OBSTÁCULO SALVADO:	CARRETERA ☒	F.F.C.C. ☐	CAUCE: ☐ OTROS: ☐ ÁNGULO DE INCIDENCIA (º)
LÍNEA ELECTRIFICADA:	SI ☒	NO ☐	
VÍA:	ÚNICA ☒	DOBLE ☐	Nº DE VÍAS 1
	SOLDADA ☒	CON JUNTAS ☐	
	ENCARRILADORA ☐	SI ☐	NO ☒
	CONTRACARRILES ☐	SI ☐	NO ☒
	APARATOS DE DILATACIÓN ☐	SI ☐	NO ☒
TIPOLOGÍA PUENTE:	RECTA ☒	CURVA A LA DERECHA ☐	CURVA A LA IZQUIERDA ☐
	METÁLICO ☐		
	FÁBRICA ☐		
	HORMIGÓN ☒	TRAMOS EN ARCO ☐	
	OTROS ☐	TRAMOS RECTOS ☒	
TIPO DE MATERIAL	ESTRIBOS:	HORMIGÓN ☒	PIEDRA ☐ LADRILLO ☐
	PILAS:	HORMIGÓN ☒	PIEDRA ☐ LADRILLO ☐ METÁLICAS ☐
	ARCOS:	HORMIGÓN ☐	PIEDRA ☐ LADRILLO ☐ METÁLICAS ☐
	TABLERO:	HORMIGÓN ☒	LOSA ☐ VIGAS ☒ TABLÓN ☐
		METÁLICO ☐	VIGAS ALMA LLENA ☐ CELOSÍA ☐

DAÑOS DE CLASE 1

<u>Elemento estructural</u>		<u>Tipo de daños</u>		<u>Localizado ó Generalizado</u>	<u>Plazo de Reparación (meses)</u>	<u>Limitación de Circulación</u>		<u>Requiere inspección especial</u>	
A	ESTRIBO nº	A	GOLPES, ROTURAS	L	6	A	VELOCIDAD	SI	
B	PILA nº	B	FISURAS, GRIETAS	G	12	B	CARGAS	NO	
C	ARCO nº	C	DESCALCES EN CIMENTACIONES		24	C	GÁLBO		
D	TABLERO METÁLICO nº	D	DESPLOMES, BASCULAMIENTOS		36	D	SEÑALIZAR		
E	TABLERO DE HORMIGÓN nº	E	OXIDACIONES, CORROSIONES						
F	VÍA: I, II, ...	F	ASIENTOS, DESNIVELACIONES						
G	OTROS	G	OTROS						

EVALUACIÓN GLOBAL DE EVOLUCIÓN DE DAÑOS RESPECTO A INSPECCIÓN ANTERIOR

SIN EVOLUCIÓN ☐	POCO IMPORTANTE ☐	IMPORTANTE ☐
--	--	-------------------------------------

RESULTADO DE LA INSPECCIÓN

FAVORABLE ☒	DESFAVORABLE ☐
---	---------------------------------------

FIRMA DEL INSPECTOR



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	49VI01	
P.K. INICIAL (sentido Madrid-Barcelona)	562+334	
P.K. FINAL (sentido Madrid-Barcelona)	562+400	
TIPO	Puente (10 m < luz <= 50 m)	▼
SUBTRAMO	Xa	▼
FECHA DE LA INSPECCIÓN	2/7/2007	
OBSERVACIONES		

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01
2/7/2007

DATOS GENERALES

NOMBRE	VIADUCTO 0.4 Vía - 2
TIPOLOGÍA GENERAL	TABLERO DE VIGAS ▼
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA CONTINUA ▼
Nº DE VÍAS	2
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	
TIPO DE ACCESO	VEHÍCULO AUTOMOVIL ▼
OBSTÁCULO SALVADO	CARRETERA ▼
NOMBRE OBSTÁCULO SALVADO	n-340
OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
OBSERVACIONES	

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura) 49VI01
FECHA DE LA INSPECCIÓN 2/7/2007

