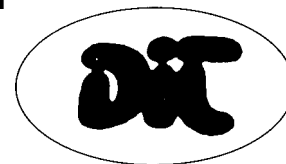




**Sistema de reparación de forjados de viguetas con  
cemento aluminoso MECANOVIGA PERFIL MVH**

CONCESIÓN



C/ SERRANO  
GALVACHE, 4  
28033 MADRID  
España

Fabricante:  
MECANOVIGA, S.L.  
Domicilio Social:  
Polígono Industrial Camí Real  
Passeig del Ferrocarril, 383  
08850 GAVÀ (Barcelona)  
España

Tel: 93 633 36 50  
Fax: 93 633 40 37  
mecanoviga@mecanoviga.com  
www.mecanoviga.com

C.D.U: 66.948  
Systèmes de construction  
Building system

**MUY IMPORTANTE**

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro del Documento, por lo que éste deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.

La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.

Cualquier reproducción de este Documento debe ser autorizada por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Este Documento consta de 13 páginas.

**DECISIÓN NÚM. 303/R**

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

en virtud del Decreto nº 3.652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden número 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,

en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),

considerando la solicitud formulada por la Sociedad MECANOVIGA, S.L. en Gavà (Barcelona), de sustitución y modificación del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA nº 303, al incluir correcciones tipográficas, cambio de domicilio social, cambio del tipo de acero y actualización de texto en el **Sistema de reparación de forjados de viguetas con cemento aluminoso MECANOVIGA**,

teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesión celebrada el día 1 de febrero de 1996,

**DECIDE:**

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 303/R al **Sistema de reparación de forjados de viguetas con cemento aluminoso MECANOVIGA PERFIL MVH**, bajo las siguientes condiciones:

## **CONDICIONES GENERALES:**

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA avala exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el peticionario, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del correspondiente proyecto técnico y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente.

Será ese proyecto técnico el que contemple, en su caso, las acciones que el Sistema que se describe, transmite a la estructura general del edificio, asegurando que el incremento de cargas debidas al Sistema de reparación y la transmisión de esfuerzos que se derivan, son admisibles y quedan garantizados.

El campo de aplicación de este DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA, según se define, es el de reparación de forjados de viguetas de hormigón con cemento aluminoso, si bien podrá servir como base para la reparación de otro tipo de forjados, siempre que se tengan en consideración la compatibilidad de los materiales, las especificaciones del Informe Técnico y se respeten las observaciones de la Comisión de Expertos.

En general, se tendrán en cuenta las prescripciones de las normativas vigentes. Como recordatorio se citan las siguientes: "Norma básica de acciones en la edificación" (NBE-AE-88); "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE); "Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados" (EFHE); "Estructura de acero en edificación" (NBE-EA-95); "Norma básica sobre condiciones de protección contra incendios" (NBE-CPI-96); "Norma básica sobre condiciones acústicas" (NBE-CA-88), y "Norma básica muros resistentes de fábrica de ladrillo" (NBE-FL-90), en todos aquellos puntos que puedan ser de aplicación.

## **CONDICIONES DE CÁLCULO**

En cada caso se comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en este Documento en su Informe Técnico, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del Sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de la acciones correspondientes a los estados últimos y de servicio.

## **CONDICIONES DE PUESTA EN OBRA**

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones en el curso de montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## **VALIDEZ**

El presente Documento de Idoneidad Técnica número 303/R, es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características del producto indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del Instituto, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez.

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 30 de diciembre de 2010.

Madrid, 30 de diciembre de 2005.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Juan Monjo Carrió.

## INFORME TÉCNICO

### 0. OBJETO DEL DIT

Sistema de reparación de forjados unidireccionales de viguetas de hormigón armado o pretensado realizadas con cemento aluminoso, consistente en la sustitución funcional de las viguetas deterioradas mediante la colocación bajo las mismas de vigas metálicas telescópicas de chapa de acero conformadas y compuestas de tres tramos unidos mediante tornillería de alta resistencia, capaces de asegurar la estabilidad del forjado en caso de pérdida total de la resistencia de la vigueta afectada.

Una vez puesto en obra el Sistema, a efectos de cálculo, no se considera la colaboración resistente de las viguetas del forjado que se va a reparar.

Como se indica en las Condiciones Generales, esta evaluación, puede ser considerada para reparación de forjados de composición diferente a los aquí contemplados, respetando las indicaciones del informe técnico, la compatibilidad de los materiales y las observaciones de la Comisión de Expertos.

### 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema MECANOVIGA perfil MVH está compuesto por una viga resistente y dos cartelas. La viga está compuesta por seis piezas de chapa de acero A37b (S235JR) zincado que se ensamblan y unen mediante tornillería de alta resistencia.

La viga MECANOVIGA de refuerzo se coloca bajo la vigueta afectada, consiguiéndose la transmisión de cargas de la vigueta a la viga de refuerzo mediante el retacado del espacio entre ambas con mortero de retracción controlada. Previo al retacado de la viga con mortero sin retracción se efectuará la entrada en carga de la viga, mediante el sistema de tensado.

La transmisión de esfuerzos a las paredes, muros o jácnas donde descansa el forjado, se realiza a través de las cartelas, fijadas a las mismas mediante anclajes de tipo químico o mecánico según los casos. Estos apoyos reciben directamente los perfiles de refuerzo. Según sea la estructura portante existente, se presentan diversas posibilidades de conexión de las cartelas.

Según sea la estructura portante existente, se presentan diversas posibilidades de conexión de las cartelas.

