INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA
C/ Serrano Galvache n.º 4, 28033 Madrid
Tel. (+34) 91 3020440
e-mail: dit@ietcc.csic.es
web: dit.ietcc.csic.es

DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 303p/22

Área genérica / Uso previsto:	**Sistema de reparación de forjados de viguetas**
Nombre comercial:	**MECANOVIGA PERFILES MVH Y MVV**
Beneficiario:	**MECANOVIGA, S.L.**
Sede social:	Calle Garraf, 16 Polígono Industrial Can Prunera 08759 – Vallirana. Barcelona ESPAÑA Tel. 93 633 36 50 - Fax. 93 633 40 37 www.mecanoviga.com e-mail: mecanoviga@mecanoviga.com
Validez. Desde: **Hasta:**	28 de junio de 2022 28 de junio de 2027 (Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 17 páginas

Publicación emitida por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Prohibida su reproducción sin autorización.

MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA
UNION EUROPEENNE POUR L'AGREMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION
EUROPEAN UNION OF AGREMENT
EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREMENT IN BAUWESEN

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. La responsabilidad del IETcc no alcanza a los aspectos relacionados con la Propiedad Intelectual o la Propiedad Industrial ni a los derechos de patente del producto, sistema o procedimientos de fabricación o instalación que aparecen en el DIT.

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS (en adelante DIT plus) es una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja que, basándose en el procedimiento DIT, evalúa aspectos voluntarios no cubiertos por el marcado CE.

El DIT plus se fundamenta en los principios establecidos en el Application Document desarrollado por la Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc) y puede ser aplicado a las dos especificaciones técnicas armonizadas establecidas en el Reglamento (UE) N.º 305/2011 de Productos de Construcción que sustituyó a la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.

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.

C.D.U. : 692.251
Sistemas de construcción
Systhèmes de Construction
Building System

DECISIÓN NÚM. 303p/22

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

- en virtud del Decreto n.º 3652/1963, 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 n.º 1265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando el procedimiento IETcc-0405-DP de mayo de 2005, revisado en diciembre de 2018, por el que se regula la concesión del DITplus,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- considerando la solicitud formulada por la Sociedad MECANOVIGA, S.L., para la RENOVACIÓN y PASO a DITplus del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA n.º 303R/17,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'*Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction* (UEAtc),
- 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 IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos establecida conforme al Reglamento del DIT.

DECIDE:

Renovar el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 303R/17, con el número 303p/22, al **Sistema MECANOVIGA PERFILES MVH y MVV**, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es **CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE),** siempre que se respete el contenido completo del presente Documento y en particular las siguientes condiciones:

CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el beneficiario y tal y como se describe en el presente Documento, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto técnico y llevarse a término mediante la

oportuna dirección de obra. Será el proyecto técnico el que contemple las acciones que el Sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que estas son admisibles.

En cada caso, el beneficiario de este DITplus, a la vista del proyecto técnico, proporcionará la asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición del sistema para la ejecución de la obra, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso, el beneficiario del DITplus comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DIT, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor y para la situación geográfica concreta.

Asimismo, se deberán estudiar las acciones que el Sistema, 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.

MECANOVIGA, S.L., para cada aplicación, proporcionará las características geométricas y mecánicas de los perfiles utilizados, así como asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición para su ejecución.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que realiza en la actualidad sobre las materias primas, proceso de fabricación y producto acabado conforme a las indicaciones del apartado 5 del presente Documento.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y DE PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por el beneficiario del DITplus o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por este. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el 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 y Salud en el Trabajo.

CONDICIONES DE CONCESIÓN

Debe tenerse en cuenta que el Sistema de reparación de forjados de viguetas MECANOVIGA MVH y MVV es un producto que queda cubierto por el campo de aplicación de la Norma europea Armonizada EN 1090-1:2009+A1:2011 «Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales». La entrada en vigor de la Norma establece la obligatoriedad, a todos los sistemas cubiertos por las mismas, de disponer del marcado CE.

