

**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: SANT BOI DE LLOBREGAT - HOSPITALET DE LLOBREGAT
Viaducto sobre Río Llobregat (Línea RENFE)
65VI02

P.K. Obra: 202+152 Línea: 614+242

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	14
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	41
7.	PRUEBA DE CARGA	49
7.1.	Descripción	50
7.2.	Resultados obtenidos	53
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	80
8.1.	Pruebas estáticas	81
8.2.	Pruebas dinámicas	94
9.	CONCLUSIONES	98

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

Anejo nº 8: Planimetría y nivelación

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*”, de 2005 se han realizado las correspondientes pruebas estáticas y dinámicas sobre la **Estructura 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat. 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 para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Martorell – Barcelona (Exp: AV 004/06)” suscrito con el ADIF por la UTE PC ADIF VILAFRANCA formada por las empresas TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN FERROVIARIA, S.A. (TIFSA), OFICINA TÉCNICA DE ESTUDIOS Y CONTROL DE OBRAS, S.A. (OFITECO) e INGENIERÍA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL, S.A. (IIC).

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 (8 de Noviembre del 2007) 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 del Viaducto sobre el Río Llobregat (Linea RENFE) Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, de Noviembre de 2007 (Ref: PPC65VI02.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 por IIC. en la **Estructura 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat.

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, nivelación de la estructura e informe de inspección del cauce, se presenta en los anejos correspondientes

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La localización geográfica de la **Estructura 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, puede apreciarse en el Croquis de Situación que se adjunta al final de este apartado.

La estructura es una solución hiperestática de cinco vanos, con la siguiente distribución de luces: 34,50 + 46,00 + 46,00 + 43,70 + 41,04 m. La longitud total de la estructura es de 211,60 m. La planta de la estructura es curva. El ancho total de la losa de compresión es de 13,50 m, y está preparada para el paso de una línea de cercanías de ancho convencional, de 3,80 m de distancia entre ejes de vía.

El tablero se define como un cajón de hormigón pretensado (HP-50/F/20/IIIa) de canto constante igual a 3,85 m en el eje longitudinal.

Estructura	Tipo de Estructura	Nº de vanos	Luz (m)	Longitud (m)	Tipo de apoyo	P.K. de Obra	P.K. de Línea
65VI02	Viaducto	5	34,50 + 46,00 + 46,00 + 43,70 + 41,40	211,60	POT	202+152	614+242

ESTRUCTURA 65VI02

Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza –

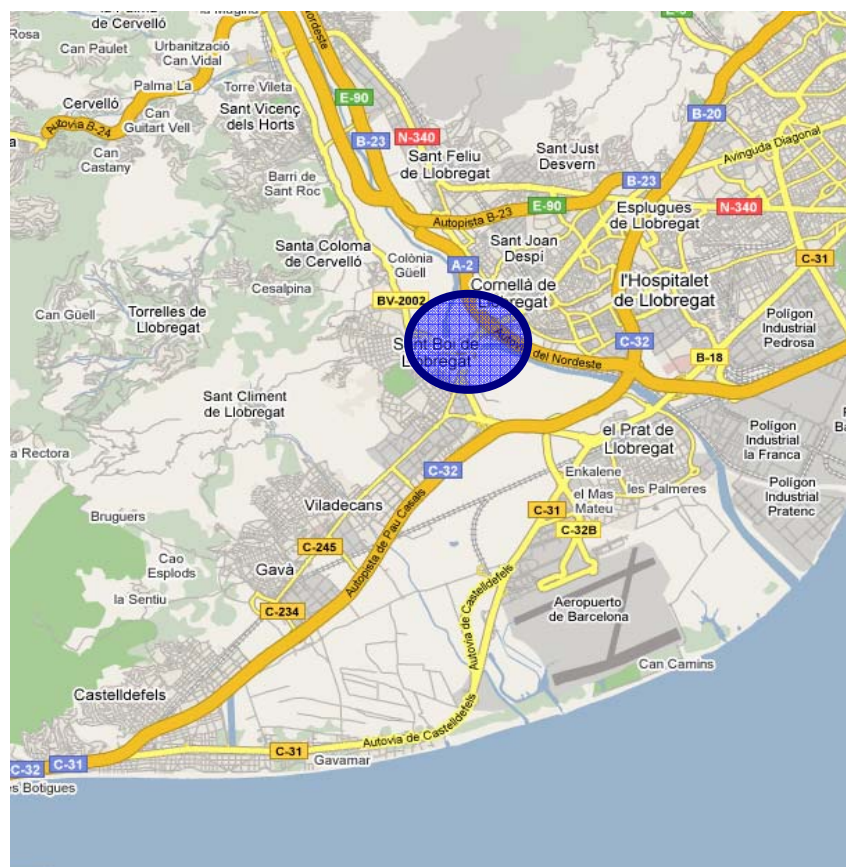
Barcelona – Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de

Llobregat



CROQUIS DE SITUACIÓN



4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

Previo a la realización del Proyecto de Prueba de Carga, se llevó a cabo una visita a la **Estructura 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, en Noviembre del 2007.

En esta visita se comprobó que se encontraban ejecutadas la obra de fábrica y la superestructura en su totalidad.

Previamente a la realización de la prueba de carga se llevó a cabo, una inspección en la que se midieron las dimensiones principales de la estructura (ancho de la losa, longitud de vanos, altura máxima de pilas, gálibo inferior, etc), 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.

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 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 del Viaducto sobre el Río Llobregat (Linea RENFE) Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, de Noviembre de 2007 (Ref: PPC65VI02.ADIF)”, se emplearon los siguientes documentos, facilitados por el ADIF:

- ❑ Anejo de Cálculo de la Plataforma (Anejo N°11: Estructuras Del Proyecto Modificad N°1 de la Construcción de la Plataforma de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona Frontera Francesa. Tramo: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet. Viaducto RENFE S/Río Llobregat).
- ❑ Planos de la estructura:

Proyecto de Construcción de Plataforma de L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona Frontera Francesa. Tramo: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet. Viaducto IB S/Río Llobregat.

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 de construcción (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, traviesas, murete guardabalasto, impostas, barandillas y canaletas)
- ❑ Sobrecarga de uso:
 - Sobrecarga sobre los paseos de servicio.
 - Tren de cargas: tren tipo B según se define en el apartado 4.2.1.1 de la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de 1.975.

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:

- ❑ “Instrucción Relativa a las Acciones a Considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, Orden Ministerial del 25 de Junio de 1975.
- ❑ “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 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat.

Los datos generales de la estructura son los siguientes:

Viaducto sobre el Río Llobregat (Línea RENFE)	
Longitud (m)	211,60
Número de vanos	5
Distribución de luces (m)	34,50 + 46,00 + 46,00 + 43,70 + 41,40
Canto (m)	3,85
Resistencia hormigón (N/mm²)	50

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	2,50	T / m ³
	Peso Balasto	8,40	T / m
	Peso carriles	0,24	T / m
	Peso traviesas	1,04	T / m
	Pesos muros y paseos	1,03	T / m
Sobrecargas	Sobrecarga Uniforme en paseos de servicio	0,50	T / m ²
	Tren de cargas	12 x 2	T / m

Para la obtención del valor de la sobrecarga se ha supuesto la acción de **dos trenes tipo B** (*“Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”*, carga lineal de 120 kN/m).

A continuación se incluyen los momento flectores máximos de cálculo 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) bajo las combinaciones de cargas siguientes:

$$M_d^+ \Rightarrow 1,35 * c. \text{ permanente [peso propio + carga muerta]} + 1,50 * \text{sobrecarga [tren tipo B]}$$

$$M_d^- \Rightarrow 1,35 * c. \text{ permanente [peso propio + carga muerta]} + 1,50 * \text{sobrecarga [tren tipo B]}$$

	Momento de cálculo M_d (kN m) en Proyecto de Prueba de Carga
CDV lateral (34,2 m)	46.100
CDV central (45,6 m)	55.909
Apoyo pila lateral	-91.135
Apoyo pila central	-103.392

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 del Viaducto sobre el Río Llobregat (Linea RENFE) Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat , de Noviembre de 2007 (Ref: PPC65VI02.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 consistieron **DOS (2) locomotoras 319** (dos bogies de tres ejes; peso total 1200 kN) y **OCHO (8) tolvas RENFE TT2** (cuatro ejes; peso total 800 kN cada una).

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 las composiciones, así como un esquema referente al posicionamiento de las mismas sobre la estructura durante la realización de la prueba.

Para la realización de las pruebas estáticas se emplearon dos composiciones, una por cada vía, formadas por una locomotora y cuatro tolvas.

Las pruebas dinámicas se efectuaron con una de las composiciones circulando sobre la vía 2 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:

D – Transductor de desplazamiento tipo ménsula

E – Banda extensométrica

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:

Vano	Flecha en L/2 (*)	Descenso en apoyos
1	2 puntos	2 puntos
2	2 puntos	3 puntos
3	1 punto	-
4	2 puntos	2 puntos
5	2 puntos	2 puntos

(*) En el vano 3 sólo se pudo tomar una medida de flecha debido al caudal que circulaba por el río Llobregat el día de la prueba.

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:

Vano	Deformaciones unitarias en L/2
1	-(*)
2	2 puntos / vano
3	1 puntos / vano
4	2 puntos / vano
5	2 puntos / vano

(*) En el vano 1 no se pudieron tomar medidas de deformación ya que por debajo del mismo circula una carretera.

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-Controle 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 μ m, 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: $\pm$ 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 envoltura: 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 $\pm$ 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° 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.

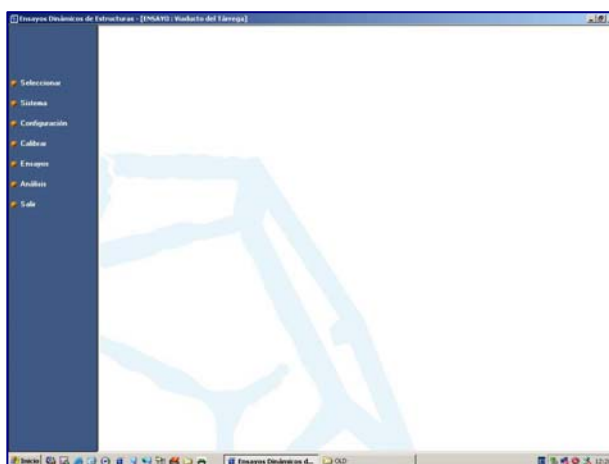
6.3.6. Software de aplicación

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.

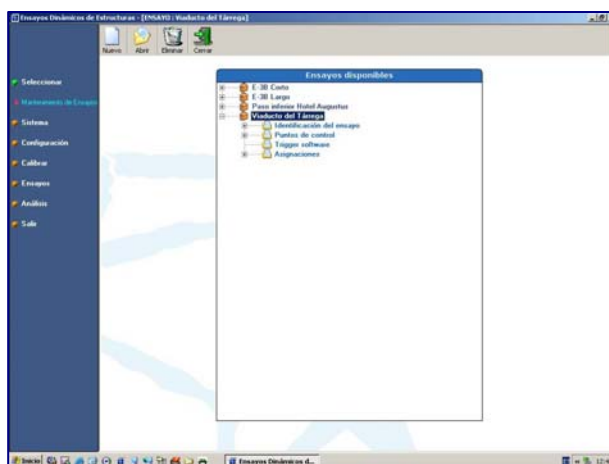
Se ha programado una aplicación específica para el control y seguimiento de la instrumentación que se instala en los ensayos de prueba de carga.

En éste se ha definido un menú general que comprende:

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

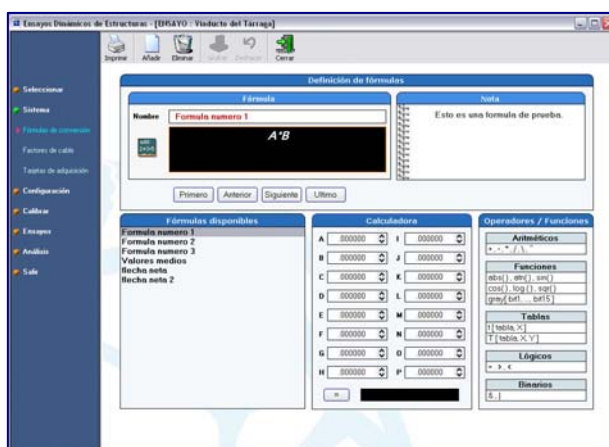


Dentro de la ventana del menú de **"Seleccionar"** se accede a la pantalla de mantenimiento de ensayos, que permite acceder y/o consultar las características generales de los ensayos configurados (nombre, tipos de ensayos, asignaciones, trigger, etc.).

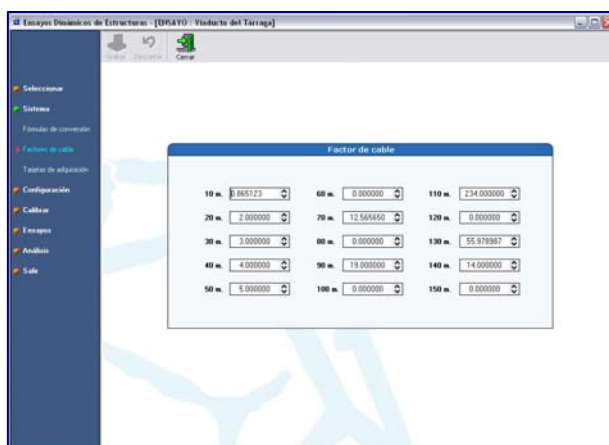


El menú **“Sistema”** da acceso a las siguientes utilidades:

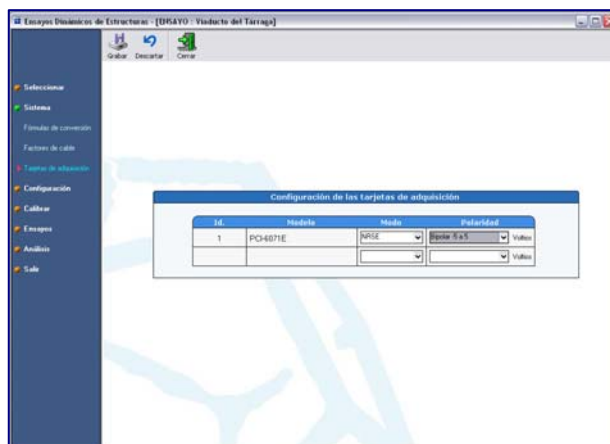
- **“Definición de fórmulas”:** Permite establecer las fórmulas de cálculo (para paso de unidades de lectura a unidades ingenieriles o para el cálculo de medidas indirectas, como flechas netas, valores medios de flecha o deformación, etc.) que posteriormente se asignarán a los sensores (físicos o calculados) 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.

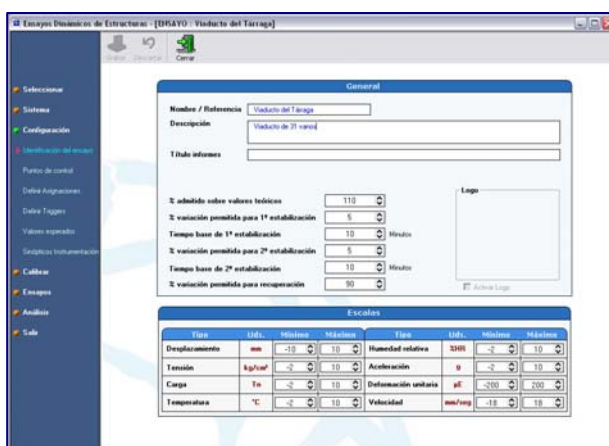


- ❑ **Tarjeta:** permite definir la tarjeta de adquisición que se va a emplear durante los ensayos, siempre que el programa disponga del *driver* de comunicaciones específico, para esa tarjeta. En el caso de que se quiera emplear una tarjeta nueva, únicamente se necesita el *driver* correspondiente,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

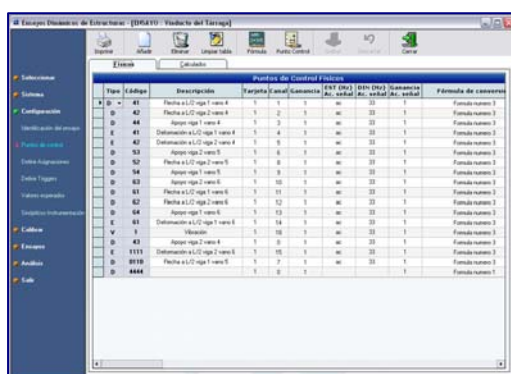


El menú **“Configuración”** da acceso a las siguientes utilidades:

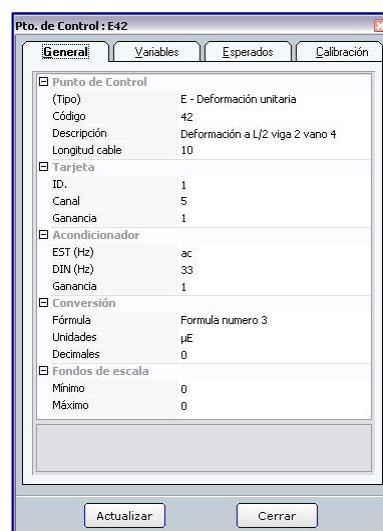
- ❑ **"Identificación del ensayo":** Se definen aquellos parámetros que son comunes a cualquiera de los procesos que se desarrollan en el programa. En concreto, se especifican: porcentajes admitidos respecto a valores teóricos esperados, porcentajes admitidos para aceptar la estabilidad de incremento 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.



Tipo	Código	Descripción	Tarjeta	Canal	Ganancia	EST (Hz)	DIN (Hz)	Fórmula de conversión
B	41	Plancha a L/2 viga 1 vano 4	1	1	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	42	Plancha a L/2 viga 2 vano 5	1	2	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	44	Apoyos viga 1 vano 4	1	3	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	45	Apoyos viga 2 vano 5	1	4	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	46	Deformación a L/2 viga 1 vano 4	1	5	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	47	Deformación a L/2 viga 2 vano 5	1	6	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	53	Apoyos viga 2 vano 5	1	8	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	52	Plancha a L/2 viga 2 vano 5	1	9	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	54	Apoyos viga 1 vano 4	1	10	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	63	Apoyos viga 2 vano 5	1	11	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	61	Plancha a L/2 viga 1 vano 4	1	12	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	62	Plancha a L/2 viga 2 vano 5	1	13	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	64	Apoyos viga 1 vano 4	1	14	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	65	Deformación a L/2 viga 1 vano 4	1	15	1	ac	33	Fórmula numero 1
V	1	Vibrador	1	16	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	43	Apoyos viga 1 vano 4	1	17	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	1111	Deformación a L/2 viga 1 vano 4	1	18	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	9119	Plancha a L/2 viga 1 vano 4	1	19	1	ac	33	Fórmula numero 1
B	4444		1	20	1	ac	33	Fórmula numero 1



Pto. de Control : E42

General | Variables | Esperados | Calibración

☒ Punto de Control

(Tipo) E - Deformación unitaria

Código 42

Descripción Deformación a L/2 viga 2 vano 4

Longitud cable 10

☒ Tarjeta

ID, 1

Canal 5

Ganancia 1

☒ Acondicionador

EST (Hz) ac

DIN (Hz) 33

Ganancia 1

☒ Conversión

Fórmula Fórmula numero 3

Unidades μE

Decimales 0

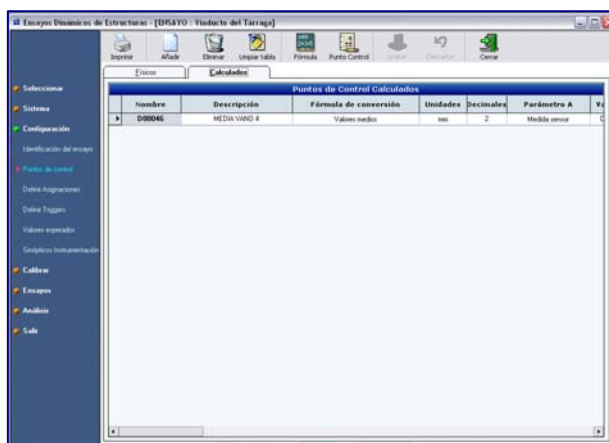
☒ Fondos de escala

Mínimo 0

Máximo 0

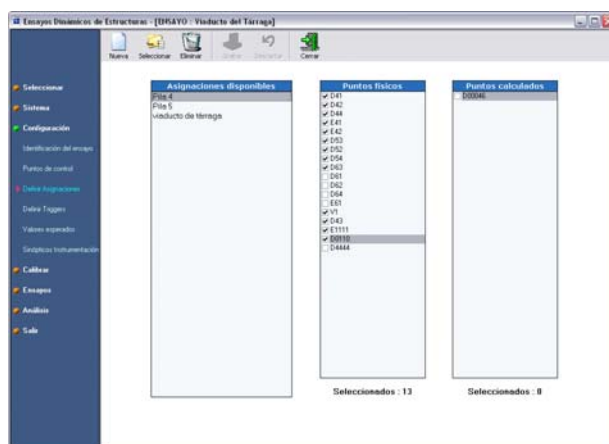
Actualizar Cerrar

- 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.

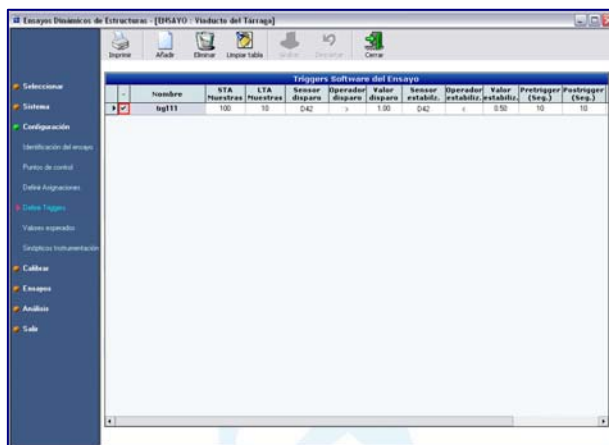


Nombre	Descripción	Fórmula de conversión	Unidades	Decimales	Parámetro A	Parámetro B
D00046	MEDIA VANO 4	Valores medios	mm	2	Medida simple	

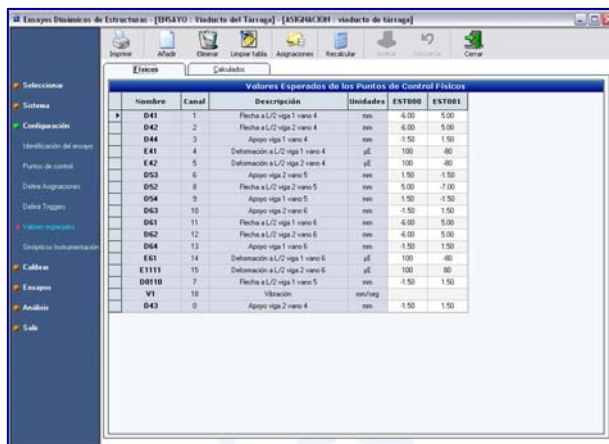
- ❑ **"Definir asignaciones":** Una vez configurados todos los puntos de medida, físicos ó calculados, se definirán mediante asignaciones el sensor o grupo de sensores en los que se adquirirán y grabarán los datos para cada uno de los ensayos que se realicen. De este modo se optimizan los recursos de 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	Flexión a L/2 viga 1 vano 4	mm	4.00	5.00
D42	2	Flexión a L/2 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 L/2 viga 1 vano 4	µε	100	40
E42	5	Deformación a L/2 viga 2 vano 4	µε	100	40
D53	6	Apoyo viga 2 vano 5	mm	1.50	-1.50
D52	8	Flexión a L/2 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
D65	11	Flexión a L/2 viga 1 vano 6	mm	4.00	5.00
D62	12	Flexión a L/2 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 L/2 viga 1 vano 6	µε	100	40
E111	15	Deformación a L/2 viga 2 vano 6	µε	100	40
D810	7	Flexión a L/2 viga 1 vano 5	mm	1.50	1.50
V1	18	Vibración	mm/s²		
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.

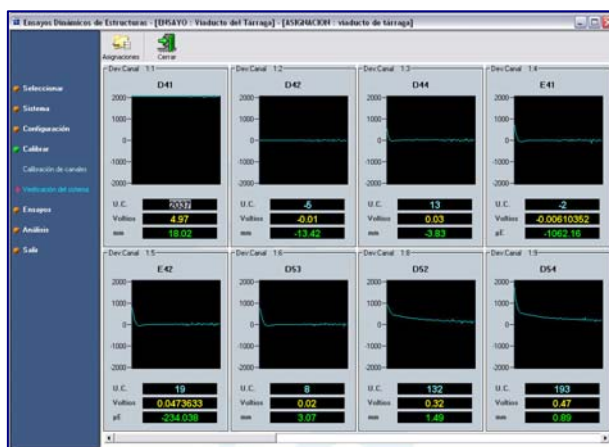
El menú **"Calibrar"** permite acceder a las pantallas desde las cuales se efectuará:

- ❑ **"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.



Selección	Nombre	Objeto	Descripción	Unidades	Factor de calibración
	D41	1	Plancha a 1/2 viga 1 canal 4	mm	4.00000
	D42	1	Plancha a 1/2 viga 2 canal 4	mm	4.00000
	D44	1	Apoyo viga 1 canal 4	mm	1.31147
	E41	1	Distorsión a 1/2 viga 1 canal 4	µl	420
	E42	1	Distorsión a 1/2 viga 2 canal 4	µl	420
	D53	1	Apoyo viga 2 canal 5	mm	1.31147
	D52	1	Apoyo viga 1 canal 5	mm	1.31147
	D54	1	Apoyo viga 2 canal 5	mm	1.31147
	D53	1	Apoyo viga 1 canal 5	mm	1.31147
	D52	1	Plancha a 1/2 viga 1 canal 5	mm	4.00000
	D53	1	Plancha a 1/2 viga 2 canal 5	mm	4.00000
	D54	1	Apoyo viga 1 canal 5	µl	420
	E53	1	Distorsión a 1/2 viga 1 canal 5	µl	420
	E54	1	Distorsión a 1/2 viga 2 canal 5	µl	420
	D53	1	Plancha a 1/2 viga 1 canal 5	mm	4.00000
	D54	1	Plancha a 1/2 viga 2 canal 5	mm	4.00000

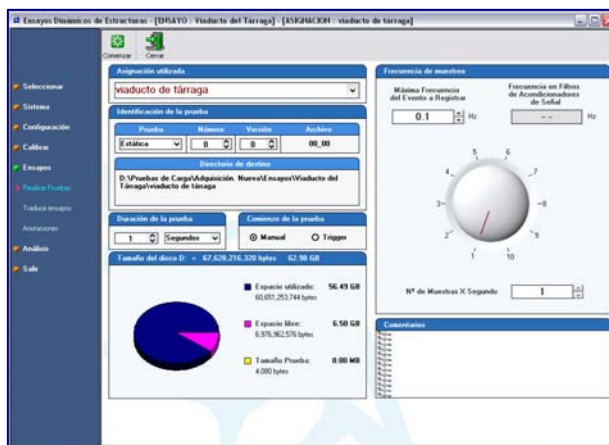
- ❑ **"Verificación del sistema de medida":** Se visualizan gráficamente las escalas eléctricas de medida de 8 canales existentes, con presentación simultánea de los valores numéricos, tanto en cuentas (U.C.) como en Voltios y unidades ingenieriles. Su misión es determinar mediante una simulación de 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.

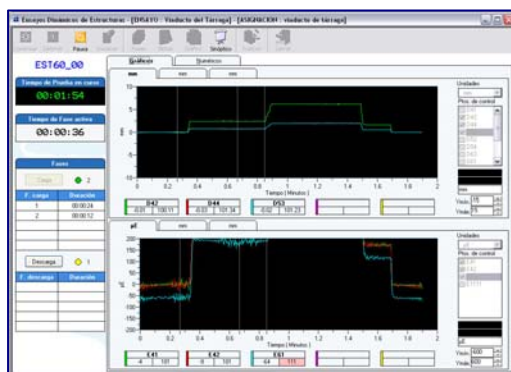
Se puede definir asimismo si el comienzo de la prueba se va a establecer manualmente o si debe responder a la activación automática de alguno de los triggers programados.

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.

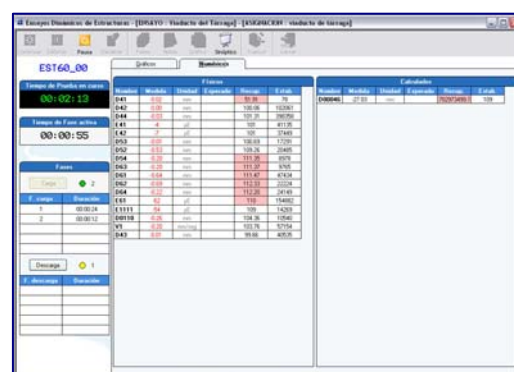
Al pulsar la tecla "Comenzar" dentro de la anterior pantalla, se accede a las pantallas de **representación** (gráfica o numérica) **en tiempo real** de las medidas que se están efectuando.

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.



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.

Ensayos Dinámicos de Estructuras - [DRAYO - Viaducto del Tàrrago] - [ASR246C001 - Viaducto de Tàrrago]

Gráficos | Datos | Espectro | Traducción | Cerrar

DIN510_00

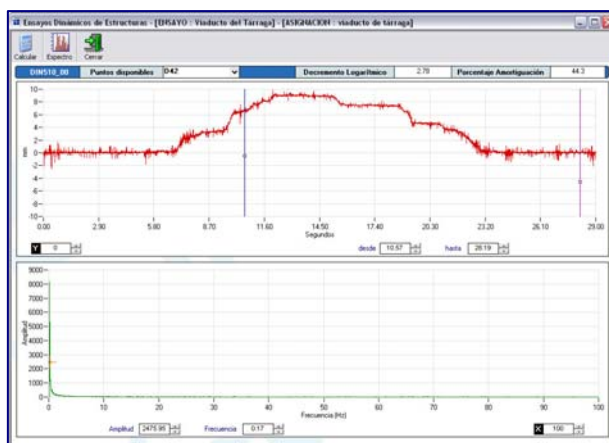
Tiempo de Prueba en curso: 00:00:29

Frecuencia de muestreo: 200 mXseg

Trigger activo

Nombre	Amplitud	Velocidad	Unidades	Espalda	% Tensión	Estado	C. Frecuencia
D41	-2.23	0.04	mm				0.000
D42	0.20	9.78	mm				1.375
D44	-0.34	3.43	mm				1.280
E41	43	1190	µf				1.110
E42	39	1261	µf				0.880
D53	-0.07	4.04	mm				0.421
D52	-0.57	10.14	mm				0.491
D54	-0.70	2.10	mm				0.495
D53	-0.52	3.09	mm				0.521
D61	-1.23	9.04	mm				0.439
D62	-1.05	9.64	mm				1.770
D64	-0.75	2.14	mm				0.771
E61	-13	1005	µf				0.962
E1111	-195	1020	µf				0.900
D0110	-1.59	10.50	mm				0.900
V1	-0.30	10.57	mm/seg				0.900
D43	0.06	3.03	mm				0.579
D0046	515.05		mm				

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.

Ensayos Dinámicos de Estructuras - [DRAYO - Viaducto del Tàrrago] - [ASR246C001 - Viaducto de Tàrrago]

Comenzar | Detener | Leptre | Cerrar

Pruebas disponibles

- Pila 4
- Viaducto de Tàrrago
- Ensayos
- DIN510_00
- D41
- D42
- D44
- E41
- E42
- D53
- D52
- D54
- D61
- D62
- D64
- E1111
- D0110
- V1
- D43
- D0046

Información de la Prueba en curso

Asignación	Punto	Nº puntos	Duración	Muestreo X seg	Muestreo X canal
Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	10	20 seg	400	14000

Progreso

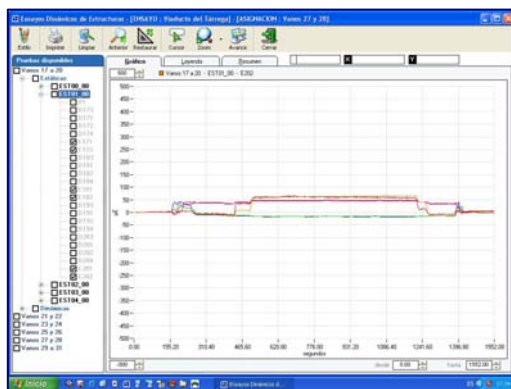
Punto	Prueba	Total	Manejos	Punto	Canal
100	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D41	1	✓
90	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D42	2	✓
80	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D44	3	✓
70	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D41	4	✓
60	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D42	5	✓
50	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D53	6	✓
40	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D52	7	✓
30	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D54	8	✓
20	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D61	9	✓
10	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D62	10	✓
0	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D64	11	✓
	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D43	12	✓
	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D41	13	✓
	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D42	14	✓
	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	E1111	15	✓
	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D0110	16	✓
	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	V1	17	✓
	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D43	18	✓
	Viaducto de Tàrrago	DIN510_00	D0046	19	✓

¿ Si en canal ya está traducido ?

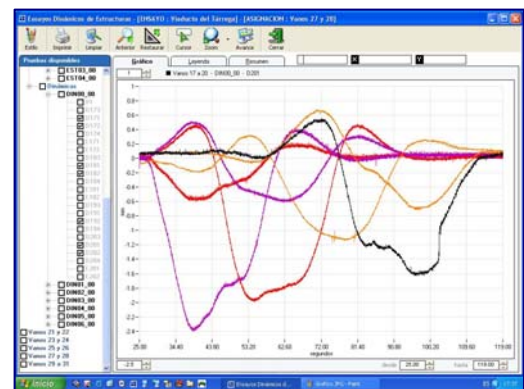
- Reemplazar todos los canales traducidos
- Ignorar todos los canales traducidos
- Proteger siempre

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.

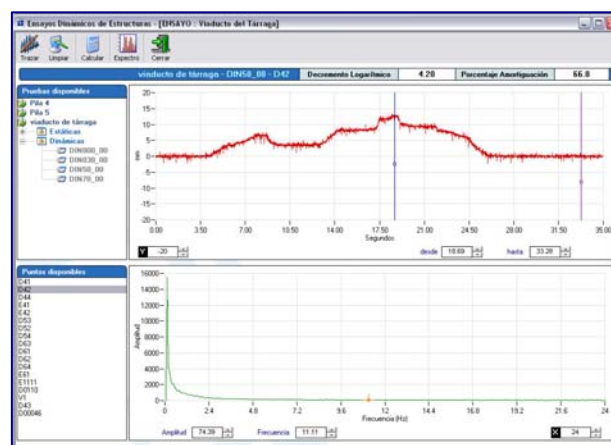


Visualización de ensayos estáticos



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

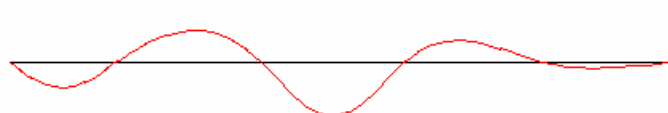
Los resultados previstos en los ensayos estáticos y los ensayos dinámicos se han extraído de los cálculos realizados en el “Proyecto de Prueba de Carga del Viaducto sobre el Río Llobregat (Linea RENFE) Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, de Noviembre de 2007 (Ref: PPC65VI02.ADIF).

6.4.1. Flechas y deformaciones bajo carga estática.

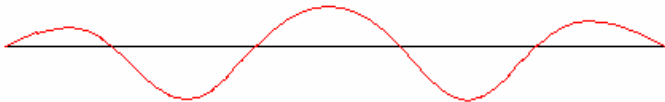
Los valores de flechas y deformaciones unitarias esperados, para cada una de las hipótesis de carga considerada, son los recogidos en las siguientes tablas (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción):

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):

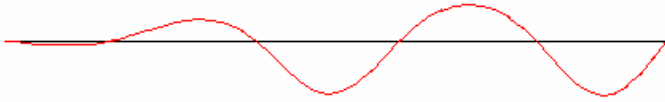
Hipótesis 7: Momento positivo en vanos 1 y 3			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-2,10	-
2	L/2	2,47	-12
3	L/2	-4,36	30

Hipótesis de Cálculo 7: Momento positivo en vanos 1 y 3	
Composiciones en vías 1 y 2	

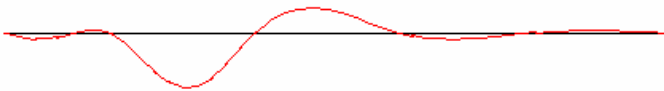
Hipótesis 8: Momento positivo en vanos 2 y 4			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
2	L/2	-3,80	26
3	L/2	2,77	-14
4	L/2	-3,84	29

Hipótesis de Cálculo 8: Momento positivo en vanos 2 y 4	
Composiciones en vías 1 y 2	

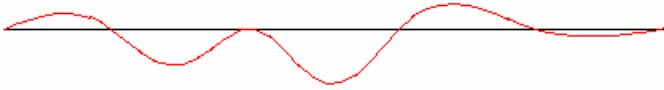
Hipótesis 9: Momento positivo en vanos 3 y 5			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
3	L/2	-3,86	26
4	L/2	2,64	-15
5	L/2	-3,97	31

Hipótesis de Cálculo 9: Momento positivo en vanos 3 y 5	
Composiciones en vías 1 y 2	

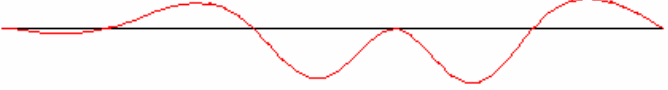
Hipótesis 10: Momento negativo en pila 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-0,29	-
2	L/2	-3,19	24

Hipótesis de Cálculo 10: Momento negativo en pila 1	
Composiciones en vías 1 y 2	

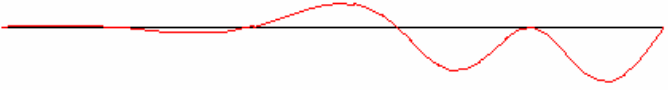
Hipótesis 11: Momento negativo en pila 2			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
2	L/2	-1,82	17
3	L/2	-2,79	22

Hipótesis de Cálculo 11: Momento negativo en pila 2	
Composiciones en vías 1 y 2	

Hipótesis 12: Momento negativo en pila 3			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
3	L/2	-2,02	18
4	L/2	-2,21	20

Hipótesis de Cálculo 12: Momento negativo en pila 3	
Composiciones en vías 1 y 2	

Hipótesis 13: Momento negativo en pila 4			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
4	L/2	-1,61	16
5	L/2	-2,03	19

Hipótesis de Cálculo 13: Momento negativo en pila 4	
Composiciones en vías 1 y 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:

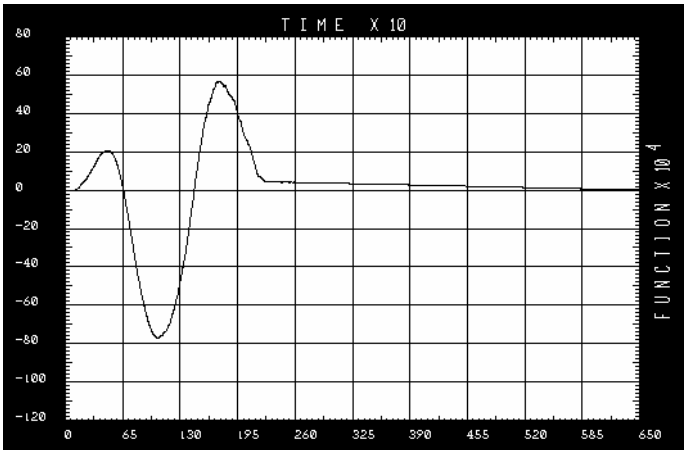
	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
CDV lateral (34,2 m)	29.665	14.808	49,9%
CDV central (45,6 m)	36.288	19.360	53,4%
Apoyo pila lateral	-42.463	-22.930	54,0%
Apoyo pila central	-49.837	-26.173	52,5%

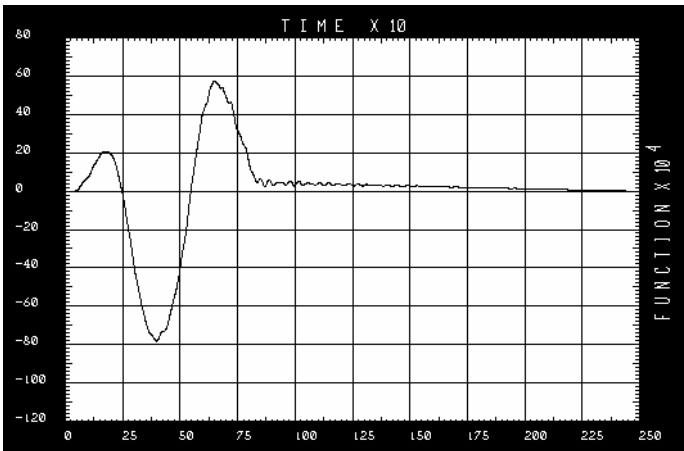
Si se consideran, además, los momentos flectores producidos por las cargas permanentes, se obtendrán:

	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 lateral (34,2 m)	31.292	29.665	60.957	14.808	46.100	75,6%
CDV central (45,6 m)	36.549	36.288	72.837	19.360	55.909	76,8%
Apoyo pila lateral	-68.206	-42.463	-110.668	-22.930	-91.135	82,4%
Apoyo pila central	-77.219	-49.837	-127.056	-26.173	-103.392	81,4%

6.4.3. Coeficientes de impacto

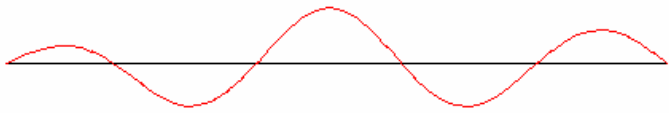
A continuación se incluyen los valores de los coeficientes de impacto de la estructura, calculados a partir de las flechas del punto D21 para el paso de la circulación a velocidad media (30 km/h) y a velocidad máxima (80 km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %. A su vez, el valor 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.

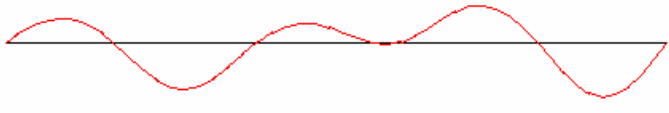
Punto D21	
Velocidad de paso 30 km/h	
Coeficiente de impacto calculado dinámicamente 1,001	
Coeficiente de impacto según IAPF - 75 1,016	

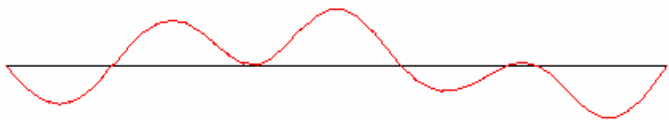
Punto D21	
Velocidad de paso 80 km/h	
Coeficiente de impacto calculado dinámicamente 1,011	
Coeficiente de impacto según IAPF - 75 1,045	

6.4.4. Frecuencias

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	
3,73 Hz	
Periodo	
0,268 sg	

Segundo Modo	
Tipo	
Longitudinal	
Frecuencia	
4,56 Hz	
Periodo	
0,219 sg	

Tercer Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 5,76 Hz	
Periodo 0,174 sg	

7. PRUEBA DE CARGA

7. PRUEBA DE CARGA

7.1. DESCRIPCIÓN

La prueba de carga de la **Estructura 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, se llevó a cabo entre los días 10 y 11 de Febrero de 2008.

Como sobrecarga se utilizaron dos composiciones 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	10/02/08	00:57	7,3	89,7
Fin del ensayo	11/02/08	03:34	6,7	90,0

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 primera composición, con la posición indicada en el Croquis de Carga incluido en el Anejo N° 3 de este documento.
- III. Estabilización de las medidas. Se realizaron medidas continuas hasta comprobar que se había alcanzado la estabilización de las lecturas.
- IV. Situación de la segunda composición, repitiendo las fases II y III.
- V. Estabilización de las medidas. Cuando se encontraron posicionadas las locomotoras previstas, se realizaron medidas continuas hasta comprobar que se alcanzaba la estabilización de las lecturas. El tiempo de mantenimiento de las cargas no fue inferior a 10 minutos.
- VI. Descarga de la estructura, haciendo circular las composiciones hasta salir completamente del tablero.

VII. Medidas de recuperación. Se realizaron medidas continuas con el puente descargado hasta alcanzar la estabilización de las lecturas, y una recuperación mínima del 90 % en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga dentro del dintel en la fase V.

Se realizaron nueve 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 3	Inicio prueba	10/02/08	02:14	6,2	92,3	45 minutos
		Fin prueba	10/02/08	02:59	6,6	88,1	
ESTÁTICA 01	2 y 4	Inicio prueba	10/02/08	03:00	6,5	88,1	31 minutos
		Fin prueba	10/02/08	03:31	6,2	87,8	
ESTÁTICA 02	1 y 2	Inicio prueba	10/02/08	03:32	6,2	87,3	17 minutos
		Fin prueba	10/02/08	03:49	6,2	85,7	
ESTÁTICA 03	2 y 3	Inicio prueba	10/02/08	03:50	6,2	85,5	14 minutos
		Fin prueba	10/02/08	04:04	6,1	84,9	
ESTÁTICA 04	3 y 4	Inicio prueba	10/02/08	04:04	6,0	84,8	18 minutos
		Fin prueba	10/02/08	04:22	5,7	86,1	
ESTÁTICA 05	3 y 5	Inicio prueba	11/02/08	01:44	7,6	87,6	43 minutos
		Fin prueba	11/02/08	02:27	7,5	86,6	
ESTÁTICA 06	2 y 4	Inicio prueba	11/02/08	02:28	7,6	86,7	48 minutos
		Fin prueba	11/02/08	03:16	6,7	90,8	
ESTÁTICA 07	3 y 4	Inicio prueba	11/02/08	03:17	6,8	90,7	17 minutos
		Fin prueba	11/02/08	03:34	6,5	91,4	
ESTÁTICA 08	4 y 5	Inicio prueba	11/02/08	03:34	6,8	91,5	20 minutos
		Fin prueba	11/02/08	03:54	6,7	90,0	

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

- **Pruebas cuasiestáticas:** Paso de una composición por una de las vías circulando sobre la estructura a una velocidad en torno a 5 km/h.
- **Prueba a velocidad media:** Paso de una composición circulando sobre la estructura a una velocidad media en torno a 30 km/h.
- **Prueba a velocidad máxima:** Paso de una 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, 2 y 3	10/02/08	00:57	2	Cuasiestática	3,5
DINÁMICA 01		10/02/08	01:05		V Media	25,2
DINÁMICA 03		10/02/08	01:35		V Máxima	43,3
DINÁMICA 04	1	10/02/08	01:50		V. máx + frenado	-
DINÁMICA 05	2	10/02/08	02:00		V. máx + frenado	-
DINÁMICA 06	3	10/02/08	02:10		V. máx + frenado	-
DINÁMICA 07	4 y 5	11/02/08	00:50		Cuasiestática	2,7
DINÁMICA 08		11/02/08	01:02		V Media	19,0
DINÁMICA 09		11/02/08	01:16		V. máxima	31,2
DINÁMICA 10	4	11/02/08	01:28		V. máx + frenado	-
DINÁMICA 11	5	11/02/08	01:40		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 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat (valores negativos de flecha indican descenso y valores positivos de deformación unitaria indican tracción).

Vano	Ensayo	Flecha (mm)	Deformaciones ($\mu\epsilon$)
1	Estático	-2,62	-
	Dinámicos sin frenada	-1,68	-
	Dinámico con frenada	-1,71	-
2	Estático	-4,64	28
	Dinámicos sin frenada	-2,48	24
	Dinámico con frenada	-2,52	24
3	Estático	-4,13	30
	Dinámicos sin frenada	-1,18	20
	Dinámico con frenada	-1.15	19
4	Estático	-4,46	31
	Dinámicos sin frenada	-2,21	23
	Dinámico con frenada	-2,08	22
5	Estático	-4,13	30
	Dinámicos sin frenada	-2,77	23
	Dinámico con frenada	-2,76	23

De esta forma, los porcentajes alcanzados durante los ensayos, respecto a las sollicitaciones 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 (unidades en KN m / m):

	Mom. cp en Proyecto (kN m)	Mom. SC de Proyecto (kN m)	Mom. Total en Proyecto (kN m)	Mom. teóricos SC en prueba (kN m)	Mom. Total en Prueba (kN m)	Mom. SC alcanzado (kN m)	Mom. total real prueba (kN m)	% Prueba	% Proyecto
Vano 1	31.292	29.665	60.957	14.808	46.100	-	-	75,6	-
Vano 2	36.549	36.288	72.837	19.360	55.909	20.849	57.398	76,8	78,8
Vano 3	36.549	36.288	72.837	19.360	55.909	19.360	55.909	76,8	76,8
Vano 4	36.549	36.288	72.837	19.360	55.909	20.695	57.244	76,8	78,6
Vano 5	31.292	29.665	60.957	14.808	46.100	14.330	45.622	75,6	74,8

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:

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

donde:

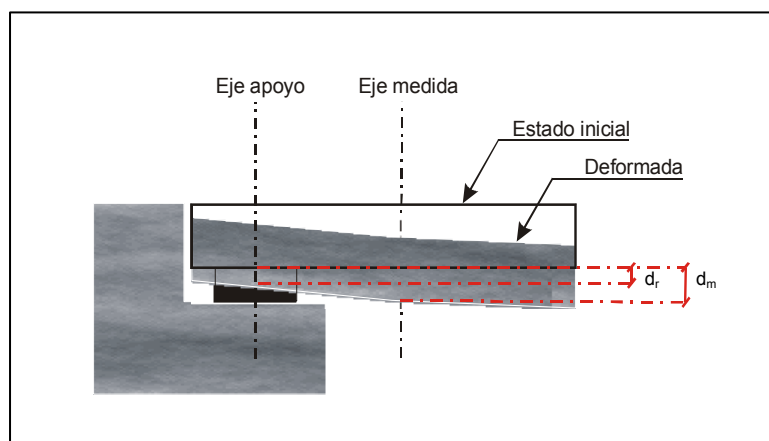
d_r : flecha real en el apoyo, a restar de la flecha bruta.

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

f_b : flecha bruta medida en L/2.

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:

	Código	Descenso medido [dm] (mm)	Descenso elástico [fa] (mm)	Relación fb/ft	Descenso real [dr] (mm)
ESTÁTICA 00 Vanos 1 y 3	D110	-0,59	-0,14	0,97	-0,45
	D123	-0,44	-0,12	0,87	-0,34
	D210	0,17	0,12	0,64	0,09
	D223	0,12	0,15	0,68	0,02
	D213	0,09	0,15	0,95	-0,05
ESTÁTICA 01 Vanos 2 y 4	D110	0,19	0,07	0,92	0,13
	D123	0,10	0,11	0,83	0,01
	D210	-0,57	-0,15	1,20	-0,39
	D223	-0,76	-0,17	1,22	-0,55
	D213	-0,58	-0,17	0,69	-0,46
ESTÁTICA 02 Vanos 1 y 2	D110	-0,34	-0,03	2,14	-0,28
	D123	-0,30	0,04	2,07	-0,38
	D210	-0,46	-0,09	1,18	-0,35
	D223	-0,68	-0,14	1,18	-0,52
	D213	-0,48	-0,14	0,69	-0,38
ESTÁTICA 03 Vanos 2 y 3	D110	0,25	0,04	1,08	0,21
	D123	0,34	0,07	0,96	0,27
	D210	-0,41	-0,09	1,29	-0,29
	D223	-0,52	-0,01	1,25	-0,51
	D213	-0,39	-0,01	0,99	-0,38

	Código	Descenso medido [dm] (mm)	Descenso elástico [fa] (mm)	Relación fb/ft	Descenso real [dr] (mm)
ESTÁTICA 04 Vanos 3 y 4	D110	-0,02	-0,01	0,62	-0,01
	D123	-0,02	-0,02	0,38	-0,01
	D210	0,10	0,03	1,00	0,07
	D223	0,17	0,08	0,95	0,09
	D213	0,17	0,08	1,00	0,09
ESTÁTICA 05 Vanos 1 y 2	D413	0,33	0,15	0,95	0,19
	D423	0,35	0,15	0,84	0,22
	D510	-0,66	-0,18	1,04	-0,47
	D523	-1,40	-0,22	1,03	-1,17
ESTÁTICA 06 Vanos 2 y 4	D413	-0,35	-0,16	1,16	-0,16
	D423	-0,65	-0,16	1,13	-0,47
	D510	0,24	0,13	0,75	0,14
	D523	0,29	0,07	0,77	0,24
ESTÁTICA 07 Vanos 3 y 4	D413	-0,22	-0,11	1,07	-0,10
	D423	-0,51	-0,11	1,08	-0,39
	D510	0,16	0,09	0,78	0,09
	D523	0,21	0,05	0,78	0,17
ESTÁTICA 08 Vanos 4 y 5	D413	-0,11	-0,02	1,19	-0,09
	D423	-0,52	-0,02	1,24	-0,50
	D510	-0,39	-0,04	1,32	-0,34
	D523	-1,05	-0,12	1,36	-0,89

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 3	D11	$1/2(D110+D123)$	-0,40
	D12		
	D21	$1/3(D210+D223+D213)$	0,02
	D22		
	D32	D213	-0,05
ESTÁTICA 01 Vanos 2 y 4	D11	$1/2(D110+D123)$	0,07
	D12		
	D21	$1/3(D210+D223+D213)$	-0,47
	D22		
	D32	D213	-0,46
ESTÁTICA 02 Vanos 1 y 2	D11	$1/2(D110+D123)$	-0,33
	D12		
	D21	$1/3(D210+D223+D213)$	-0,42
	D22		
	D32	D213	-0,38
ESTÁTICA 03 Vanos 2 y 3	D11	$1/2(D110+D123)$	0,24
	D12		
	D21	$1/3(D210+D223+D213)$	-0,39
	D22		
	D32	D213	-0,38

Prueba	Sensor	Resultado de	Valor (mm)
ESTÁTICA 04 Vanos 3 y 4	D11	$1/2(D110+D123)$	-0,01
	D12		
	D21	$1/3(D210+D223+D213)$	0,08
	D22		
	D32	D213	0,09
ESTÁTICA 05 Vanos 3 y 5	D41	$1/2(D413+D423)$	0,21
	D42		
	D51	$1/2(D510+D523)$	-0,82
	D52		
ESTÁTICA 06 Vanos 2 y 4	D41	$1/2(D413+D423)$	-0,32
	D42		
	D51	$1/2(D510+D523)$	0,19
	D52		
ESTÁTICA 07 Vanos 3 y 4	D41	$1/2(D413+D423)$	-0,25
	D42		
	D51	$1/2(D510+D523)$	0,13
	D52		
ESTÁTICA 08 Vanos 4 y 5	D41	$1/2(D413+D423)$	-0,30
	D42		
	D51	$1/2(D510+D523)$	-0,62
	D52		

Se señala el correcto funcionamiento de todos los sensores durante la realización de la prueba de carga.

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	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 00	1, 2 y 3	1 y 3	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-	-0,59	-	-	-	-0,04	-	-	-0,55	93,2
D11	01	Flecha a L/2	mm	-2,70	-2,62	-0,40	-2,23	82,4	-0,12	-0,04	-0,08	-2,15	96,4
D12	02	Flecha a L/2	mm	-2,70	-2,35	-0,40	-1,96	72,4	-0,10	-0,03	-0,07	-1,89	96,4
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0,44	-	-	-	-0,03	-	-	-0,41	93,2
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-	0,17	-	-	-	0,01	-	-	0,16	94,1
D21	07	Flecha a L/2	mm	2,47	1,58	0,02	1,56	63,2	0,03	0,01	0,02	1,54	98,7
D22	08	Flecha a L/2	mm	2,47	1,67	0,02	1,65	66,8	0,14	0,01	0,13	1,52	92,1
D223	32	Descenso de apoyo	mm	-	0,12	-	-	-	0,01	-	-	0,11	91,7
E21	16	Deformación a L/2	με	-12	-10	-	-	85,9	0	-	-	-10	100,0
E22	17	Deformación a L/2	με	-12	-11	-	-	88,7	0	-	-	-11	99,7
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-	0,09	-	-	-	0,00	-	-	0,09	100,0
D32	11	Flecha a L/2	mm	-4,36	-4,13	-0,05	-4,08	93,6	-0,05	0,00	-0,05	-4,03	98,8
E32	20	Deformación a L/2	με	30	30	-	-	98,9	1	-	-	29	96,7

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 02	1, 2 y 3	1 y 2	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-	-0,34	-	-	-	-0,02	-	-	-0,32	94,1
D11	01	Flecha a L/2	mm	-0,29	-0,62	-0,33	-0,29	100,0	-0,04	-0,02	-0,02	-0,27	93,1
D12	02	Flecha a L/2	mm	-0,29	-0,60	-0,33	-0,27	93,1	-0,03	-0,01	-0,02	-0,25	92,6
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0,30	-	-	-	-0,01	-	-	-0,29	96,7
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-	-0,46	-	-	-	0,00	-	-	-0,46	100,0
D21	07	Flecha a L/2	mm	-3,19	-3,76	-0,42	-3,34	104,8	0,00	0,00	0,00	-3,34	100,0
D22	08	Flecha a L/2	mm	-3,19	-3,75	-0,42	-3,33	104,5	0,00	0,00	0,00	-3,33	100,0
D223	32	Descenso de apoyo	mm	-	-0,68	-	-	-	0,00	-	-	-0,68	100,0
E21	16	Deformación a L/2	με	24	25	-	-	104,2	0	-	-	25	99,2
E22	17	Deformación a L/2	με	24	24	-	-	100,8	1	-	-	24	97,6
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-	-0,48	-	-	-	0,00	-	-	-0,48	100,0
D32	11	Flecha a L/2	mm	1,34	0,92	-0,38	1,30	97,0	0,02	0,00	0,02	1,28	98,5
E32	20	Deformación a L/2	με	-7	-7	-	-	100,0	0	-	-	-7	100,0

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 01	2 y 3	2 Y 4	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-	-0,57	-	-	-	-0,01	-	-	-0,56	98,2
D21	07	Flecha a L/2	mm	-3,80	-4,57	-0,47	-4,10	108,0	-0,04	-0,01	-0,03	-4,07	99,3
D22	08	Flecha a L/2	mm	-3,80	-4,64	-0,47	-4,17	109,8	-0,04	-0,01	-0,03	-4,14	99,3
D223	32	Descenso de apoyo	mm	-	-0,76	-	-	-	-0,01	-	-	-0,75	98,7
E21	16	Deformación a L/2	με	26	28	-	-	107,7	1	-	-	27	96,1
E22	17	Deformación a L/2	με	26	28	-	-	107,7	1	-	-	27	96,5
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-	-0,58	-	-	-	-0,01	-	-	-0,57	98,3
D32	11	Flecha a L/2	mm	2,77	1,92	-0,46	2,38	85,9	0,01	-0,01	0,02	2,36	99,2
E32	20	Deformación a L/2	με	-14	-13	-	-	92,4	0	-	-	-13	97,4

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 03	1, 2 y 3	2 y 3	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-	0,25	-	-	-	0,00	-	-	0,25	100,0
D11	01	Flecha a L/2	mm	0,76	0,82	0,24	0,58	76,3	0,05	0,00	0,05	0,53	91,4
D12	02	Flecha a L/2	mm	0,76	0,73	0,24	0,49	64,5	0,00	0,03	-0,03	0,52	106,1
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-	0,34	-	-	-	0,03	-	-	0,31	91,2
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-	-0,41	-	-	-	-0,02	-	-	-0,39	95,1
D21	07	Flecha a L/2	mm	-1,82	-2,35	-0,39	-1,96	107,5	-0,09	-0,02	-0,07	-1,89	96,4
D22	08	Flecha a L/2	mm	-1,82	-2,28	-0,39	-1,89	103,7	-0,03	-0,03	0,00	-1,89	100,0
D223	32	Descenso de apoyo	mm	-	-0,52	-	-	-	-0,03	-	-	-0,49	94,2
E21	16	Deformación a L/2	me	17	18	-	-	105,9	1	-	-	17,00	94,4
E22	17	Deformación a L/2	me	17	18	-	-	105,9	1	-	-	17,00	94,4
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-	0	-	-	-	0	-	-	-0,39	100,0
D32	11	Flecha a L/2	me	-2,79	-2,77	-0,38	-2,39	85,7	0,00	0,00	0,00	-2,39	100,0
E32	20	Deformación a L/2	me	22	17	-	-	77,1	1	-	-	16,14	95,2

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 04	2 Y 3	3 y 4	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-	0,10	-	-	-	0,01	-	-	0,09	90,0
D21	07	Flecha a L/2	mm	0,94	0,94	0,08	0,86	91,1	0,06	0,01	0,05	0,81	94,2
D22	08	Flecha a L/2	mm	0,94	0,89	0,08	0,81	85,8	0,06	0,01	0,05	0,76	93,8
D223	32	Descenso de apoyo	mm	-	0,17	-	-	-	0,01	-	-	0,16	94,1
E21	16	Deformación a L/2	με	-5	-5	-	-	100,0	0	-	-	-5	100,0
E22	17	Deformación a L/2	με	-5	-5	-	-	100,0	0	-	-	-5	100,0
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-	0,17	-	-	-	0,00	-	-	0,17	100,0
D32	11	Flecha a L/2	mm	-2,02	-2,01	0,09	-2,10	104,0	-0,03	0,00	-0,03	-1,98	94,3
E32	20	Deformación a L/2	με	18	17	-	-	96,7	0	-	-	17	97,4

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 05	4 y 5	3 y 5	11/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D413	02	Descenso de apoyo	mm	-	0,33	-	-	-	0,01	-	-	0,32	97,0
D41	00	Flecha a L/2	mm	2,64	2,52	0,21	2,32	87,7	0,21	0,01	0,20	2,12	91,4
D42	01	Flecha a L/2	mm	2,64	2,21	0,21	2,01	75,9	0,01	0,00	0,01	2,00	99,5
D423	03	Descenso de apoyo	mm	-	0,35	-	-	-	0,00	-	-	0,35	100,0
E41	15	Deformación a L/2	με	-15	-16	-	-	106,7	-1	-	-	-15	95,0
E42	16	Deformación a L/2	με	-15	-15	-	-	102,8	-1	-	-	-15	94,3
D510	06	Descenso de apoyo	mm	-	-0,66	-	-	-	0,00	-	-	-0,66	100,0
D51	07	Flecha a L/2	mm	-3,97	-4,13	-0,82	-3,31	83,4	-0,04	0,00	-0,04	-3,27	98,8
D52	08	Flecha a L/2	mm	-3,97	-4,08	-0,82	-3,26	82,1	-0,06	-0,02	-0,04	-3,22	98,8
D523	10	Descenso de apoyo	mm	-	-1,40	-	-	-	-0,02	-	-	-1,38	98,6
E51	18	Deformación a L/2	με	31	26	-	-	85,0	0	-	-	26	99,7
E52	20	Deformación a L/2	με	31	30	-	-	96,8	0	-	-	30	99,7

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 06	4 y 5	2 Y 4	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D413	02	Descenso de apoyo	mm	-	-0,35	-	-	-	-0,02	-	-	-0,33	94,3
D41	00	Flecha a L/2	mm	-3,84	-4,46	-0,32	-4,15	107,9	-0,12	-0,02	-0,10	-4,05	97,6
D42	01	Flecha a L/2	mm	-3,84	-4,34	-0,32	-4,03	104,8	-0,05	-0,01	-0,04	-3,99	99,0
D423	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0,65	-	-	-	-0,01	-	-	-0,64	98,5
E41	15	Deformación a L/2	με	29	31	-	-	106,9	1	-	-	30	96,3
E42	16	Deformación a L/2	με	29	31	-	-	106,2	0	-	-	31	99,4
D510	06	Descenso de apoyo	mm	-	0,24	-	-	-	0,00	-	-	0,24	100,0
D51	07	Flecha a L/2	mm	1,68	1,26	0,19	1,07	63,7	0,10	0,00	0,10	0,97	90,7
D52	08	Flecha a L/2	mm	1,68	1,30	0,19	1,11	66,1	0,01	0,01	0,00	1,11	100,0
D523	10	Descenso de apoyo	mm	-	0,29	-	-	-	0,01	-	-	0,28	96,6
E51	18	Deformación a L/2	με	-10	-8	-	-	77,3	0	-	-	-8	100,0
E52	20	Deformación a L/2	με	-10	-9	-	-	87,1	0	-	-	-9	99,0

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 07	4 y 5	3 y 4	11/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D413	02	Descenso de apoyo	mm	-	-0,22	-	-	-	-0,01	-	-	-0,21	95,5
D41	00	Flecha a L/2	mm	-2,21	-2,36	-0,25	-2,12	95,7	-0,18	-0,01	-0,17	-1,95	92,0
D42	01	Flecha a L/2	mm	-2,21	-2,39	-0,25	-2,15	97,1	-0,16	-0,01	-0,03	-2,12	98,6
D423	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0,51	-	-	-	-0,01	-	-	-0,50	98,0
E41	15	Deformación a L/2	με	20	22	-	-	110,0	0	-	-	22	100,0
E42	16	Deformación a L/2	με	20	21	-	-	105,0	0	-	-	21	100,0
D510	06	Descenso de apoyo	mm	-	0,16	-	-	-	0,00	-	-	0,16	100,0
D51	07	Flecha a L/2	mm	1,16	0,90	0,13	0,77	66,4	0,00	0,00	0,00	0,77	100,0
D52	08	Flecha a L/2	mm	1,16	0,91	0,13	0,78	67,2	0,01	0,00	0,01	0,77	98,7
D523	10	Descenso de apoyo	mm	-	0,21	-	-	-	0,00	-	-	0,21	100,0
E51	18	Deformación a L/2	με	-7	-5	-	-	71,4	0	-	-	-5	100,0
E52	20	Deformación a L/2	με	-7	-5	-	-	71,4	0	-	-	-5	100,0

ENSAYO	VANOS	VANOS CARGADOS	FECHA
ESTÁTICA 08	4 y 5	4 y 5	11/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	Descenso apoyo	Flecha neta	% obtenido	Medida descarga	Descarga apoyo	Descarga neta	Recuperación	% recuperación
D413	02	Descenso de apoyo	mm	-	-0,11	-	-	-	-0,01	-	-	-0,10	90,9
D41	00	Flecha a L/2	mm	-1,61	-1,92	-0,30	-1,63	100,9	-0,10	-0,01	-0,09	-1,54	94,5
D42	01	Flecha a L/2	mm	-1,61	-1,99	-0,30	-1,70	105,3	-0,05	-0,03	-0,02	-1,68	98,8
D423	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0,52	-	-	-	-0,03	-	-	-0,49	94,2
E41	15	Deformación a L/2	με	16	17	-	-	106,3	1	-	-	16	95,0
E42	16	Deformación a L/2	με	16	17	-	-	106,3	0	-	-	17	100,0
D510	06	Descenso de apoyo	mm	-	-0,39	-	-	-	-0,02	-	-	-0,37	94,9
D51	07	Flecha a L/2	mm	-2,03	-2,67	-0,62	-2,06	101,2	-0,02	-0,02	0,00	-2,06	100,0
D52	08	Flecha a L/2	mm	-2,03	-2,77	-0,62	-2,16	106,2	-0,06	-0,03	-0,03	-2,13	98,6
D523	10	Descenso de apoyo	mm	-	-1,05	-	-	-	-0,03	-	-	-1,02	97,1
E51	18	Deformación a L/2	με	19	18	-	-	94,1	1	-	-	17	94,6
E52	20	Deformación a L/2	με	19	19	-	-	100,0	1	-	-	18	94,7

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS
Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 00	1, 2, Y 3	CUASIESTATICA	3,5 Km/h	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D110	00	Descenso de apoyo	mm		-0,39	0,00	
D11	01	Flecha a L/2	mm	-	-1,65	-0,02	-
D12	02	Flecha a L/2	mm	-	-0,73	-0,01	-
D120	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0,13	0,00	-
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-	-0,35	0,00	-
D21	07	Flecha a L/2	mm	-	-2,46	-0,01	-
D22	08	Flecha a L/2	mm	-	-1,27	0,00	-
D223	32	Descenso de apoyo	mm	-	-0,22	-0,01	-
E21	16	Deformación a L/2	με	-	23	2	-
E22	17	Deformación a L/2	με	-	9	0	-
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-	-0,34	-0,01	-
D32	11	Flecha a L/2	mm	-	-1,14	-0,02	-
E32	20	Deformación a L/2	με	-	19	0	-

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS
Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 01	1, 2, Y 3	V MEDIA	25,2 Km/h	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-0,39	-0,40	0,00	-
D11	01	Flecha a L/2	mm	-1,65	-1,68	-0,02	1,02
D12	02	Flecha a L/2	mm	-0,73	-0,74	-0,01	1,01
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-0,13	-0,13	0,00	-
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-0,35	-0,34	0,00	-
D21	07	Descenso de apoyo	mm	-2,46	-2,46	-0,01	1,00
D22	08	Flecha a L/2	mm	-1,27	-1,27	0,00	1,00
D223	32	Flecha a L/2	mm	-0,22	-0,23	-0,01	-
E21	16	Descenso de apoyo	με	23,00	23	2	1,00
E22	17	Deformación a L/2	με	9	9	0	1,00
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-0,34	-0,33	-0,01	-
D32	11	Flecha a L/2	mm	-1,14	-1,16	-0,02	1,02
E32	20	Deformación a L/2	με	19	20	0	1,05

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANO	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 04	1	V MAXIMA+FRENADO	-	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D110	00	Descenso de apoyo	mm	-0,39	-0,38	0,00	-
D11	01	Flecha a L/2	mm	-1,65	-1,71	-0,01	1,04
D12	02	Flecha a L/2	mm	-0,73	-0,75	-0,02	1,03
D120	03	Descenso de apoyo	mm	-0,13	-0,13	-0,01	-

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS
Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 03	1, 2, Y 3	V MAXIMA	43,3 Km/h	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D110	00	Flecha a L/2	mm	-0,39	-0,39	0,00	-
D11	01	Flecha a L/2	mm	-1,65	-1,67	0,00	1,01
D12	02	Descenso de apoyo	mm	-0,73	-0,73	0,00	1,00
D123	03	Descenso de apoyo	mm	-0,13	-0,13	-0,01	-
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-0,35	-0,34	-0,01	-
D21	07	Flecha a L/2	mm	-2,46	-2,48	0,00	1,01
D22	08	Flecha a L/2	mm	-1,27	-1,29	0,00	1,02
D223	32	Descenso de apoyo	mm	-0,22	-0,22	-0,01	-
E21	16	Deformación a L/2	με	23	24	1	1,03
E22	17	Deformación a L/2	με	9	9	0	1,00
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-0,34	-0,33	-0,01	-
D32	11	Flecha a L/2	mm	-1,14	-1,18	0,00	1,04
E32	20	Deformación a L/2	με	19	20	0	1,05

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANO	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 05	2	V MAXIMA+FRENADO	-	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D210	06	Descenso de apoyo	mm	-0,35	-0,35	0,00	-
D21	07	Descenso de apoyo	mm	-2,46	-2,52	-0,01	1,02
D22	08	Flecha a L/2	mm	-1,27	-1,29	-0,01	1,02
D223	32	Flecha a L/2	mm	-0,22	-0,22	0,00	-
E21	16	Deformación a L/2	με	23	24	1,08	1,04
E22	17	Deformación a L/2	με	9	9	0	1,00
D213	10	Descenso de apoyo	mm	-0,34	0,00	0,00	-

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANO	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 06	3	V MAXIMA+FRENADO	-	10/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D32	11	Flecha a L/2	mm	-1,14	-1,15	0,00	1,01
E32	20	Deformación a L/2	με	19	19	0	1,00

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS
Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliete: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 07	4 Y 5	CUASIESTATICA	2,7 Km/h	11/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D413	02	Descenso de apoyo	mm	-	-0,19	-0,01	-
D41	00	Flecha a L/2	mm	-	-2,06	-0,01	-
D42	01	Flecha a L/2	mm	-	-1,29	-0,01	-
D423	03	Descenso de apoyo	mm	-	-0,22	0,00	-
E41	15	Deformación a L/2	με	-	21	2	-
E42	16	Deformación a L/2	με	-	10	0	-
D510	06	Descenso de apoyo	mm	-	-0,44	0,00	-
D51	07	Flecha a L/2	mm	-	-2,74	-0,01	-
D52	08	Flecha a L/2	mm	-	-1,32	0,00	-
D523	10	Descenso de apoyo	mm	-	-0,49	0,00	-
E51	18	Deformación a L/2	με	-	21	0	-
E52	20	Deformación a L/2	με	-	12	0	-

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS
Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 08	4 Y 5	V MEDIA	19,0 Km/h	11/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D413	02	Descenso de apoyo	mm	-0,19	-0,18	0,00	-
D41	00	Flecha a L/2	mm	-2,06	-2,21	-0,02	1,07
D42	01	Flecha a L/2	mm	-1,29	-1,32	-0,18	1,02
D423	03	Descenso de apoyo	με	-0,22	-0,21	0,00	-
E41	15	Deformación a L/2	με	21	23	0	1,10
E42	16	Deformación a L/2	με	10	10	0	1,04
D510	06	Descenso de apoyo	mm	-0,44	-0,45	-0,01	-
D51	07	Flecha a L/2	mm	-2,74	-2,77	-0,03	1,01
D52	08	Flecha a L/2	mm	-1,32	-1,35	0,00	1,02
D523	10	Descenso de apoyo	mm	-0,49	-0,50	0,00	-
E51	18	Deformación a L/2	με	21	21	1	1,00
E52	20	Deformación a L/2	με	12	13	1	1,08

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS
Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANOS	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 09	4 Y 5	V MAXIMA	31,2 Km/h	11/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D413	02	Descenso de apoyo	mm	-0,19	-0,18	-0,01	-
D41	00	Flecha a L/2	mm	-2,06	-2,19	-0,05	1,06
D42	01	Flecha a L/2	mm	-1,29	-1,32	-0,03	1,02
D423	03	Descenso de apoyo	mm	-0,22	-0,21	0,00	-
E41	15	Deformación a L/2	με	21	21	0	1,00
E42	16	Deformación a L/2	με	10	10	0	1,00
D510	06	Descenso de apoyo	mm	-0,44	-0,45	0,00	-
D51	07	Flecha a L/2	mm	-2,74	-2,77	-0,02	1,01
D52	08	Flecha a L/2	mm	-1,32	-1,38	-0,02	1,05
D523	10	Descenso de apoyo	mm	-0,49	-0,50	-0,01	-
E51	18	Deformación a L/2	με	21	23	0	1,07
E52	20	Deformación a L/2	με	12	13	0	1,08

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANO	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 10	5	V MAXIMA+FRENADO	-	11/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D510	06	Descenso de apoyo	mm	-0,44	-0,44	0,00	-
D51	07	Flecha a L/2	mm	-2,74	-2,76	-0,02	1,01
D52	08	Flecha a L/2	mm	-1,32	-1,37	-0,01	1,04
D523	10	Descenso de apoyo	mm	-0,49	-0,52	0,00	-
E51	18	Deformación a L/2	με	21	23	0	1,10
E52	20	Deformación a L/2	με	12	13	0	1,08

AUSCULTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Obra: L.A.V. Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa

Tramo II: Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat

Cliente: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Fecha: Julio 2008

ENSAYO	VANO	TIPO	VELOCIDAD	FECHA
DINAMICA 11	4	V MAXIMA + FRENADO	-	11/02/2008

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
D413	02	Descenso de apoyo	mm	-0,19	-0,18	0,00	-
D41	00	Flecha a L/2	mm	-2,06	-2,08	-0,04	1,01
D42	01	Flecha a L/2	mm	-1,29	-1,30	-0,04	1,01
D423	03	Descenso de apoyo	mm	-0,22	-0,22	-0,02	-
E41	15	Deformación a L/2	με	21	22	0	1,05
E42	16	Deformación a L/2	με	10	10	0	1

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. PRUEBAS ESTÁTICAS

Durante las pruebas estáticas realizada en la **Estructura 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, se han medido unos valores de flecha en centro de vano, cuyos porcentajes respecto a las magnitudes previstas en el cálculo teórico para la prueba de Carga están comprendidos entre:

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN FLECHAS

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 3	72,4 - 93,6	84,6	63,2 - 66,8	65,0
ESTÁTICA 01	2 y 4	108,0 - 109,8	108,9	85,9 - 85,9	85,9
ESTÁTICA 02	1 y 2	93,1 - 104,8	104,0	97,0 - 97,0	97,0
ESTÁTICA 03	2 y 3	85,7 - 107,5	96,9	64,5 - 76,3	70,4
ESTÁTICA 04	1 y 2	104,0 - 104,0	104,0	85,8 - 91,1	88,5
ESTÁTICA 05	2 y 3	82,1 - 83,4	82,7	75,9 - 87,7	81,8
ESTÁTICA 06	2 y 4	104,8 - 107,9	106,4	63,7 - 66,1	64,9
ESTÁTICA 07	3 y 4	95,7 - 97,1	96,4	66,4 - 67,2	66,8
ESTÁTICA 08	4 y 5	100,9 - 106,2	103,1	-	-
		Media	98,6	Media	77,5

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN DEFORMACIONES UNITARIAS

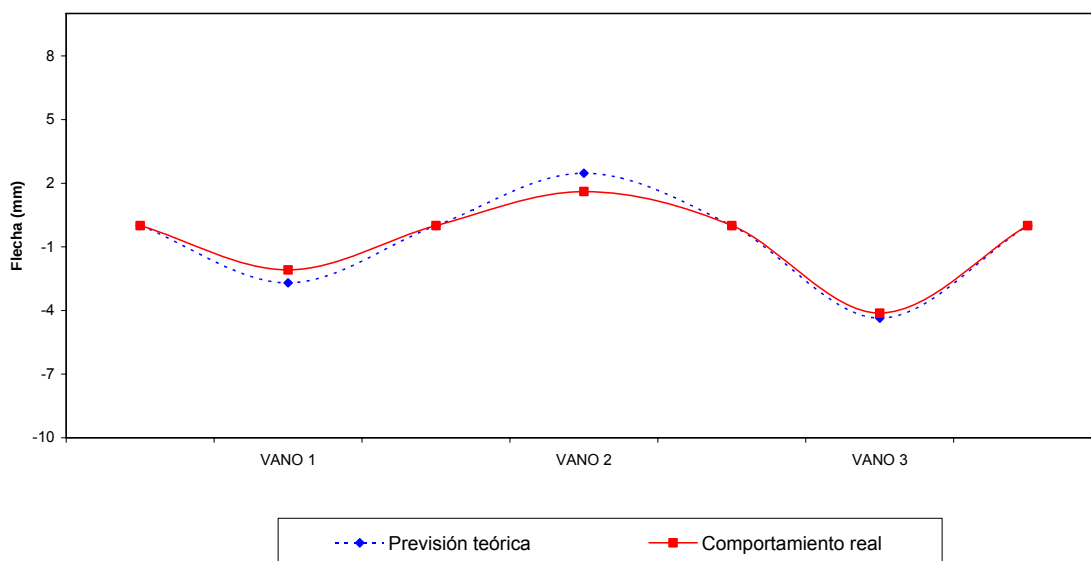
Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 3	98,9 - 98,9	98,9	85,9 - 88,7	87,3
ESTÁTICA 01	2 y 4	107,7 - 107,7	107,7	92,4 - 92,4	92,4
ESTÁTICA 02	1 y 2	100,8 - 104,2	102,5	100,0 - 100,0	100,0
ESTÁTICA 03	2 y 3	77,1 - 105,9	94,6	-	-
ESTÁTICA 04	3 y 4	96,7 - 96,7	96,7	100,0 - 100,0	100,0
ESTÁTICA 05	3 y 5	85,0 - 96,8	90,9	102,8 - 106,7	104,7
ESTÁTICA 06	2 y 4	106,2 - 106,9	106,6	77,3 - 87,1	82,2
ESTÁTICA 07	3 y 5	105,0 - 110,0	107,5	71,4 - 71,4	71,4
ESTÁTICA 08	4 y 5	94,1 - 106,3	101,3	-	-
		Media	100,7	Media	91,2

Como se puede apreciar el valor medio de las flechas y deformaciones unitarias medidas son similares a las calculadas en el proyecto de Prueba de Carga, siendo por tanto la rigidez longitudinal real análoga a la teórica.