- Conexión a fábrica de ladrillo. Los anclajes serán de varilla roscada con tuerca y arandela fijados mediante resina de dos componentes. Caso de ser la fábrica de ladrillo hueco se colocará un encamisado o tamiz; la métrica de las varillas y longitudes, se determinará por cálculo en cada caso.
- Conexión a viga de hormigón armado. Idem caso fábrica de ladrillo.
- Conexión a viga metálica. La conexión de la pieza de apoyo al alma se realiza mediante varilla roscada de acero, con sus correspondientes tuercas y arandelas. La métrica de las varillas se determinarán por cálculo en cada caso.

La constitución telescópica de la viga de refuerzo permite un fácil y cómodo transporte, manipulación y montaje de la misma.

### 2. MATERIALES

#### 2.1 Chapa de acero

Chapa de acero laminada en caliente, destinada a ser sometida a una conformación en frío por plegado, según Norma UNE-EN 10.025/94. Este material se emplea para la formación de los perfiles longitudinales y las cartelas.

Chapa de acero laminado A37b (S235JR) según Norma NBE-EA/95.

#### **Características:**

Límite elástico: 24 kp/mm<sup>2</sup>.  
Resistencia a la tracción: 37- 48 kg/mm<sup>2</sup>.  
Alargamiento de rotura: 26%.

#### 2.2 Zincado

Recubrimiento: zinc de pureza 99,99 %.  
Tipo de deposición: electrolítica.  
Peso de zinc depositado por m<sup>2</sup>: 103,5 g/cara.  
Norma de recubrimiento: UNE-EN 12.329/01.  
Acabado: azulado uniforme.  
Norma niebla salina: UNE 26.250/84 e ISO 9227.

Medidor de recubrimiento: no destructivo, deltascop, nº 1076855.  
 Deposición máxima 15 micrómetros, deposición mínima 11 micrómetros.

Finalmente se bañarán las piezas en una solución bicromatada.

### 2.3 Mortero de retacado

Mortero sin retracción: Betec 305 BV-AL.

Resistencia a compresión: 525 kp/cm<sup>2</sup>.

Resistencia a flexotracción: 75 kp/cm<sup>2</sup>.

Peso específico: 1.800 kg/m<sup>3</sup>.

pH: 11,5-12.

Tamaño máximo de árido: 0,5 mm.

SO<sub>3</sub>: < 1,7.

NaO<sub>2</sub> (equivalencia): < 0,6.

Exento de cloruros y agregados metálicos.

### 2.4 Tornillería de alta resistencia

Los tornillos utilizados cumplirán las especificaciones dimensionales que recogen las Normas DIN 931 y DIN 934. Asimismo cumplirán las exigencias metalúrgicas de la Norma DIN ISO 898 y DIN 267 y la Norma NBE-EA/95.

Los tornillos a utilizar serán de métrica M-12.

#### Características:

Tornillería de alta resistencia, clase 8'8.

Límite elástico convencional: 64 kg/mm<sup>2</sup>.

Resistencia a la tracción: 80 - 100 kg/mm<sup>2</sup>.

Alargamiento a la rotura: mín. 12 %.

Diámetro nominal: 12 mm.

Par de apriete: 8,4 kgm.

## 3. COMPONENTES DEL SISTEMA

### 3.1 Perfiles longitudinales

La viga está compuesta por 6 chapas de acero dobladas y punzonadas que, una vez ensambladas, presentan el perfil tipo MVH. Constituyéndose en tres tramos, dos extremos y el central. El punzonado de las piezas es a base de colisos en el alma y un correcto ajuste de la viga a la luz entre paredes.

Tabla de los valores estáticos de los perfiles suministrada por el fabricante.

### VALORES ESTÁTICOS DE LOS PERFILES

PERFIL	Extremo			Central			P kg m
	Canto cm	e cm	I cm <sup>4</sup>	Canto cm	e cm	I cm <sup>4</sup>	
MVH 12	12,8	4	546	12	6	672	8,4
MVH 16	16,8	4	1026	16	6	1321	8,4
MVH 20	20,8	4	1699	20	6	2246	8,4

### 3.2 Cartelas

Chapas de acero plegada, con pestaña inferior de 6 cm para soporte de la viga y pestaña superior para arriostrado. El espesor de la placa es variable de 4 a 6 mm en función de las longitudes de las vigas y acartelada en sus laterales.

### 3.3 Anclajes

Este componente del Sistema es fundamental para el comportamiento final de la solución propuesta. La definición del tipo y número de anclajes se realizará en función del material base de apoyo (cerámico hueco o macizo, hormigón, etc.) y de los esfuerzos transmitidos al apoyo. Estos datos serán suministrados por el responsable del Sistema en función de las recomendaciones del fabricante del anclaje.

### 3.4 Mortero de retacado

Mortero Betec sin retracción de altas resistencias mecánicas. Su función es rellenar el espacio entre la viga existente y el sistema de refuerzo, garantizando la transmisión completa de cargas.

## 4. FABRICACIÓN

### 4.1 Materiales

- Chapa metálica fabricada por ARCELOR.
- Tornillería suministrada por FATOR S.A.
- Mortero sin retracción suministrado por BETEC, S.L.

Cualquiera de los materiales descritos utilizados en la fabricación del Sistema podrán ser suministrados por fabricantes diferentes a los indicados, siempre que se garantice, mediante certificación, que cumplen las mismas

condiciones exigidas en este Documento. Las modificaciones deberán ser notificadas previamente al IETcc, para su aprobación.

#### 4.2 Perfiles y cartelas

Todos los perfiles metálicos y cartelas utilizados por el Sistema, son fabricados por TALLERES MANUTENCIÓN S.A. (TAMANSA), en su factoría sita en Gavà (Barcelona). Los procesos de corte, punzonado y plegado de chapa son realizados mediante maquinaria de control numérico.

### 5. CONTROLES

#### 5.1 Control de recepción de materias primas

MECANOVIGA. S.L., tendrá registrados y a disposición del IETcc todos los controles y certificados que a continuación se indican, para asegurar la calidad y trabajabilidad de los productos.

