

**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: MADRID - LLEIDA.
BASE DE MADRID - SUR.**



INFORME DE PRUEBA DE CARGA

**SUBTRAMO IV
05PI01**

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
1.1.	Introducción	4
1.2.	Antecedentes	4
2.	OBJETO DEL DOCUMENTO	5
3.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	7
4.	INSPECCIÓN PRELIMINAR.....	10
5.	ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA.....	13
5.1.	Definición completa de elementos	15
5.2.	Acciones consideradas	15
5.3.	Modelización empleada	15
5.4.	Materiales y coeficientes de cálculo	15
5.5.	Evaluación de la solución estructural	17
6.	PLAN DE PRUEBAS.....	18
6.1.	Acciones reproducidas.....	19
6.2.	Puntos de medida	21
6.3.	Equipos utilizados	23
6.4.	Resultados previstos.....	36
7.	PRUEBA DE CARGA.....	40
7.1.	Descripción	41
7.2.	Resultados obtenidos	44
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	46
8.1.	Prueba estática	47
8.2.	Pruebas dinámicas	49
9.	CONCLUSIONES	52
10.	ANEJOS	55
10.1.	Anejo nº 1: Documentación facilitada por el GIF	56
10.2.	Anejo nº 2: Proyecto de prueba de carga	58

10.3.	Anejo nº 3: Esquema de instrumentación y tren de cargas	59
10.4.	Anejo nº 4: Registro de medidas.....	60
10.5.	Anejo nº 5: Reportaje fotográfico	61
10.6.	Anejo nº 6: Acta de la prueba de carga	62
10.7.	Anejo nº 7: Ficha de seguimiento	63
10.8.	Anejo nº 8: Planimetría y nivelación de la estructura.....	64

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la “IAP: Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, de 1975, se ha realizado la correspondiente prueba de carga estática y dinámica de la **Estructura 05PI01** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur. De esta forma se verifica si los parámetros de comportamiento son correctos y ajustados a los previstos según el modelo teórico de cálculo empleado en el Proyecto de la estructura.

1.2. ANTECEDENTES

La elaboración del presente documento se inscribe dentro del marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Lleida. Base de Madrid Sur” (Exp: AV 019/00, Clave: 2/CPrC/M-L/M) suscrito el 30 de Mayo de 2001 por Ingeniería de Instrumentación y Control, S.A. (IIC) con el Ente Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF).

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

- ☐ Inspección visual de la estructura, habiendo quedado la información referente a esta inspección y a las inspecciones previa y posterior al ensayo en la correspondiente Ficha de Seguimiento.
- ☐ Redacción del “Proyecto de Prueba de Carga. Estructura **05PI01**. L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur” (Ref: PPC.0802.05PI01.MS.GIF, Agosto de 2002)

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 GIF, fueron realizados en la Estructura **05PI01** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, por IIC.

La inspección preliminar se realizó el día 16 de Abril de 2002. Con anterioridad a la Prueba de Carga, que se llevó a cabo el día 14 de Agosto de 2002, y con posterioridad a ésta, se realizaron las correspondientes inspecciones para verificar el estado de la estructura.

Las observaciones efectuadas en la inspección visual previa se incluyen en el apartado 4 y en la Ficha de Seguimiento, que se adjunta en el apartado de Anejos, se presentan las conclusiones referentes a todas las inspecciones efectuadas. En los apartados 6, 7 y 8 se describen los trabajos ejecutados para la realización del ensayo, y se analizan, desde el punto de vista técnico, los resultados de las mediciones recogidas.

Por último, se incluye un apartado de conclusiones, donde se define el estado de la obra con respecto a su comportamiento estructural para su entrada en servicio.

Toda la información complementaria, como el Proyecto de Prueba de Carga (Ref: PPC.0802.**05PI01**.MS.GIF, Agosto de 2002), realizado por IIC con anterioridad a la realización de la misma, los archivos gráficos de registros obtenidos durante el ensayo, el reportaje fotográfico, etc, se presenta en los anejos correspondientes.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La localización geográfica de la estructura **05PI01**, situada en el P.K 46+045 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, puede apreciarse en el Croquis de Situación que se adjunta al final de este apartado.

A continuación se describen las principales características de la estructura, de acuerdo con la documentación facilitada a IIC y con la Inspección Previa realizada el día 16 de Abril de 2002.

La estructura es una pérgola maciza de ancho variable entre 22,80 y 26,20 m y una longitud de 15,00 m entre caras interiores de hastiales, que salva la carretera M-213, en el kilómetro 7 de ésta. La losa superior se mantiene con 1,25 m de canto, contando con aligeramientos circulares de 0,85 m de diámetro cada 1,15 metros. El tablero se remata transversalmente con voladizos de 2,92 m.

Los hastiales son de 1,00 m de canto y su altura libre es variable entre 7,55 y 7,98 m para el hastial izquierdo y entre 7,16 y 7,56 m para el hastial derecho. La losa inferior tiene un canto de 1,25 m.

La estructura está ejecutada en hormigón con resistencia a compresión $f_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$.

La estructura está preparada para el paso de una doble vía de Alta Velocidad (ancho internacional 1,435 m), con separación entre ejes de 4,50 m.

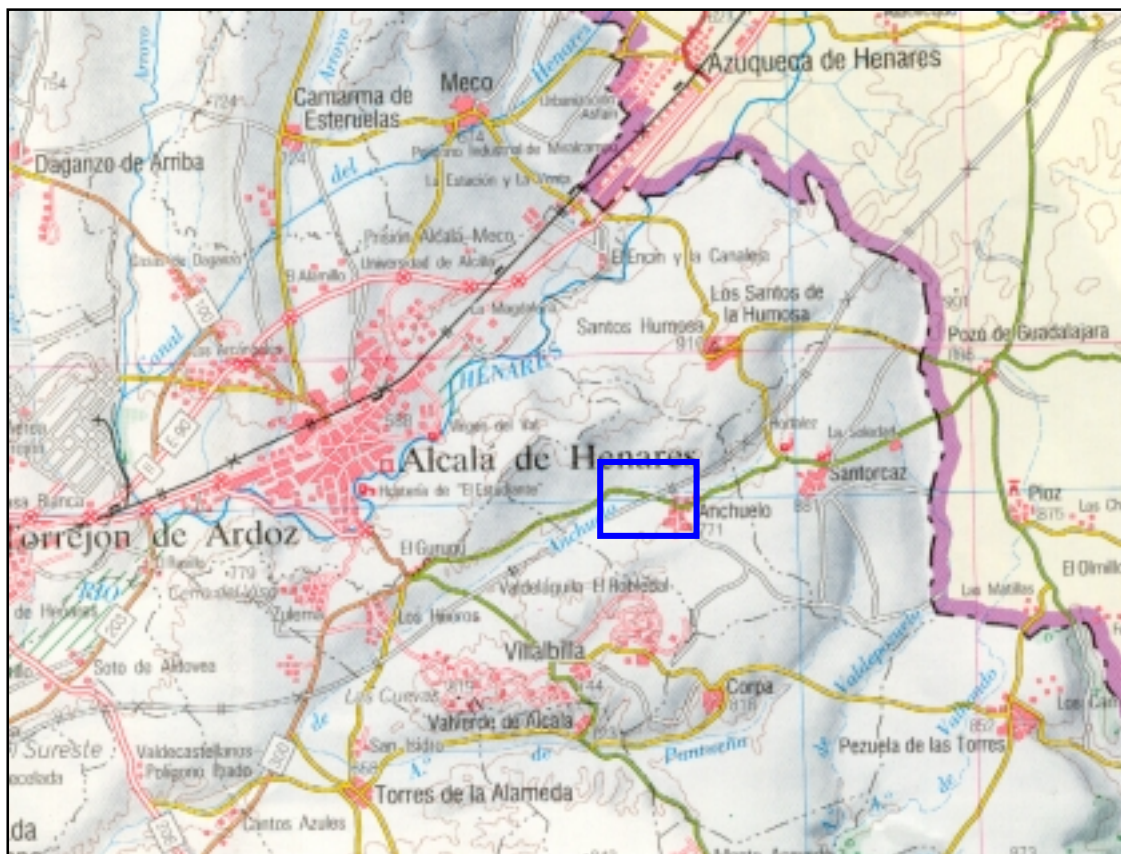
Se presenta a continuación, a modo de resumen, una tabla con las principales características de la estructura.

Estructura	Tipo de Estructura	Luz (m)	Longitud (m)	Tipo de Cimentación
05PI01	Puente	17,00	26,20	Losa

ESTRUCTURA 05PI01.

**L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa,
Tramo Madrid – Zaragoza. Base de Madrid Sur**

CROQUIS DE SITUACIÓN



4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

4. INSPECCIÓN PRELIMINAR

Previo a la realización del proyecto de Prueba de Carga, se llevó a cabo una inspección preliminar de la estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, el día 16 de Abril de 2002.

En la fecha de la inspección se encontraban ejecutadas la obra de fábrica y la superestructura en su totalidad (ver Anejo nº 2: Proyecto de prueba de carga. Fotografía nº 3).

Se midieron las dimensiones principales de la estructura (ancho de la losa, distancia entre hastiales, gálibo horizontal, canto del dintel, 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 y dintel de la estructura, tomándose nota de todos aquellos desperfectos que pudieran tener alguna relevancia desde el punto de vista estructural, de durabilidad, funcional o estética.

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

Realizada la inspección en estribos, se apreció algún ligero desconchón y algunas fisuras verticales en paramentos (ver Anejo nº 2: Proyecto de prueba de carga. Fotografías nº 9 y nº 10), al igual que en las aletas donde, además, se localizó un ligero cabeceo en una de las placas prefabricadas (ver Anejo nº 2: Proyecto de prueba de carga. Fotografía nº 11). Estos desperfectos no presentan importancia desde el punto de vista estructural, aunque sí es conveniente señalarlos desde el punto de vista de la durabilidad y la estética a largo plazo. Estos puntos singulares pueden ser zonas potenciales de actuación de agentes climáticos, químicos, etc, donde se generen patologías que conduzcan a lo largo del tiempo hacia defectos más profundos como desprendimientos de recubrimientos, afloramientos de armaduras, etc.

En las vigas prefabricadas que conforman el tablero, se localizó un pequeño desconchón en una de las vigas (ver Anejo nº 2: Proyecto de prueba de carga. Fotografía nº 8), que es conveniente señalar desde el punto de vista de la durabilidad a largo plazo de la obra de fábrica.

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

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

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA
--

5. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

Para la elaboración del Proyecto de Prueba de Carga de la estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, se emplearon los siguientes documentos, facilitados por INECO:

- ❑ **Anejo de Cálculo del Proyecto** (Proyecto CONSTRUIDO. Línea de Alta Velocidad Madrid – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Zaragoza. Subtramo IV. Plataforma. Anejo nº 5: Estructuras), formado por:
 - Replanteo.
 - Cargas consideradas. Coeficientes de mayoración de acciones.
 - Modelos de Cálculo. Modelo Placa. Modelo Espacial.
 - Resultados Análisis de Placa.
 - Resultados Análisis Espacial.
 - Aletas y fustes.

- ❑ **Planos de la estructura** (Aepo. Diciembre 2001):
 - Planta (Planos 1 y 2)
 - Alzados (Planos 3, 4, 5 y 6)
 - Detalles y definición de zapatas (Planos 7 y 8)
 - Detalle de apoyo (Plano 9)
 - Armadura de viga (Plano 10)
 - Cuña de transición y drenaje (Plano 11)
 - Replanteo (Plano 12)

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

5.1. DEFINICIÓN COMPLETA DE ELEMENTOS

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

5.2. ACCIONES CONSIDERADAS

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

- ☐ Peso propio + sobrecarga de uso
- ☐ Sobrecarga de uso:
 - Acción conjunta de dos trenes SW2 simultáneos.

5.3. MODELIZACIÓN EMPLEADA

La modelización de la estructura se considera correcta. Se han calculado los esfuerzos en un emparrillado tridimensional, discretizado mediante elementos barra a partir de las dimensiones geométricas del mismo y sometido a las acciones de su peso propio y de la sobrecarga 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, así como las tensiones máximas transmitidas al terreno.

5.4. MATERIALES Y COEFICIENTES DE CÁLCULO

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

☐ Acciones:

- “Instrucción Relativa a las Acciones a Considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, Orden Ministerial del 25 de Junio de 1975.
- “Eurocode 1. Basis of Design and Actions on Structures. Part 3.4 Rail Traffic Actions” CEN/TC250/SC1/93/N110 (abril de 1993).

☐ Materiales:

➤ Materiales:

✓ Hormigón armado:

- EH-91 “Instrucción para el proyecto y obras de ejecución de obras de hormigón en masa o armado”.

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

☐ Materiales:

✓ Hormigón tablero: 1,50

✓ Acero de armado del tablero: 1,15

☐ Acciones:

➤ Peso propio:

✓ Efecto desfavorable 1,60

✓ Efecto favorable 0,90

➤ Acción de las tierras (Peso y empuje):

✓ Efecto desfavorable 1,60

✓ Efecto favorable 0,90

➤ Sobrecargas:

✓ Efecto desfavorable 1,60

✓ Efecto favorable 0,00

5.5. EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

La obtención de resultados a partir de la aplicación de acciones sobre la estructura discretizada se considera correcta.

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 el tablero mediante elementos barra unidimensionales y los hastiales y la cimentación mediante elementos placa bidimensionales y se obtuvo el momento flector de cálculo en la sección central de la estructura y en la de empotramiento tablero-hastial, como comprobación y verificación sencilla de la validez de las sollicitaciones de partida para el dimensionamiento estructural adoptado en el Proyecto de construcción.

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. Estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur” (Ref: PPC.0802.05PI01.MS.GIF, Agosto de 2002; ver Ánejo nº 2), en el que se calculan los valores de desplazamiento (flechas) 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 bidimensional compuesto por elementos barra unidimensionales.

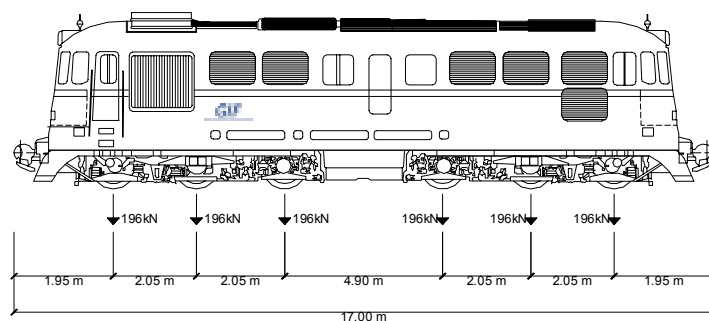
6.1. ACCIONES REPRODUCIDAS

De acuerdo con el Proyecto de prueba de carga, se ha realizado una prueba estática y pruebas dinámicas a diferentes velocidades.

Las sobrecargas utilizadas para materializar los estados de carga eran las siguientes:

- ❑ Locomotora serie 060, definida por dos bogies de tres ejes cada uno, con un peso total de 1180 kN

Locomotora 060



En el Anejo nº 3 se incluyen las fichas técnicas de la locomotora y tolva utilizadas durante la realización de las pruebas.

Para la realización de la prueba estática se emplearon dos locomotoras 060, una por vía. La distribución de cargas en esta prueba se corresponde con la Hipótesis III contemplada en el Proyecto de prueba de carga (aplicación de máximo momento flector positivo en la sección central de la estructura).

Las pruebas dinámicas se efectuaron con una locomotora pasando sobre una de la vía II de la estructura, con pasos a distintas velocidades e incluyendo un ensayo dinámico con frenado.

Durante la realización de estas pruebas se adquirieron medidas en todos los puntos instrumentados.

6.2. PUNTOS DE MEDIDA

Durante la prueba de carga se llevó a cabo el control de valores de flecha (desplazamientos verticales) 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:

M – Transductor de desplazamiento (dispositivo óptico láser)

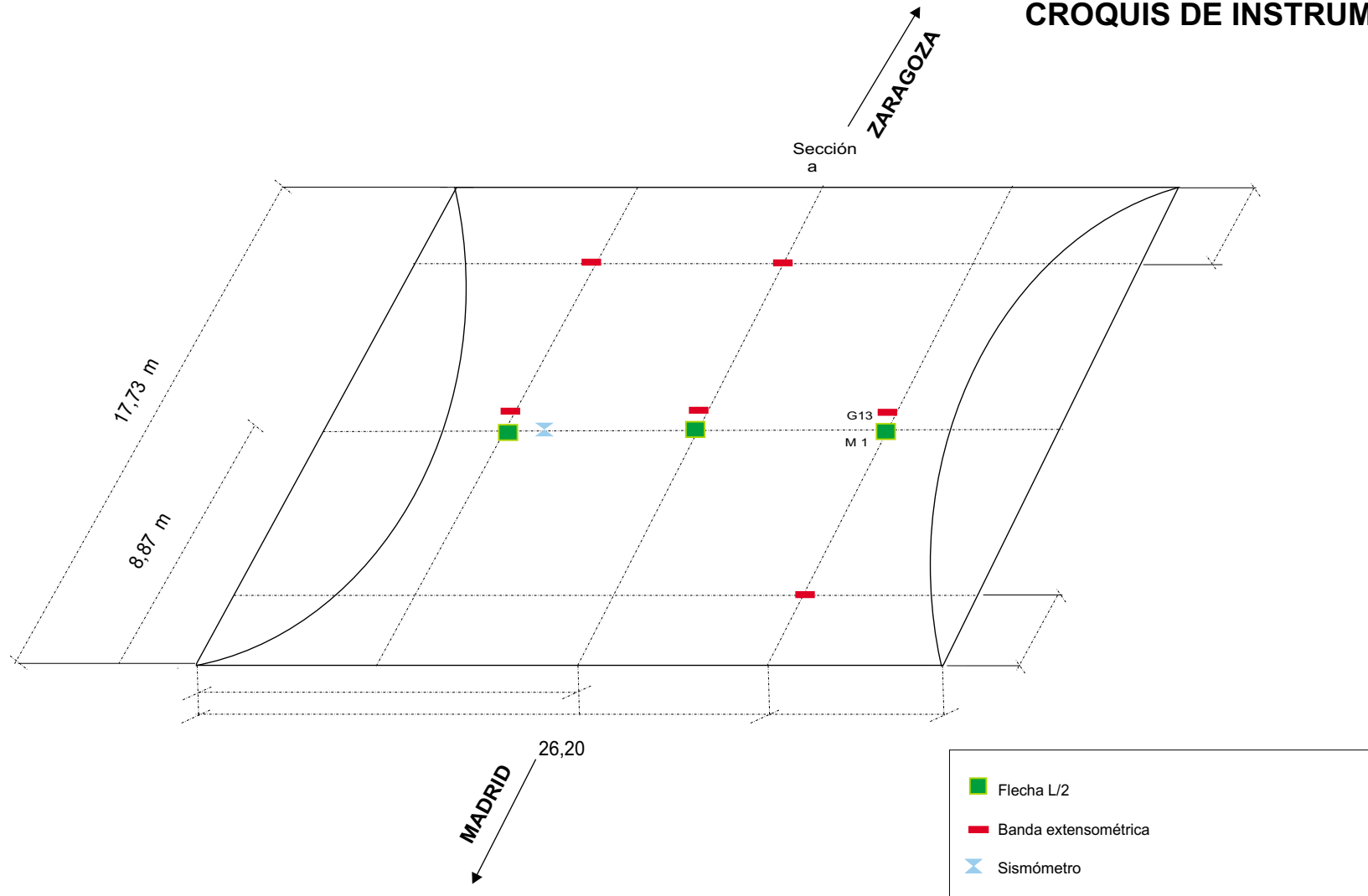
S – Sismómetro

β : Caracteres numéricos que define el número de vano donde se localiza el sensor.

χ : Carácter numérico que define la posición (Apoyo, L/2 ó L/4) donde se sitúa el sensor dentro de un vano dado.

En la página siguiente se incluye un croquis con la localización y nomenclatura de los puntos.

CROQUIS 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 dos puntos, situados en la sección central de la estructura.

Para la medida de flechas en centro de vano se dispusieron dos dispositivos ópticos láser, para no interferir con el tráfico de la carretera M-213 que salva la estructura.

En estos puntos se registraron medidas tanto en el ensayo estático como en los dinámicos.

6.3.2. Vibraciones

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

6.3.3. 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.

6.3.4. 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.

6.3.4.1. Sensores

La medida de **deformaciones unitarias**, y por tanto de las tensiones, se realiza 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. En aquellos casos en los que no es posible la medida mediante estos sensores se emplean dispositivos ópticos láser, que permiten la realización de las medidas sin conexión física con la estructura.

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

- Tipo electromagnético

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

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

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

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

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

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

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

6.3.4.2. 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.
- ❑ Etapas 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.

6.3.4.3. 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, que alcanza una velocidad de adquisición de datos de hasta 333.000 muestras/segundo. El resto de las características son las siguientes:

- Sesenta y cuatro canales de entradas analógicas
- 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.

6.3.4.4. 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 a 133 MHz
- Memoria RAM: 16 MB
- Unidad de disco flexible 3 ½ alta densidad
- CD ROM interno
- 260 Mb en disco duro

- Monitor color, tarjeta gráfica, teclado y ratón
- 5 Slots libres

El sistema cuenta además con una unidad de **sistema de alimentación ininterrumpida (S.A.I.)** para prevención de fallos en el suministro eléctrico, con autonomía para 30 minutos. Su objetivo es permitir el correcto cierre de la aplicación software e impedir la pérdida de información de un ensayo ante un eventual corte de energía.

6.3.4.5. 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.

6.3.5. 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 dentro de LabWindows 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:

"Configurar", "Calibrar", "Pruebas", "Gráficos", "Notas" y "Salir"

Dentro de la ventana del menú de **"Configurar"** se puede acceder a:

- ❑ **"Asignación de canales"**: En una hoja de 64 líneas se pueden definir con gran flexibilidad y de forma interactiva, la nomenclatura para localización en el croquis del punto que se mide, el canal del sistema al que se conecta, la ganancia software que se

aplica (independiente de la ganancia hardware), tipo de sensor en función de la ficha que le define, cable conectado y el valor teórico esperado de medida que se prevé alcanzar.

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.

Las asignaciones de cable llevan implícitas los correspondientes factores de corrección de las lecturas por la longitud del mismo.

Teniendo en cuenta que existen 36 canales físicos de medida (acondicionadores de señal) simultáneos y 64 líneas de asignación, se pueden definir varias configuraciones de instrumentación, de forma que los puntos a medir pueden ser activados o desactivados. El objetivo de tal operación es facilitar y acelerar, en la medida de lo posible, los cambios de instrumentación caso de ser necesarios en estructuras con gran número de puntos de medida.

En cualquier caso, el hecho de que se puedan activar los 64 canales de medida simultánea, permite que el equipo sea fácilmente ampliable a ese número de puntos de control.

- ❑ **"Valores esperados"**: para una asignación de canales determinada, en la que se han definido los puntos a controlar en una estructura, se asigna que valores teóricos se pueden medir. Los ficheros de valores esperados se graban, de tal forma que posteriormente son cargables desde las pantallas de la ejecución de la prueba. Aunque esta labor se puede realizar directamente en la pantalla de "Asignación de Canales", su objeto es poder configurar distintos ficheros de valores en función de los diferentes ensayos, estáticos o dinámicos, a realizar. Los ficheros preparados en gabinete, ahorran tiempo de trabajo en campo.
- ❑ **"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.

- ❑ "Fichas de sensores": Son las fichas que definen de forma genérica los diferentes tipos de sensores que se emplearán en la realización de los ensayos de prueba de carga. En cada una de ellas se configuran los rangos de medida del sensor, las unidades ingenieriles de medida, el factor de galga y unas variables de corrección de pendientes lineales.
- ❑ "Parámetros generales": 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.
- ❑ "Croquis 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.

La tecla **"Calibrar"** permite acceder a las pantallas desde las cuales se efectuará:

- ❑ "Calibración de canales": Permite tomar lecturas 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. Este sistema de calibración permite que los factores de conversión se calculen directamente en campo o que se introduzcan manualmente mediante un fichero preparado al efecto. 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.
- ❑ "Chequear canales": Se visualizan gráficamente las escalas eléctricas de medida de los 64 canales existentes. 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.

La tecla **"Pruebas"** permite iniciar el ensayo de prueba de carga. En una primera pantalla general se define el tipo de prueba (estática, dinámica), el nombre del fichero que se graba (código EST para pruebas estáticas o código DIN para pruebas dinámicas, junto con dos cifras numéricas), el subdirectorío donde se almacenarán los datos, algún comentario 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 a 1,5 ó 10 muestras/seg y las pruebas dinámicas desde 100 a 32.000 muestras/seg, en función del número de canales activados y la duración prevista de ensayo.

Desde la pantalla general se indicará, igualmente, el nombre del fichero que contiene los datos de valores teóricos esperados a emplear, con la finalidad de que las comparaciones se realicen entre los valores adecuados de sobrecargas y velocidad.

Al pulsar la tecla **"Continuar"** dentro de la anterior pantalla, se presentarán distintas configuraciones de los paneles dependiendo del tipo de prueba.

En la PANTALLA DE PRUEBAS ESTATICAS se presentarán simultáneamente y en cada instante los siguientes datos de los 64 canales de medida, agrupados en hojas de 32:

- Identificación del punto de medida
- Lectura en unidades de ingeniería
- Porcentaje alcanzado sobre el valor teórico esperado durante la fase de carga, o porcentaje de recuperación en la fase de descarga
- Porcentaje de la pendiente para estabilización de lecturas en la fase de carga o descarga

En caso de que las lecturas adquiridas alcancen los valores de fondo de escala de los sensores correspondientes, la celdilla recogería el valor medido con caracteres en color rojo.

Cuando los porcentajes sobre el valor teórico esperado sean superiores al límite establecido en la configuración de parámetros generales, la celdilla correspondiente presentará el valor del porcentaje sobre fondo de color rojo. Al mismo tiempo, se activaría una alarma de aviso en la esquina superior izquierda de la pantalla, con objeto de que si durante la adquisición se trabaja dentro de cualquier otra

pantalla, podamos advertir si la magnitud de cualquier valor medido es superior a lo esperado en la prueba.

De la misma forma, si los porcentajes de estabilización o recuperación son inferiores a los límites establecidos en las pantallas de configuración de parámetros generales, las celdillas presentarían los valores de los mismos sobre fondo de color verde.

En la zona inferior de la pantalla se han definido una serie de teclas:

- ☐ "Comenzar": Inicia la adquisición de datos y el contador de fases de carga.
- ☐ "Finalizar": Detiene la adquisición de datos.
- ☐ "Fase de carga": Al pulsar esta tecla se inicia una fase de carga, incrementando su contador en una unidad. Inicialmente el fondo de la celdilla es amarillo hasta que se cierra la fase, pasando a color verde. La prueba no se puede detener hasta que todas las fases estén cerradas.
- ☐ "Fase de descarga": Al pulsar esta tecla se inicia una fase de descarga, incrementando su contador en una unidad. Con el mismo criterio que para las fases de carga, el fondo de la celdilla será amarillo o verde.
- ☐ "Notas": Permite grabar un comentario corto de 30 caracteres, aproximadamente.
- ☐ "Flechas" o "Bandas": Permite visualizar las gráficas en tiempo real de los valores que se adquieren hasta en 24 canales simultáneamente, seleccionados libremente y modificables a voluntad. En la pantalla gráfica se podrá visualizar la actualización de las curvas, así como los valores numéricos que se están registrando en cada instante.
- ☐ "Gráficas": Permite visualizar gráficamente los valores adquiridos por cada canal al final del ensayo. Esta visualización tiene las características del Gráfico para histórico que se detallará más adelante.

- ❑ **"Grabar":** Cuando se finaliza la prueba esta puede ser traducida o no en el momento en que se detiene. La traducción no se efectúa por defecto, ya que se pretende ahorrar el máximo tiempo posible en los procedimientos de ejecución, considerando que esta labor debe ser realizada en gabinete. Pero si por alguna circunstancia se requiere la traducción para cargar gráficas en la utilidad de histórico, deberemos pulsar la tecla "Grabar". De esta forma se graban ficheros individualizados por canal adquirido.
- ❑ **"Croquis":** Permitirá visualizar el esquema gráfico de puntos de medida.
- ❑ **"Imprimir":** Efectuará un volcado de pantalla a impresora.
- ❑ **"Máximo":** Es una tecla que se activa una vez detenida la prueba de carga y presenta los máximos por canal de las lecturas realizadas, cuando el ensayo ha sido traducido.
- ❑ **"Mínimo":** Es una tecla que se activa una vez detenida la prueba de carga y presenta los mínimos por canal de las lecturas realizadas, cuando el ensayo ha sido traducido.

Respecto a la PANTALLA DE PRUEBAS DINAMICAS, inicialmente, se mostrará una pantalla de espera donde existirán, además, unas teclas para "Comenzar" o "Detener" manualmente la adquisición de datos.

Al igual que para las pruebas estáticas, se podrá ver la evolución de los valores registrados, en unidades ingenieriles, durante la realización de la prueba. Además, dado el corto tiempo de duración de estas pruebas, justo en el momento en que finalice la toma de datos del ensayo dinámico, se podrá presentar una pantalla, previa traducción, donde se recogerán, a modo de resumen:

- Identificación de los puntos de medida
- Lecturas máximas medidas en unidades de ingeniería
- Porcentajes alcanzados sobre valores teóricos esperados
- Porcentajes de recuperación alcanzados

Los criterios de colores de caracteres y de fondo de las celdillas son idénticos a los establecidos en los ensayos estáticos.

De la misma forma, en la zona inferior de la pantalla se han definido una serie de teclas similares a las recogidas en el panel de ensayos estáticos. A diferencia del anterior, se han suprimido, lógicamente, los pulsadores de fase de carga y descarga, añadiendo una tecla de "Espectro" de frecuencias. Esta última permitirá 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.