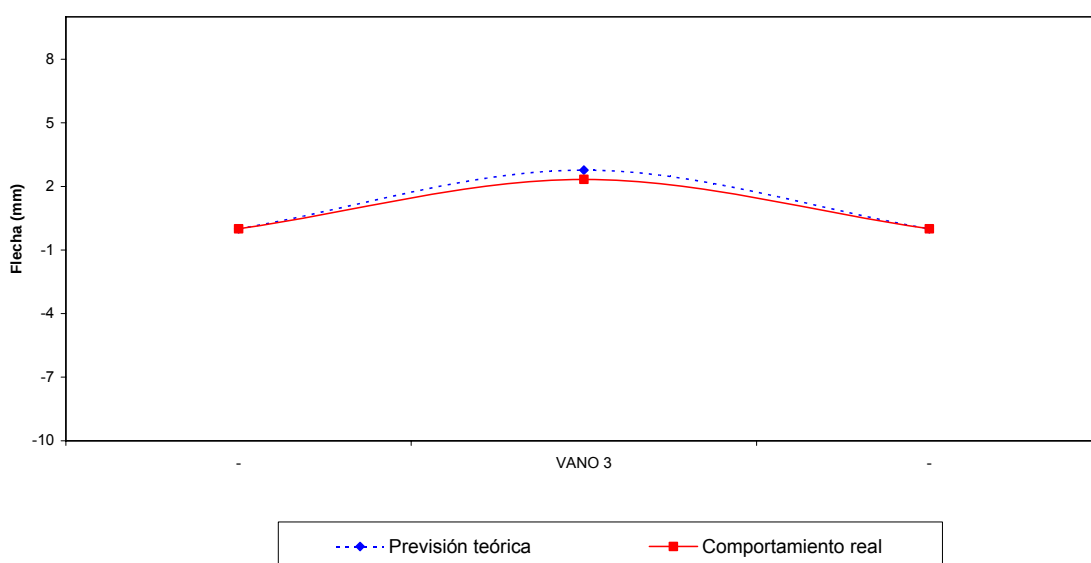
La diferencia para valores de flecha y deformaciones unitarias, entre el comportamiento teórico previsto en el Proyecto de Prueba de Carga y el medido durante la realización del ensayo se aprecia en los siguientes gráficos:

Flechas

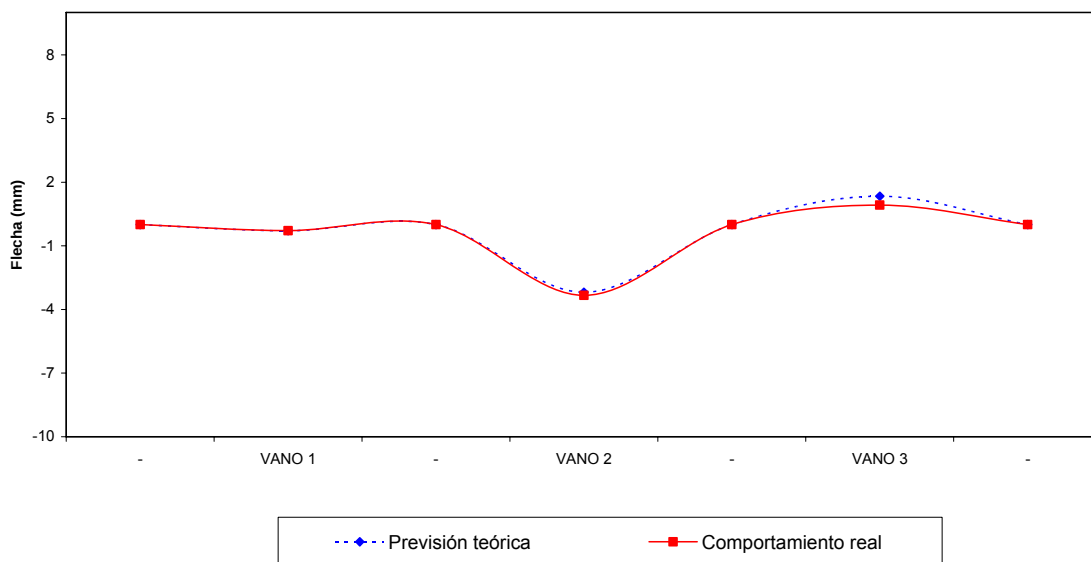
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 00 (CARGA EN VANOS 1 y 3)



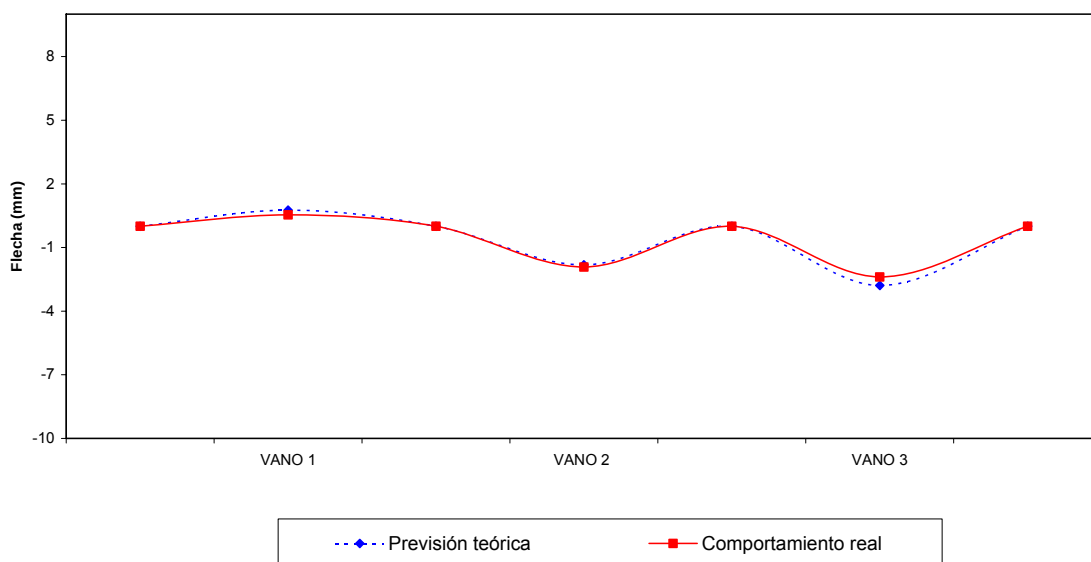
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 01 (CARGA EN VANOS 2 y 4)



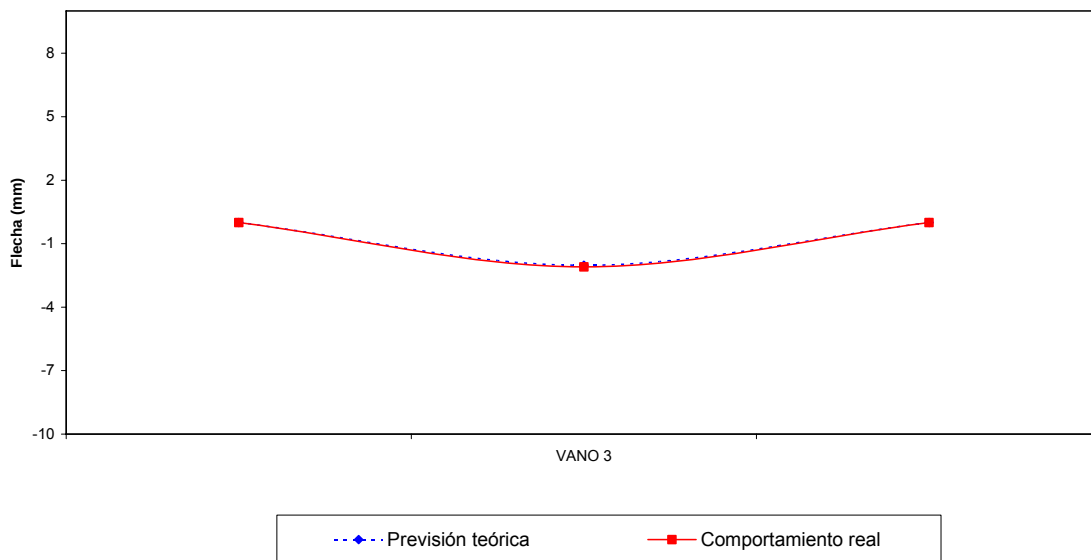
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 02 (CARGA EN VANOS 1 y 2)



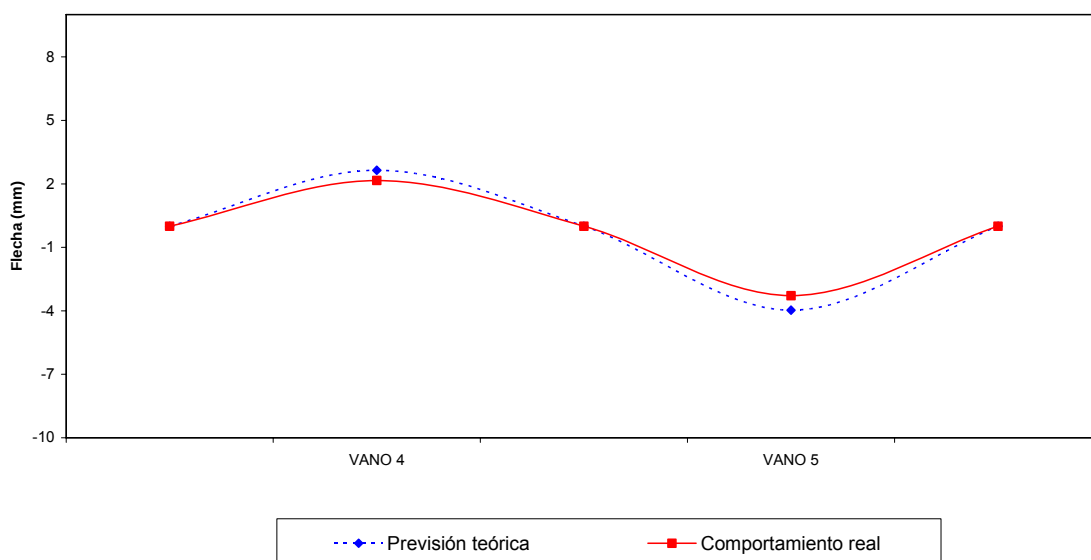
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 03 (CARGA EN VANOS 2 y 3)



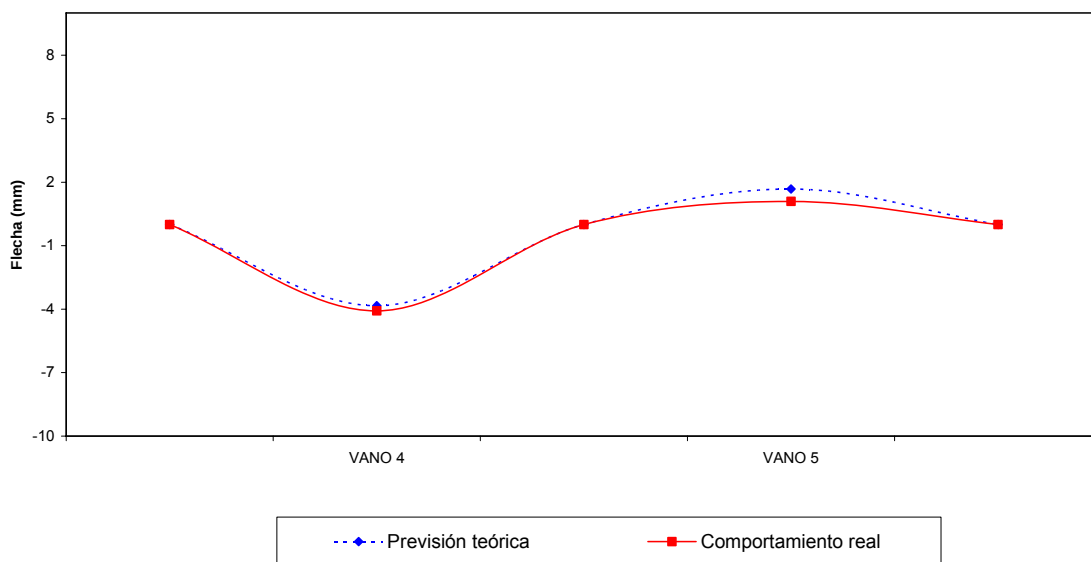
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 04 (CARGA EN VANOS 3 y 4)



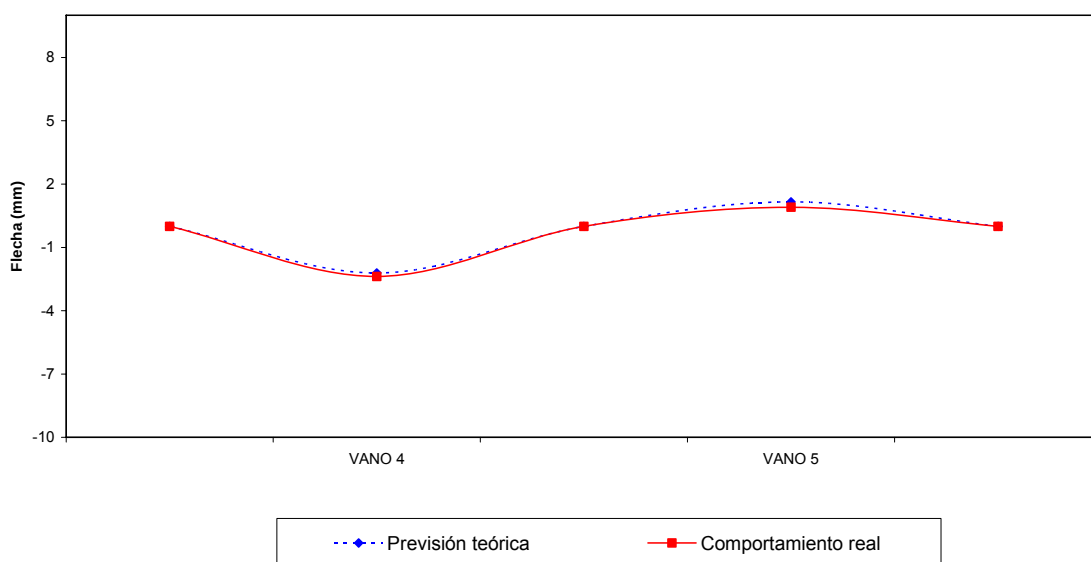
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 05 (CARGA EN VANOS 3 y 5)



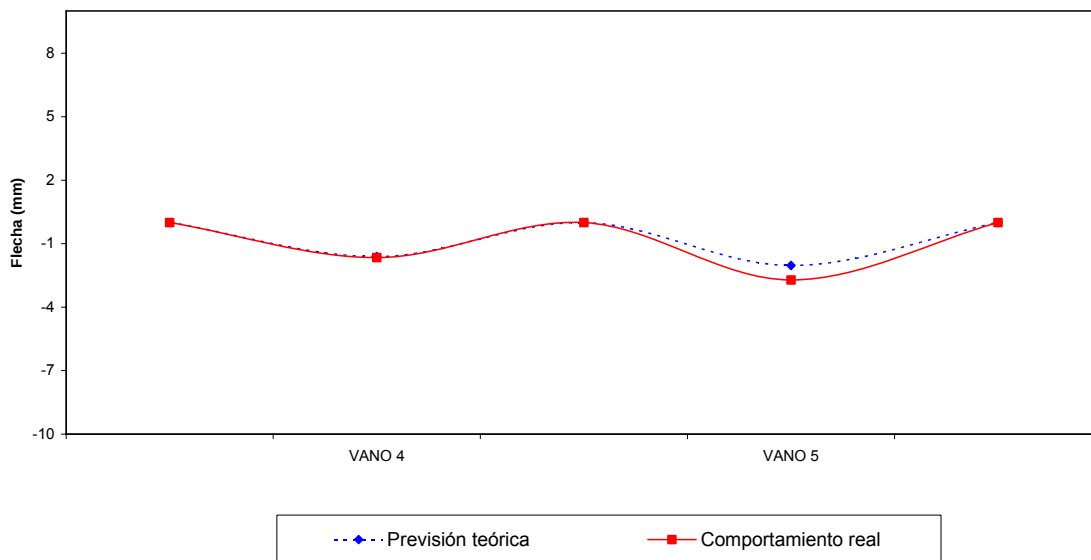
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 06 (CARGA EN VANOS 3 y 5)



ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 07 (CARGA EN VANOS 3 y 5)

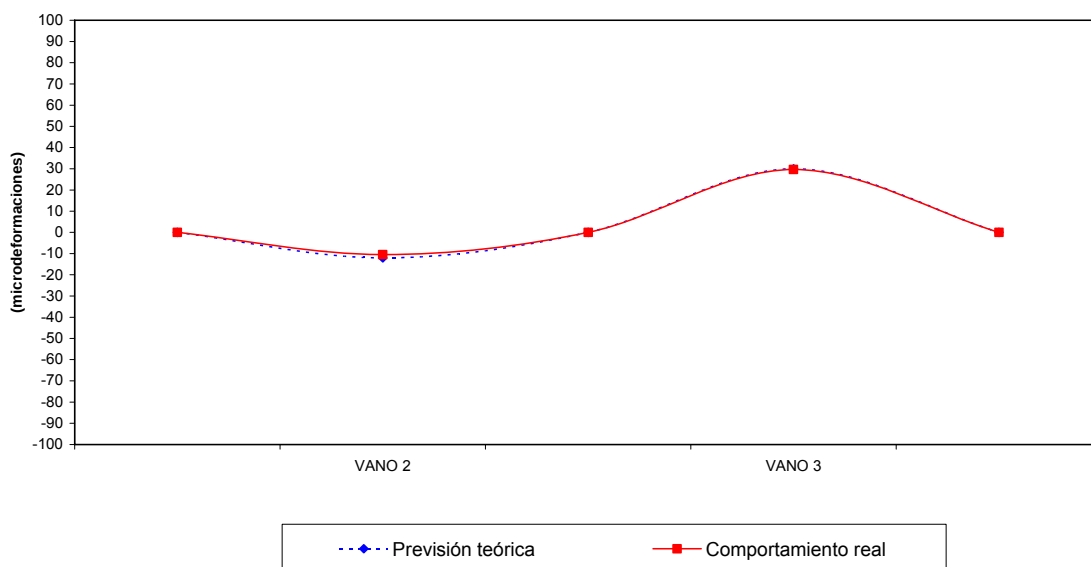


ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de flecha
 EST 08 (CARGA EN VANOS 4 y 5)

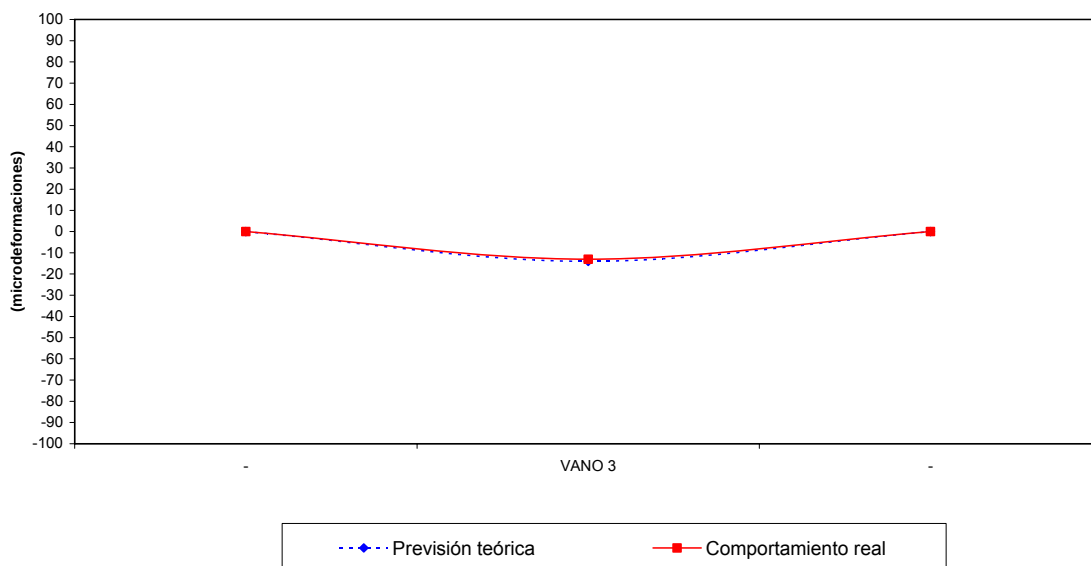


Deformaciones

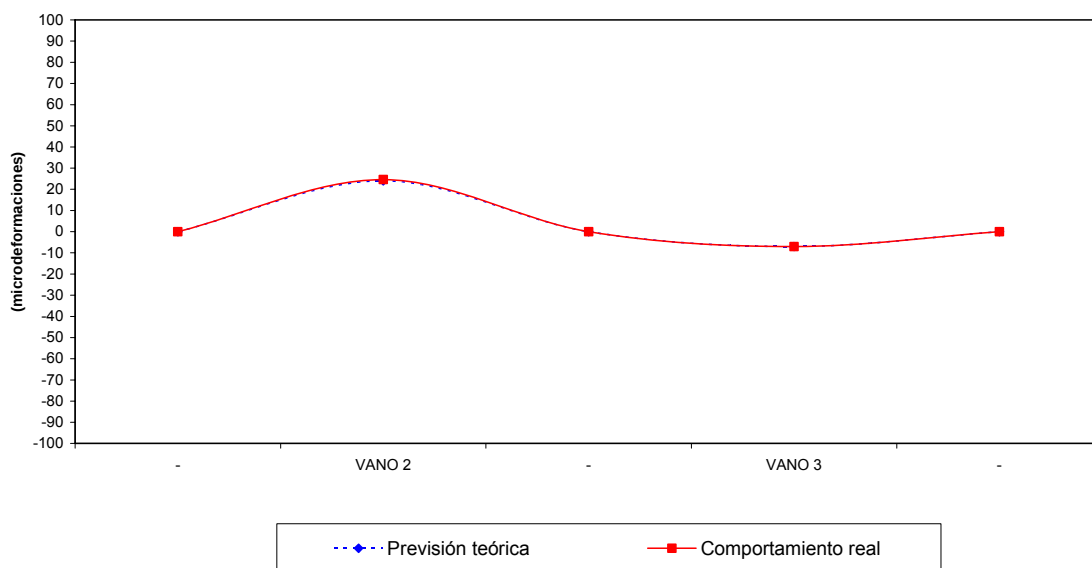
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de deformación
 EST 00 (CARGA EN VANOS 1 y 3)



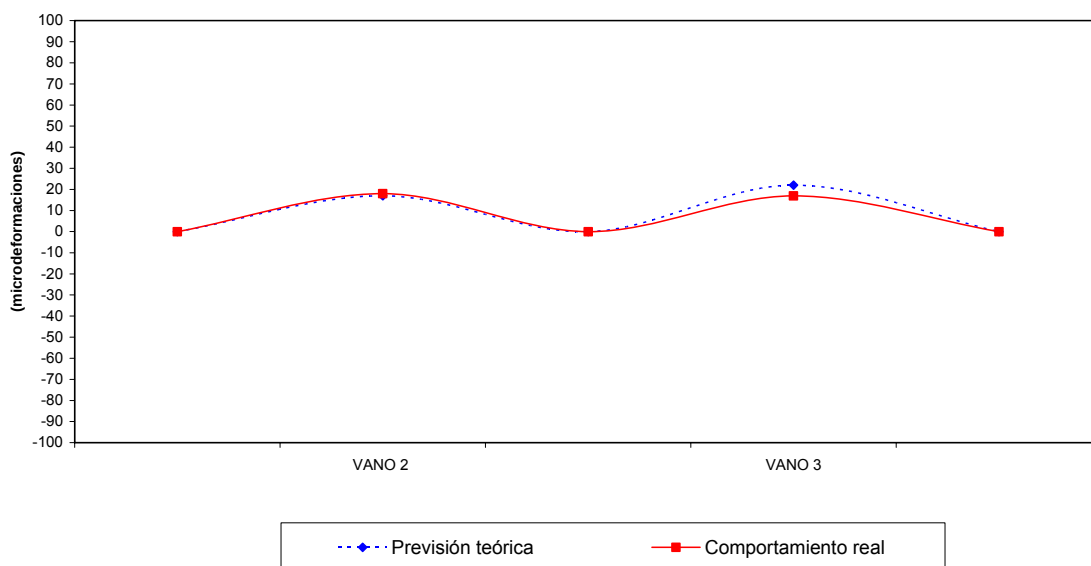
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de deformación
 EST 01 (CARGA EN VANOS 2 y 4)



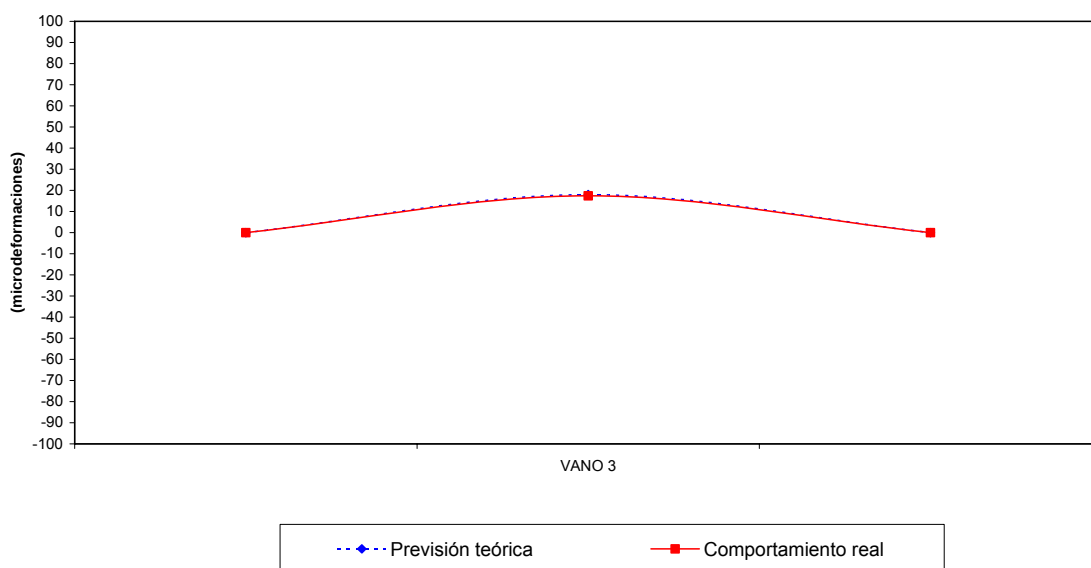
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de deformación
 EST 02 (CARGA EN VANOS 1 y 2)



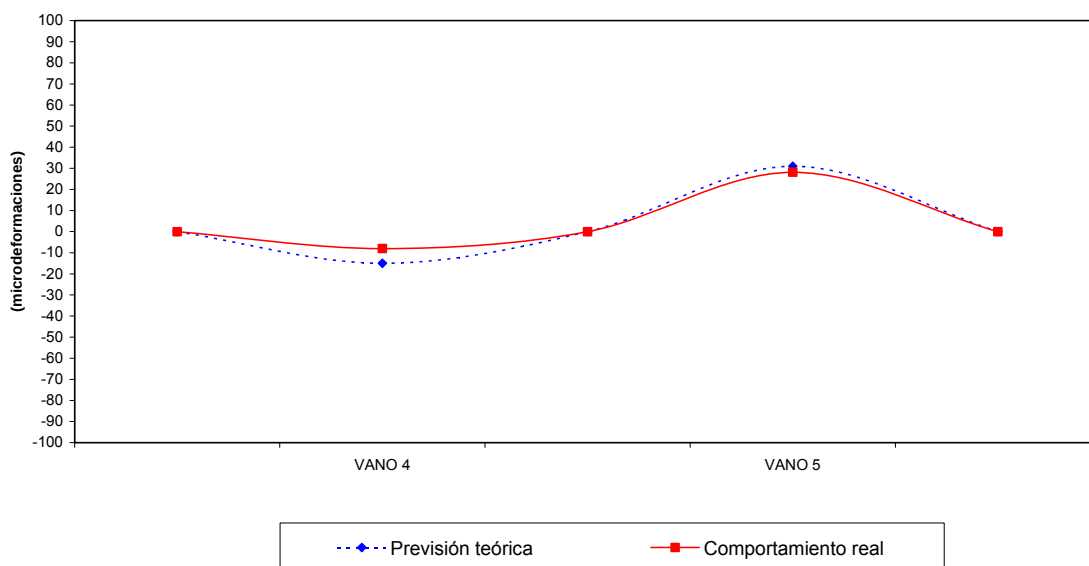
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de deformación
 EST 03 (CARGA EN VANOS 2 y 3)



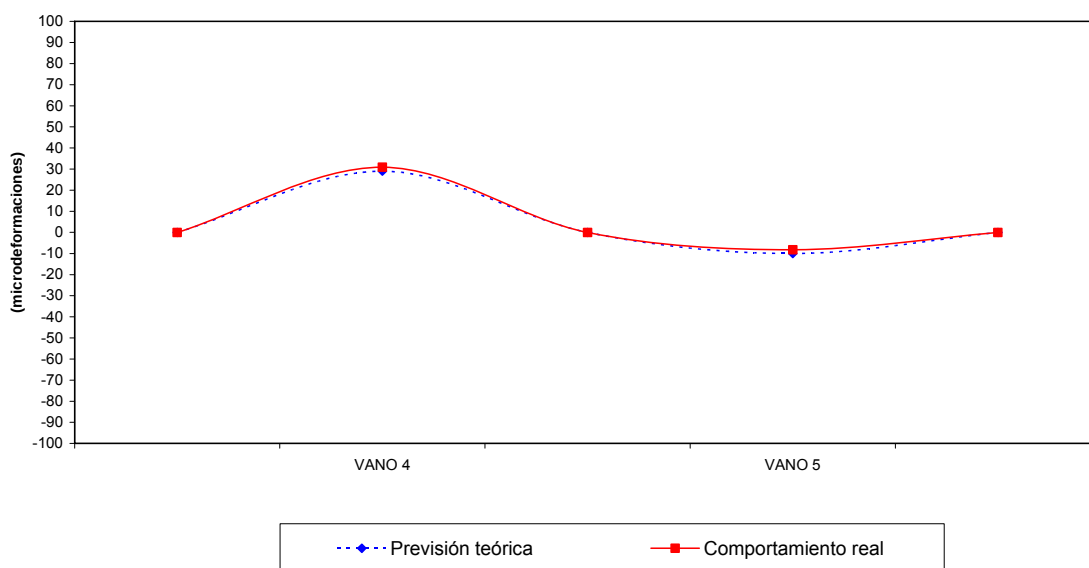
ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de deformación
 EST 04 (CARGA EN VANOS 3 y 4)



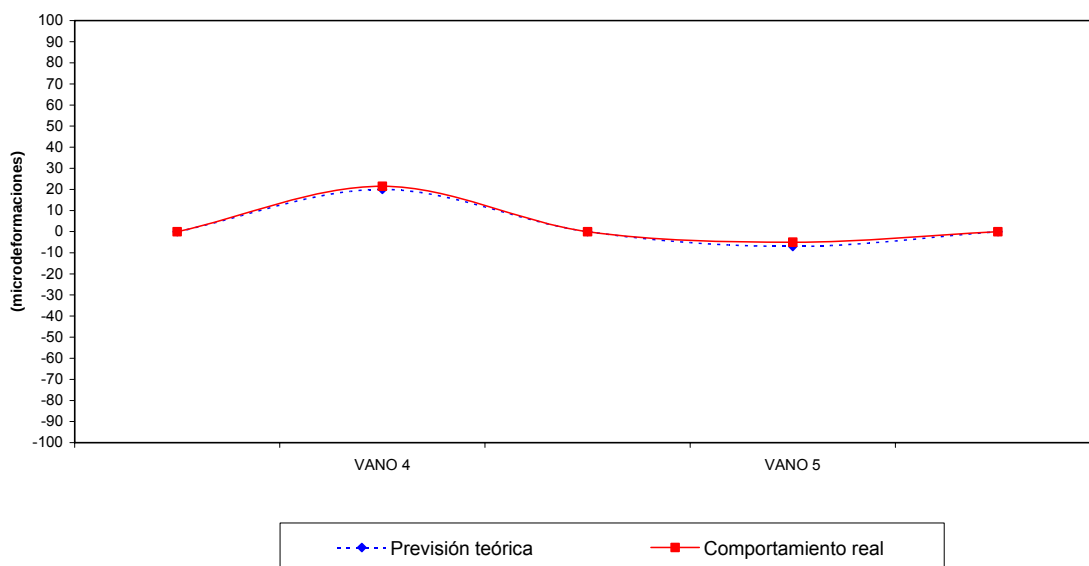
ESTRUCTURA 65VI02
Reparto longitudinal para los valores de deformación
EST 05 (CARGA EN VANOS 3 y 5)



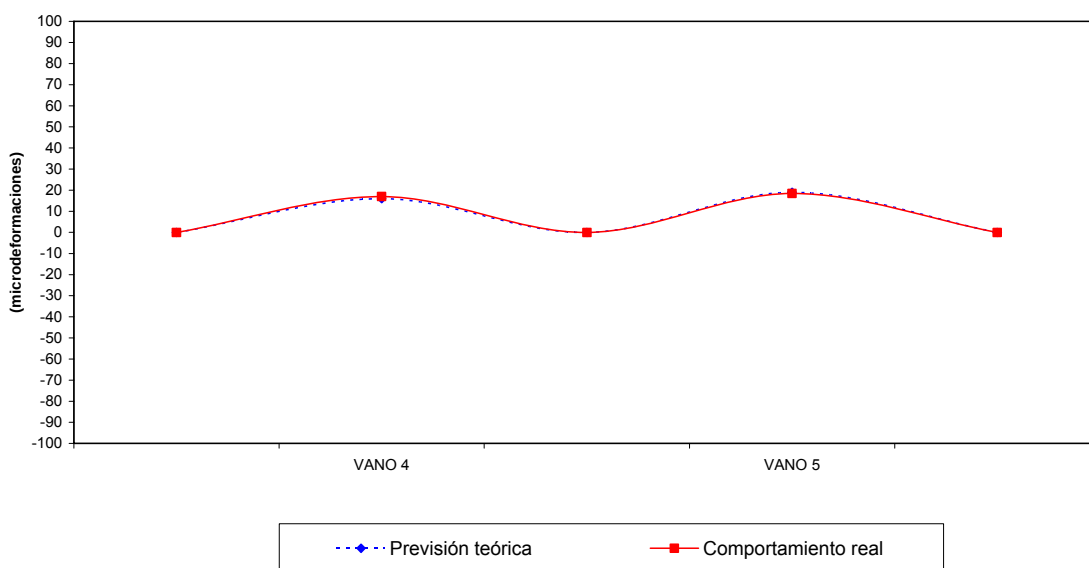
ESTRUCTURA 65VI02
Reparto longitudinal para los valores de deformación
EST 06 (CARGA EN VANOS 3 y 5)



ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de deformación
 EST 07 (CARGA EN VANOS 3 y 5)



ESTRUCTURA 65VI02
 Reparto longitudinal para los valores de deformación
 EST 08 (CARGA EN VANOS 4 y 5)



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 10 % 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 3	96,4 - 98,8	97,2	92,1 - 98,7	95,4
ESTÁTICA 01	2 y 4	99,3 - 99,3	99,3	99,2 - 99,2	99,2
ESTÁTICA 02	1 y 2	92,6 - 100,0	96,4	98,5 - 98,5	98,5
ESTÁTICA 03	2 y 3	96,4 - 100,0	98,8	91,4 - 106,1	98,8
ESTÁTICA 04	1 y 2	94,3 - 94,3	94,3	93,8 - 94,2	94,0
ESTÁTICA 05	2 y 3	98,8 - 98,8	98,8	91,4 - 99,5	95,5
ESTÁTICA 06	2 y 4	97,6 - 99,0	98,3	90,7 - 100,0	95,4
ESTÁTICA 07	3 y 4	92,0 - 98,6	95,3	98,7 - 100,0	99,35
ESTÁTICA 08	4 y 5	94,5 - 100,0	98,0	-	-
		Media	97,4	Media	97,0

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN DEFORMACIONES UNITARIAS

Prueba	Vanos cargados	Vanos cargados		Vanos adyacentes	
		%Obtenidos	%Medio	%Obtenidos	%Medio
ESTÁTICA 00	1 y 3	96,7 - 96,7	96,7	99,7 - 100,0	99,9
ESTÁTICA 01	2 y 4	96,1 - 96,5	96,3	97,4 - 97,4	97,4
ESTÁTICA 02	1 y 2	97,6 - 99,2	98,4	100,0 - 100,0	100
ESTÁTICA 03	2 y 3	94,4 - 95,2	94,7	-	-
ESTÁTICA 04	3 y 4	97,4 - 97,4	97,4	100,0 - 100,0	97,4
ESTÁTICA 05	3 y 5	99,7 - 99,7	99,7	94,3 - 95,0	94,7
ESTÁTICA 06	2 y 4	96,3 - 99,4	97,9	99,0 - 100,0	99,5
ESTÁTICA 07	3 y 5	100,0 - 100,0	100,0	100,0 - 100,0	100
ESTÁTICA 08	4 y 5	94,6 - 100,0	96,1	-	-
		Media	97,5	Media	98,4

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	34,50	-2,62	1/13.168
2	46,00	-4,64	1/9.914
4	46,00	-4,13	1/11.138
5	43,42	-4,46	1/9.735

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	-	-
2	1,00 - 1,00	1,00	1,00 - 1,00	1,00
3	1,02 - 1,02	1,02	1,05 - 1,05	1,05
4	1,02 - 1,07	1,05	1,04 - 1,10	1,07
5	1,01 - 1,02	1,02	1,00 - 1,08	1,04
		1,02		1,04

Coeficientes de impacto a velocidad máxima

Vano	Flechas		Deformaciones	
	Coef. Impacto	Coef. Medio	Coef. Impacto	Coef. Medio
1	1,00 - 1,01	1,01	-	-
2	1,01 - 1,02	1,02	1,00 - 1,03	1,02
3	1,04 - 1,04	1,04	1,05 - 1,05	1,05
4	1,02 - 1,06	1,04	1,00 - 1,00	1
5	1,01 - 1,05	1,03	1,07 - 1,08	1,08
		1,03		1,04

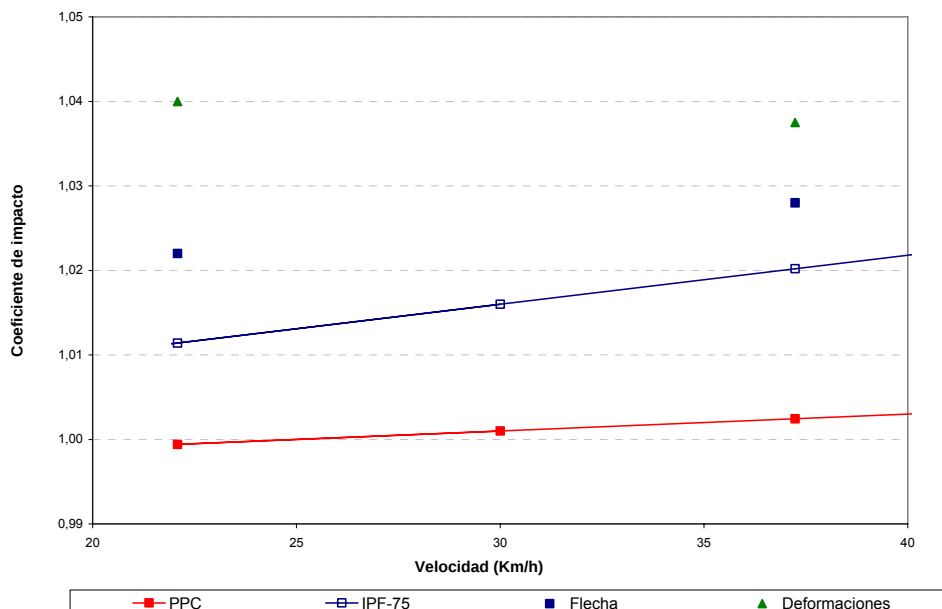
El factor de amplificación dinámica experimenta variación (sobrevaloración o infravaloración) en función de la distancia a los bordes del tablero y la rigidez transversal. Dependiendo de la tipología de la estructura y características de la carga de excitación dinámica aplicada, los efectos señalados 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:

Prueba	Velocidad (Km/h)	IPF-75 (*)	PPC (*)	Flechas		Def. unitarias	
				Coef. Impacto	Media	Coef. Impacto	Media
Velocidad media	22,1	1,011	0,999	1,000 - 1,070	1,022	1,000 - 1,070	1,040
Velocidad máxima	37,2	1,020	1,002	1,010 - 1,040	1,028	1,000 - 1,080	1,038

(*) 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.

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, para los vanos en los que se haya realizado la prueba dinámica.



Los valores obtenidos para los coeficientes de impacto se consideran correctos y habituales en éste tipo de estructuras.

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	3,80	3,73	0,18	2,80
2	3,90	3,73	0,08	1,30
3	3,80	3,73	0,07	1,10
4	3,90	3,73	0,09	1,50
5	3,80	3,73	0,1	1,60
Media	3,84	3,73	0,10	1,66

Los valores medidos son similares a la frecuencia de vibración longitudinal estimada teóricamente, lo cual confirma las medidas registradas tanto en flechas como en deformaciones unitarias, indicando una rigidez longitudinal real análoga 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 (1,66%) 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 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, 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 similares 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 10 %, 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 similares al valor previsto en el modelo teórico, lo cual confirma las medidas registradas tanto en flechas como en deformaciones unitarias, que indican una rigidez real análoga a la teórica.

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la Prueba de Carga realizada sobre la **Estructura 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, 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 **CIEN (100)** páginas numeradas y **NUEVE (9)** Anejos sin paginar.

Madrid, Julio del 2008

Por la Oficina Técnica de IIC, S.A.



Fdo.: Andrés Vicente Zapata
Ingeniero de Obras Públicas



Fdo.: Manuel Ciordia Pérez
Ingeniero de Obras Públicas

Vº Bº Coordinador Técnico de Proyectos



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 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)** de la Línea de alta velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, 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.**



PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

**TRAMO II: SANT BOI DE LLOBREGAT HOSPITALET DE LLOBREGAT
Viaducto sobre Rio Llobregat (Linea RENFE)
65VI02**

P.K. Obra:202 + 182 Línea: 614 + 424

Noviembre de 2007

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 **Estructura 65VI02 (Viaducto del Río Llobregat Línea RENFE)** de la “Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza - Barcelona – Frontera Francesa. Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat.

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, formada por las empresas TECNOLOGÍA E INVESTIGACIÓN FERROVIARIA, S.A. (TIFSA), OFICINA TÉCNICA DE ESTUDIOS Y CONTROL DE OBRAS, S.A. (OFITECO) e INGENIERÍA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL, S.A. (IIC).

2. DATOS DE LA ESTRUCTURA

2. DATOS DE LA ESTRUCTURA

A continuación se describen las principales características de la **Estructura 65VI02 (Viaducto del Río Llobregat Línea RENFE)** de la “Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza - Barcelona – Frontera Francesa. Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, de acuerdo con la documentación facilitada a IIC y con la Inspección Previa realizada.

La estructura es una solución hiperestática de cinco vanos, con la siguiente distribución de luces: 34,50 + 46,00 + 46,00 + 43,70 + 41,40 m. La longitud total de la estructura es de 211,60 m. La planta de la estructura es curva. El ancho total de la losa de compresión es de 13,50 m, y está preparada para el paso de una línea de cercanías de ancho convencional, de 3,80 m de distancia entre ejes de vía.

El tablero se define por un cajón de hormigón pretensado (HP-50/F/20/IIIa) de canto constante igual a 3,85 m en el eje longitudinal.

Estructura	Tipo de Estructura	Nº de vanos	Luz (m)	Longitud (m)	Tipo de apoyo
Viaducto sobre el río Llobregat (ancho convencional)	Viaducto	5	34,50 + 46,00 + 46,00 + 43,70 + 41,40	211,60	POT

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, **DOS (2) locomotoras** (dos bogies de tres ejes; peso total 1120 kN) y **OCHO (8) tolvas** (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 lateral (34,5 m)	29.665	14.808	49,9%
CDV central (46,0 m)	36.288	19.360	53,4%
Apoyo pila lateral	-42.463	-22.930	54,0%
Apoyo pila central	-49.837	-26.173	52,5%

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 lateral (34,5 m)	31.292	29.665	60.957	14.808	46.100	75,6%
CDV central (46,0 m)	36.549	36.288	72.837	19.360	55.909	76,8%
Apoyo pila lateral	-68.206	-42.463	-110.668	-22.930	-91.135	82,4%
Apoyo pila central	-77.219	-49.837	-127.056	-26.173	-103.392	81,4%

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 primera composición (locomotora + tolvas) 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.
- IV. Situación de la segunda composición (locomotora + tolvas), repitiendo para el mismo las fases II y III.
- V. Estabilización de las medidas. Cuando se encuentren posicionados los trenes previstos, se realizarán medidas continuas hasta comprobar que se alcanza la estabilización de las lecturas. El tiempo de mantenimiento de las cargas no será inferior a 10 minutos.
- VI. Descarga de la estructura, haciendo circular los trenes hasta salir completamente del vano a probar.
- VII. 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 V.

En la **Estructura 65VI02 (Viaducto del Río Llobregat Línea RENFE)** de la “Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza - Barcelona – Frontera Francesa. Tramo II: Sant Boi de Llobregat – Hospitalet de Llobregat, se realizarán **SIETE (7)** 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 38.710 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

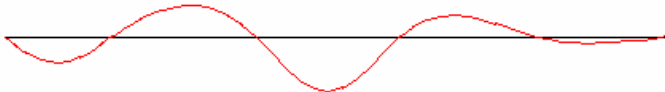
EHE-98 “Instrucción de Hormigón Estructural”. En el modelo se han considerado secciones resistentes no fisuradas.

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.

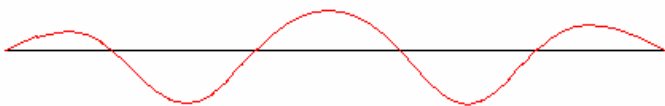
- **Flechas y deformaciones unitarias**

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):

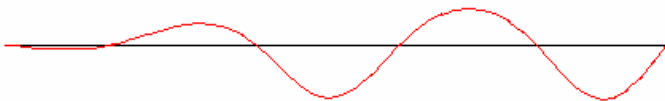
Hipótesis 7: Momento positivo en vanos 1 y 3			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-2,10	23
2	L/2	2,47	-12
3	L/2	-4,36	30

Hipótesis de Cálculo 7: Momento positivo en vanos 1 y 3	
Composiciones en vías 1 y 2	

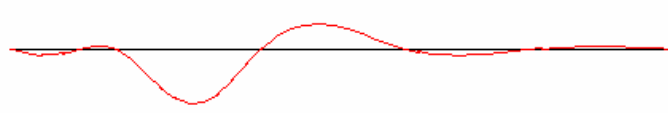
Hipótesis 8: Momento positivo en vanos 2 y 4			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
2	L/2	-3,80	26
3	L/2	2,77	-14
4	L/2	-3,84	29

Hipótesis de Cálculo 8: Momento positivo en vanos 2 y 4	
Composiciones en vías 1 y 2	

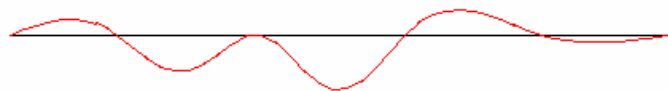
Hipótesis 9: Momento positivo en vanos 3 y 5			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
3	L/2	-3,86	26
4	L/2	2,64	-15
5	L/2	-3,97	31

Hipótesis de Cálculo 9: Momento positivo en vanos 3 y 5	
Composiciones en vías 1 y 2	

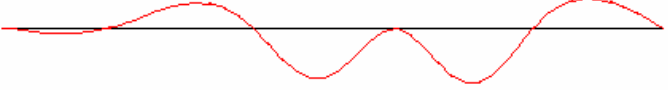
Hipótesis 10: Momento negativo en pila 1			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
1	L/2	-0,29	7
2	L/2	-3,19	24

Hipótesis de Cálculo 10: Momento negativo en pila 1	
Composiciones en vías 1 y 2	

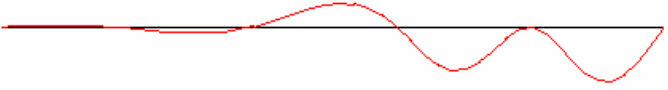
Hipótesis 11: Momento negativo en pila 2			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
2	L/2	-1,82	17
3	L/2	-2,79	22

Hipótesis de Cálculo 11: Momento negativo en pila 2	
Composiciones en vías 1 y 2	

Hipótesis 12: Momento negativo en pila 3			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
3	L/2	-2,02	18
4	L/2	-2,21	20

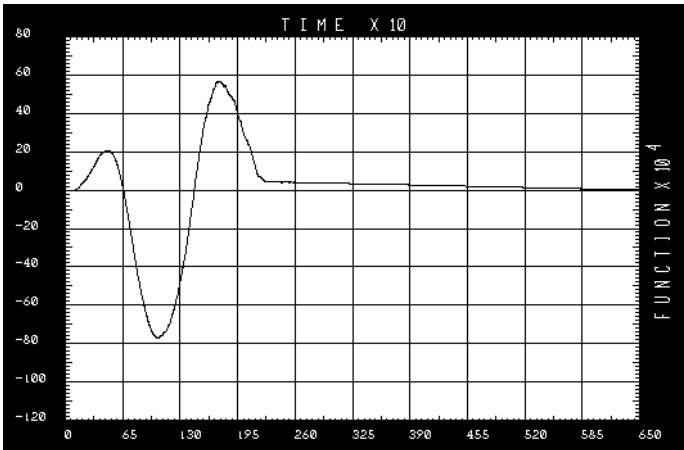
Hipótesis de Cálculo 12: Momento negativo en pila 3	
Composiciones en vías 1 y 2	

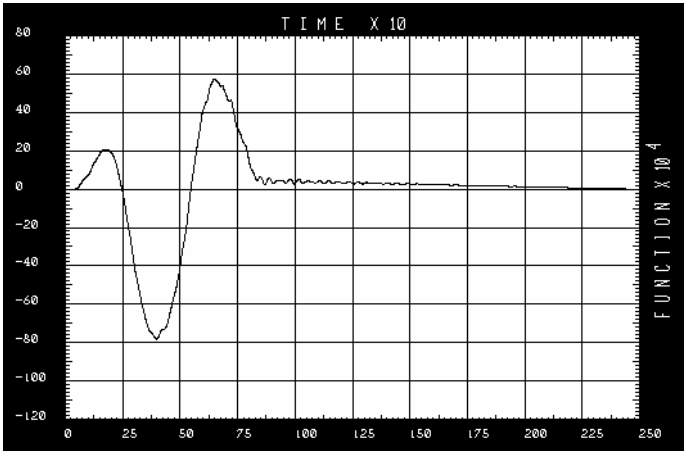
Hipótesis 13: Momento negativo en pila 4			
Vano	Posición	Flecha (mm)	Deformación unitaria ($\mu\epsilon$)
4	L/2	-1,61	16
5	L/2	-2,03	19

Hipótesis de Cálculo 13: Momento negativo en pila 4	
Composiciones en vías 1 y 2	

- Coeficientes de impacto**

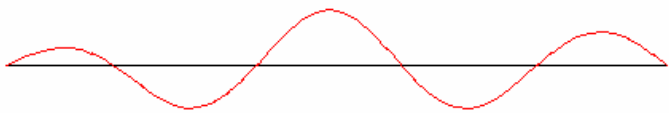
A continuación se incluyen los valores de los coeficientes de impacto de la estructura, calculados a partir de las flechas del punto D21 para el paso de la circulación a velocidad media (30 km/h) y a velocidad máxima (80 km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %. A su vez, el valor 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.

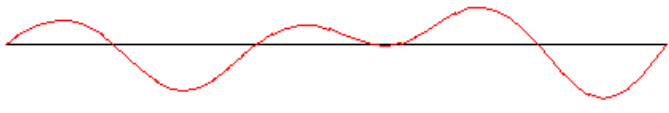
Punto D21	
Velocidad de paso 30 km/h	
Coeficiente de impacto calculado dinámicamente 1,001	
Coeficiente de impacto según IAPF - 75 1,016	

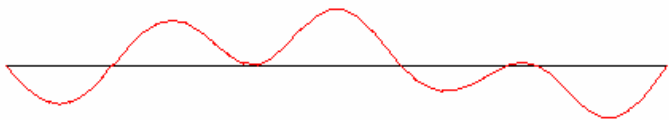
Punto D21	
Velocidad de paso 80 km/h	
Coeficiente de impacto calculado dinámicamente 1,011	
Coeficiente de impacto según IAPF - 75 1,045	

- 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 3,73 Hz	
Periodo 0,268 sg	

Segundo Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 4,56 Hz	
Periodo 0,219 sg	

Tercer Modo	
Tipo Longitudinal	
Frecuencia 5,76 Hz	
Periodo 0,174 sg	

El presente documento consta de **VEINTICUATRO (24)** páginas numeradas y de **TRES (3)** Anejos sin paginar.

Madrid, Noviembre de 2007

Por la Oficina Técnica de IIC, S.A.



Fdo.: Juan Manuel García
Ingeniero de Caminos

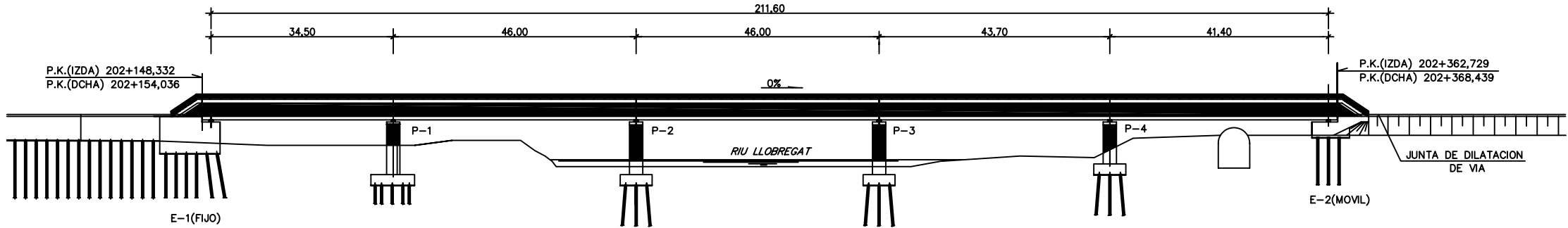
ANEJOS

ANEJO A: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA UTILIZADA

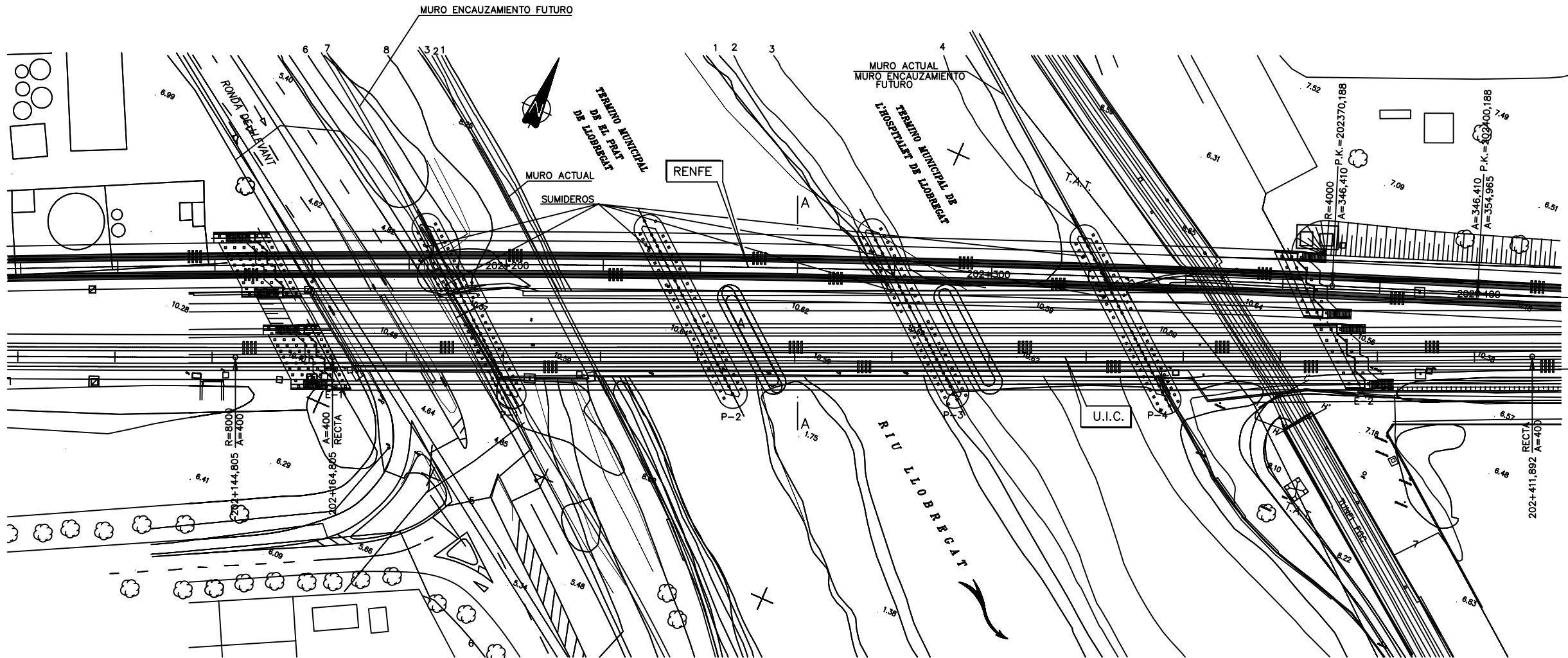
FECHA ANULACION	SUSTITUIDO POR EL PLANO Nº	SUSTITUYE AL PLANO Nº	J.O. Técnica	J. Calidad y M.A.	J. Obra	Asistencia Técnica	Director de Obra	FECHA APROBACIÓN	CONCEPTO MODIFICADO	REVISION Nº
		2.9.2.1 1-3 M2						12/09/06	MODIFICACION CIMENTACIONES PILA-1	03

ASIGNADA A

COPIA CONTROLADA Nº



ALZADO FRONTAL
ESCALA 1:1000



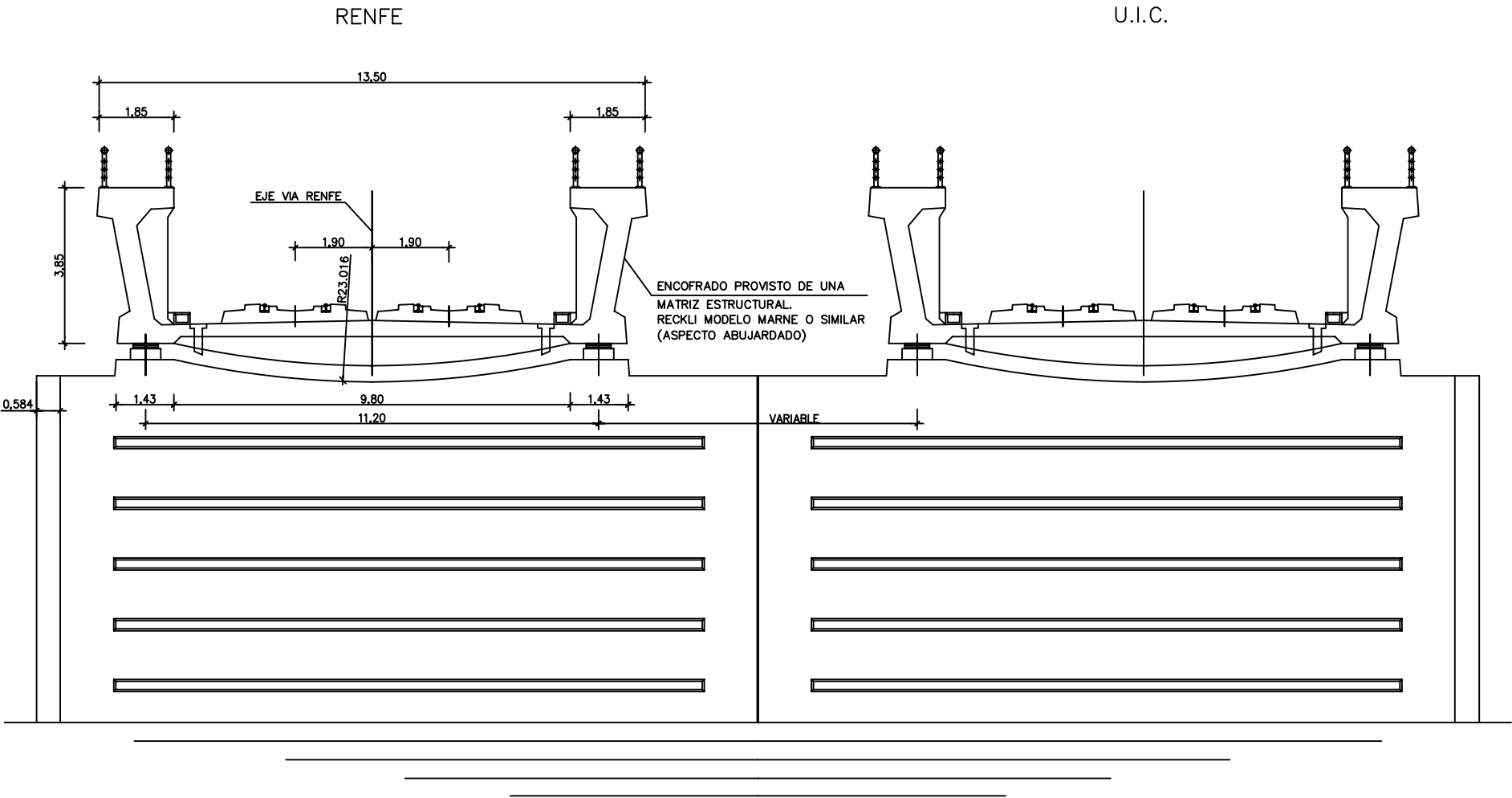
PLANTA
ESCALA 1:1000

5	MODIFICACION CIMENTACION PILA-1	11/09/06
4	MODIFICACION CIMENTACION PILA-1	19/06/06
3	MODIFICACION PILOTES PILA-2	08/05/06
1	MODIFICACION P.K DE ESTRIBO-1 Y COTAS PILAS-1 Y 4	01/12/05

FECHA ANULACION	SUSTITUIDO POR EL PLANO Nº	SUSTITUYE AL PLANO Nº	J.O. Técnica	J. Calidad y M.A.	J. Obra	Asistencia Técnica	Director de Obra	FECHA APROBACIÓN	CONCEPTO MODIFICADO	REVISION Nº
		NINGUNO						07/06/06	MODIFICACION SECCIONES PARA DESENCOFRADO	00

ASIGNADA A

COPIA CONTROLADA Nº



SECCION A-A
ESCALA 1:150

NOTA:
SE PINTARAN LAS PARTES EXTERIOR DE TABLERO, PILAS, FRENTE Y LATERAL DE ESTRIBOS CON PINTURA ANTICARBONATACION (RAL 9002 Y 7042) VER PLANOS 2.9.2.3 (HOJA 1 DE 2), 2.9.2.4 (HOJA 1 Y 5 DE 6) Y 2.9.2.5 (HOJA 6 DE 6)

2	MODIFICACION SECCIONES PARA DESENCOFRADO	10/05/06
1	MODIFICACION ALZADO DE PILA	17/04/06

COPIA CONTROLADA N°	ASIGNADA A



4	MODIFICACION SECCIONES PARA DESENCOFRADO	10/05/06
3	MODIFICACION NOTA DE MATERIALES	25/04/06
1	MODIFICACION DE COSTILLAS	01/12/05

ANEJO B: EVALUACIÓN DE FLECHAS

**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	3.450	.000	.000
103	6.900	.000	.000
104	10.350	.000	.000
105	13.800	.000	.000
106	17.250	.000	.000
107	20.700	.000	.000
108	24.150	.000	.000
109	27.600	.000	.000
110	31.050	.000	.000
111	34.500	.000	.000
112	39.100	.000	.000
113	43.700	.000	.000
114	48.300	.000	.000
115	52.900	.000	.000
116	57.500	.000	.000
117	62.100	.000	.000
118	66.700	.000	.000
119	71.300	.000	.000
120	75.900	.000	.000
121	80.500	.000	.000
122	85.100	.000	.000
123	89.700	.000	.000
124	94.300	.000	.000
125	98.900	.000	.000
126	103.500	.000	.000
127	108.100	.000	.000
128	112.700	.000	.000
129	117.300	.000	.000
130	121.900	.000	.000
131	126.500	.000	.000
132	130.870	.000	.000
133	135.240	.000	.000
134	139.610	.000	.000
135	143.980	.000	.000
136	148.350	.000	.000
137	152.720	.000	.000
138	157.090	.000	.000
139	161.460	.000	.000
140	165.830	.000	.000
141	170.200	.000	.000
142	174.340	.000	.000
143	178.480	.000	.000
144	182.620	.000	.000
145	186.760	.000	.000
146	190.900	.000	.000
147	195.040	.000	.000
148	199.180	.000	.000
149	203.320	.000	.000
150	207.460	.000	.000
151	211.600	.000	.000

RESTRAINT DATA

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
101	1	1	1	1	0	1
102	0	1	0	1	0	1
103	0	1	0	1	0	1
104	0	1	0	1	0	1
105	0	1	0	1	0	1
106	0	1	0	1	0	1
107	0	1	0	1	0	1
108	0	1	0	1	0	1
109	0	1	0	1	0	1
110	0	1	0	1	0	1
111	1	1	1	1	0	1
112	0	1	0	1	0	1
113	0	1	0	1	0	1
114	0	1	0	1	0	1
115	0	1	0	1	0	1
116	0	1	0	1	0	1
117	0	1	0	1	0	1
118	0	1	0	1	0	1
119	0	1	0	1	0	1
120	0	1	0	1	0	1
121	1	1	1	1	0	1
122	0	1	0	1	0	1
123	0	1	0	1	0	1
124	0	1	0	1	0	1
125	0	1	0	1	0	1
126	0	1	0	1	0	1
127	0	1	0	1	0	1
128	0	1	0	1	0	1
129	0	1	0	1	0	1
130	0	1	0	1	0	1
131	1	1	1	1	0	1
132	0	1	0	1	0	1
133	0	1	0	1	0	1
134	0	1	0	1	0	1
135	0	1	0	1	0	1
136	0	1	0	1	0	1
137	0	1	0	1	0	1
138	0	1	0	1	0	1
139	0	1	0	1	0	1
140	0	1	0	1	0	1
141	1	1	1	1	0	1
142	0	1	0	1	0	1
143	0	1	0	1	0	1
144	0	1	0	1	0	1
145	0	1	0	1	0	1
146	0	1	0	1	0	1
147	0	1	0	1	0	1
148	0	1	0	1	0	1
149	0	1	0	1	0	1
150	0	1	0	1	0	1
151	1	1	1	1	0	1