El Sistema de reparación de forjados de viguetas MECANOVIGA MVH y MVV dispone de marcado CE en base al Certificado de control de producción en fábrica 0370-CPR-3477. Este DITplus no exime al fabricante de mantener en vigor dicho marcado CE.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 303p/22 sustituye y anula el documento n.º 303R/17 y 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 28 de junio de 2027.

Madrid, 28 de junio de 2022



Firmado por CASTILLO TALAVERA ANGEL - DNI 52507605P
Fecha: 14/07/2022 09:55:22 CEST

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Sistema de reparación de forjados unidireccionales, 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 a flexión de las viguetas del forjado que se va a reparar.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema MECANOVIGA está compuesto por un perfil resistente y dos cartelas. La viga MECANOVIGA está compuesta por varios tramos de chapa de acero S235JR cincado que se ensamblan y unen mediante tornillería de alta resistencia.

El perfil MECANOVIGA se coloca bajo la vigueta afectada, consiguiéndose la transmisión de cargas de la vigueta al perfil MECANOVIGA mediante el relleno 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.

Una vez inyectado el mortero se verificará el volumen suministrado del mismo. A efectos de cálculo no se considera la resistencia del mortero, solo se considera la sección metálica.

La transmisión de esfuerzos a las paredes, muros o jácenas donde descansa el forjado, se realiza a través de las cartelas, fijadas a las mismas mediante anclajes de tipo químico o mecánico, según el soporte. Estos apoyos reciben directamente los perfiles MECANOVIGA.

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. En caso de ser la fábrica de ladrillo hueco se macizará convenientemente la métrica de las varillas y longitudes, se determinará por cálculo en cada caso.
- Conexión a viga de hormigón armado. Ídem caso fábrica de ladrillo.
- Conexión a viga metálica. La conexión del perfil MECANOVIGA a la viga metálica se realiza mediante una pieza de apoyo en el ala superior del perfil.

La constitución telescópica del perfil MECANOVIGA permite un fácil y cómodo transporte, manipulación y montaje de la misma.

3. MATERIALES Y COMPONENTES

3.1 Perfiles y cartelas

Los perfiles longitudinales y las cartelas son de chapa de acero laminada en caliente, S235JR, destinada a ser sometida a una conformación en frío por plegado, según Norma UNE-EN 10025-1:2006[1]. Sus características mecánicas son:

- Límite elástico: 235 N/mm².
- Resistencia a la tracción: 360 ~ 510 N/mm².
- Alargamiento de rotura: ≥ 24 %.

Estos componentes con cincados según norma de recubrimiento: UNE-EN ISO 2081:2018[2] con las siguientes características:

- Recubrimiento: cinc de pureza 99,99 %.
- Tipo de deposición: electrolítica.
- Espesor: 11 ~ 15 µm.
- Acabado: bañado en solución bicromatada.

3.1.1 *Perfiles longitudinales MVH*

La viga MVH está compuesta por 6 chapas de acero dobladas y punzonadas que, una vez ensambladas, presentan el perfil tipo MVH. La viga consta de tres tramos, dos extremos y el central.

El punzonado de las piezas es a base de colisos en el alma permitiendo el ajuste de la viga a la luz entre paredes.

Véanse en la Tabla 1 las dimensiones y los valores estáticos de los perfiles MVH.

3.1.2 *Perfiles longitudinales MVV*

La viga MVV está compuesta por 3 chapas de acero dobladas y punzonadas que conforman tres tramos, dos extremos y uno central que, una vez ensambladas, presentan un perfil tipo omega.

El punzonado de las piezas es a base de colisos en las alas permitiendo un correcto ajuste de la viga a la luz entre paredes.

En la Tabla 2, se muestran los valores estáticos y dimensionales de los perfiles.MVV.

3.1.3 *Cartelas*

Las cartelas para el perfil MVH están formadas con chapas de acero plegadas, con pestaña inferior de 6 cm para soporte de la viga y pestaña superior para arriostrado. El espesor de la placa es de 6 mm.