Por tanto, incluso después de que se detenga cada ensayo dinámico, el programa permitirá visualizar los gráficos de las lecturas adquiridas en cada canal, así como las frecuencias propias de vibración de la estructura. Las funciones de "Notas", "Imprimir", "Mínimos", etc. se mantienen sin modificaciones.

Volviendo al menú general, la tecla de "**Gráficos**", al igual que en cualquier otro programa similar en que se gestionan ficheros de históricos, permitirá visualizar los valores de las pruebas efectuadas. Es conveniente indicar que por prueba efectuada se ha de entender prueba traducida y grabada en el disco duro del ordenador; es decir, existirá la posibilidad de visualizar los valores y gráficos de pruebas realizadas con anterioridad en estructuras distintas, pudiendo establecer criterios comparativos, etc.

Para la visualización de los gráficos se han incorporado dos herramientas de gran utilidad para efectuar los análisis de resultados; por un lado, podemos visualizar ampliadas regiones de las curvas (zoom), y por otro lado, conocer los valores coordenados de un punto concreto mediante una función de "raster".

Por último, se ha incluido una ventana de "**Notas**" a través de la cual se accede a los comentarios de texto grabados durante la realización de los ensayos, siendo posible introducir algún otro sin necesidad de que estemos en la modalidad de ejecución.

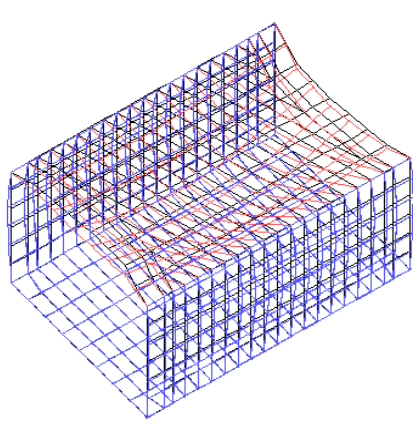
6.4. RESULTADOS PREVISTOS

Los resultados previstos en los ensayos estáticos y dinámicos se han extraído de los cálculos realizados en el “Proyecto de Prueba de Carga Estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur” (Ref: PPC.0802.05PI01.MS.GIF, Agosto de 2002).

6.4.1. Flechas bajo carga estática.

Los valores de flechas esperados, para la hipótesis de carga recogida en el Proyecto de Prueba de Carga, son los presentados en la siguiente tabla (valores negativos de flecha indican descenso):

Ensayo estático nº 1 – Momento flector positivo en sección central de la estructura. (Hipótesis de cálculo III)	
Punto de medida	Flecha (mm)
M11	-0,91
M12	-0,94

Estado: Deformada estática para hipótesis de cálculo III	
Cargas: Composición en Vías 1 y 2	

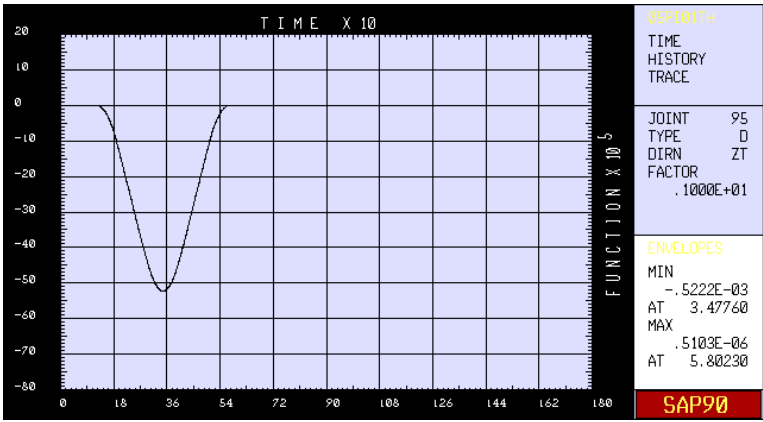
6.4.2. Esfuerzos máximos de sollicitación

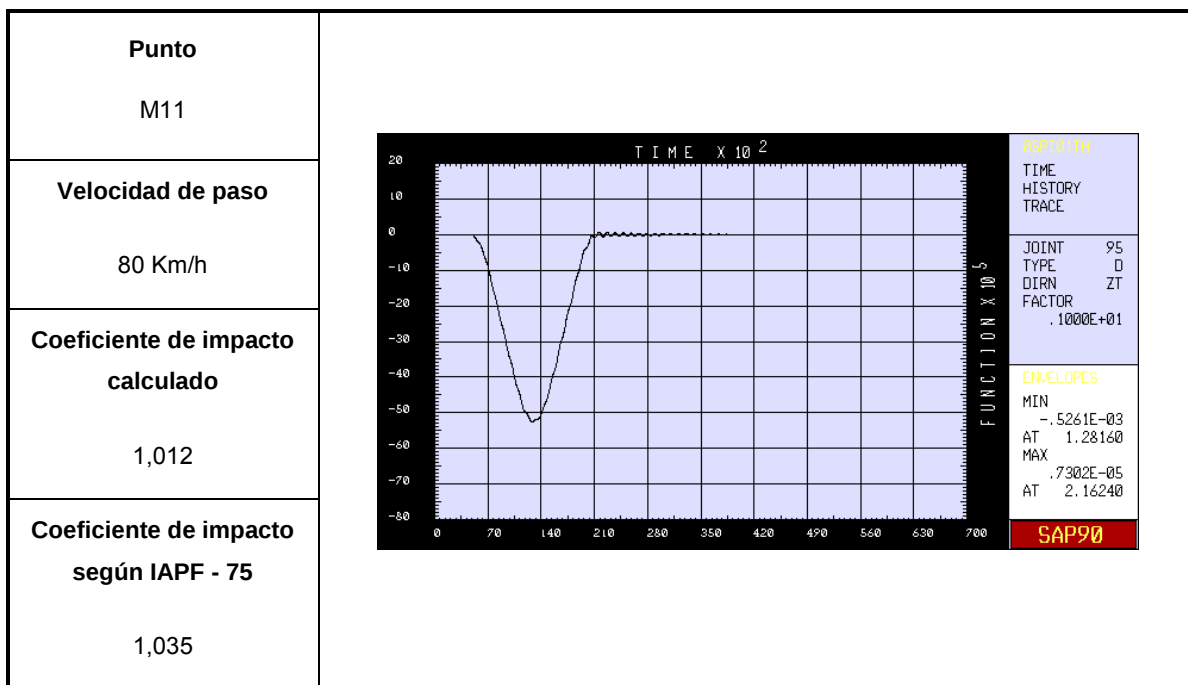
Del cálculo del tablero sometido al estado de carga estática definido para la prueba, se obtiene que las zonas más solicitadas a momento flector positivo son las de la sección central, y las más solicitadas a momento flector negativo se encuentran en las secciones de empotramiento de los hastiales. Considerando solamente los **momentos** producidos por las **sobrecargas de uso**, se obtiene (los esfuerzos se expresan por metro de ancho del dintel):

	Momento de sobrecarga en Proyecto (mkN/m)	Momento de sobrecarga en Prueba (mkN/ m)	% alcanzado en prueba
Sección central	500,0	289,6	57,9

6.4.3. Coeficientes de impacto

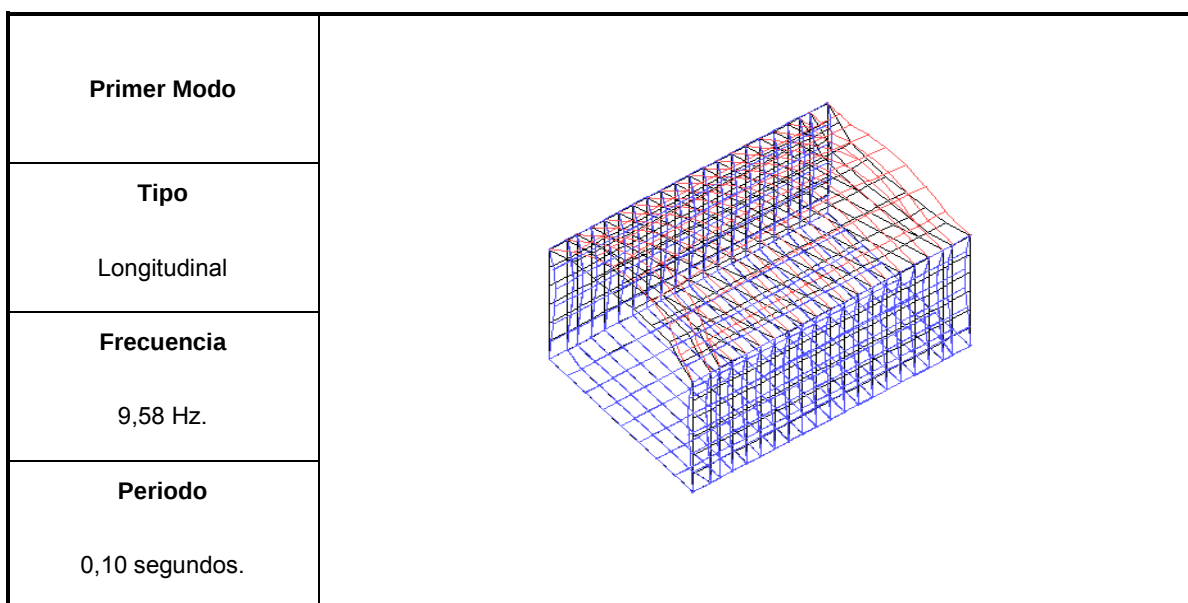
Por otro lado, se calcularon los **coeficientes de impacto** de la estructura, a partir de las flechas del punto M11 para el paso de la circulación a velocidad media (30 Km/h) y a velocidad máxima (80 Km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %, así como el valor teórico de este coeficiente de amplificación según la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril” de 1975.

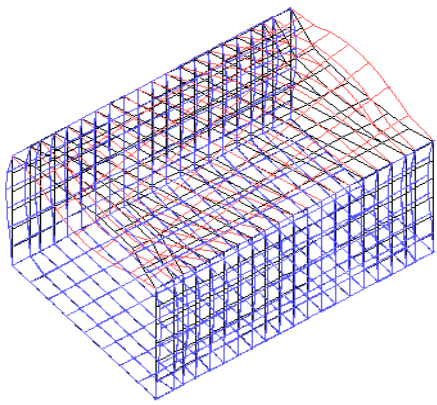
Punto M11	
Velocidad de paso 30 Km/h	
Coeficiente de impacto calculado 1,004	
Coeficiente de impacto según IAPF - 75 1,013	

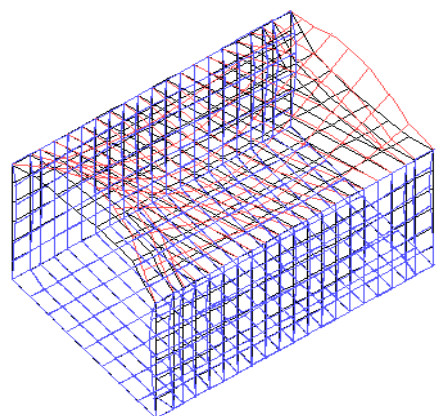


6.4.4. Frecuencias

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



Segundo Modo	
Tipo	
Transversal	
Frecuencia	
11,09 Hz.	
Periodo	
0,09 segundos.	

Tercer Modo	
Tipo	
Transversal	
Frecuencia	
16,88 Hz.	
Periodo	
0,06 segundos.	

7. PRUEBA DE CARGA

7. PRUEBA DE CARGA

7.1. DESCRIPCIÓN

La prueba de carga de la Estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, se llevó a cabo el día 14 de Agosto de 2002.

Como sobrecarga se utilizaron dos composiciones formadas cada una de ellas por una locomotora serie 060 más dos tolvas GIF del tipo descrito 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 y hora)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Inicio ensayo (14/08/02 01:59)	24,3	23,0
Fin ensayo (14/08/02 02:27)	24,4	23,8

Las medidas durante el ensayo estático se realizaron de acuerdo con las siguientes fases:

- I. Toma de valores iniciales de las medidas.
- II. Situación de la primera locomotora 060, con la posición indicada en el Croquis de Carga incluido en el anejo 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 locomotora 060, repitiendo las fases II y III.
- V. Estabilización de las medidas. Cuando se encontraron posicionadas las composiciones previstas, se realizaron medidas continuas hasta comprobar que se alcanza 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 locomotoras 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 85 %

en un intervalo de tiempo no superior al de mantenimiento de la carga dentro del dintel en la fase V.

Se realizó una prueba estática, mediante la cual se materializó la hipótesis de cálculo contemplada en el Proyecto de Prueba de Carga:

		Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Duración
EST00	Inicio prueba	02:12	24,3	23,7	15 minutos
	Fin prueba	02:27	24,4	23,8	

Los ensayos dinámicos se desarrollaron en el siguiente orden:

- **Prueba cuasiestática:** Paso de la composición circulando sobre la estructura a una velocidad en torno a 5 Km/h.
- **Prueba a velocidad media:** Paso de la composición circulando sobre la estructura circulando a velocidad media (en torno a 30 Km/h).
- **Prueba a velocidad máxima:** Paso de la composición circulando sobre la estructura a la máxima velocidad constante que sea posible alcanzar teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra. (en torno a 80 Km/h)
- **Prueba de frenado:** Paso de la composición circulando sobre la estructura a máxima velocidad, efectuando el frenado en la sección central de la estructura, teniendo en cuenta las exigencias de seguridad de la obra.

Se efectuaron las siguientes pruebas dinámicas:

Ensayo	Hora de inicio	Vía	Tipo	Velocidad real (Km/h)
DINÁMICA 02	01:59	2	Cuasiestática	5,5
DINÁMICA 03	02:02	2	V. media	33,3
DINÁMICA 04	02:05	2	V. máxima	58,6
DINÁMICA 05	02:10	2	V. máx.+ Frenado	-

7.2. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los **máximos valores** de flecha obtenidos durante la realización de los ensayos de la prueba de carga en la Estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, (valores negativos de flecha indican descenso).

Ensayo	Flecha (mm)
Estático	-0,77
Dinámicos sin frenada	-0,44
Dinámico con frenada	-0,44

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).

ENSAYO
ESTÁTICA 00

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor previsto	Medida en carga	% obtenido	Medida descarga	Recuperación	% recuperación
M11	34	Flecha a L/2	mm	-0.91	-0.70	76.9	-0.01	-0.69	98.6
M12	35	Flecha a L/2	mm	-0.94	-0.77	81.9	-0.01	-0.76	98.7

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINAMICA 02	2	Cuasiestatica	5.5 Km/h

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	34	Flecha a L/2	mm		-0.23	0.00	
M12	35	Flecha a L/2	mm		-0.43	0.00	

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINAMICA 03	2	Velocidad media	33.3 Km/h

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	34	Flecha a L/2	mm	-0.23	-0.23	0.00	1.00
M12	35	Flecha a L/2	mm	-0.43	-0.44	0.00	1.02

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINAMICA 04	2	Velocidad Máxima	58.6 Km/h

Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	34	Flecha a L/2	mm	-0.23	-0.23	0.00	1.00
M12	35	Flecha a L/2	mm	-0.43	-0.44	0.00	1.02

ENSAYO	VÍA	TIPO	VELOCIDAD
DINAMICA 05	2	Velocidad Máxima + frenado	-

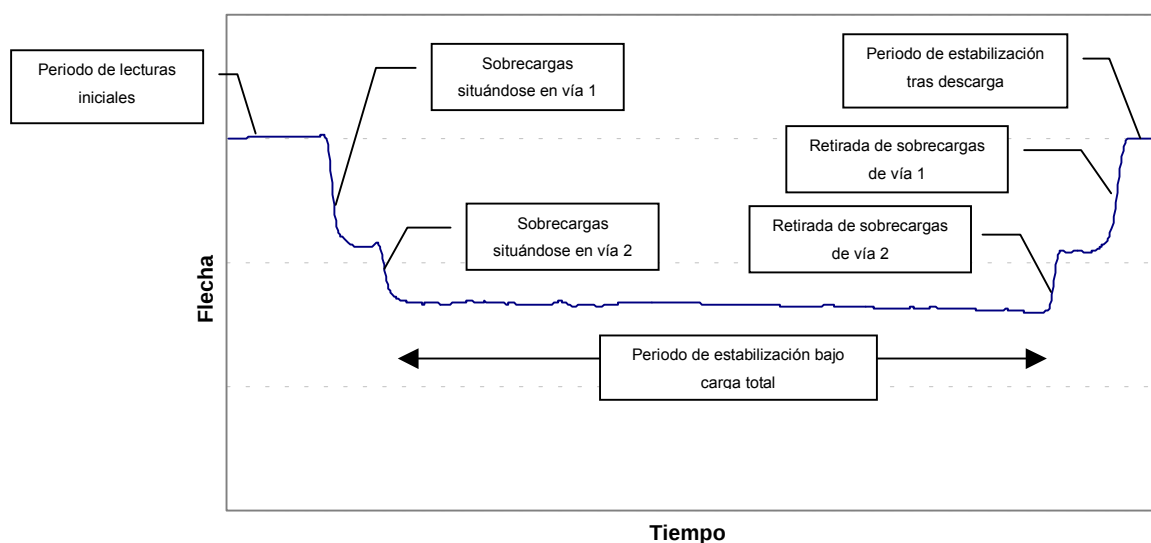
Punto	Canal	Descripción	Uds	Valor cuasiestático	Medida en carga	Medida en descarga	Coefficiente de impacto real
M11	34	Flecha a L/2	mm	-0.23	-0.22	0.00	0.96
M12	35	Flecha a L/2	mm	-0.43	-0.44	0.00	1.02

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. PRUEBA ESTÁTICA

La prueba estática realizada en la Estructura 05PI01 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, se desarrolló según las siguientes fases, indicadas sobre la curva tipo registrada para este ensayo:



Durante la prueba estática se han medido unos valores de flecha cuyos porcentajes respecto a las magnitudes previstas en el Cálculo Teórico para la Prueba de Carga están comprendidos entre:

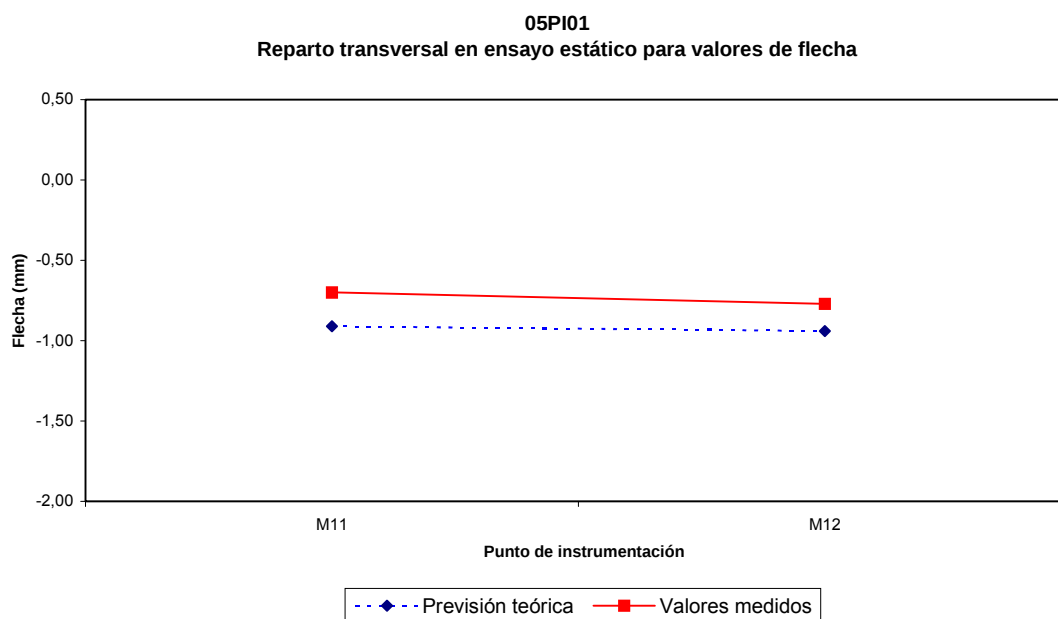
FLECHAS

Posición	% obtenidos	% Medio
Centro de vano	76,9 – 81,9	79,4

El valor del % medio se ha calculado ponderando el porcentaje obtenido en cada punto en función de la medida registrada en ese mismo punto. De esta forma, el valor del porcentaje medio puede interpretarse directamente como una aproximación a la relación entre la rigidez longitudinal teórica y la real.

Como se puede apreciar las flechas medidas son inferiores a las calculadas en el Proyecto de Prueba de carga, siendo por tanto la rigidez longitudinal real superior a la teórica.

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



Los **porcentajes de recuperación** alcanzados han sido correctos, ya que los valores remanentes no recuperados han sido inferiores al 15 % en todos los puntos instrumentados. Las recuperaciones de flechas medidas en centro de vano se resumen en la siguiente tabla:

PORCENTAJES DE RECUPERACIÓN EN FLECHAS

Posición	% obtenidos	% Medio
Centro de vano	98,6 - 98,7	98,6

La relación **flecha / luz** que se obtiene para el máximo movimiento registrado en la sección a L/2 durante la prueba estática fue de :

Luz de cálculo (m)	Máxima flecha (mm)	Relación Flecha / Luz
16,00	-0,77	1/20779

Estas relaciones son muy inferiores a las admisibles para este tipo de estructuras que pueden llegar a ser de hasta 1/800.

8.2. PRUEBAS DINÁMICAS

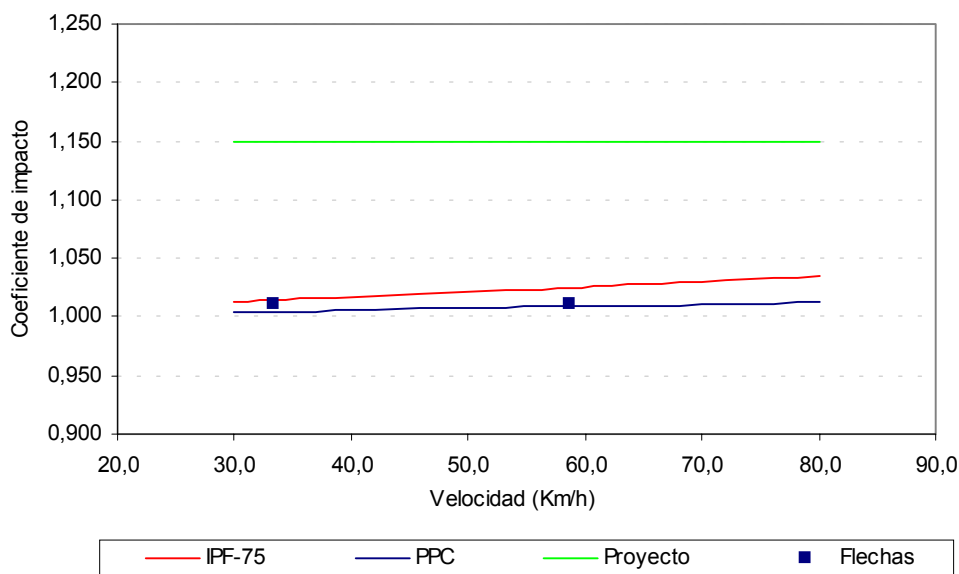
Del estudio de las pruebas dinámicas efectuadas a diferentes velocidades (ensayo cuasiestático, ensayo a velocidad media, ensayo a velocidad máxima y ensayo a velocidad máxima con frenada) se obtienen los siguientes valores experimentales del coeficiente de impacto en los puntos instrumentados:

Coeficientes de impacto

Prueba	Velocidad (Km/h)	IPF-75 (*)	PPC (*)	Pry (**)	Flechas	
					Coef. Impacto	Coef. Eje
Velocidad media (DIN 03)		1,014	1,004	1,15	1,00 – 1,02	1,01
Velocidad máxima (DIN 04)		1,025	1,009		1,00 – 1,02	1,01
V. máxima + frenado (DIN 05)	-	-	-		0,96 – 1,02	0,99

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

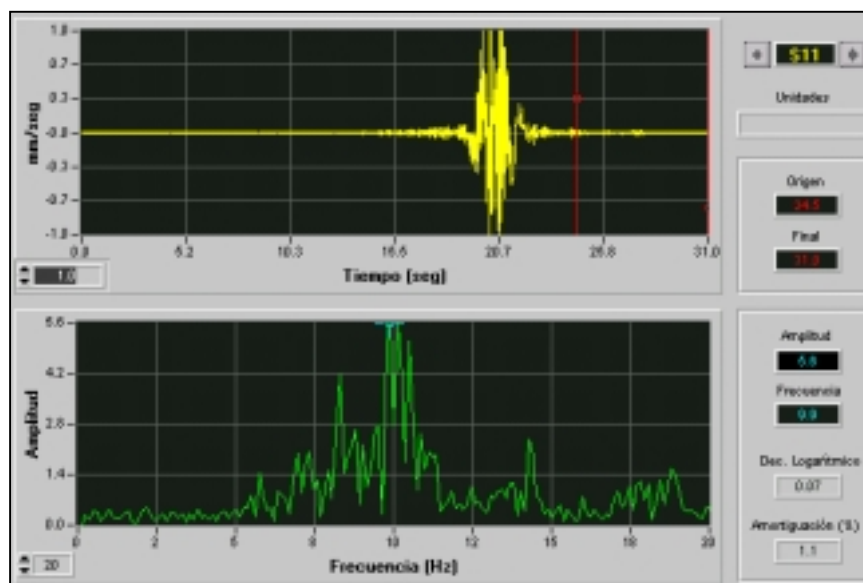
(**) La columna "Pry" presenta el valor del coeficiente de impacto adoptado en proyecto.



El factor de amplificación dinámica experimenta variación (sobreevaluación 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 dos puntos de medida.

Los valores obtenidos son correctos y habituales en este tipo de estructuras, si bien se aprecian diferencias que responden a que, dada la magnitud de los valores medidos, variaciones en las medidas del orden de la precisión del sistema de medida dan lugar a importantes variaciones en los coeficientes calculados.

Del registro obtenido en la prueba de frenado mediante sismómetro situado en la sección central del tablero, que se presenta a continuación, se determina la frecuencia propia de vibración de la estructura. El análisis de la señal mediante **Transformada Rápida de Fourier (FFT)** indica un valor de 9,87 Hz de frecuencia para la estructura. Este valor medido es ligeramente superior a la frecuencia de vibración longitudinal estimada teóricamente (9,58Hz), lo cual confirma las medidas registradas en flechas, indicando una rigidez longitudinal real superior a la del modelo de cálculo.



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

Posteriormente, como resultado del análisis del espectro de frecuencia por el **método del ancho eficaz de banda**, se estiman los siguientes valores de decremento logarítmico y amortiguación:

Decremento logarítmico	Amortiguación (%)
0,07	1,12

A la vista de los resultados, debe indicarse que se ha realimentado el modelo de cálculo dinámico con el valor de la amortiguación medida (1,1%) en lugar de con el valor teórico considerado inicialmente en el cálculo (2,0%), sin que se hayan registrado variaciones significativas en los resultados obtenidos, por lo que no se considera necesario incluir el recálculo en el análisis incluido en las páginas anteriores.

El valor de la amortiguación se puede considerar normal (se pueden considerar normales los valores comprendidos entre 0,5% y 2,0%). 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 05PI01 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, 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 alcanzados han sido inferiores a los valores teóricos calculados. Las magnitudes medidas se consideran correctas y habituales en este tipo de estructuras.
- Los valores remanentes de flechas han sido inferiores al 10 %, pudiendo afirmarse en consecuencia que el comportamiento de la estructura ha sido esencialmente elástico.
- Los coeficientes de impacto sin frenado 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 valores previstos, según la IAPF-75 y el análisis dinámico incluido en el Proyecto de Prueba de Carga. El valor medido ha sido 1,01 para la prueba a velocidad media, y 1,01 para la prueba a máxima velocidad. Estos valores del factor de amplificación dinámica se consideran correctos y habituales en este tipo de estructuras.
- Los coeficientes de impacto con frenado obtenidos de la relación entre los valores de flecha alcanzados en las pruebas cuasiestáticas y ensayos dinámicos a mayor velocidad presentan un valor medido de 0,99. Este valor del factor de amplificación dinámica con frenado, próximo a la unidad, se considera correcto y habitual en este tipo de estructuras.
- Se ha obtenido la frecuencia propia de vibración de la estructura, siendo ésta de 9,87Hz. Esta frecuencia es ligeramente superior a la estimada teóricamente, lo cual corrobora las medidas obtenidas en flechas, que indicaban una rigidez real de la estructura ligeramente superior a la del modelo teórico.

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que la Prueba de Carga realizada sobre la Estructura 05PI01 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, 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 **CINCUENTA Y CUATRO (54)** páginas numeradas y **OCHO (8)** Anejos sin paginar.

Madrid, Diciembre de 2002

Vº Bº Oficina Técnica

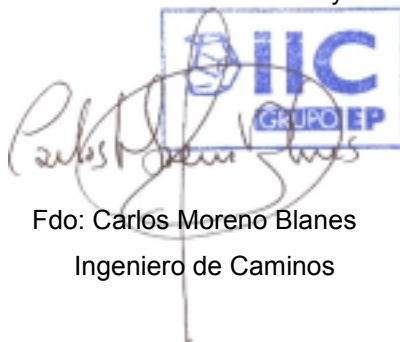


Fdo.: Andrés Vicente Zapata
Ingeniero técnico de Obras Públicas



Fdo: Pablo Fernández Bea
Ingeniero de Caminos

Vº Bº Área de Construcción y Civil



Fdo: Carlos Moreno Blanes
Ingeniero de Caminos

10. ANEJOS

10.1. ANEJO N° 1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL GIF

10.1 ANEJO Nº1: DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL GIF

La documentación, facilitada a IIC por el GIF, que ha sido utilizada para la elaboración de Proyecto y el Informe de Prueba de Carga de la Estructura 05PI01 es la que se ha detallado en el apartado nº 5 del presente documento.