**Chapa:** La calidad de la chapa viene garantizada por el fabricante de la misma, emitiendo certificación del producto garantizando:

- Comprobación química del material.
- Características mecánicas.

**Mortero:** Certificado de características emitido por la empresa suministradora BETEC garantizando todas sus características técnicas.

**Tornillería:** Certificado emitido por la empresa suministradora, garantizando la composición química del material, y sus características mecánicas.

**Anclajes:** Certificado de características emitido por la empresa suministradora del cumplimiento de la Norma DIN 267 ISO 898.

**Perfiles:** Certificado emitido por TAMANSA garantizando las características geométricas de las piezas, y sus tolerancias dimensionales según UNE-EN 10.219/98.

#### 5.2 Control de puesta en obra del sistema

Como se indica en las Condiciones Generales de este documento, las obras deberán llevarse a término sometidas a la preceptiva dirección de obra; no obstante, el fabricante del Sistema

garantizará el control de la puesta en obra, de acuerdo con las especificaciones técnicas contenidas en este Documento.

### 6. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

#### 6.1 Transporte

El transporte se realizará en condiciones tales que las piezas no puedan sufrir deformaciones y el zincado de las mismas no sufra ningún desperfecto o deterioro que deje sin protección las chapas metálicas.

Cuando un perfil por causa de algún percance se haya deformado, deberá rechazarse, no permitiéndose su enderezamiento o reparación.

#### 6.2 Almacenamiento

En general, para todos los componentes del Sistema deberán cumplirse las condiciones que impongan los fabricantes de dichos materiales para su conservación y transporte. Cuando todos estos materiales estén a pie de obra, las condiciones anteriormente expuestas de almacenamiento deberán extremarse.

Los envases que contienen al mortero sin retracción deberán conservarse cerrados. Su almacenamiento no excederá de un máximo de 6 meses, si se conserva en lugar seco y a temperatura moderada.

### 7. PUESTA EN OBRA

- La puesta en obra será realizada por el fabricante del Sistema o por montadores autorizados por el mismo, de acuerdo con las especificaciones técnicas de este documento.

- Cada caso requerirá un estudio particular, pero por regla general las fases del montaje serán las siguientes:

- Desviación de las instalaciones existentes si fuera necesario.
- Descubrir los nervios deteriorados del forjado en toda su longitud, mediante desmontaje de falso techo, picado de revestimiento, etc., según el tipo de acabado de la superficie inferior del forjado a tratar.

- Picado del revestimiento en la zona de los apoyos, si fuera necesario sanear la zona.
- Fijación de los anclajes a la pared.
- Montaje de los perfiles extremos.
- Montaje de los perfiles centrales.
- Entrada en carga de la viga mediante el sistema de tensado.
- Relleno de mortero sin retracción entre el perfil y la viga.

- Edificio c/ Trav. Corts núms. 130, 132, 136, 138 y 140 (Barcelona): 8.000 m<sup>2</sup>.
- Edificio c/ Coll del Portell, 92-94 (Barcelona): 1.800 m<sup>2</sup>.
- Edificio c/ Garrofers, 20 (Hospitalet de Llobregat, Barcelona): 700 m<sup>2</sup>.
- Edificio c/ Torrent de l'Olla, 103-105 (Barcelona): 1.200 m<sup>2</sup>.

Algunas de estas obras han sido visitadas por técnicos del IETcc, con resultado satisfactorio.

## 8. MEMORIA DE CÁLCULO

En cada caso se comprobará la estabilidad y resistencia del Sistema, deduciéndose de este estudio el dimensionado de los perfiles y de sus apoyos. Asimismo, se justificará la adecuación del procedimiento para soportar los esfuerzos mecánicos y deformaciones que puedan derivarse de las acciones a que vaya a estar sometido el Sistema.

El modelo de cálculo empleado no tiene en consideración la posible aportación resistente de las viguetas del forjado.

Las vigas, constituidas por perfiles, se supondrán biapoyadas de inercia variable considerando los tres tramos unidos rígidamente entre sí.

Se verifica en el estudio de la cartela, los esfuerzos de arrancamiento y corte de los tornillos de anclaje.

El fabricante suministrará las características geométricas y mecánicas de los perfiles utilizados.

Para su cálculo se seguirá la teoría general de resistencia de materiales considerando para ello y para las limitaciones de flecha la Normativa vigente reseñada en las Condiciones Generales de este Documento.

## 9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

El fabricante suministra como referencias, la siguiente lista:

- Edificio c/ Rda. Guinardo, 31 (Barcelona): 1.400 m<sup>2</sup>.
- Edificio c/ Comandante Benítez, 26 (Barcelona): 2.400 m<sup>2</sup>.
- Edificio c/ Dr. Fleming, 5 (Vilanova y la Geltrú, Barcelona): 800 m<sup>2</sup>.

## 10. ENSAYOS

### 10.1 Ensayo de identificación de los materiales

Las empresas suministradoras de los materiales o componentes han aportado, mediante certificado, los valores característicos de los mismos.

### 10.2 Ensayos de aptitud de empleo

#### 10.2.1 Ensayos de comportamiento mecánico del Sistema

En el Instituto Eduardo Torroja, se han realizado ensayos sobre cuatro viguetas reforzadas con el Sistema MECANOVIGA (Expediente nº 16.914).

#### OBJETO DE LOS ENSAYOS

Se trata de ensayar el sistema de refuerzo y reparación de forjados, simulando las condiciones reales más desfavorables en que se suelen encontrar éstos.