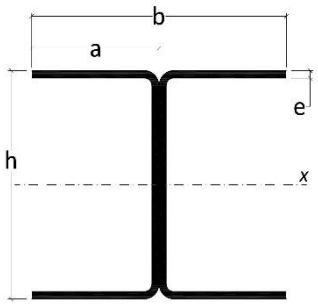
Las cartelas para el perfil MVV están formadas con chapa de acero plegada, con pestaña inferior de 8 cm, para soporte de la viga y pestaña superior para arriostrado. El espesor de la placa es variable de 4 a 6 mm en función de las longitudes de las vigas.

[1] UNE-EN 10025-1:2006. Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro.

[2] UNE-EN ISO 2081:2018. Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc con tratamientos suplementarios sobre hierro o acero.

Tabla 1. Valores Estáticos de los Perfiles MVH

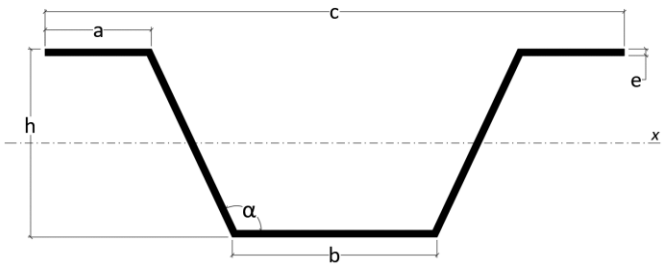
h	Altura
a	Ancho de ala
b	Base de perfil
e	Espesor
Ix	Inercia
Wx	Módulo resistente
P	Peso



PERFIL	h	a	b	EXTREMO				CENTRAL			
				e	Ix	Wx	P	e	Ix	Wx	P
	mm	mm	mm	mm	cm^4	cm^3	kg/ml	mm	cm^4	cm^3	kg/ml
MVH12a	120	70	140	4	522	87	15,7	4	445	74	15,7
MVH12	120	70	140	4	522	87	15,7	6	672	112	21,1
MVH16a	160	70	140	4	1026	122	18,2	4	934	116	18,2
MVH16	160	70	140	4	1.026	122	18,2	6	1.321	165	25,0
MVH20	200	70	140	4	1.699	163	20,8	6	2.246	221	28,8
MVH24	240	70	140	4	2.534	211	23,0	6	3.801	327	32,0
MVH28	280	80	160	4	3.590	256	26,6	6	5.386	396	38,0
MVH32	330	102	204	4	5.923	351	31,4	6	8.884	538	47,0

Tabla 2. Valores Estáticos de los Perfiles MVV

h	Altura
a	Ancho de ala
b	Base de perfil
e	Espesor
Ix	Inercia
Wx	Módulo resistente
P	Peso
α	Grados



PERFIL	h	a	b	c	α	EXTREMO				CENTRAL			
						e	Ix	Wx	P	e	Ix	Wx	P
	mm	mm	mm	mm	º	mm	cm^4	cm^3	kg/ml	mm	cm^4	cm^3	kg/ml
MVV12a	120	69	125	360	115	4	499	83	16,0	4	449	83	16,0
MVV12	120	69	125	360	115	4	499	83	15,7	6	749	122	24,0
MVV16a	160	74	154	440	115	4	1.013	124	19,8	4	1.013	126	19,8
MVV16	160	74	154	440	115	4	1.013	124	19,8	6	1.520	185	29,8
MVV18	180	71	154	368	105	4	1.157	127	19,8	6	1.736	190	29,8
MVV20	200	74	154	464	115	4	1.580	166	22,4	6	2.370	249	33,6

3.2 **Anclajes**

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.

3.3 **Mortero de retacado**

Mortero de retacado de retracción controlada y altas resistencias mecánicas. Su función es rellenar el espacio entre la viga existente y el perfil MVH, garantizando la transmisión completa de cargas. No se considera la resistencia del mortero en el modelo de cálculo.