10.2. ANEJO N° 2: PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

CLIENTE: **GESTOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (GIF)**

OBRA: **L.A.V. MADRID – BARCELONA – FRONTERA – FRANCESA**
TRAMO MADRID – ZARAGOZA. BASE MADRID - SUR

PROYECTO DE PRUEBA DE CARGA

ESTRUCTURA 05PI01
L.A.V. MADRID – BARCELONA – FRONTERA FRANCESA
TRAMO MADRID – ZARAGOZA. BASE MADRID SUR

AGOSTO 2002

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	4
3. ACTUACIONES PREVIAS A LA PRUEBA DE CARGA.....	6
3.1. Análisis de la documentación de la estructura	7
3.2. Inspección previa	10
4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOBRECARGA DE PRUEBA	12
5. MEDIDAS A REALIZAR	15
5.1. Control de flechas	16
5.2. Control de Vibraciones.....	16
5.3. Otros controles.....	16
6. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO	17
6.1. Prueba Estática.....	18
6.2. Pruebas Dinámicas.....	19
7. PREVISIÓN DE RESULTADOS	20
7.1. Cálculo de flechas.....	22
7.2. Coeficientes de impacto.....	23
7.3. Cálculo de frecuencias.....	24
8. ANEJOS	
8.1. Anejo nº 1: Cálculos justificativos	
8.2. Anejo nº 2: Análisis del proyecto de la estructura	
8.3. Anejo nº 3: Croquis y Planos	
8.4. Anejo nº 4: Reportaje fotográfico de la inspección previa	

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la “*Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril*” de 1.975, 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 GESTOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (GIF), 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 05PI01** de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur.

La elaboración del presente documento se inscribe dentro del marco del contrato de “Consultoría y Asistencia Técnica para la Realización de Pruebas de Carga para la recepción de puentes de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Lleida. Base de Madrid Sur” suscrito por IIC, S.A. con el GIF.

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

A continuación se describen las principales características de la estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur, de acuerdo con la documentación facilitada a IIC y con la Inspección Previa realizada el día 16 de Abril de 2002.

Dicha estructura es una pérgola maciza de ancho variable entre 22,80 y 26,20 m y una longitud de 15,00 m entre caras interiores de hastiales. La losa superior se mantiene con 1,25 m de canto, contando con aligeramientos circulares de 0,85 m de diámetro cada 1,15 metros. El tablero se remata transversalmente con voladizos de 2,92 m.

Los hastiales son de 1,00 m de canto y su altura libre es variable entre 7,55 y 7,98 m para el hastial izquierdo y entre 7,16 y 7,56 m para el hastial derecho. La losa inferior tiene un canto de 1,25 m.

La estructura está ejecutada en hormigón con resistencia a compresión $f_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$.

La estructura está preparada para el paso de una doble vía de Alta Velocidad (ancho internacional 1,435 m), con separación entre ejes de 4,50 m.

Se presenta a continuación, a modo de resumen, una tabla con las principales características de la estructura.

Estructura	Tipo de Estructura	Luz (m)	Longitud (m)	Tipo de Cimentación
05PI01	Puente	15,00	26,20	Losa

En el Anejo Nº 3 se incluyen los planos de la estructura.

3. ACTUACIONES PREVIAS A LA PRUEBA DE CARGA

3. ACTUACIONES PREVIAS A LA PRUEBA DE CARGA

3.1. ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para la elaboración del presente Proyecto de Prueba de Carga de la estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur, se han empleado los siguientes documentos:

- ❑ Anejo de Cálculo del Proyecto, formado por:
 - Replanteo.
 - Cargas consideradas. Coeficientes de mayoración de acciones.
 - Modelos de Cálculo. Modelo Placa. Modelo Espacial.
 - Resultados Análisis de Placa.
 - Resultados Análisis Espacial.
 - Aletas y fustes.

- ❑ Planos de la estructura:
 - Plano General.
 - Cajón. Definición Geométrica (2 hojas).
 - Cajón. Armaduras (3 hojas).
 - Aleta-1. Armaduras.
 - Aletas-2, 3 y 4. Armaduras.
 - Detalles generales.

Del estudio y análisis de los anteriores documentos, se desprenden las siguientes conclusiones:

- ❑ El proceso de cálculo empleado se considera correcto en cuanto a la definición de acciones actuantes sobre el tablero de la estructura. Se aplican en distintas combinaciones de acciones:
 - Peso propio + sobrecarga de uso
 - Sobrecarga de uso:
 - ✓ Acción conjunta de dos trenes SW2 simultáneos.
- ❑ La modelización de la estructura se considera correcta. Se han calculado los esfuerzos en un emparrillado tridimensional, discretizado mediante elementos barra a partir de las dimensiones geométricas del mismo y sometido a las acciones de su peso propio y de la sobrecarga 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, así como las tensiones máximas transmitidas al terreno.
- ❑ La obtención de resultados a partir de la aplicación de acciones sobre la estructura discretizada se considera correcta. IIC, S.A. ha desarrollado un modelo utilizando el programa SAP90, donde se ha discretizado el dintel de la estructura mediante un emparrillado plano de elementos barra unidimensionales, y los hastiales y la losa inferior con elementos placa bidimensionales. Se ha calculado el momento flector de cálculo en la sección central de la estructura y en la de empotramiento losa-hastial, habiéndose comprobado la validez del dimensionamiento estructural adoptado en el Proyecto (ver **Anejo nº 2: Análisis del Proyecto de la Estructura**).
- ❑ Las Normas y/o Recomendaciones aplicadas para el cálculo son las siguientes:
 - Acciones:
 - ✓ “Instrucción Relativa a las Acciones a Considerar en el Proyecto de Puentes de Ferrocarril”, Orden Ministerial del 25 de Junio de 1975.
 - ✓ “Eurocode 1. Basis of Design and Actions on Structures. Part 3.4 Rail Traffic Actions” CEN/TC250/SC1/93/N110 (abril de 1993).

- Materiales:
 - ✓ Hormigón armado:
 - EH-91 “Instrucción para el proyecto y obras de ejecución de obras de hormigón en masa o armado”.

- El Control de Calidad especificado en la documentación de la estructura indica los siguientes coeficientes de seguridad:
 - Materiales:
 - ✓ Hormigón tablero:1,50
 - ✓ Acero de armado del tablero:1,15

 - Acciones:
 - ✓ Peso propio:
 - Efecto desfavorable 1,60
 - Efecto favorable0,90
 - ✓ Acción de las tierras (Peso y empuje):
 - Efecto desfavorable1,60
 - Efecto favorable0,90
 - ✓ Sobrecargas:
 - Efecto desfavorable1,60
 - Efecto favorable0,00

3.2. INSPECCIÓN PREVIA

Previo a la realización de este proyecto, se llevó a cabo una inspección preliminar de la estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur, el día 16 de Abril de 2002.

En la fecha de la inspección se encontraban ejecutadas la obra de fábrica y la superestructura en su totalidad (ver fotografía nº 3).

Se midieron las dimensiones principales de la estructura (ancho de la losa, distancia entre hastiales, gálibo horizontal, canto del dintel, 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 y dintel de la estructura, tomándose nota de todos aquellos desperfectos que pudieran tener alguna relevancia desde el punto de vista estructural, de durabilidad, funcional o estética.

En general, y a falta de la confirmación experimental que se efectúe mediante la instrumentación prevista en el ensayo de prueba de carga de recepción de la estructura, y de la inspección definitiva que se realizará a continuación, señalamos que no se han detectado defectos o patologías que afecten a los niveles de seguridad de capacidad resistente de la obra.

Realizada la inspección en estribos, se apreció algún ligero desconchón y algunas fisuras verticales en paramentos (ver fotografías nº 9 y nº 10), al igual que en las aletas donde, además, se localizó un ligero cabeceo en una de las placas prefabricadas (ver fotografía nº 11). Estos desperfectos no presentan importancia desde el punto de vista estructural, aunque sí es conveniente señalarlos desde el punto de vista de la durabilidad y la estética a largo plazo. Estos puntos singulares pueden ser zonas potenciales de actuación de agentes climáticos, químicos, etc, donde se generen patologías que conduzcan a lo largo del tiempo hacia defectos más profundos como desprendimientos de recubrimientos, afloramientos de armaduras, etc.

En las vigas prefabricadas que conforman el tablero, se localizó un pequeño desconchón en una de las vigas (ver fotografía nº 8), que es conveniente señalar desde el punto de vista de la durabilidad a largo plazo de la obra de fábrica.

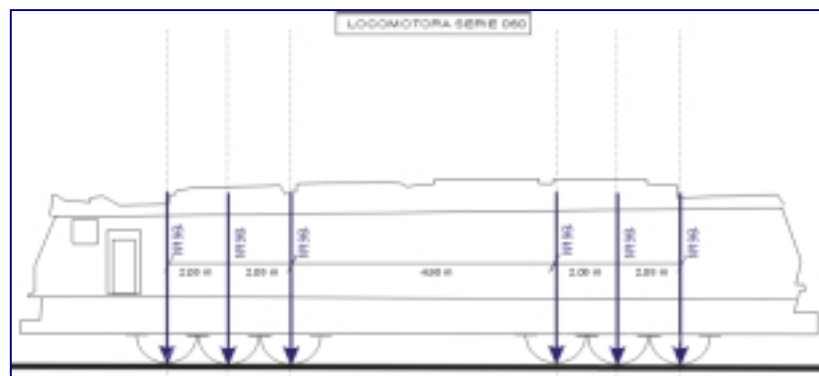
Desde el punto de vista de la accesibilidad a la estructura no se apreció que hubiese alguna dificultad especial de acceso. No obstante será necesario que durante la instrumentación y el ensayo de Prueba de Carga, y debido al ancho de la carretera que salva la estructura, se realice una ocupación total de la calzada. Del mismo modo, la instrumentación de la estructura, de acuerdo a las indicaciones que se realizarán en este documento, no presenta inconvenientes destacables. Si bien, indicamos que para el acceso a los puntos de control, en condiciones de seguridad para los técnicos de instrumentación, donde se prevé instalar sensores de medida, será necesario emplear un camión – grúa dotado de cesta empujada, con un alcance de 5 a 10 metros. Igualmente, será preciso que en el momento de la instrumentación y durante el ensayo de prueba de carga sobre la estructura, se habilite un acceso en la valla de protección que existe a lo largo de la traza.

Tras la ejecución de los ensayos de prueba de carga deberá repetirse la inspección desde el punto de vista estructural, comprobando si se manifiesta algún tipo de patología, no apreciada en esta inspección previa u ocasionada por el nivel de sollicitación alcanzado, o evolución en los deterioros ya catalogados.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOBRECARGA DE PRUEBA
--

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOBRECARGA DE PRUEBA

Para la ejecución del ensayo será necesario que se proporcionen, para la reproducción del estado de sollicitación previsto en el presente Proyecto de Prueba de Carga, **DOS (2) locomotoras de la serie 060** (dos bogies de tres ejes; peso total 1180 kN).



En el Anejo nº 3 se ha incluido un croquis en el que se definen las características geométricas y la distribución de pesos de las locomotoras, 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 positivos que permitan alcanzar los porcentajes de sollicitación requeridos respecto a momentos de sobrecarga de cálculo en Proyecto, según la *"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 el estado de carga definido se ha calculado el momento flector positivo en la sección central del dintel comparándolo con el obtenido 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 nº 3 se ha realizado el cálculo de la estructura (ver Anejo nº 1), obteniendo a partir del mismo los valores esperados para las medidas que se realizarán durante el ensayo.

Del cálculo de la estructura sometida al estado de carga definido para la prueba, se obtiene que la zona más solicitada a momento flector positivo se encuentra en la sección central del dintel y que la zona más solicitada a momento flector negativo se encuentra en la sección de empotramiento de hastiales. Considerando solamente los momentos de sollicitación producidos por las sobrecargas de uso, se obtiene (los esfuerzos se expresan por metro de ancho de dintel):

	Momento de sobrecarga en Proyecto (kN m)	Momento de sobrecarga en Prueba (kN m)	% alcanzado en prueba
Sección central	500,0	289,6	57,9

5. MEDIDAS A REALIZAR

5. 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 nº 3 del presente documento.

5.1. CONTROL DE FLECHAS

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

Flecha en Sección central
2 puntos

Para la medida de flechas se dispondrán dispositivos ópticos láser, ante la imposibilidad de realizar el corte de la carretera durante la prueba.

Mediante estos dispositivos se realizan mediciones tanto durante la prueba estática como en las dinámicas.

5.2. CONTROL DE VIBRACIONES

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

5.3. OTROS CONTROLES

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.

6. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

6. PLAN DE CARGA Y PROGRAMACIÓN DEL ENSAYO

6.1. PRUEBA ESTÁTICA

Las medidas se realizarán de acuerdo con las siguientes fases:

- I. Toma de valores iniciales de las medidas.
- II. Situación de la primera locomotora, con la posición indicada en el Croquis de Carga incluido en el Anejo nº 3 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 locomotora, repitiendo las fases II y III.
- V. Estabilización de las medidas. Cuando se encuentren posicionadas las locomotoras previstas, 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 las locomotoras hasta salir completamente del dintel.
- 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 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur, se realizará **UNA (1)** única prueba estática correspondiente a la materialización de la hipótesis de cálculo contemplada en el presente Proyecto de Prueba de Carga.

6.2. PRUEBAS DINÁMICAS

Se realizarán **CUATRO (4)** tipos de pruebas dinámicas sobre el dintel de la estructura. Consistirán en los siguientes ensayos:

- ❑ Ensayo dinámico nº 1: Paso de una locomotora circulando sobre la estructura a una velocidad constante menor o igual a 5 Km/h (*ensayo cuasiestático*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 2: Paso de una locomotora sobre la estructura circulando a una velocidad media constante de aproximadamente 35 Km/h (*ensayo a velocidad media*).
- ❑ Ensayo dinámico nº 3: Paso de una locomotora 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 locomotora 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*).

7. PREVISIÓN DE RESULTADOS

7. PREVISIÓN DE RESULTADOS

En el Anejo nº 1 se incluyen los cálculos justificativos realizados para evaluar las flechas, deformaciones unitarias y frecuencias propias de vibración previstas durante la realización de la prueba de carga. Para el cálculo del marco 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.

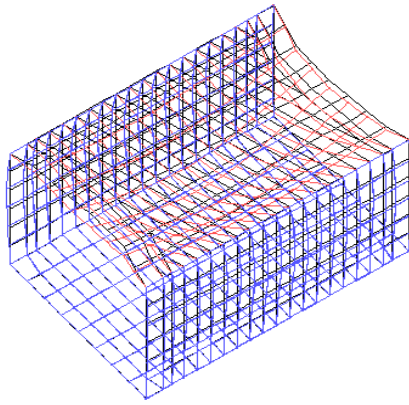
En nuestro caso, para la obtención de momentos de sollicitación, flechas y periodos de vibración, se ha optado por discretizar el dintel de la estructura mediante un emparillado plano de elementos barra unidimensionales, y los hastiales y la losa inferior con elementos placa bidimensionales. En los cálculos se han empleado un módulo instantáneo de deformación de 36.342 N/mm^2 . El módulo de deformación se ha calculado de acuerdo 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 el estado 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.

7.1. CÁLCULO DE FLECHAS

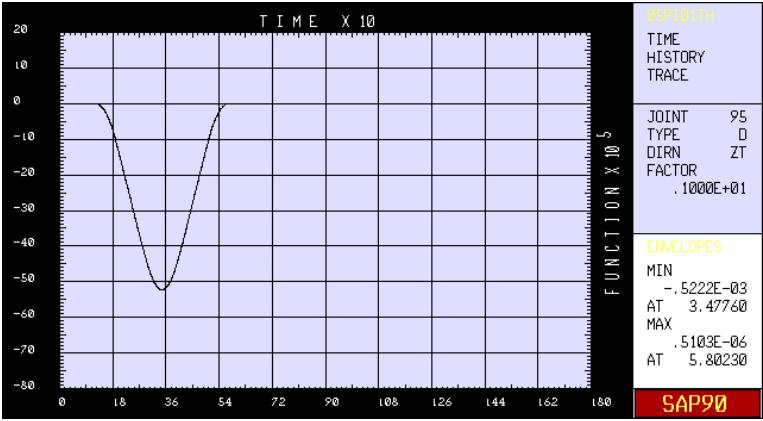
Los valores de flechas esperados para los puntos de medida establecidos en el Croquis de Instrumentación (ver Anejo nº 3), son los recogidos en la siguiente tablas (flechas negativas indican descenso):

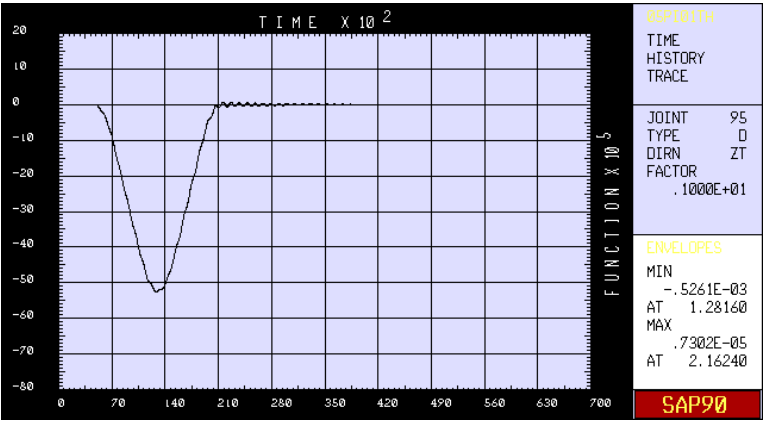
Ensayo estático nº 1 – Momento flector positivo en sección central de la estructura. (Hipótesis de cálculo III)	
Punto de medida	Flecha (mm)
M11	-0,91
M12	-0,94

Hipótesis de Cálculo III	
Locomotoras en Vías 1 y 2	

7.2. COEFICIENTES DE IMPACTO

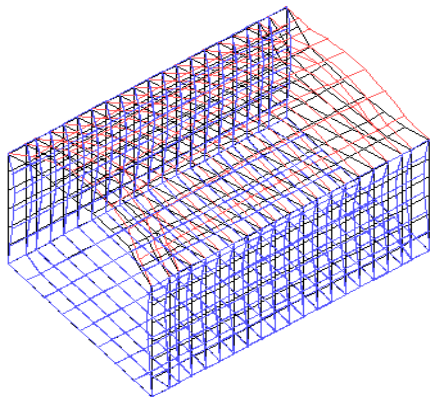
A continuación se incluyen los valores de los coeficientes de impacto de la estructura, calculados a partir de las flechas del punto M11 para el paso de la locomotora a velocidad media (30 Km/h) y a velocidad máxima (80 Km/h), considerando un coeficiente de amortiguación del 2 %. A su vez, el valor teórico 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.

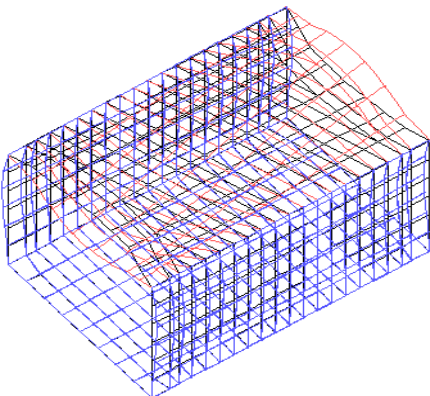
Punto M11	
Velocidad de paso 30 Km/h	
Coeficiente de impacto calculado dinámicamente 1,004	
Coeficiente de impacto según IAPF - 75 1,013	

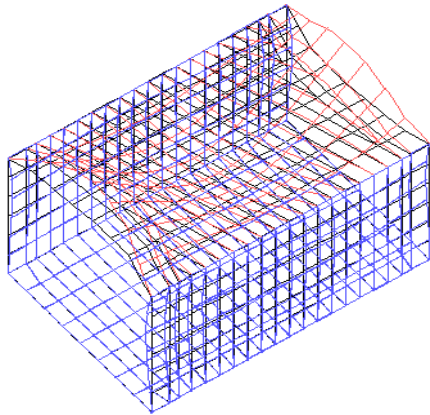
Punto M11	
Velocidad de paso 80 Km/h	
Coeficiente de impacto calculado dinámicamente 1,012	
Coeficiente de impacto según IAPF - 75 1,035	

7.3. CÁLCULO DE 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 9,58	
Periodo 0,10	

Segundo Modo	
Tipo Transversal	
Frecuencia 11,09	
Periodo 0,09	

Tercer Modo	
Tipo Transversal	
Frecuencia 16,88	
Periodo 0,06	

El presente documento consta de **VEINTISÉIS (26)** páginas numeradas y de **CUATRO (4)** Anejos sin paginar.

Madrid, Agosto de 2002

Por la Oficina Técnica de IIC, S.A.



Fdo.: Andrés Vicente Zapata
Ingeniero Técnico de Obras Públicas



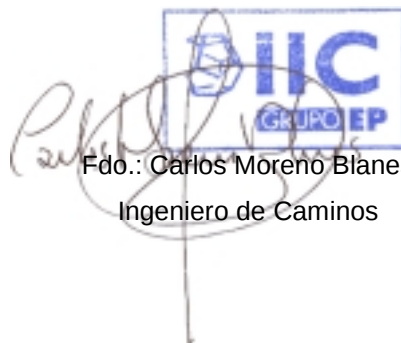
Fdo.: Juan Manuel García
Ingeniero de Caminos

Vº Bº Coordinador Técnico de Proyectos



Fdo.: Pablo Fernández Bea
Ingeniero de Caminos

Vº Bº Director Técnico Área de Construcción y Civil



Fdo.: Carlos Moreno Blanes
Ingeniero de Caminos

8. ANEJOS

8.1. ANEJO N° 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

**MODELO TRIDIMENSIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE FLECHAS, MOMENTOS DE
SOLICITACIÓN Y FRECUENCIAS PROPIAS DE VIBRACIÓN**

S Y S T E M D A T A

EXECUTION CODE	- - - - -	0
NUMBER OF LOAD CONDITIONS	- - - - -	3
STEADY STATE LOAD FREQUENCY	- - - - -	.0000E+00
NUMBER OF EIGENVALUES	- - - - -	5
EIGEN CONVERGENCE TOLERANCE	- - - - -	.1000E-03
EIGEN CUTOFF TIME PERIOD	- - - - -	.0000E+00

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
1	-3.270	.000	.000
2	-1.810	.000	.000
3	-1.000	.000	.000
4	.000	.000	.000
5	1.150	.000	.000
6	2.300	.000	.000
7	3.450	.000	.000
8	4.600	.000	.000
9	5.750	.000	.000
10	6.900	.000	.000
11	8.050	.000	.000
12	9.200	.000	.000
13	10.350	.000	.000
14	11.500	.000	.000
15	12.650	.000	.000
16	13.800	.000	.000
17	14.950	.000	.000
18	16.100	.000	.000
19	17.250	.000	.000
20	18.060	.000	.000
21	19.520	.000	.000
22	-2.270	2.025	.000
23	-.810	2.025	.000
24	.000	2.025	.000
25	1.150	2.025	.000
26	2.300	2.025	.000
27	3.450	2.025	.000
28	4.600	2.025	.000
29	5.750	2.025	.000
30	6.900	2.025	.000
31	8.050	2.025	.000
32	9.200	2.025	.000
33	10.350	2.025	.000
34	11.500	2.025	.000
35	12.650	2.025	.000
36	13.800	2.025	.000
37	14.950	2.025	.000
38	16.100	2.025	.000
39	17.250	2.025	.000
40	18.060	2.025	.000
41	19.520	2.025	.000
42	-1.120	4.050	.000
43	.340	4.050	.000
44	1.150	4.050	.000
45	2.300	4.050	.000
46	3.450	4.050	.000
47	4.600	4.050	.000
48	5.750	4.050	.000
49	6.900	4.050	.000
50	8.050	4.050	.000
51	9.200	4.050	.000
52	10.350	4.050	.000

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
53	11.500	4.050	.000
54	12.650	4.050	.000
55	13.800	4.050	.000
56	14.950	4.050	.000
57	16.100	4.050	.000
58	17.250	4.050	.000
59	17.630	4.050	.000
60	18.440	4.050	.000
61	19.900	4.050	.000
62	-.545	6.075	.000
63	.915	6.075	.000
64	1.725	6.075	.000
65	2.300	6.075	.000
66	3.450	6.075	.000
67	4.600	6.075	.000
68	5.750	6.075	.000
69	6.900	6.075	.000
70	8.050	6.075	.000
71	9.200	6.075	.000
72	10.350	6.075	.000
73	11.500	6.075	.000
74	12.650	6.075	.000
75	13.800	6.075	.000
76	14.950	6.075	.000
77	16.100	6.075	.000
78	17.250	6.075	.000
79	18.020	6.075	.000
80	18.830	6.075	.000
81	20.290	6.075	.000
82	.030	8.100	.000
83	1.490	8.100	.000
84	2.300	8.100	.000
85	3.450	8.100	.000
86	4.600	8.100	.000
87	5.750	8.100	.000
88	6.900	8.100	.000
89	8.050	8.100	.000
90	9.200	8.100	.000
91	10.350	8.100	.000
92	11.500	8.100	.000
93	12.650	8.100	.000
94	13.800	8.100	.000
95	14.950	8.100	.000
96	16.100	8.100	.000
97	17.250	8.100	.000
98	18.400	8.100	.000
99	19.210	8.100	.000
100	20.670	8.100	.000
101	.410	10.125	.000
102	1.870	10.125	.000
103	2.680	10.125	.000
104	3.450	10.125	.000

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
105	4.600	10.125	.000
106	5.750	10.125	.000
107	6.900	10.125	.000
108	8.050	10.125	.000
109	9.200	10.125	.000
110	10.350	10.125	.000
111	11.500	10.125	.000
112	12.650	10.125	.000
113	13.800	10.125	.000
114	14.950	10.125	.000
115	16.100	10.125	.000
116	17.250	10.125	.000
117	18.400	10.125	.000
118	18.975	10.125	.000
119	19.785	10.125	.000
120	21.245	10.125	.000
121	.790	12.150	.000
122	2.250	12.150	.000
123	3.060	12.150	.000
124	3.450	12.150	.000
125	4.600	12.150	.000
126	5.750	12.150	.000
127	6.900	12.150	.000
128	8.050	12.150	.000
129	9.200	12.150	.000
130	10.350	12.150	.000
131	11.500	12.150	.000
132	12.650	12.150	.000
133	13.800	12.150	.000
134	14.950	12.150	.000
135	16.100	12.150	.000
136	17.250	12.150	.000
137	18.400	12.150	.000
138	19.550	12.150	.000
139	20.360	12.150	.000
140	21.820	12.150	.000
141	1.180	14.175	.000
142	2.640	14.175	.000
143	3.450	14.175	.000
144	4.600	14.175	.000
145	5.750	14.175	.000
146	6.900	14.175	.000
147	8.050	14.175	.000
148	9.200	14.175	.000
149	10.350	14.175	.000
150	11.500	14.175	.000
151	12.650	14.175	.000
152	13.800	14.175	.000
153	14.950	14.175	.000
154	16.100	14.175	.000
155	17.250	14.175	.000
156	18.400	14.175	.000

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
157	19.550	14.175	.000
158	20.700	14.175	.000
159	21.510	14.175	.000
160	22.970	14.175	.000
161	1.180	16.200	.000
162	2.640	16.200	.000
163	3.450	16.200	.000
164	4.600	16.200	.000
165	5.750	16.200	.000
166	6.900	16.200	.000
167	8.050	16.200	.000
168	9.200	16.200	.000
169	10.350	16.200	.000
170	11.500	16.200	.000
171	12.650	16.200	.000
172	13.800	16.200	.000
173	14.950	16.200	.000
174	16.100	16.200	.000
175	17.250	16.200	.000
176	18.400	16.200	.000
177	19.550	16.200	.000
178	20.700	16.200	.000
179	21.700	16.200	.000
180	22.510	16.200	.000
181	23.970	16.200	.000
201	-3.270	.000	-1.425
202	-1.810	.000	-1.425
203	-1.000	.000	-1.425
204	.000	.000	-1.425
205	1.150	.000	-1.425
206	2.300	.000	-1.425
207	3.450	.000	-1.425
208	4.600	.000	-1.425
209	5.750	.000	-1.425
210	6.900	.000	-1.425
211	8.050	.000	-1.425
212	9.200	.000	-1.425
213	10.350	.000	-1.425
214	11.500	.000	-1.425
215	12.650	.000	-1.425
216	13.800	.000	-1.425
217	14.950	.000	-1.425
218	16.100	.000	-1.425
219	17.250	.000	-1.425
220	18.060	.000	-1.425
221	19.520	.000	-1.425
222	-3.270	.000	-2.850
223	-1.810	.000	-2.850
224	-1.000	.000	-2.850
225	.000	.000	-2.850
226	1.150	.000	-2.850
227	2.300	.000	-2.850