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

NUMBER OF MEMBER SECTION PROPERTIES 2
NUMBER OF SPAN LOADING PATTERNS 8

LOAD COND	GRAVITATIONAL MULTIPLIERS			TEMPERATURE MULTIPLIERS	PRESTRESS MULTIPLIERS
	X	Y	Z		
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
6	.000	.000	.000	.000	.000
7	.000	.000	.000	.000	.000
8	.000	.000	.000	.000	.000
9	.000	.000	.000	.000	.000
10	.000	.000	.000	.000	.000
11	.000	.000	.000	.000	.000
12	.000	.000	.000	.000	.000
13	.000	.000	.000	.000	.000

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

PROP ID	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS	
			I33	I22	A2	A3
1	.119E+02	.25670E+02	.27204E+03	.21729E+02	.000E+00	.000E+00
2	.149E+02	.25670E+02	.36070E+03	.24953E+02	.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	.4070E+03	.4149E+02	.0000E+00
2	.3871E+08	.1489E+08	.4813E+03	.4907E+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	-20.0000
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-10.0000
3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-100.0000
4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-120.0000
5	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-116.0000
6	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-125.0000
7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-105.0000
8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-121.0000

FRAME ELEMENT DATA

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2	PROPERTY-ID END-I END-J	VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
101	101	102	1 0	2 2	0	000000	.00	3.45
102	102	103	1 0	1 1	0	000000	.00	3.45
103	103	104	1 0	1 1	0	000000	.00	3.45
104	104	105	1 0	1 1	0	000000	.00	3.45
105	105	106	1 0	1 1	0	000000	.00	3.45
106	106	107	1 0	1 1	0	000000	.00	3.45
107	107	108	1 0	1 1	0	000000	.00	3.45
108	108	109	1 0	1 1	0	000000	.00	3.45
109	109	110	1 0	1 1	0	000000	.00	3.45
110	110	111	1 0	2 2	0	000000	.00	3.45
111	111	112	1 0	2 2	0	000000	.00	4.60
112	112	113	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
113	113	114	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
114	114	115	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
115	115	116	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
116	116	117	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
117	117	118	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
118	118	119	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
119	119	120	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
120	120	121	1 0	2 2	0	000000	.00	4.60
121	121	122	1 0	2 2	0	000000	.00	4.60
122	122	123	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
123	123	124	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
124	124	125	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
125	125	126	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
126	126	127	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
127	127	128	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
128	128	129	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
129	129	130	1 0	1 1	0	000000	.00	4.60
130	130	131	1 0	2 2	0	000000	.00	4.60
131	131	132	1 0	2 2	0	000000	.00	4.37
132	132	133	1 0	1 1	0	000000	.00	4.37
133	133	134	1 0	1 1	0	000000	.00	4.37
134	134	135	1 0	1 1	0	000000	.00	4.37
135	135	136	1 0	1 1	0	000000	.00	4.37
136	136	137	1 0	1 1	0	000000	.00	4.37
137	137	138	1 0	1 1	0	000000	.00	4.37
138	138	139	1 0	1 1	0	000000	.00	4.37
139	139	140	1 0	1 1	0	000000	.00	4.37
140	140	141	1 0	2 2	0	000000	.00	4.37
141	141	142	1 0	2 2	0	000000	.00	4.14
142	142	143	1 0	1 1	0	000000	.00	4.14
143	143	144	1 0	1 1	0	000000	.00	4.14
144	144	145	1 0	1 1	0	000000	.00	4.14
145	145	146	1 0	1 1	0	000000	.00	4.14
146	146	147	1 0	1 1	0	000000	.00	4.14
147	147	148	1 0	1 1	0	000000	.00	4.14
148	148	149	1 0	1 1	0	000000	.00	4.14
149	149	150	1 0	1 1	0	000000	.00	4.14
150	150	151	1 0	2 2	0	000000	.00	4.14

BEAM SPAN LOADING PATTERNS

ELT ID	LOAD 1	LOAD 2	LOAD 3	LOAD 4	LOAD 5	LOAD 6	LOAD 7	LOAD 8	LOAD 9	LOAD 10
101	0	1	4	0	4	0	0	0	0	0
102	0	1	4	0	4	0	5	0	0	0
103	0	1	4	0	4	0	5	0	0	5
104	0	1	4	0	4	0	5	0	0	5
105	0	1	4	0	4	0	5	0	0	5
106	0	1	4	0	4	0	5	0	0	5
107	0	1	4	0	4	0	5	0	0	5
108	0	1	4	0	4	0	5	0	0	5
109	0	1	4	0	4	0	5	0	0	5
110	0	1	3	0	3	0	0	0	0	5
111	0	1	2	0	3	4	0	7	0	6
112	0	1	2	0	3	4	0	7	0	6
113	0	1	2	0	3	4	0	7	0	6
114	0	1	2	0	3	4	0	7	0	6
115	0	1	2	0	3	4	0	7	0	6
116	0	1	2	0	3	4	0	7	0	6
117	0	1	2	0	3	4	0	7	0	6
118	0	1	2	0	3	3	0	7	0	6
119	0	1	2	0	3	3	0	7	0	6
120	0	1	2	0	3	3	0	7	0	6
121	0	1	3	4	2	3	6	0	7	0
122	0	1	3	4	2	3	6	0	7	0
123	0	1	3	4	2	3	6	0	7	0
124	0	1	3	4	2	3	6	0	7	0
125	0	1	3	4	2	3	6	0	7	0
126	0	1	3	4	2	3	6	0	7	0
127	0	1	3	4	2	3	6	0	7	0
128	0	1	3	3	2	3	6	0	7	0
129	0	1	3	3	2	3	6	0	7	0
130	0	1	3	3	2	3	6	0	7	0
131	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
132	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
133	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
134	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
135	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
136	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
137	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
138	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
139	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
140	0	1	2	2	3	2	0	6	0	0
141	0	1	3	3	2	3	0	0	0	0
142	0	1	3	3	2	3	0	0	8	0
143	0	1	3	3	2	3	0	0	8	0
144	0	1	3	3	2	3	0	0	8	0
145	0	1	3	3	2	3	0	0	8	0
146	0	1	3	3	2	3	0	0	8	0
147	0	1	3	3	2	3	0	0	8	0
148	0	1	3	3	2	3	0	0	8	0
149	0	1	3	3	2	3	0	0	8	0
150	0	1	3	3	2	3	0	0	0	0

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 11	LOAD 12	LOAD 13
101	0	0	0
102	0	0	0
103	0	0	0
104	0	0	0
105	0	0	0
106	0	0	0
107	0	0	0
108	0	0	0
109	0	0	0
110	0	0	0
111	7	0	0
112	7	0	0
113	7	0	0
114	7	0	0
115	7	0	0
116	7	0	0
117	7	0	0
118	7	0	0
119	7	0	0
120	7	0	0
121	6	7	0
122	6	7	0
123	6	7	0
124	6	7	0
125	6	7	0
126	6	7	0
127	6	7	0
128	6	7	0
129	6	7	0
130	6	7	0
131	0	6	7
132	0	6	7
133	0	6	7
134	0	6	7
135	0	6	7
136	0	6	7
137	0	6	7
138	0	6	7
139	0	6	7
140	0	6	7
141	0	0	8
142	0	0	8
143	0	0	8
144	0	0	8
145	0	0	8
146	0	0	8
147	0	0	8
148	0	0	8
149	0	0	0
150	0	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	68896.9600	7023.4272
2	20368.6160	2076.6424
TOTAL	89265.5760	9100.0696

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

TYPE		FIRST ID	LAST ID	ID INC	CODE
1	(JOINT DISPL)	106	146	10	1
1	(JOINT DISPL)	102	142	10	1
1	(JOINT DISPL)	110	150	10	1
5	(FRAME ELEMT)	105	145	5	1

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	T2LLOBRE.SAP
SOLUTION ERRORS AND WARNINGS	T2LLOBRE.ERR
EQUATION NUMBERING	T2LLOBRE.EQN
FREQUENCIES	T2LLOBRE.EIG
DISPLACEMENTS AND REACTIONS	T2LLOBRE.SOL
FRAME ELEMENT FORCES	T2LLOBRE.F3F

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL FORCE	1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT		SHEAR	MOMENT	
105	1	.00			.00			
		.00	.00	.00	-572.83	31291.73		
		3.45	.00	.00	-1976.98	26893.32		
		3.45			.00			
	2	.00			.00			
		.00	.00	.00	-27.18	1529.36		
		3.45	.00	.00	-96.18	1316.58		
		3.45			.00			
	3	.00			.00			
		.00	.00	.00	230.75	14610.73		
		1.92	.00	.00	.00	14832.58		
		3.45	.00	.00	-183.25	14692.66		
	4	.00			.00			
		.00	.00	.00	119.49	1648.99		
		3.45	.00	.00	119.49	2061.24		
		3.45			.00			
	5	.00			.00			
		.00	.00	.00	-204.85	8599.46		
		3.45	.00	.00	-618.85	7178.58		
		3.45			.00			
	6	.00			.00			
		.00	.00	.00	-313.06	-4320.17		
		3.45	.00	.00	-313.06	-5400.21		
		3.45			.00			
	7	.00			.00			
		.00	.00	.00	295.41	14431.88		
		2.55	.00	.00	.00	14808.04		
		3.45	.00	.00	-104.79	14760.71		
	8	.00			.00			
		.00	.00	.00	-402.71	-5557.45		
		3.45	.00	.00	-402.71	-6946.82		
		3.45			.00			
	9	.00			.00			
		.00	.00	.00	111.03	1532.18		
		3.45	.00	.00	111.03	1915.22		
		3.45			.00			
	10	.00			.00			
		.00	.00	.00	-184.39	5739.56		

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
		3.45	.00	.00		-584.59	4413.08	
		3.45			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-250.29	-3453.95	
		3.45	.00	.00		-250.29	-4317.43	
		3.45			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00		72.23	996.74	
		3.45	.00	.00		72.23	1245.92	
		3.45			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00		-17.22	-237.63	
		3.45	.00	.00		-17.22	-297.04	
		3.45			.00			
110								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		-7593.58	-39143.47	
		3.45	.00	.00		-9254.06	-68205.65	
		3.45			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		-372.18	-1915.06	
		3.45	.00	.00		-441.18	-3318.09	
		3.45			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1839.25	737.39	
		3.45	.00	.00		-2184.25	-6203.15	
		3.45			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		119.49	3710.24	
		3.45	.00	.00		119.49	4122.49	
		3.45			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-2274.85	-12787.96	
		3.45	.00	.00		-2619.85	-21231.32	
		3.45			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		-313.06	-9720.38	
		3.45	.00	.00		-313.06	-10800.42	
		3.45			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1705.59	2269.13	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		3.45	.00	.00		-1705.59	-3615.15	
		3.45			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		-402.71	-12504.27	
		3.45	.00	.00		-402.71	-13893.63	
		3.45			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		111.03	3447.40	
		3.45	.00	.00		111.03	3830.44	
		3.45			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		-2185.39	-14699.78	
		3.45	.00	.00		-2585.59	-22929.72	
		3.45			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-250.29	-7771.38	
		3.45	.00	.00		-250.29	-8634.87	
		3.45			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00		72.23	2242.66	
		3.45	.00	.00		72.23	2491.85	
		3.45			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00		-17.22	-534.68	
		3.45	.00	.00		-17.22	-594.08	
		3.45			.00			
115								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		1676.25	32320.43	
		4.12	.00	.00		- .00	35772.29	
		4.60	.00	.00		-195.95	35725.12	
		4.60			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		82.47	1584.91	
		4.12	.00	.00		.00	1754.93	
		4.60	.00	.00		-9.53	1752.66	
		4.60			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		-54.19	-5507.36	
		4.60	.00	.00		-100.19	-5862.42	
		4.60			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
4		.00			.00			
		.00				-394.47	-3135.74	
		4.60	.00	.00		-394.47	-4950.30	
		4.60			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		762.82	9732.51	
		4.60	.00	.00		302.82	12183.47	
		4.60			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		203.68	13260.96	
		1.70	.00	.00		-.00	13433.82	
		4.60	.00	.00		-348.32	12928.31	
		4.60			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		-185.70	-7032.00	
		4.60	.00	.00		-185.70	-7886.22	
		4.60			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		604.94	15011.70	
		4.60	.00	.00		121.94	16683.53	
		4.60			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		-366.52	-2913.60	
		4.60	.00	.00		-366.52	-4599.61	
		4.60			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		812.99	13189.37	
		4.60	.00	.00		237.99	15606.65	
		4.60			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		101.75	11011.66	
		.97	.00	.00		.00	11060.95	
		4.60	.00	.00		-381.25	10368.79	
		4.60			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00		-238.44	-1895.41	
		4.60	.00	.00		-238.44	-2992.22	
		4.60			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00		56.85	451.89	
		4.60	.00	.00		56.85	713.38	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
120		4.60			.00			
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		-7684.75	-36777.30	
		4.60	.00	.00		-9898.73	-77219.30	
		4.60			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		-377.53	-1808.34	
		4.60	.00	.00		-469.53	-3756.59	
		4.60			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		-284.19	-9398.63	
		4.60	.00	.00		-330.19	-10811.69	
		4.60			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		-394.47	-12208.53	
		4.60	.00	.00		-394.47	-14023.09	
		4.60			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1537.18	827.31	
		4.60	.00	.00		-1997.18	-7301.73	
		4.60			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		-2372.32	-12947.91	
		4.60	.00	.00		-2832.32	-24918.56	
		4.60			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		-185.70	-11303.08	
		4.60	.00	.00		-185.70	-12157.29	
		4.60			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1810.06	1152.86	
		4.60	.00	.00		-2293.06	-8284.30	
		4.60			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		-366.52	-11343.65	
		4.60	.00	.00		-366.52	-13029.66	
		4.60			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		-2062.01	-1174.26	
		4.60	.00	.00		-2637.01	-11981.99	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		4.60			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00	-2313.25	-14420.69		
		4.60	.00	.00	-2796.25	-26172.55		
		4.60			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00	-238.44	-7379.47		
		4.60	.00	.00	-238.44	-8476.28		
		4.60			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00	56.85	1759.35		
		4.60	.00	.00	56.85	2020.84		
		4.60			.00			
125		-----						
1		.00			.00			
		.00	.00	.00	2103.95	31176.51		
		4.60	.00	.00	231.75	36548.63		
		4.60			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	103.27	1529.26		
		4.60	.00	.00	11.27	1792.72		
		4.60			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	478.61	14922.65		
		4.60	.00	.00	18.61	16066.23		
		4.60			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	570.57	16789.04		
		4.60	.00	.00	18.57	18144.07		
		4.60			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00	18.37	-5270.96		
		1.84	.00	.00	.00	-5254.10		
		4.60	.00	.00	-27.63	-5292.27		
		4.60			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00	871.92	8052.80		
		4.60	.00	.00	411.92	11005.64		
		4.60			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00	507.82	18346.53		

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		4.06	.00	.00				
		4.60	.00	.00				
		4.60			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00	-25.25	-8748.86		
		4.60	.00	.00	-25.25	-8865.00		
		4.60			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00	576.65	15355.02		
		4.60	.00	.00	93.65	16896.69		
		4.60			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00	334.07	-5835.06		
		4.60	.00	.00	334.07	-4298.33		
		4.60			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00	898.58	11521.29		
		4.60	.00	.00	323.58	14332.25		
		4.60			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00	121.94	11541.89		
		1.16	.00	.00	.00	11612.70		
		4.60	.00	.00	-361.06	10991.93		
		4.60			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00	-201.80	-1692.31		
		4.60	.00	.00	-201.80	-2620.60		
		4.60			.00			
130		-----						
1		.00			.00			
		.00	.00	.00	-7257.05	-28084.05		
		4.60	.00	.00	-9471.03	-66558.62		
		4.60			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	-356.73	-1385.43		
		4.60	.00	.00	-448.73	-3237.97		
		4.60			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	-1821.39	-519.43		
		4.60	.00	.00	-2281.39	-9955.85		
		4.60			.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	-2005.43	-981.41		
		4.60	.00	.00	-2465.43	-11264.38		
		4.60			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00	-211.63	-7493.51		
		4.60	.00	.00	-257.63	-8572.81		
		4.60			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00	-1428.08	1656.99		
		4.60	.00	.00	-1888.08	-5970.17		
		4.60			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00	-2367.18	-3036.20		
		4.60	.00	.00	-2942.18	-15247.74		
		4.60			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00	-25.25	-9329.56		
		4.60	.00	.00	-25.25	-9445.70		
		4.60			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00	-1838.35	845.37		
		4.60	.00	.00	-2321.35	-8721.96		
		4.60			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00	334.07	1848.59		
		4.60	.00	.00	334.07	3385.33		
		4.60			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00	-1976.42	-873.91		
		4.60	.00	.00	-2551.42	-11287.95		
		4.60			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00	-2293.06	-13425.89		
		4.60	.00	.00	-2776.06	-25084.85		
		4.60			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00	-201.80	-6333.75		
		4.60	.00	.00	-201.80	-7262.04		
		4.60			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
135								
1		.00			.00			
		.00	.00	.00	1508.59	22700.50		
		3.71	.00	.00	- .00	25496.38		
		4.37	.00	.00	-270.00	25406.82		
		4.37			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00	74.26	1115.69		
		3.71	.00	.00	.00	1253.57		
		4.37	.00	.00	-13.14	1249.26		
		4.37			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00	57.44	-7424.00		
		4.37	.00	.00	13.74	-7268.47		
		4.37			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00	95.30	-8070.85		
		4.37	.00	.00	51.60	-7749.89		
		4.37			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00	371.84	13204.46		
		3.72	.00	.00	.00	13895.78		
		4.37	.00	.00	-65.16	13874.55		
		4.37			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00	-57.86	-5453.78		
		4.37	.00	.00	-101.56	-5802.10		
		4.37			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00	441.10	-7537.37		
		4.37	.00	.00	441.10	-5609.77		
		4.37			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00	458.73	17669.73		
		3.67	.00	.00	- .00	18511.45		
		4.37	.00	.00	-87.52	18480.81		
		4.37			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00	-28.18	-9214.63		
		4.37	.00	.00	-28.18	-9337.80		
		4.37			.00			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
10		.00			.00			
		.00				-97.93	1673.46	
		4.37	.00	.00		-97.93	1245.49	
		4.37			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		326.55	-5579.93	
		4.37	.00	.00		326.55	-4152.93	
		4.37			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00		911.15	9938.89	
		4.37	.00	.00		364.90	12727.04	
		4.37			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00		92.26	10392.04	
		.88	.00	.00		.00	10432.57	
		4.37	.00	.00		-366.59	9792.62	
		4.37			.00			
140		-----						
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		-7384.36	-41492.28	
		4.37	.00	.00		-9487.64	-78357.60	
		4.37			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		-362.74	-2035.85	
		4.37	.00	.00		-450.14	-3811.97	
		4.37			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		-161.06	-8556.00	
		4.37	.00	.00		-204.76	-9355.31	
		4.37			.00			
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		-123.20	-8375.73	
		4.37	.00	.00		-166.90	-9009.61	
		4.37			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1813.16	-2541.98	
		4.37	.00	.00		-2250.16	-11420.34	
		4.37			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		-276.36	-9105.09	
		4.37	.00	.00		-320.06	-10408.26	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL FORCE	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
		4.37			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		441.10	2100.61	
		4.37	.00	.00		441.10	4028.20	
		4.37			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		-2272.52	-2146.01	
		4.37	.00	.00		-2818.77	-13270.49	
		4.37			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		-28.18	-9830.47	
		4.37	.00	.00		-28.18	-9953.64	
		4.37			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		-97.93	-466.38	
		4.37	.00	.00		-97.93	-894.35	
		4.37			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		326.55	1555.09	
		4.37	.00	.00		326.55	2982.09	
		4.37			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00		-1820.10	8.52	
		4.37	.00	.00		-2366.35	-9138.89	
		4.37			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00		-2201.99	-12656.79	
		4.37	.00	.00		-2660.84	-23282.08	
		4.37			.00			
145		-----						
1		.00			.00			
		.00	.00	.00		3577.68	37331.98	
		4.14	.00	.00		1892.70	48655.65	
		4.14			.00			
2		.00			.00			
		.00	.00	.00		174.88	1826.32	
		4.14	.00	.00		92.08	2378.92	
		4.14			.00			
3		.00			.00			
		.00	.00	.00		639.97	14954.34	
		4.14	.00	.00		225.97	16746.85	

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	PLANE MOMENT	AXIAL FORCE .00	1-3 PLANE SHEAR	PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
4		.00			.00			
		.00	.00	.00		631.62	15161.75	
		4.14	.00	.00		217.62	16919.69	
		4.14			.00			
5		.00			.00			
		.00	.00	.00		317.25	-4795.45	
		4.14	.00	.00		275.85	-3567.72	
		4.14			.00			
6		.00			.00			
		.00	.00	.00		665.41	14322.56	
		4.14	.00	.00		251.41	16220.37	
		4.14			.00			
7		.00			.00			
		.00	.00	.00		-97.30	2416.92	
		4.14	.00	.00		-97.30	2014.10	
		4.14			.00			
8		.00			.00			
		.00	.00	.00		320.54	-7962.29	
		4.14	.00	.00		320.54	-6635.25	
		4.14			.00			
9		.00			.00			
		.00	.00	.00		741.37	17877.57	
		4.14	.00	.00		240.43	19909.88	
		4.14			.00			
10		.00			.00			
		.00	.00	.00		21.60	-536.61	
		4.14	.00	.00		21.60	-447.17	
		4.14			.00			
11		.00			.00			
		.00	.00	.00		-72.03	1789.25	
		4.14	.00	.00		-72.03	1491.04	
		4.14			.00			
12		.00			.00			
		.00	.00	.00		220.75	-5483.33	
		4.14	.00	.00		220.75	-4569.44	
		4.14			.00			
13		.00			.00			
		.00	.00	.00		963.12	9258.34	
		4.14	.00	.00		462.18	12208.71	
		4.14			.00			

[illegible]

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

VERSION 5.30

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

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)
102	.000000	-.001233	.000338
106	.000000	-.002989	-.000115
110	.0000E+00	-.1177E-03	-.1205E-03
112	.0000E+00	-.9165E-03	.2983E-03
116	.000000	-.005664	-.000020
120	.0000E+00	-.6546E-03	-.2600E-03
122	.0000E+00	-.7225E-03	.2745E-03
126	.000000	-.005922	.000024
130	.000000	-.001032	-.000320
132	.0000E+00	-.1063E-03	.1211E-03
136	.000000	-.002684	-.000025
140	.0000E+00	.2032E-03	-.7342E-04
142	.000000	-.001375	.000442
146	.000000	-.008713	.000159
150	.000000	-.003220	-.000742

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)
102	.0000E+00	-.6001E-04	.1648E-04
106	.0000E+00	-.1460E-03	-.5595E-05
110	.0000E+00	-.5771E-05	-.5893E-05
112	.0000E+00	-.4472E-04	.1459E-04
116	.0000E+00	-.2775E-03	-.9858E-06
120	.0000E+00	-.3198E-04	-.1272E-04
122	.0000E+00	-.3529E-04	.1343E-04
126	.0000E+00	-.2901E-03	.1166E-05
130	.0000E+00	-.5036E-04	-.1563E-04
132	.0000E+00	-.5280E-05	.5955E-05
136	.0000E+00	-.1322E-03	-.1226E-05
140	.0000E+00	.9775E-05	-.3636E-05
142	.0000E+00	-.6700E-04	.2154E-04
146	.0000E+00	-.4252E-03	.7713E-05
150	.0000E+00	-.1567E-03	-.3614E-04

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)
102	.0000E+00	-.6754E-03	.1887E-03
106	.000000	-.002072	-.000011
110	.0000E+00	-.5722E-03	-.1685E-03
112	.0000E+00	.6658E-03	-.1308E-03
116	.000000	.001969	-.000010
120	.0000E+00	.7997E-03	.1504E-03
122	.0000E+00	-.9942E-03	.2262E-03
126	.000000	-.003672	.000002
130	.000000	-.001019	-.000230
132	.0000E+00	.8039E-03	-.1628E-03
136	.000000	.002162	.000001
140	.0000E+00	.7881E-03	.1604E-03
142	.0000E+00	-.8878E-03	.2218E-03
146	.000000	-.003355	.000019
150	.000000	-.001108	-.000258

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)
102	.0000E+00	-.9568E-04	.2724E-04
106	.0000E+00	-.3627E-03	.6951E-05
110	.0000E+00	-.1631E-03	-.4039E-04
112	.0000E+00	.2887E-03	-.6970E-04
116	.000000	.001549	-.000041
120	.0000E+00	.8160E-03	.1469E-03
122	.000000	-.001072	.000248
126	.000000	-.004069	.000003
130	.000000	-.001117	-.000253
132	.0000E+00	.8740E-03	-.1762E-03
136	.000000	.002298	.000005
140	.0000E+00	.8149E-03	.1671E-03
142	.0000E+00	-.9074E-03	.2259E-03
146	.000000	-.003399	.000018
150	.000000	-.001120	-.000260

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

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

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.0000E+00	-.3266E-03	.8935E-04
106	.0000E+00	-.7492E-03	-.3599E-04
110	.0000E+00	.2230E-04	-.2122E-04
112	.0000E+00	-.3710E-03	.1135E-03
116	.000000	-.002458	.000031
120	.0000E+00	-.7758E-03	-.1727E-03
122	.0000E+00	.6507E-03	-.1254E-03
126	.000000	.001791	-.000003
130	.0000E+00	.6876E-03	.1308E-03
132	.0000E+00	-.7943E-03	.1883E-03
136	.000000	-.002815	-.000006
140	.0000E+00	-.7196E-03	-.1768E-03
142	.0000E+00	.5084E-03	-.1011E-03
146	.0000E+00	.9929E-03	.2311E-04
150	.0000E+00	.2396E-03	.5738E-04

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

LOAD CONDITION 6 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.0000E+00	.2507E-03	-.7137E-04
106	.0000E+00	.9503E-03	-.1821E-04
110	.0000E+00	.4272E-03	.1058E-03
112	.0000E+00	-.7355E-03	.1695E-03
116	.000000	-.002437	-.000035
120	.0000E+00	-.2900E-03	-.1030E-03
122	.0000E+00	-.1666E-03	.7701E-04
126	.000000	-.002089	.000043
130	.0000E+00	-.7173E-03	-.1576E-03
132	.0000E+00	.5901E-03	-.1222E-03
136	.000000	.001748	-.000009
140	.0000E+00	.7065E-03	.1401E-03
142	.0000E+00	-.8278E-03	.2094E-03
146	.000000	-.003222	.000021
150	.000000	-.001073	-.000249

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

LOAD CONDITION 7 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.0000E+00	-.6682E-03	.1875E-03
106	.000000	-.002101	-.000006
110	.0000E+00	-.6091E-03	-.1760E-03
112	.0000E+00	.7558E-03	-.1543E-03
116	.000000	.002467	-.000019
120	.000000	.001004	.000191
122	.000000	-.001223	.000276
126	.000000	-.004364	-.000007
130	.000000	-.001133	-.000263
132	.0000E+00	.8177E-03	-.1555E-03
136	.000000	.001584	.000041
140	.0000E+00	.3121E-03	.7763E-04
142	.0000E+00	-.2294E-03	.4737E-04
146	.0000E+00	-.5104E-03	-.8150E-05
150	.0000E+00	-.1346E-03	-.3194E-04

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

LOAD CONDITION 8 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.0000E+00	.3225E-03	-.9181E-04
106	.000000	.001222	-.000023
110	.0000E+00	.5496E-03	.1361E-03
112	.0000E+00	-.9547E-03	.2234E-03
116	.000000	-.003798	.000013
120	.000000	-.001118	-.000247
122	.0000E+00	.9723E-03	-.1915E-03
126	.000000	.002773	-.000003
130	.000000	.001006	.000196
132	.000000	-.001111	.000260
136	.000000	-.003839	-.000008
140	.000000	-.001011	-.000244
142	.0000E+00	.7559E-03	-.1560E-03
146	.000000	.001681	.000027
150	.0000E+00	.4435E-03	.1052E-03

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

LOAD CONDITION 9 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.0000E+00	-.8890E-04	.2531E-04
106	.0000E+00	-.3370E-03	.6458E-05
110	.0000E+00	-.1515E-03	-.3753E-04
112	.0000E+00	.2682E-03	-.6476E-04
116	.000000	.001439	-.000038
120	.0000E+00	.7582E-03	.1365E-03
122	.0000E+00	-.9974E-03	.2309E-03
126	.000000	-.003864	.000010
130	.000000	-.001123	-.000249
132	.0000E+00	.9242E-03	-.1916E-03
136	.000000	.002636	-.000003
140	.0000E+00	.9565E-03	.1965E-03
142	.000000	-.001060	.000264
146	.000000	-.003972	.000020
150	.000000	-.001294	-.000302

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

LOAD CONDITION 10 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.0000E+00	-.1632E-03	.4477E-04
106	.0000E+00	-.2856E-03	-.3435E-04
110	.0000E+00	.1752E-03	.1983E-04
112	.0000E+00	-.5998E-03	.1638E-03
116	.000000	-.003190	.000025
120	.0000E+00	-.9179E-03	-.2104E-03
122	.0000E+00	.7029E-03	-.1267E-03
126	.000000	.001345	.000035
130	.0000E+00	.2563E-03	.6134E-04
132	.0000E+00	-.1815E-03	.3453E-04
136	.0000E+00	-.3516E-03	-.9140E-05
140	.0000E+00	-.6930E-04	-.1724E-04
142	.0000E+00	.5094E-04	-.1052E-04
146	.0000E+00	.1133E-03	.1810E-05
150	.0000E+00	.2989E-04	.7092E-05

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

LOAD CONDITION 11 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.0000E+00	.2004E-03	-.5706E-04
106	.0000E+00	.7597E-03	-.1456E-04
110	.0000E+00	.3416E-03	.8461E-04
112	.0000E+00	-.5864E-03	.1345E-03
116	.000000	-.001822	-.000039
120	.0000E+00	-.7676E-04	-.5991E-04
122	.0000E+00	-.4004E-03	.1276E-03
126	.000000	-.002791	.000033
130	.0000E+00	-.8329E-03	-.1909E-03
132	.0000E+00	.6053E-03	-.1151E-03
136	.000000	.001173	.000030
140	.0000E+00	.2311E-03	.5747E-04
142	.0000E+00	-.1699E-03	.3506E-04
146	.0000E+00	-.3778E-03	-.6034E-05
150	.0000E+00	-.9966E-04	-.2365E-04

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

LOAD CONDITION 12 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.0000E+00	-.5783E-04	.1647E-04
106	.0000E+00	-.2192E-03	.4201E-05
110	.0000E+00	-.9857E-04	-.2442E-04
112	.0000E+00	.1745E-03	-.4213E-04
116	.0000E+00	.9361E-03	-.2466E-04
120	.0000E+00	.4933E-03	.8879E-04
122	.0000E+00	-.6425E-03	.1462E-03
126	.000000	-.002017	-.000037
130	.0000E+00	-.1598E-03	-.7552E-04
132	.0000E+00	-.2722E-03	.9998E-04
136	.000000	-.002215	.000034
140	.0000E+00	-.6904E-03	-.1644E-03
142	.0000E+00	.5206E-03	-.1075E-03
146	.000000	.001158	.000018
150	.0000E+00	.3054E-03	.7247E-04

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD CONDITION 13 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Z)	R(Y)
102	.00000E+00	.1379E-04	-.3926E-05
106	.00000E+00	.5227E-04	-.1002E-05
110	.00000E+00	.2350E-04	.5821E-05
112	.00000E+00	-.4160E-04	.1004E-04
116	.00000E+00	-.2232E-03	.5879E-05
120	.00000E+00	-.1176E-03	-.2111E-04
122	.00000E+00	.1575E-03	-.3758E-04
126	.00000E+00	.8198E-03	-.2087E-04
130	.00000E+00	.4273E-03	.7707E-04
132	.00000E+00	-.5240E-03	.1248E-03
136	.000000	-.001607	-.000034
140	.00000E+00	-.1038E-03	-.6001E-04
142	.00000E+00	-.2568E-03	.9547E-04
146	.000000	-.002032	.000039
150	.00000E+00	-.7260E-03	-.1692E-03

[illegible]

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

VERSION 5.30

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

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

NUMBER OF EQUATIONS	=	141
NUMBER OF MASSES	=	90
NUMBER OF VALUES TO BE EVALUATED	=	5
SIZE OF SUBSPACE	=	9

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	.550510E+03	.234630E+02	3.734245	.267792
2	.819989E+03	.286354E+02	4.557473	.219420
3	.131033E+04	.361985E+02	5.761170	.173576
4	.213153E+04	.461685E+02	7.347945	.136092
5	.279119E+04	.528317E+02	8.408434	.118928

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
PROGRAM:SAP90/FILE:T2LLOBRE.EIG
VIADUCTO LLOBREGAT.SUBTRAMO T2 SANT BOI-HOSPITALET. MARTORELL-BARCELON

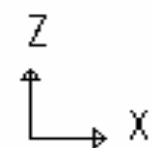
B A S E F O R C E R E A C T I O N F A C T O R S

MODE	PERIOD	X	Y	Z	X	Y	Z
# (sec)	DIRECTION	DIRECTION	DIRECTION	MOMENT	MOMENT	MOMENT	
1	.268	.742E-06	.000E+00	.521E+01	.000E+00	-.125E+04	.000E+00
2	.219	-.197E-04	.000E+00	-.144E+02	.000E+00	.258E+04	.000E+00
3	.174	.305E-03	.000E+00	-.127E+01	.000E+00	.183E+04	.000E+00
4	.136	.285E-02	.000E+00	.403E+02	.000E+00	-.769E+04	.000E+00
5	.119	.514E-02	.000E+00	.657E+02	.000E+00	-.462E+04	.000E+00

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
PROGRAM:SAP90/FILE:T2LLOBRE.EIG
VIADUCTO LLOBREGAT.SUBTRAMO T2 SANT BOI-HOSPITALET. MARTORELL-BARCELON

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

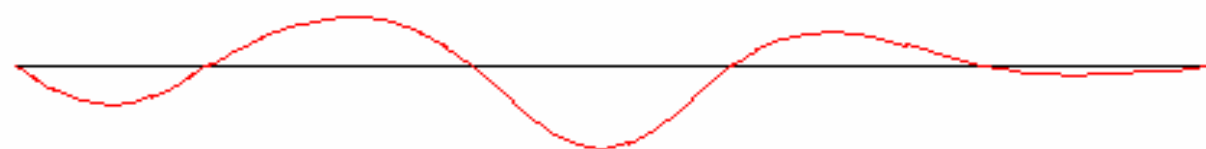
MODE	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR	X-SUM	Y-SUM	Z-SUM
1	.000	00.000	.336	.000	00.000	.336
2	.000	00.000	2.590	.000	00.000	2.926
3	.000	00.000	.020	.000	00.000	2.946
4	.000	00.000	20.097	.000	00.000	23.044
5	.000	00.000	53.543	.000	00.000	76.586



T2LLOBRE

DEFORMED
SHAPE

LOAD 7



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.4364E-02

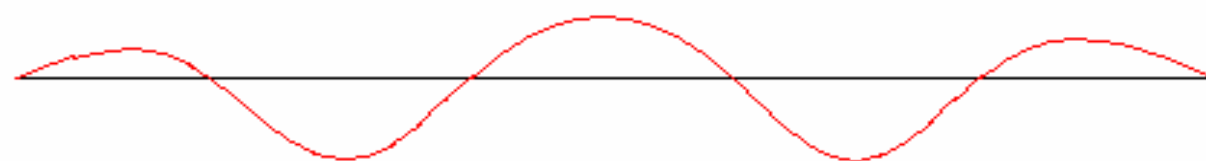
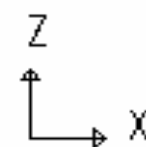
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .2467E-02

SAP90



T2LLOBRE

DEFORMED
SHAPE

LOAD 8

MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.3839E-02

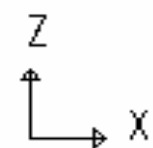
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .2773E-02

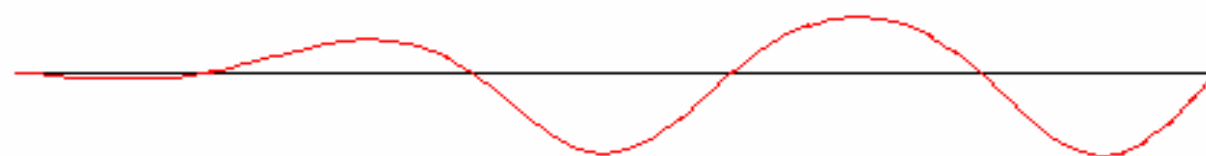
SAP90



T2LLOBRE

DEFORMED
SHAPE

LOAD 9



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.3972E-02

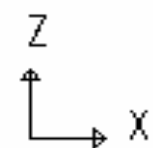
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .2636E-02

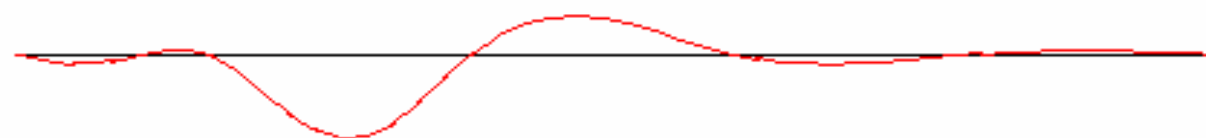
SAP90



T2LLOBRE

DEFORMED
SHAPE

LOAD 10



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.3190E-02

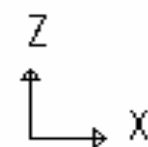
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .1443E-02

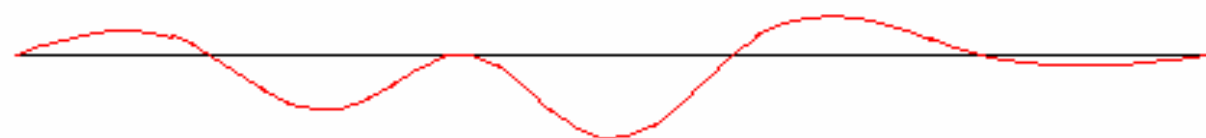
SAP90



T2LLOBRE

DEFORMED
SHAPE

LOAD 11



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.2791E-02

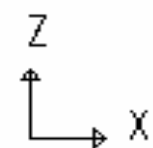
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .1253E-02

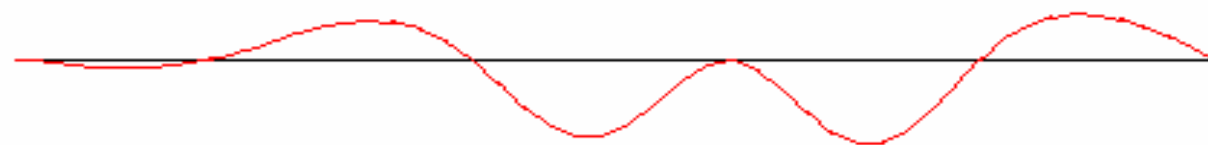
SAP90



T2LLOBRE

DEFORMED
SHAPE

LOAD 12



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.2215E-02

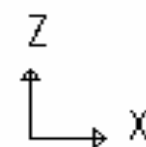
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .1185E-02

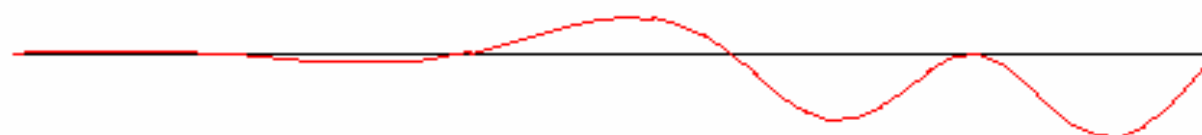
SAP90



T2LLOBRE

DEFORMED
SHAPE

LOAD 13



MINIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z -.2065E-02

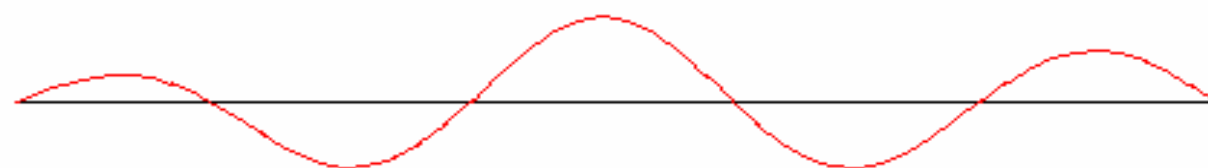
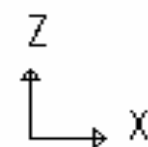
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .8790E-03

SAP90



T2LLOBRE

MODE

SHAPE

MODE 1

MINIMA

X $-.1444\text{E}-07$

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

Z $-.1610\text{E}-01$

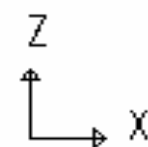
MAXIMA

X $.1952\text{E}-07$

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

Z $.1993\text{E}-01$

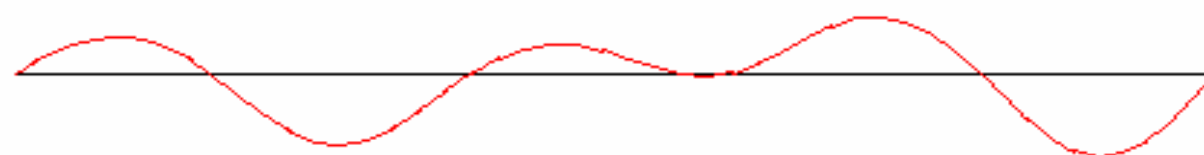
SAP90



T2LLOBRE

MODE
SHAPE

MODE 2



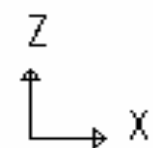
MINIMA

X -.5525E-07
Y .0000E+00
Z -.2161E-01

MAXIMA

X .3947E-07
Y .0000E+00
Z .1439E-01

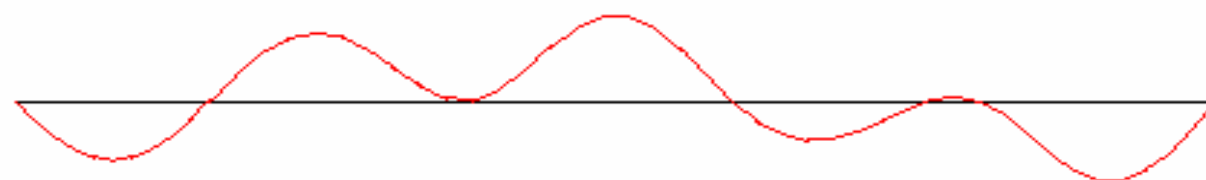
SAP90



T2LLOBRE

MODE
SHAPE

MODE 3



MINIMA

X $-.1137\text{E}-06$

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

Z $-.1838\text{E}-01$

MAXIMA

X $.2396\text{E}-06$

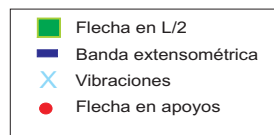
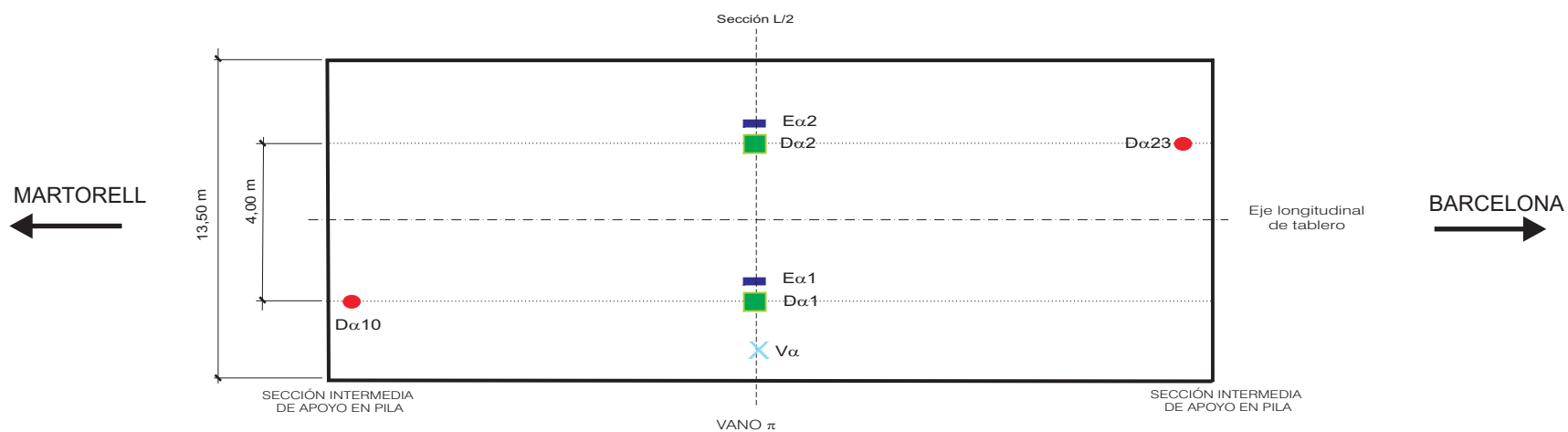
Y $.0000\text{E}+00$

Z $.1945\text{E}-01$

SAP90

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

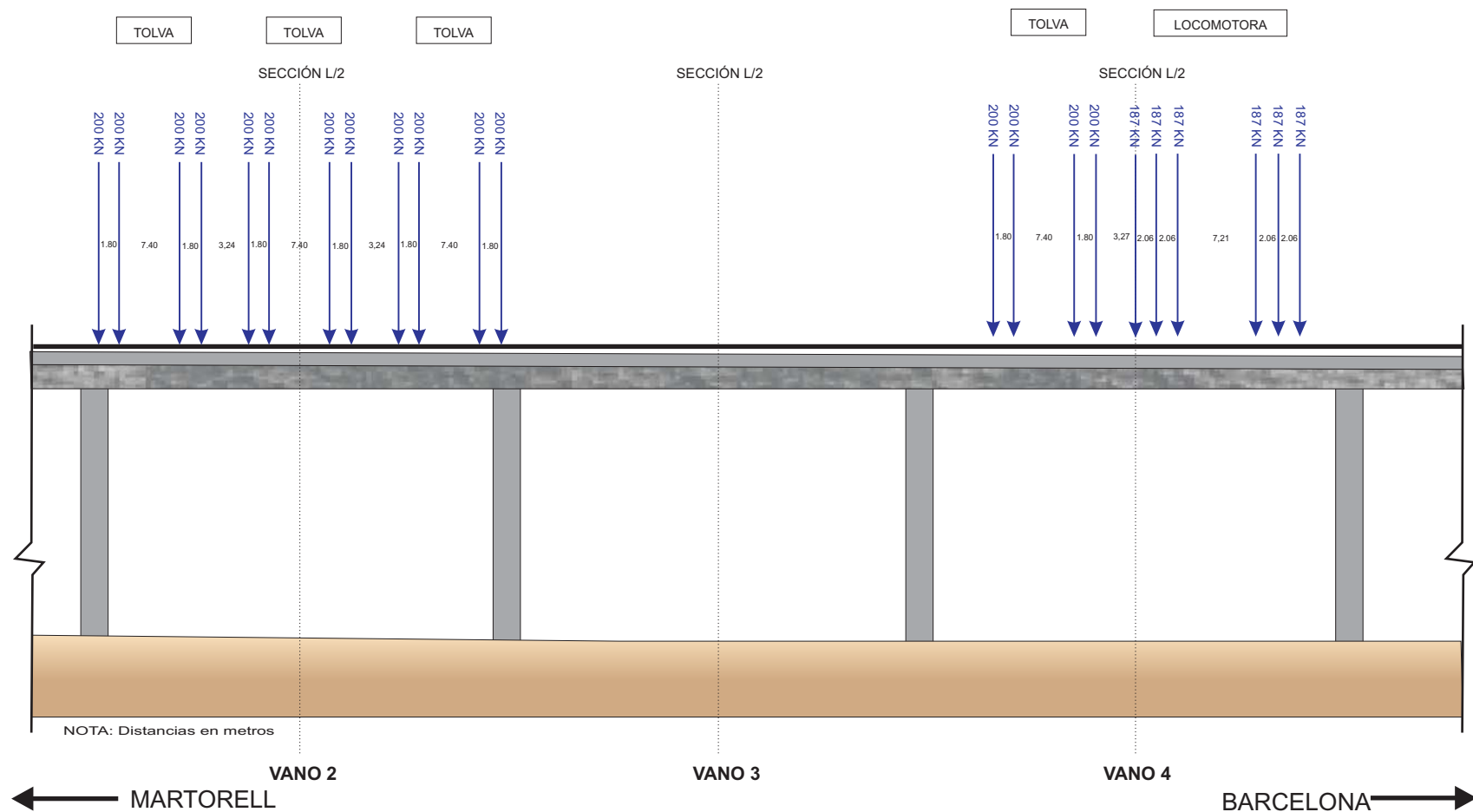
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE CROQUIS INSTRUMENTACION



α : Caracter alfanumérico correlativo al nº de vanos
 II: Número de vano (1 al 5)

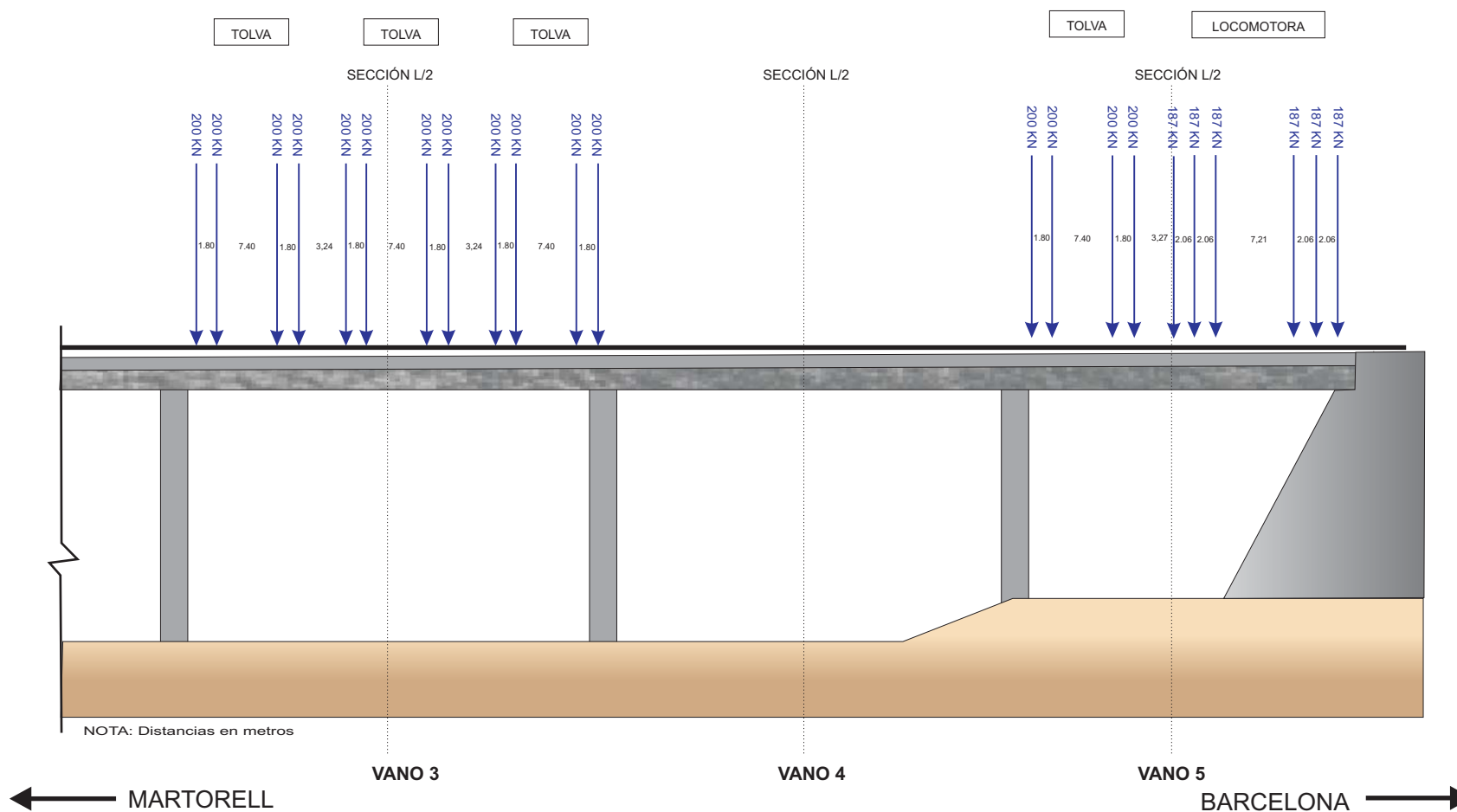
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO Nº8 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



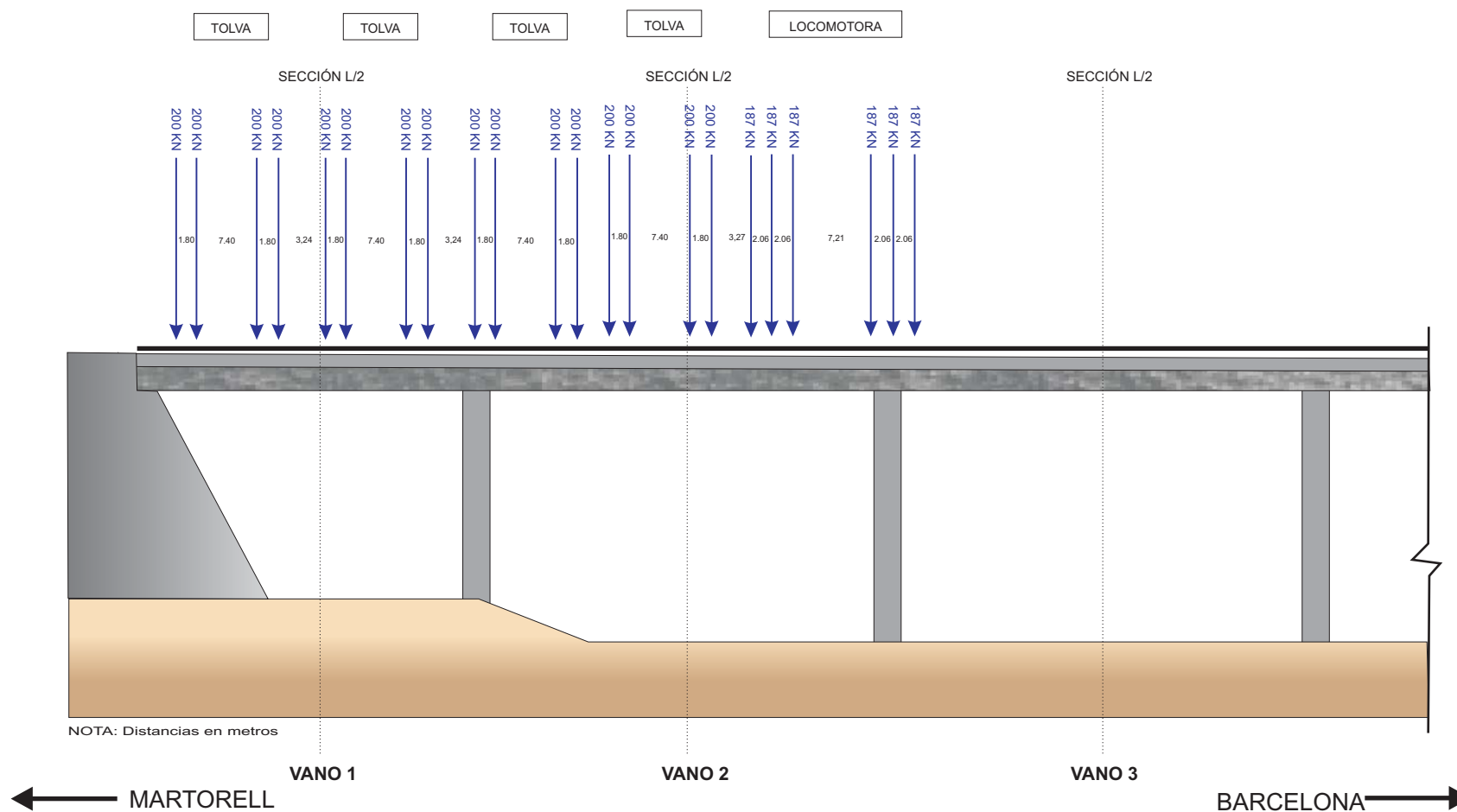
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 9 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



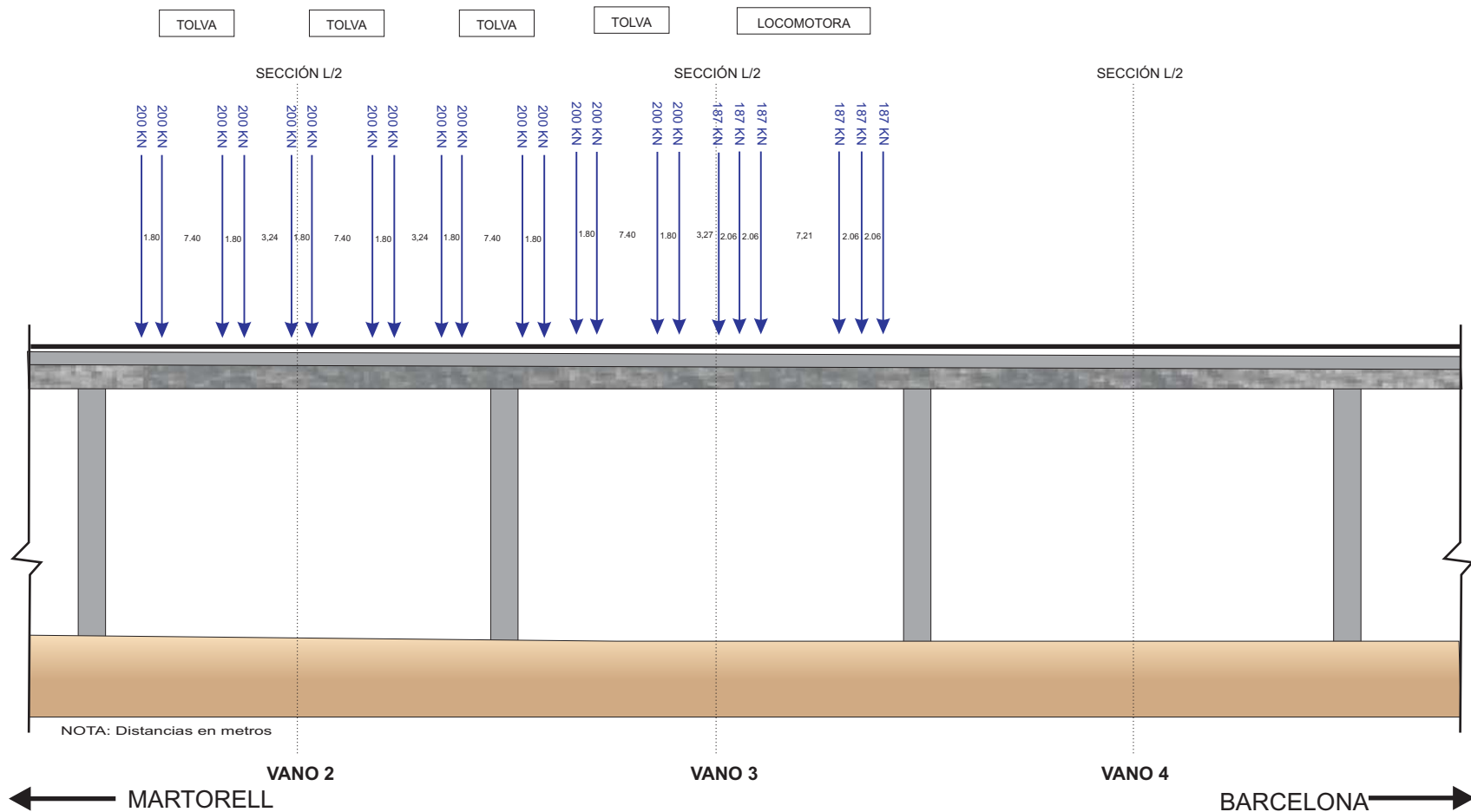
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 10 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2

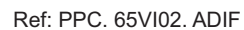


VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 11 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2

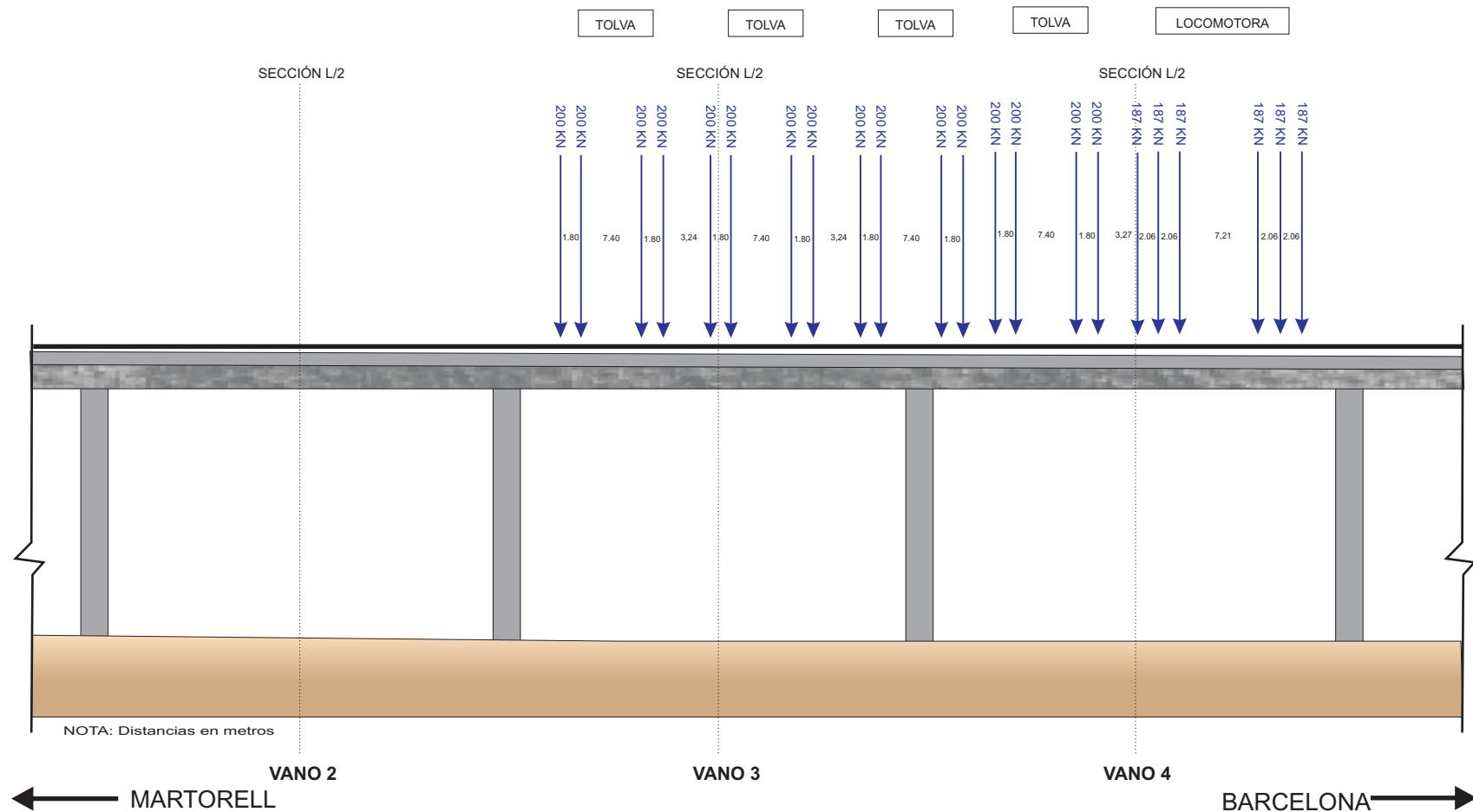


HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 13
LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



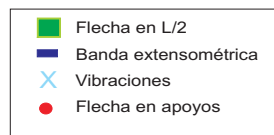
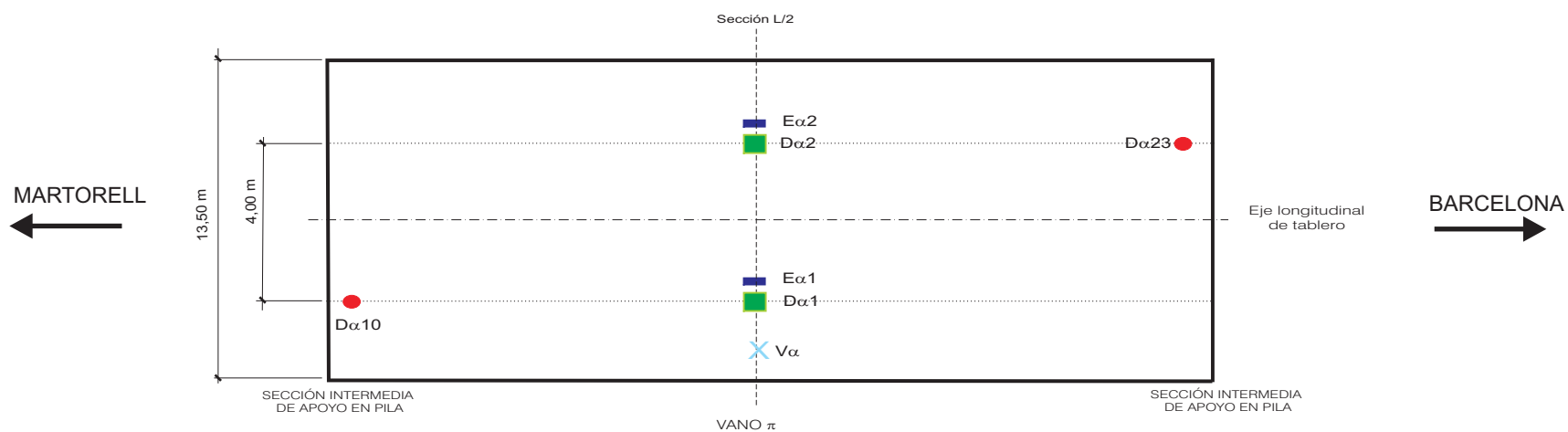
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 12 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



ANEJO Nº 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

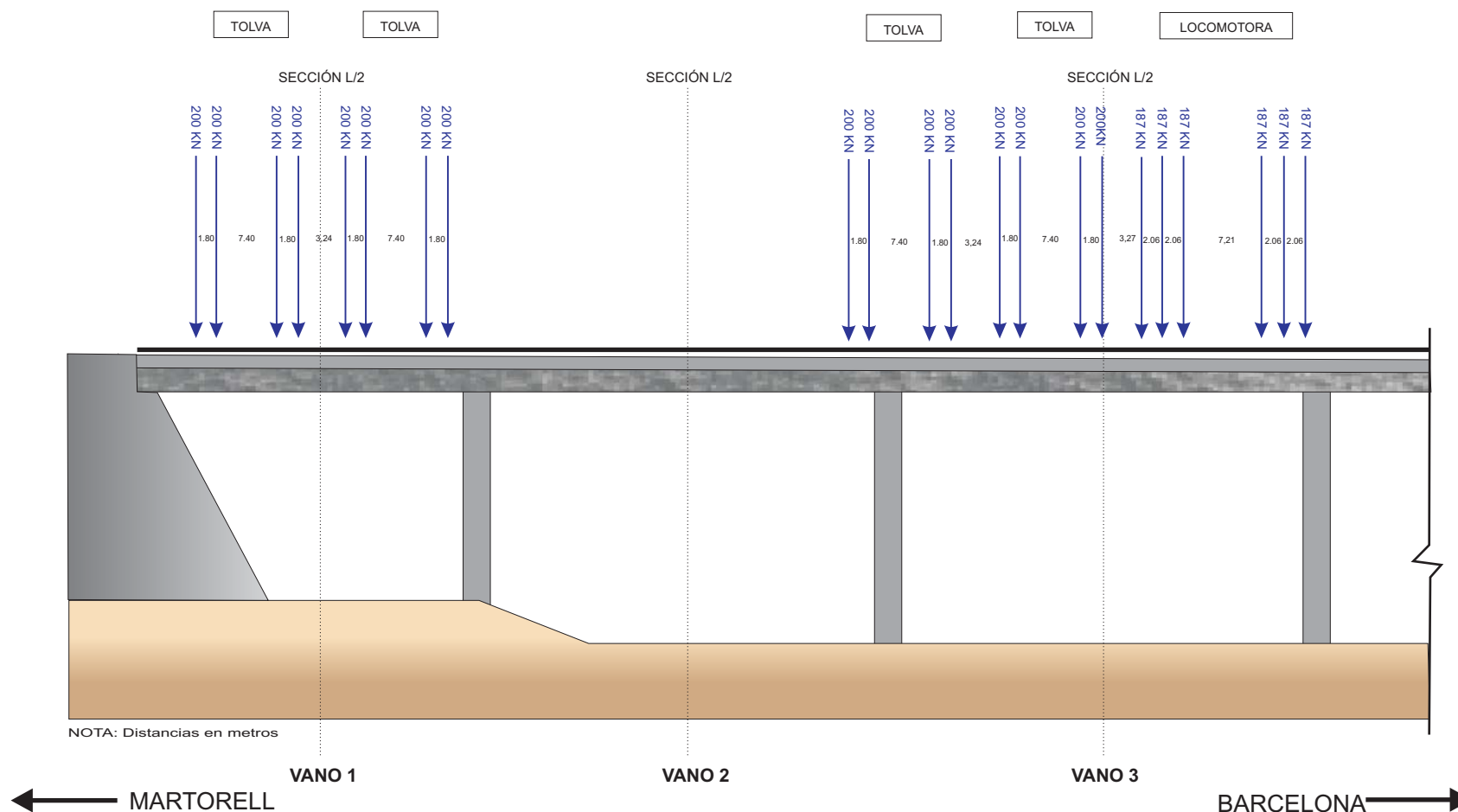
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE CROQUIS INSTRUMENTACION



α: Caracter alfanumérico correlativo al nº de vanos
 II: Número de vano (1 al 5)

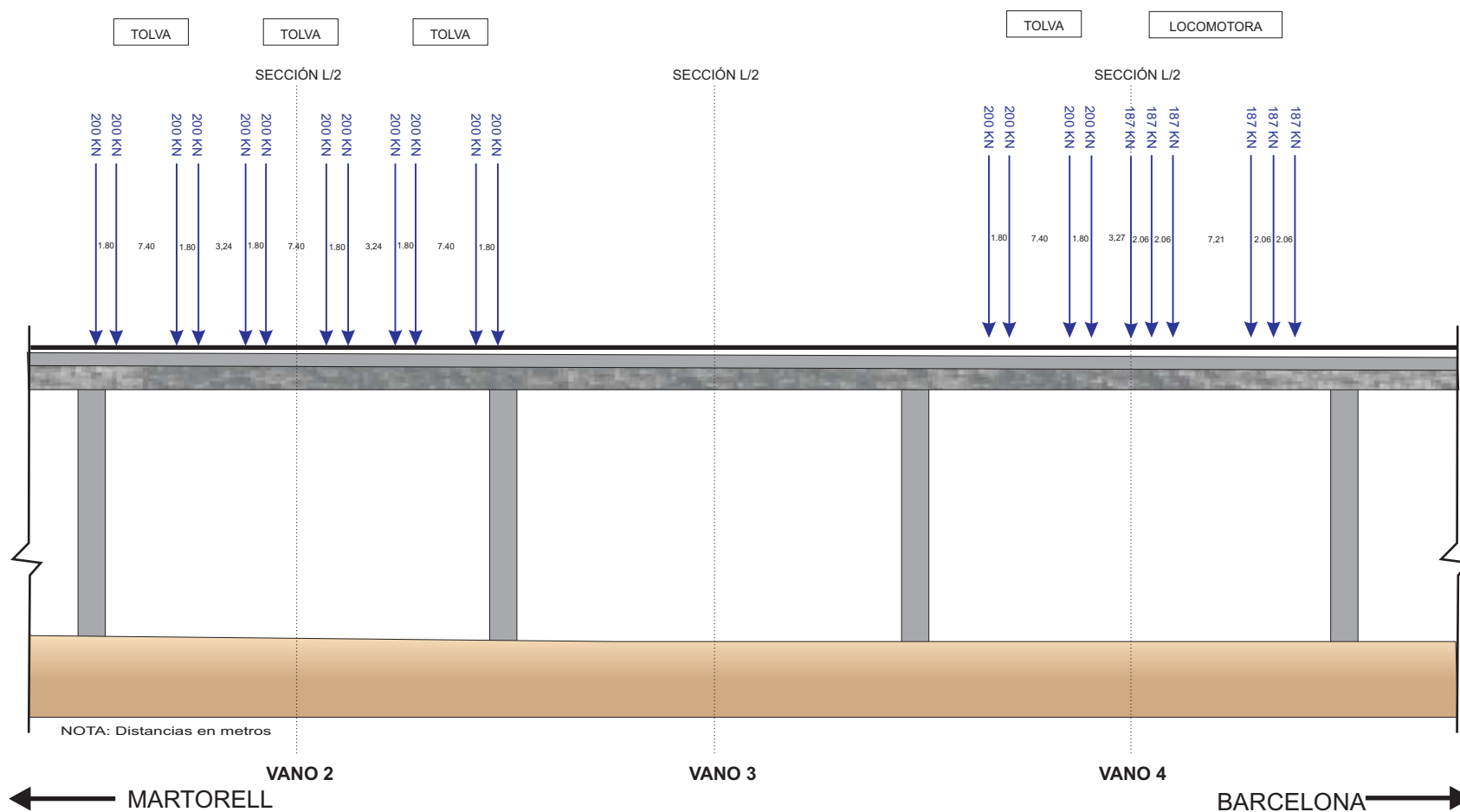
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO Nº 7 LOCOMOTORA 319 + 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