#### DISPOSICIÓN DE LOS ENSAYOS

Sobre muros de ladrillo de hueco doble de medio pie de espesor y 50 cm de anchura, enlucidos de yeso y con una separación entre caras externas de 4,00 m e internas de 3,75 m, se apoyaron viguetas con las características que más adelante se detallan y que constituían el elemento a reforzar.

Para simular el peso de los forjados superiores, se disponían unos perfiles metálicos sobre la cara superior de los muretes de ladrillo y enrasados con las viguetas. Dichos perfiles se anclaban al suelo por medio de cables de acero.

En los ensayos de rotura a flexión se dispusieron, para su estudio y evaluación, dos

perfiles MVH-16 de MECANOVIGA, los cuales se colocaron como refuerzo de otras dos viguetas comerciales de hormigón armado, con una resistencia del hormigón de  $250 \text{ kp/cm}^2$ , una armadura de tracción constituida por dos redondos de 6 mm de  $\varnothing$  y uno de 12 mm y como armadura de compresión un redondo de 8 mm de  $\varnothing$ . Para reducir la resistencia de estas viguetas se hicieron dos cortes en los tercios de la luz y por su cara inferior, de tal manera que los redondos de 6 mm quedaron completamente cortados y el de 12 se cortó en una profundidad de 8 mm.

Para los ensayos a cortante se dispusieron dos perfiles MVH-12 como refuerzo de dos viguetas, fabricadas en el Instituto con un hormigón, cuya resistencia era de  $99 \text{ kp/cm}^2$ , un redondo de 8 mm de  $\varnothing$  como armadura de compresión y uno de 4 mm, que se extendía a los  $2/3$  de la longitud total de la vigueta en su zona central, como armadura de tracción.

#### **DISPOSITIVO DE APLICACIÓN DE CARGAS**

Se disponía, para estos ensayos, de un equipo de aplicación de cargas compuesto por un gato de 20 Mp y un dinamómetro, dispuestos de manera que la carga máxima alcanzada fuera de 10 Mp.

La presión existente en el gato era medida por un captador de presión situado en la cabeza de éste y su lectura recogida por ordenador cada tres segundos. Asimismo se leían por medio del ordenador los flexímetros, que se disponían bajo las viguetas para medir flechas en el centro del vano ( $F_1$  y  $F_2$ ) y en la proximidad de los apoyos a 10 cm de éstos ( $F_3$  y  $F_4$ ). En el centro del vano se colocaron dos flexímetros, ya que al estar formado el elemento de refuerzo por dos perfiles, esta disposición permitía apreciar si las cargas en cada uno de ellos eran iguales o distintas.

La carga era aplicada mediante un perfil de reparto colocado bajo el gato, que descargaba en dos rodillos que se apoyaban a su vez sobre unas placas colocadas sobre la vigueta y recibidas con escayola.

Estas placas, que estaban en los puntos de carga sobre la vigueta, estaban colocadas a tercios de la luz en la vigueta ensayada a flexión y a 50 cm de los apoyos de los extremos, en la vigueta ensayada a cortante.

#### **FASES DE CARGA**

Una vez colocados todos los dispositivos de carga (placas, rodillos, gatos, perfil de reparto...) sobre una vigueta, se procedía a iniciar el proceso de carga. Tanto en los ensayos de flexión como de cortante la carga se aplicó en escalones de 200 kp hasta llegar a 600 kp. En ese momento se descargó. Una vez estabilizada la flecha se reinició el proceso de carga, igualmente en escalones de 200 kp, que continuó hasta la rotura de la vigueta.

La flecha que se da en los resultados de los ensayos, corresponde a la flecha en el momento de carga indicado menos la flecha residual, obtenida en la descarga de la primera fase del ensayo.

#### **FLEXIÓN 1 (Perfil MVH-16)**

- Flecha en 1.500 kp: 5,12 mm.
- Carga de rotura: 6.260 kp.
- Tipo de rotura: Fallo del muro en la zona de anclaje.

#### **FLEXIÓN 2 (Perfil MVH-16)**

- Flecha en 1.500 kp: 4,33 mm.
- Carga de rotura: 8.050 kp.
- Tipo de rotura: Rotura del muro de apoyo.

#### **CORTANTE 1 (Perfil MVH-16)**

- Flecha en los apoyos en 1.500 kp: 2,18 y 2,04 mm.
- Carga de rotura: 3.720 kp.
- Tipo de rotura: Fallo por momento flector de uno de los apoyos.

#### **CORTANTE 2 (Perfil MVH-16)**

- Flecha en los apoyos en 1.500 kp: 2,34 y 2,50 mm.
- Carga de rotura: 5.370 kp.
- Tipo de rotura: Fallo por momento flector de uno de los apoyos.

Se adjuntan los gráficos carga total/flecha correspondientes a los ensayos de flexión indicando las flechas en el centro del vano ( $F_1$  y  $F_2$ ), y en los apoyos ( $F_3$  y  $F_4$ ).