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
228	3.450	.000	-2.850
229	4.600	.000	-2.850
230	5.750	.000	-2.850
231	6.900	.000	-2.850
232	8.050	.000	-2.850
233	9.200	.000	-2.850
234	10.350	.000	-2.850
235	11.500	.000	-2.850
236	12.650	.000	-2.850
237	13.800	.000	-2.850
238	14.950	.000	-2.850
239	16.100	.000	-2.850
240	17.250	.000	-2.850
241	18.060	.000	-2.850
242	19.520	.000	-2.850
243	-3.270	.000	-4.275
244	-1.810	.000	-4.275
245	-1.000	.000	-4.275
246	.000	.000	-4.275
247	1.150	.000	-4.275
248	2.300	.000	-4.275
249	3.450	.000	-4.275
250	4.600	.000	-4.275
251	5.750	.000	-4.275
252	6.900	.000	-4.275
253	8.050	.000	-4.275
254	9.200	.000	-4.275
255	10.350	.000	-4.275
256	11.500	.000	-4.275
257	12.650	.000	-4.275
258	13.800	.000	-4.275
259	14.950	.000	-4.275
260	16.100	.000	-4.275
261	17.250	.000	-4.275
262	18.060	.000	-4.275
263	19.520	.000	-4.275
264	-3.270	.000	-5.700
265	-1.810	.000	-5.700
266	-1.000	.000	-5.700
267	.000	.000	-5.700
268	1.150	.000	-5.700
269	2.300	.000	-5.700
270	3.450	.000	-5.700
271	4.600	.000	-5.700
272	5.750	.000	-5.700
273	6.900	.000	-5.700
274	8.050	.000	-5.700
275	9.200	.000	-5.700
276	10.350	.000	-5.700
277	11.500	.000	-5.700
278	12.650	.000	-5.700
279	13.800	.000	-5.700

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
280	14.950	.000	-5.700
281	16.100	.000	-5.700
282	17.250	.000	-5.700
283	18.060	.000	-5.700
284	19.520	.000	-5.700
285	-3.270	.000	-7.125
286	-1.810	.000	-7.125
287	-1.000	.000	-7.125
288	.000	.000	-7.125
289	1.150	.000	-7.125
290	2.300	.000	-7.125
291	3.450	.000	-7.125
292	4.600	.000	-7.125
293	5.750	.000	-7.125
294	6.900	.000	-7.125
295	8.050	.000	-7.125
296	9.200	.000	-7.125
297	10.350	.000	-7.125
298	11.500	.000	-7.125
299	12.650	.000	-7.125
300	13.800	.000	-7.125
301	14.950	.000	-7.125
302	16.100	.000	-7.125
303	17.250	.000	-7.125
304	18.060	.000	-7.125
305	19.520	.000	-7.125
306	-3.270	.000	-8.550
307	-1.810	.000	-8.550
308	-1.000	.000	-8.550
309	.000	.000	-8.550
310	1.150	.000	-8.550
311	2.300	.000	-8.550
312	3.450	.000	-8.550
313	4.600	.000	-8.550
314	5.750	.000	-8.550
315	6.900	.000	-8.550
316	8.050	.000	-8.550
317	9.200	.000	-8.550
318	10.350	.000	-8.550
319	11.500	.000	-8.550
320	12.650	.000	-8.550
321	13.800	.000	-8.550
322	14.950	.000	-8.550
323	16.100	.000	-8.550
324	17.250	.000	-8.550
325	18.060	.000	-8.550
326	19.520	.000	-8.550
401	1.180	16.200	-1.425
402	2.640	16.200	-1.425
403	3.450	16.200	-1.425
404	4.600	16.200	-1.425
405	5.750	16.200	-1.425

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
406	6.900	16.200	-1.425
407	8.050	16.200	-1.425
408	9.200	16.200	-1.425
409	10.350	16.200	-1.425
410	11.500	16.200	-1.425
411	12.650	16.200	-1.425
412	13.800	16.200	-1.425
413	14.950	16.200	-1.425
414	16.100	16.200	-1.425
415	17.250	16.200	-1.425
416	18.400	16.200	-1.425
417	19.550	16.200	-1.425
418	20.700	16.200	-1.425
419	21.700	16.200	-1.425
420	22.510	16.200	-1.425
421	23.970	16.200	-1.425
422	1.180	16.200	-2.850
423	2.640	16.200	-2.850
424	3.450	16.200	-2.850
425	4.600	16.200	-2.850
426	5.750	16.200	-2.850
427	6.900	16.200	-2.850
428	8.050	16.200	-2.850
429	9.200	16.200	-2.850
430	10.350	16.200	-2.850
431	11.500	16.200	-2.850
432	12.650	16.200	-2.850
433	13.800	16.200	-2.850
434	14.950	16.200	-2.850
435	16.100	16.200	-2.850
436	17.250	16.200	-2.850
437	18.400	16.200	-2.850
438	19.550	16.200	-2.850
439	20.700	16.200	-2.850
440	21.700	16.200	-2.850
441	22.510	16.200	-2.850
442	23.970	16.200	-2.850
443	1.180	16.200	-4.275
444	2.640	16.200	-4.275
445	3.450	16.200	-4.275
446	4.600	16.200	-4.275
447	5.750	16.200	-4.275
448	6.900	16.200	-4.275
449	8.050	16.200	-4.275
450	9.200	16.200	-4.275
451	10.350	16.200	-4.275
452	11.500	16.200	-4.275
453	12.650	16.200	-4.275
454	13.800	16.200	-4.275
455	14.950	16.200	-4.275
456	16.100	16.200	-4.275
457	17.250	16.200	-4.275

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
458	18.400	16.200	-4.275
459	19.550	16.200	-4.275
460	20.700	16.200	-4.275
461	21.700	16.200	-4.275
462	22.510	16.200	-4.275
463	23.970	16.200	-4.275
464	1.180	16.200	-5.700
465	2.640	16.200	-5.700
466	3.450	16.200	-5.700
467	4.600	16.200	-5.700
468	5.750	16.200	-5.700
469	6.900	16.200	-5.700
470	8.050	16.200	-5.700
471	9.200	16.200	-5.700
472	10.350	16.200	-5.700
473	11.500	16.200	-5.700
474	12.650	16.200	-5.700
475	13.800	16.200	-5.700
476	14.950	16.200	-5.700
477	16.100	16.200	-5.700
478	17.250	16.200	-5.700
479	18.400	16.200	-5.700
480	19.550	16.200	-5.700
481	20.700	16.200	-5.700
482	21.700	16.200	-5.700
483	22.510	16.200	-5.700
484	23.970	16.200	-5.700
485	1.180	16.200	-7.125
486	2.640	16.200	-7.125
487	3.450	16.200	-7.125
488	4.600	16.200	-7.125
489	5.750	16.200	-7.125
490	6.900	16.200	-7.125
491	8.050	16.200	-7.125
492	9.200	16.200	-7.125
493	10.350	16.200	-7.125
494	11.500	16.200	-7.125
495	12.650	16.200	-7.125
496	13.800	16.200	-7.125
497	14.950	16.200	-7.125
498	16.100	16.200	-7.125
499	17.250	16.200	-7.125
500	18.400	16.200	-7.125
501	19.550	16.200	-7.125
502	20.700	16.200	-7.125
503	21.700	16.200	-7.125
504	22.510	16.200	-7.125
505	23.970	16.200	-7.125
506	1.180	16.200	-8.550
507	2.640	16.200	-8.550
508	3.450	16.200	-8.550
509	4.600	16.200	-8.550

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

JOINT	X	Y	Z
510	5.750	16.200	-8.550
511	6.900	16.200	-8.550
512	8.050	16.200	-8.550
513	9.200	16.200	-8.550
514	10.350	16.200	-8.550
515	11.500	16.200	-8.550
516	12.650	16.200	-8.550
517	13.800	16.200	-8.550
518	14.950	16.200	-8.550
519	16.100	16.200	-8.550
520	17.250	16.200	-8.550
521	18.400	16.200	-8.550
522	19.550	16.200	-8.550
523	20.700	16.200	-8.550
524	21.700	16.200	-8.550
525	22.510	16.200	-8.550
526	23.970	16.200	-8.550
601	-2.714	2.025	-8.550
602	-1.574	2.025	-8.550
603	-.435	2.025	-8.550
604	.705	2.025	-8.550
605	1.844	2.025	-8.550
606	2.984	2.025	-8.550
607	4.123	2.025	-8.550
608	5.263	2.025	-8.550
609	6.402	2.025	-8.550
610	7.542	2.025	-8.550
611	8.681	2.025	-8.550
612	9.821	2.025	-8.550
613	10.960	2.025	-8.550
614	12.100	2.025	-8.550
615	13.239	2.025	-8.550
616	14.379	2.025	-8.550
617	15.518	2.025	-8.550
618	16.658	2.025	-8.550
619	17.797	2.025	-8.550
620	18.937	2.025	-8.550
621	20.076	2.025	-8.550
622	-2.158	4.050	-8.550
623	-1.018	4.050	-8.550
624	.122	4.050	-8.550
625	1.261	4.050	-8.550
626	2.401	4.050	-8.550
627	3.540	4.050	-8.550
628	4.680	4.050	-8.550
629	5.819	4.050	-8.550
630	6.958	4.050	-8.550
631	8.098	4.050	-8.550
632	9.237	4.050	-8.550
633	10.377	4.050	-8.550
634	11.517	4.050	-8.550
635	12.656	4.050	-8.550

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

JOINT	X	Y	Z
636	13.796	4.050	-8.550
637	14.935	4.050	-8.550
638	16.075	4.050	-8.550
639	17.214	4.050	-8.550
640	18.354	4.050	-8.550
641	19.493	4.050	-8.550
642	20.633	4.050	-8.550
643	-1.601	6.075	-8.550
644	-.462	6.075	-8.550
645	.678	6.075	-8.550
646	1.817	6.075	-8.550
647	2.957	6.075	-8.550
648	4.096	6.075	-8.550
649	5.236	6.075	-8.550
650	6.375	6.075	-8.550
651	7.515	6.075	-8.550
652	8.654	6.075	-8.550
653	9.794	6.075	-8.550
654	10.933	6.075	-8.550
655	12.073	6.075	-8.550
656	13.212	6.075	-8.550
657	14.352	6.075	-8.550
658	15.491	6.075	-8.550
659	16.631	6.075	-8.550
660	17.770	6.075	-8.550
661	18.910	6.075	-8.550
662	20.049	6.075	-8.550
663	21.189	6.075	-8.550
664	-1.045	8.100	-8.550
665	.095	8.100	-8.550
666	1.234	8.100	-8.550
667	2.374	8.100	-8.550
668	3.513	8.100	-8.550
669	4.653	8.100	-8.550
670	5.792	8.100	-8.550
671	6.932	8.100	-8.550
672	8.071	8.100	-8.550
673	9.211	8.100	-8.550
674	10.350	8.100	-8.550
675	11.490	8.100	-8.550
676	12.629	8.100	-8.550
677	13.769	8.100	-8.550
678	14.908	8.100	-8.550
679	16.048	8.100	-8.550
680	17.187	8.100	-8.550
681	18.327	8.100	-8.550
682	19.466	8.100	-8.550
683	20.606	8.100	-8.550
684	21.745	8.100	-8.550
685	-.489	10.125	-8.550
686	.651	10.125	-8.550
687	1.790	10.125	-8.550

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

JOINT	X	Y	Z
688	2.930	10.125	-8.550
689	4.069	10.125	-8.550
690	5.209	10.125	-8.550
691	6.348	10.125	-8.550
692	7.488	10.125	-8.550
693	8.627	10.125	-8.550
694	9.767	10.125	-8.550
695	10.906	10.125	-8.550
696	12.046	10.125	-8.550
697	13.185	10.125	-8.550
698	14.325	10.125	-8.550
699	15.464	10.125	-8.550
700	16.604	10.125	-8.550
701	17.743	10.125	-8.550
702	18.883	10.125	-8.550
703	20.022	10.125	-8.550
704	21.162	10.125	-8.550
705	22.301	10.125	-8.550
706	.067	12.150	-8.550
707	1.207	12.150	-8.550
708	2.347	12.150	-8.550
709	3.486	12.150	-8.550
710	4.626	12.150	-8.550
711	5.765	12.150	-8.550
712	6.905	12.150	-8.550
713	8.044	12.150	-8.550
714	9.183	12.150	-8.550
715	10.323	12.150	-8.550
716	11.463	12.150	-8.550
717	12.602	12.150	-8.550
718	13.742	12.150	-8.550
719	14.881	12.150	-8.550
720	16.021	12.150	-8.550
721	17.160	12.150	-8.550
722	18.300	12.150	-8.550
723	19.439	12.150	-8.550
724	20.579	12.150	-8.550
725	21.718	12.150	-8.550
726	22.858	12.150	-8.550
727	.624	14.175	-8.550
728	1.763	14.175	-8.550
729	2.903	14.175	-8.550
730	4.042	14.175	-8.550
731	5.182	14.175	-8.550
732	6.321	14.175	-8.550
733	7.461	14.175	-8.550
734	8.600	14.175	-8.550
735	9.740	14.175	-8.550
736	10.879	14.175	-8.550
737	12.019	14.175	-8.550
738	13.158	14.175	-8.550
739	14.298	14.175	-8.550

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

JOINT	X	Y	Z
740	15.437	14.175	-8.550
741	16.577	14.175	-8.550
742	17.716	14.175	-8.550
743	18.856	14.175	-8.550
744	19.995	14.175	-8.550
745	21.135	14.175	-8.550
746	22.274	14.175	-8.550
747	23.414	14.175	-8.550

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
1	1	0	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0
161	1	0	0	0	0	0
181	1	0	0	0	0	0
306	1	1	1	0	0	0
307	1	1	1	0	0	0
308	1	1	1	0	0	0
309	1	1	1	0	0	0
310	1	1	1	0	0	0
311	1	1	1	0	0	0
312	1	1	1	0	0	0
313	1	1	1	0	0	0
314	1	1	1	0	0	0
315	1	1	1	0	0	0
316	1	1	1	0	0	0
317	1	1	1	0	0	0
318	1	1	1	0	0	0
319	1	1	1	0	0	0
320	1	1	1	0	0	0
321	1	1	1	0	0	0
322	1	1	1	0	0	0
323	1	1	1	0	0	0
324	1	1	1	0	0	0
325	1	1	1	0	0	0
326	1	1	1	0	0	0
506	1	1	1	0	0	0
507	1	1	1	0	0	0
508	1	1	1	0	0	0
509	1	1	1	0	0	0
510	1	1	1	0	0	0
511	1	1	1	0	0	0
512	1	1	1	0	0	0
513	1	1	1	0	0	0
514	1	1	1	0	0	0
515	1	1	1	0	0	0
516	1	1	1	0	0	0
517	1	1	1	0	0	0
518	1	1	1	0	0	0
519	1	1	1	0	0	0
520	1	1	1	0	0	0
521	1	1	1	0	0	0
522	1	1	1	0	0	0
523	1	1	1	0	0	0
524	1	1	1	0	0	0
525	1	1	1	0	0	0
526	1	1	1	0	0	0
601	1	1	1	0	0	0
602	1	1	1	0	0	0
603	1	1	1	0	0	0
604	1	1	1	0	0	0
605	1	1	1	0	0	0
606	1	1	1	0	0	0

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
607	1	1	1	0	0	0
608	1	1	1	0	0	0
609	1	1	1	0	0	0
610	1	1	1	0	0	0
611	1	1	1	0	0	0
612	1	1	1	0	0	0
613	1	1	1	0	0	0
614	1	1	1	0	0	0
615	1	1	1	0	0	0
616	1	1	1	0	0	0
617	1	1	1	0	0	0
618	1	1	1	0	0	0
619	1	1	1	0	0	0
620	1	1	1	0	0	0
621	1	1	1	0	0	0
622	1	1	1	0	0	0
623	1	1	1	0	0	0
624	1	1	1	0	0	0
625	1	1	1	0	0	0
626	1	1	1	0	0	0
627	1	1	1	0	0	0
628	1	1	1	0	0	0
629	1	1	1	0	0	0
630	1	1	1	0	0	0
631	1	1	1	0	0	0
632	1	1	1	0	0	0
633	1	1	1	0	0	0
634	1	1	1	0	0	0
635	1	1	1	0	0	0
636	1	1	1	0	0	0
637	1	1	1	0	0	0
638	1	1	1	0	0	0
639	1	1	1	0	0	0
640	1	1	1	0	0	0
641	1	1	1	0	0	0
642	1	1	1	0	0	0
643	1	1	1	0	0	0
644	1	1	1	0	0	0
645	1	1	1	0	0	0
646	1	1	1	0	0	0
647	1	1	1	0	0	0
648	1	1	1	0	0	0
649	1	1	1	0	0	0
650	1	1	1	0	0	0
651	1	1	1	0	0	0
652	1	1	1	0	0	0
653	1	1	1	0	0	0
654	1	1	1	0	0	0
655	1	1	1	0	0	0
656	1	1	1	0	0	0
657	1	1	1	0	0	0
658	1	1	1	0	0	0

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
659	1	1	1	0	0	0
660	1	1	1	0	0	0
661	1	1	1	0	0	0
662	1	1	1	0	0	0
663	1	1	1	0	0	0
664	1	1	1	0	0	0
665	1	1	1	0	0	0
666	1	1	1	0	0	0
667	1	1	1	0	0	0
668	1	1	1	0	0	0
669	1	1	1	0	0	0
670	1	1	1	0	0	0
671	1	1	1	0	0	0
672	1	1	1	0	0	0
673	1	1	1	0	0	0
674	1	1	1	0	0	0
675	1	1	1	0	0	0
676	1	1	1	0	0	0
677	1	1	1	0	0	0
678	1	1	1	0	0	0
679	1	1	1	0	0	0
680	1	1	1	0	0	0
681	1	1	1	0	0	0
682	1	1	1	0	0	0
683	1	1	1	0	0	0
684	1	1	1	0	0	0
685	1	1	1	0	0	0
686	1	1	1	0	0	0
687	1	1	1	0	0	0
688	1	1	1	0	0	0
689	1	1	1	0	0	0
690	1	1	1	0	0	0
691	1	1	1	0	0	0
692	1	1	1	0	0	0
693	1	1	1	0	0	0
694	1	1	1	0	0	0
695	1	1	1	0	0	0
696	1	1	1	0	0	0
697	1	1	1	0	0	0
698	1	1	1	0	0	0
699	1	1	1	0	0	0
700	1	1	1	0	0	0
701	1	1	1	0	0	0
702	1	1	1	0	0	0
703	1	1	1	0	0	0
704	1	1	1	0	0	0
705	1	1	1	0	0	0
706	1	1	1	0	0	0
707	1	1	1	0	0	0
708	1	1	1	0	0	0
709	1	1	1	0	0	0
710	1	1	1	0	0	0

R E S T R A I N T D A T A

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
711	1	1	1	0	0	0
712	1	1	1	0	0	0
713	1	1	1	0	0	0
714	1	1	1	0	0	0
715	1	1	1	0	0	0
716	1	1	1	0	0	0
717	1	1	1	0	0	0
718	1	1	1	0	0	0
719	1	1	1	0	0	0
720	1	1	1	0	0	0
721	1	1	1	0	0	0
722	1	1	1	0	0	0
723	1	1	1	0	0	0
724	1	1	1	0	0	0
725	1	1	1	0	0	0
726	1	1	1	0	0	0
727	1	1	1	0	0	0

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

NUMBER OF MEMBER SECTION PROPERTIES 8
NUMBER OF SPAN LOADING PATTERNS 5

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

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	.530E+00	.46340E-02	.17300E+00	.13064E+00	.000E+00	.000E+00
2	.711E+00	.38000E-01	.42560E-01	.85105E-01	.000E+00	.000E+00
3	.106E+01	.16270E+00	.63970E-01	.26563E+00	.000E+00	.000E+00
4	.870E+00	.18370E+00	.16154E+00	.13278E+00	.000E+00	.000E+00
5	.106E+01	.41245E-01	.24460E-01	.35167E+00	.000E+00	.000E+00
6	.204E+01	.24307E+00	.17687E+00	.68000E+00	.000E+00	.000E+00
7	.250E+01	.38281E+00	.32552E+00	.83330E+00	.000E+00	.000E+00
8	.250E+01	.22320E-01	.32552E+00	.83330E+00	.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	.3634E+11	.1398E+11	.2232E+05	.2275E+04	.0000E+00
2	.3634E+11	.1398E+11	.3146E+05	.3007E+04	.0000E+00
3	.3634E+11	.1398E+11	.3902E+05	.3977E+04	.0000E+00
4	.3634E+11	.1398E+11	.5279E+05	.5381E+04	.0000E+00
5	.3634E+11	.1398E+11	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.3634E+11	.1398E+11	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.3634E+11	.1398E+11	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.3634E+11	.1398E+11	.0000E+00	.0000E+00	.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	-53741.0000
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	*****
3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-5063.0000
4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-10125.0000
5	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-53480.0000

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

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2		PROPERTY-ID END-I END-J		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
1	1	2	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
2	2	3	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
3	3	4	2	0	7	7	0	000000	.00	1.00
22	22	23	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
23	23	24	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
42	42	43	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
43	43	44	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
62	62	63	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
63	63	64	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
82	82	83	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
83	83	84	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
101	101	102	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
102	102	103	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
121	121	122	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
122	122	123	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
141	141	142	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
142	142	143	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
161	161	162	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
162	162	163	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
19	19	20	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
20	20	21	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
39	39	40	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
40	40	41	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
59	59	60	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
60	60	61	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
79	79	80	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
80	80	81	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
98	98	99	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
99	99	100	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
118	118	119	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
119	119	120	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
138	138	139	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
139	139	140	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
158	158	159	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
159	159	160	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
178	178	179	2	0	7	7	0	000000	.00	1.00
179	179	180	2	0	6	6	0	000000	.00	.81
180	180	181	2	0	5	5	0	000000	.00	1.46
4	4	5	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
5	5	6	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
6	6	7	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
7	7	8	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
8	8	9	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
9	9	10	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
10	10	11	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
11	11	12	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
12	12	13	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
13	13	14	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
14	14	15	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
15	15	16	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
16	16	17	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15

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

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2		PROPERTY-ID END-I END-J		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
17	17	18	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
18	18	19	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
24	24	25	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
25	25	26	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
26	26	27	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
27	27	28	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
28	28	29	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
29	29	30	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
30	30	31	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
31	31	32	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
32	32	33	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
33	33	34	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
34	34	35	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
35	35	36	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
36	36	37	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
37	37	38	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
38	38	39	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
44	44	45	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
45	45	46	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
46	46	47	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
47	47	48	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
48	48	49	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
49	49	50	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
50	50	51	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
51	51	52	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
52	52	53	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
53	53	54	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
54	54	55	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
55	55	56	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
56	56	57	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
57	57	58	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
58	58	59	2	0	8	8	0	000000	.00	.38
64	64	65	2	0	8	8	0	000000	.00	.57
65	65	66	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
66	66	67	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
67	67	68	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
68	68	69	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
69	69	70	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
70	70	71	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
71	71	72	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
72	72	73	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
73	73	74	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
74	74	75	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
75	75	76	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
76	76	77	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
77	77	78	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
78	78	79	2	0	8	8	0	000000	.00	.77
84	84	85	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
85	85	86	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
86	86	87	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
87	87	88	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15

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

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2		PROPERTY-ID END-I END-J		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
88	88	89	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
89	89	90	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
90	90	91	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
91	91	92	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
92	92	93	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
93	93	94	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
94	94	95	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
95	95	96	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
96	96	97	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
97	97	98	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
103	103	104	2	0	8	8	0	000000	.00	.77
104	104	105	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
105	105	106	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
106	106	107	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
107	107	108	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
108	108	109	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
109	109	110	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
110	110	111	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
111	111	112	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
112	112	113	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
113	113	114	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
114	114	115	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
115	115	116	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
116	116	117	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
117	117	118	2	0	8	8	0	000000	.00	.57
123	123	124	2	0	8	8	0	000000	.00	.39
124	124	125	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
125	125	126	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
126	126	127	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
127	127	128	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
128	128	129	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
129	129	130	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
130	130	131	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
131	131	132	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
132	132	133	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
133	133	134	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
134	134	135	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
135	135	136	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
136	136	137	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
137	137	138	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
143	143	144	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
144	144	145	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
145	145	146	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
146	146	147	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
147	147	148	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
148	148	149	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
149	149	150	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
150	150	151	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
151	151	152	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
152	152	153	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
153	153	154	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15

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

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2		PROPERTY-ID END-I END-J		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
154	154	155	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
155	155	156	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
156	156	157	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
157	157	158	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
163	163	164	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
164	164	165	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
165	165	166	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
166	166	167	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
167	167	168	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
168	168	169	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
169	169	170	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
170	170	171	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
171	171	172	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
172	172	173	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
173	173	174	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
174	174	175	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
175	175	176	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
176	176	177	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
177	177	178	2	0	8	8	0	000000	.00	1.15
221	24	44	1	0	3	3	0	000000	.00	2.33
222	44	64	1	0	3	3	0	000000	.00	2.11
223	64	84	1	0	3	3	0	000000	.00	2.11
224	84	103	1	0	3	3	0	000000	.00	2.06
225	103	123	1	0	3	3	0	000000	.00	2.06
226	123	143	1	0	3	3	0	000000	.00	2.06
227	143	163	1	0	3	3	0	000000	.00	2.02
230	4	24	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
240	5	25	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
250	6	26	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
260	7	27	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
270	8	28	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
280	9	29	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
290	10	30	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
300	11	31	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
310	12	32	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
320	13	33	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
330	14	34	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
340	15	35	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
350	16	36	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
360	17	37	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
370	18	38	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
241	25	44	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
251	26	45	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
261	27	46	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
271	28	47	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
281	29	48	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
291	30	49	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
301	31	50	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
311	32	51	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
321	33	52	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
331	34	53	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03

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

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2		PROPERTY-ID END-I END-J		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
341	35	54	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
351	36	55	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
361	37	56	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
371	38	57	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
381	39	58	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
252	45	65	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
262	46	66	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
272	47	67	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
282	48	68	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
292	49	69	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
302	50	70	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
312	51	71	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
322	52	72	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
332	53	73	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
342	54	74	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
352	55	75	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
362	56	76	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
372	57	77	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
382	58	78	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
253	65	84	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
263	66	85	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
273	67	86	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
283	68	87	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
293	69	88	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
303	70	89	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
313	71	90	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
323	72	91	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
333	73	92	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
343	74	93	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
353	75	94	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
363	76	95	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
373	77	96	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
383	78	97	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
264	85	104	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
274	86	105	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
284	87	106	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
294	88	107	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
304	89	108	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
314	90	109	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
324	91	110	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
334	92	111	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
344	93	112	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
354	94	113	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
364	95	114	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
374	96	115	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
384	97	116	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
394	98	117	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
265	104	124	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
275	105	125	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
285	106	126	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
295	107	127	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03

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

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2		PROPERTY-ID END-I END-J		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
305	108	128	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
315	109	129	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
325	110	130	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
335	111	131	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
345	112	132	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
355	113	133	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
365	114	134	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
375	115	135	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
385	116	136	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
395	117	137	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
266	124	143	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
276	125	144	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
286	126	145	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
296	127	146	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
306	128	147	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
316	129	148	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
326	130	149	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
336	131	150	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
346	132	151	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
356	133	152	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
366	134	153	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
376	135	154	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
386	136	155	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
396	137	156	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
406	138	157	3	0	4	4	0	000000	.00	2.03
277	144	164	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
287	145	165	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
297	146	166	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
307	147	167	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
317	148	168	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
327	149	169	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
337	150	170	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
347	151	171	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
357	152	172	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
367	153	173	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
377	154	174	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
387	155	175	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
397	156	176	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
407	157	177	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
417	158	178	3	0	4	4	0	000000	.00	2.02
420	19	39	1	0	3	3	0	000000	.00	2.03
421	39	59	1	0	3	3	0	000000	.00	2.06
422	59	79	1	0	3	3	0	000000	.00	2.06
423	79	98	1	0	3	3	0	000000	.00	2.06
424	98	118	1	0	3	3	0	000000	.00	2.11
425	118	138	1	0	3	3	0	000000	.00	2.11
426	138	158	1	0	3	3	0	000000	.00	2.33
200	1	22	1	0	1	1	0	000000	.00	2.26
201	22	42	1	0	1	1	0	000000	.00	2.33
202	42	62	1	0	1	1	0	000000	.00	2.11
203	62	82	1	0	1	1	0	000000	.00	2.11

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

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1 N2		PROPERTY-ID END-I END-J		VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
204	82	101	1	0	1	1	0	000000	.00	2.06
205	101	121	1	0	1	1	0	000000	.00	2.06
206	121	141	1	0	1	1	0	000000	.00	2.06
207	141	161	1	0	1	1	0	000000	.00	2.02
210	2	23	1	0	2	2	0	000000	.00	2.26
211	23	43	1	0	2	2	0	000000	.00	2.33
212	43	63	1	0	2	2	0	000000	.00	2.11
213	63	83	1	0	2	2	0	000000	.00	2.11
214	83	102	1	0	2	2	0	000000	.00	2.06
215	102	122	1	0	2	2	0	000000	.00	2.06
216	122	142	1	0	2	2	0	000000	.00	2.06
217	142	162	1	0	2	2	0	000000	.00	2.02
220	3	24	1	0	3	3	0	000000	.00	2.26
427	158	179	1	0	3	3	0	000000	.00	2.26
430	20	40	1	0	2	2	0	000000	.00	2.03
431	40	60	1	0	2	2	0	000000	.00	2.06
432	60	80	1	0	2	2	0	000000	.00	2.06
433	80	99	1	0	2	2	0	000000	.00	2.06
434	99	119	1	0	2	2	0	000000	.00	2.11
435	119	139	1	0	2	2	0	000000	.00	2.11
436	139	159	1	0	2	2	0	000000	.00	2.33
437	159	180	1	0	2	2	0	000000	.00	2.26
440	21	41	1	0	1	1	0	000000	.00	2.03
441	41	61	1	0	1	1	0	000000	.00	2.06
442	61	81	1	0	1	1	0	000000	.00	2.06
443	81	100	1	0	1	1	0	000000	.00	2.06
444	100	120	1	0	1	1	0	000000	.00	2.11
445	120	140	1	0	1	1	0	000000	.00	2.11
446	140	160	1	0	1	1	0	000000	.00	2.33
447	160	181	1	0	1	1	0	000000	.00	2.26