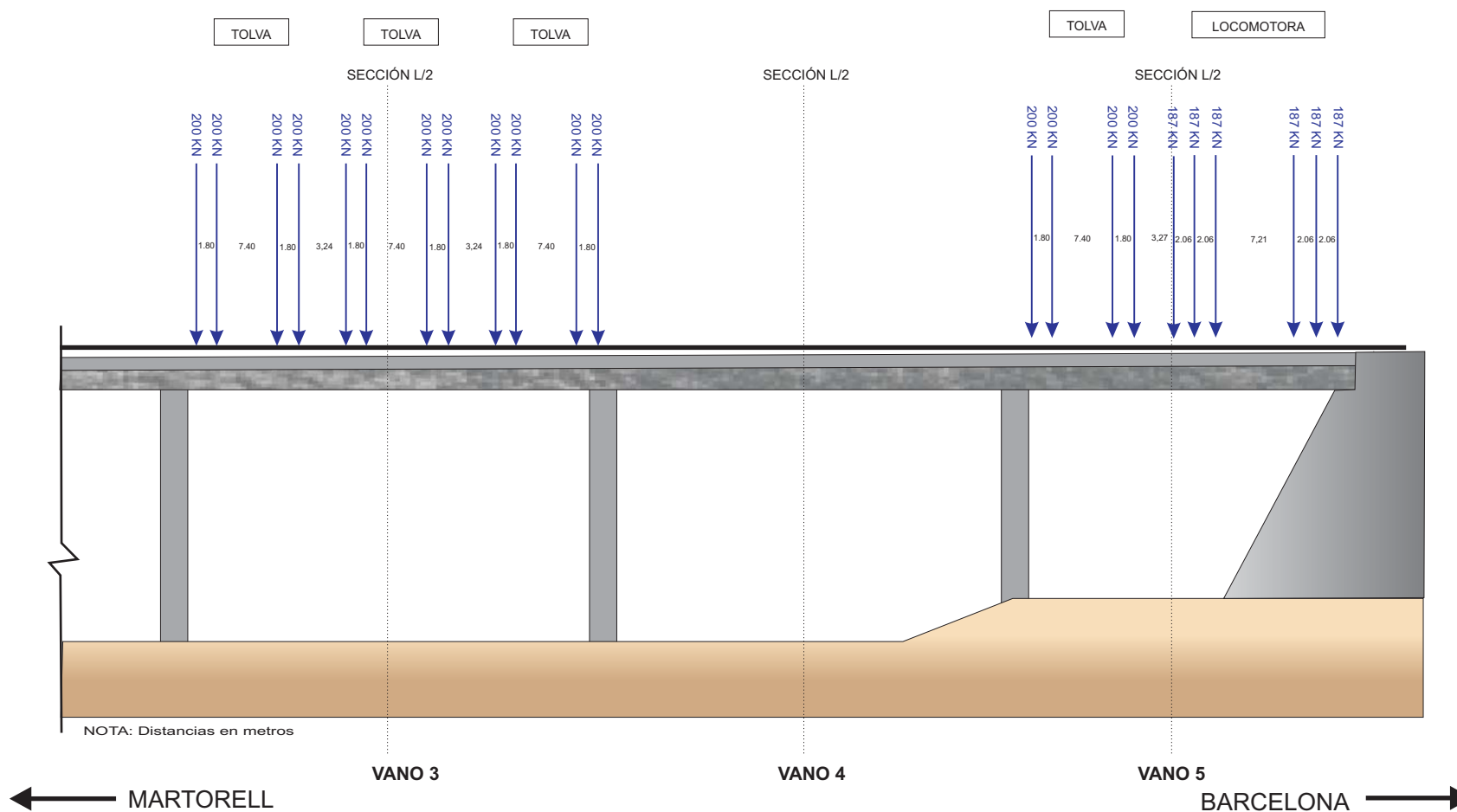
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO Nº8 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



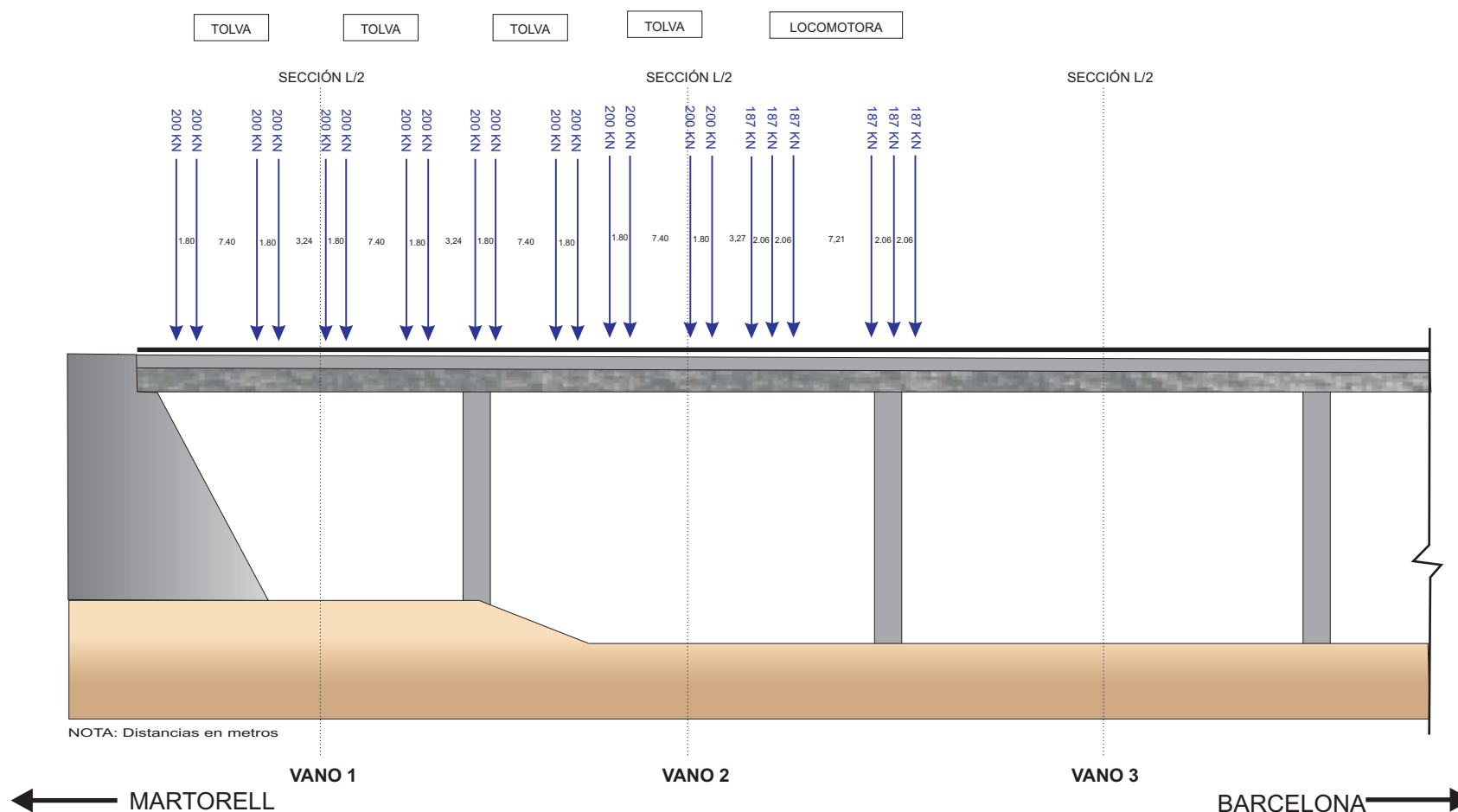
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 9 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



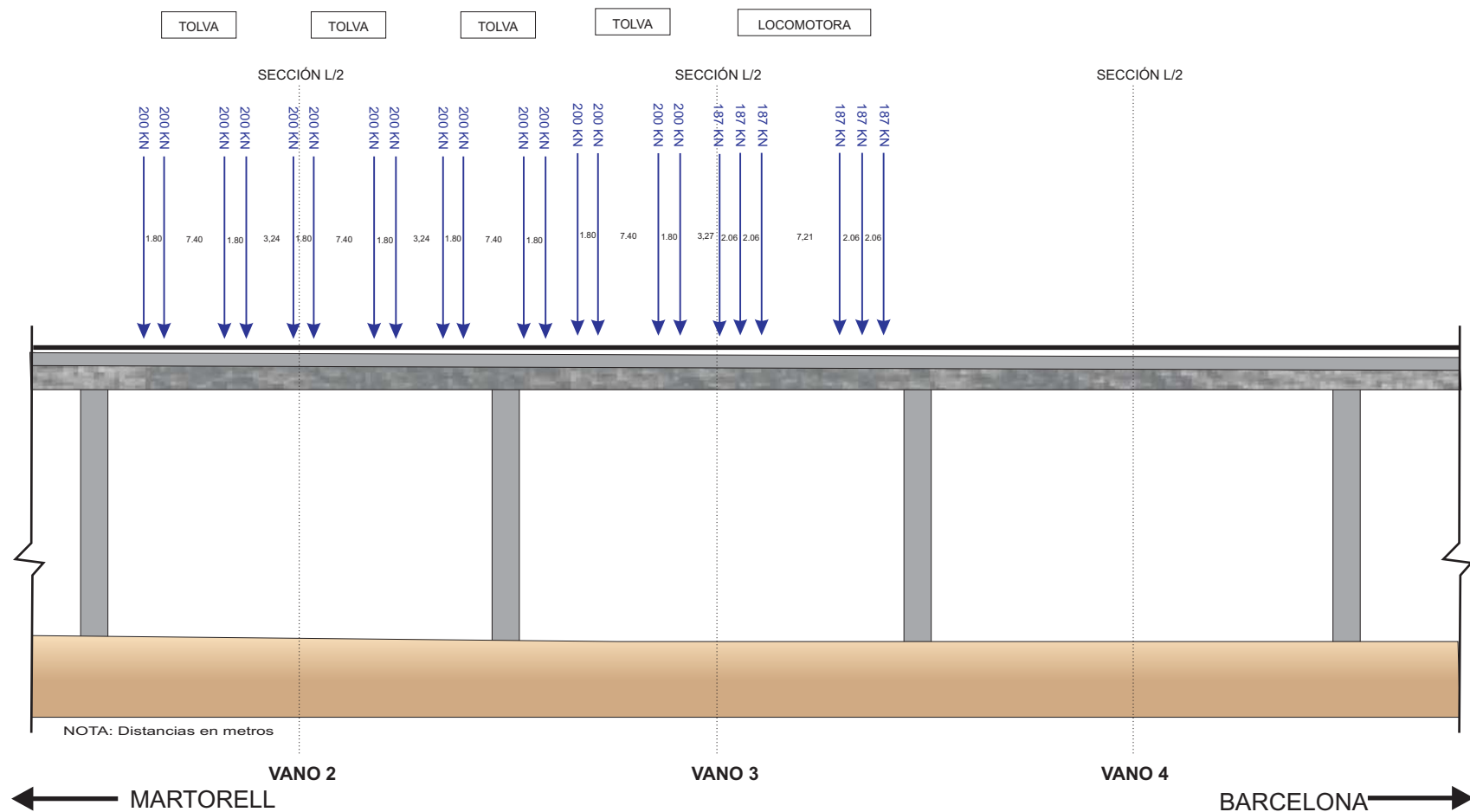
VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 10 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

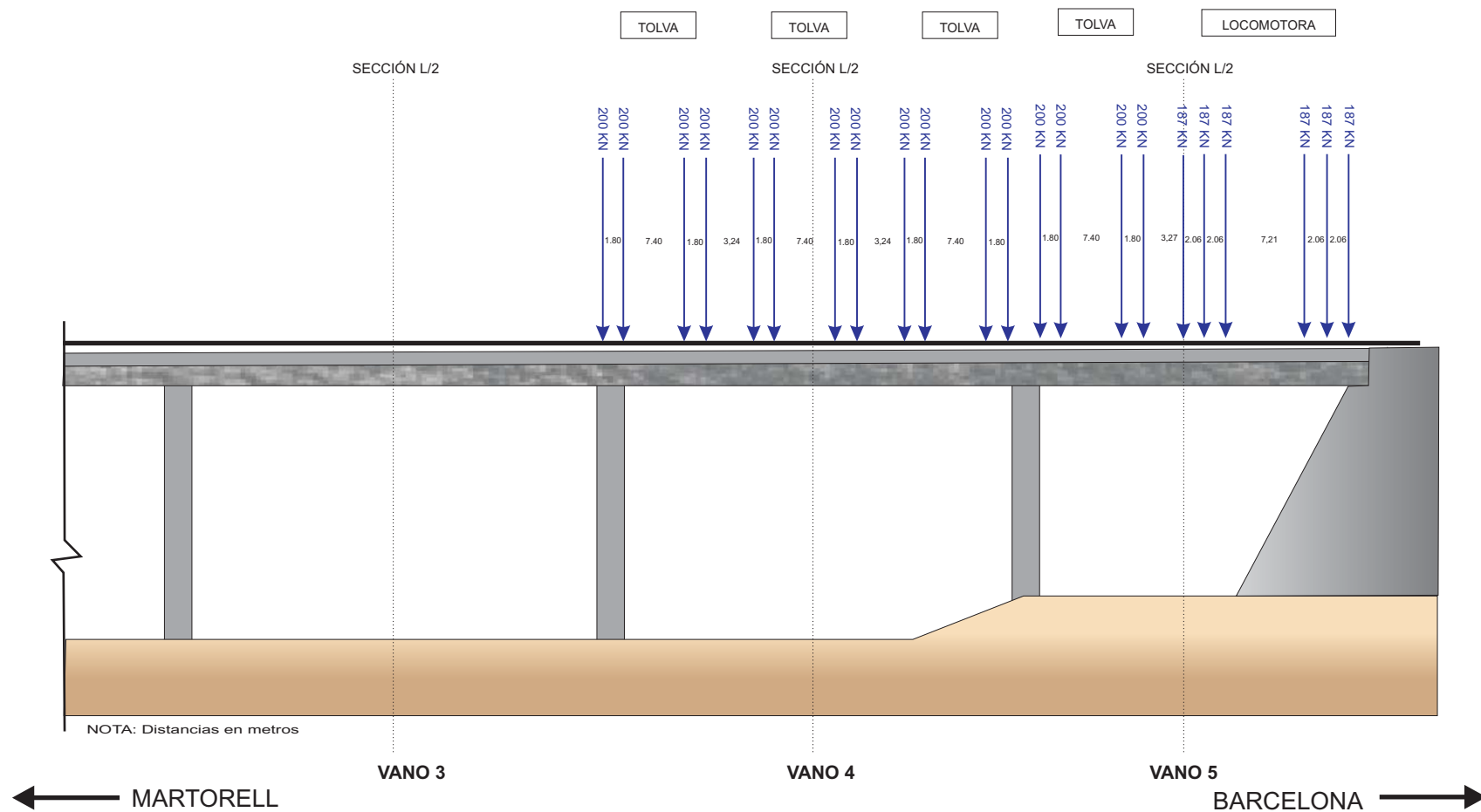
HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 11 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

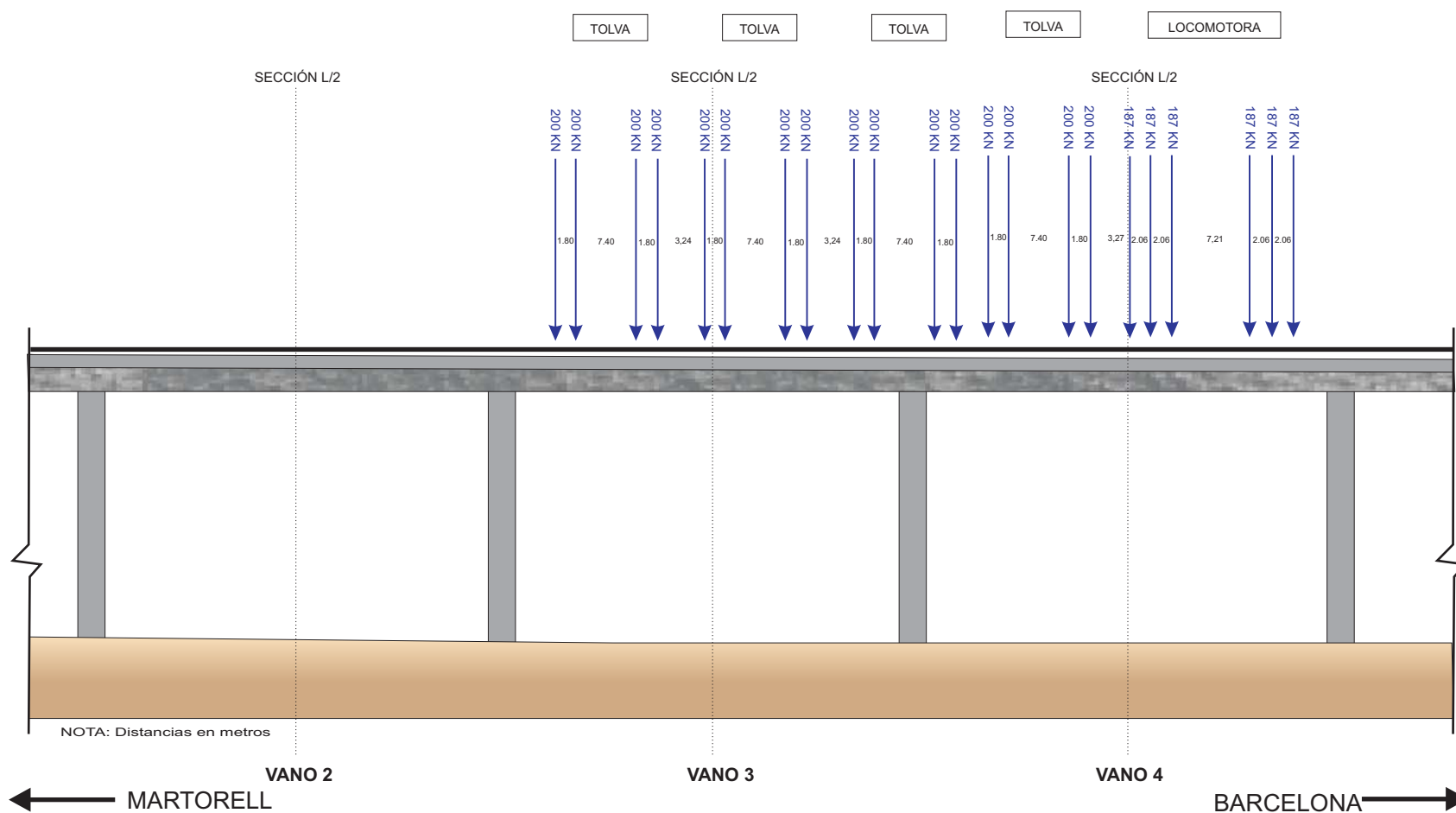
HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 13

LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



VIADUCTO SOBRE EL RIO LLOBREGAT LINEA RENFE

HIPOTESIS DE CÁLCULO N° 12 LOCOMOTORA 319+ 4 TOLVAS RENFE TT2 EN VÍAS 1 y 2



ANEJO Nº 4: REGISTRO DE MEDIDAS

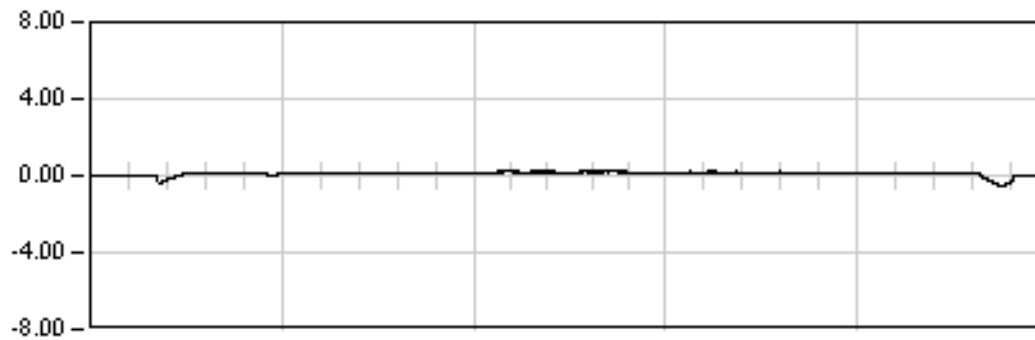
65VI02

VANO 1

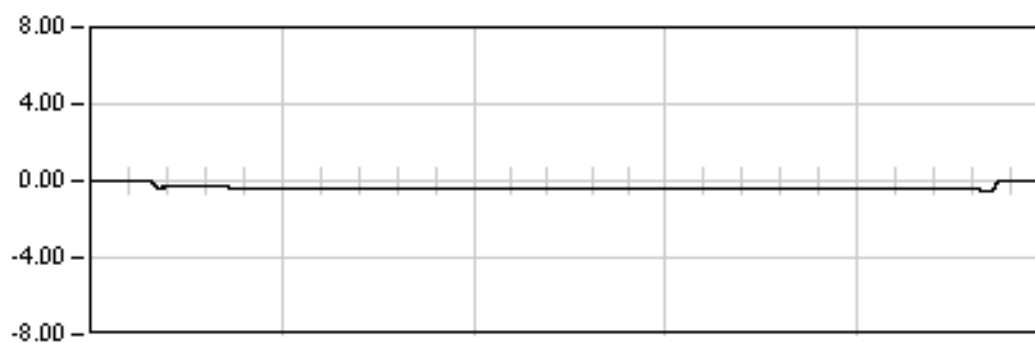
Punto : D110 Canal : 00 Unidades : mm



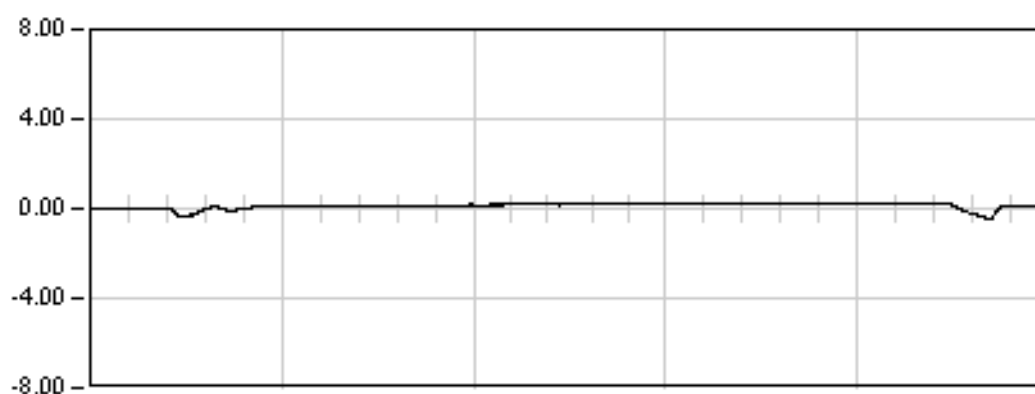
ESTATICA 00
2729.0 Seg
Est: -0.59
Max: -0.60
Min: 0.09
Rem: -0.04



ESTATICA 01
1871.0 Seg
Est: 0.19
Max: -0.54
Min: 0.22
Rem: 0.00



ESTATICA 02
1048.0 Seg
Est: -0.34
Max: -0.55
Min: 0.01
Rem: -0.02

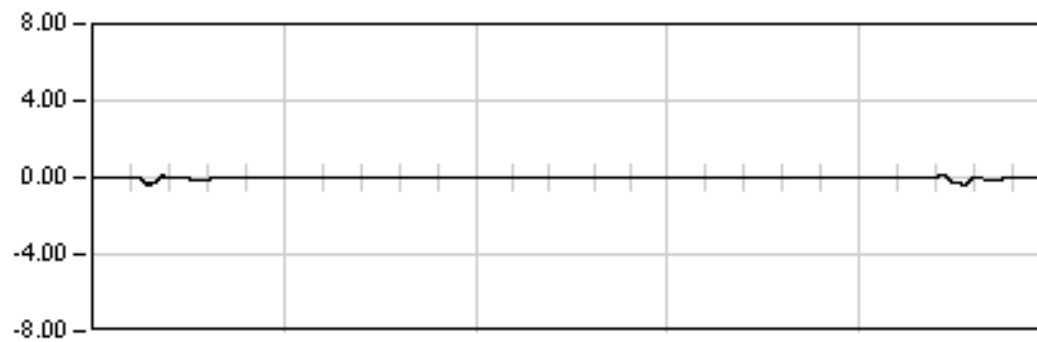


ESTATICA 03
821.0 Seg
Est: 0.25
Max: -0.43
Min: 0.27
Rem: 0.00

65VI02

VANO 1

Punto : D110 Canal : 00 Unidades : mm



ESTATICA 04

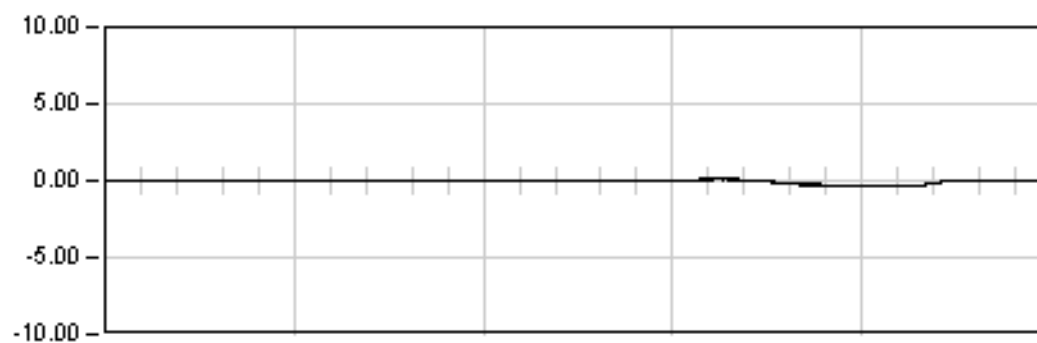
1080.0 Seg

Est: -0.02

Max: -0.39

Min: 0.10

Rem: -0.00



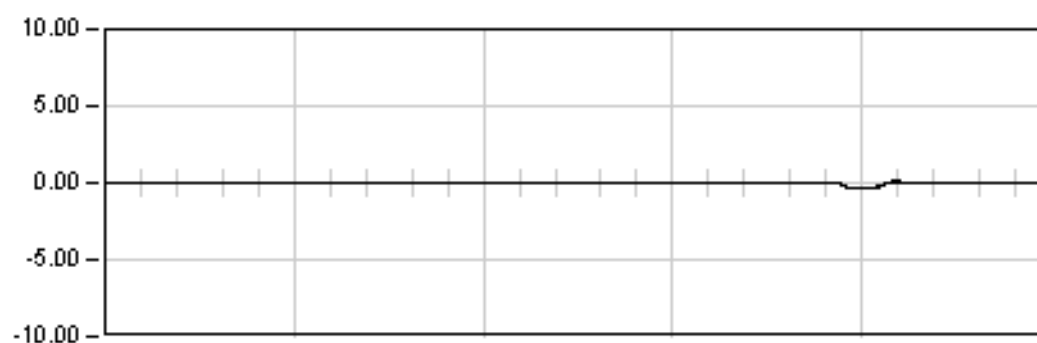
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -0.39

Min: 0.12

Rem: -0.00



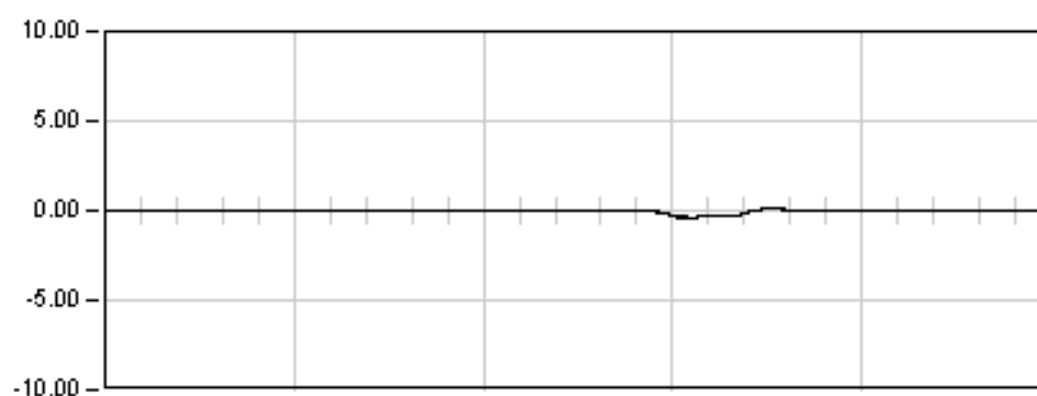
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -0.40

Min: 0.10

Rem: -0.01



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -0.39

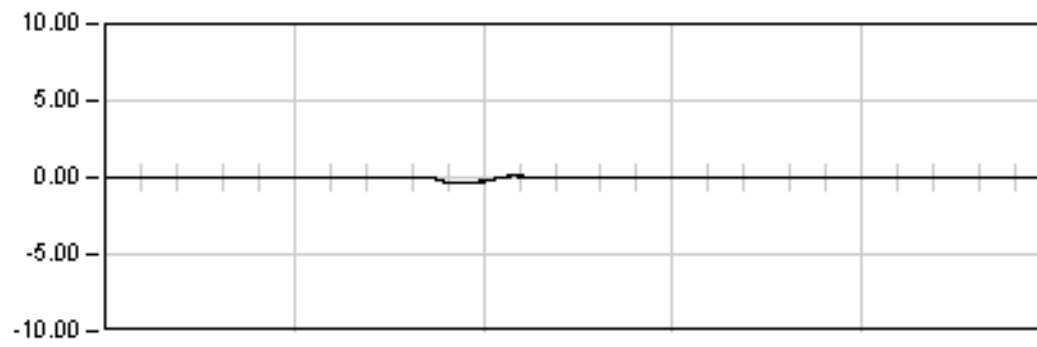
Min: 0.12

Rem: 0.00

65VI02

VANO 1

Punto : D110 Canal : 00 Unidades : mm



DINAMICA 04

111.0 Seg

Max: -0.38

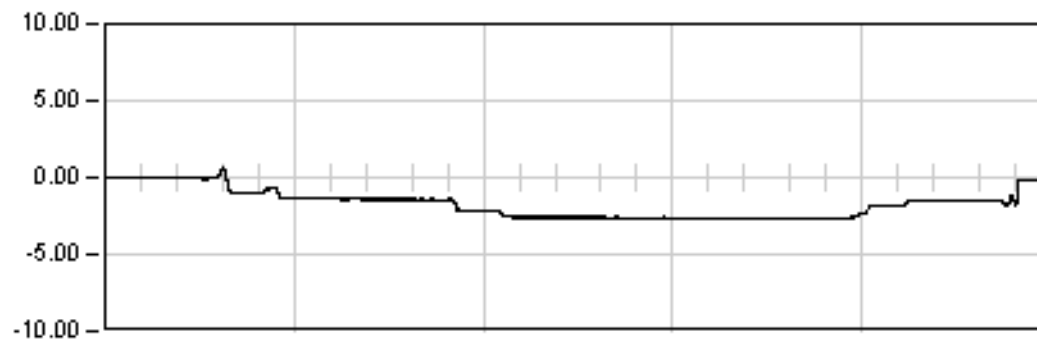
Min: 0.11

Rem: 0.00

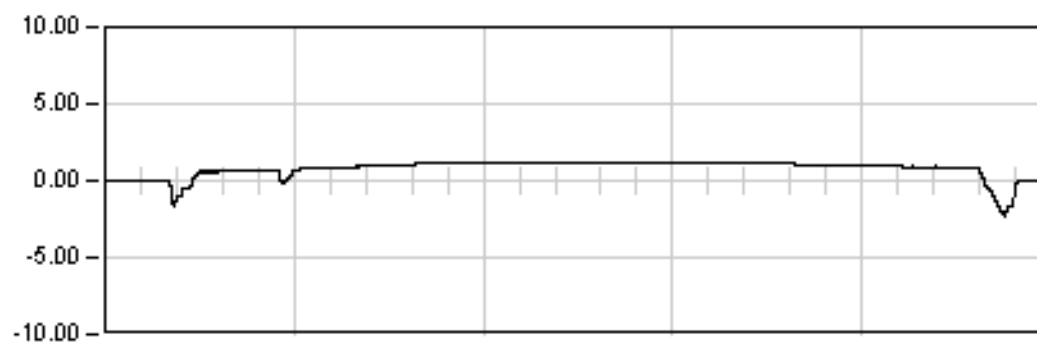
65VI02

VANO 1

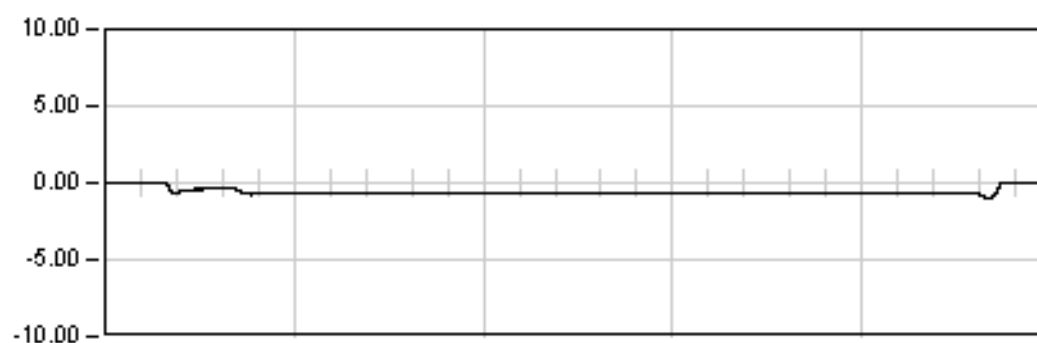
Punto : D11 Canal : 01 Unidades : mm



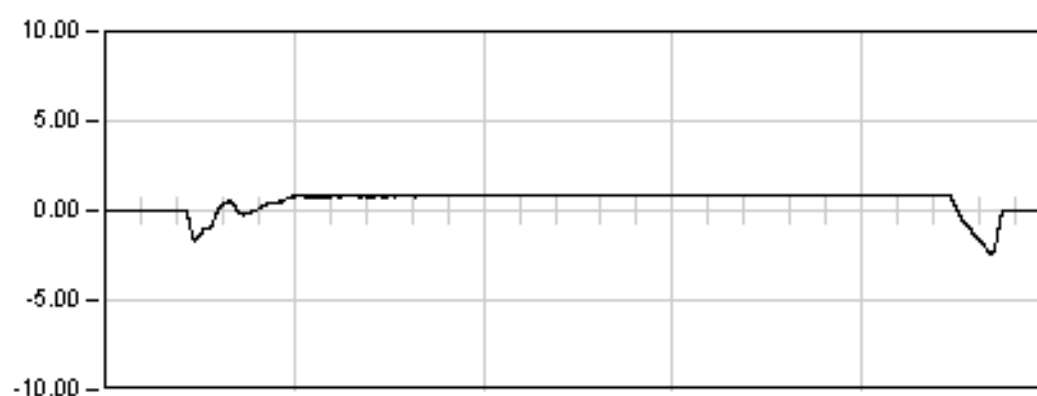
ESTATICA 00
2729.0 Seg
Est: -2.62
Max: -2.64
Min: 0.59
Rem: -0.12



ESTATICA 01
1871.0 Seg
Est: 1.12
Max: -2.26
Min: 1.14
Rem: 0.04



ESTATICA 02
1048.0 Seg
Est: -0.62
Max: -1.00
Min: 0.01
Rem: -0.04

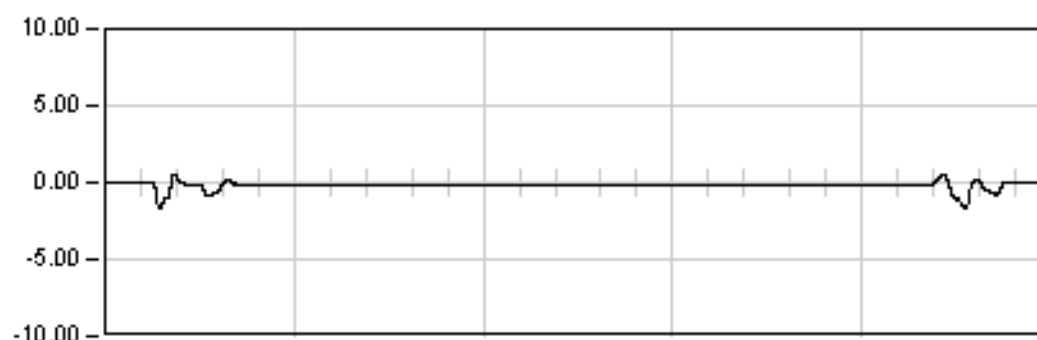


ESTATICA 03
821.0 Seg
Est: 0.82
Max: -2.40
Min: 0.89
Rem: 0.05

65VI02

VANO 1

Punto : D11 Canal : 01 Unidades : mm



ESTATICA 04

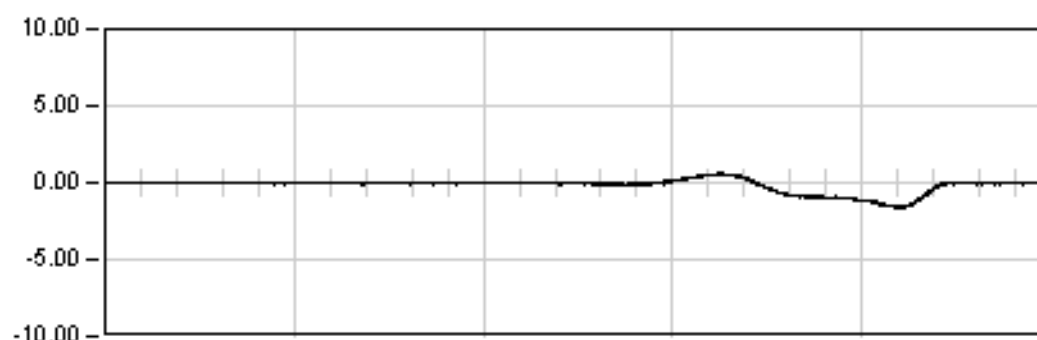
1080.0 Seg

Est: -0.18

Max: -1.73

Min: 0.58

Rem: -0.04



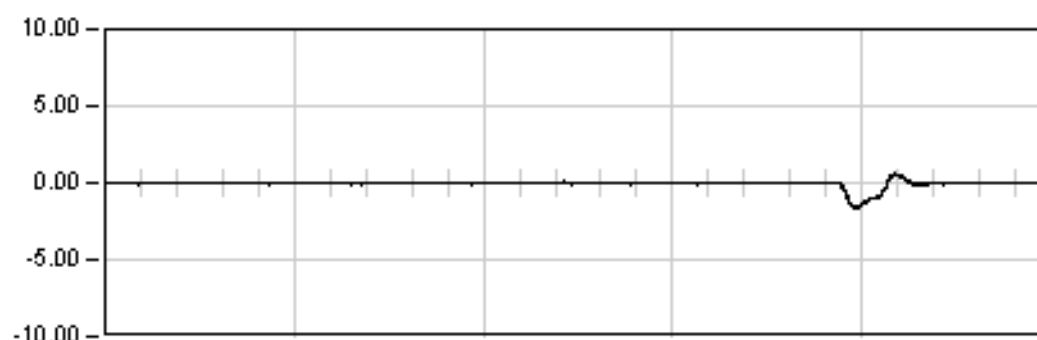
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -1.65

Min: 0.60

Rem: -0.02



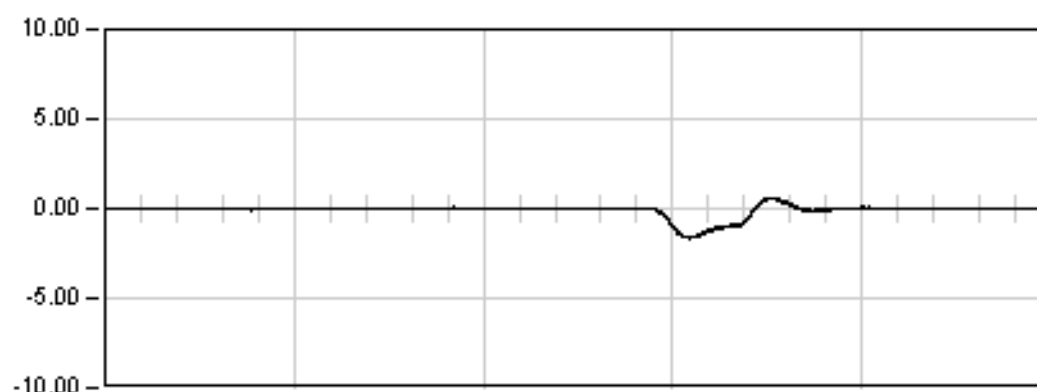
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -1.68

Min: 0.63

Rem: 0.00



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -1.67

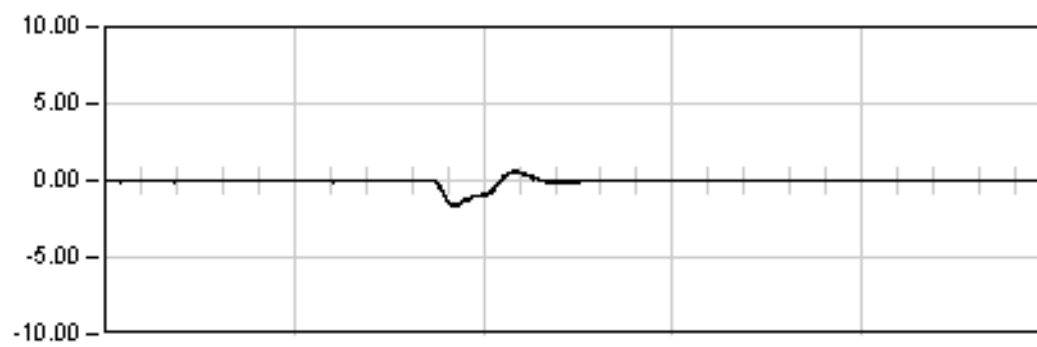
Min: 0.61

Rem: -0.00

65VI02

VANO 1

Punto : D11 Canal : 01 Unidades : mm



DINAMICA 04

111.0 Seg

Max: -1.71

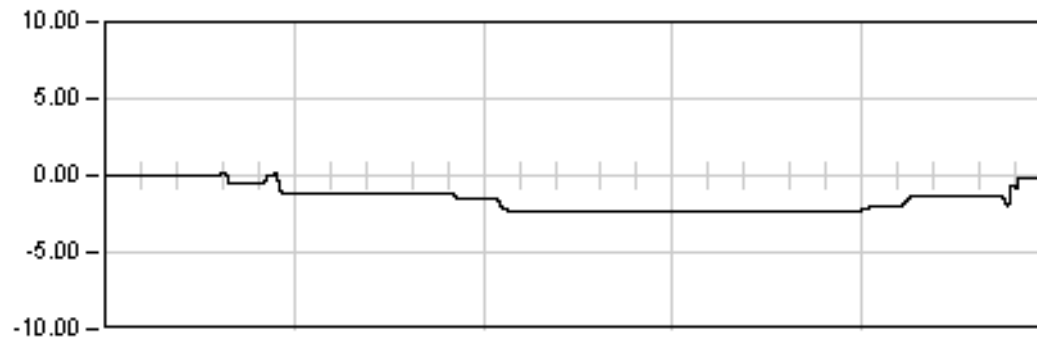
Min: 0.61

Rem: -0.01

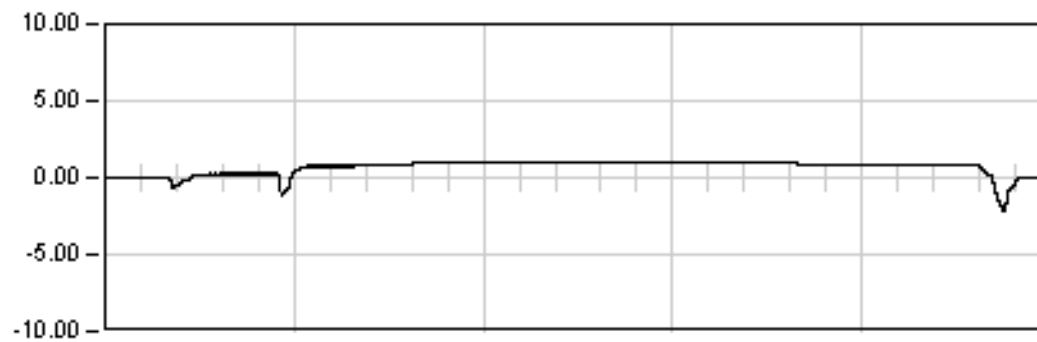
65VI02

VANO 1

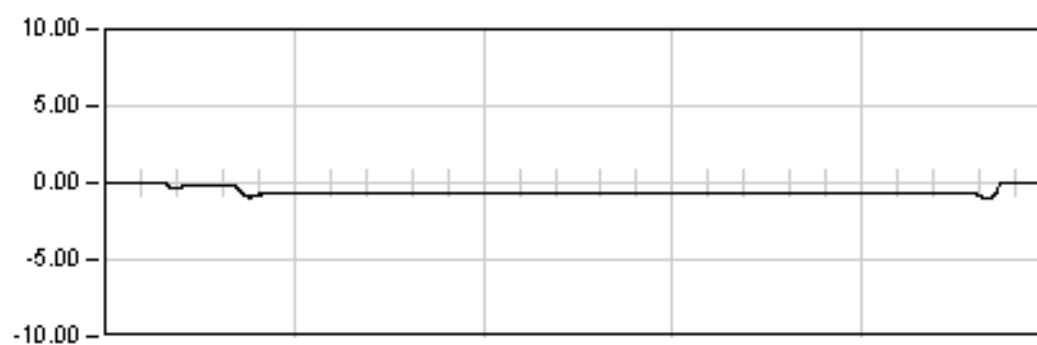
Punto : D12 Canal : 02 Unidades : mm



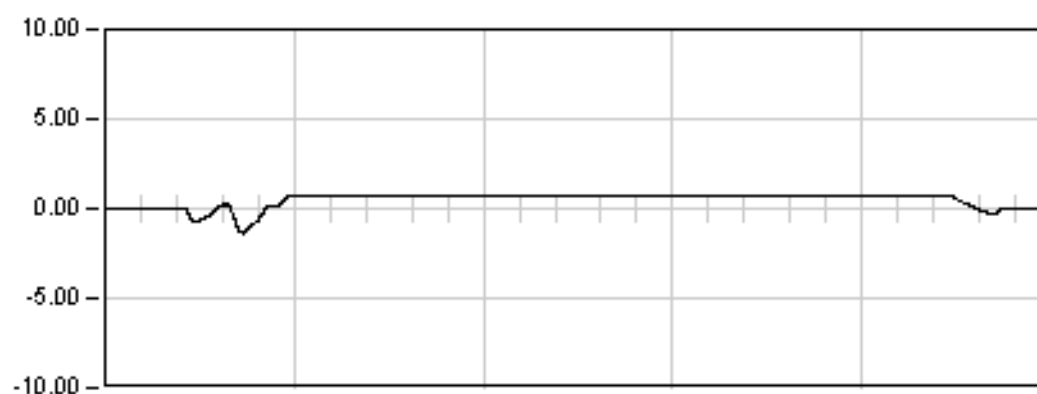
ESTATICA 00
2729.0 Seg
Est: -2.35
Max: -2.36
Min: 0.24
Rem: -0.10



ESTATICA 01
1871.0 Seg
Est: 1.01
Max: -2.09
Min: 1.03
Rem: 0.02



ESTATICA 02
1048.0 Seg
Est: -0.60
Max: -1.04
Min: 0.01
Rem: -0.03

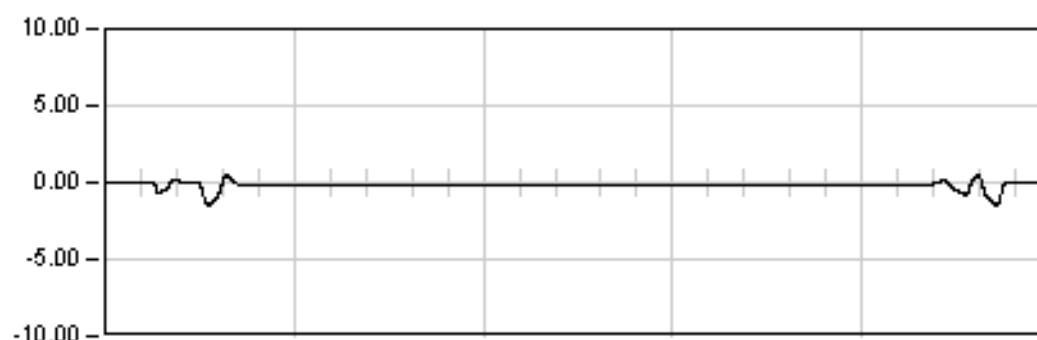


ESTATICA 03
821.0 Seg
Est: 0.72
Max: -1.36
Min: 0.78
Rem: -0.06

65VI02

VANO 1

Punto : D12 Canal : 02 Unidades : mm



ESTATICA 04

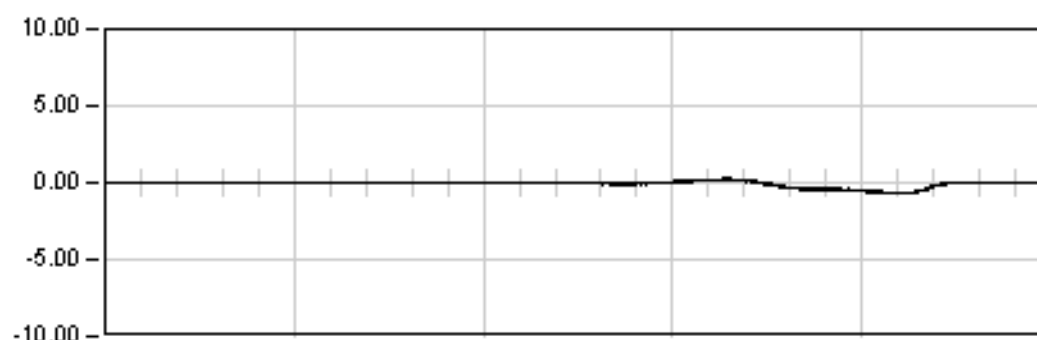
1080.0 Seg

Est: -0.13

Max: -1.50

Min: 0.49

Rem: -0.06



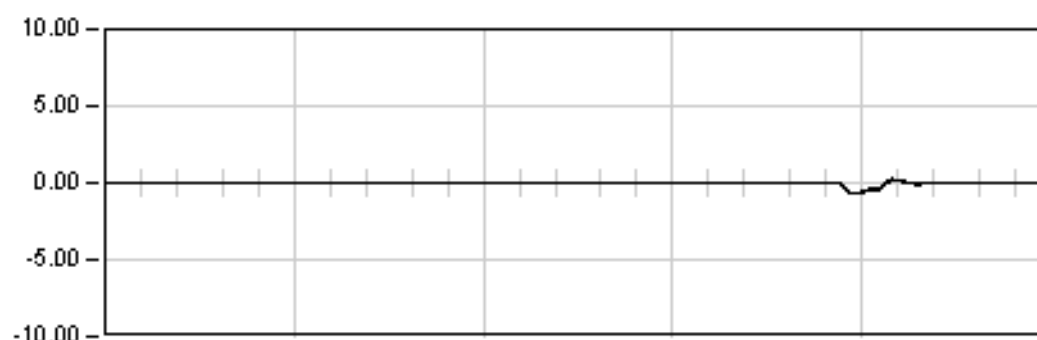
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -0.73

Min: 0.27

Rem: -0.01



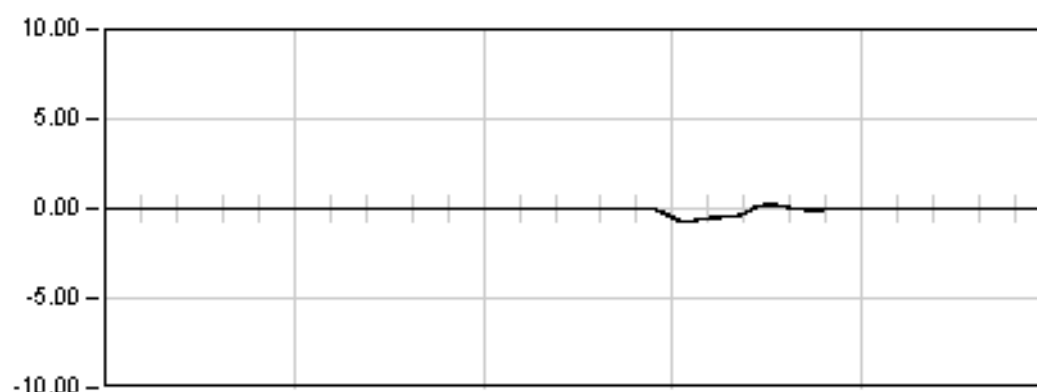
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -0.74

Min: 0.25

Rem: -0.00



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -0.73

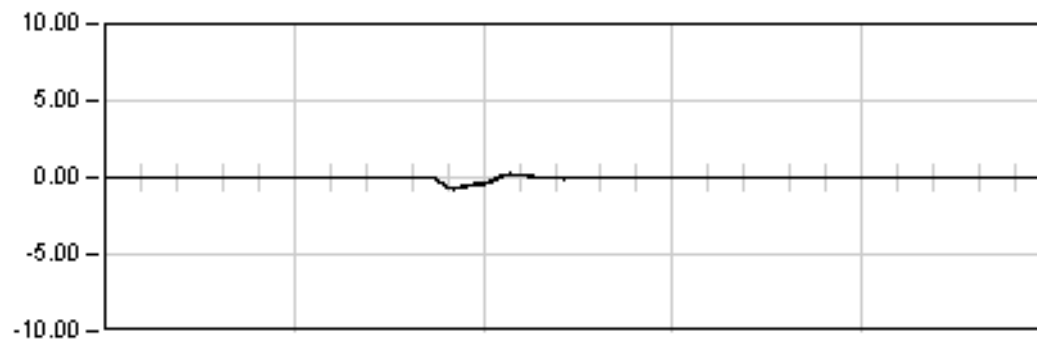
Min: 0.25

Rem: 0.00

65VI02

VANO 1

Punto : D12 Canal : 02 Unidades : mm



DINAMICA 04

111.0 Seg

Max: -0.75

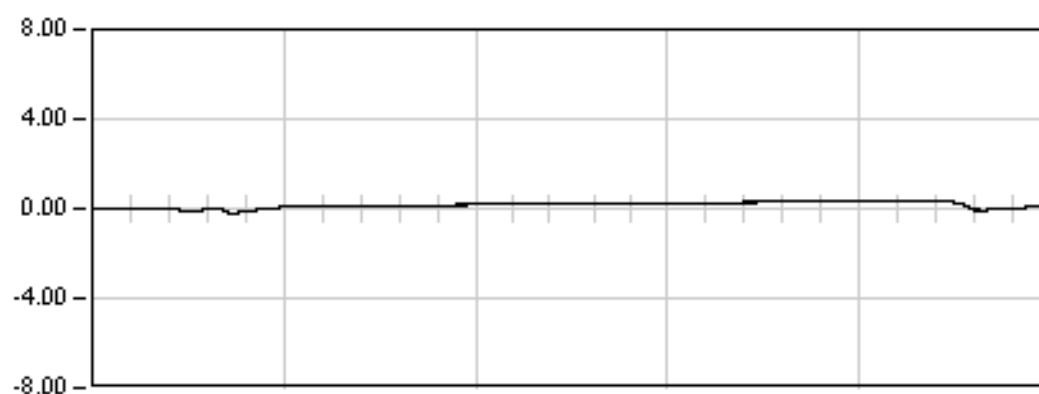
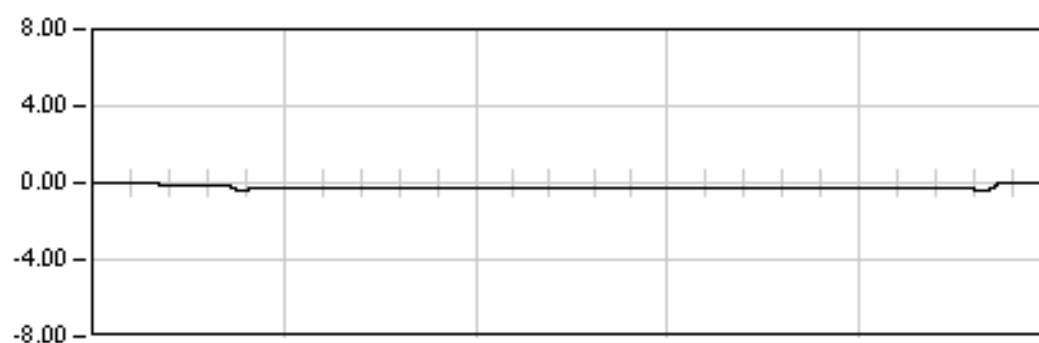
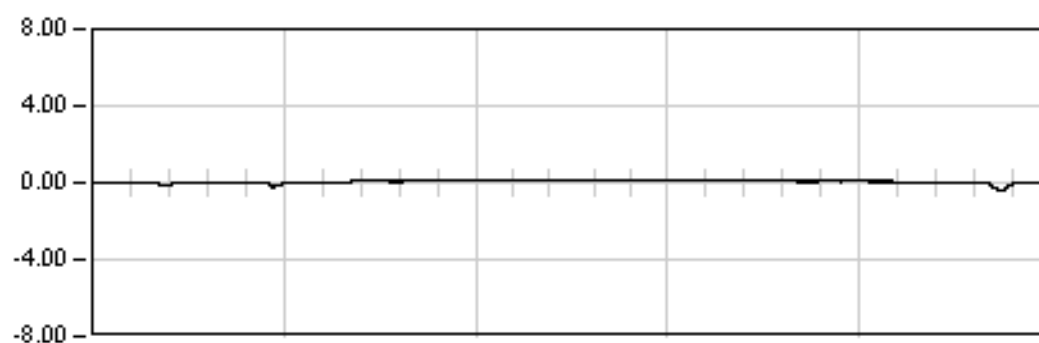
Min: 0.26

Rem: -0.02

65VI02

VANO 1

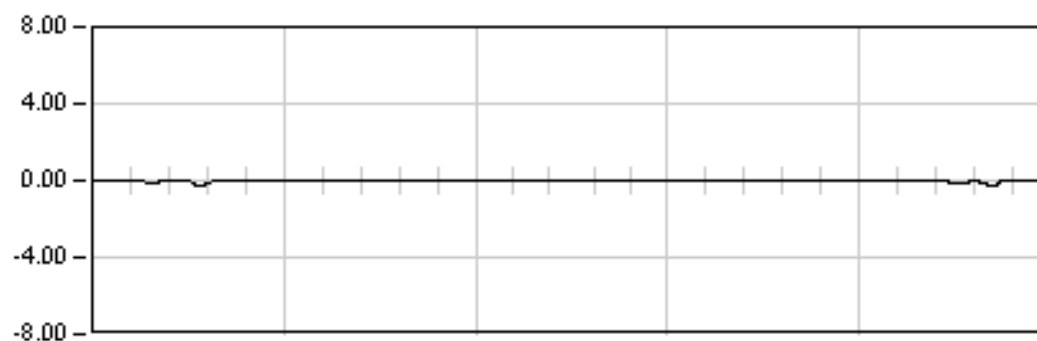
Punto : D123 Canal : 03 Unidades : mm



65VI02

VANO 1

Punto : D123 Canal : 03 Unidades : mm



ESTATICA 04

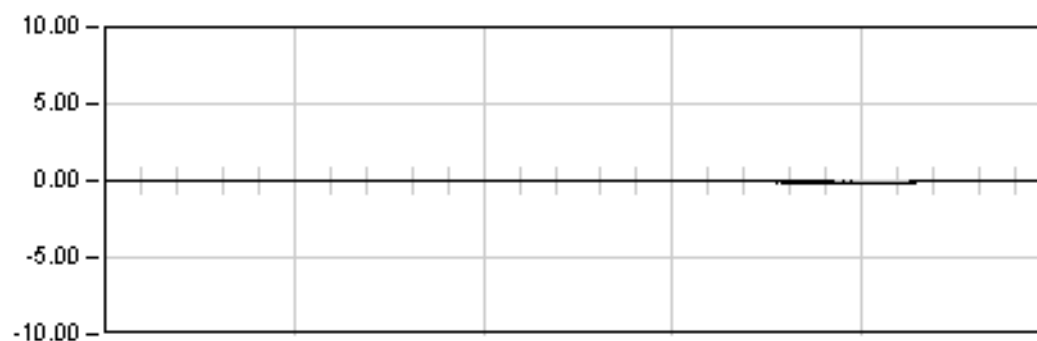
1080.0 Seg

Est: -0.02

Max: -0.26

Min: 0.05

Rem: -0.01



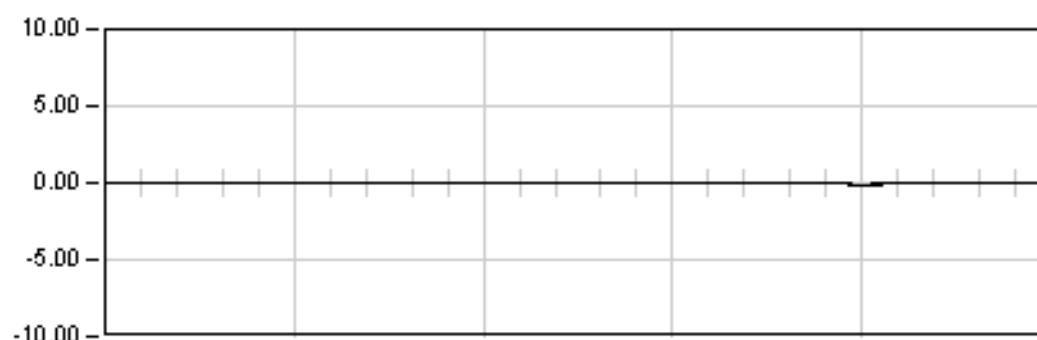
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -0.13

Min: 0.04

Rem: 0.00



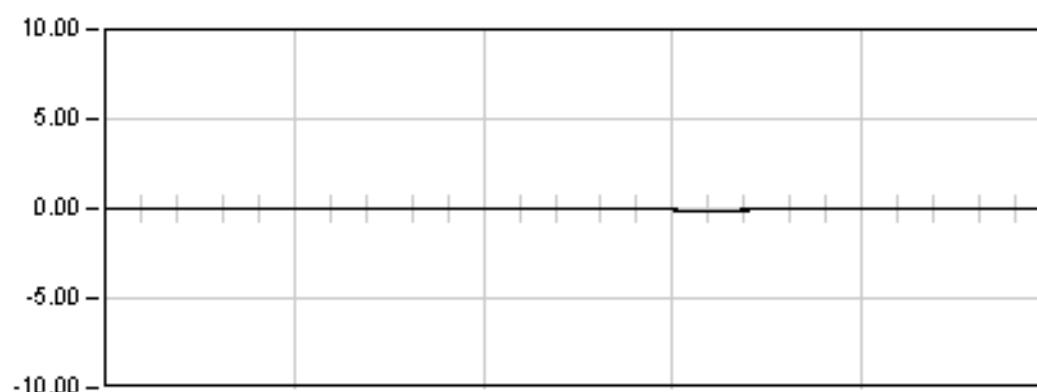
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -0.13

Min: 0.03

Rem: 0.00



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -0.13

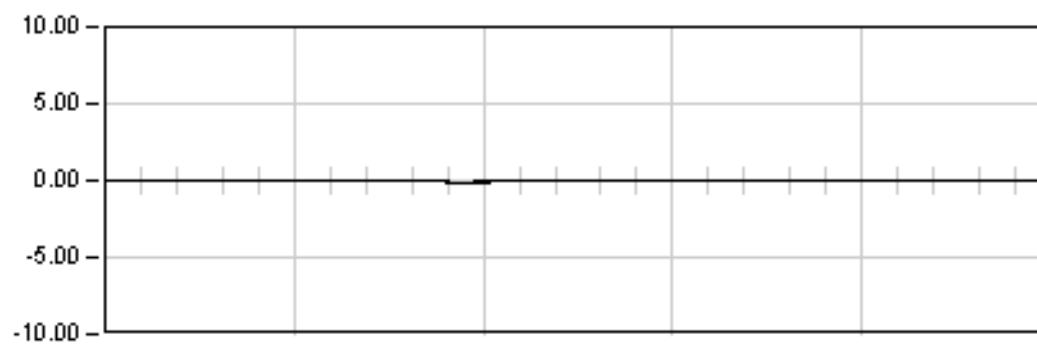
Min: 0.03

Rem: -0.01

65VI02

VANO 1

Punto : D123 Canal : 03 Unidades : mm



DINAMICA 04

111.0 Seg

Max: -0.13

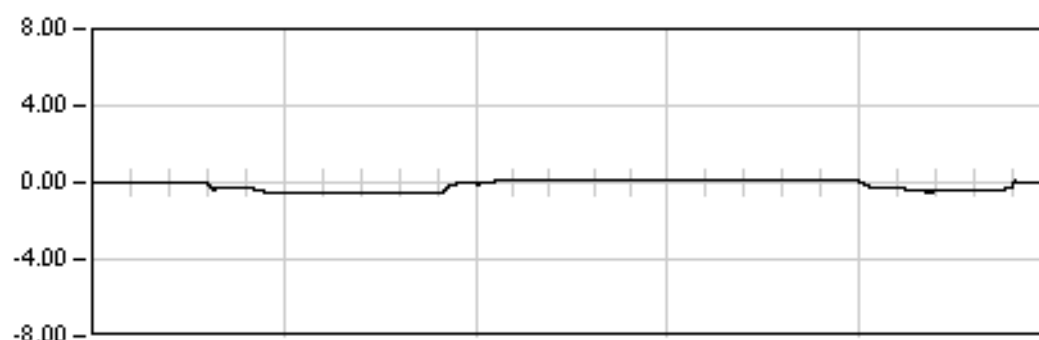
Min: 0.03

Rem: -0.01

65VI02

VANO2

Punto : D210 Canal : 06 Unidades : mm



ESTATICA 00

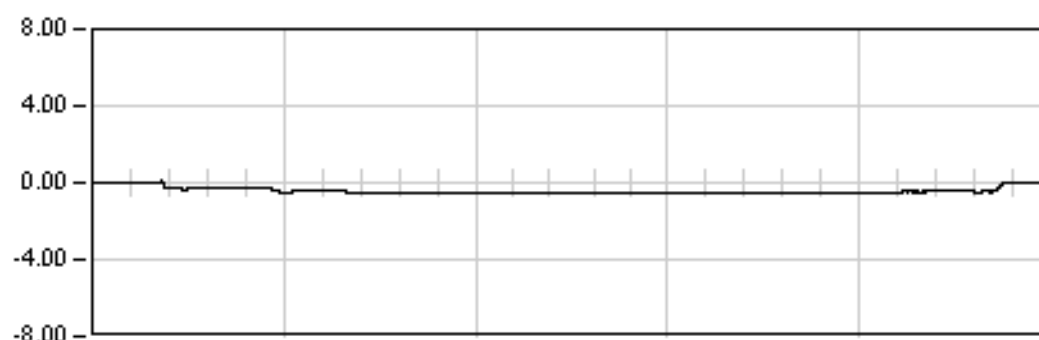
2729.0 Seg

Est: 0.17

Max: -0.51

Min: 0.18

Rem: 0.01



ESTATICA 01

1871.0 Seg

Est: -0.57

Max: -0.58

Min: 0.08

Rem: -0.01



ESTATICA 02

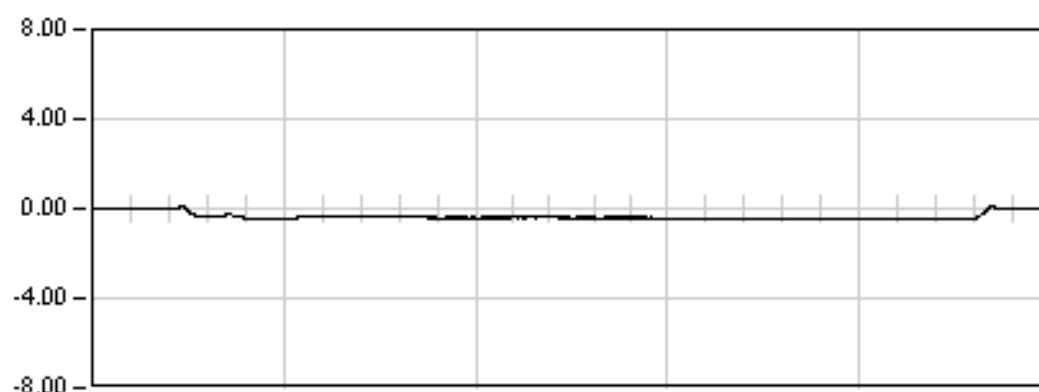
1048.0 Seg

Est: -0.46

Max: -0.48

Min: 0.09

Rem: 0.00



ESTATICA 03

821.0 Seg

Est: -0.41

Max: -0.49

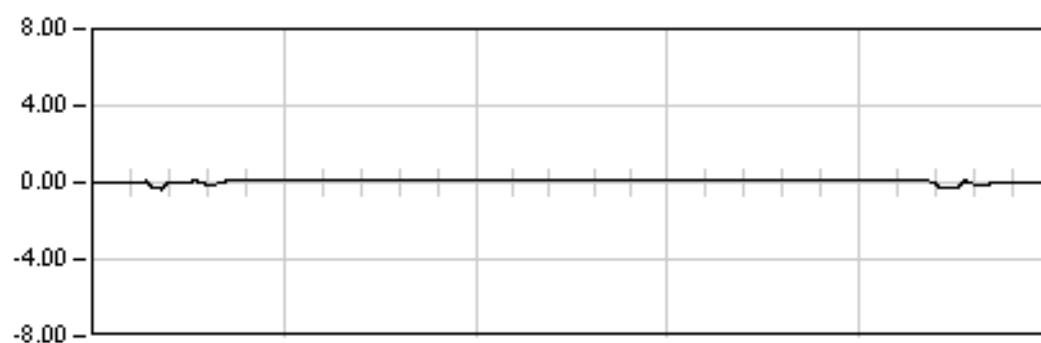
Min: 0.08

Rem: -0.02

65VI02

VAND2

Punto : D210 Canal : 06 Unidades : mm



ESTATICA 04

1080.0 Seg

Est: 0.10

Max: -0.34

Min: 0.10

Rem: 0.01



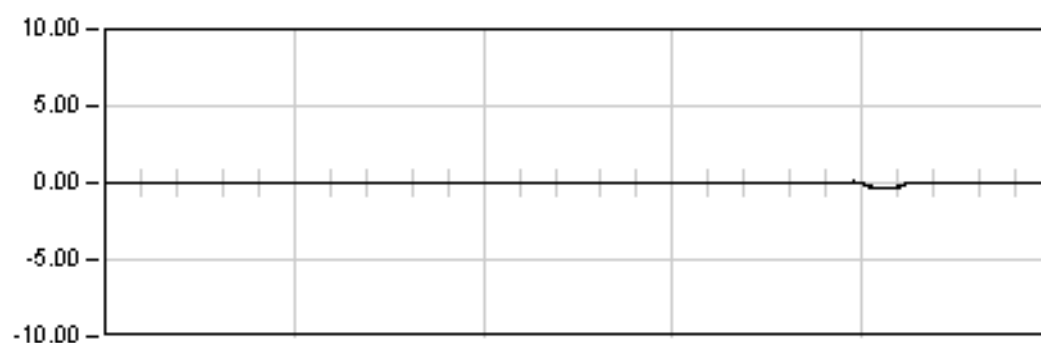
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -0.35

Min: 0.08

Rem: 0.00



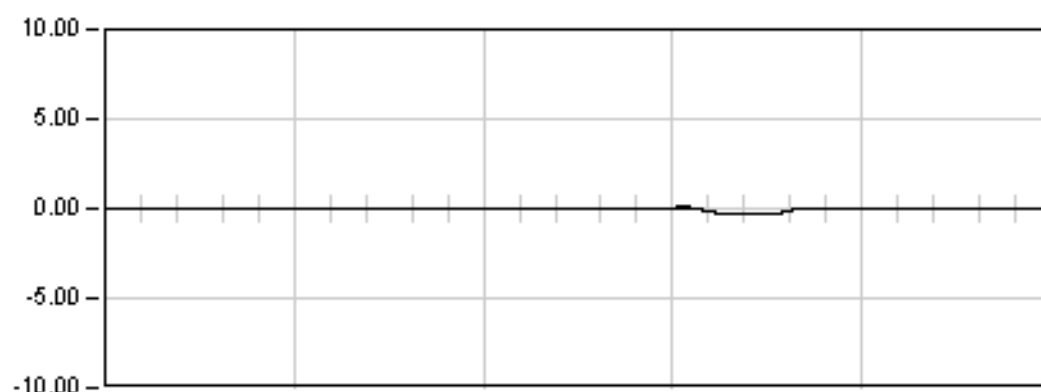
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -0.34