- Mortero sin retracción: Myrsac 491.
- Resistencia a compresión: > 25 N/mm^2.
- Resistencia a flexión: > 5 N/mm^2.
- pH: 11,5 ~ 12,5.
- Cloruros y agregados metálicos: < 0,01 %.

3.4 **Mortero de relleno perfiles MVV**

Mortero de relleno entre la vigueta original y el perfil de reparación MVV, encargado de la transmisión de cargas. Se pueden emplear los siguientes morteros.

3.4.1 *Mortero autonivelante bombeable de retracción controlada*

- Mortero sin retracción: Myrsac 490.
- Resistencia a compresión: > 30 N/mm^2.
- Resistencia a flexión: > 7 N/mm^2.
- Cloruros y agregados metálicos: < 0,01 %.

3.4.2 *Mortero celular*

En algunos casos es necesario un mortero más ligero para que el incremento de cargas que supone incorporar el sistema de reparación no sea demasiado elevado atendiendo a diversos aspectos (cargas sobre el forjado, modelo estructural, número de viguetas, espacio a rellenar entre vigueta original y perfil de reparación, etc.).

En estos casos se emplea un mortero celular bombeable realizado con cemento (CEM II/B-L 32,5) y un aditivo espumante Horcel 30 (Asfaltos Chova S.A.), con la siguiente dosificación:

- 25 kg de cemento Portland.
- 250 mL de aditivo espumante HORCEL.
- 15 L de agua.
- Tiempo de amasado: 3 minutos.
- Tiempo de curado: 7 días.

3.5 **Tornillería de alta resistencia**

Los tornillos utilizados cumplirán las especificaciones dimensionales que recogen las Normas DIN 931, DIN 934 y DIN 933. Asimismo, cumplirán las exigencias metalúrgicas de la Norma DIN ISO 898 y DIN 125.

Los tornillos a utilizar serán de métrica M-12 o M-16 según el perfil que se utilice: M-12 para los perfiles de menor canto (MVH12, MVH16 y MVH20) y M-16 para los perfiles de mayor canto (MVH24, MVH28 y MVH32).

La tornillería será de alta resistencia, clase 8’8, con las siguientes características:

- Límite elástico convencional: 64 kg/mm^2
- Resistencia a la tracción: 80 ~ 100 kg/mm^2
- Alargamiento a la rotura: mín. 12 %
- Diámetro nominal: 12 mm y 16 mm
- Par de apriete M-12: 84 Nm
- Par de apriete M-16: 212 Nm

4. FABRICACIÓN

Todos los perfiles metálicos y cartelas utilizados por el Sistema, son fabricados por MECANOVIGA S.L. en su factoría sita en Vallirana (Barcelona).

En función de las dimensiones, la chapa la suministra el proveedor ya cortada o se corta en fábrica. Los procesos de corte, punzonado y plegado de chapa son realizados mediante maquinaria de control numérico.

Una vez conformados los perfiles se envían a otra empresa para que reciban el tratamiento de cincado.

Una vez los perfiles están de nuevo en la fábrica, se almacenan ordenados por tamaños para posteriormente preparar la expedición de los pedidos con los demás componentes del sistema.

5. CONTROL DE CALIDAD

El control de producción en fábrica se lleva a cabo según la Norma UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012[3]. de acuerdo al Certificado de Conformidad de Control de Producción en fábrica 0370-CPR-3477.

5.1 **Control de recepción de materias primas y componentes**

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

[3] UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 1: Requisitos para la evaluación de la conformidad de los componentes estructurales.

Morteros de relleno Myrsac 490 y Myrsac 491: Declaración de Prestaciones del fabricante del mortero y Marcado CE.

Mortero celular:

- Declaración de Prestaciones del fabricante del cemento Portland y Marcado CE.
- Certificado emitido por la empresa suministradora del aditivo espumante garantizando las características del producto.