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

ELT ID	LOAD 1	LOAD 2	LOAD 3
1	0	3	0
2	0	3	0
3	0	3	0
22	0	4	0
23	0	4	0
42	0	4	0
43	0	4	0
62	0	4	0
63	0	4	0
82	0	4	0
83	0	4	0
101	0	4	0
102	0	4	0
121	0	4	0
122	0	4	0
141	0	4	0
142	0	4	0
161	0	3	0
162	0	3	0
19	0	3	0
20	0	3	0
39	0	4	0
40	0	4	0
59	0	4	0
60	0	4	0
79	0	4	0
80	0	4	0
98	0	4	0
99	0	4	0
118	0	4	0
119	0	4	0
138	0	4	0
139	0	4	0
158	0	4	0
159	0	4	0
178	0	3	0
179	0	3	0
180	0	3	0
4	0	1	0
5	0	1	0
6	0	1	0
7	0	1	0
8	0	1	0
9	0	1	0
10	0	1	0
11	0	1	0
12	0	1	0
13	0	3	0
14	0	3	0
15	0	3	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 1	LOAD 2	LOAD 3
16	0	3	0
17	0	3	0
18	0	3	0
24	0	4	0
25	0	2	0
26	0	2	0
27	0	2	0
28	0	2	0
29	0	2	0
30	0	2	0
31	0	2	0
32	0	2	0
33	0	2	0
34	0	4	0
35	0	4	0
36	0	4	0
37	0	4	0
38	0	4	0
44	0	4	0
45	0	2	5
46	0	2	5
47	0	2	5
48	0	2	5
49	0	2	5
50	0	2	5
51	0	2	5
52	0	2	5
53	0	2	5
54	0	4	0
55	0	4	0
56	0	4	0
57	0	4	0
58	0	4	0
64	0	4	0
65	0	4	0
66	0	2	5
67	0	2	5
68	0	2	5
69	0	2	5
70	0	2	5
71	0	2	5
72	0	2	5
73	0	2	5
74	0	2	5
75	0	4	0
76	0	4	0
77	0	4	0
78	0	4	0
84	0	4	0
85	0	4	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 1	LOAD 2	LOAD 3
86	0	2	5
87	0	2	5
88	0	2	5
89	0	2	5
90	0	2	5
91	0	2	5
92	0	2	5
93	0	2	5
94	0	2	5
95	0	4	0
96	0	4	0
97	0	4	0
103	0	4	0
104	0	4	0
105	0	4	0
106	0	2	5
107	0	2	5
108	0	2	5
109	0	2	5
110	0	2	5
111	0	2	5
112	0	2	5
113	0	2	5
114	0	2	5
115	0	4	0
116	0	4	0
117	0	4	0
123	0	4	0
124	0	4	0
125	0	4	0
126	0	4	0
127	0	2	5
128	0	2	5
129	0	2	5
130	0	2	5
131	0	2	5
132	0	2	5
133	0	2	5
134	0	2	5
135	0	2	5
136	0	4	0
137	0	4	0
143	0	4	0
144	0	4	0
145	0	4	0
146	0	4	0
147	0	2	0
148	0	2	0
149	0	2	0
150	0	2	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 1	LOAD 2	LOAD 3
151	0	2	0
152	0	2	0
153	0	2	0
154	0	2	0
155	0	2	0
156	0	4	0
157	0	4	0
163	0	3	0
164	0	3	0
165	0	3	0
166	0	3	0
167	0	3	0
168	0	1	0
169	0	1	0
170	0	1	0
171	0	1	0
172	0	1	0
173	0	1	0
174	0	1	0
175	0	1	0
176	0	1	0
177	0	3	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	759045.3983	77373.7916
2	1070037.0248	102269.4467
3	1326952.0234	135259.5909
4	12399431.4000	1263996.9000
5	.0000	.0000
6	.0000	.0000
7	.0000	.0000
8	.0000	.0000
TOTAL	15555465.8465	1578899.7292

S H E L L C O N T R O L D A T A

NUMBER OF ELEMENT MATERIAL TYPES 1
TYPE OF OUTPUT RESULTANTS

LOAD COND	GRAVITATIONAL MULTIPLIERS			TEMPERATURE MULTIPLIERS	PRESSURE MULTIPLIERS
	X	Y	Z		
1	.000	.000	-1.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000

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

MAT ID	MODULUS OF ELASTICITY	POISSONS RATIO	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL	THERMAL EXPANSION
1	.3634E+11	.2000E+00	.2453E+05	.2500E+04	.0000E+00

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
1	1	2	201	202	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
2	2	3	202	203	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
3	3	4	203	204	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
4	4	5	204	205	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
5	5	6	205	206	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
6	6	7	206	207	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
7	7	8	207	208	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
8	8	9	208	209	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
9	9	10	209	210	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
10	10	11	210	211	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
11	11	12	211	212	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
12	12	13	212	213	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
13	13	14	213	214	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
14	14	15	214	215	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
15	15	16	215	216	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
16	16	17	216	217	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
17	17	18	217	218	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
18	18	19	218	219	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
19	19	20	219	220	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
20	20	21	220	221	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
21	201	202	222	223	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
22	202	203	223	224	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
23	203	204	224	225	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
24	204	205	225	226	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
25	205	206	226	227	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
26	206	207	227	228	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
27	207	208	228	229	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
28	208	209	229	230	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
29	209	210	230	231	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
30	210	211	231	232	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
31	211	212	232	233	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
32	212	213	233	234	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
33	213	214	234	235	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
34	214	215	235	236	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
35	215	216	236	237	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
36	216	217	237	238	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
37	217	218	238	239	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
38	218	219	239	240	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
39	219	220	240	241	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
40	220	221	241	242	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
41	222	223	243	244	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
42	223	224	244	245	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
43	224	225	245	246	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
44	225	226	246	247	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
45	226	227	247	248	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
46	227	228	248	249	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
47	228	229	249	250	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
48	229	230	250	251	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
49	230	231	251	252	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
50	231	232	252	253	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
51	232	233	253	254	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
52	233	234	254	255	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
53	234	235	255	256	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
54	235	236	256	257	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
55	236	237	257	258	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
56	237	238	258	259	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
57	238	239	259	260	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
58	239	240	260	261	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
59	240	241	261	262	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
60	241	242	262	263	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
61	243	244	264	265	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
62	244	245	265	266	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
63	245	246	266	267	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
64	246	247	267	268	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
65	247	248	268	269	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
66	248	249	269	270	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
67	249	250	270	271	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
68	250	251	271	272	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
69	251	252	272	273	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
70	252	253	273	274	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
71	253	254	274	275	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
72	254	255	275	276	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
73	255	256	276	277	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
74	256	257	277	278	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
75	257	258	278	279	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
76	258	259	279	280	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
77	259	260	280	281	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
78	260	261	281	282	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
79	261	262	282	283	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
80	262	263	283	284	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
81	264	265	285	286	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
82	265	266	286	287	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
83	266	267	287	288	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
84	267	268	288	289	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
85	268	269	289	290	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
86	269	270	290	291	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
87	270	271	291	292	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
88	271	272	292	293	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
89	272	273	293	294	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
90	273	274	294	295	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
91	274	275	295	296	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
92	275	276	296	297	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
93	276	277	297	298	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
94	277	278	298	299	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
95	278	279	299	300	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
96	279	280	300	301	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
97	280	281	301	302	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
98	281	282	302	303	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
99	282	283	303	304	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
100	283	284	304	305	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
101	285	286	306	307	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
102	286	287	307	308	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
103	287	288	308	309	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
104	288	289	309	310	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
105	289	290	310	311	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
106	290	291	311	312	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
107	291	292	312	313	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
108	292	293	313	314	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
109	293	294	314	315	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
110	294	295	315	316	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
111	295	296	316	317	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
112	296	297	317	318	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
113	297	298	318	319	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
114	298	299	319	320	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
115	299	300	320	321	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
116	300	301	321	322	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
117	301	302	322	323	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
118	302	303	323	324	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
119	303	304	324	325	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
120	304	305	325	326	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
121	161	162	401	402	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
122	162	163	402	403	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
123	163	164	403	404	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
124	164	165	404	405	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
125	165	166	405	406	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
126	166	167	406	407	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
127	167	168	407	408	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
128	168	169	408	409	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
129	169	170	409	410	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
130	170	171	410	411	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
131	171	172	411	412	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
132	172	173	412	413	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
133	173	174	413	414	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
134	174	175	414	415	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
135	175	176	415	416	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
136	176	177	416	417	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
137	177	178	417	418	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
138	178	179	418	419	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
139	179	180	419	420	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
140	180	181	420	421	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
141	401	402	422	423	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
142	402	403	423	424	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
143	403	404	424	425	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
144	404	405	425	426	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
145	405	406	426	427	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
146	406	407	427	428	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
147	407	408	428	429	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
148	408	409	429	430	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
149	409	410	430	431	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
150	410	411	431	432	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
151	411	412	432	433	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
152	412	413	433	434	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
153	413	414	434	435	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
154	414	415	435	436	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
155	415	416	436	437	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
156	416	417	437	438	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
157	417	418	438	439	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
158	418	419	439	440	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
159	419	420	440	441	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
160	420	421	441	442	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
161	422	423	443	444	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
162	423	424	444	445	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
163	424	425	445	446	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
164	425	426	446	447	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
165	426	427	447	448	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
166	427	428	448	449	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
167	428	429	449	450	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
168	429	430	450	451	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
169	430	431	451	452	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
170	431	432	452	453	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
171	432	433	453	454	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
172	433	434	454	455	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
173	434	435	455	456	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
174	435	436	456	457	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
175	436	437	457	458	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
176	437	438	458	459	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
177	438	439	459	460	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
178	439	440	460	461	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
179	440	441	461	462	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
180	441	442	462	463	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
181	443	444	464	465	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
182	444	445	465	466	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
183	445	446	466	467	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
184	446	447	467	468	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
185	447	448	468	469	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
186	448	449	469	470	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
187	449	450	470	471	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
188	450	451	471	472	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
189	451	452	472	473	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
190	452	453	473	474	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
191	453	454	474	475	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
192	454	455	475	476	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
193	455	456	476	477	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
194	456	457	477	478	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
195	457	458	478	479	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
196	458	459	479	480	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
197	459	460	480	481	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
198	460	461	481	482	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
199	461	462	482	483	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
200	462	463	483	484	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
201	464	465	485	486	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
202	465	466	486	487	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
203	466	467	487	488	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
204	467	468	488	489	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
205	468	469	489	490	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
206	469	470	490	491	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
207	470	471	491	492	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
208	471	472	492	493	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
209	472	473	493	494	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
210	473	474	494	495	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
211	474	475	495	496	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
212	475	476	496	497	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
213	476	477	497	498	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
214	477	478	498	499	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
215	478	479	499	500	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
216	479	480	500	501	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
217	480	481	501	502	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
218	481	482	502	503	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
219	482	483	503	504	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
220	483	484	504	505	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
221	485	486	506	507	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
222	486	487	507	508	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
223	487	488	508	509	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
224	488	489	509	510	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
225	489	490	510	511	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
226	490	491	511	512	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
227	491	492	512	513	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
228	492	493	513	514	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
229	493	494	514	515	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
230	494	495	515	516	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
231	495	496	516	517	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
232	496	497	517	518	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
233	497	498	518	519	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
234	498	499	519	520	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
235	499	500	520	521	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
236	500	501	521	522	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
237	501	502	522	523	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
238	502	503	523	524	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
239	503	504	524	525	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
240	504	505	525	526	0	1	.1000E+01	.1000E+01	.00	1
241	306	307	601	602	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
242	307	308	602	603	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
243	308	309	603	604	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
244	309	310	604	605	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
245	310	311	605	606	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
246	311	312	606	607	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
247	312	313	607	608	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
248	313	314	608	609	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
249	314	315	609	610	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
250	315	316	610	611	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
251	316	317	611	612	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
252	317	318	612	613	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
253	318	319	613	614	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
254	319	320	614	615	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
255	320	321	615	616	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
256	321	322	616	617	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
257	322	323	617	618	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
258	323	324	618	619	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
259	324	325	619	620	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
260	325	326	620	621	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
261	601	602	622	623	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
262	602	603	623	624	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
263	603	604	624	625	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
264	604	605	625	626	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
265	605	606	626	627	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
266	606	607	627	628	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
267	607	608	628	629	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
268	608	609	629	630	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
269	609	610	630	631	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
270	610	611	631	632	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
271	611	612	632	633	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
272	612	613	633	634	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
273	613	614	634	635	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
274	614	615	635	636	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
275	615	616	636	637	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
276	616	617	637	638	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
277	617	618	638	639	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
278	618	619	639	640	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
279	619	620	640	641	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
280	620	621	641	642	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
281	622	623	643	644	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
282	623	624	644	645	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
283	624	625	645	646	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
284	625	626	646	647	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
285	626	627	647	648	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
286	627	628	648	649	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
287	628	629	649	650	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
288	629	630	650	651	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
289	630	631	651	652	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
290	631	632	652	653	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
291	632	633	653	654	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
292	633	634	654	655	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
293	634	635	655	656	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
294	635	636	656	657	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
295	636	637	657	658	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
296	637	638	658	659	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
297	638	639	659	660	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
298	639	640	660	661	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
299	640	641	661	662	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
300	641	642	662	663	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
301	643	644	664	665	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
302	644	645	665	666	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
303	645	646	666	667	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
304	646	647	667	668	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
305	647	648	668	669	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
306	648	649	669	670	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
307	649	650	670	671	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
308	650	651	671	672	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
309	651	652	672	673	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
310	652	653	673	674	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
311	653	654	674	675	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
312	654	655	675	676	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
313	655	656	676	677	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
314	656	657	677	678	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
315	657	658	678	679	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
316	658	659	679	680	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
317	659	660	680	681	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
318	660	661	681	682	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
319	661	662	682	683	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
320	662	663	683	684	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
321	664	665	685	686	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
322	665	666	686	687	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
323	666	667	687	688	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
324	667	668	688	689	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
325	668	669	689	690	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
326	669	670	690	691	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
327	670	671	691	692	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
328	671	672	692	693	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
329	672	673	693	694	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
330	673	674	694	695	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
331	674	675	695	696	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
332	675	676	696	697	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
333	676	677	697	698	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
334	677	678	698	699	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
335	678	679	699	700	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
336	679	680	700	701	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
337	680	681	701	702	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
338	681	682	702	703	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
339	682	683	703	704	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
340	683	684	704	705	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
341	685	686	706	707	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
342	686	687	707	708	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
343	687	688	708	709	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
344	688	689	709	710	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
345	689	690	710	711	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
346	690	691	711	712	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
347	691	692	712	713	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
348	692	693	713	714	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
349	693	694	714	715	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
350	694	695	715	716	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
351	695	696	716	717	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
352	696	697	717	718	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
353	697	698	718	719	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
354	698	699	719	720	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
355	699	700	720	721	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
356	700	701	721	722	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
357	701	702	722	723	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2

S H E L L E L E M E N T D A T A

ELT ID	JOINT I	JOINT J	JOINT K	JOINT L	ELT TYPE	MAT ID	MEMBRANE THICKNESS	BENDING THICKNESS	REF TEMP	LOC AXIS
358	702	703	723	724	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
359	703	704	724	725	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
360	704	705	725	726	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
361	706	707	727	728	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
362	707	708	728	729	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
363	708	709	729	730	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
364	709	710	730	731	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
365	710	711	731	732	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
366	711	712	732	733	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
367	712	713	733	734	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
368	713	714	734	735	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
369	714	715	735	736	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
370	715	716	736	737	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
371	716	717	737	738	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
372	717	718	738	739	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
373	718	719	739	740	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
374	719	720	740	741	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
375	720	721	741	742	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
376	721	722	742	743	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
377	722	723	743	744	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
378	723	724	744	745	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
379	724	725	745	746	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
380	725	726	746	747	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
401	727	728	506	507	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
402	728	729	507	508	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
403	729	730	508	509	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
404	730	731	509	510	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
405	731	732	510	511	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
406	732	733	511	512	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
407	733	734	512	513	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
408	734	735	513	514	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
409	735	736	514	515	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
410	736	737	515	516	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
411	737	738	516	517	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
412	738	739	517	518	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
413	739	740	518	519	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
414	740	741	519	520	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
415	741	742	520	521	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
416	742	743	521	522	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
417	743	744	522	523	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
418	744	745	523	524	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
419	745	746	524	525	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2
420	746	747	525	526	0	1	.1250E+01	.1250E+01	.00	2

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

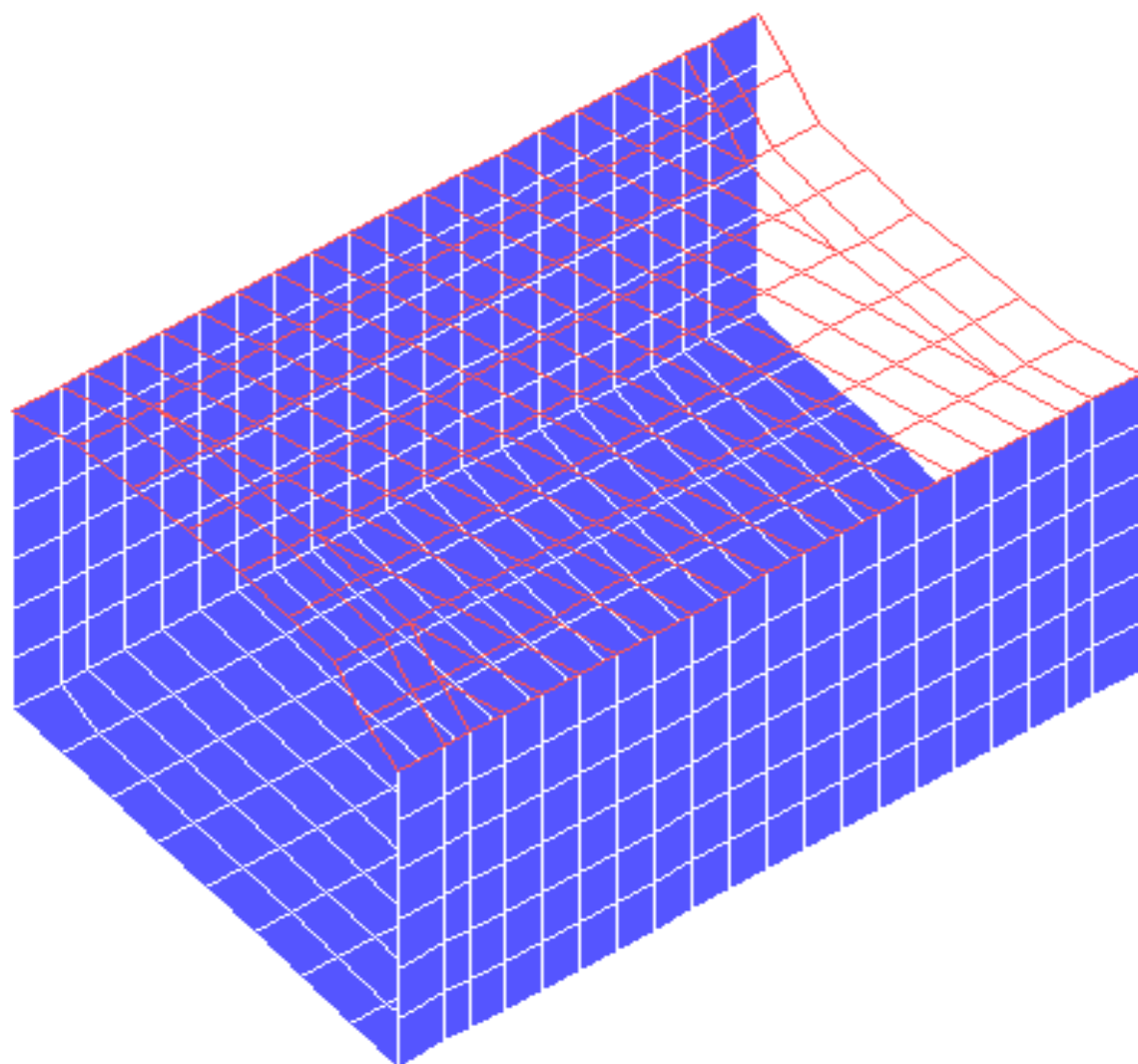
PROP	WEIGHT	MASS
1	20875839.4125	2128016.2500
TOTAL	20875839.4125	2128016.2500

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)	84	98	1	1
5	(FRAME ELEM)	90	91	1	1
5	(FRAME ELEM)	323	324	1	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	05PI01.SAP
SOLUTION ERRORS AND WARNINGS	05PI01.ERR
EQUATION NUMBERING	05PI01.EQN
FREQUENCIES	05PI01.EIG
DISPLACEMENTS AND REACTIONS	05PI01.SOL
ELEMENT FORCES	05PI01.FEF
FRAME ELEMENT FORCES	05PI01.F3F
SHELL ELEMENT FORCES	05PI01.F4F



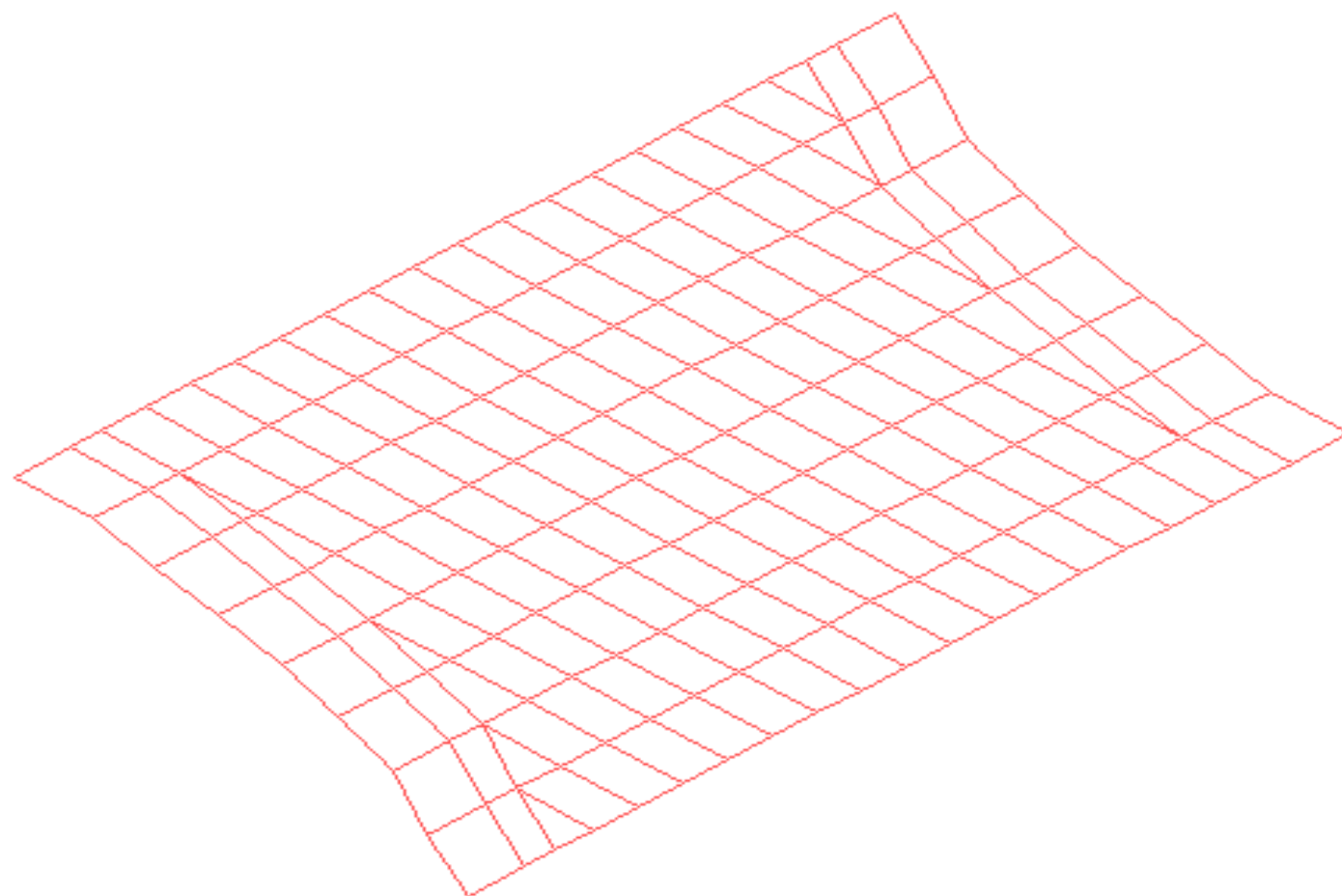
05PI01

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

HIDDEN LINES

SAP90



05PI01

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

HIDDEN LINES

SAP90



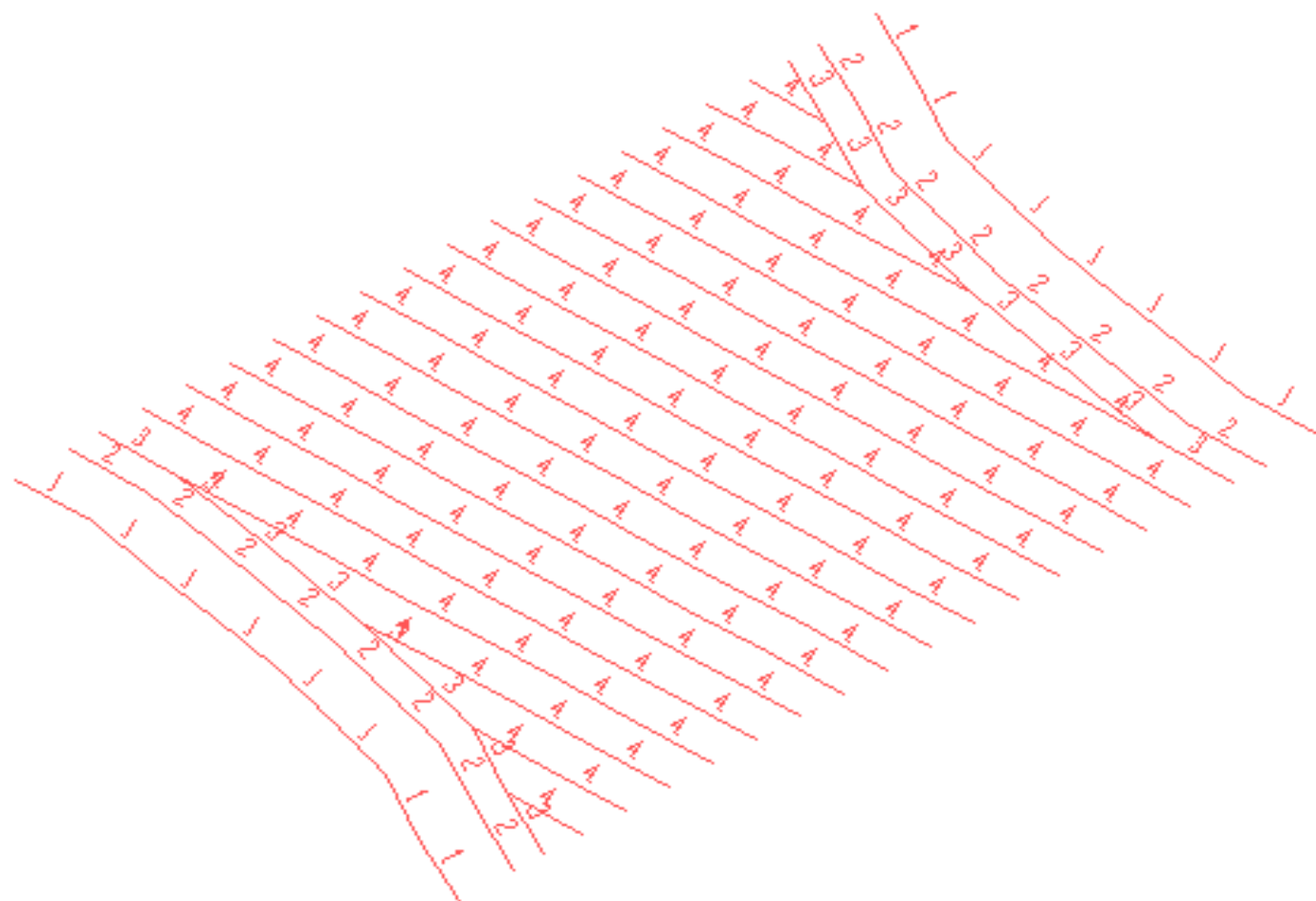
05PI01

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90



05PI01

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

PROPERTY IDS
WIRE FRAME

SAP90

161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180
 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159
 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139
 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119
 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99
 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80
 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



05PI01
 UNDEFORMED
 SHAPE

OPTIONS
 ELEMENT IDS
 WIRE FRAME

SAP90

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

ELT ID	LOAD COND	DIST ENDI	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
			SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
90 -----								
	1	.00			-4957.21			471.28
		.00	-1672.12	-128359.83	42838.34	-24655.37		
		1.15	-1672.12	-130282.77	42838.34	24608.73		
		1.15			-4957.21			471.28
	2	.00			19599.05			-2804.42
		.00	-62950.32	-581463.60	34317.30	-19566.18		
		.59	.25	-599898.22	34317.30	533.12		
		1.15	60652.83	-582784.66	34317.30	19898.71		
		1.15			19599.05			-2804.42
	3	.00			9868.85			-996.00
		.00	-31170.75	-288856.78	10431.98	-5933.49		
		.58	.12	-297940.70	10431.98	146.79		
		1.15	30331.25	-289339.50	10431.98	6063.28		
		1.15			9868.85			-996.00
91 -----								
	1	.00			-4927.12			472.15
		.00	1661.84	-130319.82	42871.41	-24686.29		
		1.15	1661.84	-128408.70	42871.41	24615.83		
		1.15			-4927.12			472.15
	2	.00			19416.71			-2738.23
		.00	-23629.91	-589632.28	33637.00	-18093.34		
		.22	.25	-592229.82	33637.00	-10698.10		
		1.15	99973.24	-545734.86	33637.00	20589.21		
		1.15			19416.71			-2738.23
	3	.00			9780.39			-989.83
		.00	-10887.00	-292971.40	10241.82	-5547.48		
		.20	.12	-294079.54	10241.82	-3462.51		
		1.15	50615.00	-270127.80	10241.82	6230.61		
		1.15			9780.39			-989.83
323 -----								
	1	.00			-124742.41			-3429.34
		.00	104900.91	809245.98	24319.89	-24616.86		
		2.02	-1990.74	913442.53	24319.89	24630.91		
		2.02			-124742.41			-3429.34
	2	.00			-98386.38			17545.22
		.00	45738.93	659394.91	18926.24	-19411.88		
		2.02	45738.93	752016.25	18926.24	18913.75		
		2.02			-98386.38			17545.22
	3	.00			-38889.75			5413.86
		.00	22264.28	287811.92	5795.51	-5964.98		
		2.02	22264.28	332897.08	5795.51	5770.93		