Min: 0.09

Rem: 0.00



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -0.34

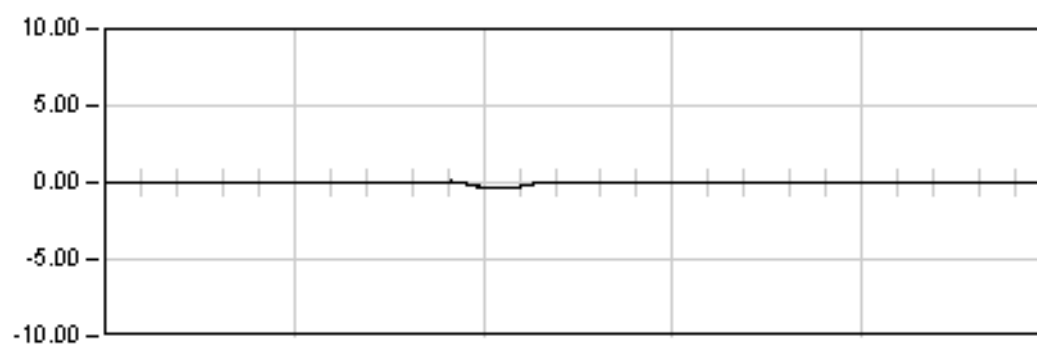
Min: 0.08

Rem: 0.00

65VI02

VANO2

Punto : D210 Canal : 06 Unidades : mm



DINAMICA 05

96.0 Seg

Max: -0.35

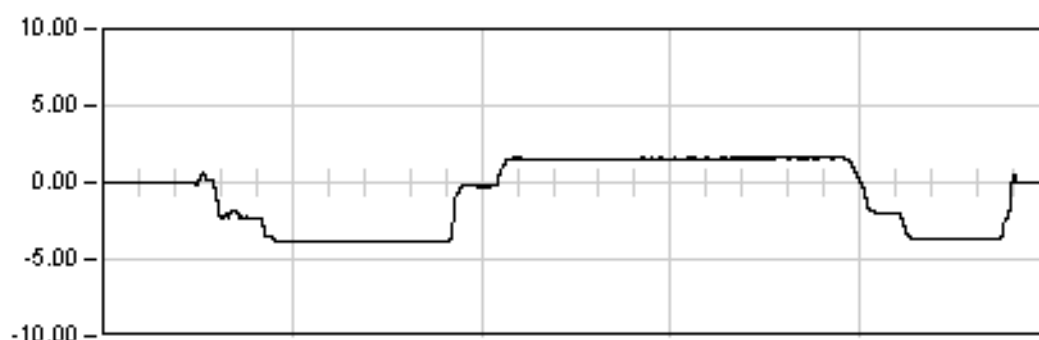
Min: 0.08

Rem: -0.00

65VI02

VANO2

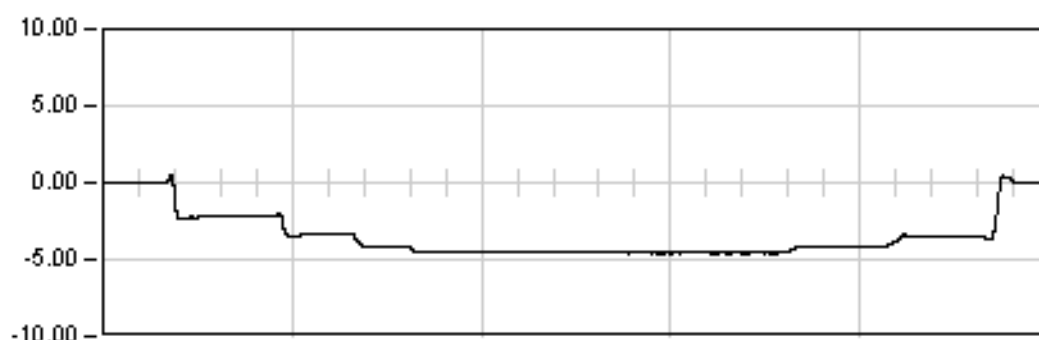
Punto : D21 Canal : 07 Unidades : mm



ESTATICA 00

2729.0 Seg

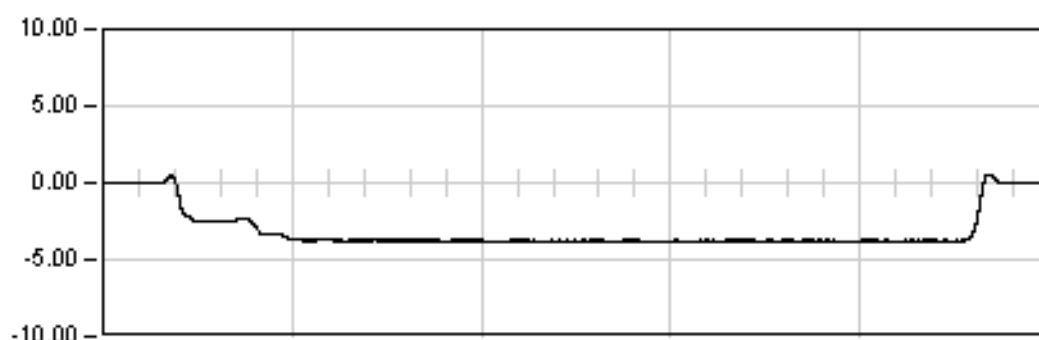
Est: 1.58
Max: -3.84
Min: 1.61
Rem: 0.03



ESTATICA 01

1871.0 Seg

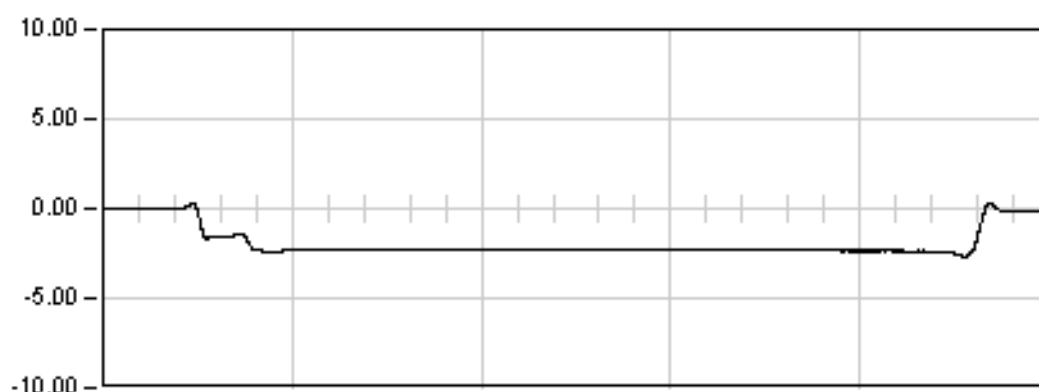
Est: -4.57
Max: -4.59
Min: 0.49
Rem: -0.04



ESTATICA 02

1048.0 Seg

Est: -3.76
Max: -3.78
Min: 0.58
Rem: -0.00



ESTATICA 03

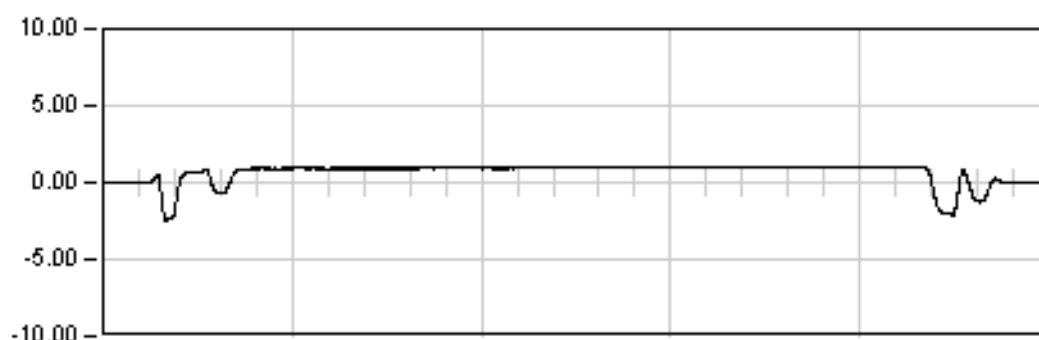
821.0 Seg

Est: -2.35
Max: -2.71
Min: 0.34
Rem: -0.09

65VI02

VAND2

Punto : D21 Canal : 07 Unidades : mm



ESTATICA 04

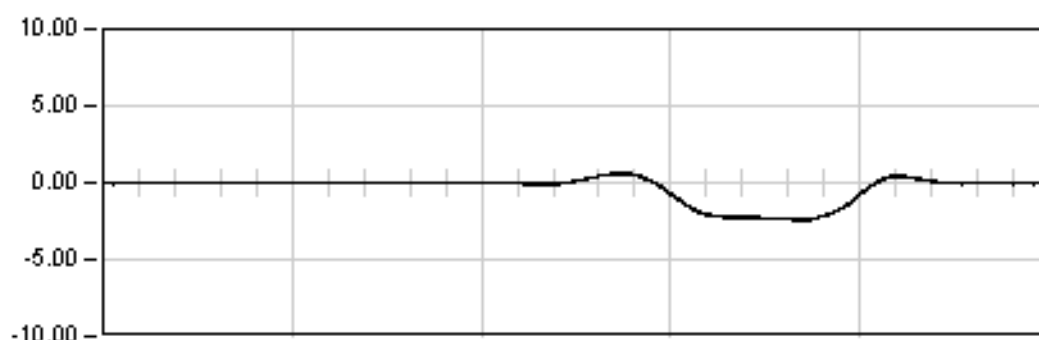
1080.0 Seg

Est: 0.94

Max: -2.45

Min: 1.01

Rem: 0.06



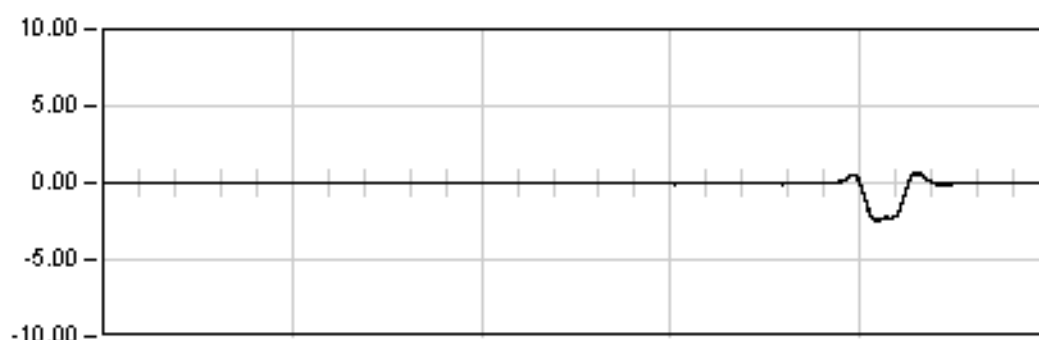
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -2.46

Min: 0.64

Rem: -0.01



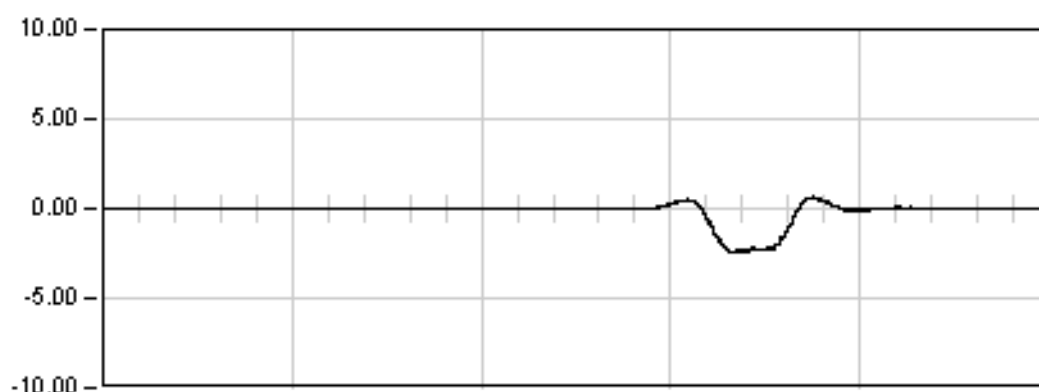
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -2.46

Min: 0.67

Rem: -0.01



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -2.48

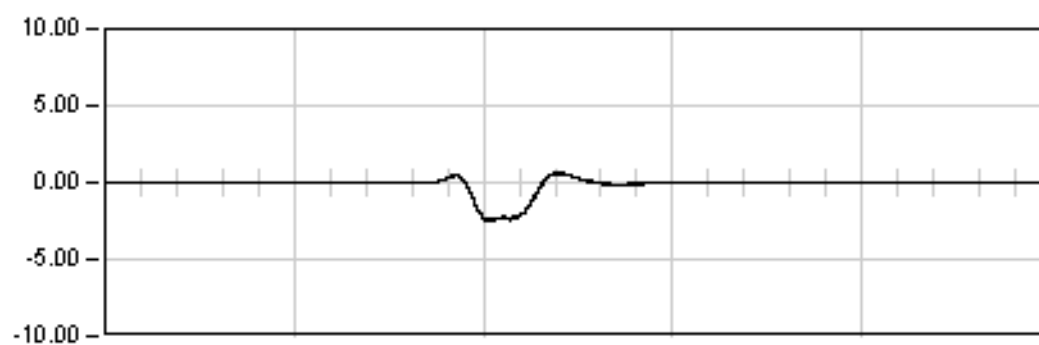
Min: 0.67

Rem: -0.00

65VI02

VANO2

Punto : D21 Canal : 07 Unidades : mm



96.0 Seg

Max: -2.52

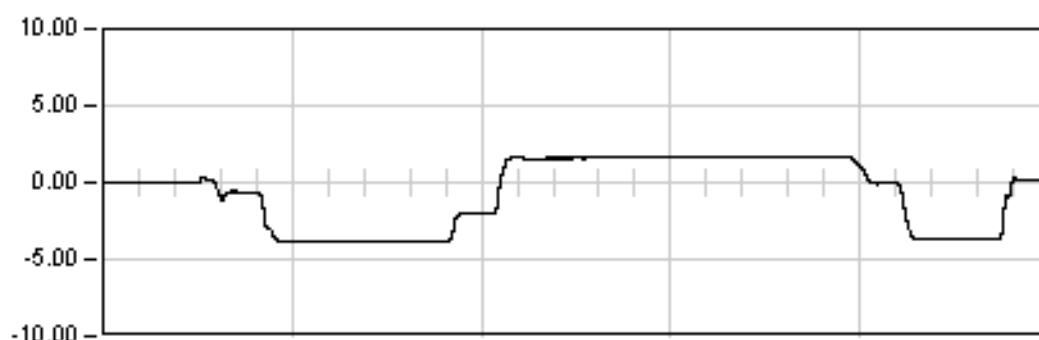
Min: 0.66

Rem: -0.01

65VI02

VANO2

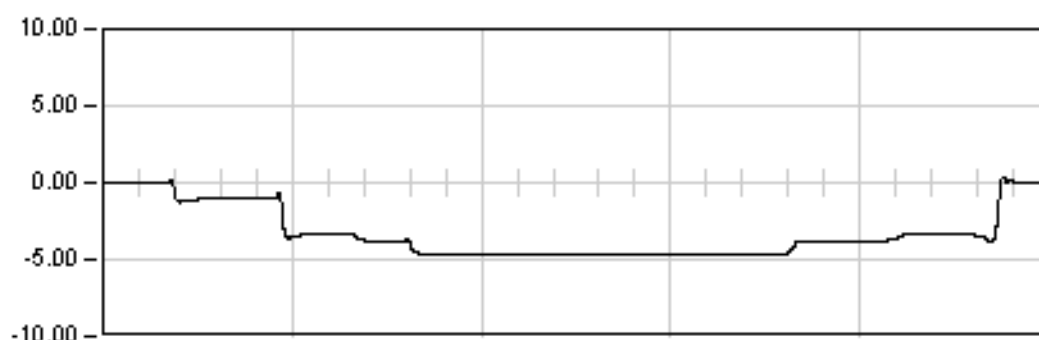
Punto : D22 Canal : 08 Unidades : mm



ESTATICA 00

2729.0 Seg

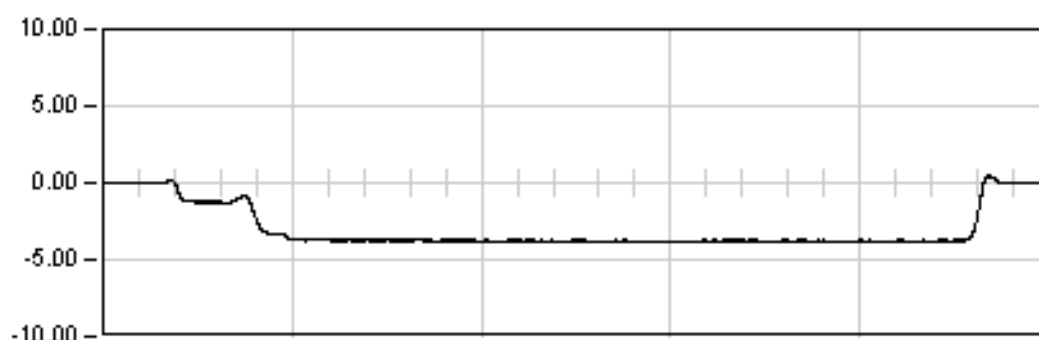
Est: 1.67
Max: -3.86
Min: 1.71
Rem: 0.14



ESTATICA 01

1871.0 Seg

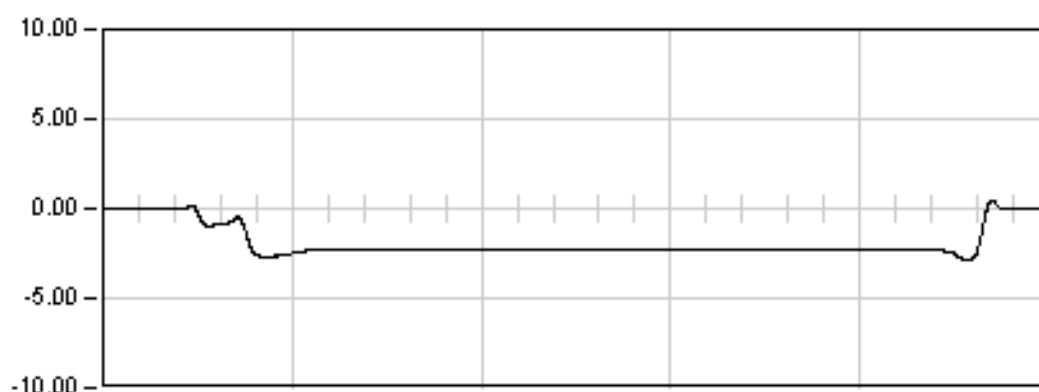
Est: -4.64
Max: -4.66
Min: 0.39
Rem: -0.04



ESTATICA 02

1048.0 Seg

Est: -3.75
Max: -3.77
Min: 0.45
Rem: 0.00



ESTATICA 03

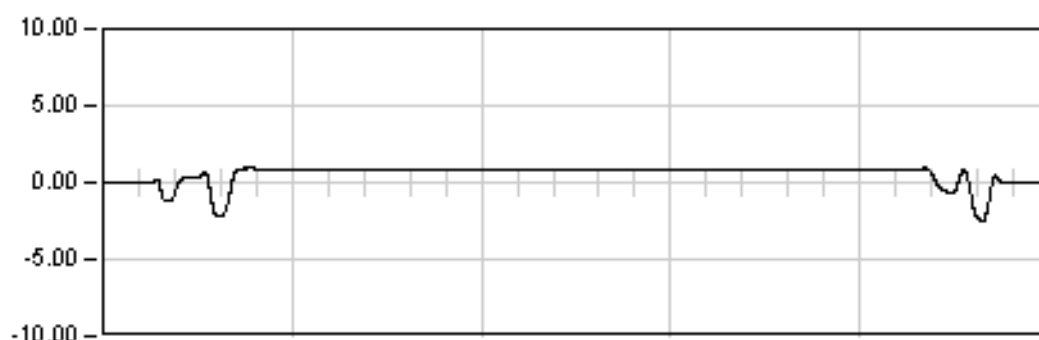
821.0 Seg

Est: -2.28
Max: -2.89
Min: 0.45
Rem: -0.03

65VI02

VANO2

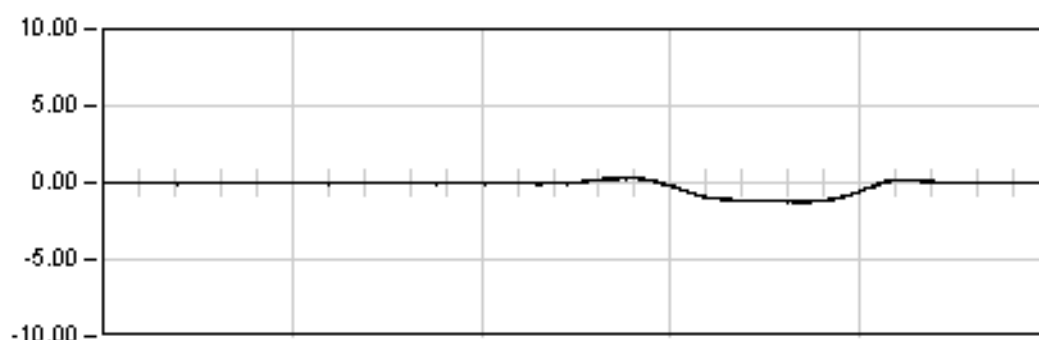
Punto : D22 Canal : 08 Unidades : mm



ESTATICA 04

1080.0 Seg

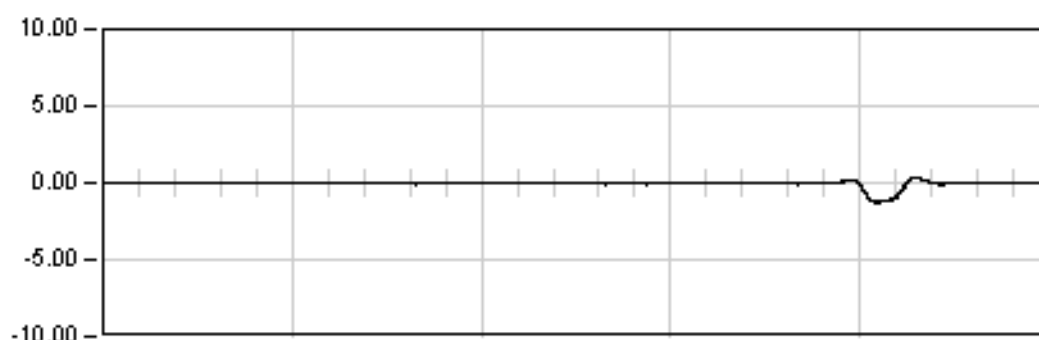
Est: 0.89
Max: -2.49
Min: 0.94
Rem: 0.06



DINAMICA 00

427.0 Seg

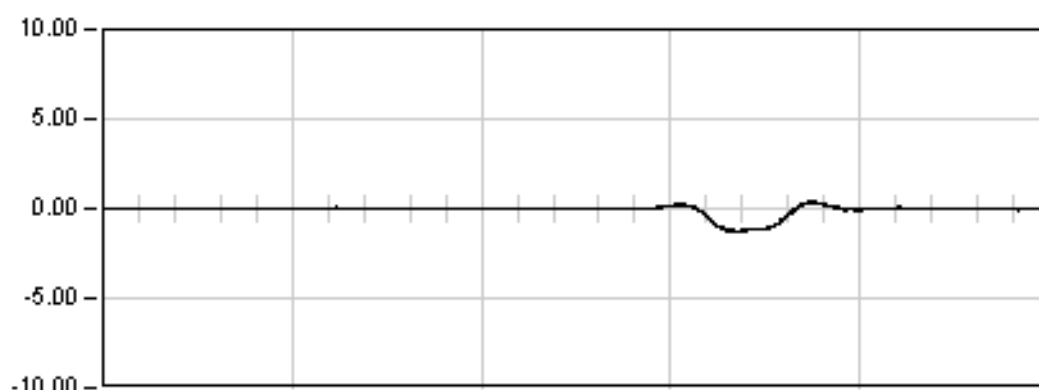
Max: -1.27
Min: 0.35
Rem: -0.00



DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -1.27
Min: 0.33
Rem: 0.00



DINAMICA 03

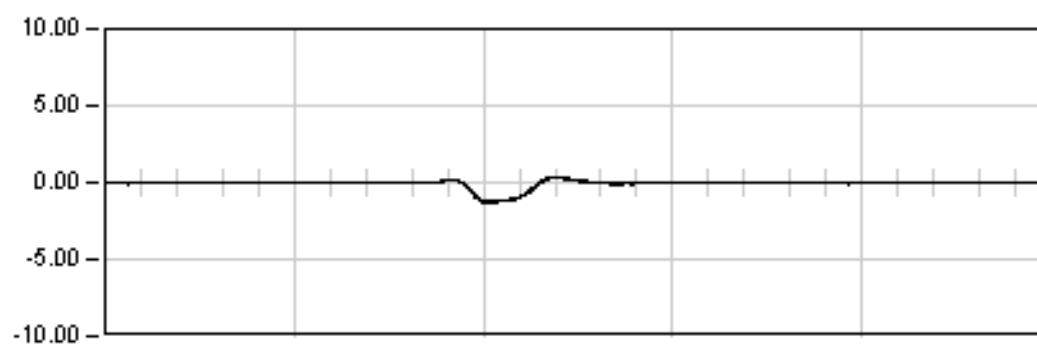
69.0 Seg

Max: -1.29
Min: 0.37
Rem: 0.00

65VI02

VANO2

Punto : D22 Canal : 08 Unidades : mm



DINAMICA 05

96.0 Seg

Max: -1.29

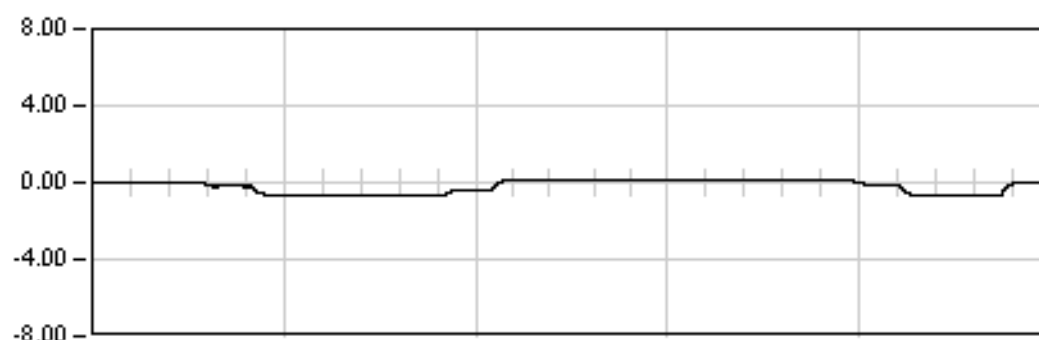
Min: 0.37

Rem: -0.01

65VI02

VANO2

Punto : D223 Canal : 32 Unidades : mm



ESTATICA 00

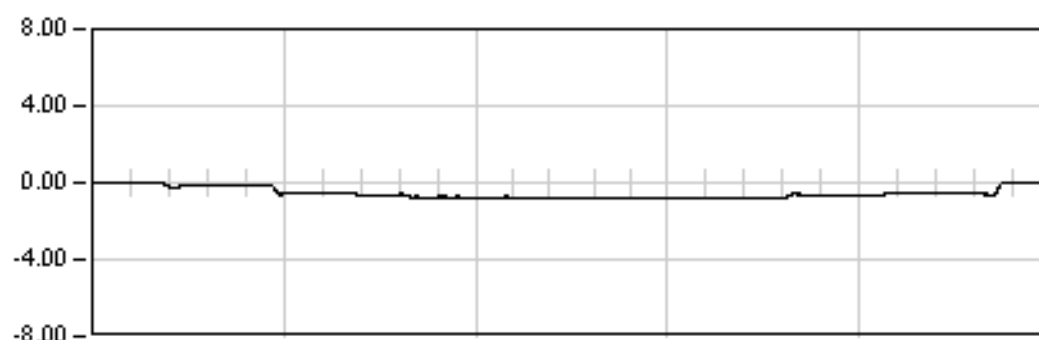
2729.0 Seg

Est: 0.12

Max: -0.70

Min: 0.15

Rem: 0.01



ESTATICA 01

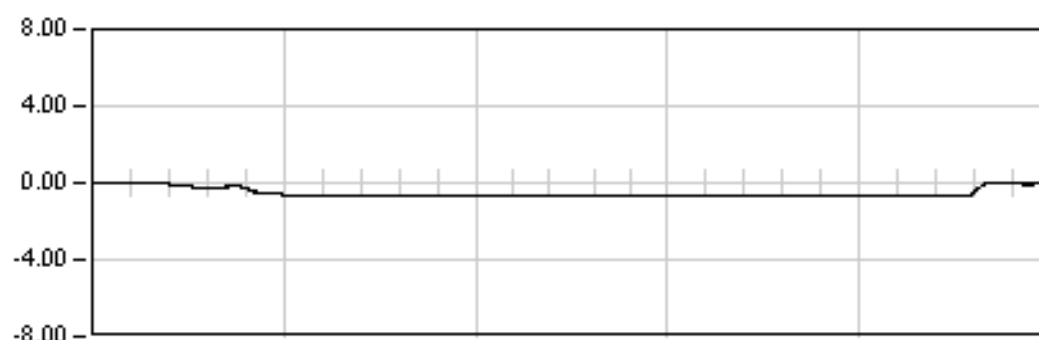
1871.0 Seg

Est: -0.76

Max: -0.77

Min: 0.04

Rem: -0.01



ESTATICA 02

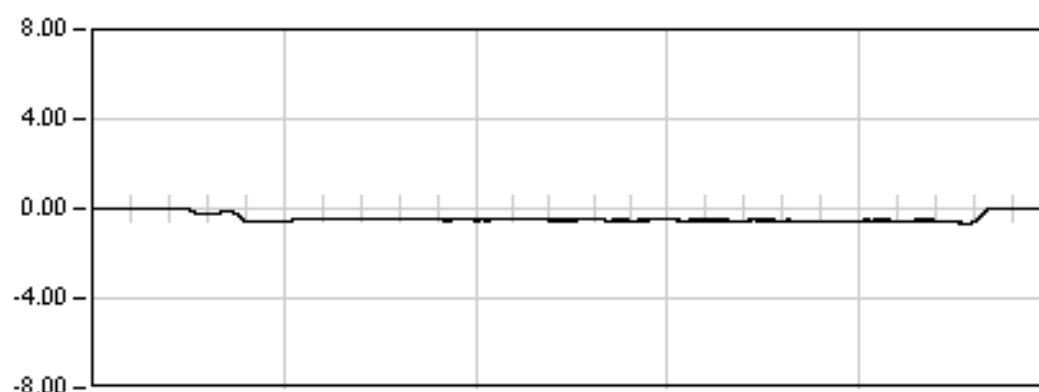
1048.0 Seg

Est: -0.68

Max: -0.70

Min: 0.03

Rem: -0.06



ESTATICA 03

821.0 Seg

Est: -0.52

Max: -0.65

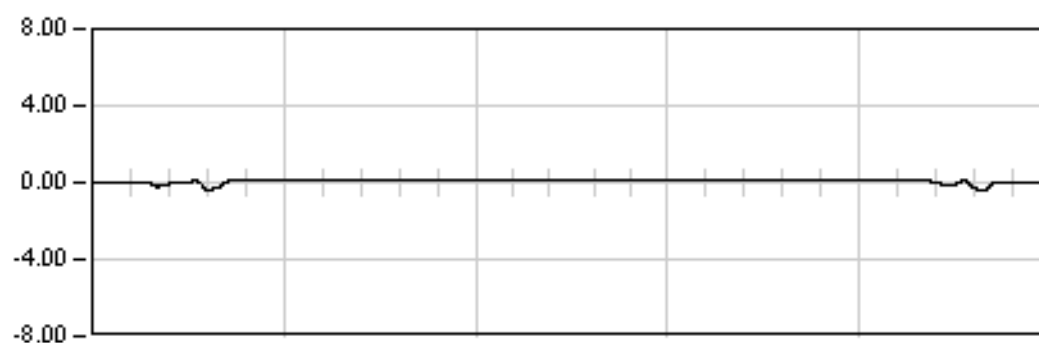
Min: 0.04

Rem: -0.03

65VI02

VANO2

Punto : D223 Canal : 32 Unidades : mm



ESTATICA 04

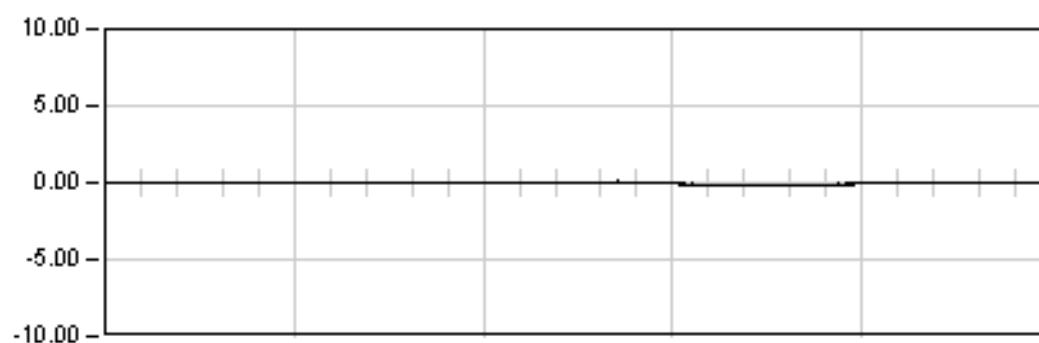
1080.0 Seg

Est: 0.17

Max: -0.43

Min: 0.18

Rem: 0.01



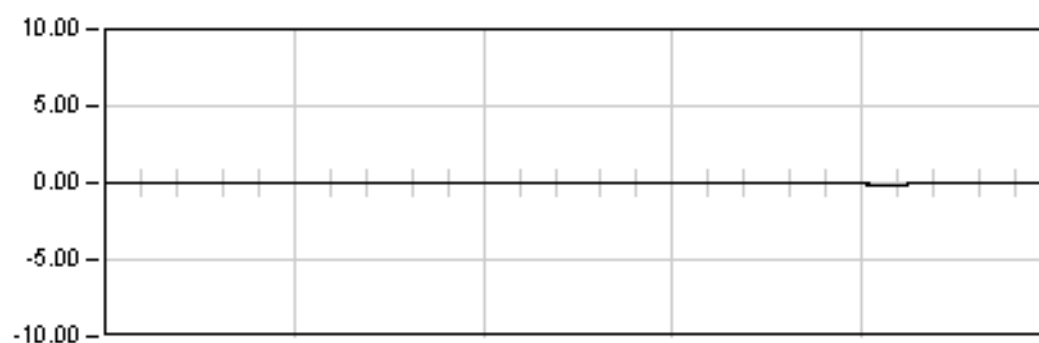
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -0.22

Min: 0.11

Rem: -0.01



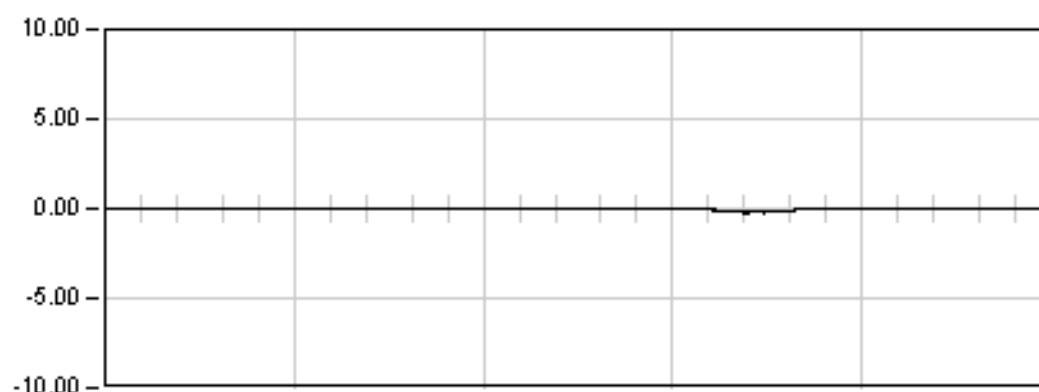
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -0.23

Min: 0.07

Rem: -0.01



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -0.22

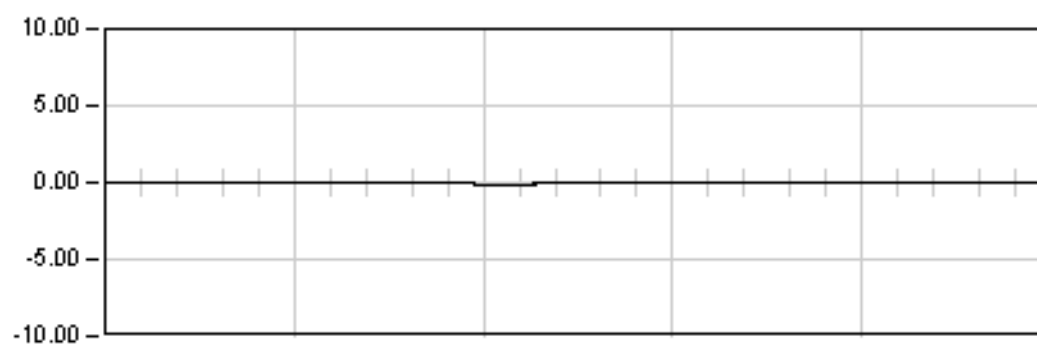
Min: 0.06

Rem: -0.01

65VI02

VAND2

Punto : D223 Canal : 32 Unidades : mm



DINAMICA 05

96.0 Seg

Max: -0.22

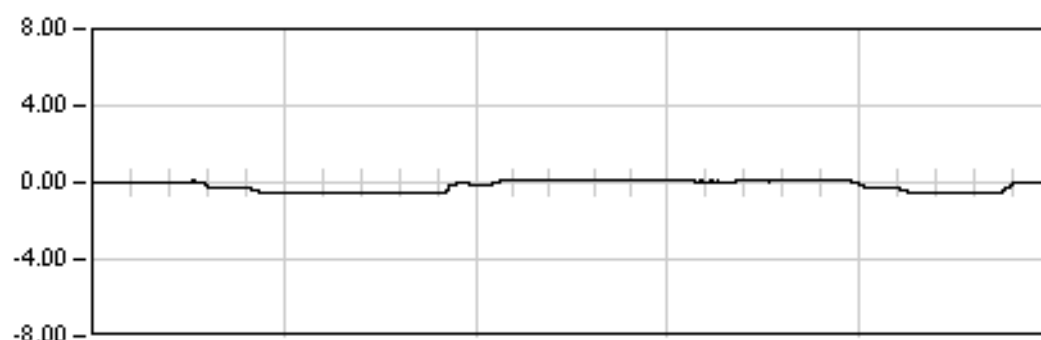
Min: 0.06

Rem: 0.00

65VI02

VANO2

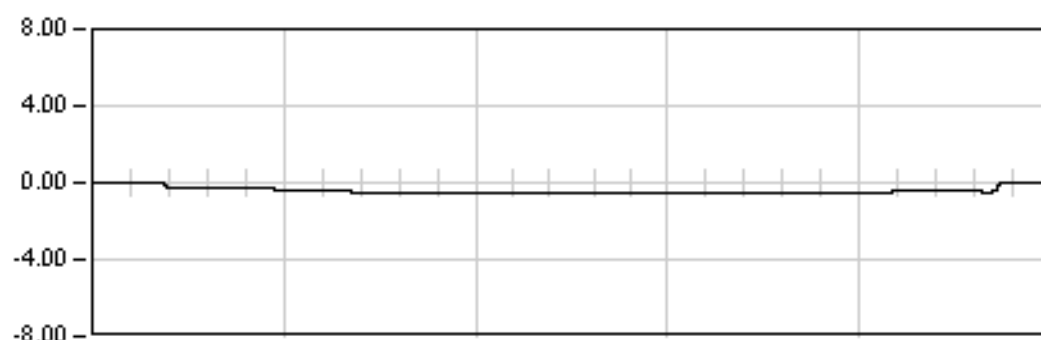
Punto : D213 Canal : 10 Unidades : mm



ESTATICA 00

2729.0 Seg

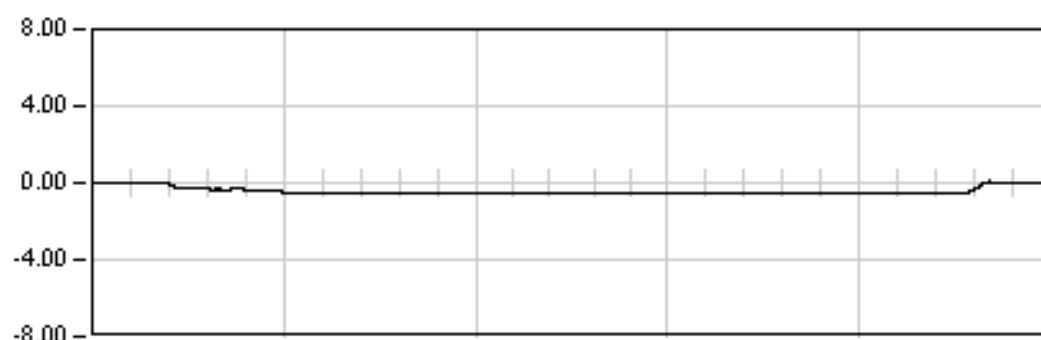
Est: 0.09
Max: -0.54
Min: 0.15
Rem: 0.00



ESTATICA 01

1871.0 Seg

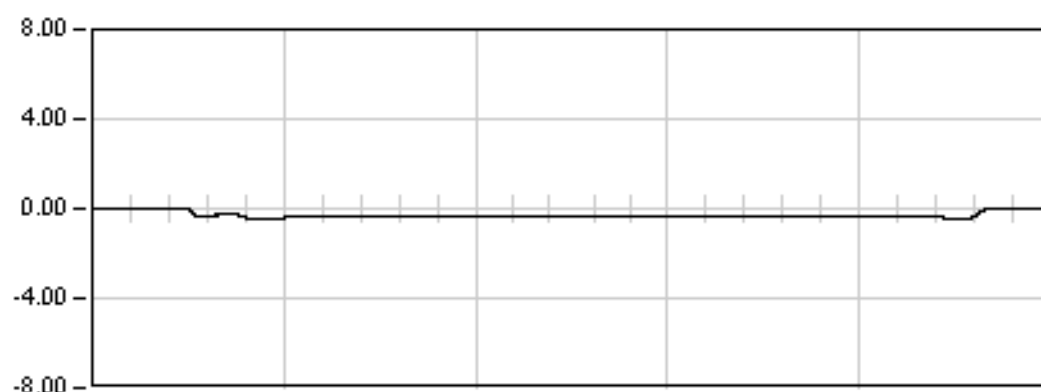
Est: -0.58
Max: -0.60
Min: 0.04
Rem: -0.01



ESTATICA 02

1048.0 Seg

Est: -0.48
Max: -0.51
Min: 0.07
Rem: 0.00



ESTATICA 03

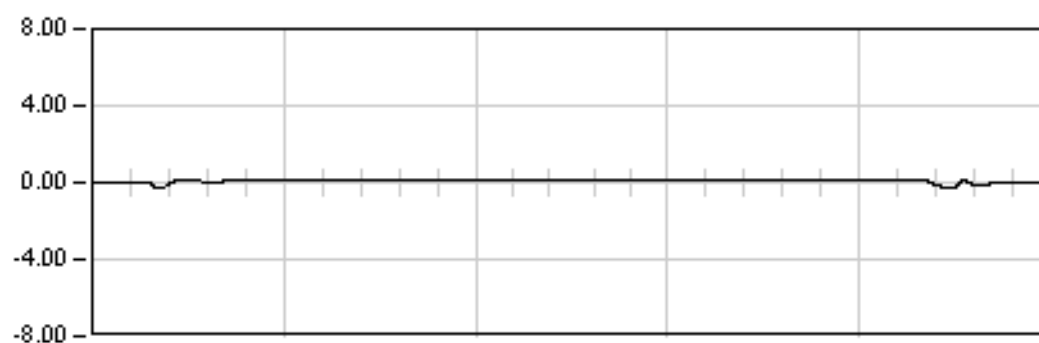
821.0 Seg

Est: -0.39
Max: -1.76
Min: 0.00
Rem: 0.00

65VI02

VAND2

Punto : D213 Canal : 10 Unidades : mm



ESTATICA 04

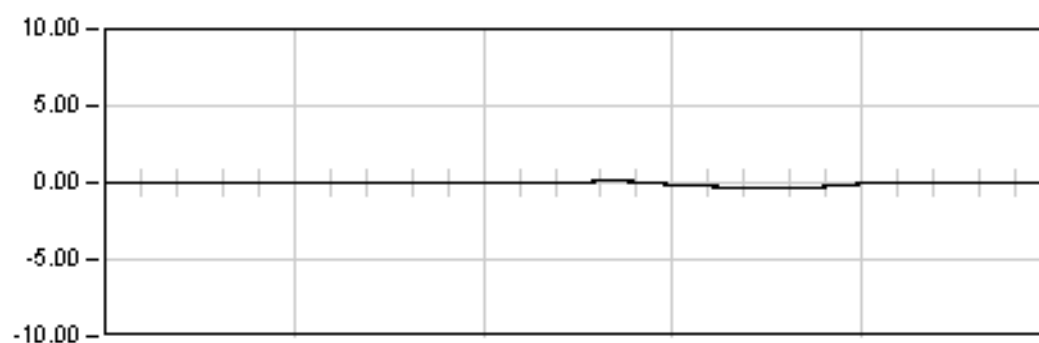
1080.0 Seg

Est: 0.17

Max: -0.32

Min: 0.18

Rem: 0.00



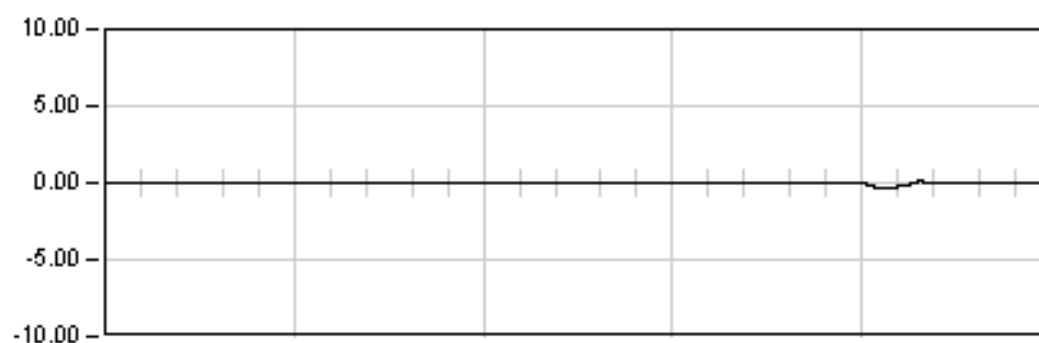
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -0.34

Min: 0.12

Rem: -0.01



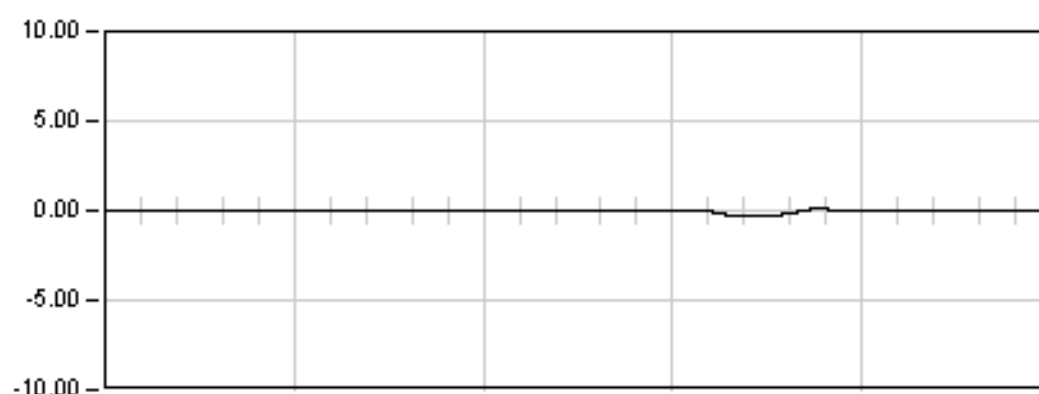
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -0.33

Min: 0.10

Rem: -0.01



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -0.33

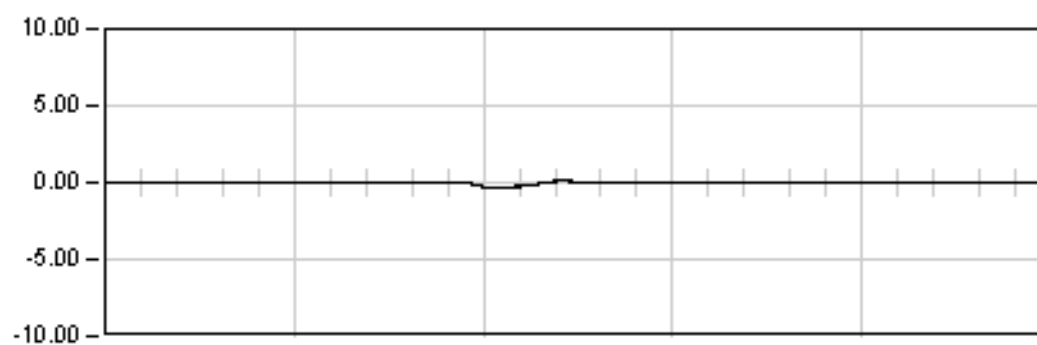
Min: 0.11

Rem: -0.01

65VI02

VANO2

Punto : D213 Canal : 10 Unidades : mm



DINAMICA 05

96.0 Seg

Max: -0.33

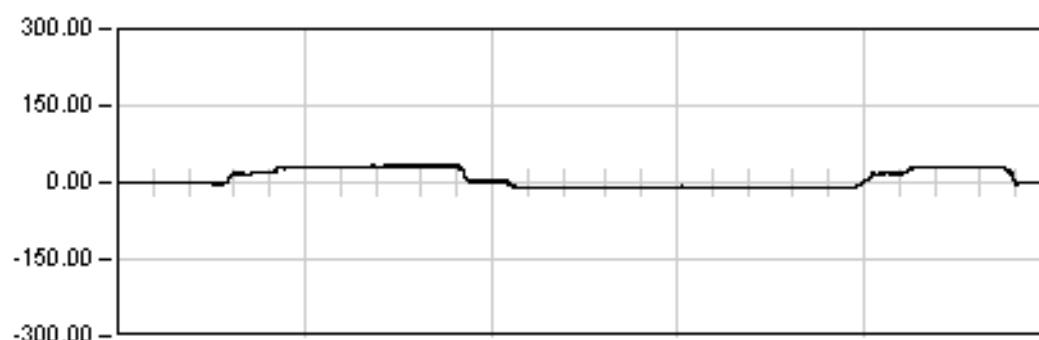
Min: 0.11

Rem: -0.02

65VI02

VAND2

Punto : E21 Canal : 16 Unidades : μE



ESTATICA 00

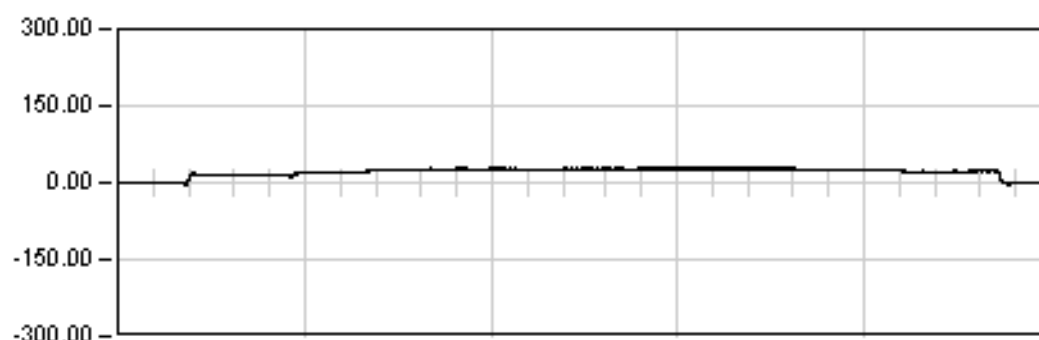
2729.0 Seg

Est: -10.31

Max: 33.44

Min: -11.89

Rem: -0.08



ESTATICA 01

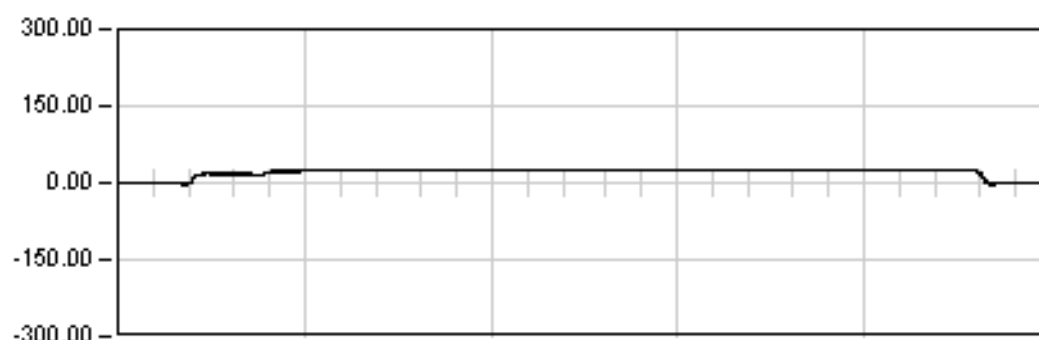
1871.0 Seg

Est: 28.02

Max: 28.37

Min: -2.75

Rem: 0.89



ESTATICA 02

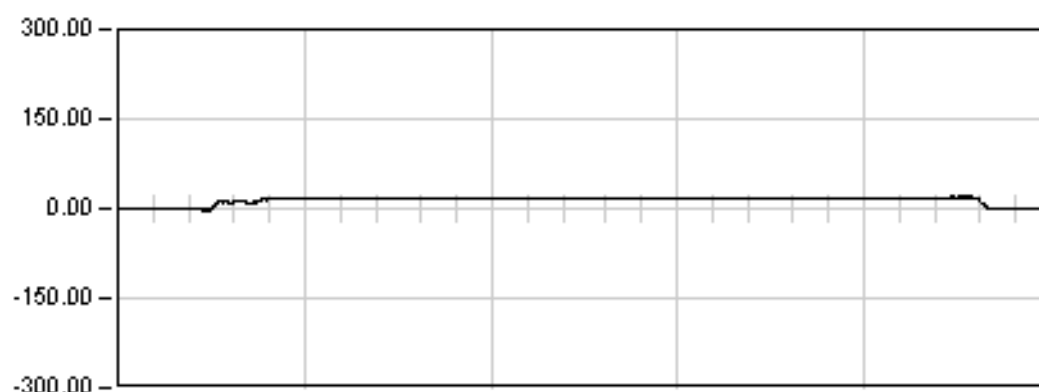
1048.0 Seg

Est: 25.16

Max: 26.98

Min: -3.68

Rem: 0.16



ESTATICA 03

821.0 Seg

Est: 18.01

Max: 20.99

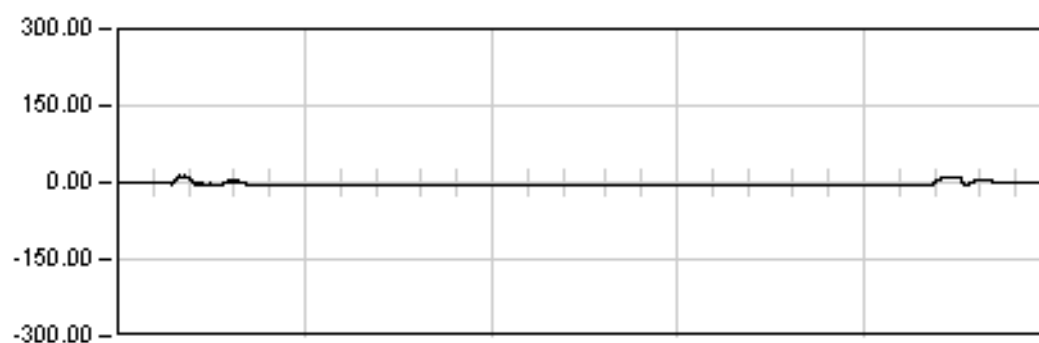
Min: -3.04

Rem: 1.18

65VI02

VAND2

Punto : E21 Canal : 16 Unidades : μE



ESTATICA 04

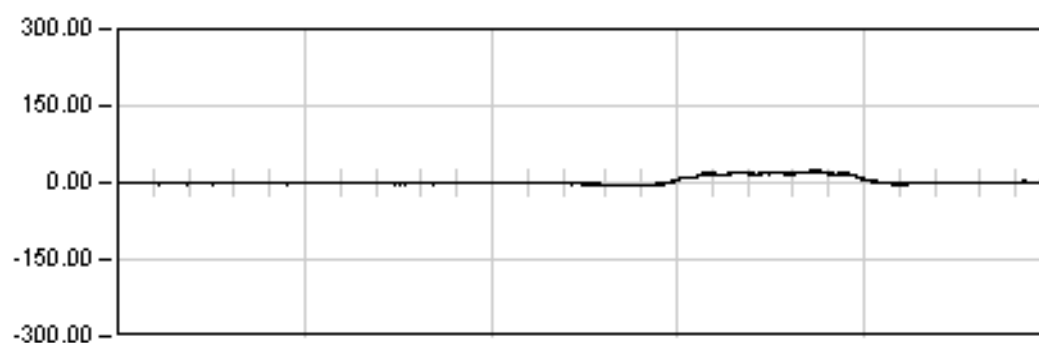
1080.0 Seg

Est: -4.67

Max: 13.44

Min: -5.44

Rem: -0.07



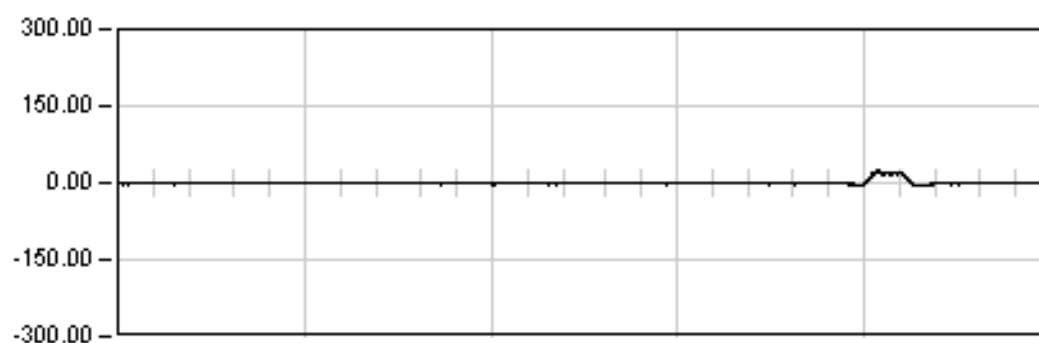
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: 23.27

Min: -6.84

Rem: 1.66



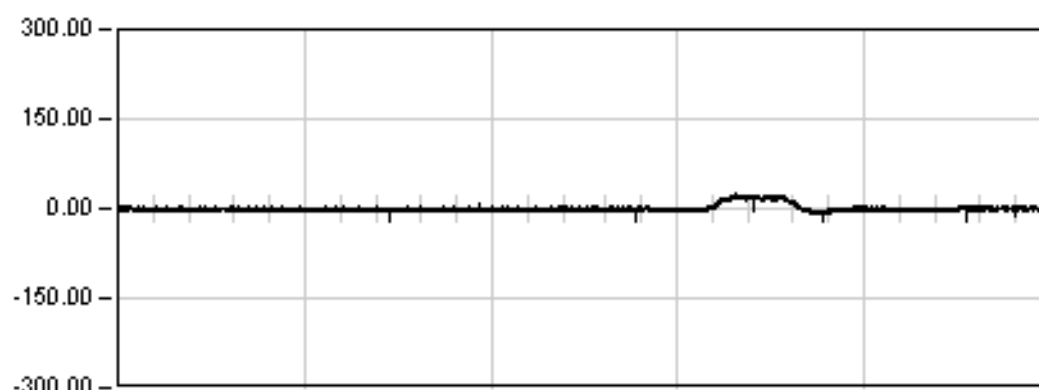
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: 22.88

Min: -6.61

Rem: 1.65



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: 23.72

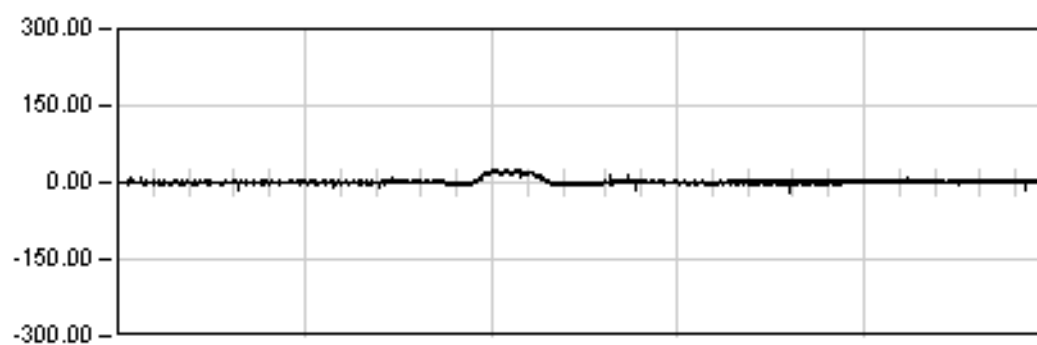
Min: -21.82

Rem: 0.61

65VI02

VAND2

Punto : E21 Canal : 16 Unidades : μE



DINAMICA 05

96.0 Seg

Max: 24.03

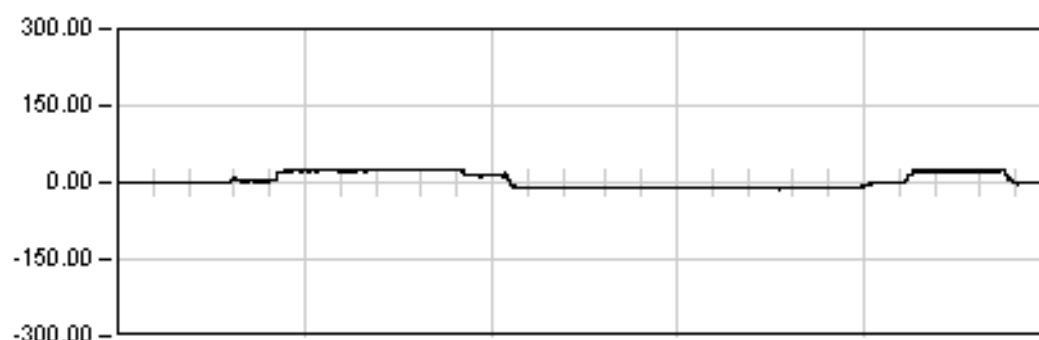
Min: -19.32

Rem: 1.08

65VI02

VANO2

Punto : E22 Canal : 17 Unidades : μE



ESTATICA 00

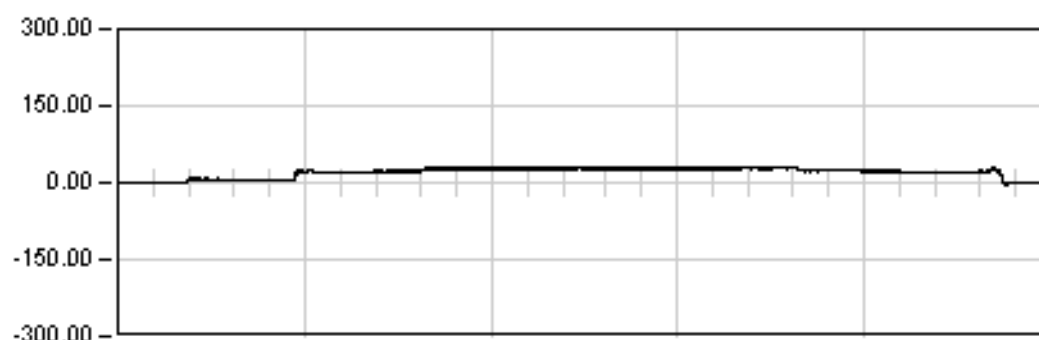
2729.0 Seg

Est: -10.64

Max: 26.87

Min: -12.57

Rem: -0.03



ESTATICA 01

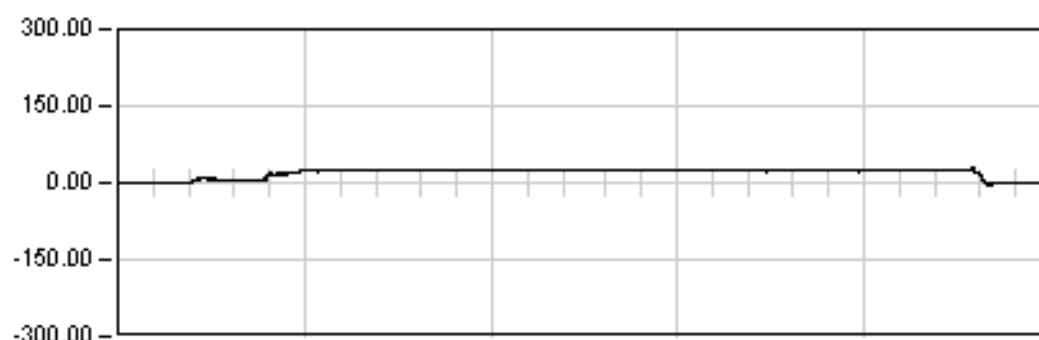
1871.0 Seg

Est: 28.26

Max: 30.14

Min: -2.97

Rem: 0.98



ESTATICA 02

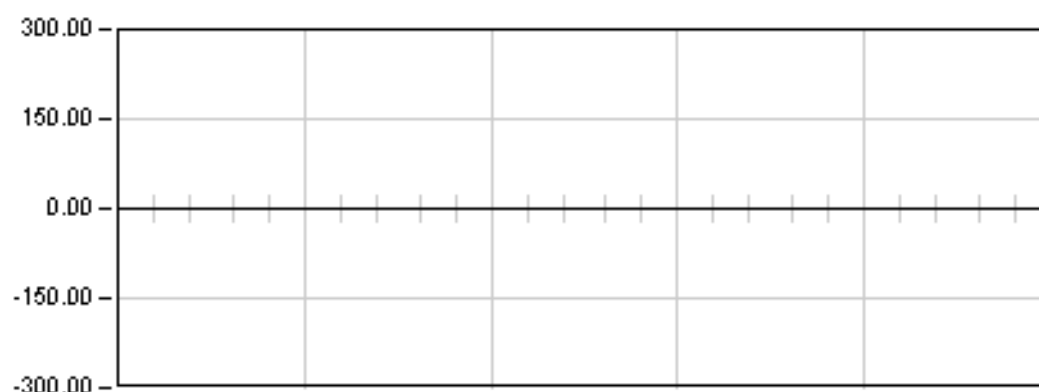
1048.0 Seg

Est: 24.20

Max: 28.01

Min: -3.22

Rem: 0.59



ESTATICA 03

0.4 Seg

Est: 17.98

Max: 22.22

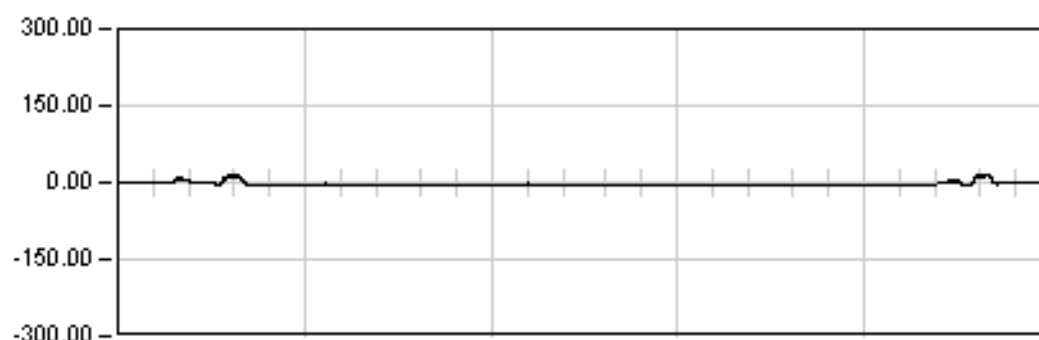
Min: -2.21

Rem: 1.29

65VI02

VAND2

Punto : E22 Canal : 17 Unidades : μE



ESTATICA 04

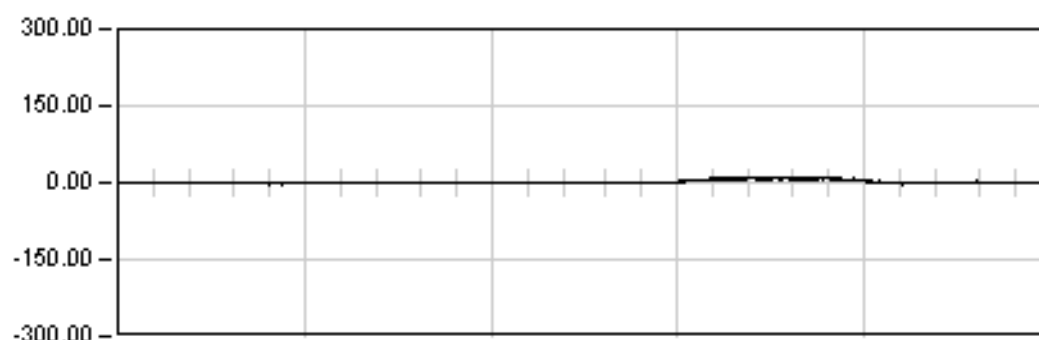
1080.0 Seg

Est: -5.41

Max: 16.16

Min: -6.35

Rem: -0.37



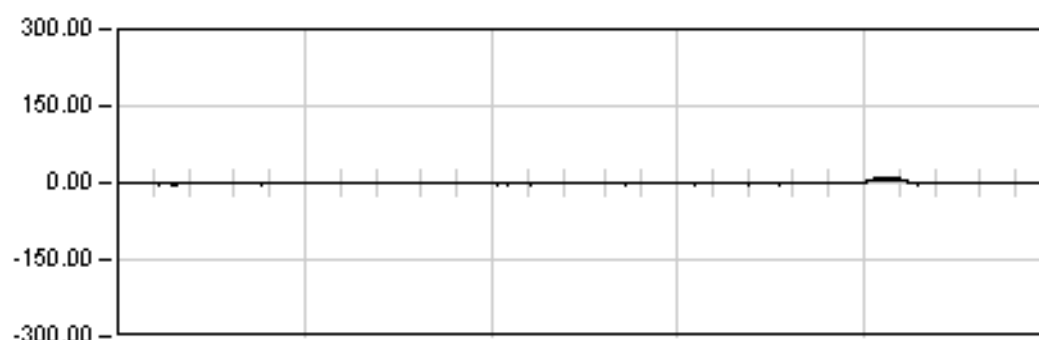
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: 9.43

Min: -2.77

Rem: -0.09



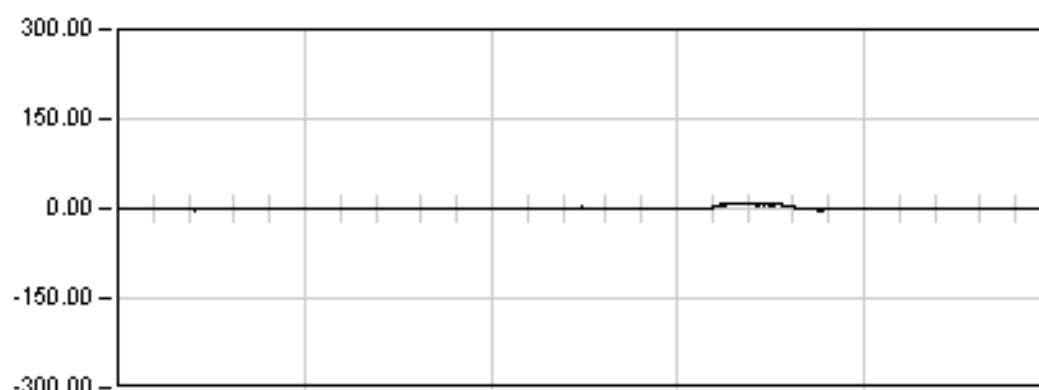
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: 9.19