GRÁFICO 1. FLEXIÓN 1

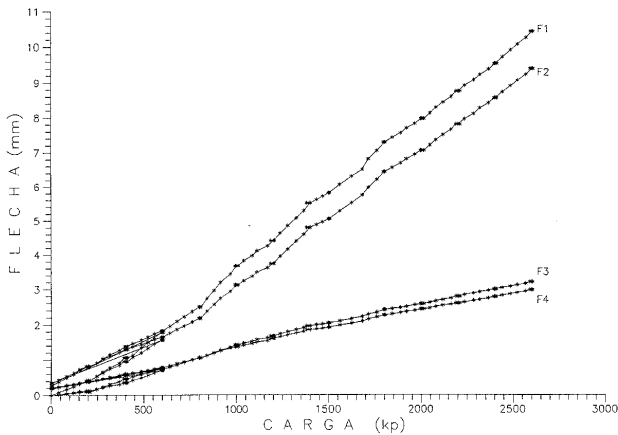
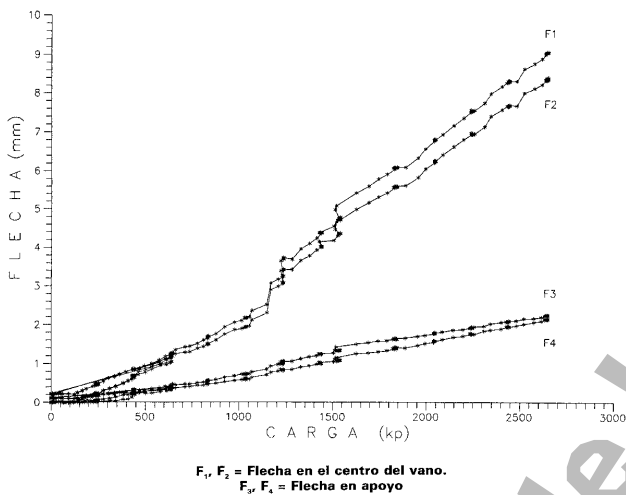


GRÁFICO 2. FLEXIÓN 2



## 11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

El Sistema, tal y como se considera en este Documento, es apto para el fin de reparación de forjados al que se destina, teniendo en consideración las matizaciones y comentarios que a continuación se exponen:

El Sistema de refuerzo MECANOVIGA, al tener los perfiles de chapa utilizados una constitución telescópica y un reducido peso, permite un fácil y cómodo transporte, manipulación y montaje del mismo.

Si bien el sistema es un sistema de reparación de forjados, no debe olvidarse que el forjado forma parte de una organización estructural más amplia, la del edificio, debiéndose comprobar la capacidad global de la misma, la adecuación del resto de elementos que deben transmitir las

cargas hasta la cimentación y la incidencia sobre los mismos del refuerzo.

El sistema supone un incremento de las cargas gravitatorias sobre los elementos estructurales verticales y en último término sobre cimentación, debiéndose comprobar, en cada caso, la capacidad de los mismos al citado incremento de cargas, así como el nivel de tensiones en el terreno.

El modelo de cálculo propuesto es coherente con el comportamiento del sistema, observado en los diferentes ensayos realizados. El modelo permite, pues, evaluar adecuadamente las deformaciones, que deberán cumplir las limitaciones establecidas por las normas que le sean de aplicación en cada caso particular.

El Sistema no proporciona la recuperación de las deformaciones existentes en el forjado a reparar. El proyectista del refuerzo deberá considerar que las deformaciones y flecha que produzcan las cargas y sobrecargas evaluadas en el cálculo del refuerzo, se sumarán a las ya existentes en el elemento a reparar. Posteriormente, en la puesta en obra, deberá tenerse especial cuidado en:

- 1º) Verificar las dimensiones de los perfiles.
- 2º) Par de apriete de los tornillos, con comprobación del par obtenido.
- 3º) La ejecución y aplicación del mortero de relleno entre el forjado existentes y el refuerzo, comprobándose que colmata uniformemente la totalidad del espacio comprendido entre ambos, ya que del mismo depende que solamente trabajen las dos vigas. En el caso de que no sea así, y la carga apoye en una más que en la otra, aumentará la deformabilidad, y disminuirán las resistencias mecánicas del Sistema.

Deberá verificarse en el cálculo, el esfuerzo de arrancamiento de los tornillos de anclaje de las cartelas de apoyo.

EL PONENTE:

Antonio Blázquez,  
Arquitecto.

## 12. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS<sup>(1)</sup>

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos, en sesión celebrada en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja el día 1 de febrero de 1996, fueron las siguientes:

De acuerdo con las Condiciones Generales establecidas, la validez de este D.I.T. está condicionada a la realización de un seguimiento anual. Este Documento deberá, por tanto, ir acompañado del certificado de seguimiento realizado por el IETcc.

Sería recomendable que, dentro del plan de mantenimiento de los edificios, se incluyera la revisión periódica de estas reparaciones a fin de valorar el comportamiento en el tiempo del Sistema.

Se recuerda la obligación de cumplimiento de la Norma básica de protección contra incendios NBE-CPI-96 y con ello la necesidad de proceder a proteger la estructura contra la acción del fuego, extendiendo esta precaución a los anclajes.

Se debe asegurar antes de la actuación con el sistema de refuerzo evaluado, que las causas que originaron la degradación de los forjados existentes (humedades, pérdidas de las instalaciones de saneamiento o abastecimiento de agua, etc.) han sido corregidas.

La evaluación realizada sobre el Sistema no ha contemplado las soluciones particulares de voladizos, brochales, etc.; las cuales deberán, en cada caso, ser analizadas, teniendo en cuenta las posibilidades del Sistema por la Dirección facultativa de la obra.

Se recomienda realizar un estudio detallado de las deformaciones, verificándose posteriormente en obra:

- 1º) Dimensiones de los perfiles.
- 2º) Par de apriete de los tornillos.
- 3º) Ejecución y aplicación del mortero de relleno lo más uniformemente posible.