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

ELT	LOAD	DIST	1-2 PLANE		AXIAL	1-3 PLANE		AXIAL
ID	COND	ENDI	SHEAR	MOMENT	FORCE	SHEAR	MOMENT	TORQ
		2.02			-38889.75			5413.86
324								
	1	.00			-124709.34			-3392.30
		.00	1343.23	913441.66	24349.97	-24664.11		
		2.03	-105548.42	807933.89	24349.97	24644.59		
		2.03			-124709.34			-3392.30
	2	.00			-99066.69			24392.85
		.00	-38543.80	751950.06	18743.90	-19078.30		
		2.03	-38543.80	673898.86	18743.90	18878.10		
		2.03			-99066.69			24392.85
	3	.00			-39079.91			9045.77
		.00	-18953.97	332890.91	5707.05	-5839.83		
		2.03	-18953.97	294509.13	5707.05	5716.96		
		2.03			-39079.91			9045.77

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(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
84	.000001	.000055	-.003313	-.000045	.000072	-.000002
85	.000001	.000053	-.003393	-.000021	.000067	-.000002
86	.000001	.000050	-.003466	-.000014	.000059	-.000002
87	.000000	.000047	-.003529	-.000009	.000049	-.000002
88	.000000	.000045	-.003578	-.000006	.000037	-.000002
89	.000000	.000042	-.003614	-.000003	.000025	-.000002
90	.000000	.000039	-.003636	-.000001	.000012	-.000002
91	.000000	.000037	-.003643	.000001	-.000000	-.000002
92	.000000	.000034	-.003635	.000002	-.000013	-.000002
93	.000000	.000031	-.003613	.000004	-.000025	-.000002
94	-.000000	.000029	-.003577	.000007	-.000037	-.000002
95	-.000000	.000026	-.003527	.000010	-.000049	-.000002
96	-.000000	.000023	-.003465	.000015	-.000059	-.000002
97	-.000001	.000021	-.003391	.000022	-.000067	-.000002
98	-.000001	.000018	-.003311	.000046	-.000072	-.000002

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

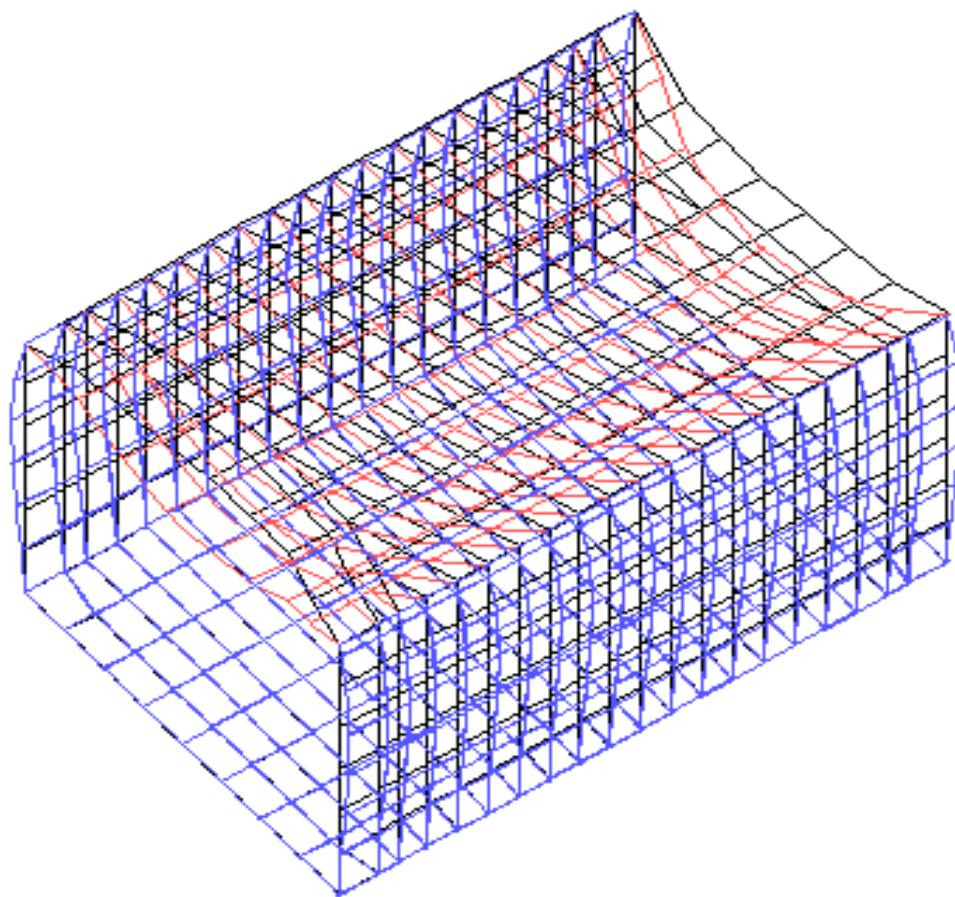
LOAD CONDITION 2 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
84	-.000001	.000064	-.001838	.000019	.000221	-.000001
85	-.000001	.000063	-.002091	.000033	.000217	-.000001
86	-.000001	.000061	-.002335	.000035	.000203	-.000001
87	-.000001	.000060	-.002552	.000032	.000173	-.000001
88	-.000001	.000058	-.002728	.000025	.000131	-.000002
89	-.000000	.000056	-.002851	.000016	.000080	-.000002
90	-.000000	.000054	-.002911	.000006	.000024	-.000002
91	.000000	.000052	-.002906	-.000005	-.000034	-.000002
92	.000000	.000049	-.002834	-.000015	-.000090	-.000002
93	.000000	.000048	-.002700	-.000024	-.000142	-.000002
94	.000001	.000046	-.002511	-.000031	-.000185	-.000001
95	.000001	.000044	-.002279	-.000035	-.000216	-.000001
96	.000001	.000043	-.002020	-.000034	-.000232	-.000001
97	.000001	.000041	-.001749	-.000030	-.000237	-.000001
98	.000001	.000040	-.001477	-.000018	-.000235	-.000001

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(Y)	U(Z)	R(X)	R(Y)	R(Z)
84	-.4351E-06	.2511E-04	-.6917E-03	.7967E-05	.1082E-03	-.2924E-06
85	-.4302E-06	.2469E-04	-.8160E-03	.1320E-04	.1069E-03	-.3839E-06
86	-.3975E-06	.2420E-04	-.9360E-03	.1368E-04	.1002E-03	-.4034E-06
87	-.000000	.000024	-.001044	.000012	.000086	-.000000
88	-.000000	.000023	-.001131	.000009	.000065	-.000000
89	-.000000	.000023	-.001192	.000006	.000040	-.000000
90	.000000	.000022	-.001222	.000002	.000012	-.000000
91	.000000	.000021	-.001219	-.000002	-.000017	-.000000
92	.000000	.000021	-.001184	-.000005	-.000045	-.000000
93	.000000	.000020	-.001117	-.000009	-.000070	-.000000
94	.000000	.000020	-.001024	-.000012	-.000091	-.000000
95	.5122E-06	.1935E-04	-.9090E-03	-.1348E-04	-.1064E-03	-.3630E-06
96	.5686E-06	.1892E-04	-.7816E-03	-.1337E-04	-.1136E-03	-.3324E-06
97	.6011E-06	.1853E-04	-.6493E-03	-.1221E-04	-.1152E-03	-.3022E-06
98	.6101E-06	.1820E-04	-.5173E-03	-.8389E-05	-.1136E-03	-.2230E-06



05PI01

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X $- .1953\text{E}-04$

Y $- .6426\text{E}-03$

Z $- .3642\text{E}-02$

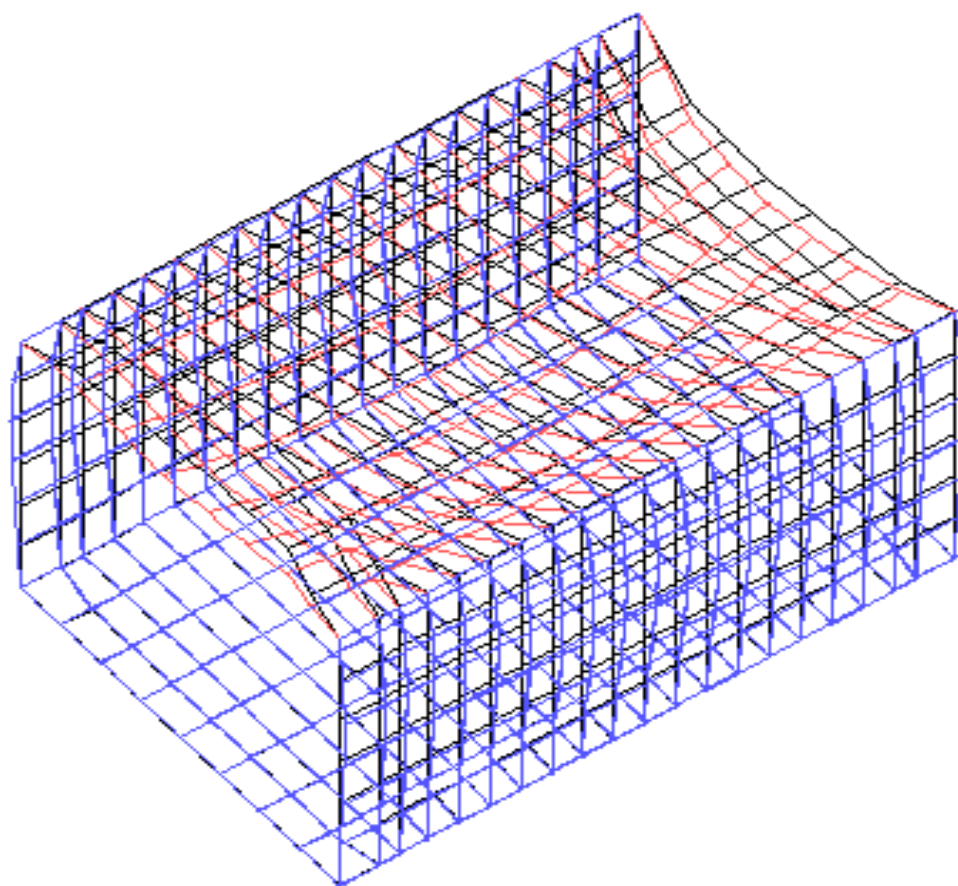
MAXIMA

X $.1960\text{E}-04$

Y $.6510\text{E}-03$

Z $.2695\text{E}-04$

SAP90



05PI01

DEFORMED
SHAPE

LOAD 2

MINIMA

X $- .1227E-04$

Y $- .4524E-03$

Z $- .2910E-02$

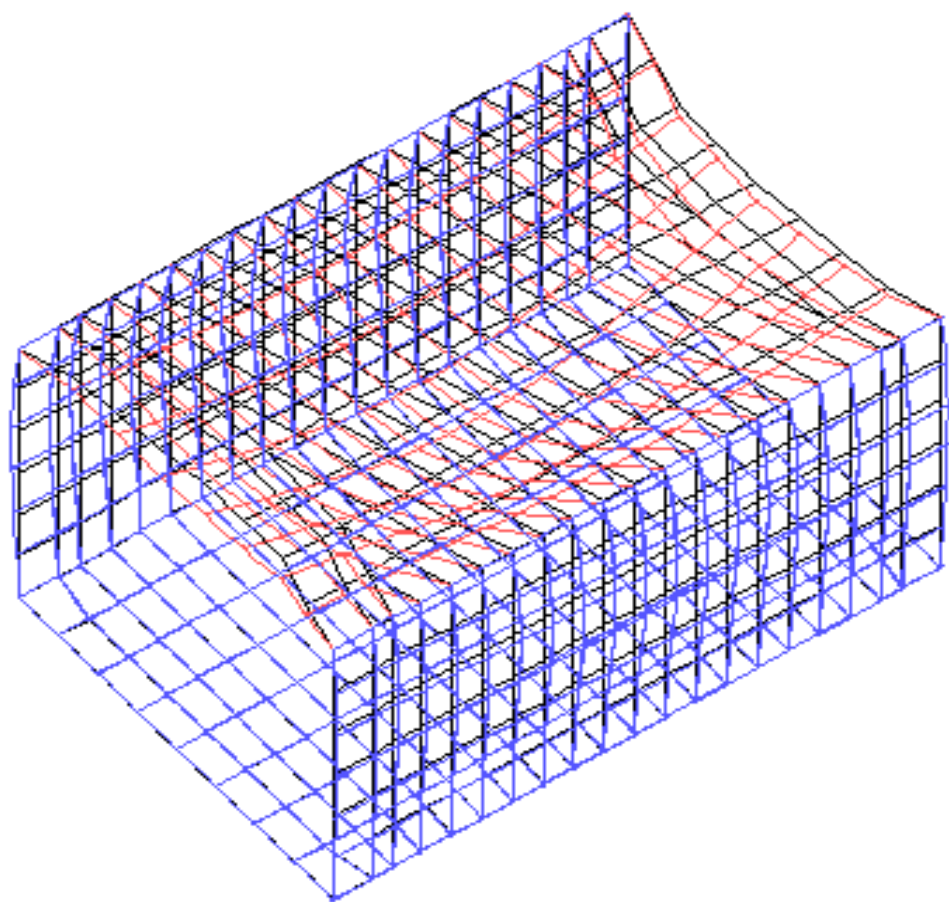
MAXIMA

X $.1022E-04$

Y $.4699E-03$

Z $.2183E-04$

SAP90



05PI01

DEFORMED
SHAPE

LOAD 3

MINIMA

X $- .3186E-05$

Y $- .1785E-03$

Z $- .1221E-02$

MAXIMA

X $.2765E-05$

Y $.1852E-03$

Z $.8571E-05$

SAP90

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
PROGRAM:SAP90/FILE:05PI01.EIG
05PI01. LAV MADRID-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA. BASE MADRID-SUR. UD: N

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

NUMBER OF EQUATIONS	=	2965
NUMBER OF MASSES	=	1225
NUMBER OF VALUES TO BE EVALUATED	=	5
SIZE OF SUBSPACE	=	5

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

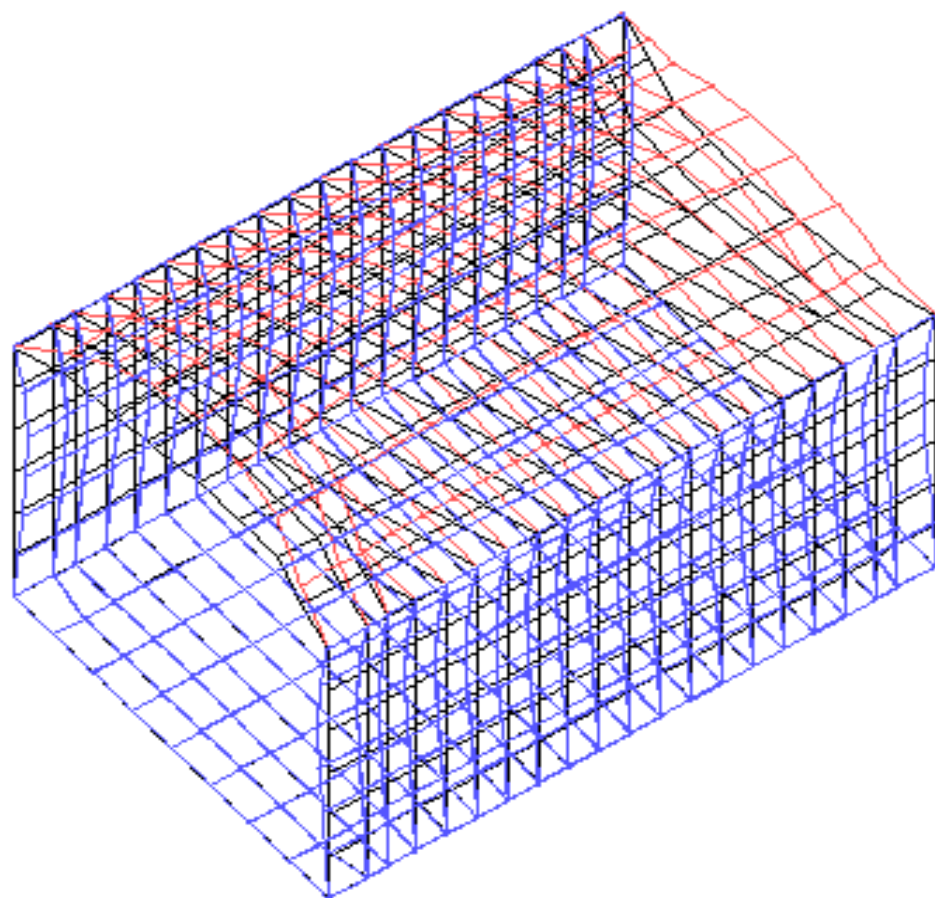
MODE NUMBER	EIGENVALUE (RAD/SEC)**2	CIRCULAR FREQ (RAD/SEC)	FREQUENCY (CYCLES/SEC)	PERIOD (SEC)
1	.362422E+04	.602015E+02	9.581369	.104369
2	.485469E+04	.696756E+02	11.089223	.090178
3	.112477E+05	.106055E+03	16.879180	.059245
4	.156001E+05	.124900E+03	19.878490	.050306
5	.298217E+05	.172690E+03	27.484417	.036384

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	.104	-.483E-01	-.524E+01	.110E+04	.886E+04	-.114E+05	-.192E+03
2	.090	-.969E+01	.549E+01	-.387E+01	.257E+03	-.651E+04	.114E+03
3	.059	.241E+00	-.215E+01	.930E+02	.750E+03	-.947E+03	-.279E+03
4	.050	-.279E+02	.146E+04	.625E+01	.124E+04	-.307E+02	.154E+05
5	.036	-.111E+01	-.192E+03	-.594E+01	.333E+04	-.457E+03	-.198E+04

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	.001	46.007	.000	.001	46.007
2	.004	.001	.001	.004	.002	46.008
3	.000	.000	.331	.004	.002	46.339
4	.030	81.930	.001	.034	81.932	46.340
5	.000	1.418	.001	.034	83.350	46.342



05PI01

MODE

SHAPE

MODE 1

MINIMA

X $- .4168E-05$

Y $- .2182E-03$

Z $- .1214E-04$

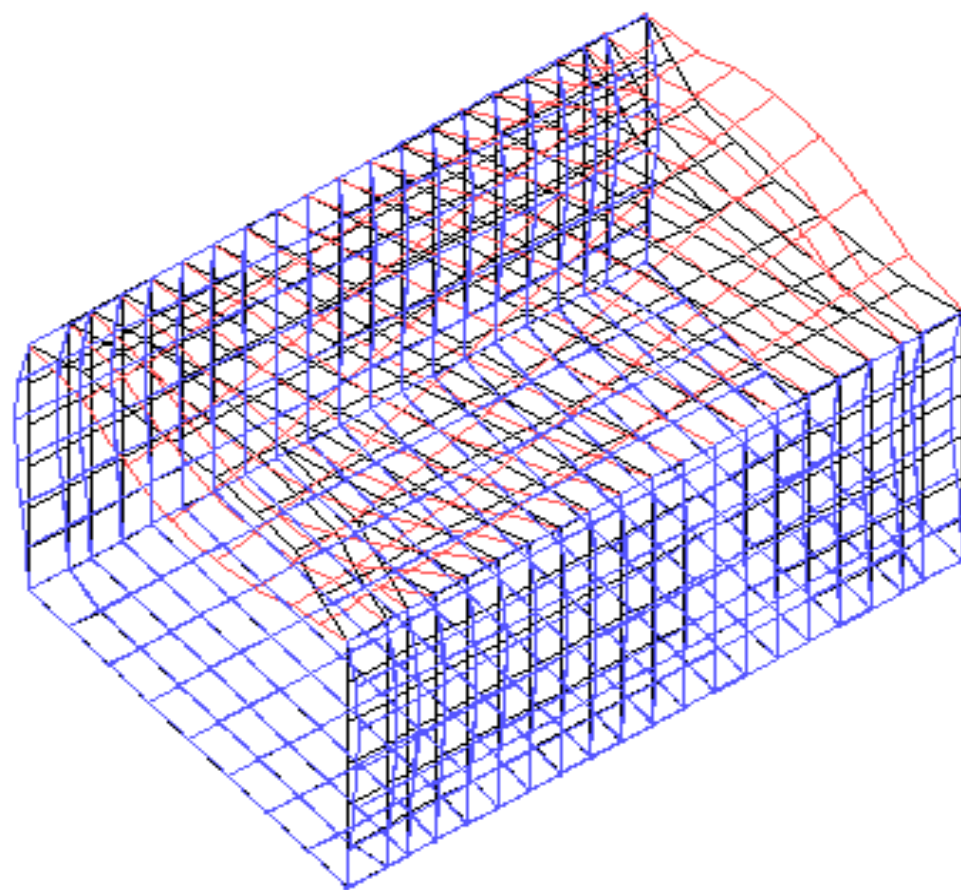
MAXIMA

X $.4095E-05$

Y $.2153E-03$

Z $.1263E-02$

SAP90



05PI01

MODE
SHAPE
MODE 2

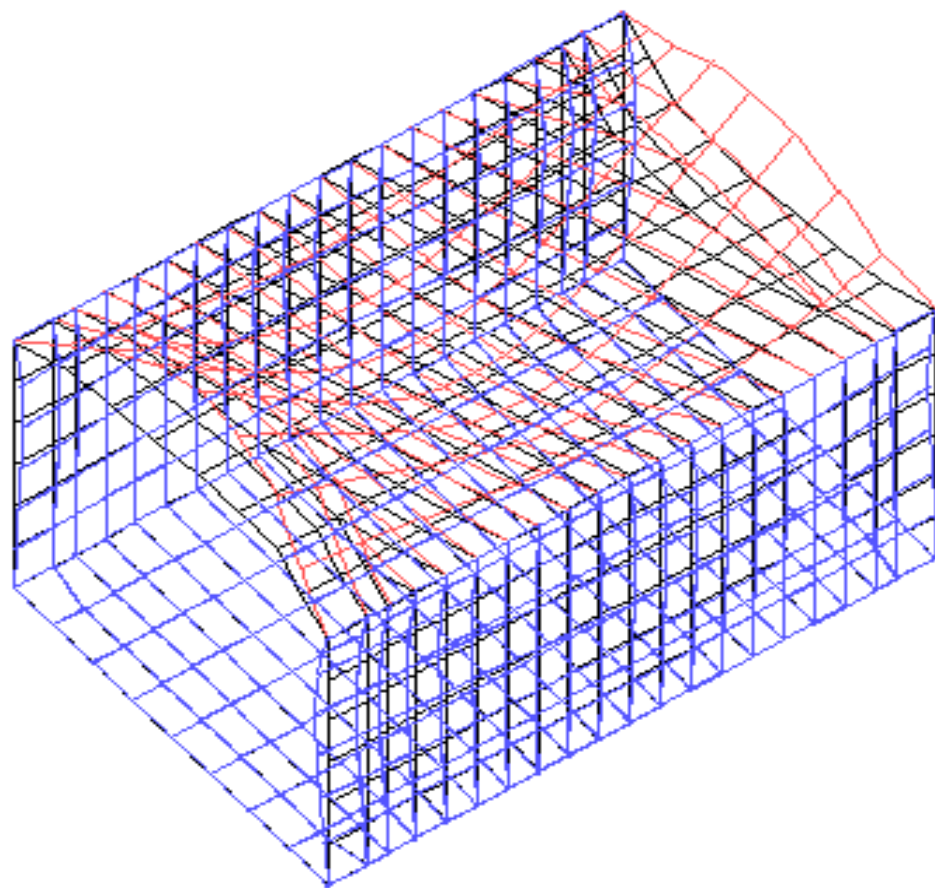
MINIMA

X $-.9036E-05$
Y $-.3045E-03$
Z $-.1886E-02$

MAXIMA

X $.2540E-05$
Y $.3250E-03$
Z $.1886E-02$

SAP90



05PI01

MODE

SHAPE

MODE 3

MINIMA

X $-1.180E-04$

Y $-4.092E-03$

Z $-1.385E-02$

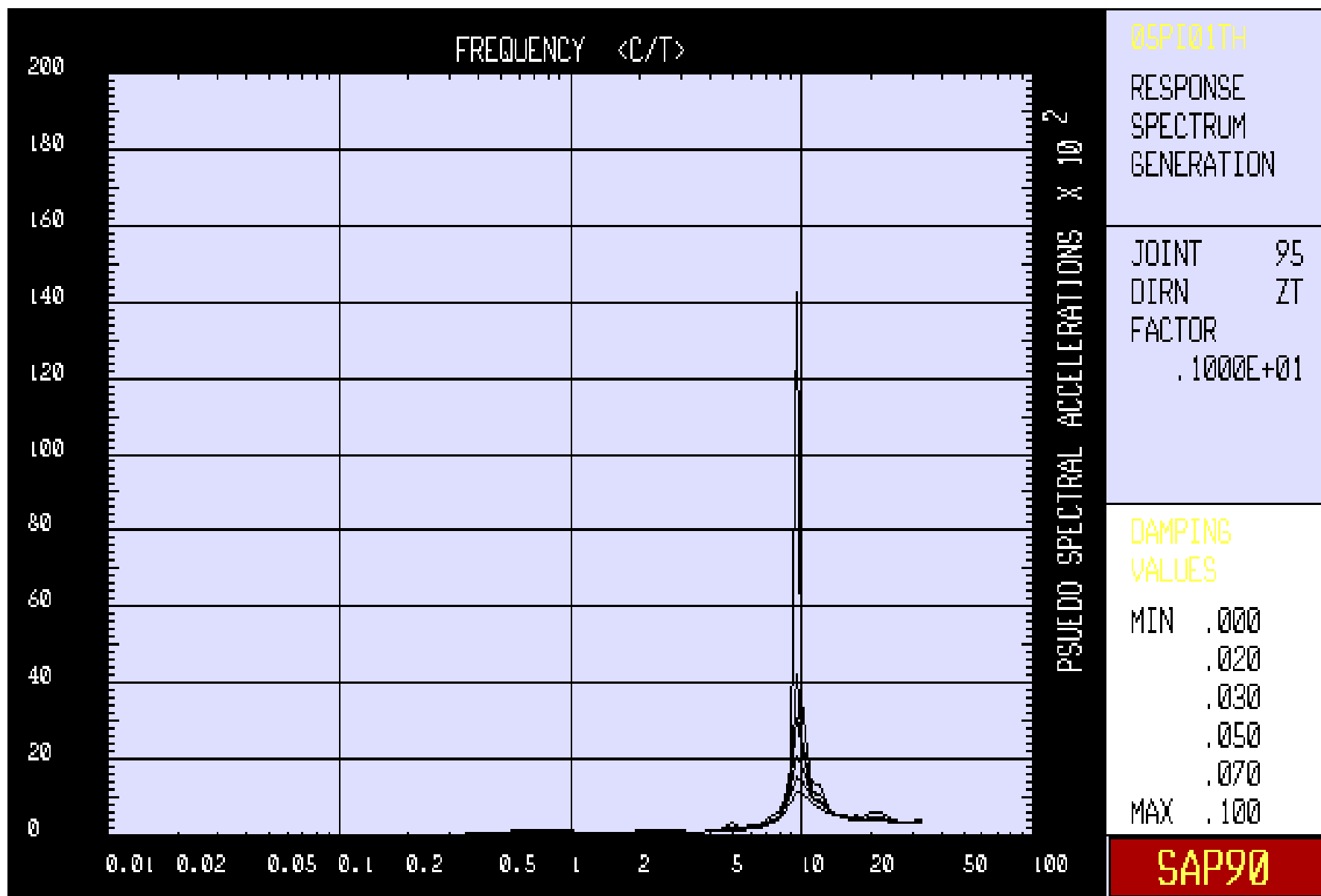
MAXIMA

X $1.202E-04$

Y $3.945E-03$

Z $2.471E-02$

SAP90



8.2. ANEJO N° 2: ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

ANÁLISIS DEL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA

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 en apartado 3 del presente Proyecto.

Tomando como base la mencionada documentación se ha realizado una evaluación estructural de la estructura 05PI01, de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base Madrid Sur.

- **Datos Generales de la estructura**

05PI01		
Luz entre caras interiores de hastiales	15,00	m
Ancho máximo del Dintel	26,20	m
Canto del dintel	1,25	m
Canto de losa inferior	1,25	m
Espesor de hastiales	1,00	m
Resistencia hormigón	40	N/mm ²

- **Cargas consideradas en proyecto**

Cargas permanentes	Peso Propio	25,00	kN / m ³
	Balasto	8,48	kN / m ²
	Traviesas y Carriles	4,66	kN / m ²
	Hormigón de forma	2,40	kN / m ²
	Aceras	3,75	kN / m ²
	Barandillas	2,00	kN / m
Sobrecargas	Sobrecarga Uniforme	54,5	kN / m ²

Para la obtención del valor de la sobrecarga uniforme en superficie se ha supuesto la acción de dos trenes tipo SW2 (carga lineal de 75 kN/m) sobre los carriles exteriores de las vías, repartiendo la carga a 45 ° hasta la cota del plano medio del dintel. Así mismo se ha considerado un coeficiente de impacto de 1,15.