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. Declaración de prestaciones del fabricante de los anclajes químicos y Marcado CE.

Perfiles y apoyos: Certificado emitido por MECANOVIGA S.L. garantizando las características geométricas de las piezas, y sus tolerancias dimensionales.

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.

5.2 Control de fabricación y producto terminado

El fabricante realiza un control continuo del corte, punzonado y plegado de perfiles y cartelas que queda registrado en una ficha fechada y firmada. Este control consiste en una comprobación de las características geométricas y tolerancias dimensionales.

Una vez recibidas las piezas cincadas, se solicita el certificado del proveedor con la descripción del recubrimiento aplicado y el control de espesores y se comprueba visualmente que las piezas no han sufrido daños durante el transporte antes de almacenarlas.

Al preparar los pedidos con todos los componentes del sistema para su expedición se realiza una última comprobación visual de los perfiles y cartelas, se comprueba cada componente del pedido (etiquetado, estado, fecha de caducidad, etc.), y se acompaña de un albarán y un certificado de calidad emitido por MECANOVIGA, S.L.

5.3 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. ETIQUETADO, EMBALAJE, TRANSPORTE, RECEPCIÓN EN OBRA, ACOPIO Y MANIPULACIÓN

6.1 Etiquetado y embalaje

Las piezas que componen el sistema se clasifican en el almacén por tipo y dimensiones. Para la identificación de las mismas en obra se entrega un albarán con planos de despiece de los perfiles.

6.2 Transporte

El transporte se realizará en condiciones tales que las piezas no puedan sufrir deformaciones y el cincado 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.

6.3 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 los morteros, cementos y aditivos, deberán conservarse cerrados. Su almacenamiento no excederá de 6 meses, y se conservarán en lugar seco y a una temperatura que respete los márgenes recomendados por el fabricante de cada uno de los componentes.

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 tramos extremos del perfil.
- Montaje de los tramos centrales del perfil.
- Entrada en carga del perfil MECANOVIGA mediante el sistema de tensado
- Preparación del mortero.

- Relleno de mortero entre el perfil y la vigueta deteriorada.

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.

Los perfiles MECANOVIGA, se supondrán biapoyados 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

Según indica el beneficiario del DIT, la fabricación e instalación del sistema MECANOVIGA PERFILES MVH Y MVV se viene realizando desde el año 1992 y hasta la fecha, la superficie total ejecutada asciende aproximadamente a 760 000 m^2.

El fabricante aporta como referencia las siguientes obras:

- Urb. La jirafa Playa San Juan Alicante. 880 m. 2012.
- Edificio Cardenal Benlloc Valencia. 1100 m. 2012.
- Colegio Sant Andreu, Badalona 650 m. 2013-2016.
- Edificio Miami Playa Tarragona 750 m. 2014.
- Edificio calle Lucà Barcelona. 3400 m. 2015.
- Colegio Calahorra La Rioja. 2760 m. 2016-2020.
- Hotel en Playa de Muro Mallorca. 4200 m. 2017.
- Parking Roger de Lluria Barcelona. 1200 m. 2018.
- Edificio correos Baracaldo. 610 m. 2019.
- Edificios Barrio Juan XXIII Alicante. 4600 m. 2019.
- Universidad de Sevilla 400 m. 2020.
- Parking Mercado Majadahonda. 800 m. 2021.

El IETcc ha realizado diversas visitas a algunas de las obras, así como una encuesta a los usuarios, todo ello con resultados satisfactorios.

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 MVH*

En el Instituto Eduardo Torroja, se han realizado ensayos sobre cuatro viguetas reforzadas con el Sistema MECANOVIGA MVH (Expediente n.º 16 914).

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

Sobre muros de ladrillo hueco doble de medio pie de espesor y 50 cm de anchura con una separación entre caras 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.