Min: -3.93

Rem: -0.50



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: 9.47

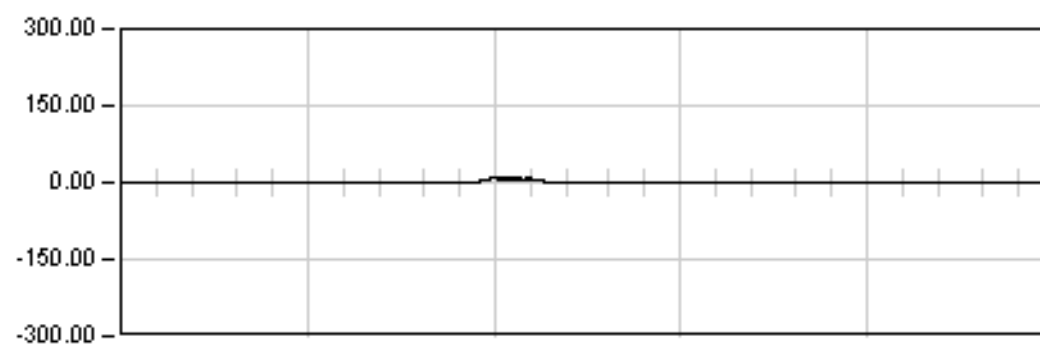
Min: -2.38

Rem: 0.10

65VI02

VAND2

Punto : E22 Canal : 17 Unidades : μE



DINAMICA 05

96.0 Seg

Max: 9.43

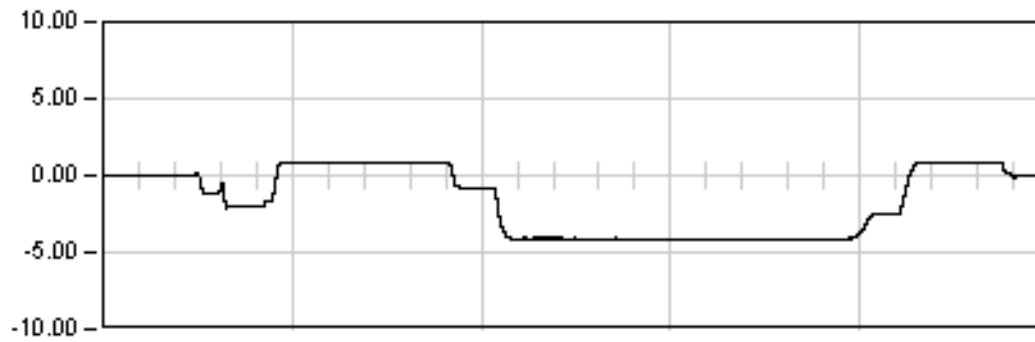
Min: -2.45

Rem: 0.44

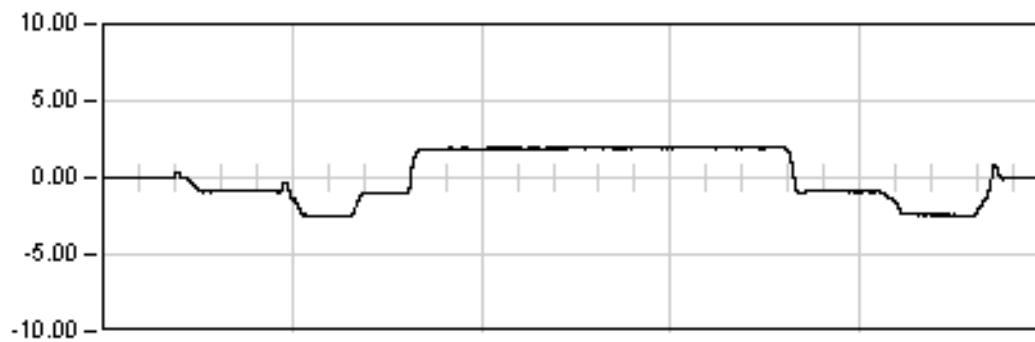
65VI02

VAND3

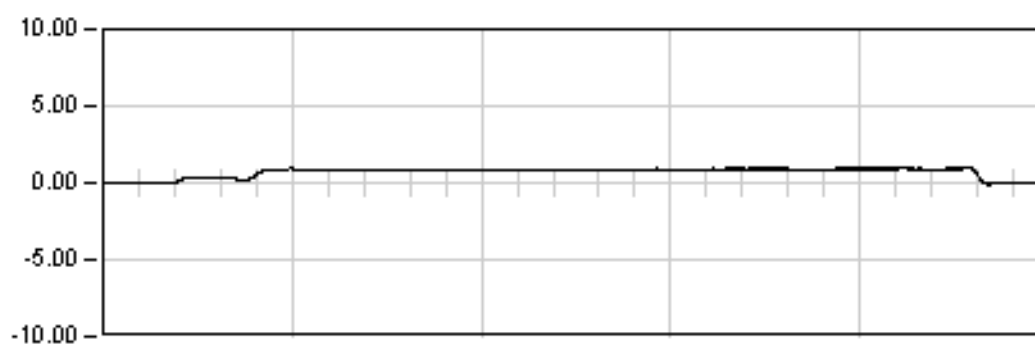
Punto : D32 Canal : 11 Unidades : mm



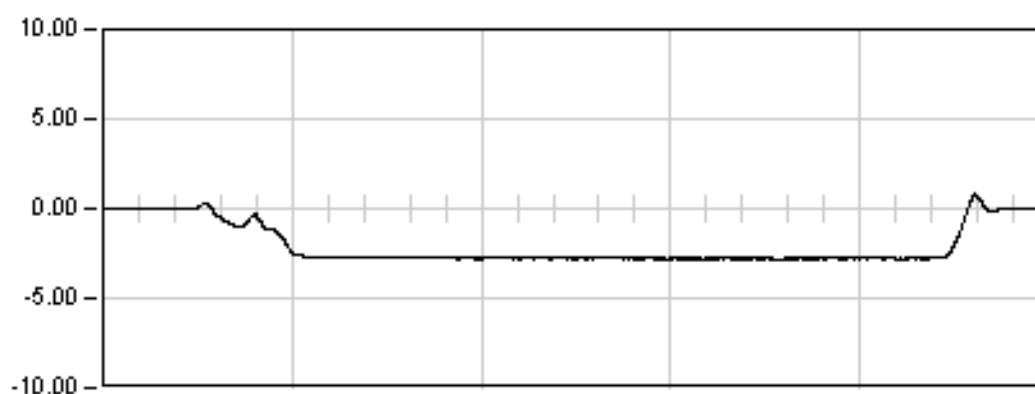
ESTATICA 00
2729.0 Seg
Est: -4.13
Max: -4.16
Min: 0.90
Rem: -0.05



ESTATICA 01
1871.0 Seg
Est: 1.92
Max: -2.45
Min: 1.96
Rem: 0.01



ESTATICA 02
1048.0 Seg
Est: 0.92
Max: 1.00
Min: -0.10
Rem: 0.02

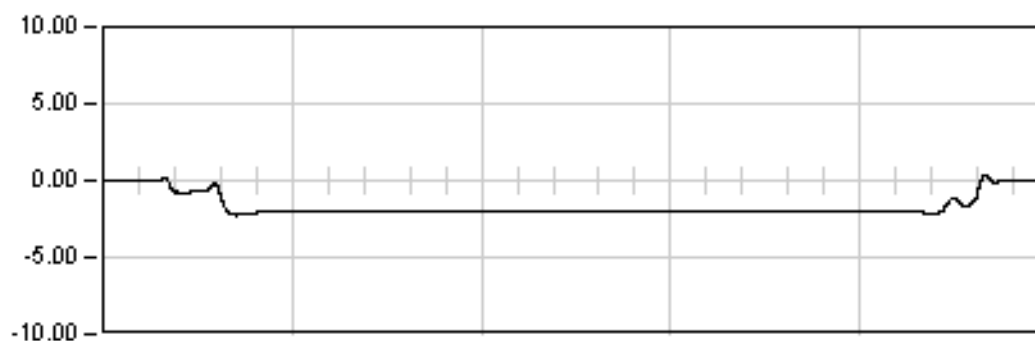


ESTATICA 03
821.0 Seg
Est: -2.77
Max: 0.00
Min: 0.00
Rem: 0.00

65VI02

VAND3

Punto : D32 Canal : 11 Unidades : mm



ESTATICA 04

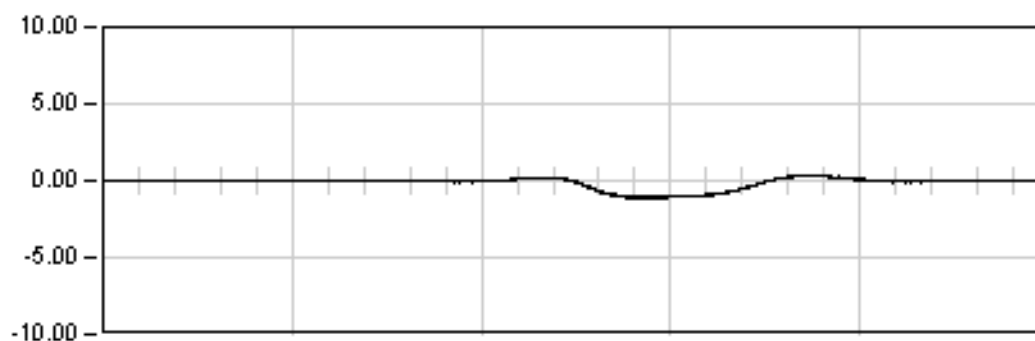
1080.0 Seg

Est: -2.01

Max: -2.25

Min: 0.40

Rem: -0.03



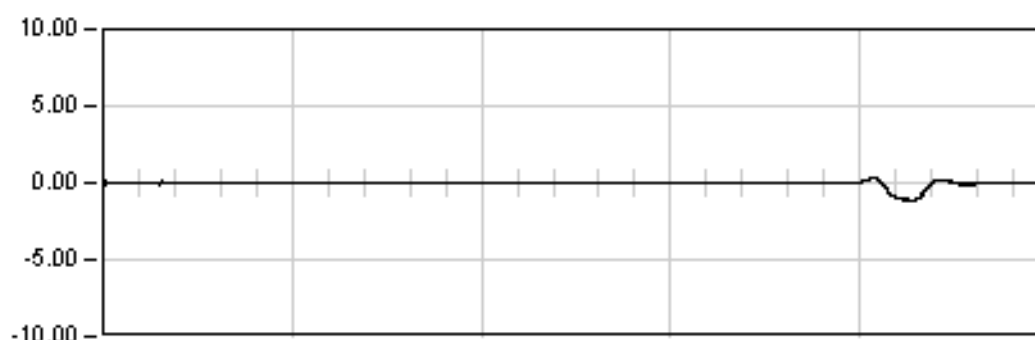
DINAMICA 00

427.0 Seg

Max: -1.14

Min: 0.34

Rem: -0.02



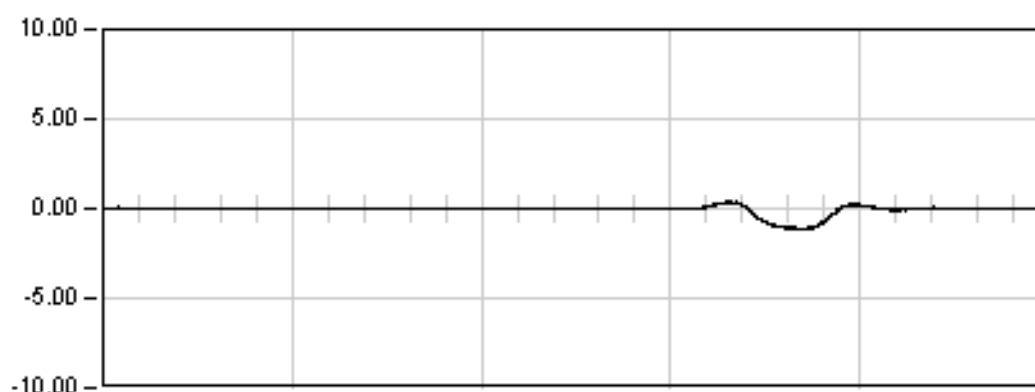
DINAMICA 01

224.0 Seg

Max: -1.16

Min: 0.34

Rem: 0.00



DINAMICA 03

69.0 Seg

Max: -1.18

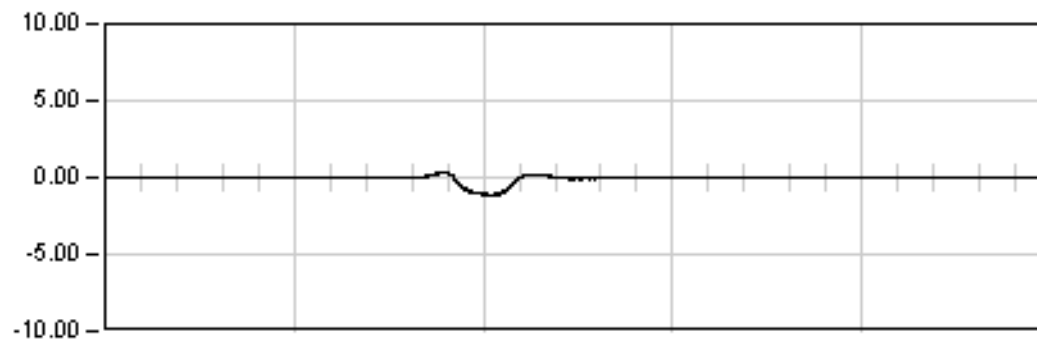
Min: 0.40

Rem: -0.00

65VI02

VAND3

Punto : D32 Canal : 11 Unidades : mm



DINAMICA 06

103.0 Seg

Max: -1.15

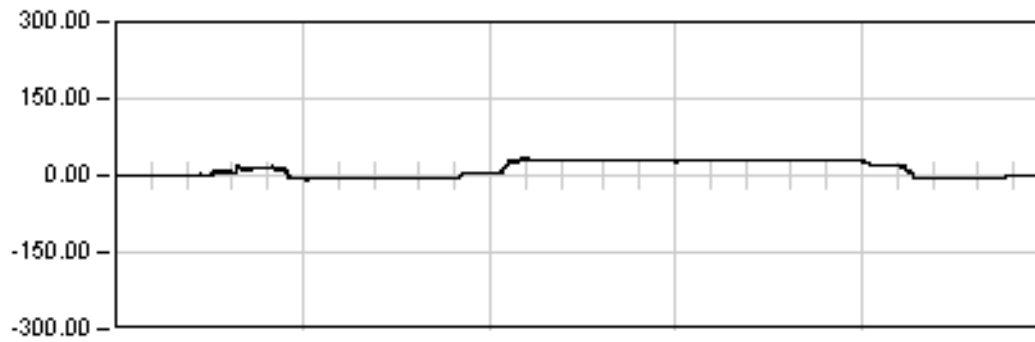
Min: 0.38

Rem: 0.00

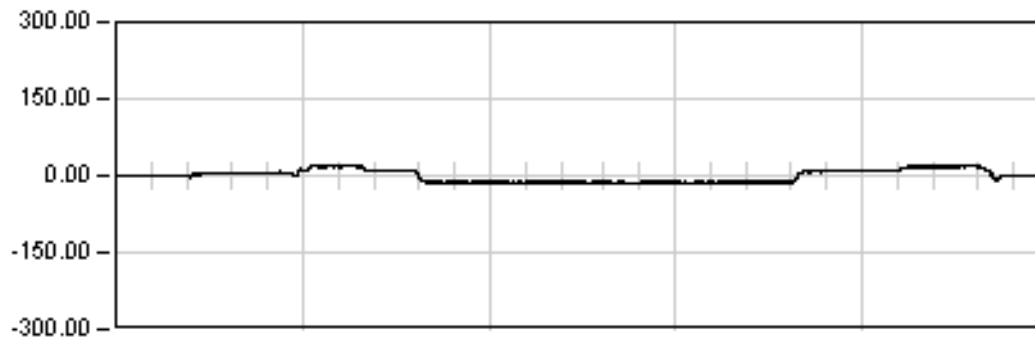
65VI02

VAND3

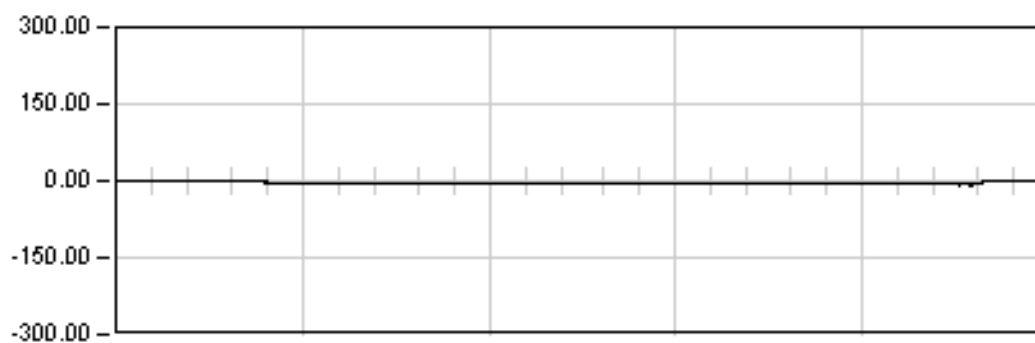
Punto : E32 Canal : 15 Unidades : μE



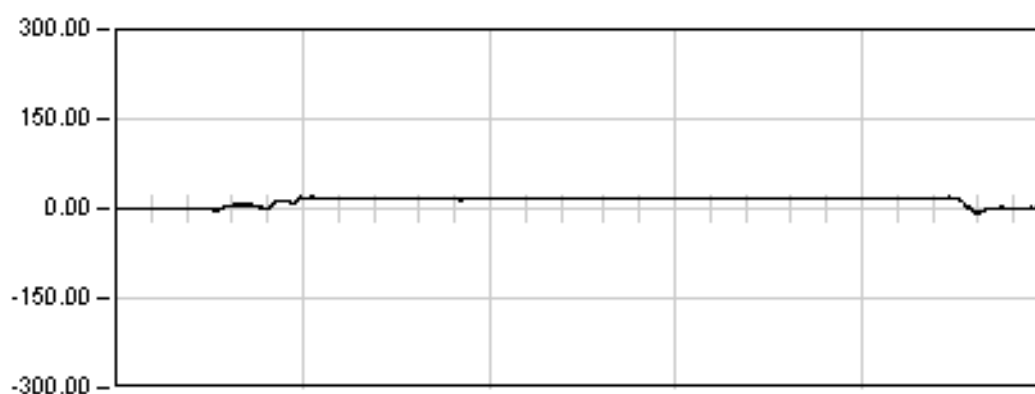
ESTATICA 00
2729.0 Seg
Est: 29.66
Max: 34.01
Min: -7.68
Rem: 0.99



ESTATICA 01
1871.0 Seg
Est: -12.94
Max: 19.78
Min: -14.91
Rem: -0.34



ESTATICA 02
1048.0 Seg
Est: -7.17
Max: -7.67
Min: 1.13
Rem: -0.43



ESTATICA 03
821.0 Seg
Est: 16.96
Max: -0.50
Min: 0.05
Rem: -0.01

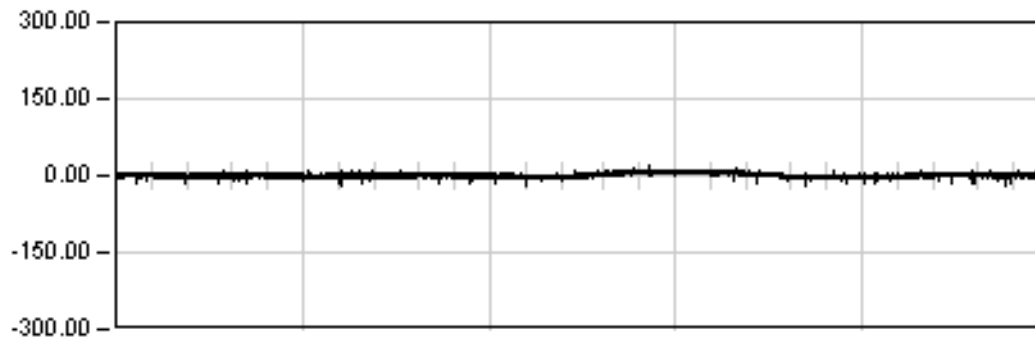
65VI02

VAND3

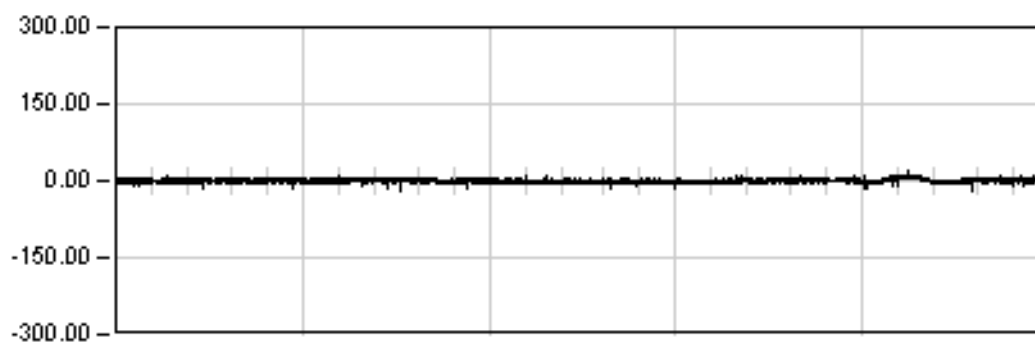
Punto : E32 Canal : 15 Unidades : μE



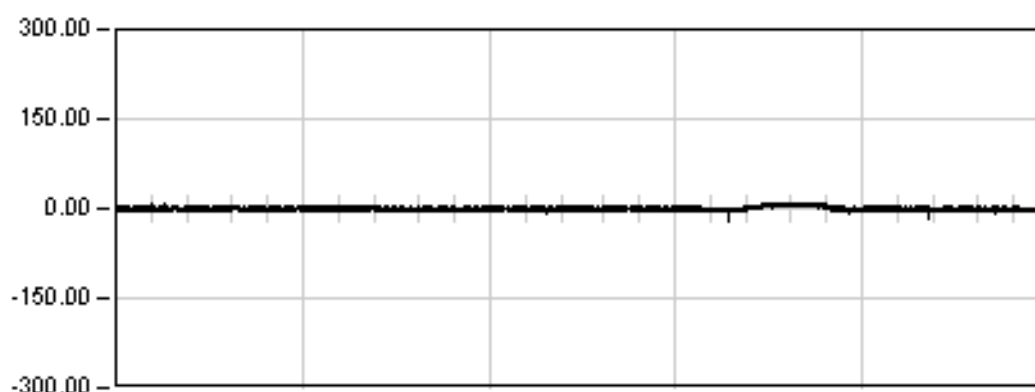
ESTATICA 04
1080.0 Seg
Est: 17.41
Max: 25.13
Min: -9.91
Rem: 0.45



DINAMICA 00
427.0 Seg
Max: 19.48
Min: -19.18
Rem: -0.36



DINAMICA 01
224.0 Seg
Max: 19.73
Min: -18.93
Rem: 1.45

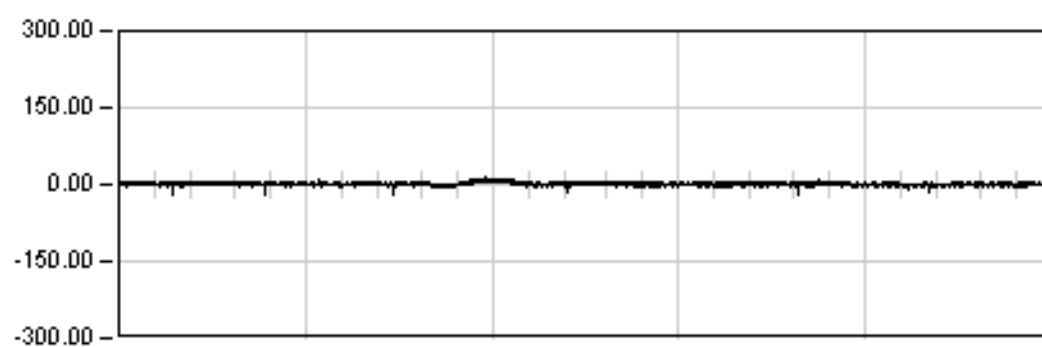


DINAMICA 03
69.0 Seg
Max: -19.62
Min: 10.68
Rem: -0.99

65VI02

VAND3

Punto : E32 Canal : 15 Unidades : μE



DINAMICA 06

103.0 Seg

Max: -19.21

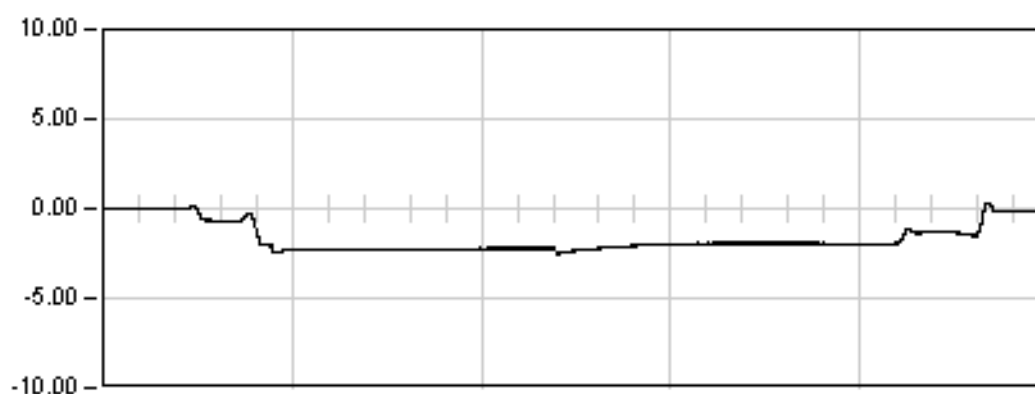
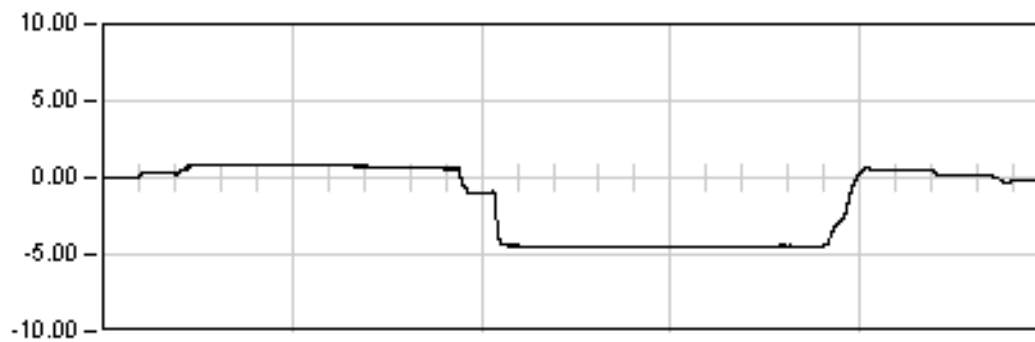
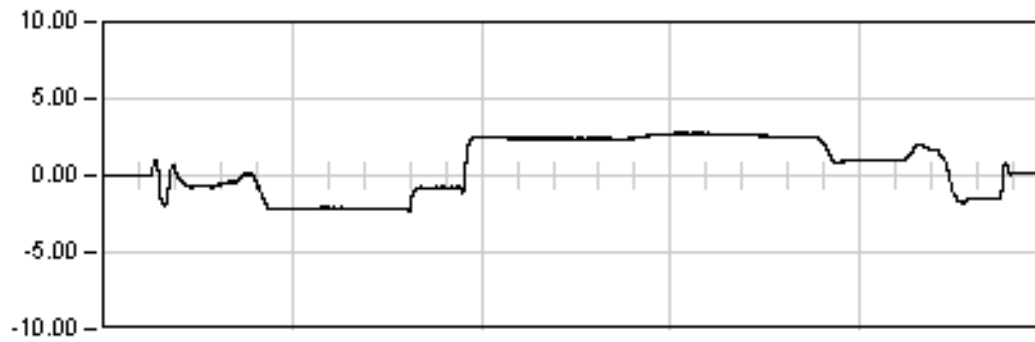
Min: 13.19

Rem: -0.26

65VI02

VAND4

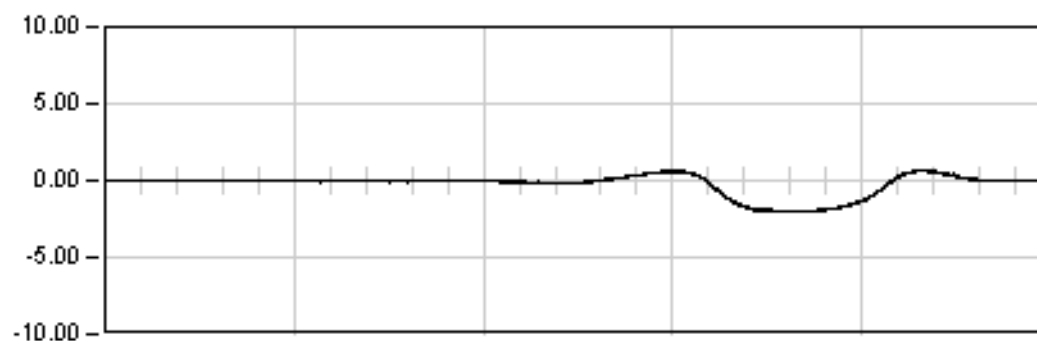
Punto : D41 Canal : 00 Unidades : mm



65VI02

VAND4

Punto : D41 Canal : 00 Unidades : mm



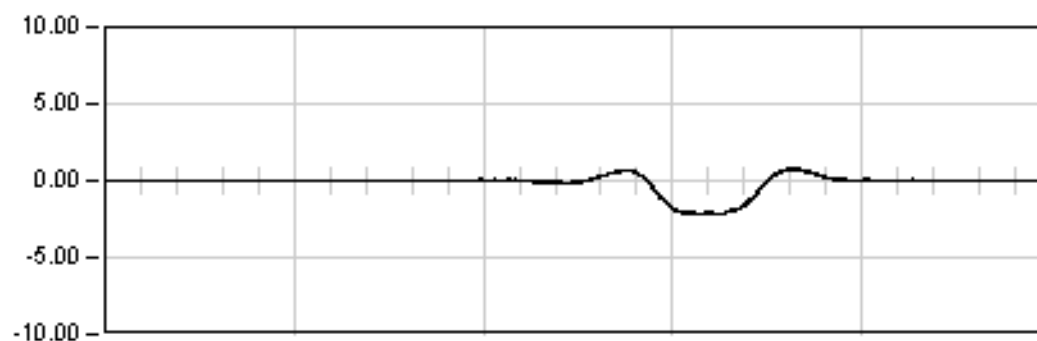
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: -2.06

Min: 0.69

Rem: -0.01



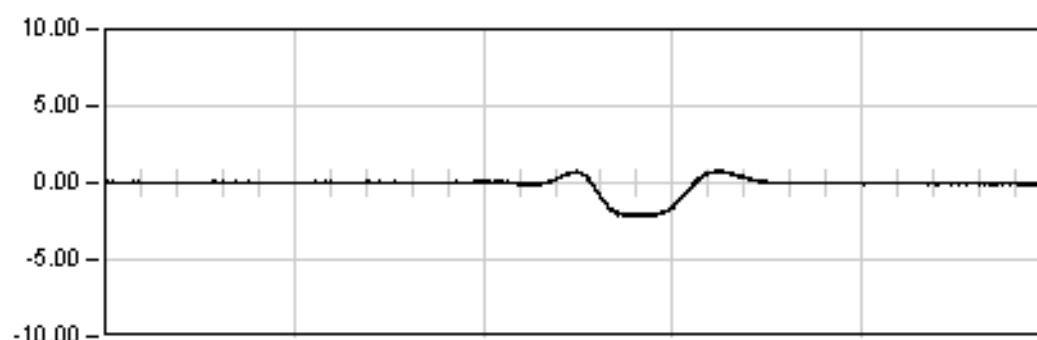
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: -2.21

Min: 0.83

Rem: 0.02



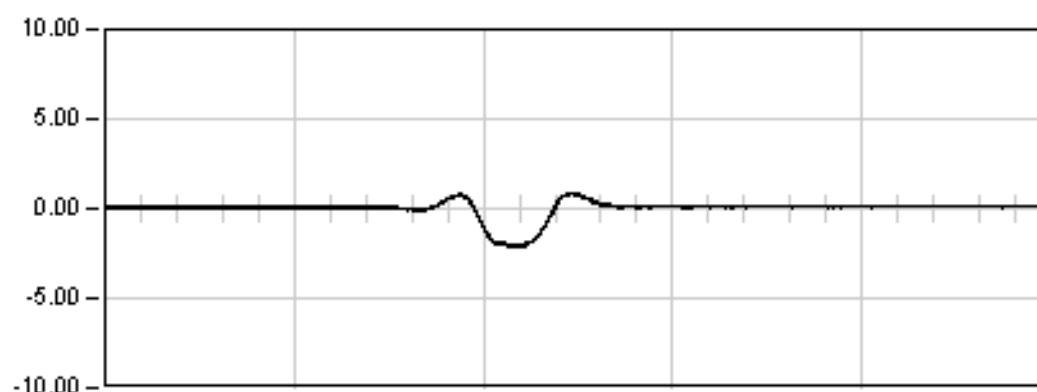
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: -2.19

Min: 0.78

Rem: -0.05



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: -2.11

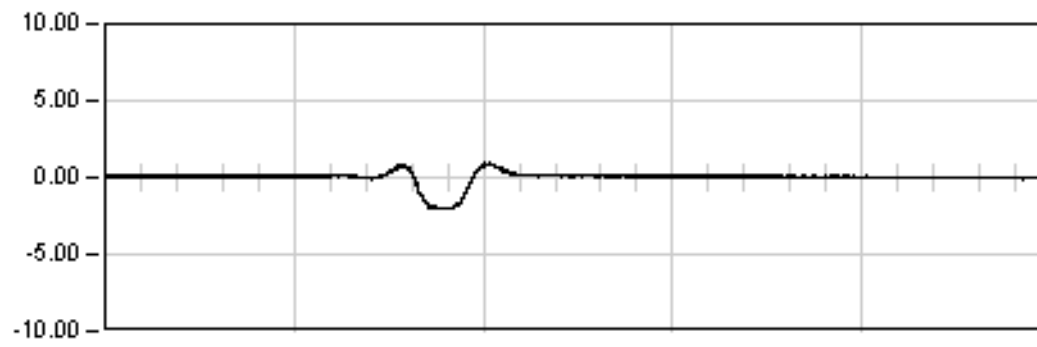
Min: 0.92

Rem: 0.14

65VI02

VAND4

Punto : D41 Canal : 00 Unidades : mm



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -2.08

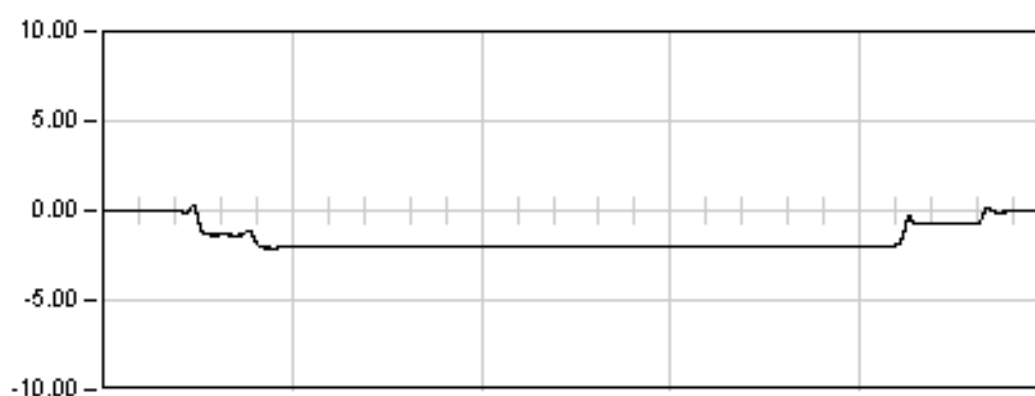
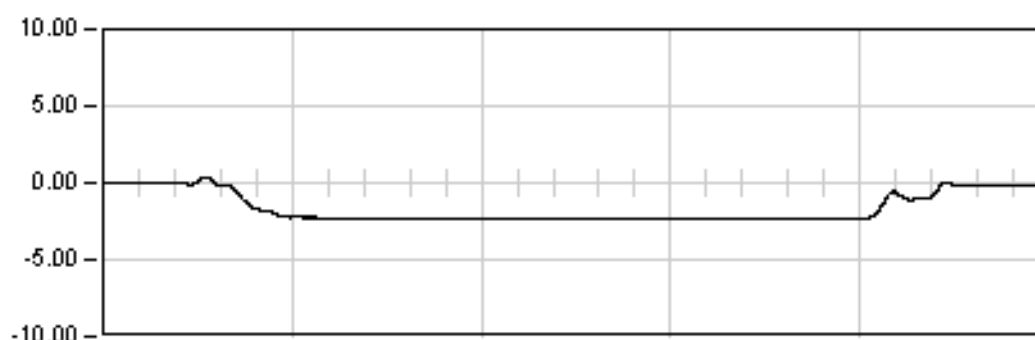
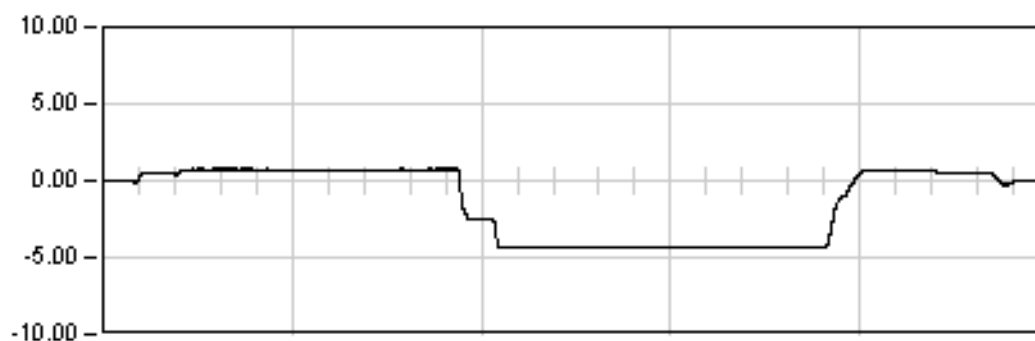
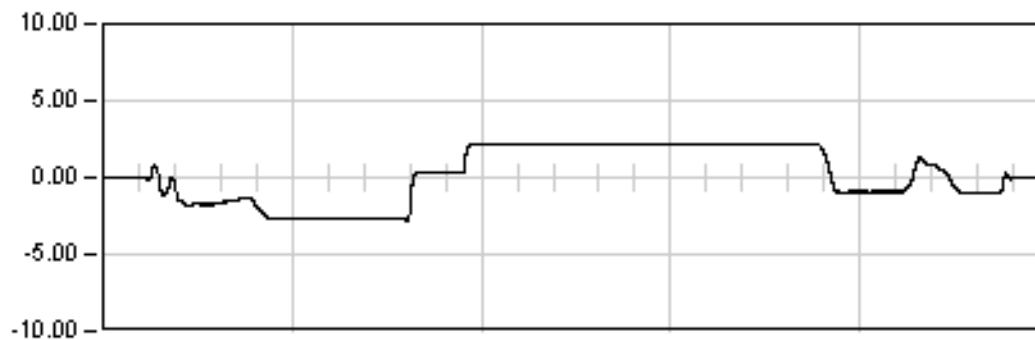
Min: 0.92

Rem: -0.04

65VI02

VAND4

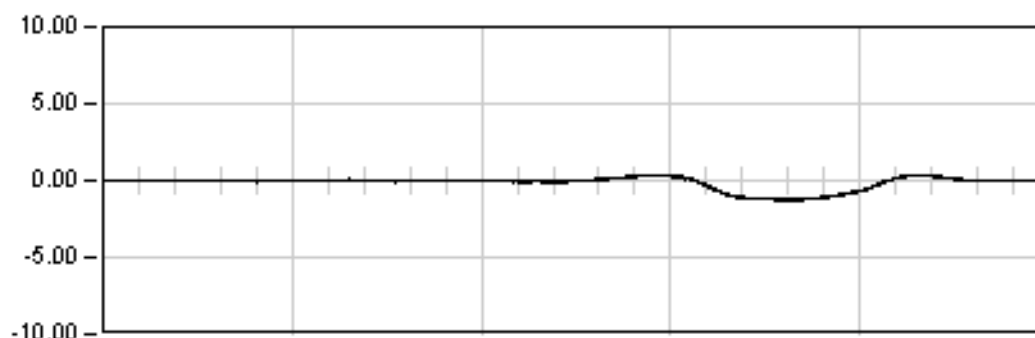
Punto : D42 Canal : 01 Unidades : mm



65VI02

VAND4

Punto : D42 Canal : 01 Unidades : mm



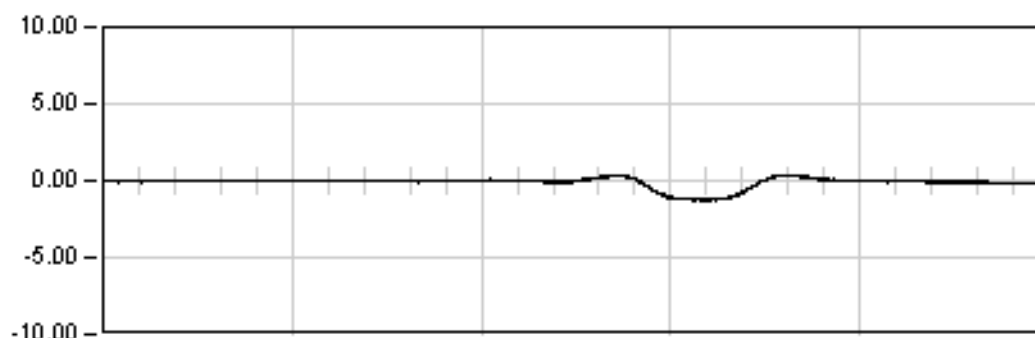
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: -1.29

Min: 0.37

Rem: -0.01



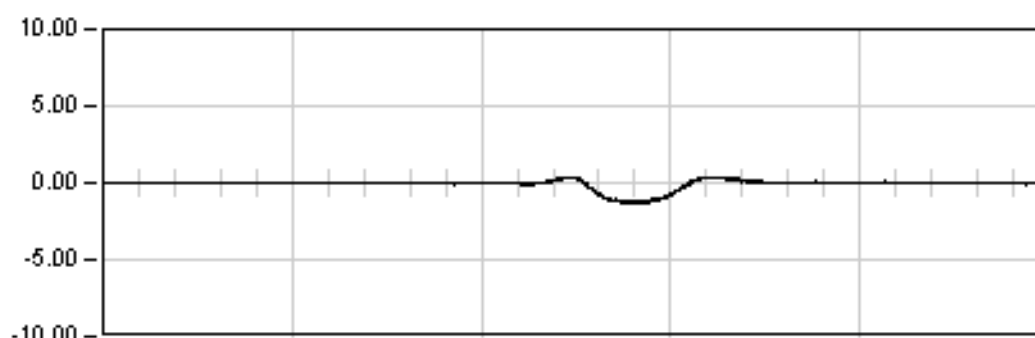
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: -1.32

Min: 0.40

Rem: -0.18



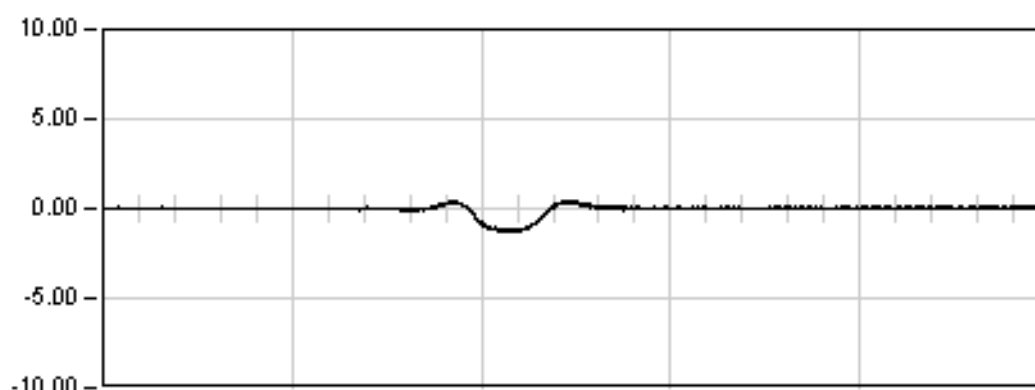
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: -1.32

Min: 0.41

Rem: -0.03



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: -1.31

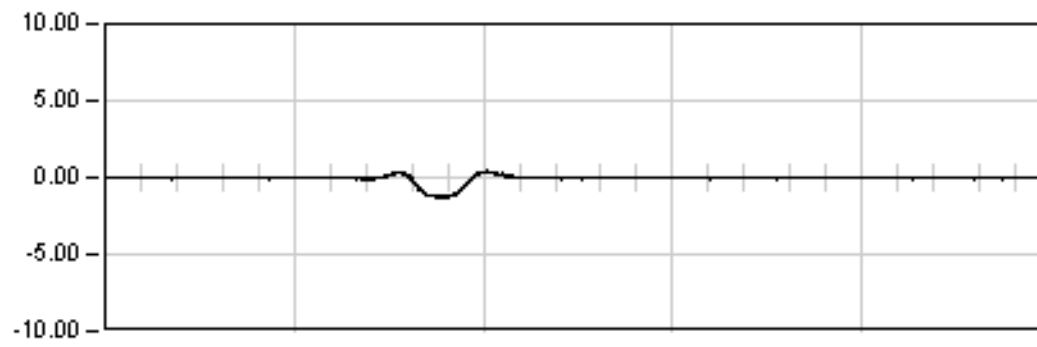
Min: 0.42

Rem: 0.05

65VI02

VAND4

Punto : D42 Canal : 01 Unidades : mm



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -1.30

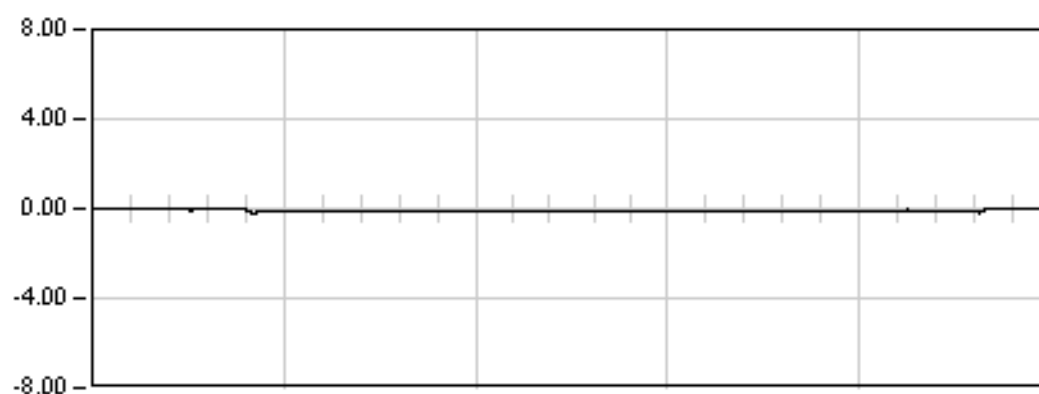
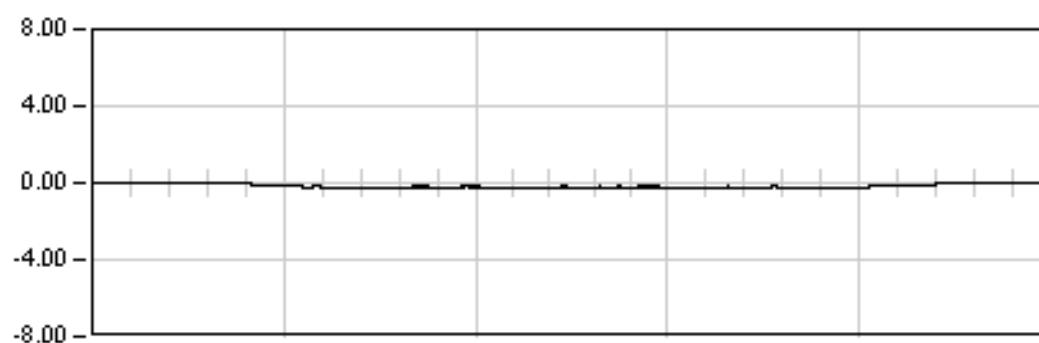
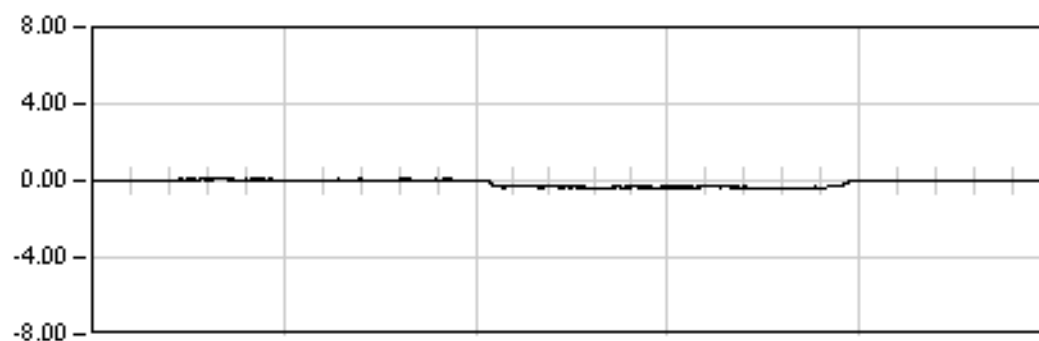
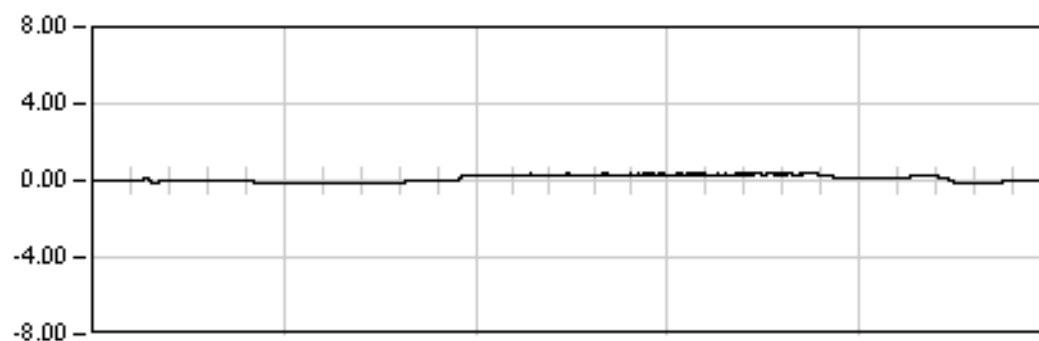
Min: 0.42

Rem: -0.04

65VI02

VAND4

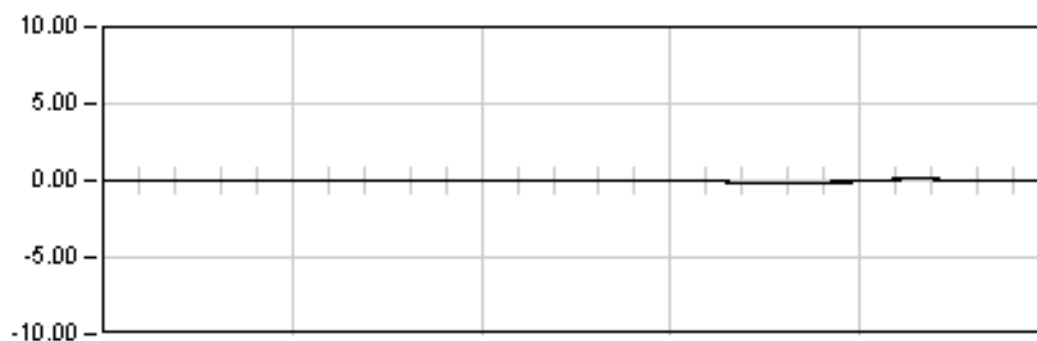
Punto : D413 Canal : 02 Unidades : mm



65VI02

VAND4

Punto : D413 Canal : 02 Unidades : mm



DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: -0.19

Min: 0.14

Rem: -0.01



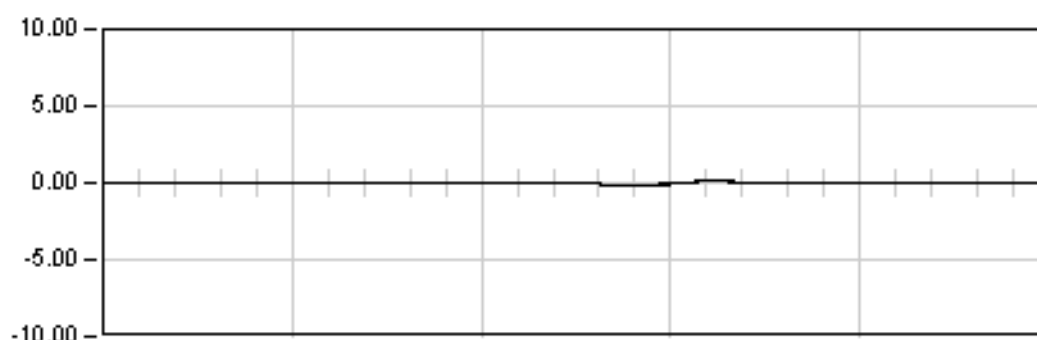
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: -0.18

Min: 0.15

Rem: 0.00



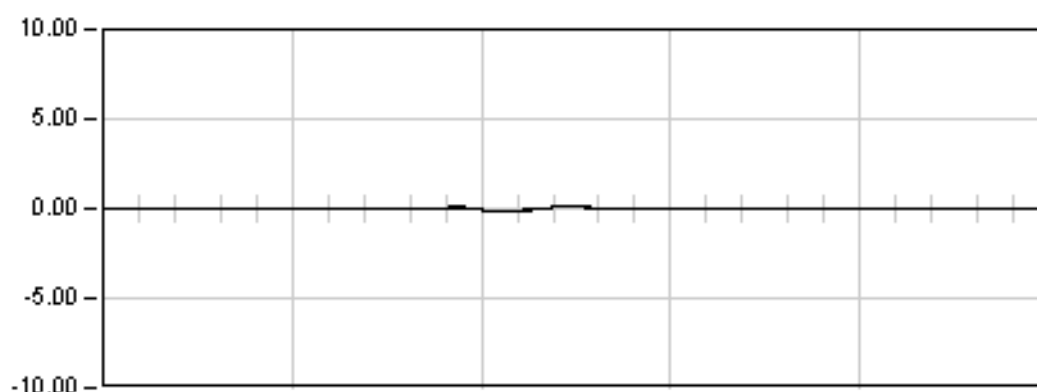
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: -0.18

Min: 0.15

Rem: -0.01



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: 0.17

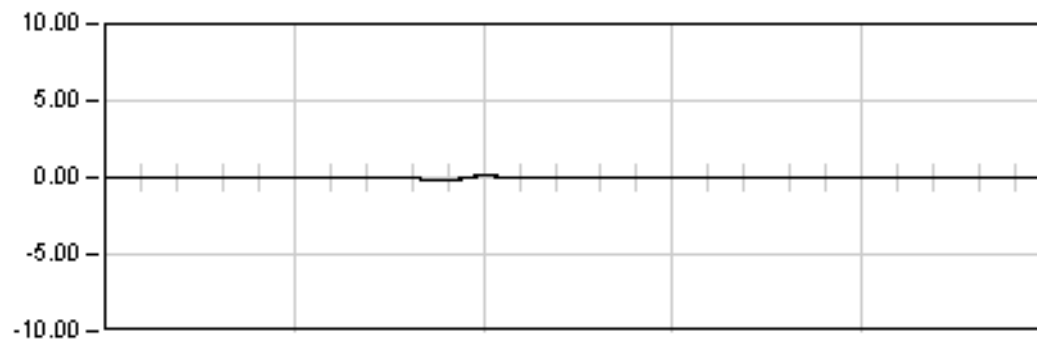
Min: -0.15

Rem: 0.02

65VI02

VAND4

Punto : D413 Canal : 02 Unidades : mm



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -0.18

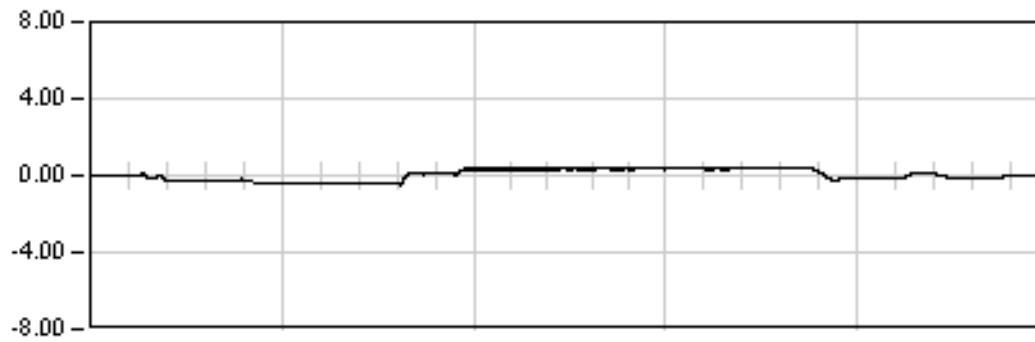
Min: 0.15

Rem: 0.00

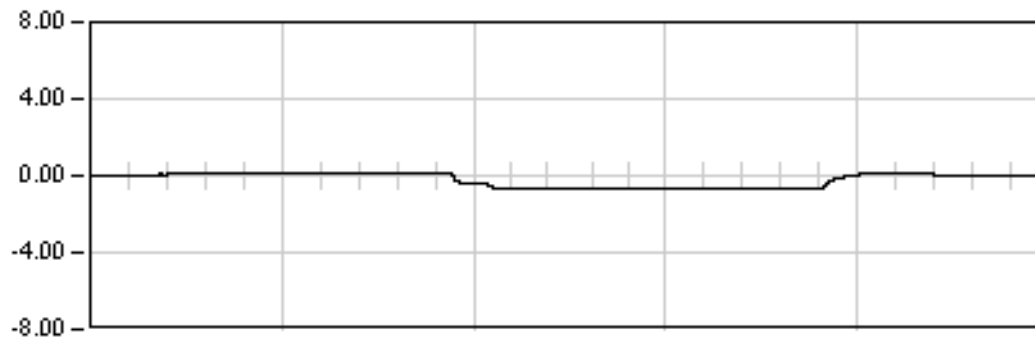
65VI02

VAND4

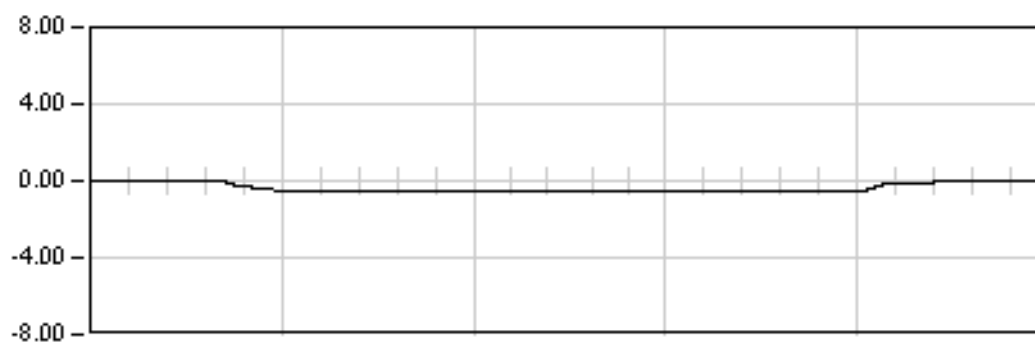
Punto : D423 Canal : 03 Unidades : mm



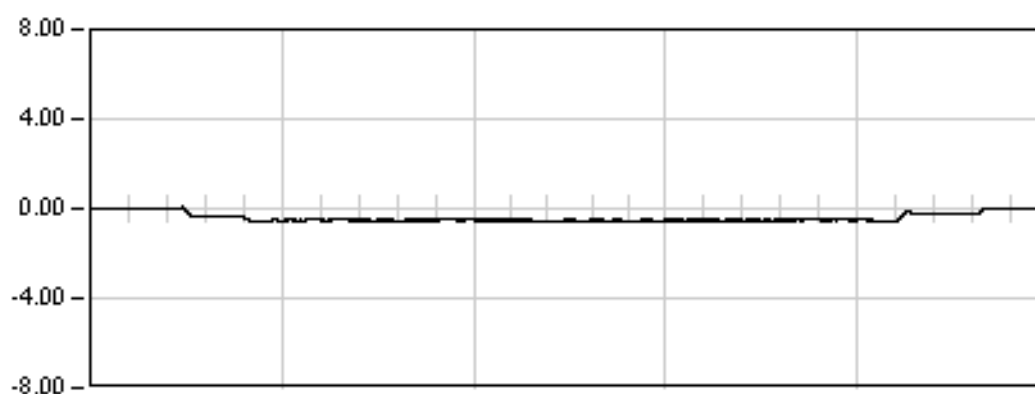
ESTATICA 05
2581.0 Seg
Est: 0.35
Max: -0.47
Min: 0.36
Rem: 0.00



ESTATICA 06
2874.0 Seg
Est: -0.65
Max: -0.66
Min: 0.11
Rem: -0.01



ESTATICA 07
1005.0 Seg
Est: -0.51
Max: -0.52
Min: 0.06
Rem: -0.01

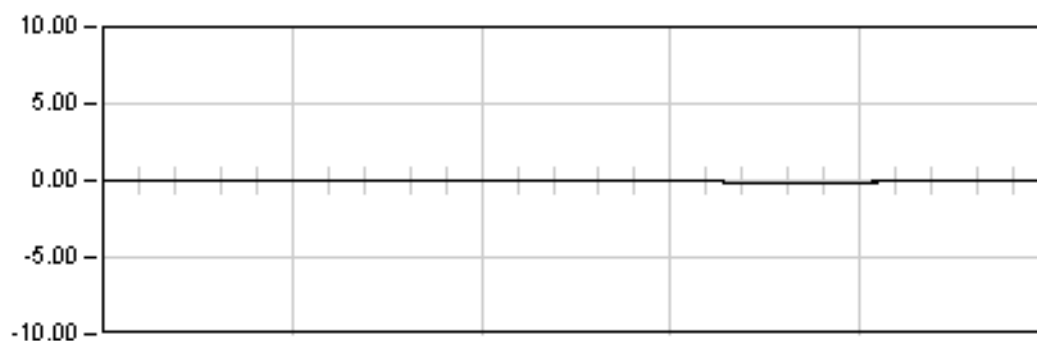


ESTATICA 08
1200.0 Seg
Est: -0.52
Max: -0.58
Min: 0.06
Rem: -0.03

65VI02

VAND4

Punto : D423 Canal : 03 Unidades : mm



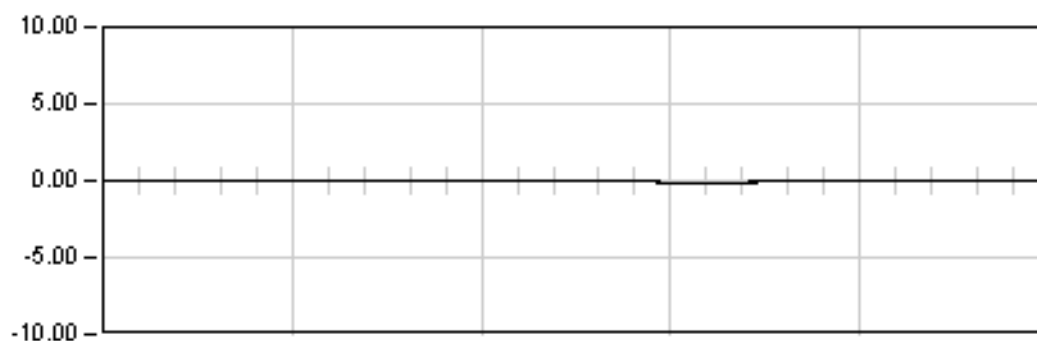
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: -0.22

Min: 0.08

Rem: -0.00



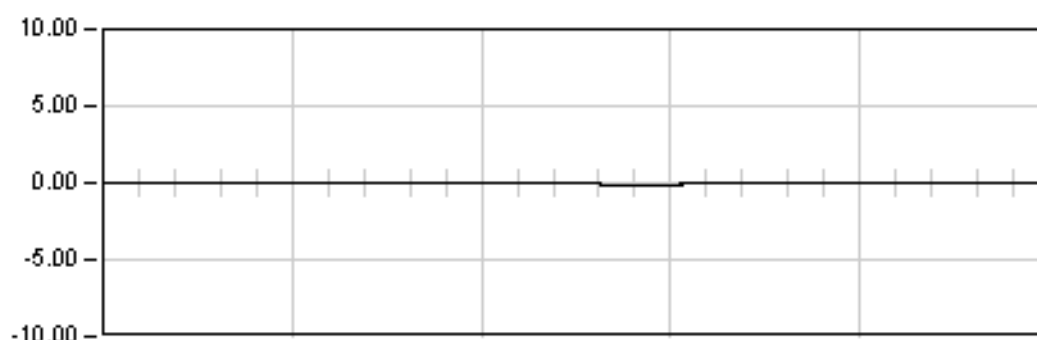
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: -0.21

Min: 0.08

Rem: 0.00



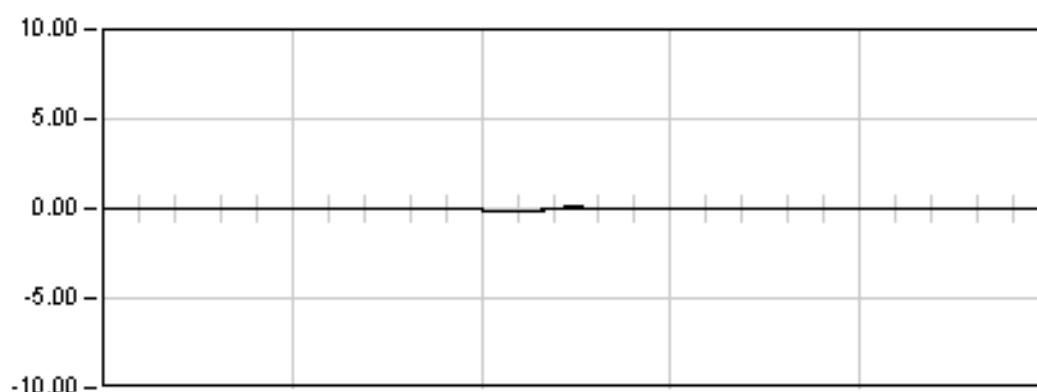
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: -0.21

Min: 0.07

Rem: 0.00



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: -0.19

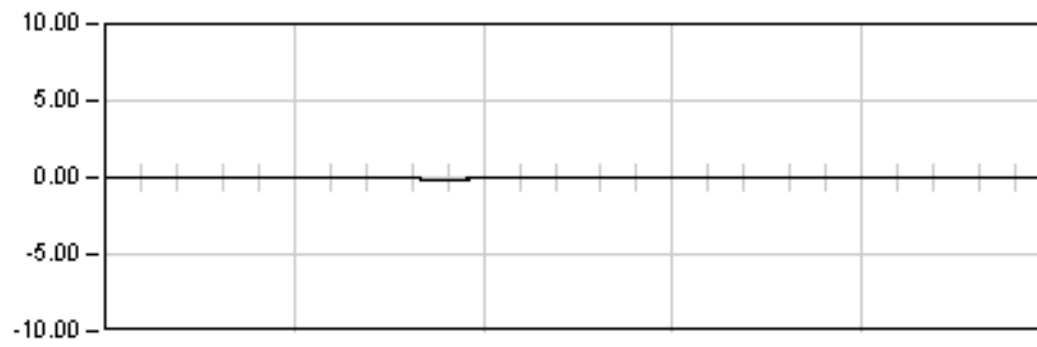
Min: 0.09

Rem: -0.01

65VI02

VAND4

Punto : D423 Canal : 03 Unidades : mm



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -0.22

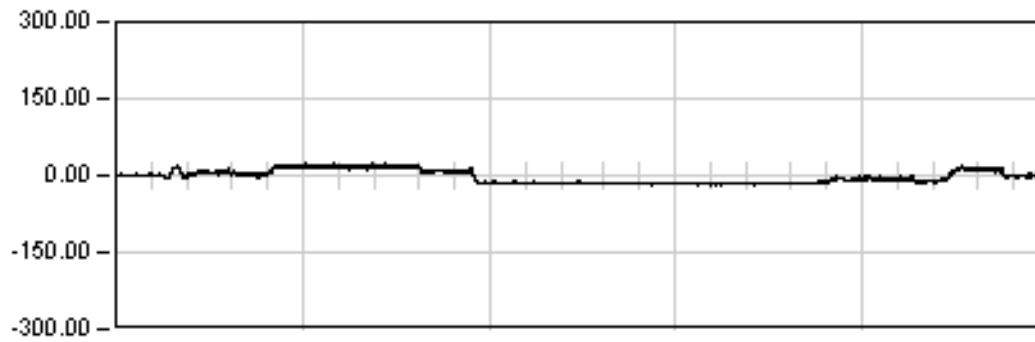
Min: 0.08

Rem: -0.02

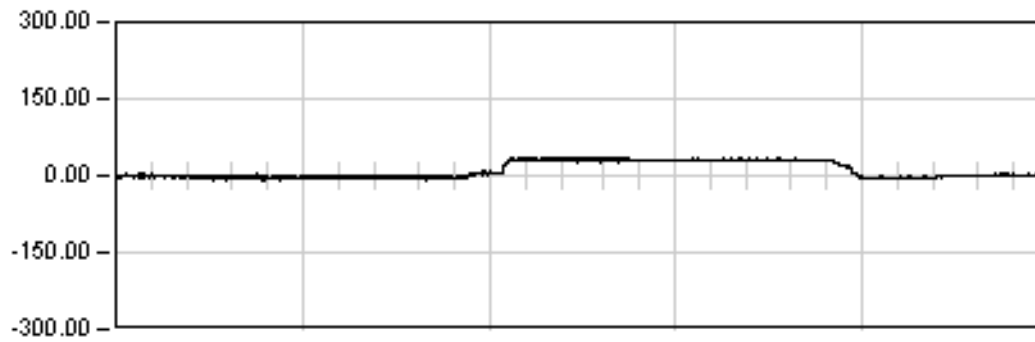
65VI02

VAND4

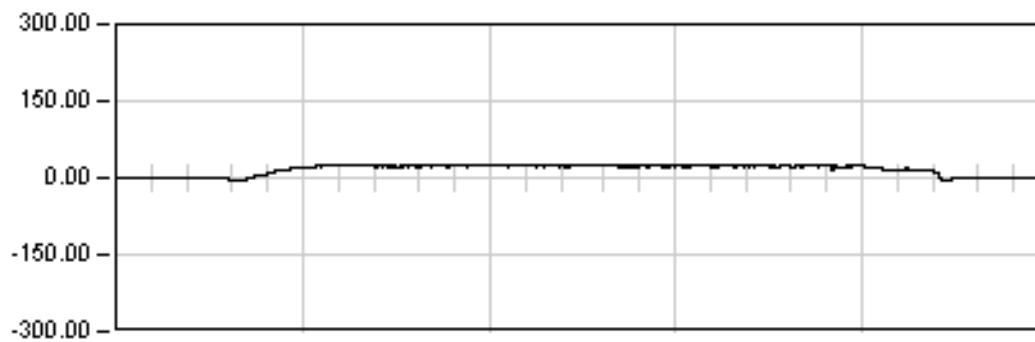
Punto : E41 Canal : 15 Unidades : μE



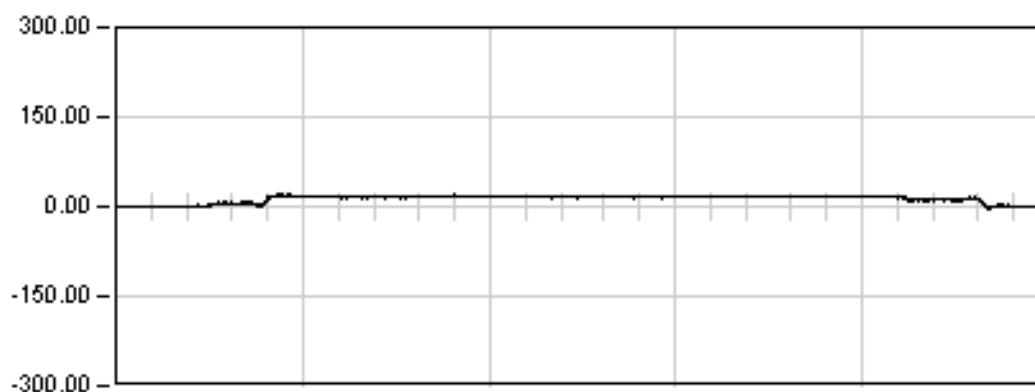
2581.0 Seg
Est: -16.10
Max: 25.19
Min: -18.43
Rem: -0.76