- **Momentos Flectores Máximos**

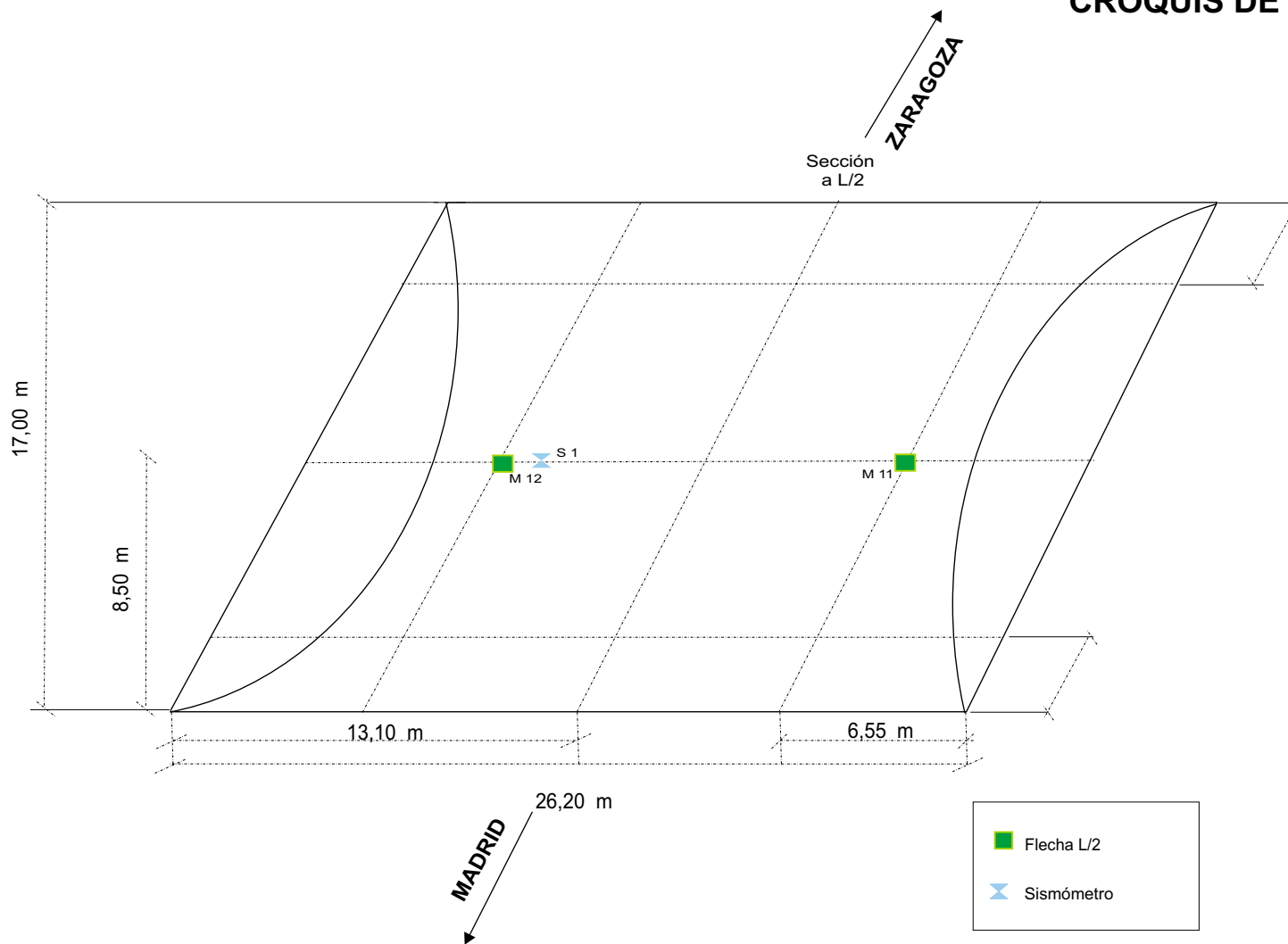
Se ha comparado el momento flector de cálculo en la sección central del dintel y en la sección de empotramiento dintel-hastial, habiéndose comprobado que la capacidad resistente de la solución estructural adoptada es superior a los valores de cálculo, obtenidos a partir de las características geométricas de la estructura y mediante la aplicación de los valores de carga y coeficientes de mayoración recogidos en la Normativa vigente.

Los cálculos realizados por IIC, S.A. para realizar la comprobación indicada se han realizado mediante un modelo tridimensional, incluido en el Anejo nº 1: Cálculos Justificativos, en el que se calculan las solicitaciones debidas a las cargas permanentes (combinación L=1) y a las sobrecargas (combinación L=2).

Dado que las diferencias son pequeñas, se consideran correctos los valores de los esfuerzos del Proyecto.

8.3. ANEJO Nº 3: CROQUIS Y PLANOS

CROQUIS DE INSTRUMENTACION



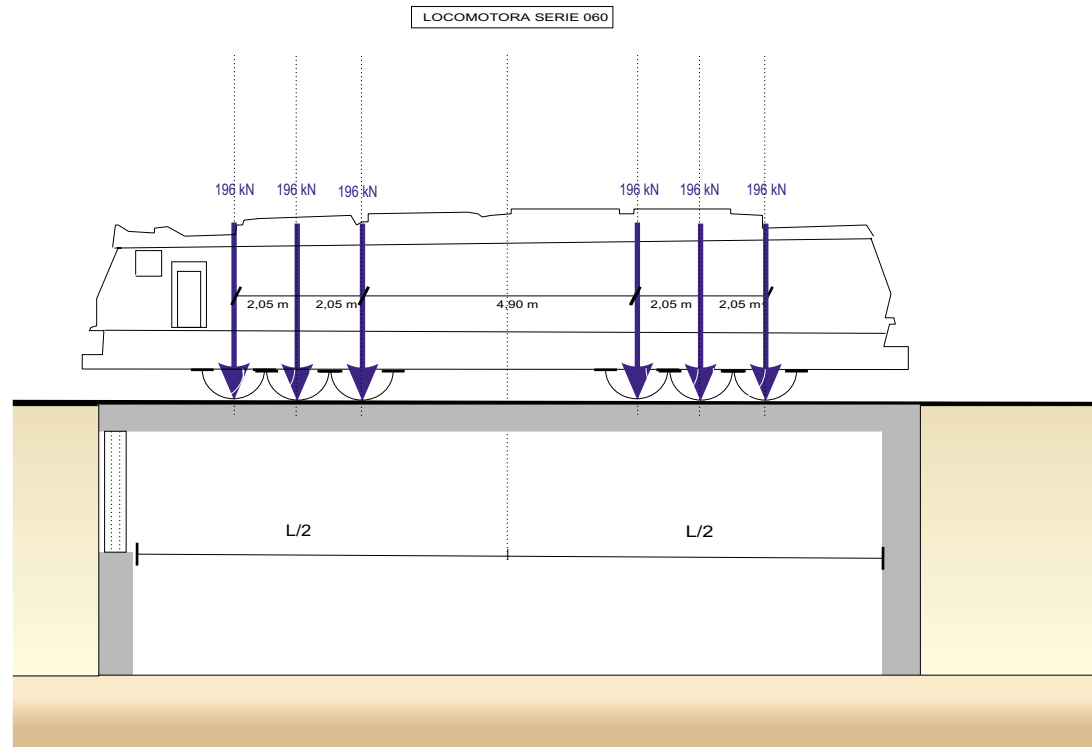
CROQUIS DE POSICIONAMIENTO

LOCOMOTORA SERIE 060



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Peso de la locomotora	1180 kN
Peso por eje	196 kN
Longitud entre topes	17.000 mm
Empate entre pivotes de bogies	9.000 mm
Distancia entre ejes extremos de bogie	4.100 mm



MADRID
←

ZARAGOZA
→

8.4. ANEJO N° 4: REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE LA INSPECCIÓN PREVIA



Foto 1: Alzado derecho



Foto 2: Alzado izquierdo



Foto 3: Vista superior desde entrada



Foto 4: Vista superior desde salida



Foto 5: Estribo de entrada



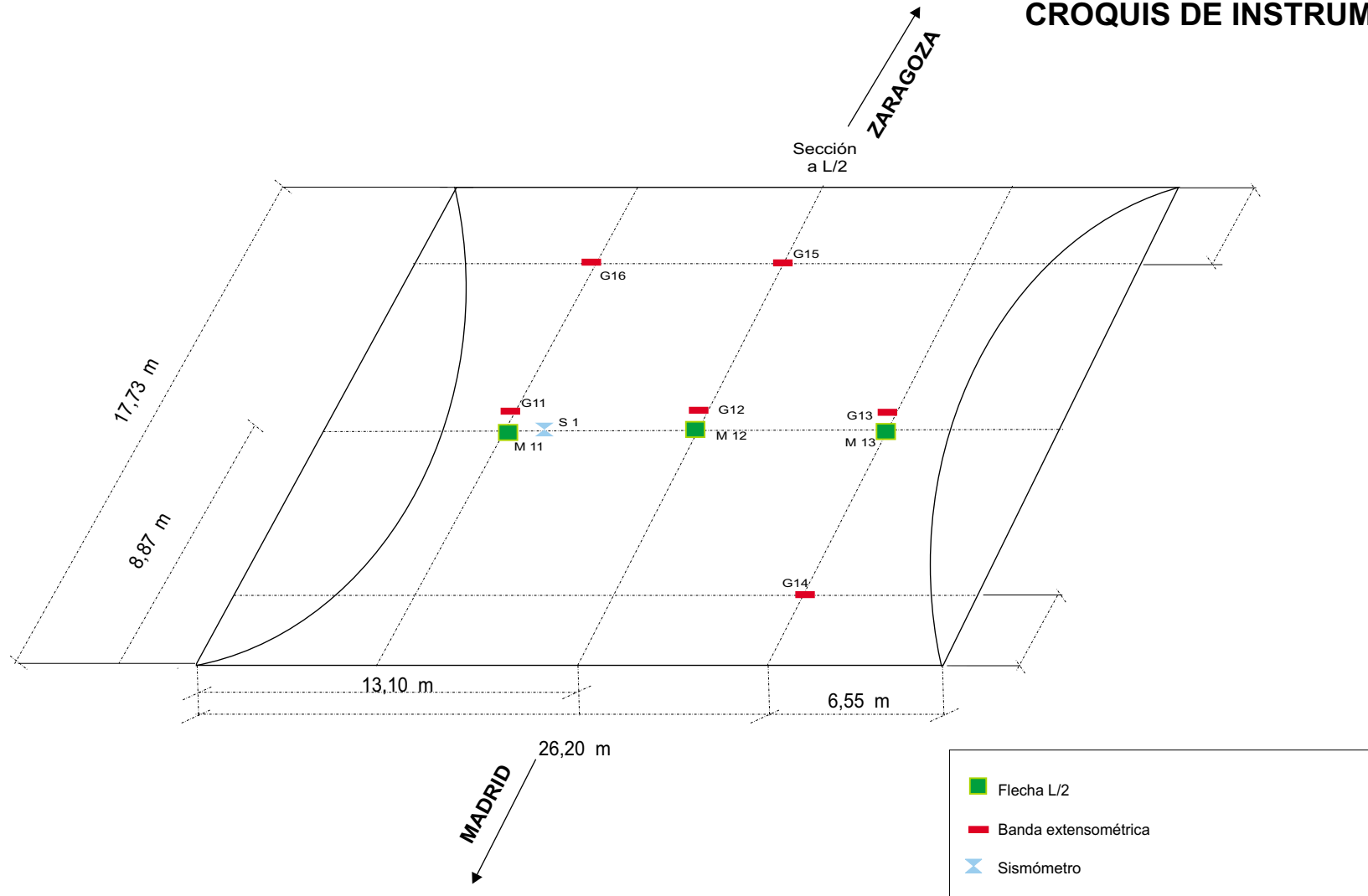
Foto 6: Estribo de salida



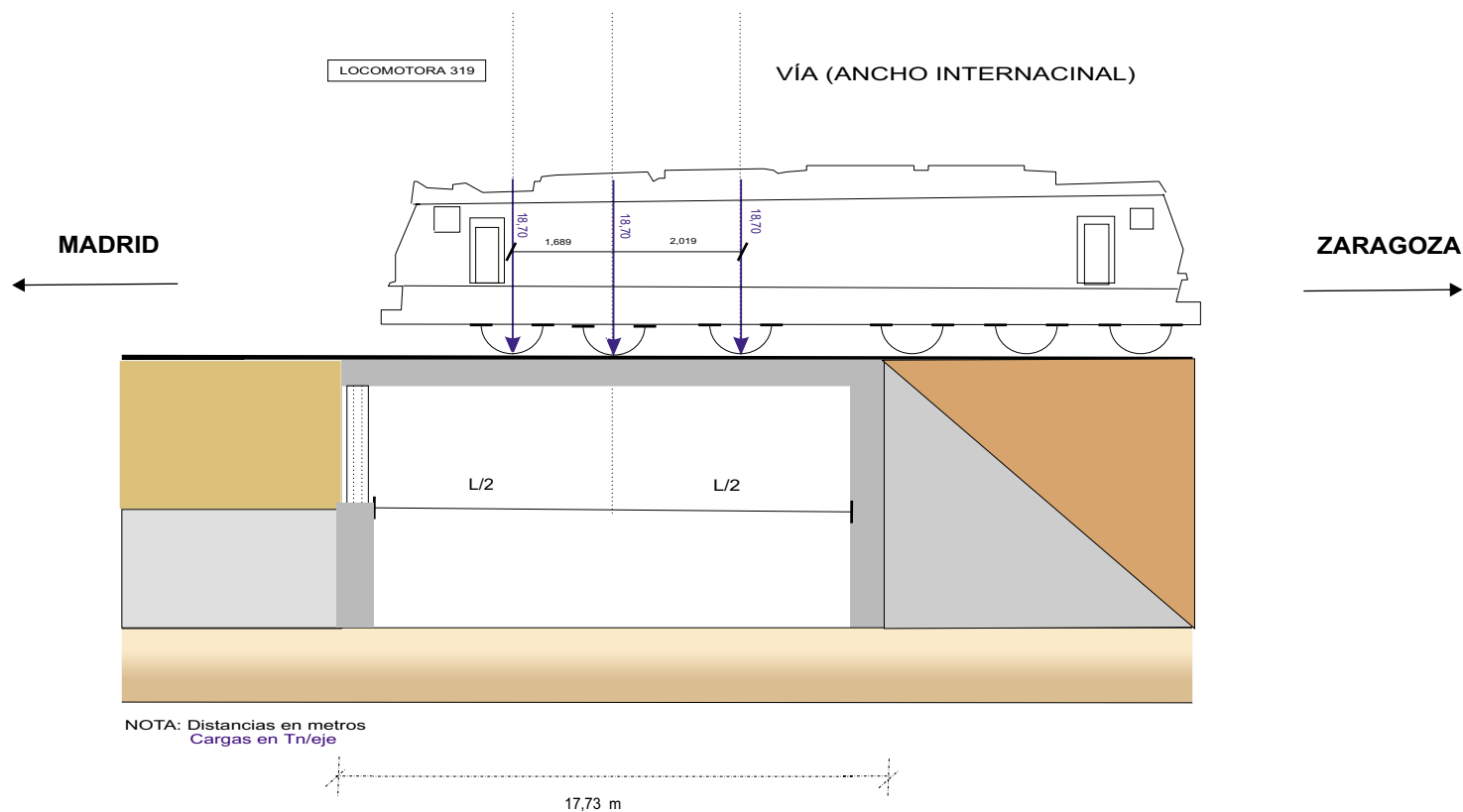
Foto 7: Vista inferior

10.3. ANEJO Nº 3: ESQUEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y TREN DE CARGAS

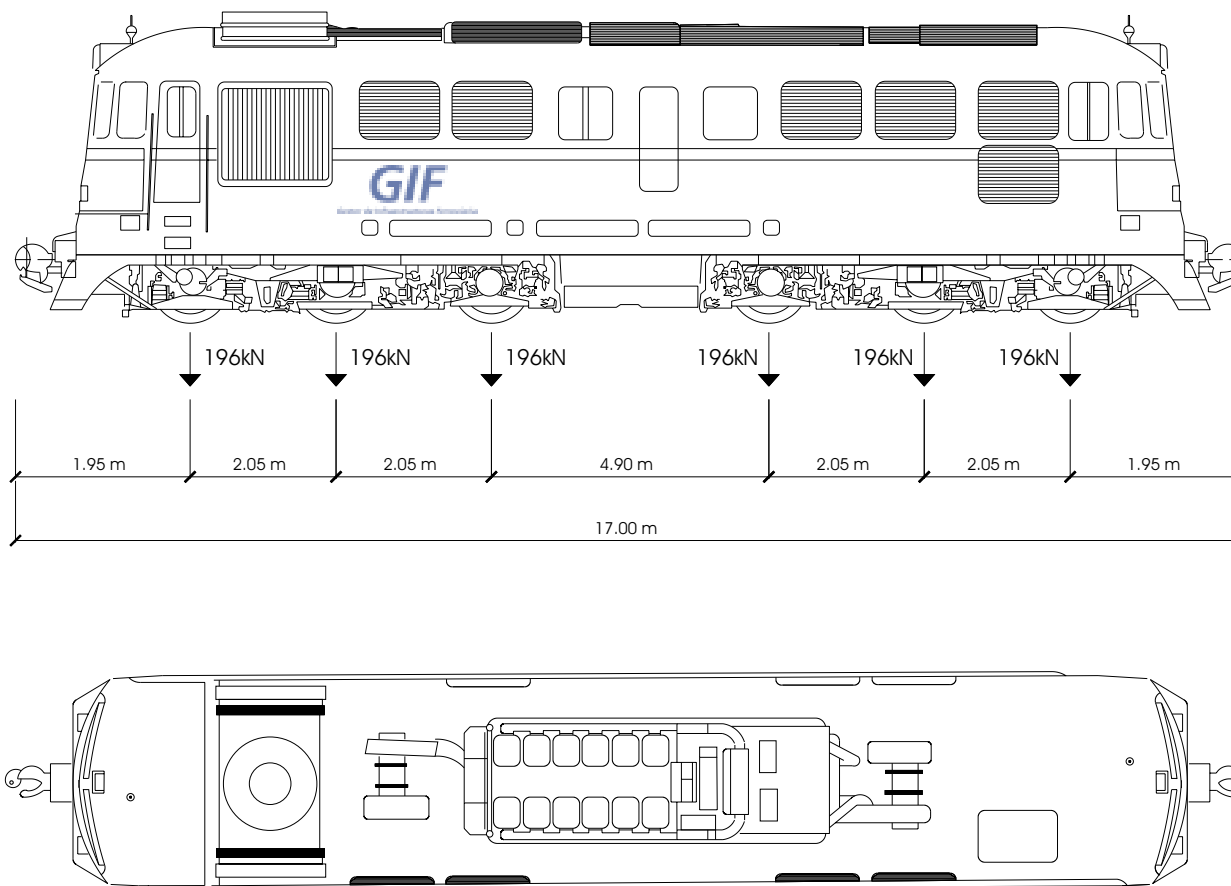
CROQUIS DE INSTRUMENTACIÓN



CROQUIS DE POSICIONAMIENTO



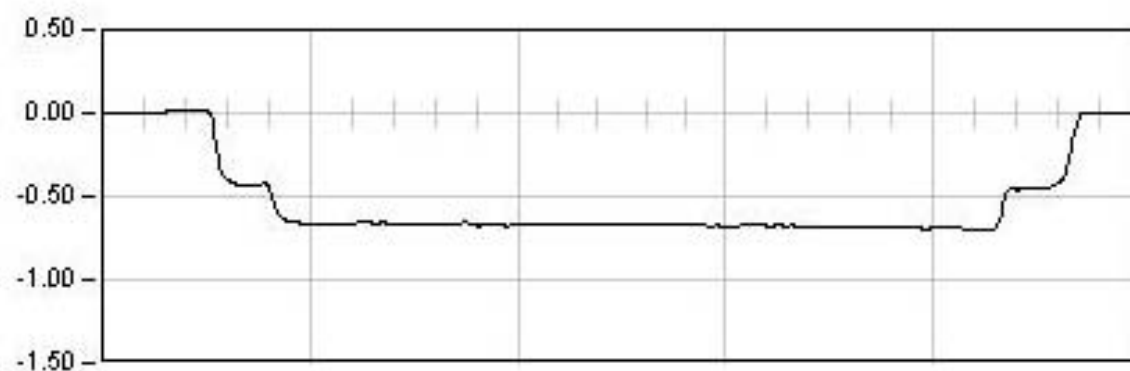
CROQUIS DE CARGAS. LOCOMOTORA 060



10.4. ANEJO N° 4: REGISTRO DE MEDIDAS

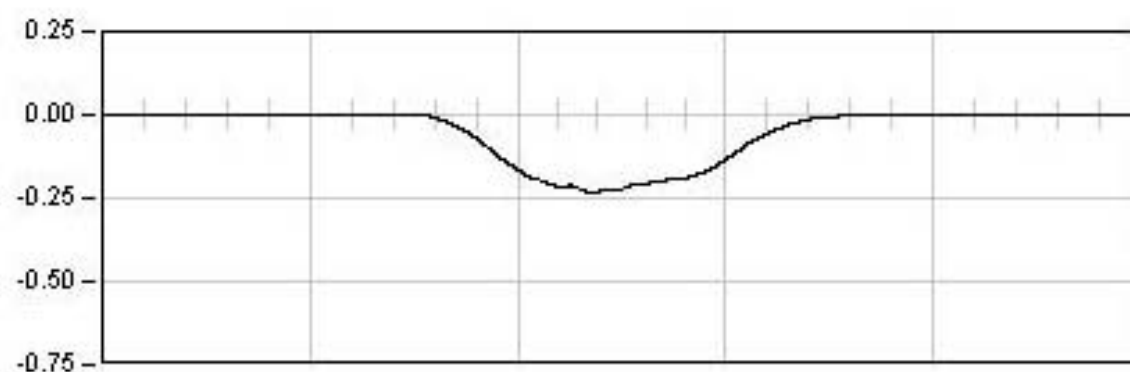
05PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M11 Canal : 34 Unidades : mm



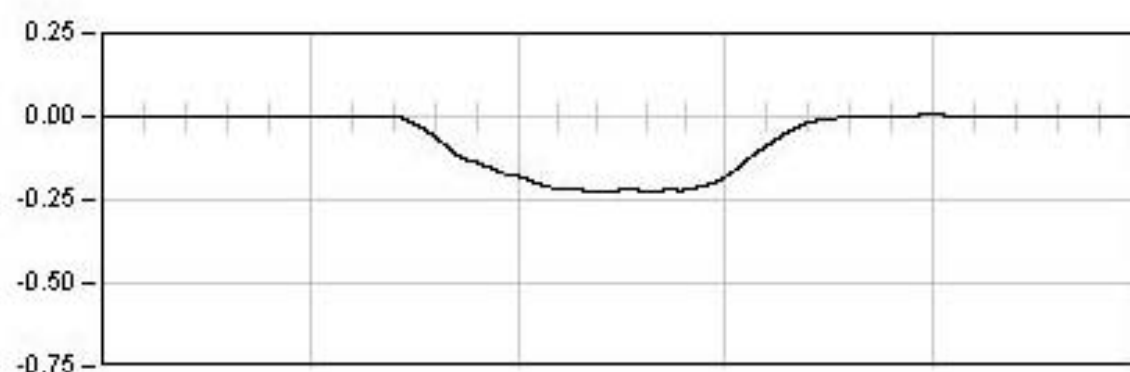
ESTATICA 00

898.0 Seg
Est: -0.70
Max: -0.70
Min: 0.01
Rem: -0.01



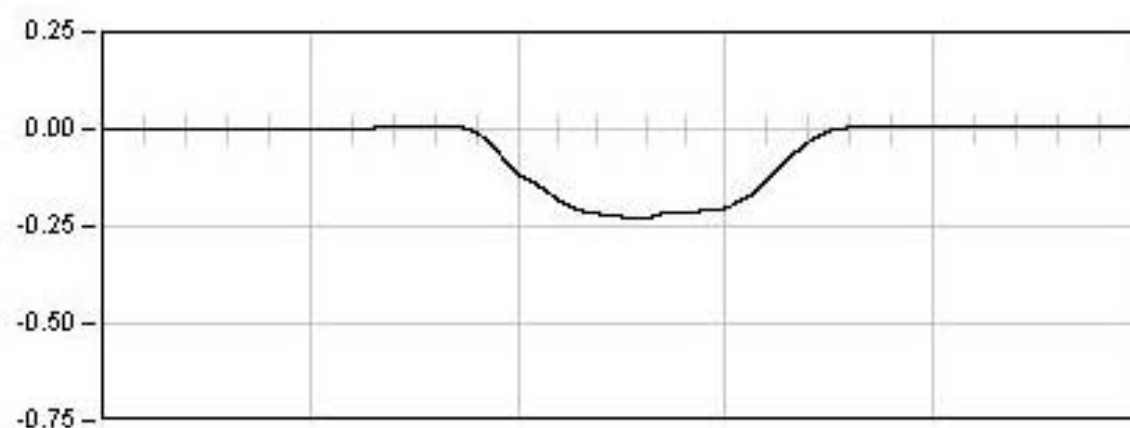
DINAMICA 02

60.0 Seg
Max: -0.23
Min: 0.01
Rem: 0.00



DINAMICA 03

9.0 Seg
Max: -0.23
Min: 0.01
Rem: -0.00

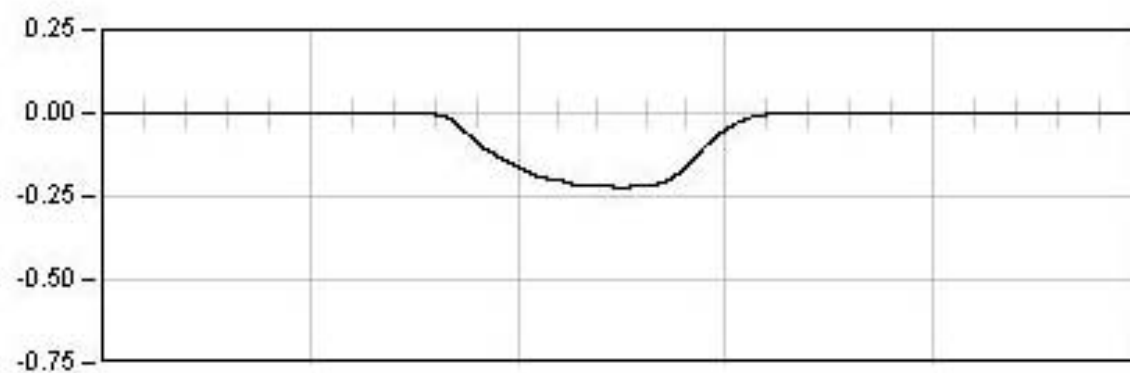


DINAMICA 04

6.0 Seg
Max: -0.23
Min: 0.01
Rem: 0.00

05PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M11 Canal : 34 Unidades : mm



DINAMICA 05

7.0 Seg

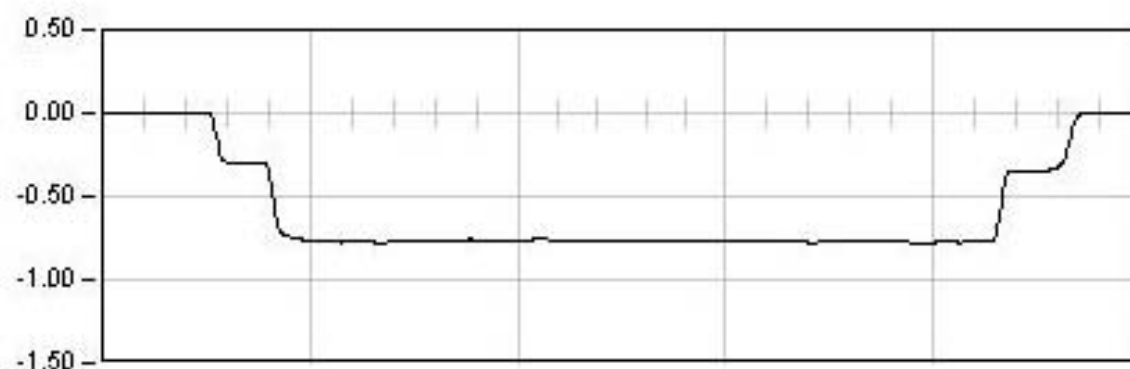
Max: -0.22

Min: 0.00

Rem: -0.00

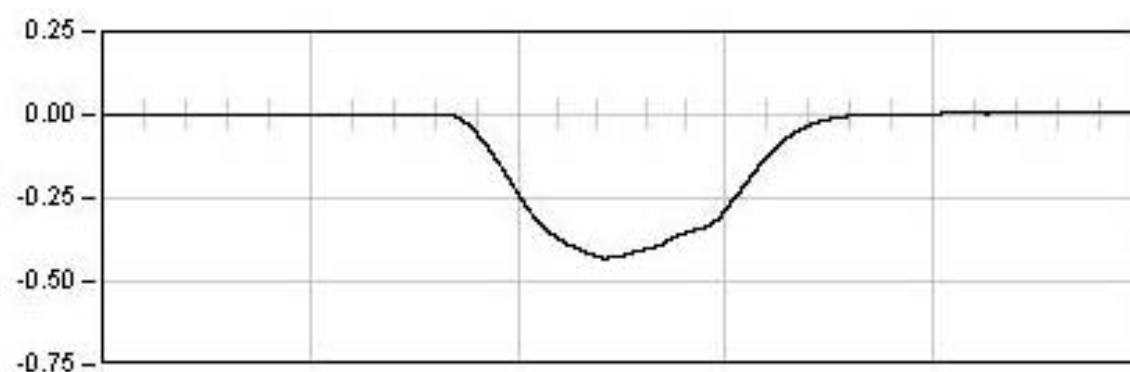
05PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M12 Canal : 35 Unidades : mm