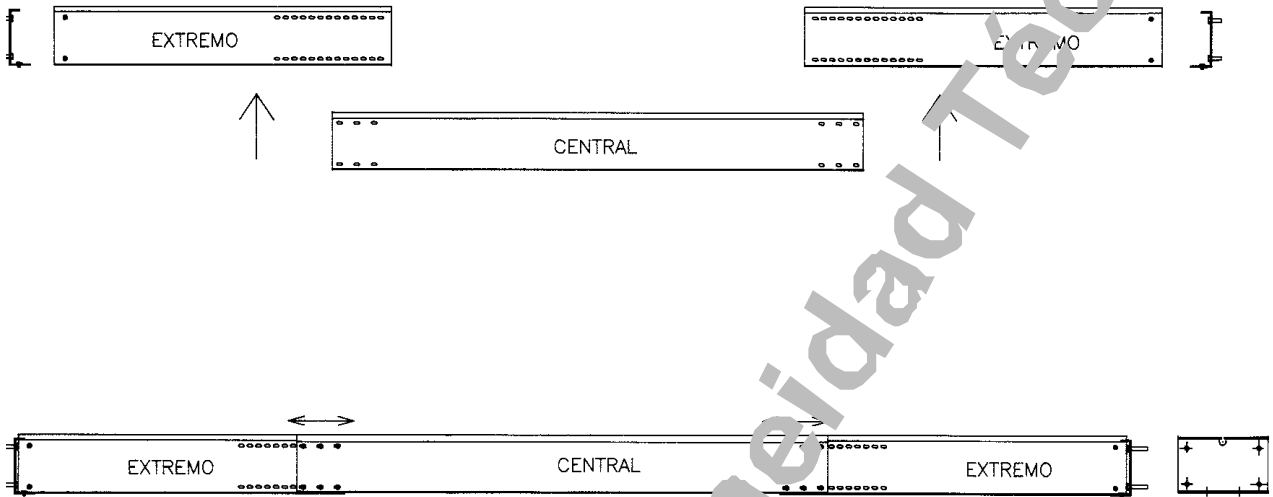
En la utilización del mortero (BETEC-305 BV-AL) se deben seguir escrupulosamente las indicaciones del fabricante, ya que el comportamiento de los mismos depende, de forma importante, de su correcta aplicación.

---

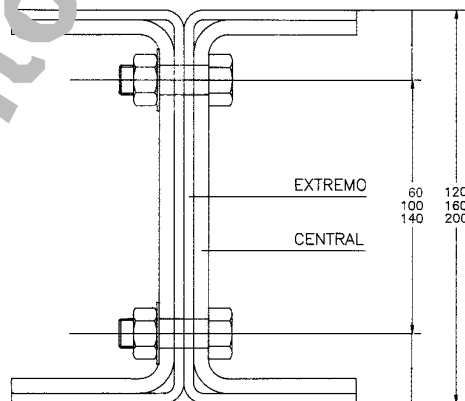
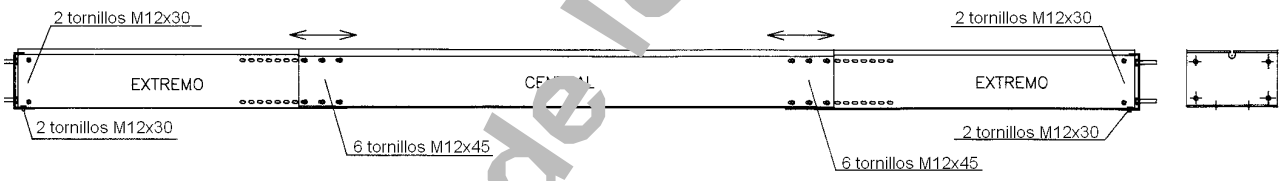
<sup>(1)</sup> La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- Dirección General para la Vivienda y Arquitectura. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.
- CEDEX.. MOPTMA.
- Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España.
- Instituto Técnico de Materiales de Construcción (INTEMAC).
- Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid.
- Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM).
- Sello de Conformidad de Viguetas CIETAN.
- Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona.
- Institut de Tecnologia de la Construcció. Generalitat de Catalunya.
- Dirección General de Arquitectura y Habitatge de la Generalitat de Catalunya.
- Ayuntamiento de Madrid.
- ADIGSA-Generalitat de Catalunya.
- Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