2874.0 Seg
Est: 31.30
Max: 36.23
Min: -8.62
Rem: 1.08



1005.0 Seg
Est: 22.40
Max: 24.59
Min: -4.80
Rem: 0.02

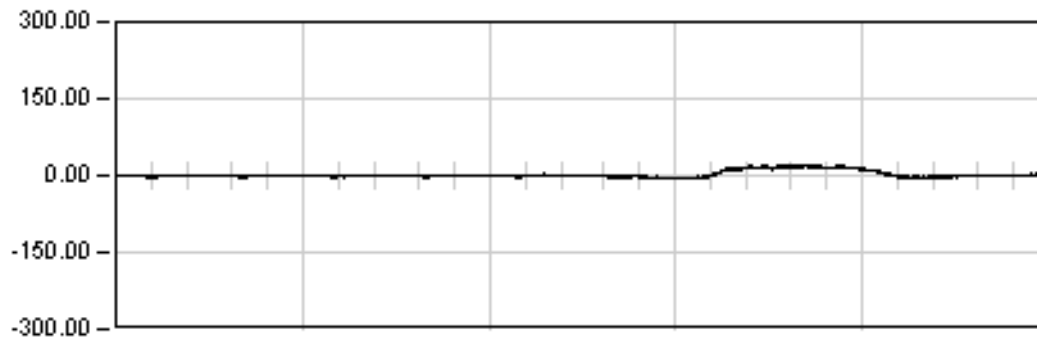


1200.0 Seg
Est: 16.73
Max: 20.41
Min: -3.29
Rem: 0.63

65VI02

VAND4

Punto : E41 Canal : 15 Unidades : μE



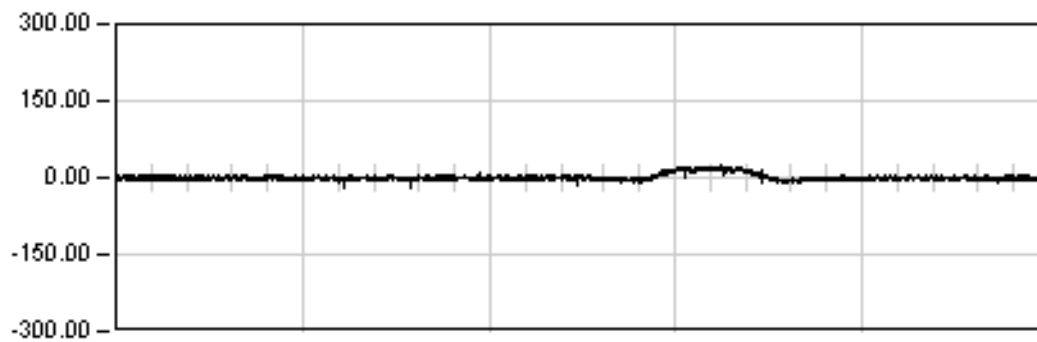
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: 20.62

Min: -6.71

Rem: 1.50



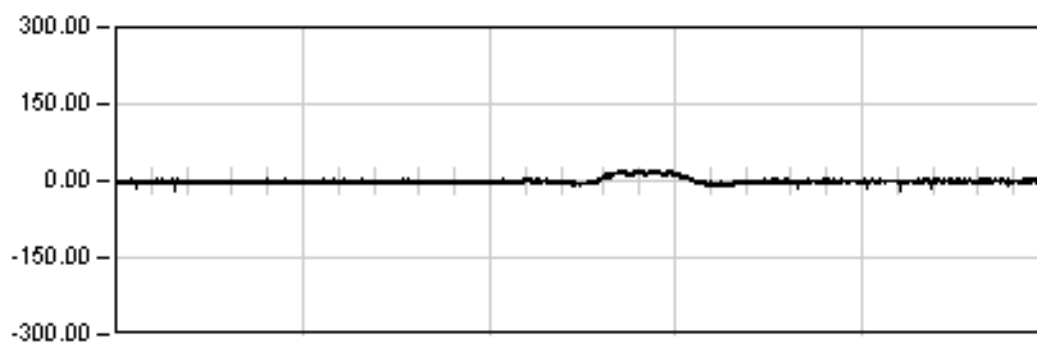
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: 23.16

Min: -20.52

Rem: 0.08



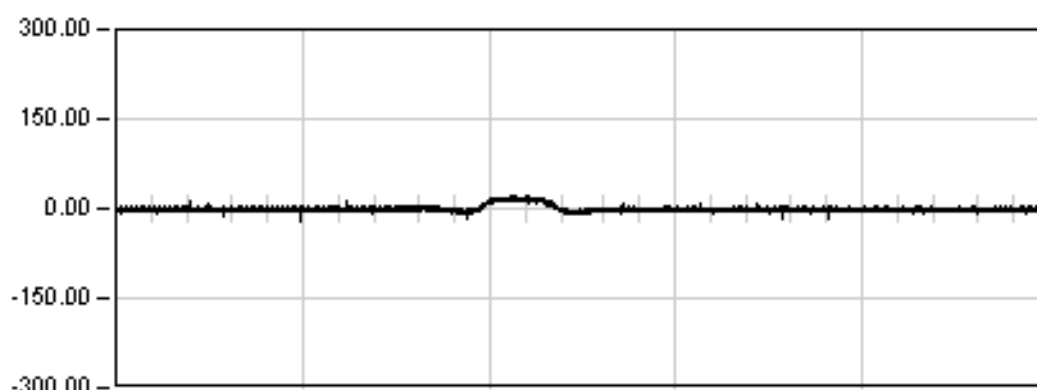
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: 20.94

Min: -19.81

Rem: 0.18



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: 21.34

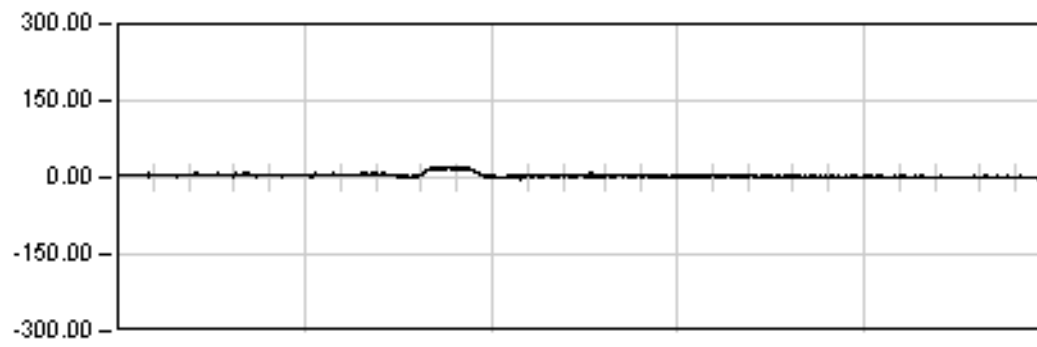
Min: -20.46

Rem: -1.69

65VI02

VAND4

Punto : E41 Canal : 15 Unidades : μE



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: 22.21

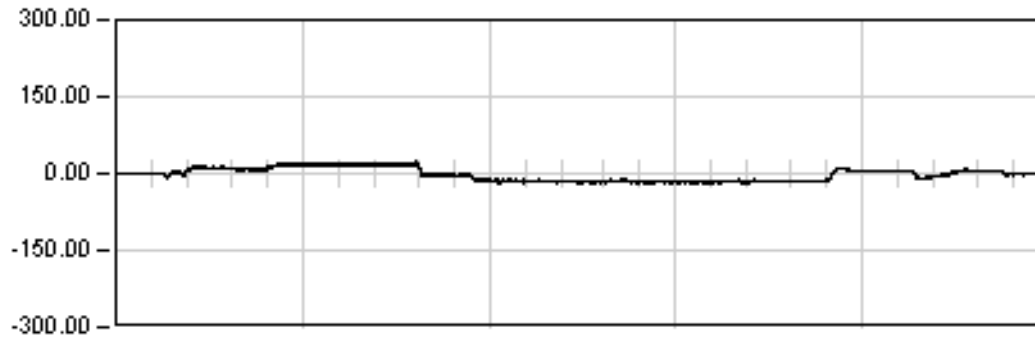
Min: -3.61

Rem: -0.54

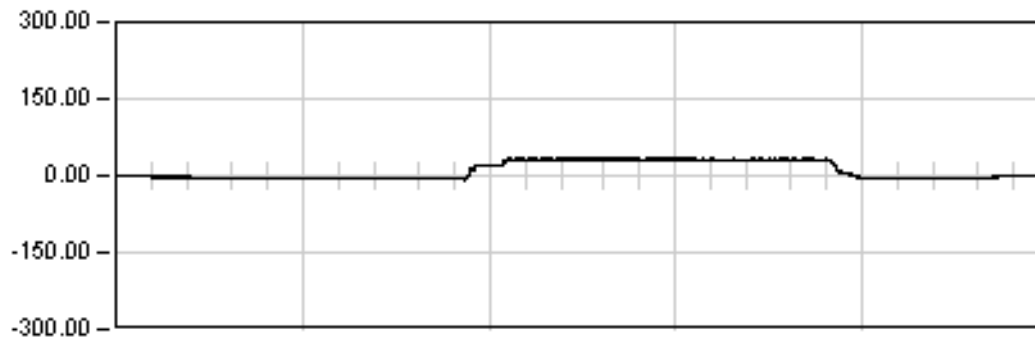
65VI02

VAND4

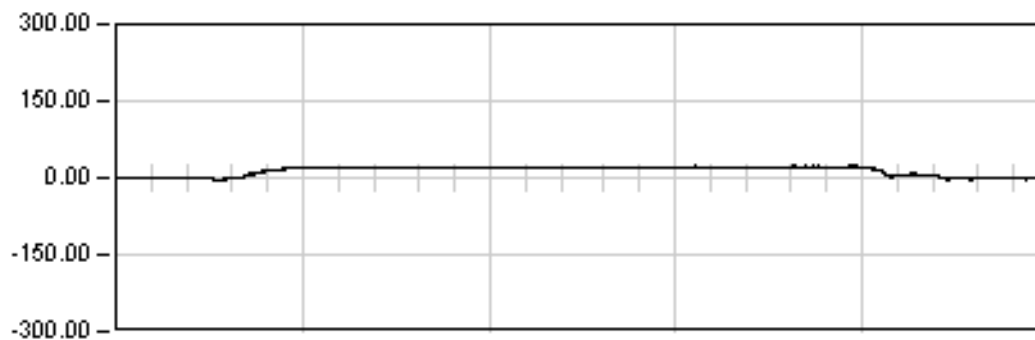
Punto : E42 Canal : 16 Unidades : μE



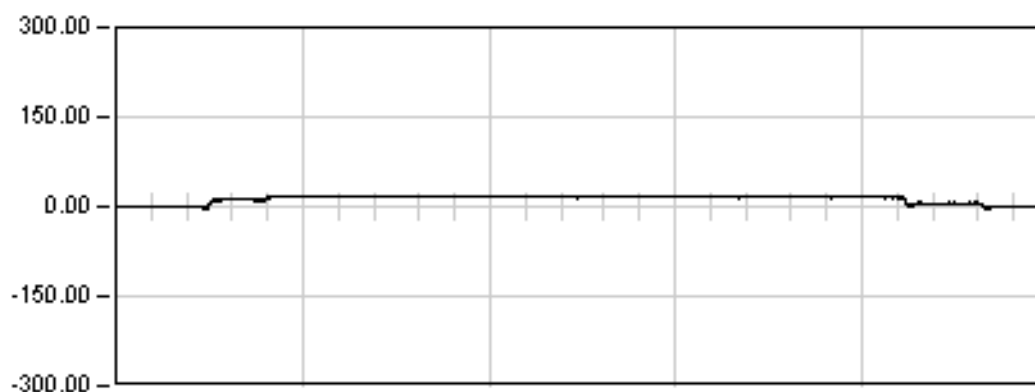
ESTATICA 05
2581.0 Seg
Est: -15.42
Max: 24.13
Min: -18.45
Rem: -0.88



ESTATICA 06
2874.0 Seg
Est: 30.81
Max: 33.16
Min: -7.76
Rem: 0.18



ESTATICA 07
1005.0 Seg
Est: 20.98
Max: 24.19
Min: -5.30
Rem: -0.26

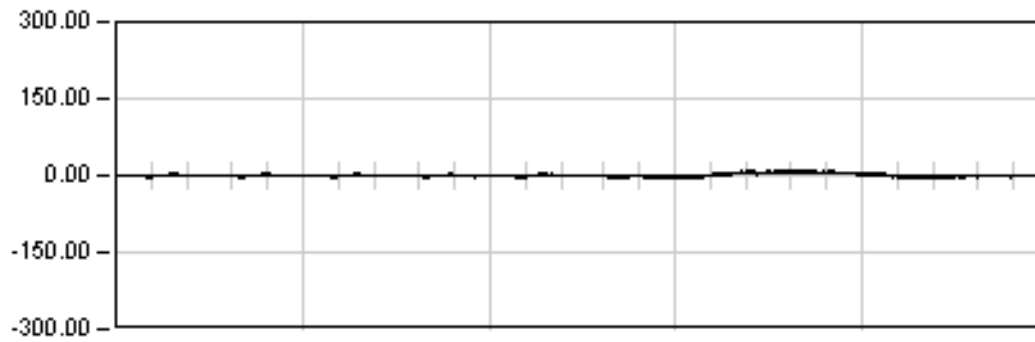


ESTATICA 08
1200.0 Seg
Est: 16.56
Max: 19.15
Min: -4.13
Rem: 0.05

65VI02

VAND4

Punto : E42 Canal : 16 Unidades : μE



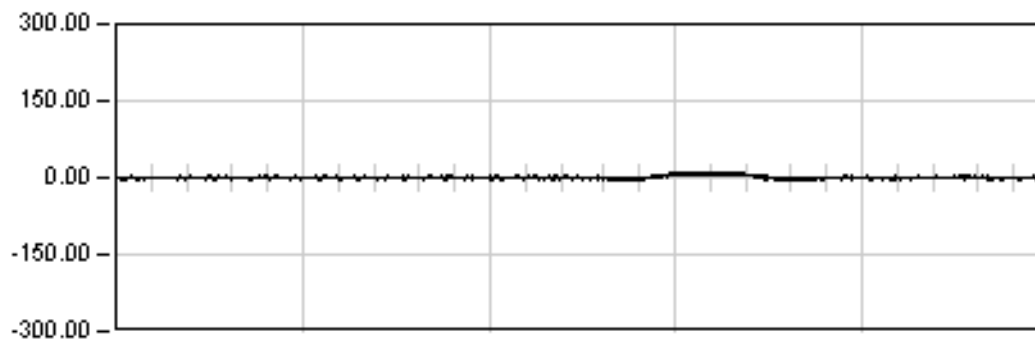
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: 8.93

Min: -4.64

Rem: 0.13



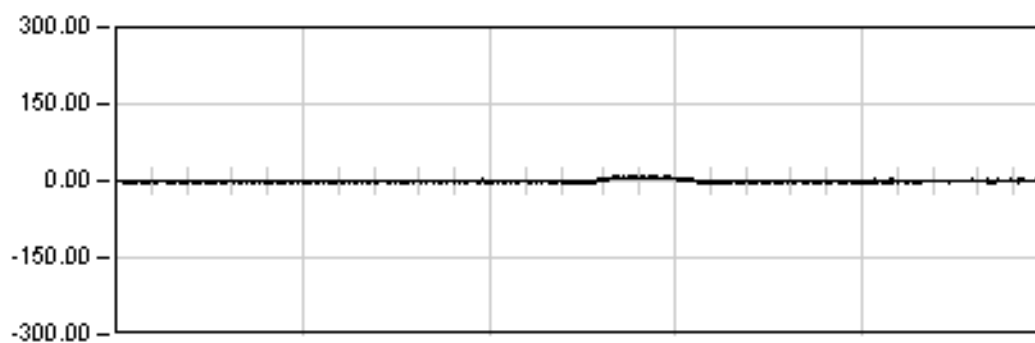
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: 10.26

Min: -4.97

Rem: -0.17



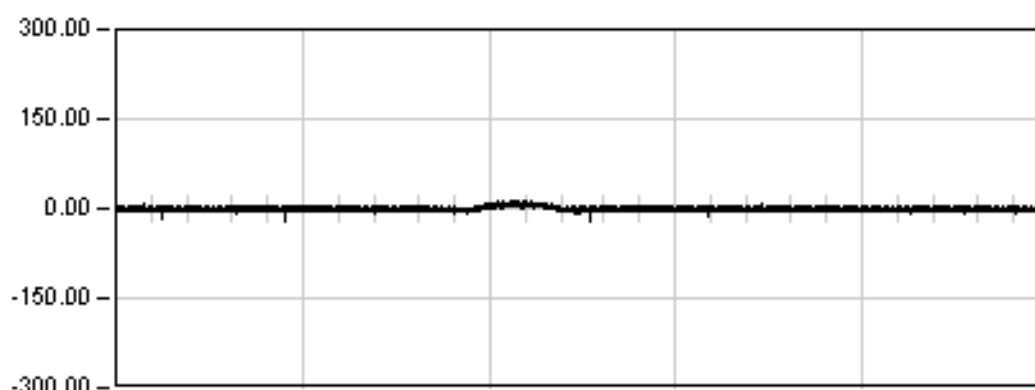
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: 9.76

Min: -5.50

Rem: 0.31



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: -20.44

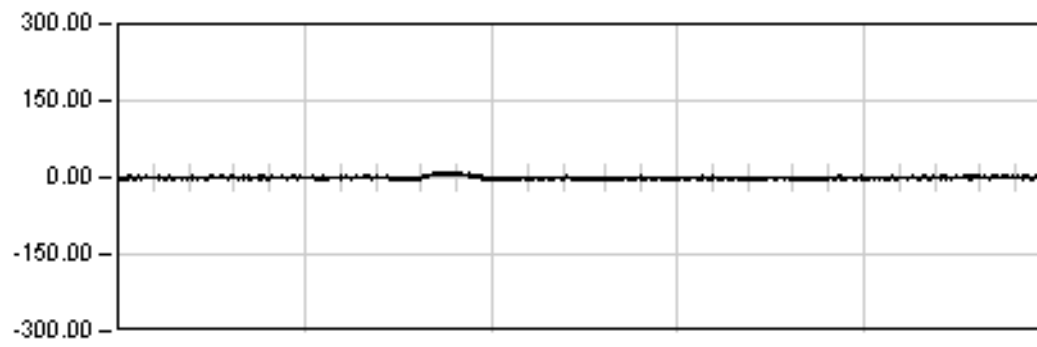
Min: 11.95

Rem: -0.90

65VI02

VAND4

Punto : E42 Canal : 16 Unidades : μE



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: 9.69

Min: -4.91

Rem: 0.03

65VI02

VANO 5

Punto : D510 Canal : 06 Unidades : mm



ESTATICA 05

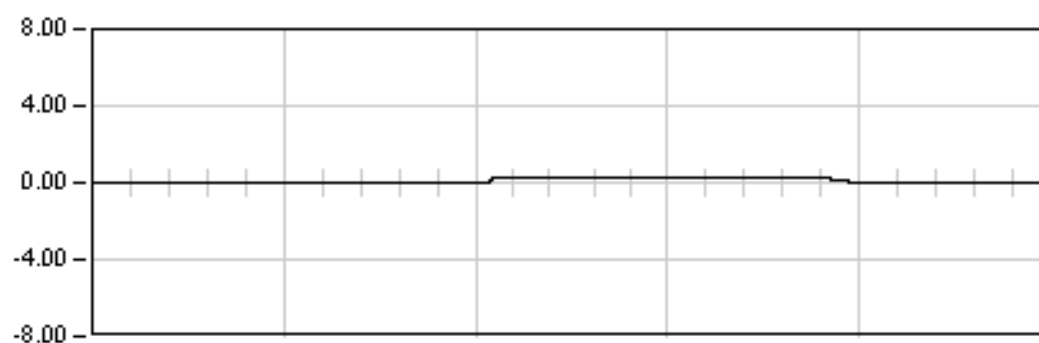
2581.0 Seg

Est: -0.66

Max: -0.66

Min: 0.14

Rem: -0.00



ESTATICA 06

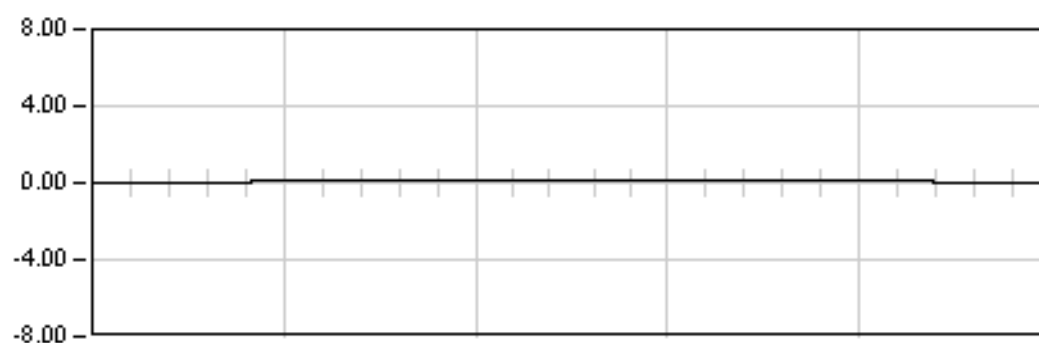
2874.0 Seg

Est: 0.24

Max: 0.25

Min: -0.04

Rem: 0.00



ESTATICA 07

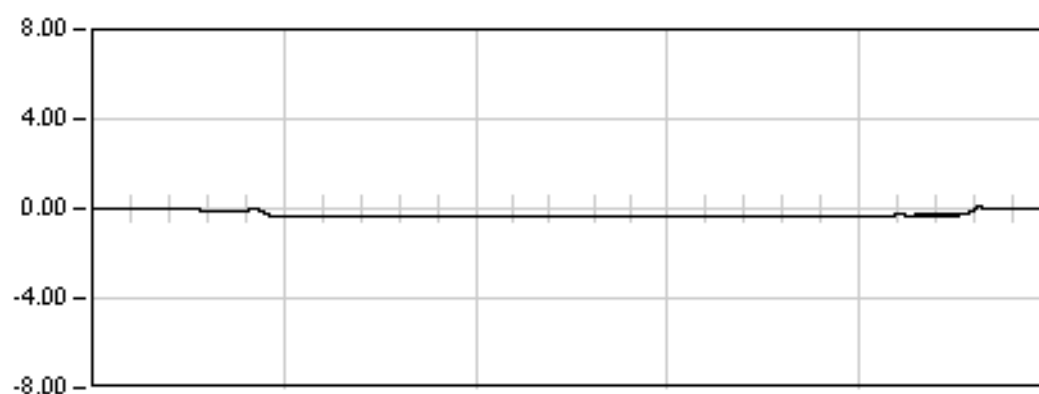
1005.0 Seg

Est: 0.16

Max: 0.17

Min: -0.04

Rem: 0.00



ESTATICA 08

1200.0 Seg

Est: -0.39

Max: -0.39

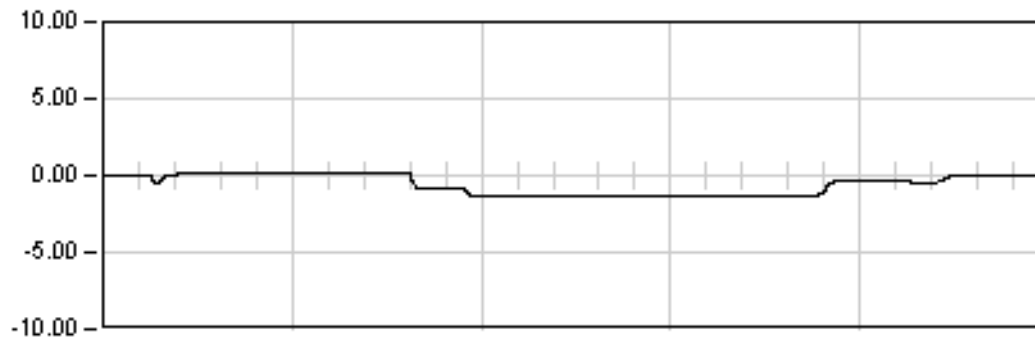
Min: 0.11

Rem: -0.02

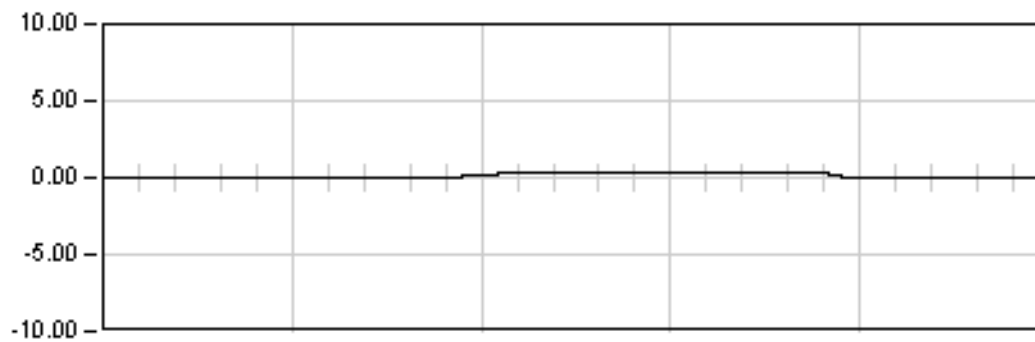
65VI02

VANO 5

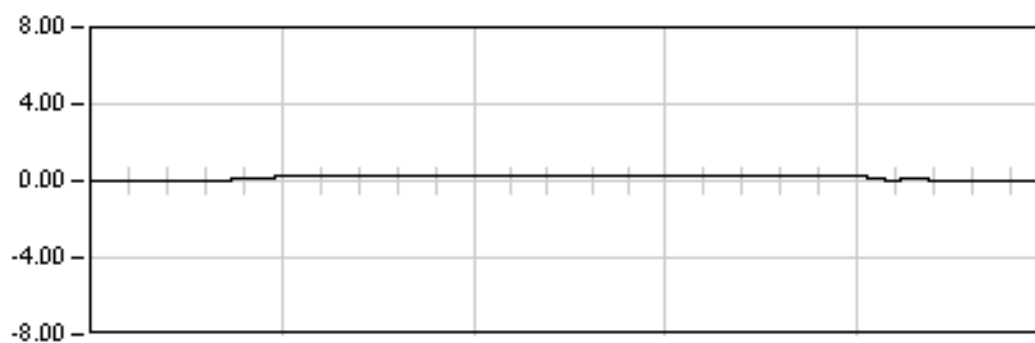
Punto : D523 Canal : 10 Unidades : mm



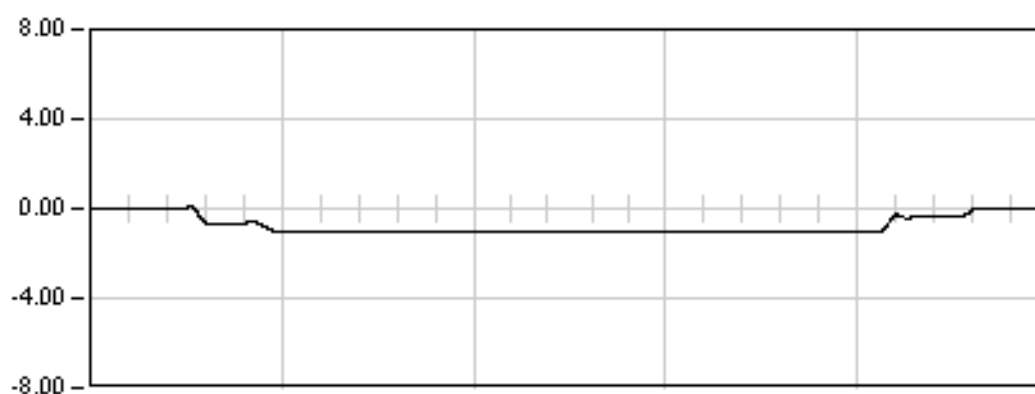
ESTATICA 05
2581.0 Seg
Est: -1.40
Max: -1.40
Min: 0.19
Rem: -0.02



ESTATICA 06
2874.0 Seg
Est: 0.29
Max: 0.30
Min: -0.05
Rem: 0.01



ESTATICA 07
1005.0 Seg
Est: 0.21
Max: 0.21
Min: -0.05
Rem: -0.00

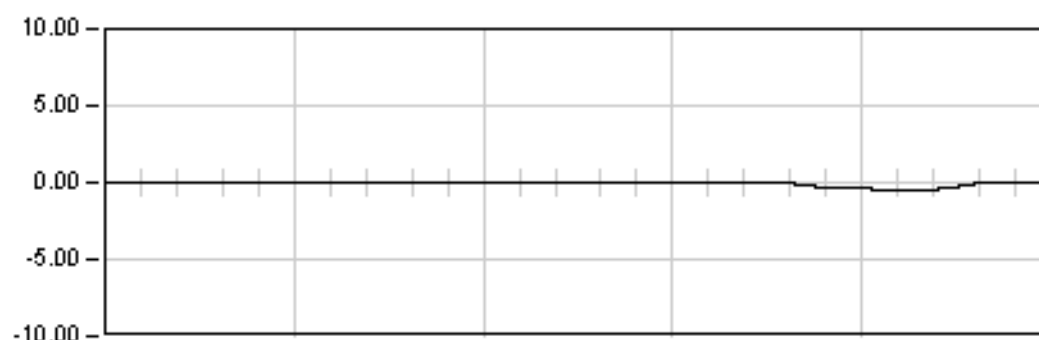


ESTATICA 08
1200.0 Seg
Est: -1.05
Max: -1.06
Min: 0.13
Rem: -0.03

65VI02

VANO 5

Punto : D523 Canal : 10 Unidades : mm



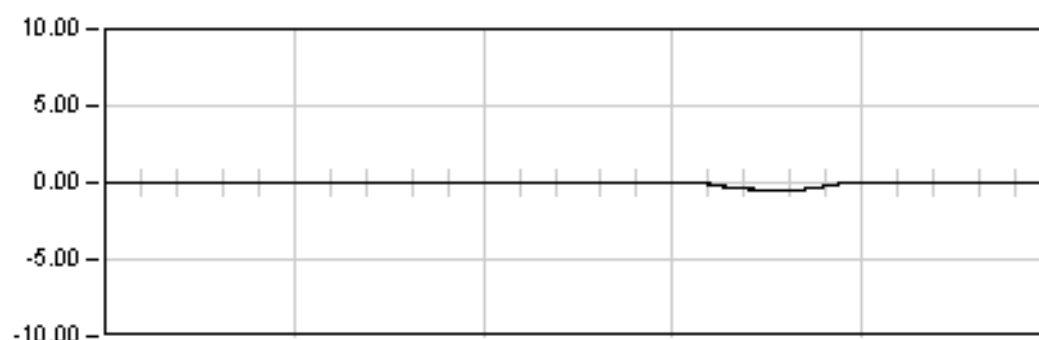
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: -0.49

Min: 0.08

Rem: -0.00



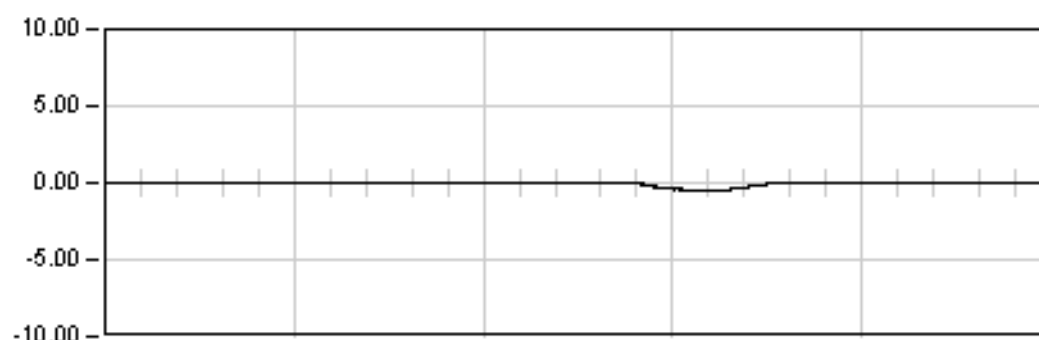
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: -0.50

Min: 0.07

Rem: -0.00



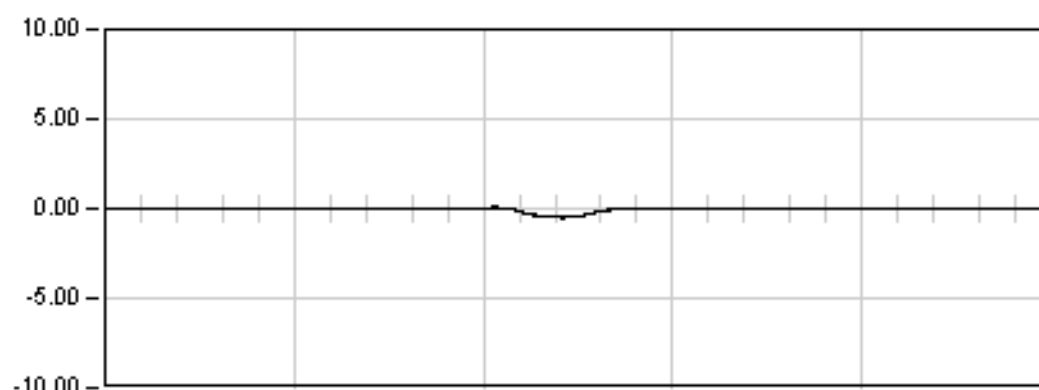
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: -0.50

Min: 0.08

Rem: -0.01



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: -0.52

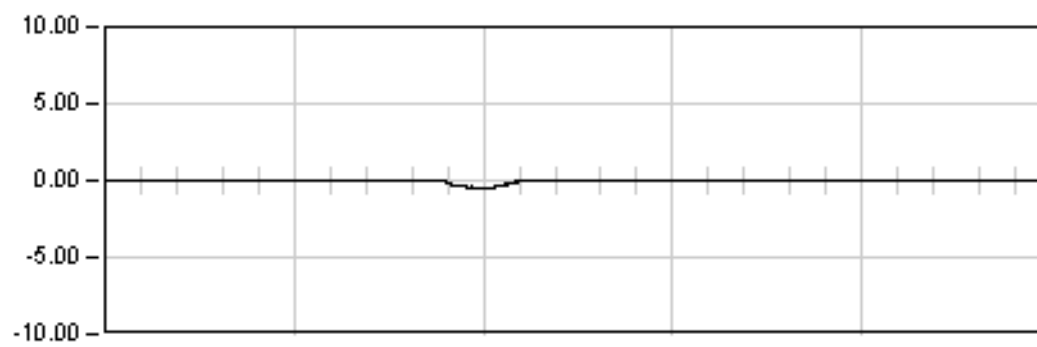
Min: 0.08

Rem: -0.00

65V102

VANO 5

Punto : D523 Canal : 10 Unidades : mm



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -0.52

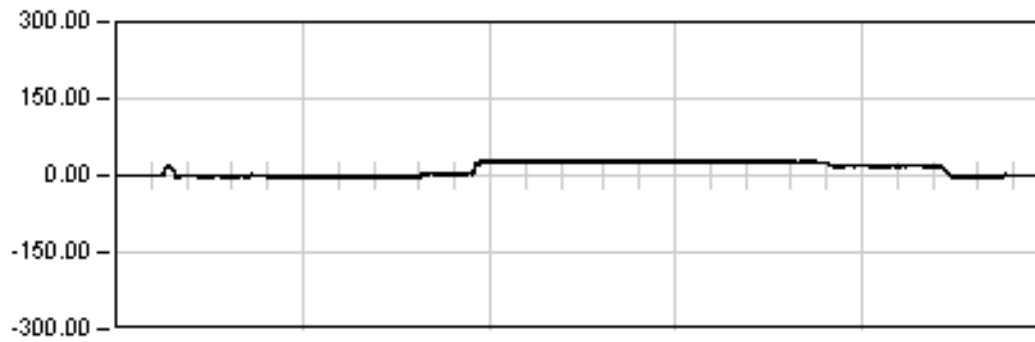
Min: 0.07

Rem: -0.00

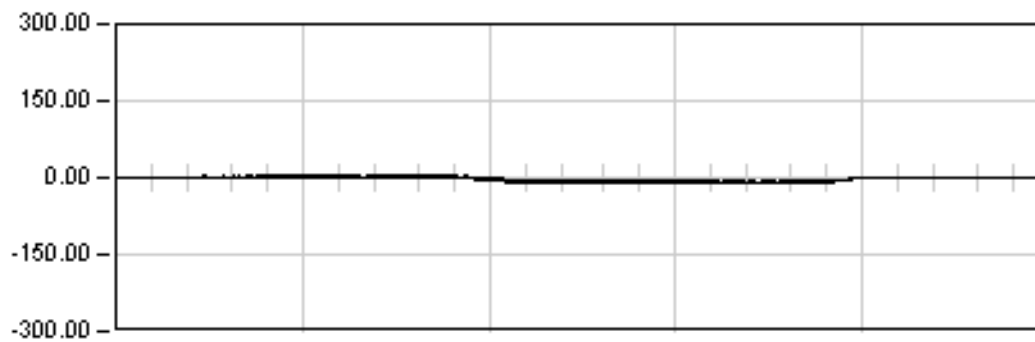
65VI02

VANO 5

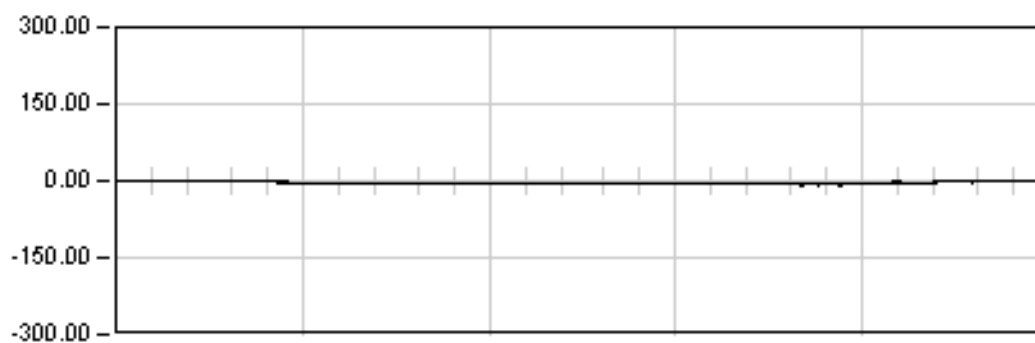
Punto : E51 Canal : 18 Unidades : μE



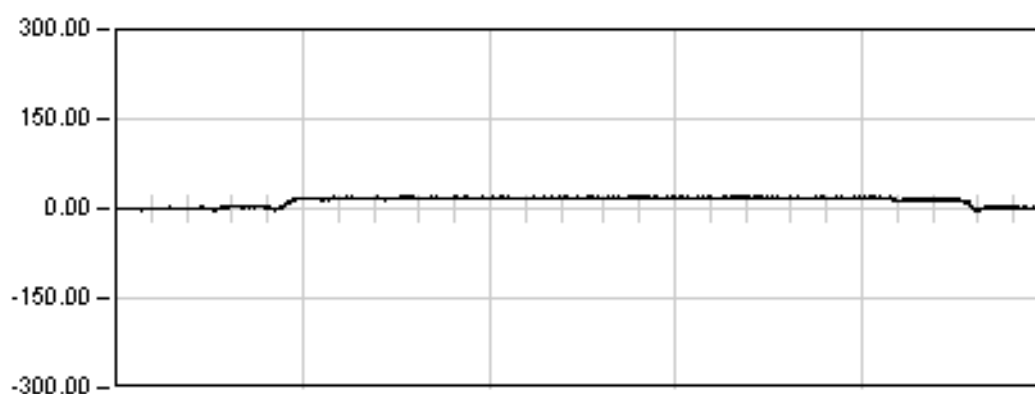
2581.0 Seg
Est: 26.34
Max: 29.93
Min: -6.75
Rem: 0.08



2874.0 Seg
Est: -7.73
Max: -9.59
Min: 3.22
Rem: 0.00



1005.0 Seg
Est: -4.68
Max: -8.53
Min: 2.32
Rem: -0.16

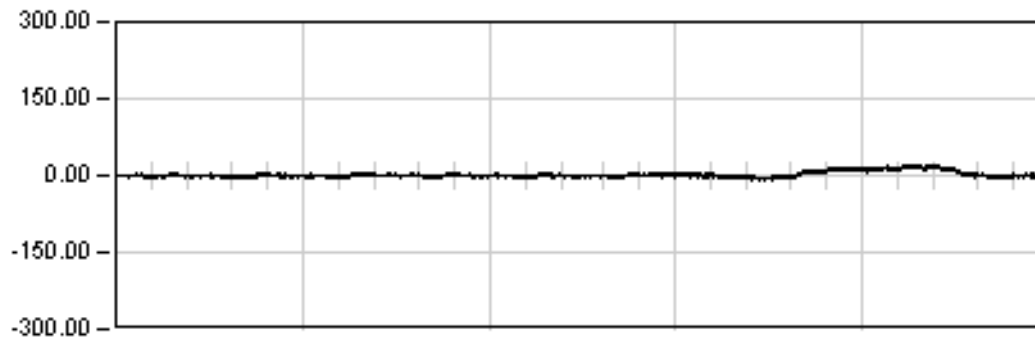


1200.0 Seg
Est: 17.88
Max: 20.42
Min: -4.67
Rem: 0.96

65VI02

VANO 5

Punto : E51 Canal : 18 Unidades : μE



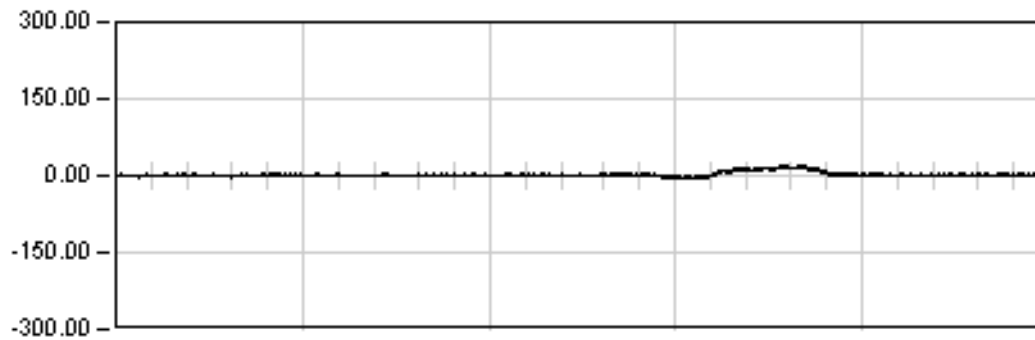
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: 21.42

Min: -8.26

Rem: -0.07



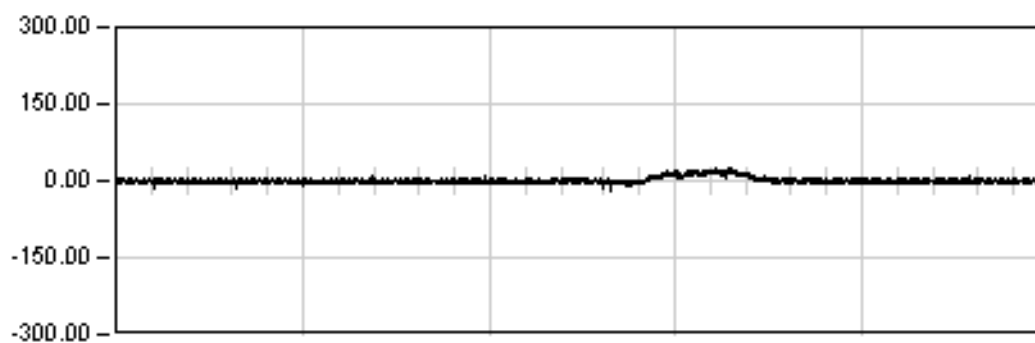
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: 20.59

Min: -6.00

Rem: 1.20



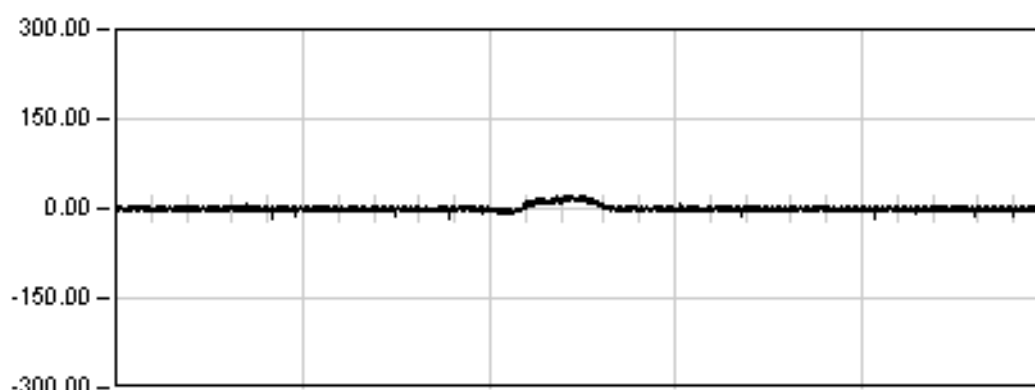
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: 22.90

Min: -19.94

Rem: -1.18



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: 22.97

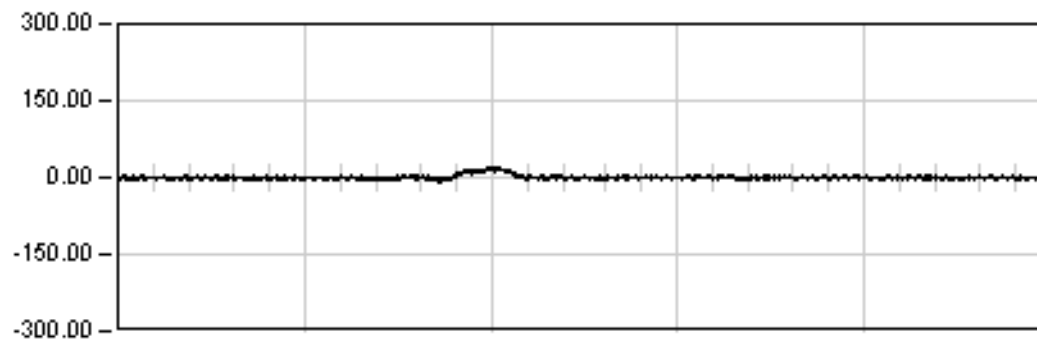
Min: -19.94

Rem: -0.39

65VI02

VANO 5

Punto : E51 Canal : 18 Unidades : μE



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: 19.79

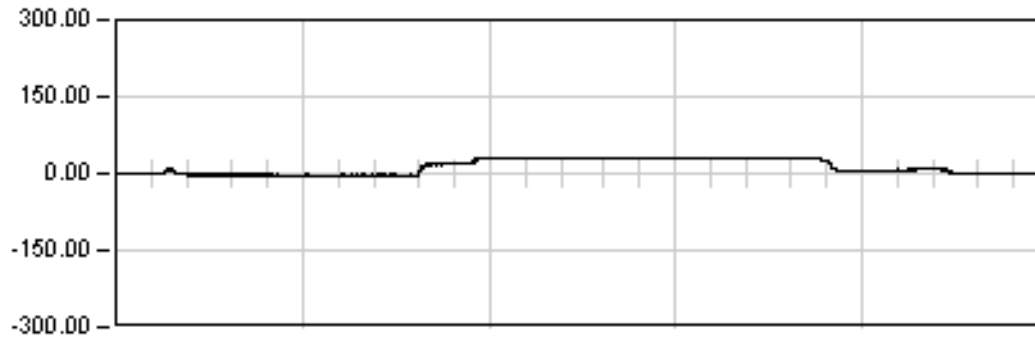
Min: -7.77

Rem: 0.76

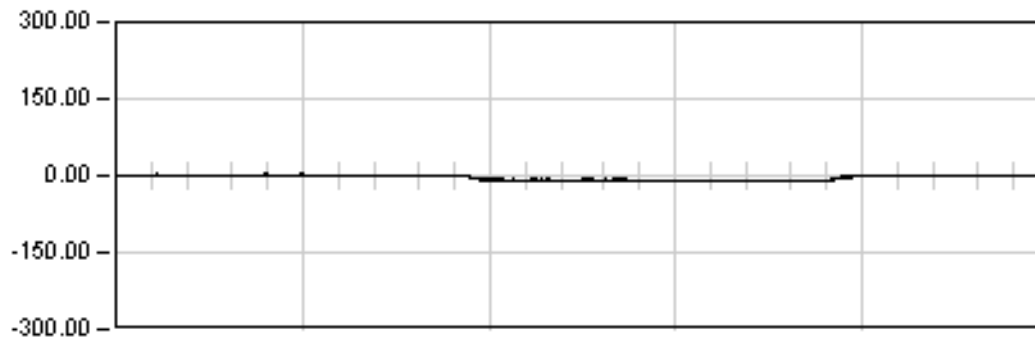
65VI02

VANO 5

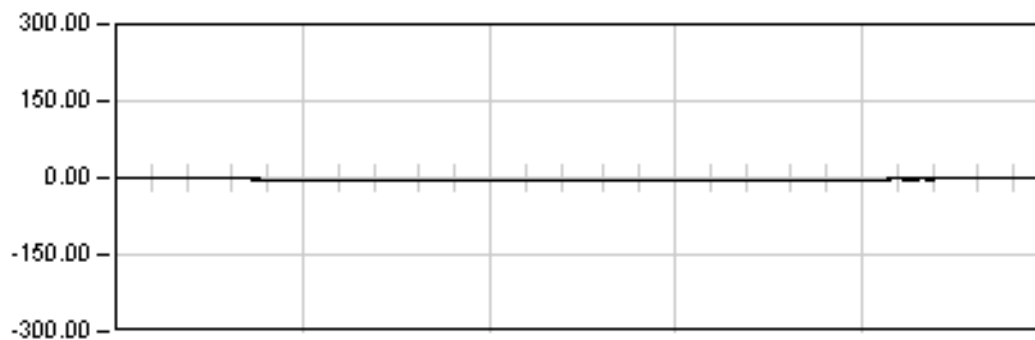
Punto : E52 Canal : 20 Unidades : μE



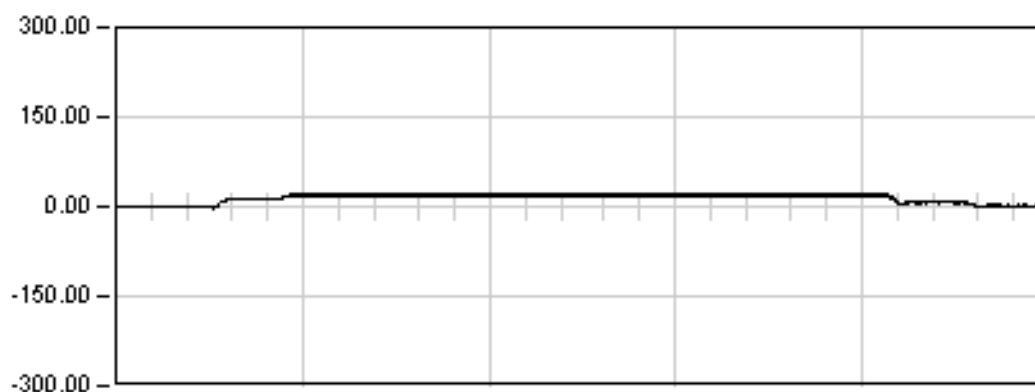
ESTATICA 05
2581.0 Seg
Est: 30.07
Max: 32.00
Min: -6.52
Rem: -0.29



ESTATICA 06
2874.0 Seg
Est: -8.71
Max: -10.99
Min: 2.75
Rem: -0.09



ESTATICA 07
1005.0 Seg
Est: -5.28
Max: -7.49
Min: 1.65
Rem: -0.27

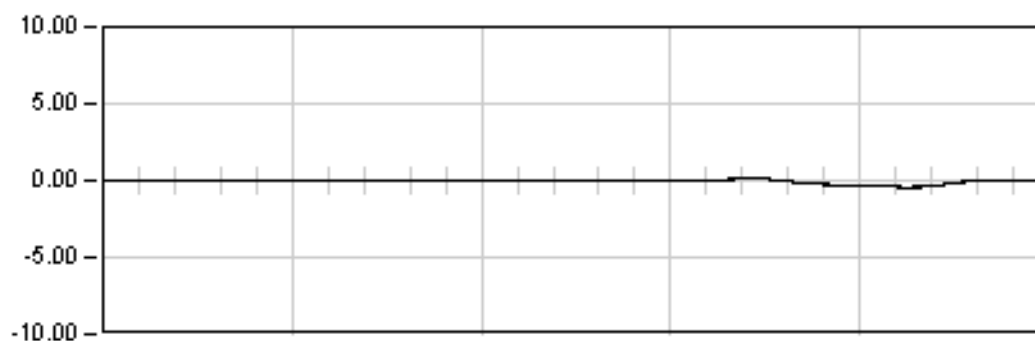


ESTATICA 08
1200.0 Seg
Est: 18.82
Max: 20.93
Min: -2.21
Rem: 1.44

65VI02

VANO 5

Punto : D510 Canal : 06 Unidades : mm



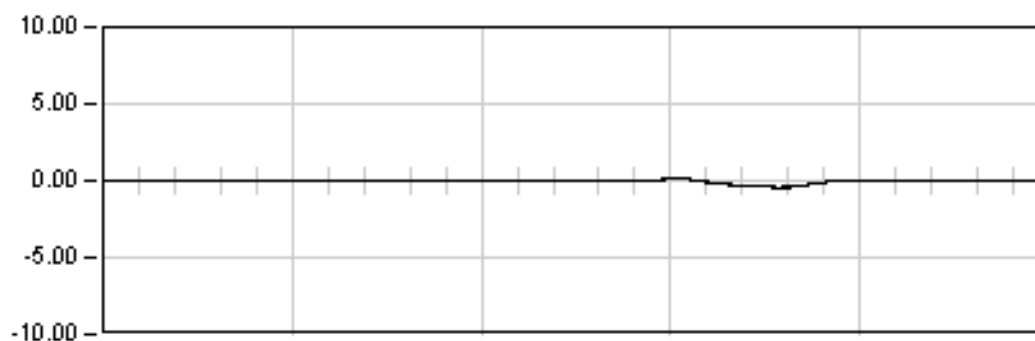
DYNAMICA 07

414.0 Seg

Max: -0.44

Min: 0.13

Rem: -0.00



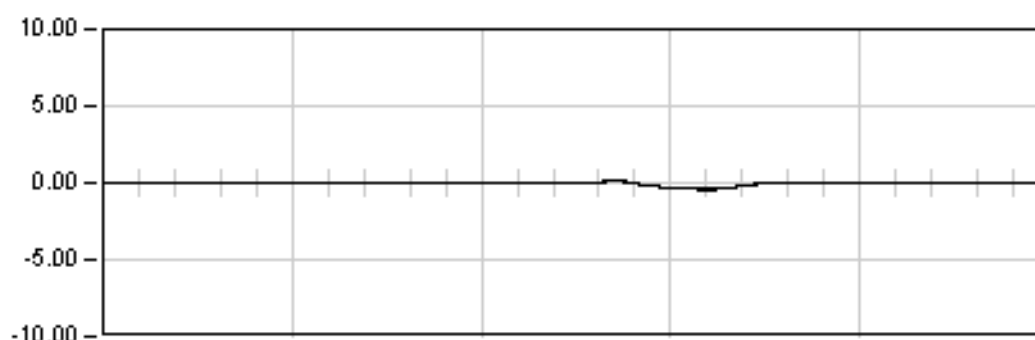
DYNAMICA 08

108.0 Seg

Max: -0.45

Min: 0.13

Rem: -0.01



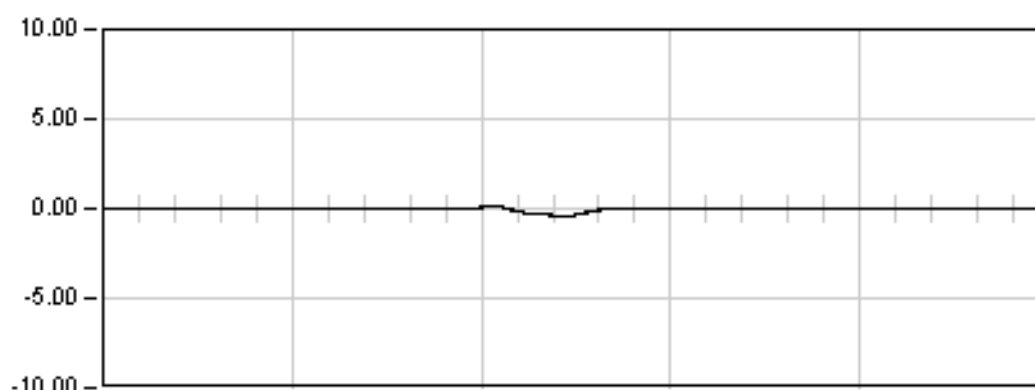
DYNAMICA 09

75.0 Seg

Max: -0.45

Min: 0.14

Rem: -0.00



DYNAMICA 10

78.0 Seg

Max: -0.44

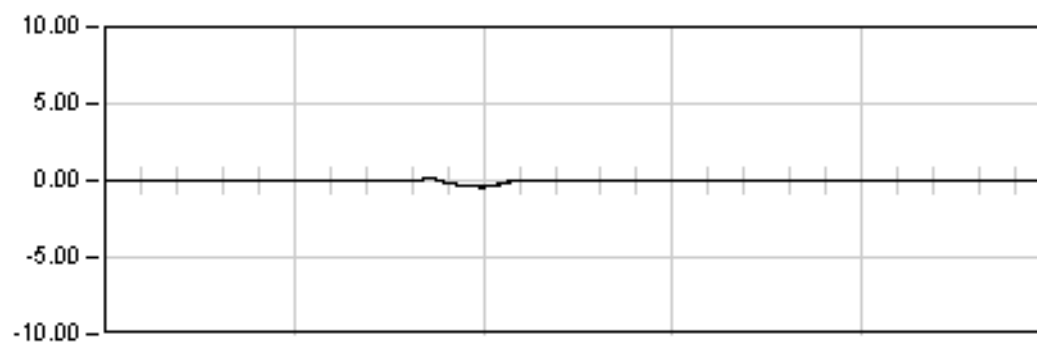
Min: 0.14

Rem: -0.00

65VI02

VANO 5

Punto : D510 Canal : 06 Unidades : mm



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -0.43

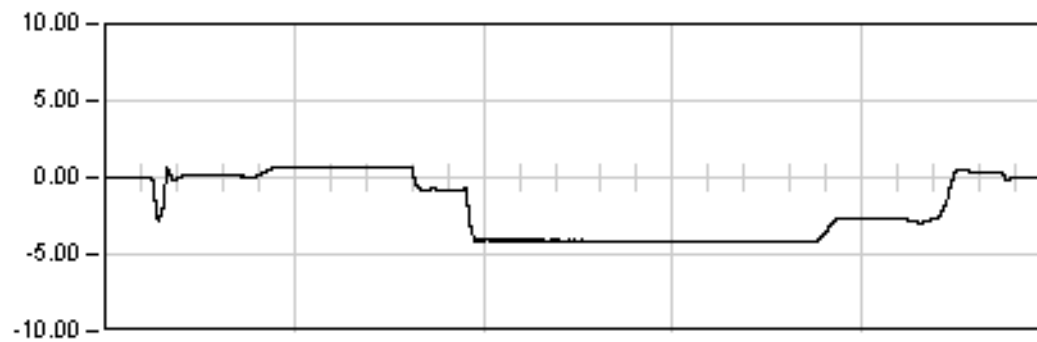
Min: 0.14

Rem: 0.00

65VI02

VANO 5

Punto : D51 Canal : 07 Unidades : mm



ESTATICA 05

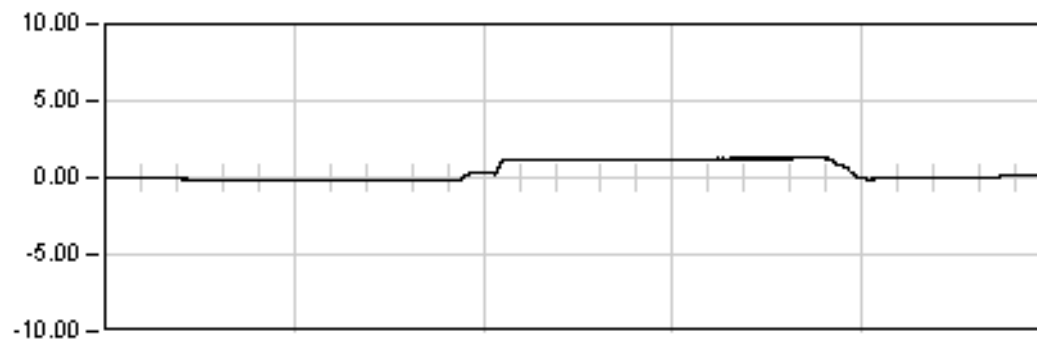
2581.0 Seg

Est: -4.13

Max: -22.93

Min: 0.68

Rem: -0.04



ESTATICA 06

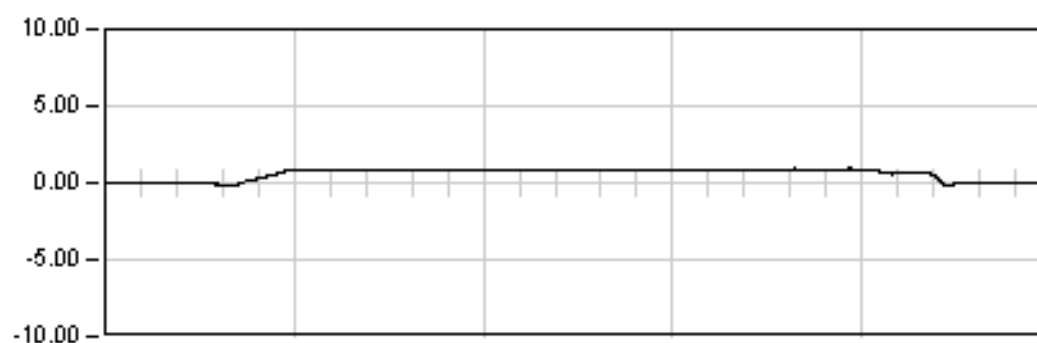
2874.0 Seg

Est: 1.26

Max: 1.27

Min: -0.17

Rem: 0.10



ESTATICA 07

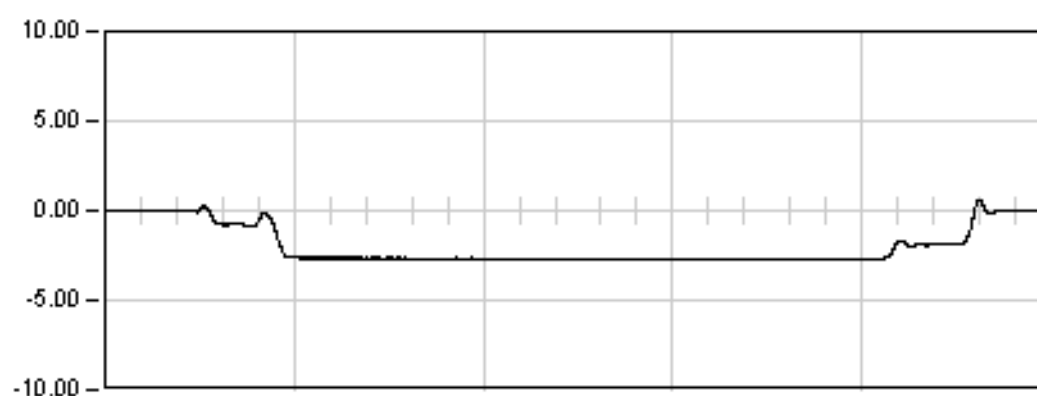
1005.0 Seg

Est: 0.90

Max: 0.92

Min: -0.16

Rem: -0.00



ESTATICA 08

1200.0 Seg

Est: -2.67

Max: -2.69

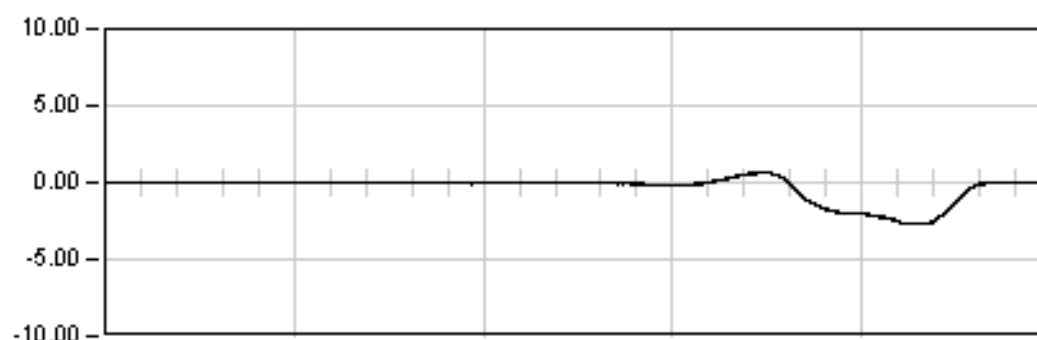
Min: 0.61

Rem: -0.02

65VI02

VANO 5

Punto : D51 Canal : 07 Unidades : mm



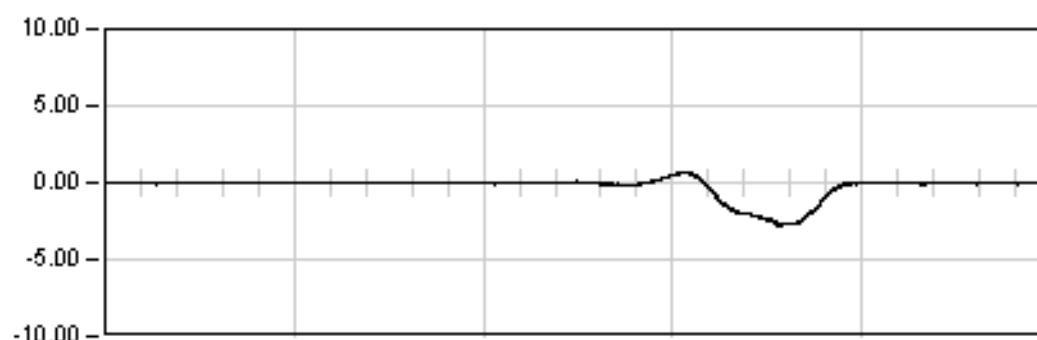
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: -2.74

Min: 0.67

Rem: -0.01



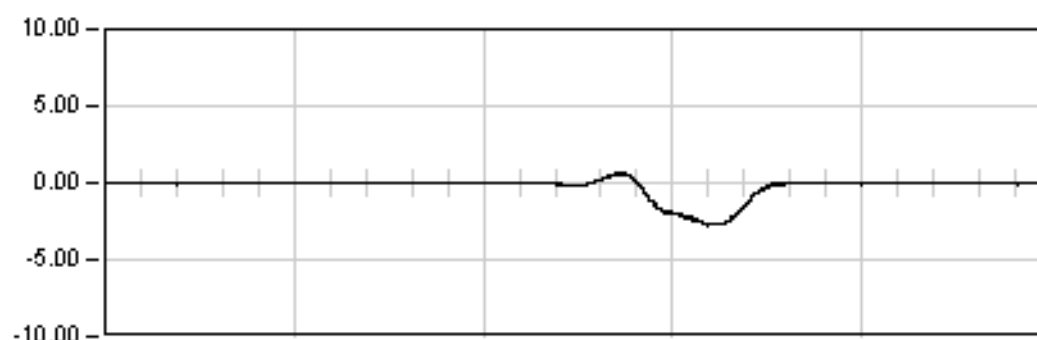
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: -2.77

Min: 0.66

Rem: -0.03



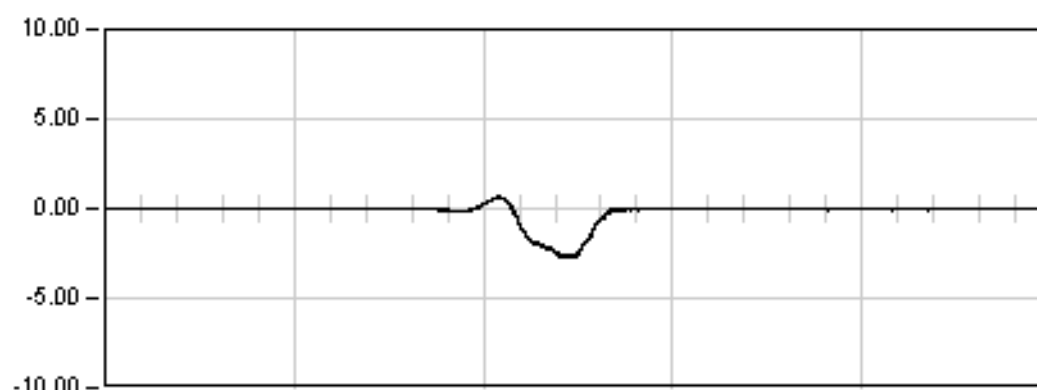
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: -2.77