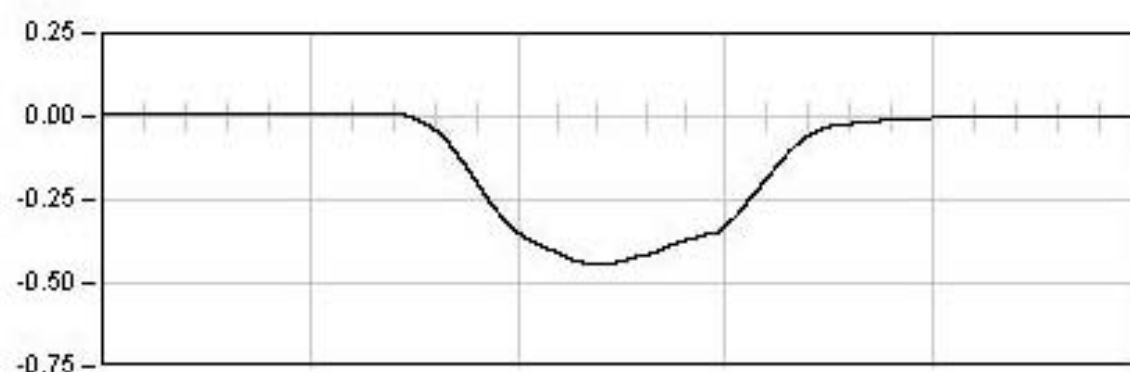
ESTATICA 00

898.0 Seg
Est: -0.77
Max: -0.78
Min: 0.01
Rem: -0.01



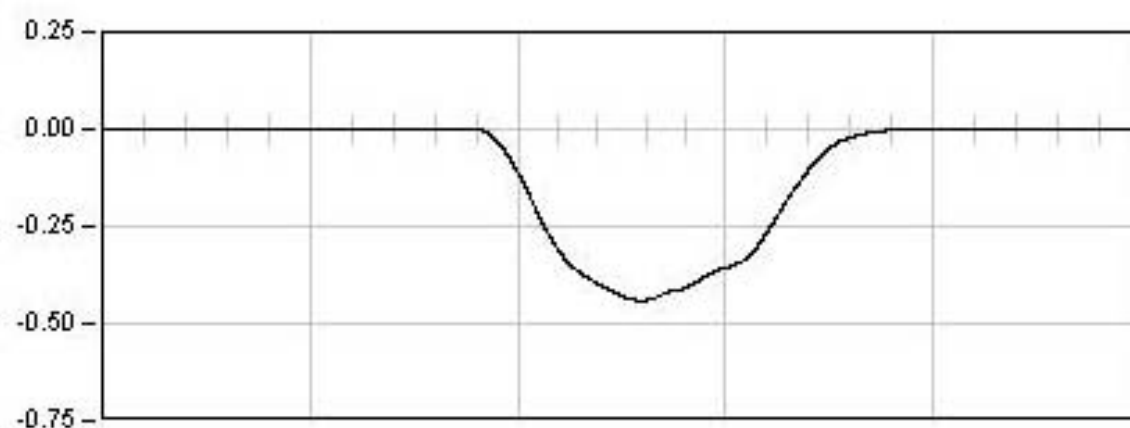
DINAMICA 02

60.0 Seg
Max: -0.43
Min: 0.01
Rem: 0.00



DINAMICA 03

9.0 Seg
Max: -0.44
Min: 0.01
Rem: 0.00

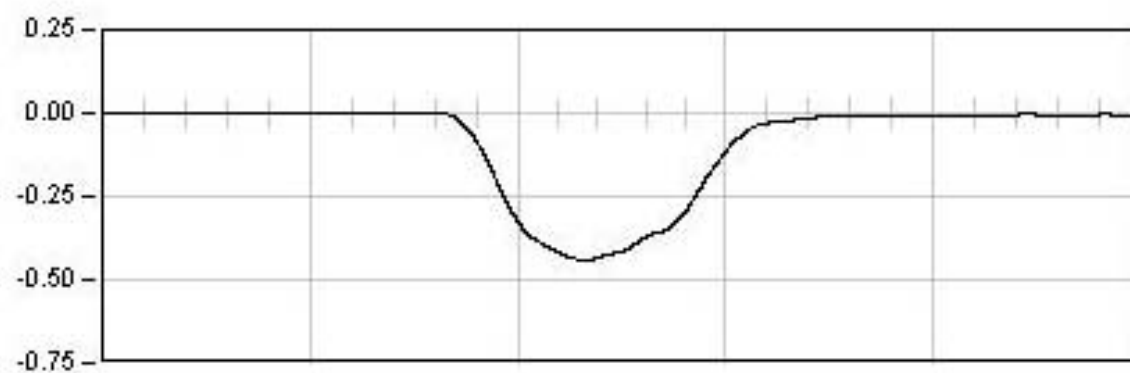


DINAMICA 04

6.0 Seg
Max: -0.44
Min: 0.01
Rem: 0.00

05PI01. BASE DE MADRID SUR

Punto : M12 Canal : 35 Unidades : mm



DINAMICA 05

7.0 Seg

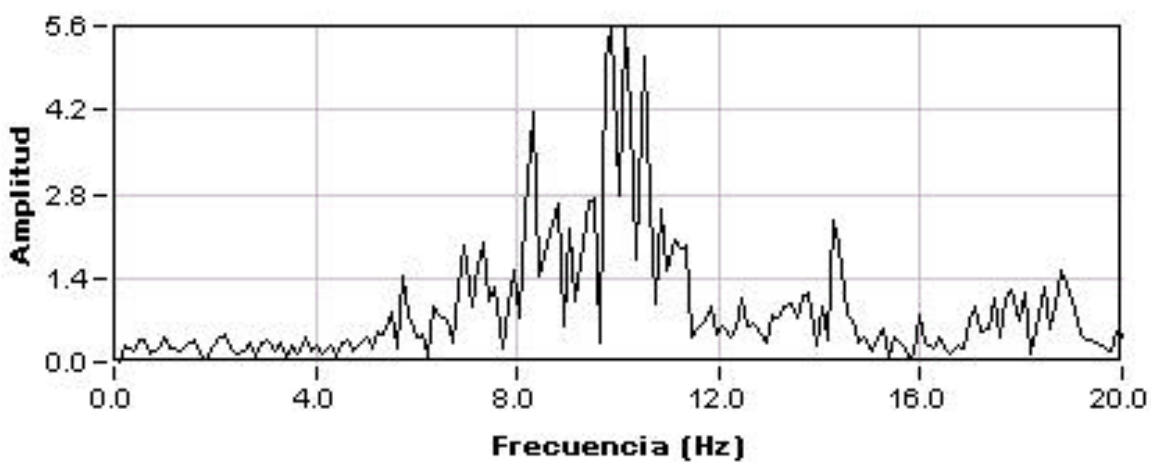
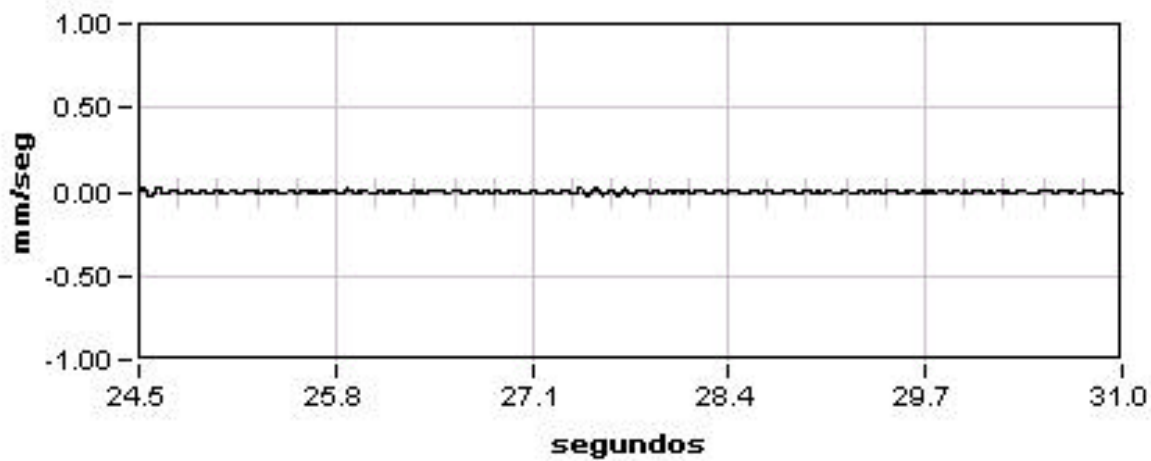
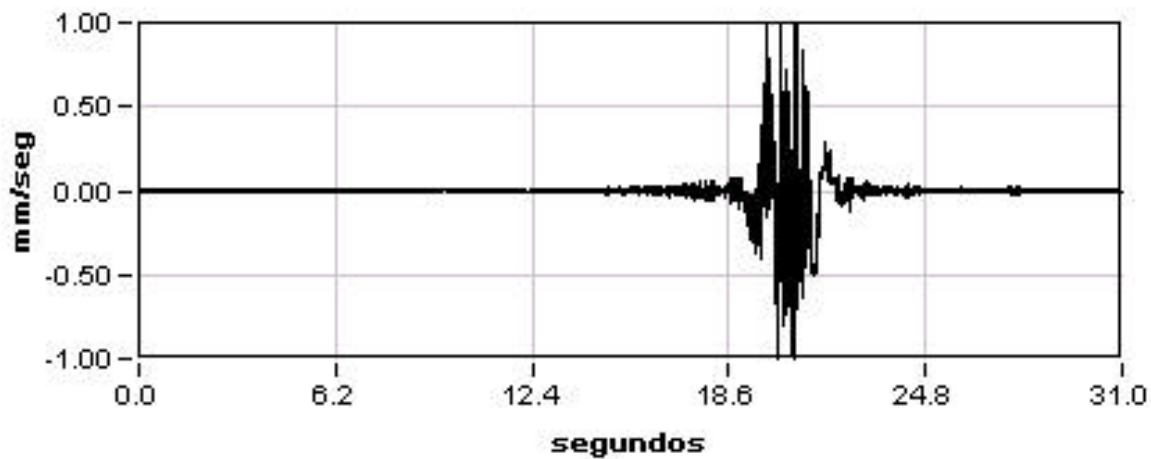
Max: -0.44

Min: 0.00

Rem: -0.00

05PI01. BASE DE MADRID SUR

Prueba: din04 Punto: S11 Canal: 27



10.5. ANEJO N° 5: REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista general de la estructura



Foto 2: Estribo de entrada



Foto 3: Vista superior de la estructura



Foto 4: Vista inferior de la estructura



Foto 5: Prueba estática



Foto 6: Prueba dinámica a velocidad media



Foto 7: Dispositivo óptico láser para la medida de desplazamientos

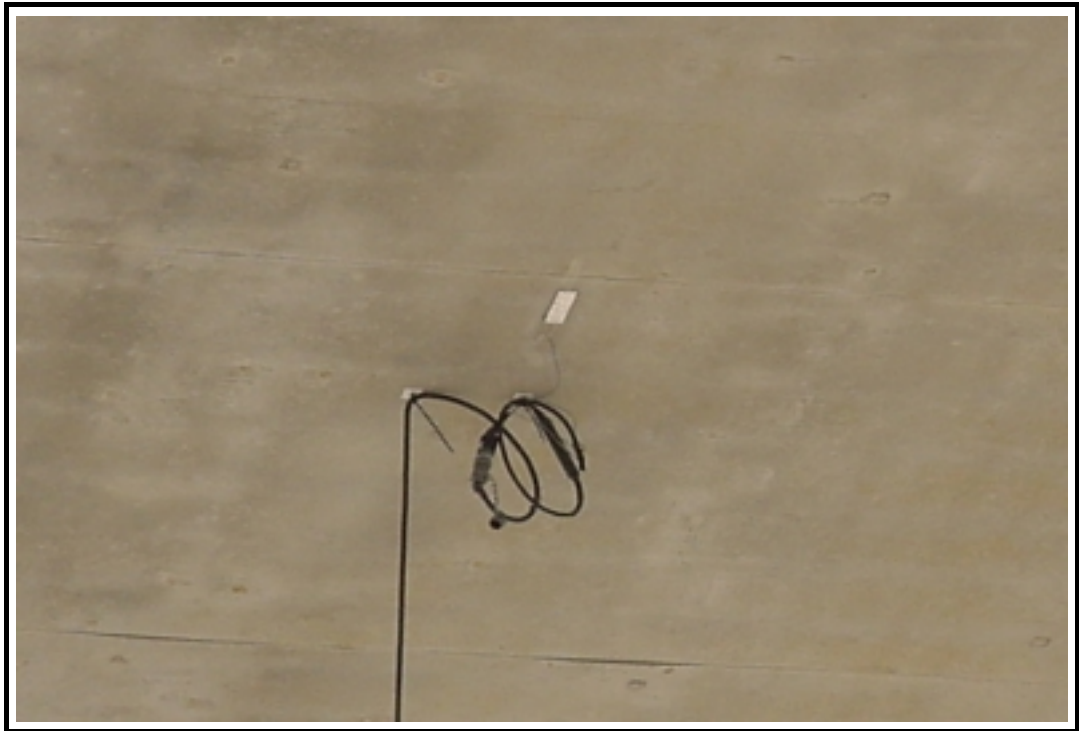


Foto 8: Detalle de banda extensométrica

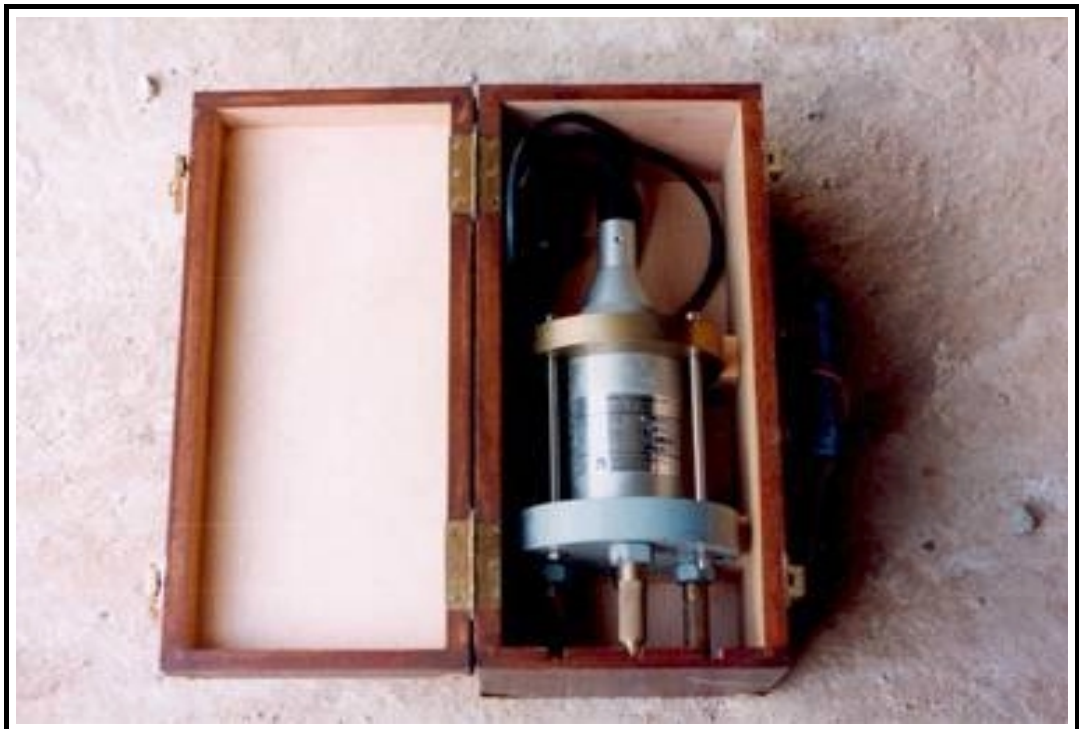


Foto 9: Sismómetro



Foto 10: Equipo móvil para la realización de ensayos dinámicos



Foto 11: Vista general de acondicionadores de señal y equipo de adquisición

10.6. ANEJO N° 6: ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

FECHA PRUEBA: 14 de Agosto de 2002

ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

IDENTIFICACIÓN ESTRUCTURA	
LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD	MADRID - BARCELONA - FRONTERA FRANCESA
TRAMO	Tramo Madrid - Zaragoza, Base de Madrid Sur
P.K.	46+045
IDENTIFICACIÓN INVENTARIO	05PI01
NOMBRE	Paso inferior 1
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	La estructura es una pérgola maciza de ancho variable entre 22,80 y 26,20 m y una longitud de 15,00 m entre caras interiores de hastiales, que salva la carretera M-213, en el kilómetro 7 de ésta. La losa superior se mantiene con 1,25 m de canto, contando con aligeramientos circulares de 0,85 m de diámetro cada 1,15 metros. El tablero se remata transversalmente con voladizos de 2,92 m

ASISTENTES	ORGANISMO EMPRESA
D. ANDRÉS VICENTE ZAPATA	IIC

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	
Temperatura	Inicio: 24,3°C Final: 24,4°C
Humedad relativa	Inicio: 23,0% Final: 23,8%

INSTRUMENTACIÓN INSTALADA (según Informe de Prueba de Carga para la Recepción)		UNIDADES
CONTROL DE FLECHAS	SENSOR ÓPTICO LÁSER	2
REGISTRO DE VIBRACIONES	SISMÓMETROS	1

TRENES DE CARGA UTILIZADOS					
	VEHÍCULO	NÚMERO	TIPO	PESO UNITARIO (t)	PESO TOTAL (t)
C1: COMPOSICIÓN UTILIZADA EN VÍA 1 (CIRCULACIÓN MADRID - ZARAGOZA)	LOCOMOTORA	1	SERIE 060	19,6	117,6
C2: COMPOSICIÓN UTILIZADA EN VÍA 2 (CIRCULACIÓN MADRID - ZARAGOZA)	LOCOMOTORA	1	SERIE 060	19,6	117,6

SENTIDO CIRCULACIÓN PARA PRUEBAS DIÁMICAS MADRID-ZARAGOZA

PRUEBAS DE CARGA REALIZADAS							
	VELOCIDAD		COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 1			COMPOSICIÓN UTILIZADA VÍA 2	
			HORA COMIENZO	HORA FINAL		HORA COMIENZO	HORA FINAL
Prueba estática EST00		C1	2:12	2:27	C2	2:12	2:27
Prueba cuasi-estática DIN02	5,5 km/h	C1			C2	1:59	2:01
Prueba a velocidad media DIN03	33,3 km/h	C1			C2	2:02	2:03
Prueba a máxima velocidad DIN04	58,6 km/h	C1			C2	2:05	2:06
Prueba de frenado a máxima velocidad DIN05		C1			C2	2:10	2:11

RESULTADOS BÁSICOS ALCANZADOS EN LA ESTRUCTURA	
Resultados prueba	Acordes con los teóricos previstos en el Proyecto de Prueba de Carga
Recuperaciones	Superiores al 85 % en todos los casos
Anomalías detectadas en la inspección visual previa	En elementos estructurales solamente existen algunos defectos con incidencia en la estética.
Anomalías detectadas durante el proceso de carga y al final del mismo	Ninguna
Otros datos de interés	Ninguno
Comportamiento resistente de la estructura	Correcto durante la realización de las pruebas de carga
Observaciones	Ninguna


D. ANDRÉS VICENTE ZAPATA
por IIC

10.7. ANEJO Nº 7: FICHA DE SEGUIMIENTO

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

IDENTIFICACIÓN

ID (Identificador de la estructura)	05PI01	
P.K. INICIAL (sentido Madrid-Barcelona)	400+136	
P.K. FINAL (sentido Madrid-Barcelona)	400+153	
TIPO	Puente (10 m < luz <= 50 m)	▼
SUBTRAMO	MADRID-GAJANEJOS: IV	▼
FECHA DE LA INSPECCIÓN	16/04/02	
OBSERVACIONES		

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

DATOS GENERALES

NOMBRE	PASO INFERIOR DE CARRETERA (P.K. 400+145)
TIPOLOGÍA GENERAL	LOSA ▼
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA CONTINUA ▼
Nº DE VÍAS	2
VELOCIDAD MÁXIMA (km/h)	
TIPO DE ACCESO	VEHÍCULO AUTOMOVIL ▼
OBSTÁCULO SALVADO	CARRETERA ▼
NOMBRE OBSTÁCULO SALVADO	
OTRO OBSTÁCULO SALVADO	▼
NOMBRE OTRO OBSTÁCULO SALVADO	
OBSERVACIONES	

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

LONGITUD TOTAL (m)	17.20	
Nº DE VANOS	1	
LONGITUD MEDIA DEL VANO (m)	17.20	
LUZ DE CADA VANO (m)	15.20	
ALTURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	7.95	
ANCHURA MÁXIMA DE ESTRIBOS (m)	26.12	
ALTURA MÁXIMA DE PILAS (m)		
ANCHURA MÁXIMA DE PILAS (m)		
ESPESOR MÁXIMO DE PILAS (m)		
GÁLBO INFERIOR (m)	5.75	
ANCHURA MÁXIMA DE TRAMOS (m)	26.12	
CANTO MÁXIMO DE TRAMOS EN CENTRO DE VANOS (m)	1.25	
Nº DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL TRAMO	1	
SEPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS PRINCIPALES (m)		
CANTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES	CONSTANTE	▼
CANTO MÁXIMO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN CENTRO DE VANOS (m)	1.25	
GÁLBO IZQUIERDO (m)		
GÁLBO DERECHO (m)		
ENTREVÍA (m)		
TRAZADO DE VÍA EN PLANTA (m)	TRANSICIÓN	TI (transición izquierda) ▼
PERALTE DE VÍA DE ENTRADA (m)		
PERALTE DE VÍA DE CENTRO (m)		
PERALTE DE VÍA DE SALIDA (m)		

OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

MATERIALES

MATERIAL CONSTITUYENTE

HORMIGÓN EN MASA O ARMADO



TRAMOS

TIPOLOGÍA DE TRAMOS

LOSA



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE TRAMOS

ESTRUCTURA CONTINUA



MATERIAL EN TRAMOS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA



IMPERMEABILIZACIÓN DE ESTRUCTURA DE TRAMOS

SI



ELEMENTOS DE DRENAJE EN TRAMOS

NO EXISTEN



ESTRIBOS

TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS

MURO FRONTAL Y ALETAS



MATERIAL BASE EN ESTRIBOS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA



PROTECCIÓN EN PIE DE ESTRIBOS

NO EXISTE



TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN ESTRIBOS

CIMENTACIÓN DIRECTA



MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE ESTRIBOS

HORMIGÓN ARMADO O EN MASA



PILAS

TIPOLOGÍA DE PILAS



SECCIÓN DE PILAS



TAJAMARES



MATERIAL BASE EN PILAS



TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN EN PILAS



MATERIAL BASE EN CIMENTACIÓN DE PILAS



APARATOS Y JUNTAS DE DILATACIÓN

APARATOS DE APOYO



JUNTAS DE DILATACIÓN



TIPOLOGÍA DE JUNTAS DE DILATACIÓN



APARATOS DE DILATACIÓN DE CARRILES

NO EXISTEN



VARIOS

PASEOS DE SERVICIO

NO EXISTEN



OBSERVACIONES

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

ESTADO ACTUAL ESTRIBOS

Punzonado bajo apoyos		▼
Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas		▼
Golpes y roturas		▼
Fisuras y grietas	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
Coqueras y nidos de grava		▼
Meteorización y degradación		▼
Desprendimientos		▼
Carbonatación y desagregación		▼
Armaduras vistas someras		▼
Corrosión y disgregación		▼
Humedades y filtraciones		▼
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias		▼
Desagüe de mechinales		▼
Abombamientos		▼
Desplomes o basculamientos		▼
Asentamientos		▼
Descalces		▼
Socavaciones		▼
Depósitos en coronación		▼
Daños en coronación		▼
Daños en espaldón		▼
Balasto encastrado		▼
Daños en protección de pie de estribos		▼
Daños en cimentaciones vistas		▼
Vegetación aflorando		▼
Vegetación adosada		▼

OBSERVACIONES ESTRIBOS

ESTADO GENERAL ESTRIBOS

1: Defectos con incidencia en la estética



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

ESTADO ACTUAL ALETAS O MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO

Daños en unión frente y laterales		▼
Juntas degradadas	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Golpes y roturas	1: Defectos con incidencia en la estética	▼
Fisuras y grietas	2: Defectos con riesgo de evolución patológica	▼
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	1: Defectos con incidencia en la estética	▼

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

ESTADO ACTUAL PILAS

Punzonado bajo apoyos	▼
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	▼
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



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

ESTADO ACTUAL APARATOS DE APOYO

Envejecimiento	▼
Corrosión	▼
Suciedad y aterramiento	▼
Bloqueo o encastramiento	▼
Desplazamiento o deslizamiento	▼
Aplastamiento	▼
Reglaje incorrecto	▼
Desnivelaciones	▼
Falta de contacto	▼
Cunas de apoyo deterioradas	▼
Vegetación adosada	▼

OBSERVACIONES APARATOS DE APOYO

ESTADO GENERAL APARATOS DE APOYO



INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

ESTADO ACTUAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

Pintura envejecida y desprendida	
Oxidación superficial	
Corrosiones locales activas	
Entalladuras y pérdidas de sección	
Elementos metálicos deformados o rotos	
Tornillos flojos o faltan	
Soldaduras fisuradas	
Fisuras y grietas longitudinales bóvedas	
Fisuras y grietas transversales clave	
Fisuras y grietas transversales riñones	
Fisuras y grietas transversales arranques	
Fisuras y grietas longitudinales tímpanos	
Fisuras y grietas verticales tímpanos	
Separación y filtraciones tímpano-bóveda	
Fisuras y grietas longitudinales losas	2: Defectos con riesgo de evolución patológica
Fisuras y grietas transversales losas	3: Defectos inicio evolución patológica
Fisuras y grietas verticales losas	3: Defectos inicio evolución patológica
Fisuras y grietas longitudinales en alas superiores vigas	
Fisuras y grietas transversales en alas superiores vigas	
Fisuras y grietas longitudinales conexión alas-alma	
Fisuras y grietas transversales alma vigas	
Fisuras y grietas inclinadas alma vigas	
Fisuras y grietas longitudinales alma vigas	
Fisuras y grietas longitudinales ala inferior	
Fisuras y grietas transversales ala inferior	
Fisuras y daños en testeros	
Golpes y roturas	
Coqueras y nidos de grava	
Meteorización y degradación	
Desprendimientos	
Carbonatación y desagregación	
Armaduras vistas someras	
Corrosión y disgregación	
Humedades y filtraciones	
Desagües obturados	
Incrustaciones calcáreas y eflorescencias	
Abombamientos	
Asentamientos y desnivelaciones	
Juntas longitudinales degradadas	
Juntas transversales degradadas	
Vegetación aflorando	
Vegetación adosada	

OBSERVACIONES ESTRUCTURA DE TRAMOS

LA FISURA INCLINADA EUNA FISURA OBLICUA EN LOSA. VER FOTOGRAFÍA.

ESTADO GENERAL ESTRUCTURA DE TRAMOS

3: Defectos inicio evolución patológica

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

ESTADO ACTUAL RESTO DE ELEMENTOS

Impermeabilización	0: No existen	▼
Drenaje longitudinal		▼
Drenaje transversal		▼
Muretes guardabalasto		▼
Juntas de dilatación		▼
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
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTIERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

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	▼
1: Defectos con incidencia en la estética	
1: Defectos con incidencia en la estética	
3: Defectos inicio evolución patológica	
0: No existen	

INSPECCIONES ESTRUCTURAS
L.A.V. MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

ID (Identificador de la estructura)
FECHA DE LA INSPECCIÓN

05PI01
16/04/02

<u>IDENTIFICACIÓN ARCHIVOS FOTOGRÁFICOS</u>			<u>NOMBRE ARCHIVO</u>
FOTOGRAFÍA Nº 1	ALZADO DERECHO	▼	05PI0101
FOTOGRAFÍA Nº 2	ALZADO IZQUIERDO	▼	05PI0102
FOTOGRAFÍA Nº 3	VISTA SUPERIOR DESDE ENTRADA	▼	05PI0103
FOTOGRAFÍA Nº 4	VISTA SUPERIOR DESDE SALIDA	▼	05PI0104
FOTOGRAFÍA Nº 5	ESTRIBO DE ENTRADA	▼	05PI0105
FOTOGRAFÍA Nº 6	ESTRIBO DE SALIDA	▼	05PI0106
FOTOGRAFÍA Nº 7	VISTA INFERIOR	▼	05PI0107
FOTOGRAFÍA Nº 8	A DEFINIR 8	▼	05PI0108
FOTOGRAFÍA Nº 9		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 10		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 11		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 12		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 13		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 14		▼	
FOTOGRAFÍA Nº 15		▼	
OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA N º8: FISURA INCLINADA EN ALMA DE VIGA.		

10.8. ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ANEJO Nº 8: PLANIMETRÍA Y NIVELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La Estructura 05PI01 de la L.A.V. Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, Tramo Madrid – Zaragoza, Base de Madrid Sur, no ha sido objeto de control topográfico 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 Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Tramo Madrid – Lleida. Base de Madrid Sur”, suscrito con el GIF el 30 de Mayo de 2001.