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	66.00	
Nº DE VANOS	2	
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	33.00	
LUZ DE CADA VANO (m)		33,00+33,00
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	4.50	
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	14.00	
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)	5.50	
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)	1.20	
ESPESOR MÁXIMO DE PILAS (m)	1.20	
GÁLIBO INFERIOR (m)	4.50	
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)	14.00	
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)	2.20	
Nº DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL TRAMO	1	
SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS PRINCIPALES (m)	5.30	
CANTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES	CONSTANTE	▼
CANTO MÁXIMO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN CENTRO DE VANOS (m)	1.90	
GÁLIBO IZQUIERDO (m)	1.85	
GÁLIBO DERECHO (m)	3.20	
ENTREVÍA (m)	4.70	
TRAZADO DE VÍA EN PLANTA (m)		R (recto) ▼
PERALTE DE VÍA DE ENTRADA (m)		
PERALTE DE VÍA DE CENTRO (m)		
PERALTE DE VÍA DE SALIDA (m)		
OBSERVACIONES		

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01
2/7/2007

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE

HORMIGÓN PRETENSADO

TRAMOS

TIPOLOGÍA DE TRAMOS

TABLERO DE VIGAS

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE TRAMOS

ESTRUCTURA CONTINUA

MATERIAL EN TRAMOS

HORMIGÓN PRETENSADO

IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURA DE TRAMOS

SI

ELEMENTOS DE DRENAJE EN TRAMOS

LONGITUDINALES

ESTRIBOS

TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS

MUROS FRONTAL Y EN VUELTAS

MATERIAL BASE EN ESTRIBOS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA

PROTECCIÓN EN PIE DE ESTRIBOS

NO EXISTE

TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN ESTRIBOS

ENCEPADO Y PILOTES

MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE ESTRIBOS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA

PILAS

TIPOLOGÍA DE PILAS

FUSTES

SECCIÓN DE PILAS

CONSTANTE

TAJAMARES

NO

MATERIAL BASE EN PILAS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA

TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN PILAS

ENCEPADO Y PILOTES

MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE PILAS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA

APARATOS Y JUNTAS DE DILATACIÓN

APARATOS DE APOYO

TIPO POT

JUNTAS DE DILATACIÓN

AMBOS ESTRIBOS

TIPOLOGÍA DE JUNTAS DE DILATACIÓN

GUARDAVIVOS Y CUBREJUNTAS

APARATOS DE DILATACIÓN DE CARRILES

NO EXISTEN

VARIOS

PASEOS DE SERVICIO

DERECHO

OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01
2/7/2007

ESTADO ACTUAL ESTRIBOS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas	0: No existen defectos	▼
Fisuras y grietas		▼
Coqueras y nidos de grava		▼
Meteorización y degradación		▼
Desprendimientos		▼
Carbonatación y desagregación		▼
Armaduras vistas someras		▼
Corrosión y disgregación		▼
Humedades y filtraciones		▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias		▼
Desagüe de mechinales		▼
Abombamientos		▼
Desplomes o basculamientos		▼
Asentamientos		▼
Descalces		▼
Socavaciones		▼
Depósitos en coronación		▼
Daños en coronación		▼
Daños en espaldón		▼
Balasto encastrado		▼
Daños en protección de pie de estribos		▼
Daños en cimentaciones vistas		▼
Vegetación aflorando		▼
Vegetación adosada		▼

OBSERVACIONES ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ESTRIBOS

0: No existen defectos



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01

2/7/2007

ESTADO ACTUAL ALETAS O MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO

Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas		▼
Fisuras y grietas		▼
Coqueras y nidos de grava	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Meteorización y degradación		▼
Desprendimientos		▼
Carbonatación y desagregación		▼
Armaduras vistas someras		▼
Corrosión y disgregación		▼
Humedades y filtraciones		▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias		▼
Desagüe de mechinales		▼
Abombamientos		▼
Desplomes o basculamientos		▼
Asentamientos		▼
Descalces		▼
Socavaciones		▼
Depósitos en coronación		▼
Daños en coronación		▼
Daños en protección de pie de estribos		▼
Daños en cimentaciones vistas		▼
Vegetación aflorando		▼
Vegetación adosada		▼

OBSERVACIONES ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ALETAS

1: Defectos con incidencia en la estética



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01

2/7/2007

ESTADO ACTUAL PILAS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas	0: No existen	▼
Fisuras y grietas	0: No existen	▼
Coqueras y nidos de grava	0: No existen	▼
Meteorización y degradación		▼
Desprendimientos		▼
Carbonatación y desagregación		▼
Armaduras vistas someras		▼
Corrosión y disgregación		▼
Humedades y filtraciones		▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	0: No existen	▼
Abombamientos		▼
Desplomes o basculamientos		▼
Asentamientos		▼
Descalces		▼
Socavaciones		▼
Depósitos en coronación		▼
Daños en coronación		▼
Daños en cimentaciones vistas		▼
Vegetación aflorando		▼
Vegetación adosada		▼