**FIGURA 1:**  
DESPIECE DE LA VIGA

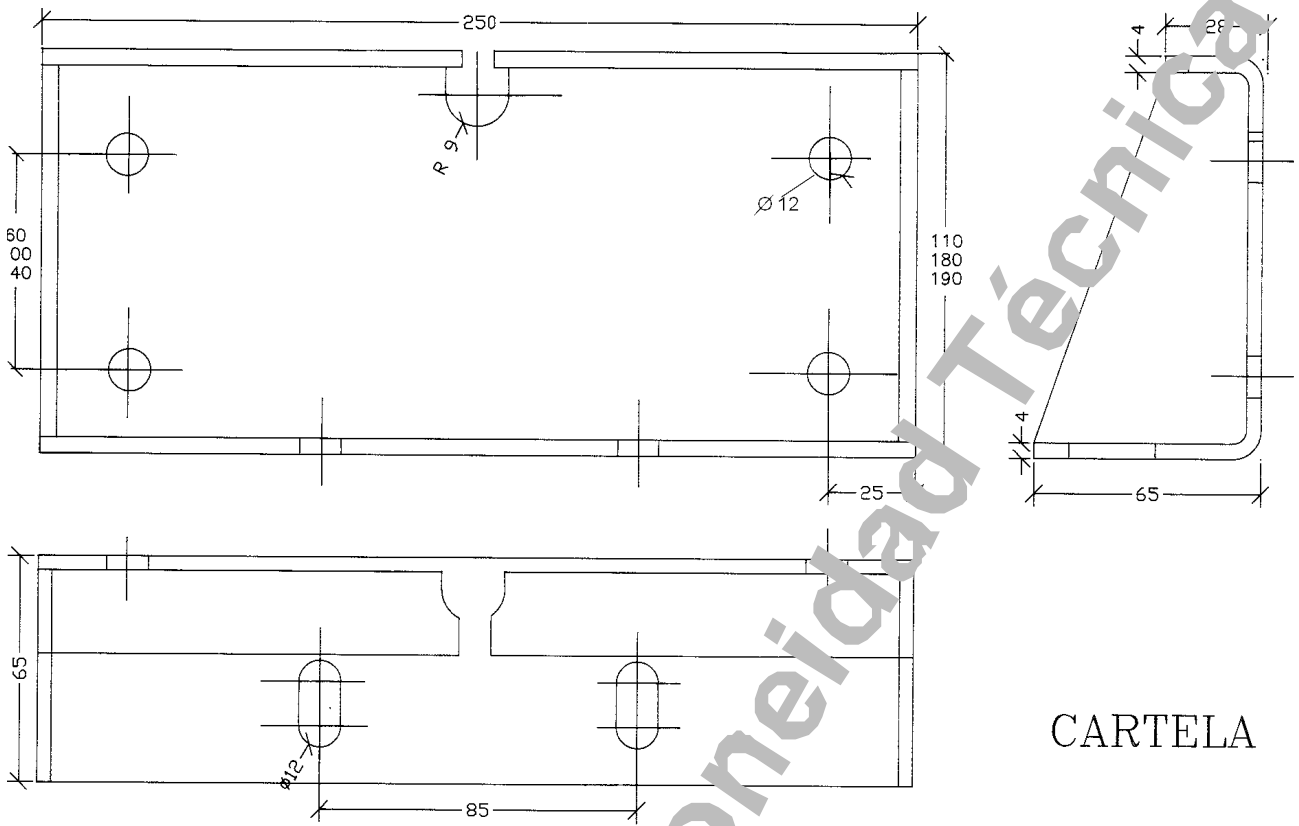


**FIGURA 2**



PERFIL MVH  
seccion en la union

FIGURA 3

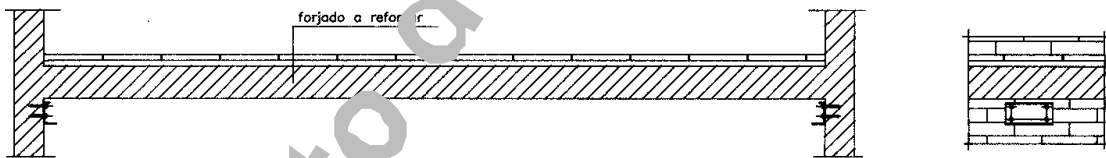


CARTELA

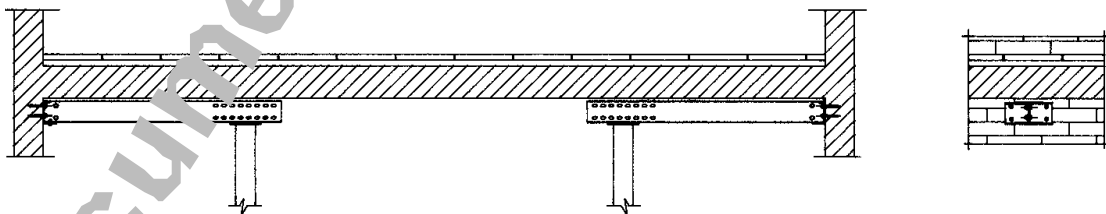
FIGURA 4

ESQUEMA DE MONTAJE DE LA VIGA

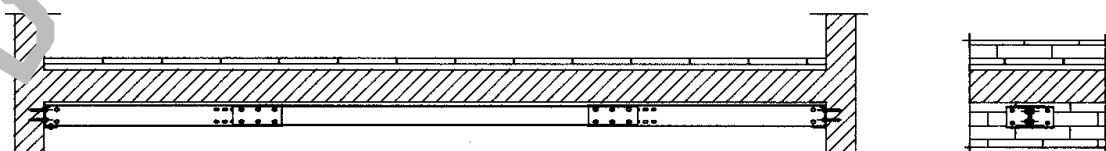
FIJACION DE LOS ANCLAJES A LA PARED MEDIANTE UN COQUIMICO



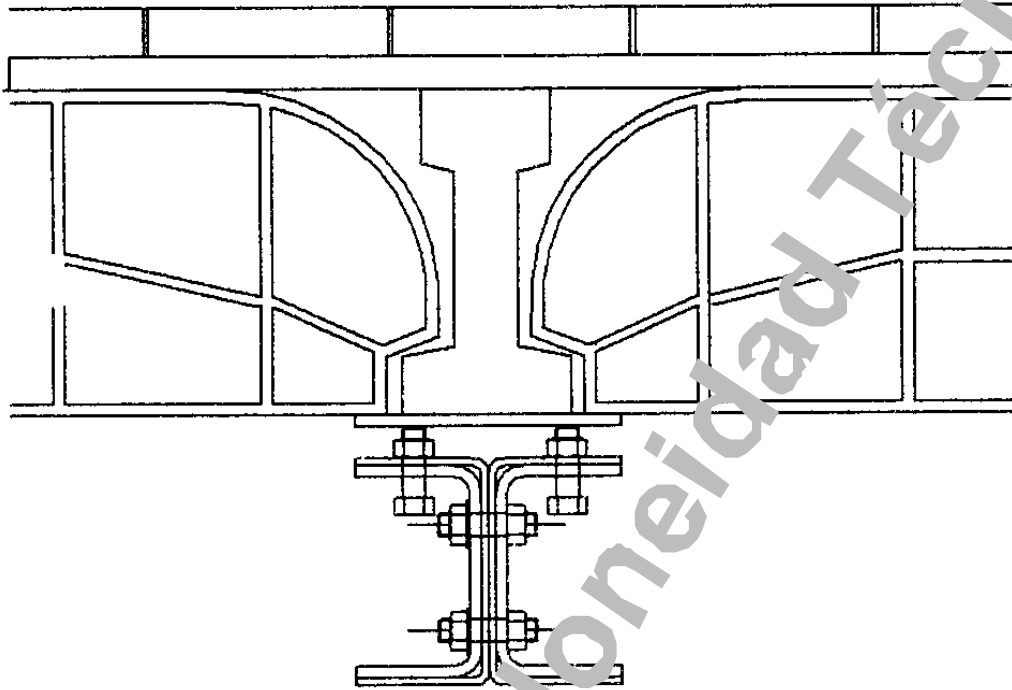
MONTAJE DE LOS PERFILES EN REMOS



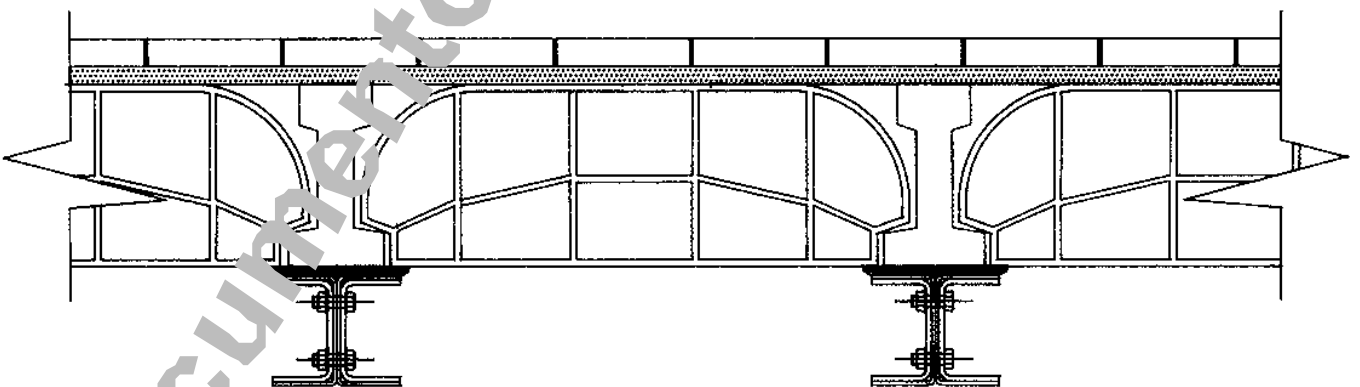