Min: 0.68

Rem: -0.02



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: -2.76

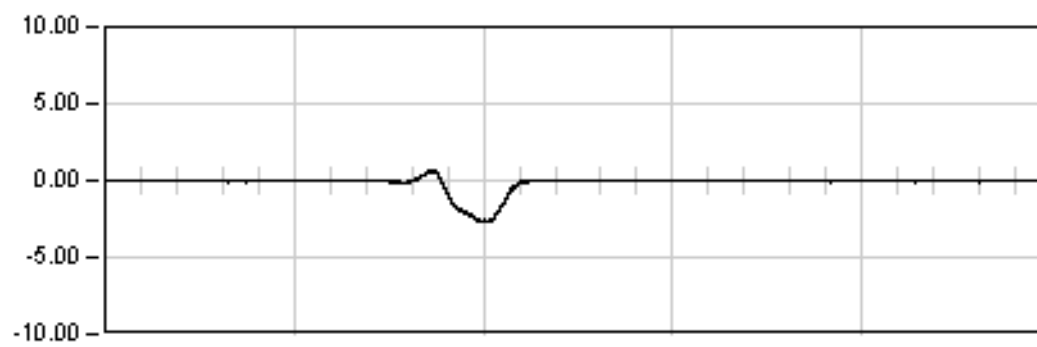
Min: 0.65

Rem: -0.02

65VI02

VANO 5

Punto : D51 Canal : 07 Unidades : mm



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -2.72

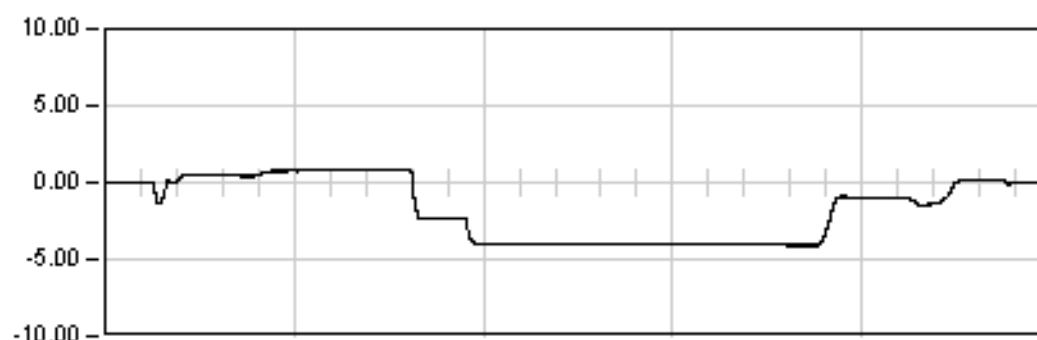
Min: 0.67

Rem: -0.01

65VI02

VANO 5

Punto : D52 Canal : 08 Unidades : mm



ESTATICA 05

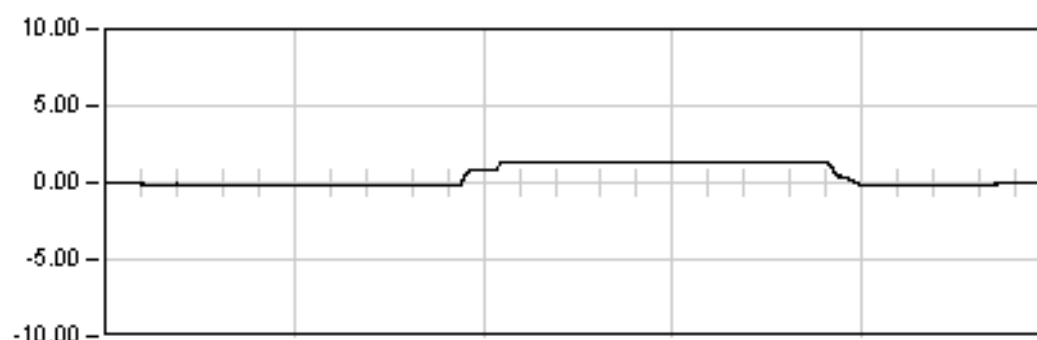
2581.0 Seg

Est: -4.08

Max: -4.10

Min: 0.86

Rem: -0.06



ESTATICA 06

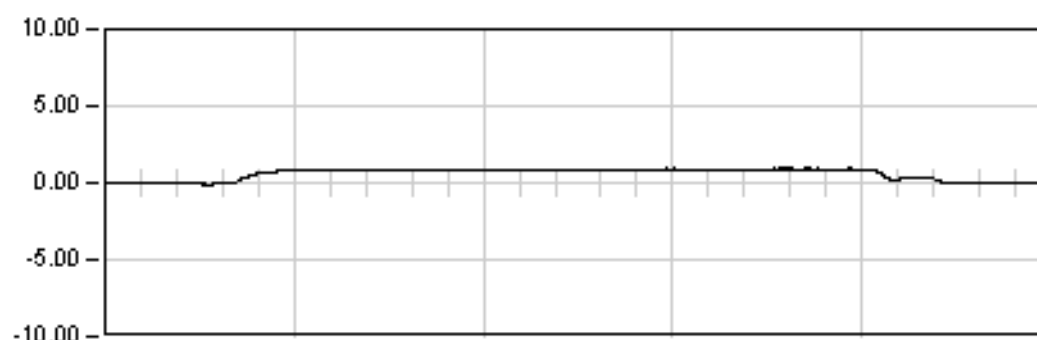
2874.0 Seg

Est: 1.30

Max: 1.32

Min: -0.22

Rem: 0.01



ESTATICA 07

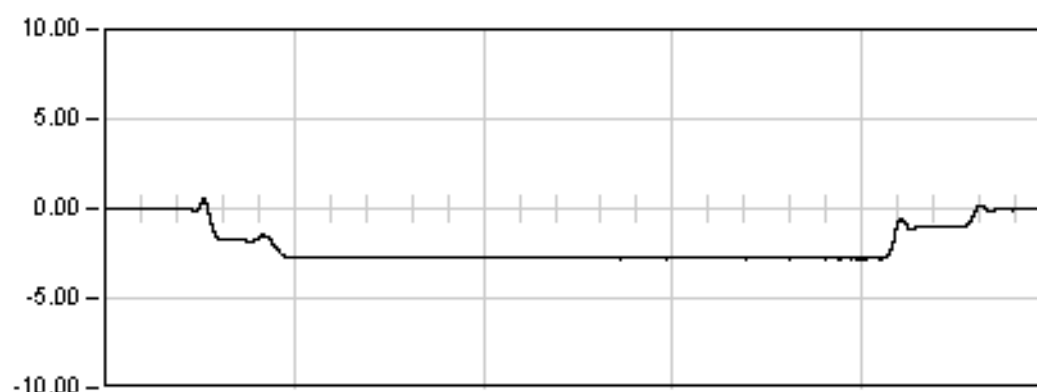
1005.0 Seg

Est: 0.91

Max: 0.93

Min: -0.13

Rem: 0.01



ESTATICA 08

1200.0 Seg

Est: -2.77

Max: -2.80

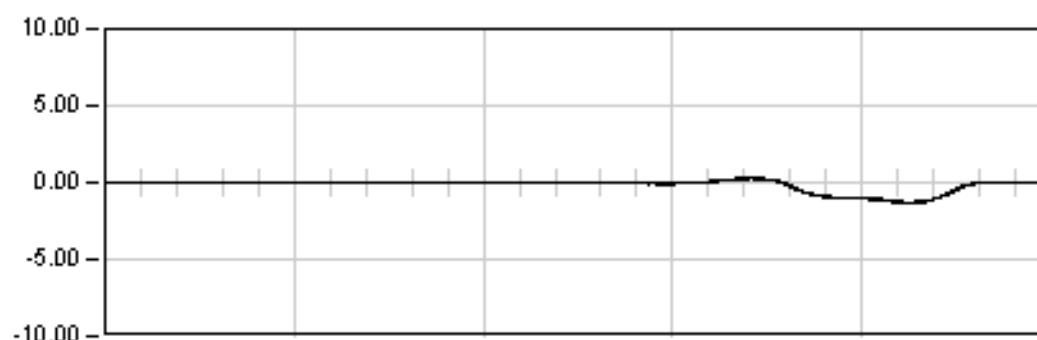
Min: 0.51

Rem: -0.06

65VI02

VANO 5

Punto : D52 Canal : 08 Unidades : mm



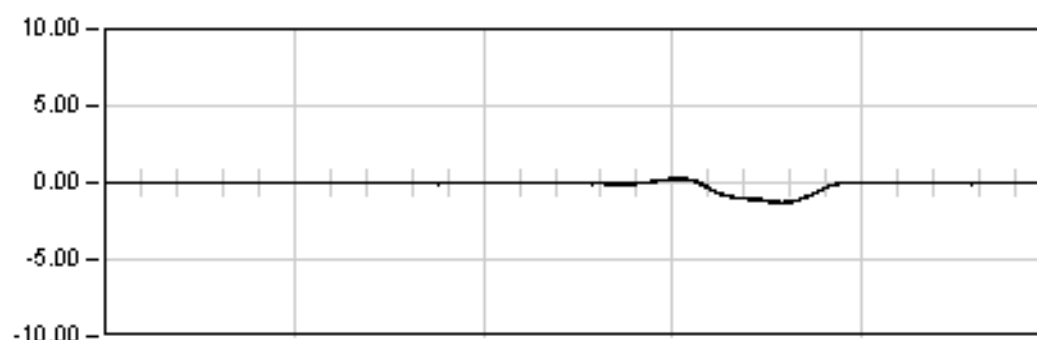
DINAMICA 07

414.0 Seg

Max: -1.32

Min: 0.30

Rem: -0.00



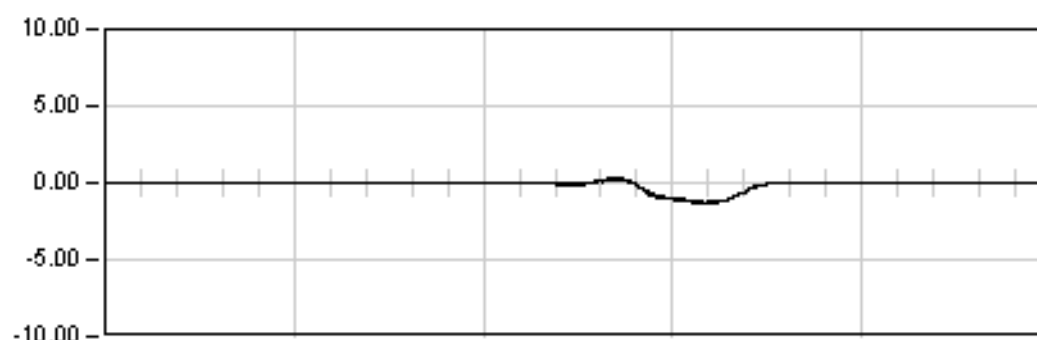
DINAMICA 08

108.0 Seg

Max: -1.35

Min: 0.29

Rem: -0.00



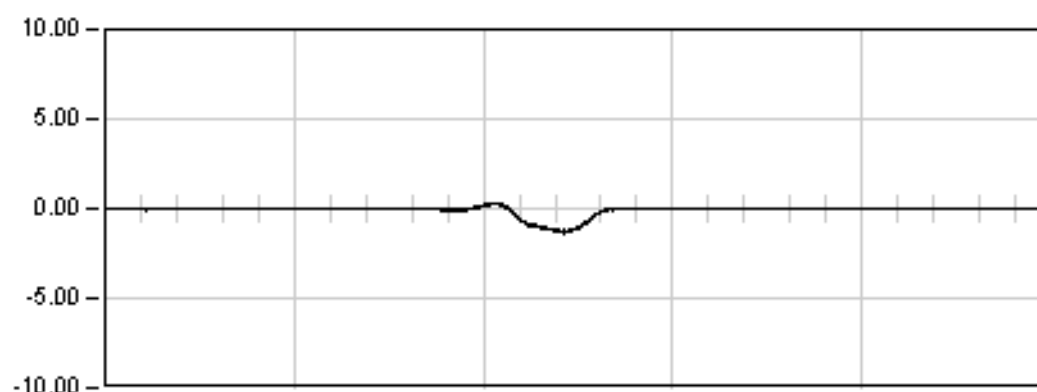
DINAMICA 09

75.0 Seg

Max: -1.38

Min: 0.30

Rem: -0.02



DINAMICA 10

78.0 Seg

Max: -1.37

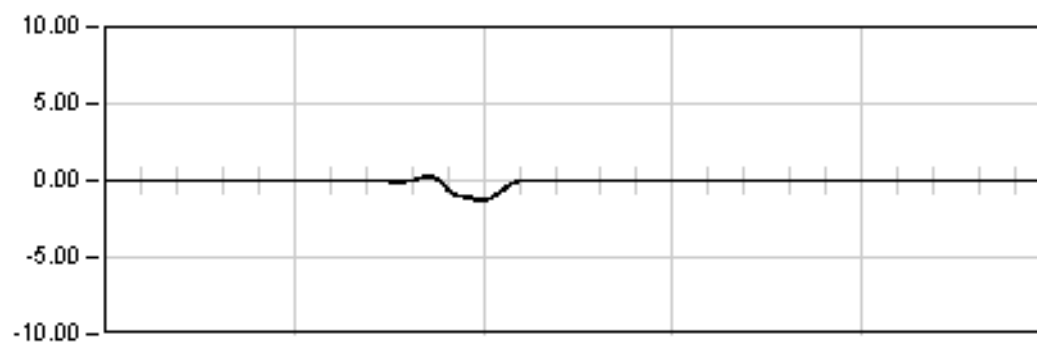
Min: 0.31

Rem: -0.01

65VI02

VANO 5

Punto : D52 Canal : 08 Unidades : mm



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -1.36

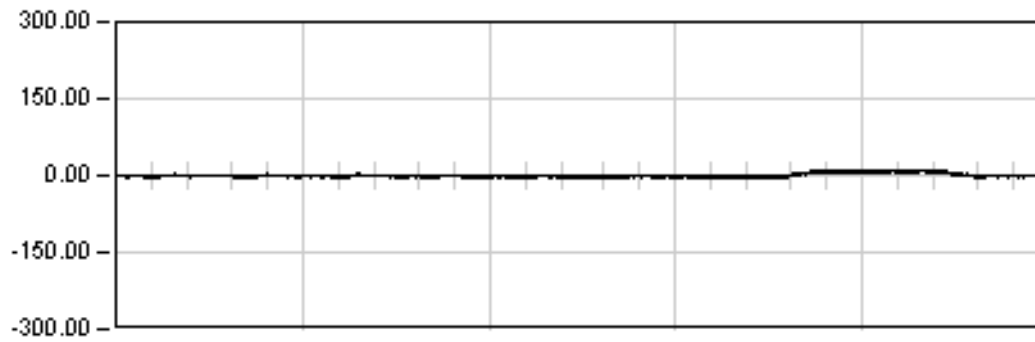
Min: 0.29

Rem: 0.00

65VI02

VANO 5

Punto : E52 Canal : 20 Unidades : μE



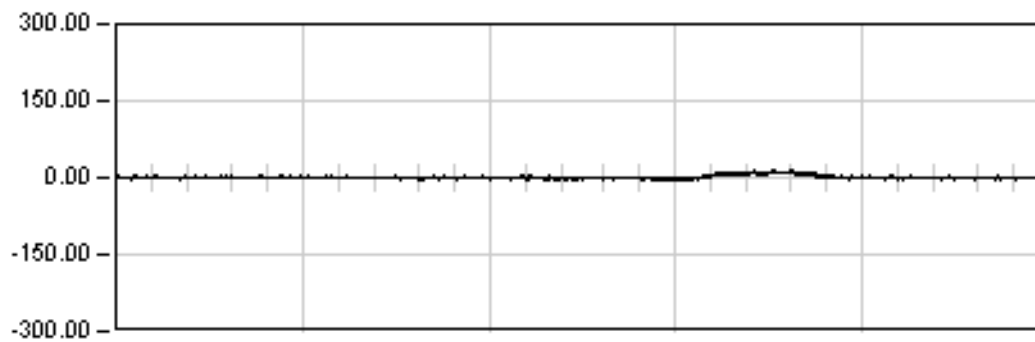
DYNAMICA 07

414.0 Seg

Max: 12.15

Min: -6.06

Rem: -0.35



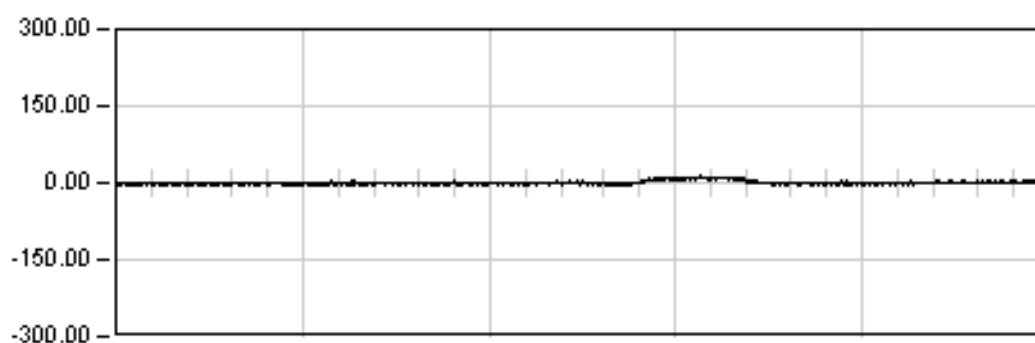
DYNAMICA 08

108.0 Seg

Max: 13.38

Min: -4.52

Rem: 0.91



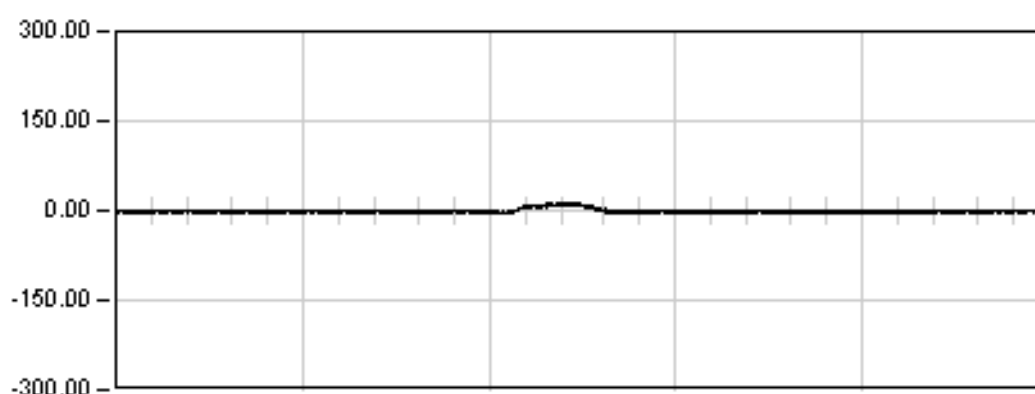
DYNAMICA 09

75.0 Seg

Max: 13.33

Min: -5.14

Rem: -0.01



DYNAMICA 10

78.0 Seg

Max: 12.55

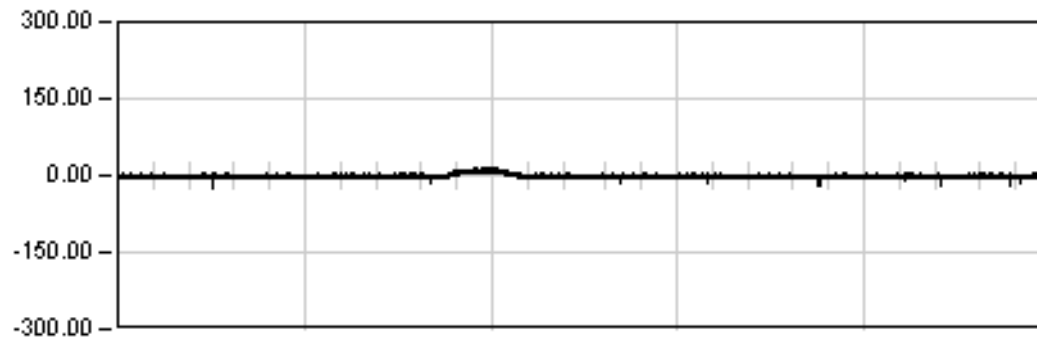
Min: -5.73

Rem: 0.15

65VI02

VANO 5

Punto : E52 Canal : 20 Unidades : μE



DINAMICA 11

96.0 Seg

Max: -24.97

Min: 14.73

Rem: -0.70

ANEJO N° 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

INDICE

- Foto 1: Vista general de la estructura
- Foto 2: Vista inferior del tablero
- Foto 3: Vista lateral de estribo
- Foto 4: Vista de pilar
- Foto 5: Línea de ménsulas para la medida de flecha en centro de vano
- Foto 6: Línea de ménsula para la medida de descenso en apoyo
- Foto 7: Banda estensiométrica para la medida de deformación en centro de vano
- Foto 8: Detalle de ménsula
- Foto 9: Detalle de sismómetro
- Foto 10: Vista general de acondicionadores de señal y equipo de adquisición
- Foto 11: Equipo para la realización de ensayos dinámicos



Foto 1: Vista general de la estructura



Foto 2: Vista inferior del tablero



Foto 3: Vista lateral de estribo



Foto 4: Vista de pilar



Foto 5: Línea de ménsulas para la medida de flecha en centro de vano



Foto 6: Ménsula para la medida de descenso en apoyo



Foto 7: Banda extensiométrica para la medida de deformación en centro de vano



Foto 8: Detalle de ménsula



Foto 9: Detalle de sismómetro



Foto 10: Vista general de acondicionadores de señal y equipo de adquisición



Foto 11: 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:	10/01/2008
-----------------	-------------------------	------------------	------------

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA	
ORGANISMO, COMPAÑÍA:	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa.
TRAMO:	Tramo Martorell - Barcelona. Subtramo: T2. Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat
P.K.:	PROYECTO: 202+152 ; LÍNEA: 614+242
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN	Viaducto sobre el Llobregat. (ANCHO CONVENCIONAL). Vanos 1, 2 y 3
REFERENCIA:	65VI02
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA O PARTE DE ELLA: La estructura es una solución hiperestática de cinco vanos, con la siguiente distribución de luces: 34,50 + 46,00 + 46,00 + 43,70 + 41,40 m. La longitud total de la estructura es de 211,60 m. La planta de la estructura es curva. El ancho total de la losa de compresión es de 13,50 m, y está preparada para el paso de una línea de cercanías de ancho convencional, de 3,80 m de distancia entre ejes de vía. El tablero se define por un cajón de hormigón pretensado (HP-50/F/20/IIIa) de canto constante igual a 3,85 m en el eje longitudinal.	

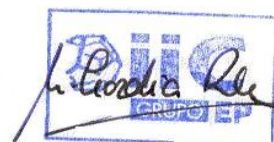
ASISTENTES	
NOMBRES	ORGANISMO, COMPAÑÍA
D. Manuel Córdia Pérez	Ingeniería de Instrumentación y Control (IIC,S.A)

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	
Temperatura	7,3°C -6,0 °C
Humedad relativa	89,7% - 86,1%

PUNTOS DE MEDIDA INSTALADOS					
		Vano 1	Vano 2	Vano 3	
FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO	-	-	-	
	TRANS. DE DESPLAZAMIENTO	4	5	1	
DEFORMACIONES UNITARIAS	BANDAS EXTENSOMÉTRICAS	-	2	1	
REGISTRO DE VIBRACIONES	SISMÓMETRO	1	1	1	
OTROS		-	-	-	

TRENES DE CARGA UTILIZADOS					
VEHÍCULO		NÚMERO	MATRÍCULAS	PESO UNITARIO (T)	
PREVISTO	REAL			PREVISTO	REAL
Locomotora 333	Locomotora 333	2		112 toneladas (18,7 ton/eje)	112 toneladas (18,7 ton/eje)
Tolva TT2	Tolva TT2	8		80 toneladas (20 ton/eje)	80 toneladas (20 ton/eje)
PORCENTAJE DE SOLICITACIÓN RESPECTO A INSTRUCCIÓN: 77 %					
SENTIDO DE CIRCULACIÓN PARA LAS PRUEBAS DINÁMICAS: Lleida - Barcelona y Barcelona - Lleida, indistintamente.					
HORA DE COMIENZO: 00 horas y 57 minutos					

RESULTADOS BÁSICOS ALCANZADOS EN LA ESTRUCTURA								
				Vano 1	Vano 2	Vano 3		
PORCENTAJE DE RESPUESTA RESPECTO AL PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA	Estática	En general	Flechas	77,4%	108,9%	93,6%		
			Deformaciones unitarias	-	107,7%	98,9%		
		Pruebas simplificadas	Flechas					
			Deformaciones unitarias					
	Dinámica	Frecuencia propia de vibración			3,80 Hz	3,90 Hz	3,80 Hz	
	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Estática	En general	Flechas	96,4%	99,3%	98,8%	
Deformaciones unitarias				-	97,4%	96,7%		
ANOMALIAS EN LA INSPECCIÓN VISUAL		No se detecto ninguna anomalía						
OBSERVACIONES		Las cargas se disponen conforme a lo especificado en el Proyecto de Prueba de Carga						
CONDICIONES DE PUESTA EN SERVICIO		APTO ☒	NO APTO ☐	RESTRICCIONES				



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

ACTA DE PRUEBA DE CARGA

TIPO DE PRUEBA:	Recepción de obra nueva	FECHA DE PRUEBA:	11/01/2008
-----------------	-------------------------	------------------	------------

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA	
ORGANISMO, COMPAÑÍA:	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa.
TRAMO:	Tramo Martorell - Barcelona. Subtramo: T2. Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat
P.K.:	PROYECTO: 202+152 ; LÍNEA: 614+242
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN	Viaducto sobre el Llobregat. (ANCHO CONVENCIONAL). Vanos 4 y 5
REFERENCIA:	65VI02
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA O PARTE DE ELLA: La estructura es una solución hiperestática de cinco vanos, con la siguiente distribución de luces: 34,50 + 46,00 + 46,00 + 43,70 + 41,40 m. La longitud total de la estructura es de 211,60 m. La planta de la estructura es curva. El ancho total de la losa de compresión es de 13,50 m, y está preparada para el paso de una línea de cercanías de ancho convencional, de 3,80 m de distancia entre ejes de vía. El tablero se define por un cajón de hormigón pretensado (HP-50/F/20/IIIa) de canto constante igual a 3,85 m en el eje longitudinal.	

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

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	
Temperatura	7,9°C -6,7 °C
Humedad relativa	89,9% - 90,0%

PUNTOS DE MEDIDA INSTALADOS					
		Vano 4	Vano 5		
FLECHAS	EQUIPO ÓPTICO	-	-		
	TRANS. DE DESPLAZAMIENTO	4	4		
DEFORMACIONES UNITARIAS	BANDAS EXTENSOMÉTRICAS	2	2		
REGISTRO DE VIBRACIONES	SISMÓMETRO	1	1		
OTROS	-	-	-		

TRENES DE CARGA UTILIZADOS					
VEHÍCULO		NÚMERO	MATRÍCULAS	PESO UNITARIO (T)	
PREVISTO	REAL			PREVISTO	REAL
Locomotora 333	Locomotora 333	2		112 toneladas (18,7 ton/eje)	112 toneladas (18,7 ton/eje)
Tolva TT2	Tolva TT2	8		80 toneladas (20 ton/eje)	80 toneladas (20 ton/eje)
PORCENTAJE DE SOLICITACIÓN RESPECTO A INSTRUCCIÓN: 77 %					
SENTIDO DE CIRCULACIÓN PARA LAS PRUEBAS DINÁMICAS: Lleida - Barcelona y Barcelona - Lleida, indistintamente.					
HORA DE COMIENZO: 00 horas y 50 minutos					

RESULTADOS BÁSICOS ALCANZADOS EN LA ESTRUCTURA								
				Vano 4	Vano 5			
PORCENTAJE DE RESPUESTA RESPECTO AL PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA	Estática	En general	Flechas	106,4%	82,8%			
			Deformaciones unitarias	106,5%	90,9%			
		Pruebas simplificadas	Flechas					
			Deformaciones unitarias					
	Dinámica	Frecuencia propia de vibración			3,80 Hz	3,80 Hz		
	PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN	Estática	En general	Flechas	95,4%	98,8%		
Deformaciones unitarias				97,9%	99,7%			
ANOMALIAS EN LA INSPECCIÓN VISUAL		No se detecto ninguna anomalía						
OBSERVACIONES		Las cargas se disponen conforme a lo especificado en el Proyecto de Prueba de Carga						
CONDICIONES DE PUESTA EN SERVICIO		APTO ☒	NO APTO ☐	RESTRICCIONES				



ANEJO N° 7: FICHA DE SEGUIMIENTO

MODELO A1 DE COMUNICACIÓN DE INSPECCIONES AL REGISTRO

TIPO DE INSPECCIÓN:	Principal	FECHA DE INSPECCIÓN:	09/11/2007
---------------------	-----------	----------------------	------------

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA

ADMINISTRADOR	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)
LÍNEA:	Línea de Alta Velocidad Madrid - Zaragoza - Barcelona - Frontera Francesa.
TRAMO:	Tramo Martorell - Barcelona. Subtramo: T2. Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat
P.K.:	PROYECTO: 202+152 ; LÍNEA: 614+242
PROVINCIA:	Barcelona
DENOMINACIÓN	Viaducto sobre el Llobregat (ANCHO CONVENCIONAL)
REFERENCIA:	65VI02
AÑO APROXIMADO DE CONSTRUCCIÓN:	2007

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 / mciordia@iic-grupoep.com

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y TIPOLOGÍA

Nº DE VANOS:	5	LUCES DE CADA VANO (m):	34,50 + 46,00 + 46,00 + 43,70 + 41,40
LONGITUD TOTAL (m):	211,60		
OBSTÁCULO SALVADO:	CARRETERA ☒	F.F.C.C. ☐	CAUCE: ☒ OTROS: ☐ ÁNGULO DE INCIDENCIA (°)
LÍNEA ELECTRIFICADA:	SI ☒	NO ☐	
VÍA:	ÚNICA ☐	DOBLE ☒	Nº DE VÍAS 2
	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	GÁLIBO	
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
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	65VI02
P.K. INICIAL (sentido Madrid-Barcelona)	614+137
P.K. FINAL (sentido Madrid-Barcelona)	614+347
TIPO	Puente (10 m < luz <= 50 m) ▼
SUBTRAMO	T2. Sant Boi de Llobregat-Hospitalet de Llobregat ▼
FECHA DE LA INSPECCIÓN	08/11/2007
OBSERVACIONES	

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

DATOS GENERALES

NOMBRE	VIADUCTO SOBRE EL LLOBREGAT (ANCHO CONVI
TIPOLOGÍA GENERAL	LOSA ▼
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA CONTINUA ▼
Nº DE VÍAS	2
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	
TIPO DE ACCESO	VEHÍCULO AUTOMOVIL ▼
OBSTÁCULO SALVADO	RÍO ▼
NOMBRE OBSTÁCULO SALVADO	LLOBREGAT
OTRO OBSTÁCULO SALVADO	▼
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
OTRO OBSTÁCULO SALVADO	▼
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
OBSERVACIONES	

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura) 65VI02
FECHA DE LA INSPECCIÓN 08/11/2007

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	209,75		
Nº DE VANOS	5		
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	41,95		
LUZ DE CADA VANO (m)	34,20+45,60+45,60+43,32+41,04		
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	4,00		
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	13,50		
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)	-		
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)	-		
ESPESOR MÁXIMO DE PILAS (m)	-		
GÁLIBO INFERIOR (m)	4,50		
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)	-		
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)	-		
Nº DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL TRAMO	-		
SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS PRINCIPALES (m)	-		
CANTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES	CONSTANTE	▼	
CANTO MÁXIMO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN CENTRO DE VANOS (m)	-		
GÁLIBO IZQUIERDO (m)	-		
GÁLIBO DERECHO (m)	-		
ENTREVÍA (m)	-		
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
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE	HORMIGÓN PRETENSADO	▼
------------------------	---------------------	---

TRAMOS

TIPOLOGÍA DE TRAMOS	LOSA	▼
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	TABIQUE	▼
SECCIÓN DE PILAS	VARIABLE	▼
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	MURETES GUARDABALASTO Y CUBREJUNTAS	▼
APARATOS DE DILATACIÓN DE CARRILES	NO EXISTEN	▼

VARIOS

PASEOS DE SERVICIO	AMBOS LADOS	▼
--------------------	-------------	---

OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

ESTADO ACTUAL ESTRIBOS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas	0: No existen defectos	▼
Fisuras y grietas	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
Coqueras y nidos de grava	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
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

2: Defectos con riesgo de evolución patológica

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

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		▼
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	0: No existen defectos	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

ESTADO ACTUAL PILAS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
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	1: Defectos con incidencia en la estética	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

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
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

<u>ESTADO ACTUAL ESTRUCTURA DE TRAMOS</u>	
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	0: No existen ▼
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	1: Defectos con incidencia en la estética ▼
Coqueras y nidos de grava	2: Defectos con riesgo de evolución patológica ▼
Meteorización y degradación	▼
Desprendimientos	▼
Carbonatación y desagregación	▼
Armaduras vistas someras	2: Defectos con riesgo de evolución patológica ▼
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	
<u>ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS</u>	2: Defectos con riesgo de evolución patológica ▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

ESTADO ACTUAL RESTO DE ELEMENTOS

Impermeabilización		▼
Drenaje longitudinal		▼
Drenaje transversal		▼
Muretes guardabalasto	0: No existen	▼
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

0: No existen



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

65VI02
08/11/2007

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

2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
2: Defectos con riesgo de evolución patológica	
0: No existen	
1: Defectos con incidencia en la estética	
0: No existen	
2: Defectos con riesgo de evolución patológica	
0: No existen	

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
LAV MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
VILAFRANCA DEL PENEDES - BARCELONA

ID (Identificador de la estructura)

65VI02

FECHA DE LA INSPECCIÓN

08/11/2007

IDENTIFICACIÓN ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS

NOMBRE ARCHIVO

FOTOGRAFÍA Nº 1	ALZADO IZQUIERDO	▼	65VI0201
FOTOGRAFÍA Nº 2	VISTA GENERAL DE PILAS	▼	65VI0202
FOTOGRAFÍA Nº 3	VISTA INFERIOR	▼	65VI0203
FOTOGRAFÍA Nº 4	NIDOS DE GRAVA	▼	65VI0204
FOTOGRAFÍA Nº 5	NIDOS DE GRAVA	▼	65VI0205
FOTOGRAFÍA Nº 6	NIDOS DE GRAVA	▼	65VI0206
FOTOGRAFÍA Nº 7	NIDOS DE GRAVA	▼	65VI0207
FOTOGRAFÍA Nº 8	NIDOS DE GRAVA	▼	65VI0208
FOTOGRAFÍA Nº 9	FISURACIÓN VERTICAL EN PARAMENTO DE HORMIGÓN	▼	65VI0209
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: Vista General de las pilas
- Foto 3: Vista inferior
- Foto 4: Nidos de Grava
- Foto 5: Nidos de Grava
- Foto 6: Nidos de Grava
- Foto 7: Nidos de Grava
- Foto 8: Nidos de Grava
- Foto 9: Fisuración Vertical en paramento de Hormigón



Foto 1: Alzado izquierdo



Foto 2: Vista General de las pilas



Foto 3: Vista inferior



Foto 4: Nidos de Grava

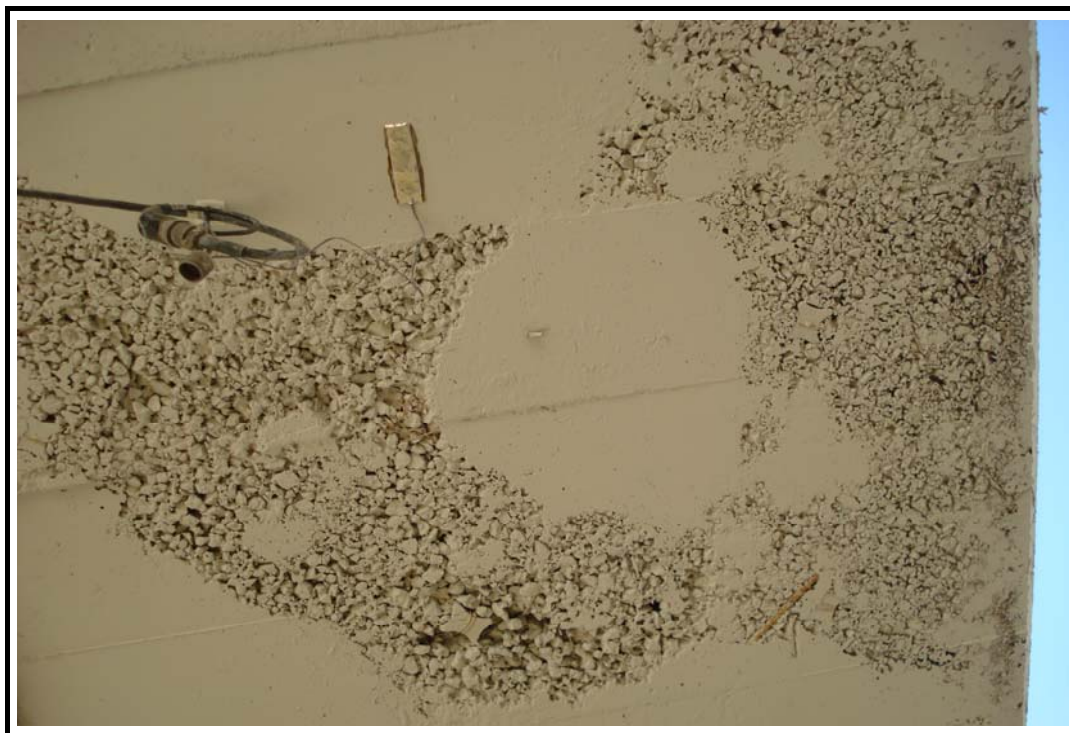


Foto 5: Nidos de Grava



Foto 6: Nidos de Grava



Foto 7: Nidos de Grava



Foto 8: Nidos de Grava



Foto 9: Fisuración Vertical en paramento de Hormigón

ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN

ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN

Dentro de los trabajos realizados por IIC en el marco del contrato “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 Martorell – Barcelona (Exp: AV 004/06)”, suscrito por la UTE PC ADIF VILAFRANCA con el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), está contemplado el control topográfico de la **Estructura 65VI02 (Viaducto sobre el Río Llobregat Línea RENFE)**.

A fecha de edición del presente Informe de Prueba de Carga se había realizado la instalación de las bases de nivelación y señales de puntería, así como la correspondiente campaña inicial de nivelación.

Los datos obtenidos durante estas campañas se presentan en las fichas correspondientes incluidas a continuación.

ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Dentro de los trabajos realizados por IIC 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 – 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), está contemplado el control altimétrico de la **Estructura 65VI02, Viaducto sobre el Llobregat (ancho RENFE)**.

1.1. CONTROL ALTIMÉTRICO

Para el control altimétrico se han instalado fuera de la estructura, en ambos extremos, las referencias altimétricas y a lo largo del tablero se han distribuido una serie de bases de nivelación en los puntos que se quieren controlar

El control altimétrico se ha realizado con nivel digital de precisión, mediante nivelación geométrica de precisión, siguiendo las normas del Instituto Geografico Nacional para las nivelaciones de alta precisión.

Algunas de estas normas son:

- ☐ Se hará doble línea (ida y vuelta) para obtener siempre un grado de redundancia.
- ☐ La distancia máxima entre instrumento y mira no superará en ningún caso los 30m.
- ☐ La tolerancia de equidistancia entre instrumento y miras será de ± 0.10 m.
- ☐ La tolerancia del cierre será la oficial de $\pm 1,5 \sqrt{K}$ mm, siendo K la longitud de la línea expresada en Km.

El método indicado consiste en ir posicionando el nivel en el punto medio de la línea que une cada dos bases de nivelación consecutivas (tramo). De esta forma puede eliminarse el error debido a la falta de horizontalidad del nivel, ya que este error instrumental tendrá el mismo valor en la lectura de espalda y de frente, quedando eliminado al calcular el desnivel por diferencia entre ambas.

El plano de comparación para la estructura queda establecido por la cota inicial asignada a una de las referencias altimétricas, desde la que se han ido arrastrando altitudes, con los desniveles observados, al resto de referencias y bases de nivelación.

El número de referencias altimétricas y bases de nivelación finalmente ejecutadas se indican en el cuadro siguiente:

	Control topográfico	
	Control en pilas	Control en estribos
Bases de nivelación	4	4
Bases de nivelación de referencia	6	

Los equipos y materiales utilizados para la realización de los trabajos mencionados, se describen en el apartado “Equipos y materiales utilizados”.

EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS
--

1.2. NIVEL DIGITAL

Se utiliza para el control preciso de desplazamientos verticales relativos o absolutos, mediante la nivelación geométrica de los itinerarios establecidos.

Este tipo de niveles miden distancias y desniveles en base a un tratamiento electrónico de la imagen, con grabación automática de los datos.

La sistemática de lectura, se realiza a través del teclado midiendo y registrando la altura en la mira y la distancia, a su vez el nivel calcula la altitud del punto, eliminando por ello la posibilidad de error de cálculo.

El software que lleva incorporado ofrece una amplia variedad de posibilidades como por ejemplo establecer los parámetros del instrumento, introducir coeficientes y constantes, establecer tolerancias con aviso, y a su vez la capacidad de elección de formatos en la grabación de datos incluyendo la visualización continua en pantalla de todos estos.

Se utilizaron dos miras modelo LD 12 de NEDO de 2 metros, haciendo la lectura de forma automática en la lámina invar donde va grabado el código de barras. El invar resulta idóneo como soporte de escalas, pues su longitud no varía con los cambios de temperatura. La cinta de invar está fijada bajo tensión al marco de aluminio, de forma que una dilatación de la mira no tiene ninguna influencia sobre ella.

Para el correcto estacionamiento de las miras van dotadas de bípode telescópicos de aluminio y un par de niveles esféricos para su correcta verticalización.

Las principales características del equipo que se utilizó durante la campaña de nivelación son las siguientes:

Nivel digital de alta precisión	Características técnicas
Desviación Estándar en 1 Km de doble nivelación:	0.3 mm (Con código de barras)
Telescopio:	Imagen directa
Aumentos de anteojo:	32x
Rango de medición:	1.5 – 100 m
Rango compensación automática:	+/- 15'
Precisión compensador:	+/- 0.2"
Memoria:	Tarjeta PCMCIA
Pantalla:	4 líneas
Cifras decimales en lectura de mira invar:	0.1/0.01 mm
Teclado:	22 teclas
Peso:	3.5 Kg

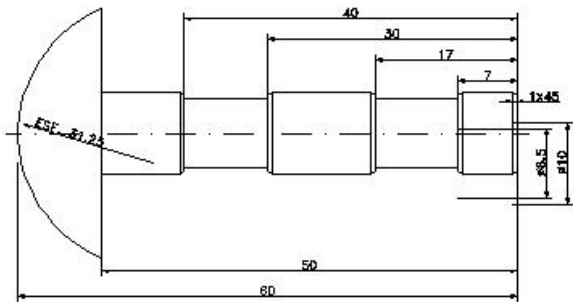


Nivel digital DINI 12 de Trimble

1.3. BASES DE NIVELACIÓN

Las bases de nivelación consisten en un clavo de acero inoxidable, tipo chincheta, empotrable en hormigón mediante taladro y resina Hilti de alta resistencia

La señal tiene una longitud total de 60 mm. y cabeza semiesférica para un buen apoyo del pié de la mira de nivelación.



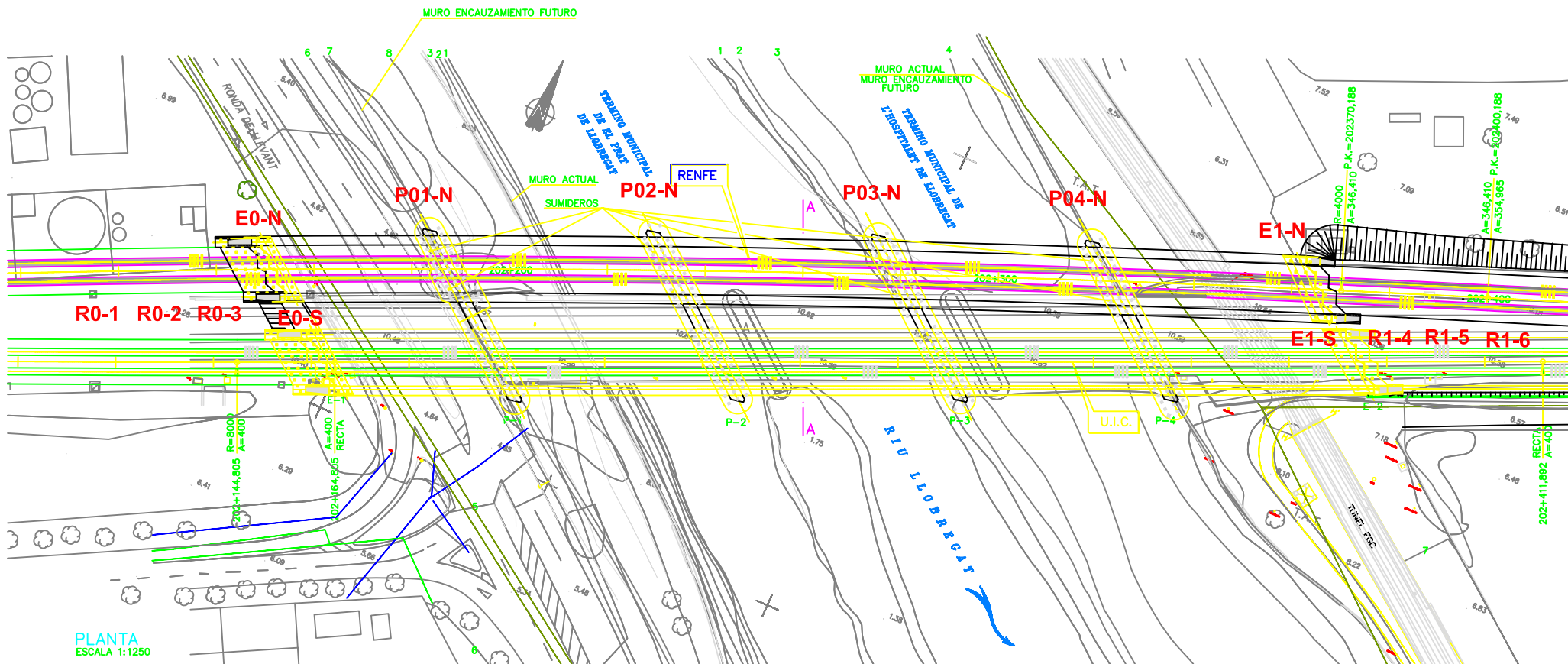
A continuación se incluyen los planos de localización de los equipos instalados, así como los datos obtenidos en las campañas iniciales de nivelación y planimetría realizadas sobre la estructura.

CAMPAÑA DE NIVELACIÓN

NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE PRECISIÓN

PROYECTO: UTE PC ADIF VILAFRANCA **ESTRUCTURA:** 65VI02. Viaducto sobre el Llobregat (ancho convencional)
PROVINCIA: BARCELONA **P.K. DE LÍNEA:** 614+242
CAMPAÑA: Nº 00 **FECHA INICIAL:** 15/11/2007 **FECHA ACTUAL:** 15/11/2007
EMPRESA: IIC S.A. **TOPÓGRAFO/AUXILIAR:** Tarik Allouh/Luis Eduardo Navio
EQUIPO EMPLEADO: Nivel digital Trimble
CONDICIONES AMBIENTALES: Buenas

PUNTO	ALT. INICIAL (m)	ALT. ACTUAL (m)	Desplz. (mm)	OBSERVACIONES
R0-1	100.0000			
R0-2	100.6553			
R0-3	100.9511			
E0-S	100.8459			
E0-N	100.7797			
P01-N	100.7559			
P02-N	100.7903			
P03-N	100.7792			
P04-N	100.7675			
E1-N	100.7546			
E1-S	100.7285			
R1-4	100.6394			
R1-5	99.6624			
R1-6	98.3260			



LEYENDA:

PUNTO DE NIVELACIÓN

- R0-1** REFERENCIA NÚMERO 1 EN LADO DE ENTRADA
- E0-S** SEÑAL EN ESTRIBO DE ENTRADA. LADO SUR
- P01-N** SEÑAL SOBRE PILA. LADO NORTE

L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO: VILAFRANCA DEL PENEDÉS - BARCELONA

ESTRUCTURA:	UBICACIÓN:	P.K.:
65VI02	Provincia de Barcelona	614+242
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE CONTROL TOPOGRÁFICO DE NIVELACIÓN		
CONSULTOR:	FECHA:	

ANEJO N° 9: INSPECCIÓN DEL CAUCE.

ANEJO Nº 9: INSPECCIÓN DEL CAUCE

La Inspección del cauce de la **Estructura 65VI02 Viaducto sobre el Río Llobregat RENFE** es la misma que la realizada en para la estructura **Estructura 65VI01 Viaducto sobre el Río Llobregat UIC**, ya que ambos viaductos se encuentran a escasos metros de distancia, y se detalla en el Anejo Nº9 del Informe de Prueba de Carga de la estructura **Estructura 65VI01 (Ref: IPC.65VI01.ADIF)**.

A continuación se adjunta una copia de la ficha de cauce de la estructura 65VI01

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. DATOS PREVIOS.....	5
3. ENTORNO DE LA ESTRUCTURA.....	7
4. INSPECCIÓN DEL CAUCE Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN	9
4.1. Inspección del cauce	10
4.2. Evaluación de la situación actual: índice de socavabilidad.....	10
5. CONCLUSIONES	13
ANEJO 9A: Cartografía	15
ANEJO 9B: Croquis de cauce y batimetría	17
ANEJO 9C: Ficha de campo.....	18
ANEJO 9D: Reportaje fotográfico.....	19

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente anejo tiene por objeto el análisis desde el punto de vista de riesgo de socavación, aterramiento e inestabilidad dinámica del cauce del Río Llobregat que salva la estructura del Viaducto sobre el río Llobregat, a partir de los datos obtenidos en la inspección visual realizada el 21 de Enero de 2008.

El paso de la estructura sobre el cauce objeto del estudio se produce en el P.K. 614+253 de la L.A.V. Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. En la imagen siguiente podemos apreciar una vista geográfica general del entorno de la estructura:



De este modo, en el apartado 2, “Entorno de la estructura”, se presentan todos aquellos parámetros de la zona susceptibles de influir sobre la morfología del cauce.

En el apartado 3 se describen los trabajos realizados durante la inspección y la evaluación de la situación del cauce desde el punto de vista del riesgo de socavación.

En el apartado 4 se exponen las conclusiones, en las que se describirá el estado general del cauce, sus protecciones, riesgos de socavación y posibles medidas urgentes que se deben tomar en caso necesario.

Por último se incluye un croquis con la situación actual del cauce, la ficha de campo con los datos recogidos durante la inspección, de modo que quede caracterizado el estado cero del entorno de la estructura de cara a futuras inspecciones del cauce, y el reportaje fotográfico con imágenes de las principales zonas del cauce objeto del estudio.

2. DATOS PREVIOS

2. DATOS PREVIOS

A continuación se presentan las principales características de la estructura del Viaducto sobre el río Llobregat:

VIADUCTO SOBRE EL RÍO LLOBREGAT	
Código estructura	65VI01
P.K. Obra	202+163
P.K. Línea	614+253
Línea	Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa
Tramo / Subtramo	Tramo Martorell – Barcelona / T2. Sant Boi de Llobregat - Hospitalet de Llobregat
Tipología del tablero	Cajón de hormigón pretensado
Número de vanos	5
Distribución de luces (m)	34,20 + 2*45,60 + 43,32 + 41,04
Tipología de pilas	Tabique
Tipología de cimentación en pilas	Pilotes
Tipología de estribos	Cerrados
Tipología de cimentación en estribos	Pilotes
Coordenadas UTM	X = 424999 ; Y = 4576554,5 ; Huso: 31
Datos topográficos	Instituto Cartográfico de Cataluña
Confederación	Agencia Catalana del Agua

3. ENTORNO DE LA ESTRUCTURA

3. ENTORNO DE LA ESTRUCTURA

La estructura del Viaducto sobre el río Llobregat se encuentra entre los términos municipales de El Prat de Llobregat y Hospitalet de Llobregat, en la provincia de Barcelona, y permite el paso de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa sobre el río Llobregat.

La precipitación media anual de la zona se sitúa en el entorno de los 640 mm y una temperatura media anual de 15,5 °C.

El entorno de la estructura presenta formas en el relieve suaves, con una orografía del terreno muy regular y muy próximo a su desembocadura en el mar mediterráneo.

Los materiales que constituyen los márgenes del cauce son principalmente gravas y arenas.

La estructura está situada en una zona industrial por lo que prácticamente no hay aprovechamiento agrícola. Existen pequeños pastizales y zonas improductivas.

El cauce del Río Llobregat presenta una pendiente media a la altura de la obra del 1 por mil, y se cruza con un ángulo de incidencia prácticamente perpendicular al eje longitudinal de la estructura. Las márgenes del río presentaban una cobertura vegetal densa, con presencia de matorral bajo y pequeñas zonas arboladas. Debido a las obras de recuperación del cauce, en la actualidad existen caminos de obra y escasa vegetación.

A la altura de la estructura, las márgenes del cauce se encuentran encauzadas por un muro de hormigón del cual forman parte las pilas 1 y 4.

4. INSPECCIÓN DEL CAUCE Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN

4. INSPECCIÓN DEL CAUCE Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN

4.1. INSPECCIÓN DEL CAUCE

La inspección del cauce del Río Llobregat en su cruce con la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa a la altura del Viaducto sobre el río Llobregat, se realizó el pasado día 21 de Enero de 2008.

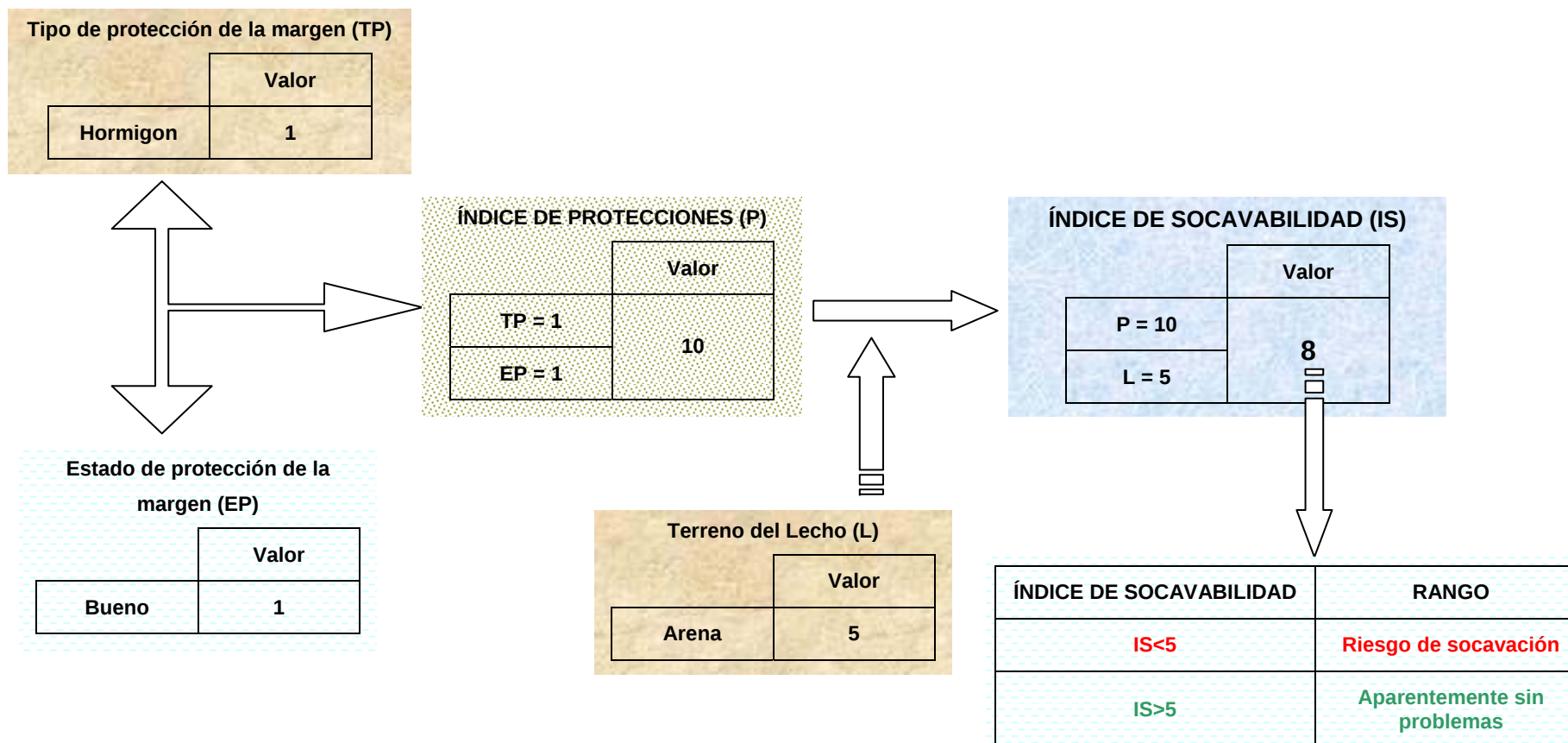
La inspección visual realizada tenía por objeto registrar con objetividad la situación actual de la estructura y el entorno de interés del cauce, así como identificar las condiciones indicativas de problemas potenciales de socavación, aterramiento e inestabilidad dinámica, y en particular su afección al conjunto suelo-cimentación.

De este modo, se hizo un estudio y se tomaron los datos correspondientes a las características del cauce aguas arriba y aguas debajo de la estructura.

4.2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL: ÍNDICE DE SOCAVABILIDAD

Las características del terreno del lecho, cobertura en márgenes y erosión en las mismas nos aportan los datos necesarios para estimar el índice de socavabilidad. El diagrama de fuljo siguiente se indican los pasos que se han seguido para la obtención del Índice de Socavabilidad (IS) en nuestro caso:

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SOCAVABILIDAD



En resumen, el cauce está constituido principalmente por arenas y gravas. Las márgenes del puente a la altura del puente se encuentran protegidas por un muro de hormigón que no presenta daños.

El Índice de Socavabilidad refleja las condiciones de suficiencia que caracterizan al conjunto suelo-cimentación.

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

De la inspección del cauce del Río Llobregat en su cruce con la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa a la altura del Viaducto sobre el río Llobregat, destacamos lo siguiente:

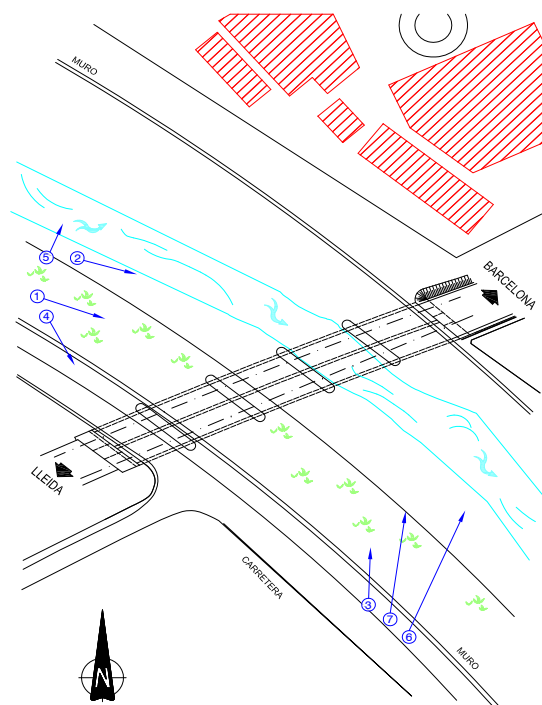
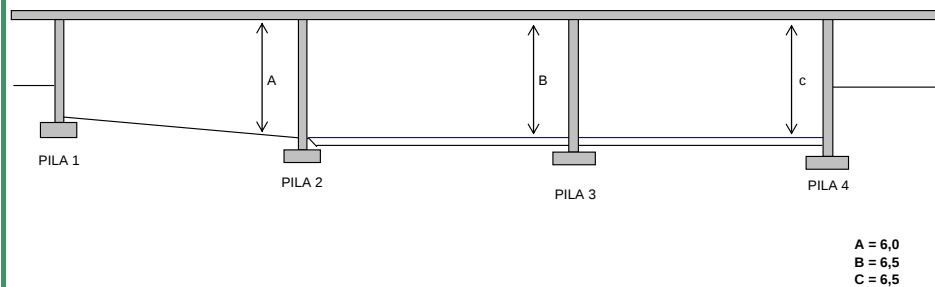
- ❑ El Índice de Socavabilidad obtenido ($IS=8$) refleja las condiciones aparentemente buenas de la estructura frente al riesgo de erosión y socavación.
- ❑ El cauce atraviesa en condiciones normales los vanos 3 y 4 aunque podría ocupar parte del vano 2. Actualmente La margen izquierda está protegida por un muro de hormigón y en la margen derecha se estaba ejecutando una recuperación del cauce y se estaba ejecutando un nuevo muro de protección para evitar daños en caso de grandes avenidas.
- ❑ Los estribos están fuera del área de influencia del cauce..
- ❑ La orientación de las pilas se puede considerar adecuado con el ángulo de ataque del cauce sobre la estructura.
- ❑ El cauce del río discurre en el entorno de la estructura en forma de ligera curva a la derecha. En general, el cauce presentaba una buena cobertura vegetal en el entorno de la estructura, que lo protege frente a los fenómenos de erosión. En la actualidad se están realizando trabajos de recuperación del cauce.
- ❑ En la inspección no se han observado daños en la estructura o en su entorno que comprometan la estabilidad de la misma, por lo que a priori puede funcionar sin riesgo en regímenes hidráulicos normales.

ANEJO 9A: CARTOGRAFÍA



ANEJO 9B: CROQUIS DE CAUCE Y BATIMETRÍA

ESTRUCTURA:	VIADUCTO DEL LLOBREGAT	LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT	TRAMO:	T2. SANT BOI DE LLOBREGAT - HOSPITALET DE LLOBREGAT
		REFERENCIA:	65VI01



LEYENDA

⑤ → N° DE FOTOGRAFÍA	 CULT. ARBÓREOS	 PAVIMENTO
 VEG. ARBÓREA	 CULT. HERBÁCEOS	 EDIFICACIÓN
 VEG. ARBUSTIVA	 TIERRA	 OBSTRUCCIÓN
 VEG. HERBÁCEA	 ROCA	 EROSIÓN/SOCAV.
 AGUAS ALTAS	 PROFUNDIDAD AGUA	 TALUD VERTICAL

ANEJO 9C: FICHA DE CAMPO

ESTRUCTURA:	VIADUCTO DEL LLOBREGAT		
LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA		
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT		
REFERENCIA:	65VI01	TRAMO:	T2. SANT BOI DE LLOBREGAT - HOSPITALET DE LLOBREGAT

CARACTERÍSTICAS Y AFECCIONES DEL CAUCE A ELEMENTOS ESTRUCTURALES

ESTRIBO 1

LOCALIZACIÓN	1	1= LLANURA D, 2=MARGEN D, 3=CAUCE, 4=MARGEN I, 5 =LLANURA I
MATERIAL DEL ESTRIBO	1	1= HORM. 2=SILL. 3=LADR. 4=MAMPOST. 5=TIERRA REFOR. 6=ACERO 7=OTRO
TIPO DE ESTRIBO	1	1=CERRADO, 2=ABIERTO, 3=FLOTANTE
CIMENTACIÓN	1	1=DIRECTA, 2=PILOTES, 3=PILOTES ENCAMISADOS, 4=PANTALLAS, 5=OTRAS
ESTADO DEL ESTRIBO	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
PROTECCIÓN	3	1=ESCOLLERA, 2=GAVIONES, 3=OTRO
ESTADO DE LA PROTECCIÓN	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
TERRENO	1	1=ARTIFICIAL, 2=ROCA, 3=BOLOS, 4=GRAVA, 5=ARENA, 6=LIMO/ARCILLA
ÁNGULO DE ATAQUE DEL AGUA	1	1=NO INCIDE, 2=0° a 5°, 3=6° a 35°, 4=36° a 50°, 5=51° a 90°, 6=NEGATIVO
NIVEL MÁXIMO DEL AGUA	0	EN METROS MEDIDO DESDE EL TERRENO
NIVEL ACTUAL DEL AGUA	0	EN METROS MEDIDO DESDE EL TERRENO
SOCAVACIÓN	1	1=NINGUNA, 2=LEVE, 3=AVANZADA, 4=DESCALCE
PROFUNDIDAD DE SOCACACIÓN (m)	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO ACTUAL

ESTRIBO 2

LOCALIZACIÓN	5	1= LLANURA D, 2=MARGEN D, 3=CAUCE, 4=MARGEN I, 5 =LLANURA I
MATERIAL DEL ESTRIBO	1	1= HORM. 2=SILL. 3=LADR. 4=MAMPOST. 5=TIERRA REFOR. 6=ACERO 7=OTRO
TIPO DE ESTRIBO	1	1=CERRADO, 2=ABIERTO, 3=FLOTANTE
CIMENTACIÓN	1	1=DIRECTA, 2=PILOTES, 3=PILOTES ENCAMISADOS, 4=PANTALLAS, 5=OTRAS
ESTADO DEL ESTRIBO	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
PROTECCIÓN	3	1=ESCOLLERA, 2=GAVIONES, 3=OTRO
ESTADO DE LA PROTECCIÓN	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
TERRENO	1	1=ARTIFICIAL, 2=ROCA, 3=BOLOS, 4=GRAVA, 5=ARENA, 6=LIMO/ARCILLA
ÁNGULO DE ATAQUE DEL AGUA	1	1=NO INCIDE, 2=0° a 5°, 3=6° a 35°, 4=36° a 50°, 5=51° a 90°, 6=NEGATIVO
NIVEL MÁXIMO DEL AGUA	0	EN METROS MEDIDO DESDE EL TERRENO
NIVEL ACTUAL DEL AGUA	0	EN METROS MEDIDO DESDE EL TERRENO
SOCACACIÓN	1	1=NINGUNA, 2=LEVE, 3=AVANZADA, 4=DESCALCE
PROFUNDIDAD DE SOCACACIÓN (m)	-	EN METROS, MEDIDO DESDE EL TERRENO ACTUAL

ALETAS

			PROTECCIÓN		SOCACACIÓN	
	ANGULO	ESTADO	TIPO	ESTADO	TIPO	PROFUNDIDAD (m)
Aleta E1 izquierda	5	1	-	-	1	-
Aleta E1 derecha	5	1	-	-	1	-
Aleta E2 izquierda	5	1	-	-	1	-
Aleta E2 derecha	5	1	-	-	1	-

1= 0° a 5°	1=BUENO	1=ESCOLLERA	1=BUENO	1=NINGUNA
2= 6° a 30°	2=DAÑOS	2=GAVIONES	2=DAÑOS	2=LEVE
3= 31° a 60°	3=DAÑOS MUY AVANZADOS	3=OTROS	3=DAÑOS MUY AVANZADOS	3=AVANZADA
4= 61° a 85°				4=DESCALCE
5= 86° a 90°				

ESTRUCTURA:	VIADUCTO DEL LLOBREGAT		
LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA		
DEL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT		
REFERENCIA:	65VI01	TRAMO:	T2. SANT BOI DE LLOBREGAT - HOSPITALET DE LLOBREGAT

CARACTERÍSTICAS Y AFECCIONES DEL CAUCE A ELEMENTOS ESTRUCTURALES

PILAS

	LOCALIZACIÓN	TIPO DE PILA	CIMENTACIÓN	Nº FUSTES	MATERIAL	ESTADO
Pila 1	2	1	5	-	1	1
Pila 2	3	1	5	-	1	1
Pila 3	3	1	5	-	1	1
Pila 4	4	1	5	-	1	1

1 = LLANURA D
2 = MARGEN D
3 = CAUCE
4 = MARGEN I
5 = LLANURA I

1 = TABIQUE
2 = FUSTE ÚNICO
3 = FUSTE MÚL.

1 = DIRECTA
2 = PILOTES
3 = PILOT. ENCAM.
4 = PANTALLAS
5 = OTRAS

1 = HORMIGÓN
2 = FÁB. SILL.
3 = FÁB. LADR.
4 = FÁB. MAMP.
5 = MIXTO

1 = BUENO
2 = DAÑOS
3 = DAÑOS MUY AVANZADOS

	TERRENO	FORMA DEL FRENTE	ÁNGULO DE ATAQUE	SOCAVACIÓN	PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN	PROTECCIÓN
Pila 1	1	4	1	0	-	-
Pila 2	4/5	4	2	0	-	-
Pila 3	4/5	4	2	0	-	-
Pila 4	1	4	1	0	-	-

1 = ARTIFICIAL
2 = ROCA
3 = BOLOS
4 = GRAVA
5 = ARENA

1 = EN PUNTA
2 = REDONDEADA
3 = CILÍNDRICA
4 = CUADRADA
5 = OTRA

1 = NO INCIDE
2 = 0 a 5
3 = 6 a 35
4 = 36 a 50
5 = 51 a 90

0 = NINGUNA
1 = LEVE
2 = AVANZADA
3 = DESCALCE

En metros

1 = ESCOLLERA
2 = GAVIONES
3 = FORROS, PLINTOS O ZUNCHOS
4 = OTROS

	ESTADO PROTECCIÓN	NIVEL ACTUAL DE AGUA	NIVEL MÁXIMO DE AGUA	ALTURA LIBRE DE PILA		% EFECTO PRESA
Pila 1	-	0,0	0,0	4,5	Vano 1	-
Pila 2	-	0,0	0,0	6,0	Vano 2	-
Pila 3	-	1,0	1,0	6,5	Vano 3	-
Pila 4	-	0,0	0,0	6,5	Vano 4	-

1 = BUENO
2 = DAÑOS
3 = DAÑOS MUY AVANZADOS/
DESPLOME

En metros

En metros

En metros

ESTRUCTURA:	VIADUCTO DEL LLOBREGAT		
LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA		
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT		
REFERENCIA:	65VI01	TRAMO:	T2. SANT BOI DE LLOBREGAT - HOSPITALET DE LLOBREGAT

CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE

CARACTERIZACIÓN		
ANCHURA AGUAS ARRIBA	70	En metros
ANCHURA AGUAS ABAJO	70	En metros
PROFUNDIDAD	1	En metros
SITUACIÓN DEL CAUCE	1	1= LIBRE, 2= EN LLANURA DE INUNDACIÓN, 3=ENCAÑONADO, 4=ENCAUZADO
TERRENO DEL LECHO	4/5	1=ARTIFICIAL, 2=ROCA, 3=BOLOS, 4=GRAVA, 5=ARENA, 6=LIMO/ARCILLA
ESTADO DEL CAUCE	2	1=SECO, 2=RÉGIMEN NORMAL, 3=AVENIDA, 4=MAREA OCEÁNICA
TIPO DE PROTECCIÓN	3	1=ESCOLLERA, 2=GAVIONES, 3=OTRO
ESTADO DE LA PROTECCIÓN	1	1=BUENO, 2=DAÑOS, 3=DAÑOS MUY AVANZADOS/DESPLOME
TIPO DE CAUCE	3	1=ARTIFICIAL, 2=ARROYO, 3=ESTABLE, 4=SEMIESTABLE, 5=RAMIFICADO, 6=TORRENTE

ÁNGULOS CON EL PUENTE

Ángulo de entrada en aguas bajas	4
Ángulo de salida en aguas bajas	4
Ángulo de entrada en aguas altas	4
Ángulo de salida en aguas altas	4

1=90° a 80°, 2=79° a 45°, 3=44° a 10°, 4=9° a 0°

MÁRGENES

Margen derecha aguas arriba	COBERTURA	1
	TERRENO	3/4/5
	EROSIÓN	1
Margen derecha aguas abajo	COBERTURA	1
	TERRENO	1
	EROSIÓN	1
Márgen izquierda aguas arriba	COBERTURA	1
	TERRENO	2/3/4
	EROSIÓN	1
Márgen izquierda aguas abajo	COBERTURA	5
	TERRENO	5
	EROSIÓN	1

COBERTURA: 1=artificial, 2=bosque, 3=matorral, 4=pastos, 5=árido

TERRENO: 1=artificial, 2=roca, 3=bolos, 4=grava, 5=arena, 6=limo/arcilla

EROSIÓN: 1= no hay, 2=suave, 3=severa

ESTRUCTURA:	VIADUCTO DEL LLOBREGAT		
LÍNEA:	L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA		
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO:	RÍO LLOBREGAT		
REFERENCIA:	65VI01	TRAMO:	T2. SANT BOI DE LLOBREGAT - HOSPITALET DE LLOBREGAT

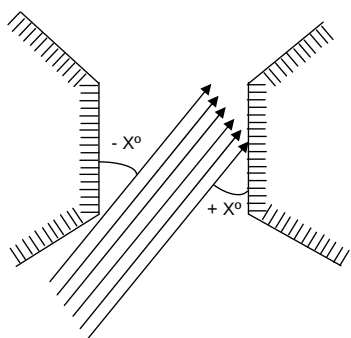
CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE

BARRAS U OBSTRUCCIONES

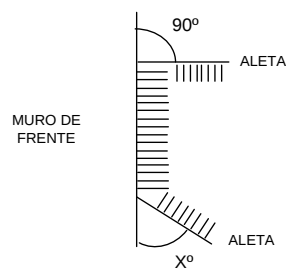
		SITUACIÓN	OCUPACIÓN	DISTANCIA
AGUAS ARRIBA	Barra 1			
	Barra 2			
	Barra 3			
	Barra 4			
	Barra 5			
AGUAS ABAJO	Barra 1			
	Barra 2			
	Barra 3			
	Barra 4			
	Barra 5			
		1 = IZQUIERDA 2= CENTRAL 3= DERECHA	En % de la anchura del río	En metros al puente

CROQUIS DE ÁNGULOS Y ALTURA LIBRE DE PILAS

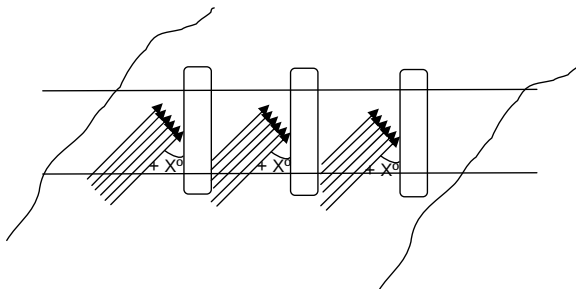
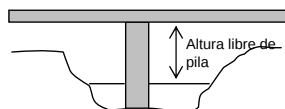
ESTRIBOS



ALETAS



PILAS



ESTRUCTURA:		VIADUCTO DEL LLOBREGAT	
LÍNEA:		L.A.V. MADRID - ZARAGOZA - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA	
NOMBRE DEL OBSTÁCULO SALVADO:		RÍO LLOBREGAT	
REFERENCIA:	65VI01	TRAMO:	T2. SANT BOI DE LLOBREGAT - HOSPITALET DE LLOBREGAT

COMENTARIOS

En el momento de la inspección el tiempo estaba soleado y el cauce se encontraba con agua, con una profundidad en la sección de corte con la estructura en torno a 1,00 m. La temperatura era de 27,5°C.

Se trata del cauce del Río Llobregat que tiene una longitud de 170 Km y una cuenca de 4849 Km². Su caudal medio es de 19 m³/s.

Estribos y Aletas:

Los estribos de hormigón armado son cerrados y las aletas son muros de acompañamiento que forman un ángulo recto con el muro de frente de cada estribo. Ambos estribos se encuentran en buen estado, fuera del área de influencia del cauce por lo que no tienen ningún tipo de protección.

Pilas:

El viaducto consta de cuatro pilas de hormigón, del tipo tabique, que alcanzan una altura máxima aproximada de 10.00 metros (pilas 2 y 3).

Las pilas 1 y 4 forman parte del muro de protección del cauce, se puede decir que son las margenes del río a su paso bajo la estructura. Las pilas 2 y 3 están en el cauce. En el momento de la realización de la inspección solo las pilas 3 y 4 estaban en contacto con el agua alcanzando esta una altura de 1 m. No se aprecian marcas de nivel de agua por encima del actual.

Ninguna pila tiene ningún tipo de protección

No se han observado daños estructurales en ninguna de las pilas.

Cauce:

El cauce cruza con la línea de alta velocidad entre los vanos 1, 2 y 3 de la estructura, dejando las pilas 2 y 3 dentro del cauce y ocupando un ancho en torno a los 70,00 metros. El ángulo de incidencia respecto al eje longitudinal de la estructura es prácticamente perpendicular.

En el entorno de la estructura, el cauce está protegido mediante muros debido a la proximidad de la desembocadura, lo que puede implicar grandes avenidas del río. Toda la zona se encuentra bastante urbanizada dejando a la derecha El Prat de Llobregat y a su izquierda Hospitalet de Llobregat. En el momento de la realización de la inspección se estaban realizando obras de recuperación del cauce.

En ambas margenes del río, e incluso en el cauce, se están realizando obras de recuperación del cauce del río Llobregat por lo que no existe ningún tipo de vegetación. También existen accesos provisionales por las márgenes para la realización de estos trabajos que en un futuro desaparecerán.

El lecho del cauce se encuentra constituido fundamentalmente por arenas y gravas. En el entorno de la estructura no se aprecia material de arrastre.

Nivel del agua

En el momento de la inspección, el cauce llevaba flujo de agua, con una altura de 1,0 m respecto al lecho del río en su cruce con la estructura.

ANEJO 9D: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

INDICE

- Foto 1: Vista general de la estructura
- Foto 2: Vista general del cauce aguas arriba
- Foto 3: Vista general del cauce aguas abajo
- Foto 4: Vista general de margen derecha aguas arriba
- Foto 5: Vista general de margen izquierda aguas arriba
- Foto 6: Vista general de margen derecha aguas abajo
- Foto 7: Vista general de margen izquierda aguas abajo



Foto 1: Vista general de la estructura



Foto 2: Vista general del cauce aguas arriba



Foto 3: Vista general del cauce aguas abajo



Foto 4: Vista general de margen derecha aguas arriba



Foto 5: Vista general de margen izquierda aguas arriba



Foto 6: Vista general de margen derecha aguas abajo



Foto 7: Vista general de margen izquierda aguas abajo