OBSERVACIONES PILAS

ESTADO GENERAL PILAS

0: No existen



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01
2/7/2007

ESTADO ACTUAL APARATOS DE APOYO

Envejecimiento	0: No existen	▼
Corrosión	0: No existen	▼
Suciedad y aterramiento	0: No existen	▼
Bloqueo o encastramiento	0: No existen	▼
Desplazamiento o deslizamiento	0: No existen	▼
Aplastamiento		▼
Reglaje incorrecto	0: No existen	▼
Desnivelaciones	0: No existen	▼
Falta de contacto	0: No existen	▼
Cunas de apoyo deterioradas	0: No existen	▼
Vegetación adosada	0: No existen	▼

OBSERVACIONES APARATOS DE APOYO

ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO

0: No existen ▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01
2/7/2007

ESTADO ACTUAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

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

OBSERVACIONES ESTRUCTURA DE TRAMOS

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

0: No existen

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01
2/7/2007

ESTADO ACTUAL RESTO DE ELEMENTOS

Impermeabilización		▼
Drenaje longitudinal		▼
Drenaje transversal		▼
Muretes guardabalasto	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Juntas de dilatación	0: No existen	▼
Juntas de longitudinales		▼
Conducciones y canaletas	0: No existen	▼
Anclajes de postes		▼
Barandillas	0: No existen	▼

OBSERVACIONES RESTO DE ELEMENTOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS

1: Defectos con incidencia en la estética



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01
2/7/2007

ESTADO ACTUAL

ESTADO GENERAL

ESTADO GENERAL ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ALETAS

ESTADO GENERAL PILAS

ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

ESTADO GENERAL RESTO DE ELEMENTOS

OBSERVACIONES

1: Defectos con incidencia en la estética ▼

0: No existen

1: Defectos con incidencia en la estética

0: No existen

0: No existen

0: No existen

1: Defectos con incidencia en la estética

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO LLEIDA - MARTORELL

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

49VI01
2/7/2007

IDENTIFICACIÓN ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS

NOMBRE ARCHIVO

FOTOGRAFÍA Nº 1	ALZADO IZQUIERDO	▼	49VI0101
FOTOGRAFÍA Nº 2	ESTRIBO DE ENTRADA	▼	49VI0102
FOTOGRAFÍA Nº 3	ESTRIBO DE SALIDA	▼	49VI0103
FOTOGRAFÍA Nº 4	VISTA INFERIOR	▼	49VI0104
FOTOGRAFÍA Nº 5	VISTA GENERAL DE PILAS	▼	49VI0105
FOTOGRAFÍA Nº 6		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 7		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 8		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 9		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 10		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 11		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 12		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 13		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 14		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 15		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 16		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 17		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 18		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 19		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 20		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 21		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 22		▼	

OBSERVACIONES

INDICE

Foto 1: Alzado izquierdo
Foto 2: Estribo de entrada
Foto 3: Estribo de salida
Foto 4: Vista inferior
Foto 5: Vista general de pilas



Foto 1: Alzado izquierdo



Foto 2: Estribo de entrada



Foto 3: Estribo de salida



Foto 4: Vista inferior



Foto 5: Vista general de pilas

ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ANEJO N° 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La Estructura del Viaducto 0.4, vía 2 (49VI01) de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida - Martorell. Subtramo X-a, no ha sido objeto de control topográfico dentro de los trabajos realizados en el marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Lleida - Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Vilafranca del Penedés – Barcelona (Exp: AV 004/06)” suscrito por la UTE PC ADIF VILAFRANCA con el ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (ADIF).

ANEJO N° 9: INSPECCIÓN DEL CAUCE

ANEJO Nº 9: INSPECCIÓN DEL CAUCE

La **Estructura 49VI01 Viaducto 0.4 vía 2** de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Lleida – Martorell, no ha sido objeto de inspección de cauce dentro de los trabajos realizados en el marco del contrato de *“Consultoría y Asistencia para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Vilafranca del Penedés – Barcelona”* (Exp: AV 004/06)”