MONTAJE DE LOS PERFILES CENTRALES



**FIGURA 5**  
SISTEMA DE TENSADO.  
ESQUEMA DE PUESTA EN OBRA



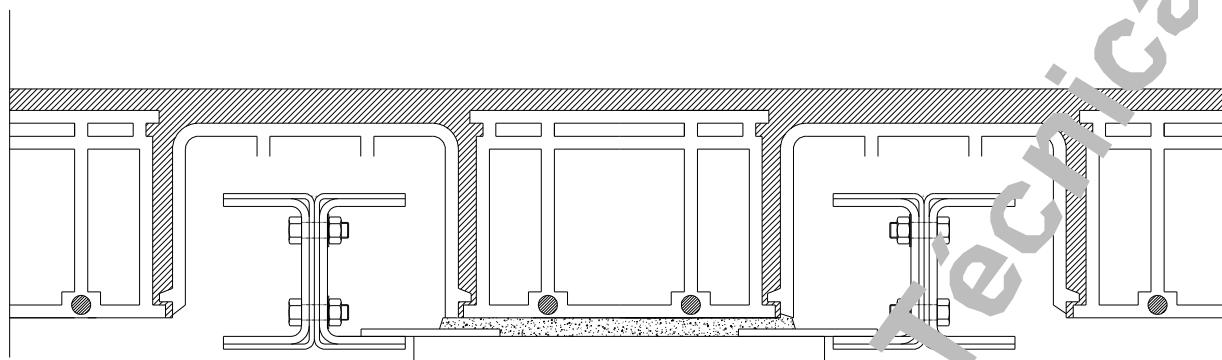
**FIGURA 6**



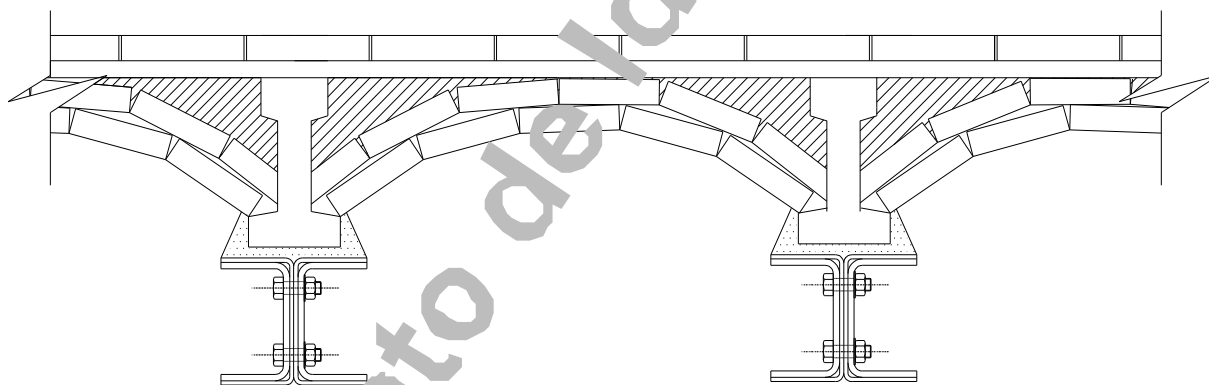
REFUERZO ESTRUCTURAL --- MECANOVIGA

En forjado de vigueta de hormigon con bovedilla  
ceramica altura normal

FIGURA 6 (Continuación)



REFUERZO ESTRUCTURAL — MECANOVIGA  
En forjado cerámico para no perder altura.



REFUERZO ESTRUCTURAL — MECANOVIGA  
Forjado con viguetas de hormigon  
y revoltón cerámico