Para los ensayos de flexión se dispusieron dos perfiles MVH-12 de MECANOVIGA, los cuales se colocaron como refuerzo de otras dos viguetas comerciales de hormigón armado, con una resistencia del hormigón de 25 N/mm^2, una armadura de tracción constituida por dos redondos de 6 mm de Ø y uno de 12 mm y como armadura de compresión un redondo de 8 mm de Ø. 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 9,71 MPa, un redondo de 8 mm de Ø 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.

Se disponía de un equipo de aplicación de cargas compuesto por un gato y un dinamómetro.

Se dispusieron flexímetros bajo las viguetas para medir flechas en el centro del vano (F1 y F2) y en la proximidad de los apoyos a 10 cm de estos (F3 y F4).

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.

Tanto en los ensayos de flexión como de cortante la carga se aplicó en escalones de 2 kN hasta llegar a 6 kN. En ese momento se descargó. Una vez estabilizada la flecha se reinició el proceso de carga, igualmente en escalones de 2 kN, que continuó hasta la rotura de la vigueta.

Resultados de los ensayos

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- 12)

- Flecha en 15 kN: 5,12 mm.
- Carga de rotura: 61,39 kN.
- Tipo de rotura: Fallo del muro en la zona de anclaje.

FLEXIÓN 2 (Perfil MVH-12)

- Flecha en 15 kN: 4,33 mm.
- Carga de rotura: 78,94 kN.
- Tipo de rotura: Rotura del muro de apoyo.

CORTANTE 1 (Perfil MVH-12)

- Flecha en los apoyos en 15 kN: 2,18 y 2,04 mm.
- Carga de rotura: 36,48 kN.
- Tipo de rotura: Fallo por momento flector de uno de los apoyos.

CORTANTE 2 (Perfil MVH-12)

- Flecha en los apoyos en 15 kN: 2,34 y 2,50 mm.
- Carga de rotura: 52,66 kN.
- Tipo de rotura: Fallo por momento flector de uno de los apoyos.

10.2.2 *Ensayos de comportamiento mecánico del Sistema MVV*

En el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, se han realizado ensayos sobre cuatro viguetas reforzadas con el Sistema MECANOVIGA MVV (Expediente n.º 16 914-1).

La composición y disposición de los muros de apoyo y simulación del peso de los forjados superiores se realiza de manera idéntica que para el ensayo descrito en §10.2.1.

Para estos ensayos se utilizaron semiviguetas pretensadas de 20 cm de canto, 11 de ancho en la base y 6 en el alma, armadas con cuatro redondos de 5 mm de diámetro.

Una vez colocadas las viguetas sobre los muros y antes de colocar el refuerzo, se cortaron estas en su zona central y desde la cara inferior hasta una profundidad de unos 6 cm, quedando cortados los cuatro redondos.

Una de las vigas así cortadas se ensayó sin reforzar, obteniéndose que para una carga total aplicada de 5 kN aumentaba la deformación sin aumento de la carga, produciéndose la rotura posterior con dicha carga.

Bajo cuatro viguetas como las descritas, se dispusieron perfiles de refuerzo MECANOVIGA MVV, de 12 cm de canto. Para fijar los apoyos se utilizaron cuatro anclajes de tipo químico por cada uno de ellos.

Se disponía de un equipo de aplicación de cargas compuesto por un gato y un dinamómetro.

Los puntos de carga sobre la vigueta, estaban colocadas a tercios de la luz en las viguetas ensayadas a flexión y a 50 cm de los apoyos en las viguetas ensayadas a cortante.

Tanto en los ensayos de flexión como de cortante la carga se aplicó en escalones de 2 kN hasta llegar a 6 kN. En ese momento se descargó.

Una vez estabilizada la flecha se reinició el proceso de carga igualmente en escalones de 2 kN que continuó hasta la rotura del sistema ensayado.

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.

El valor de la carga de 15 kN para el que se da la flecha, correspondería a la carga total sin mayorar que actúa sobre una banda de forjado de 0,70 m, con una luz de vano de 3,75 m y una carga uniformemente repartida de 5,60 kN/m² (peso propio más sobrecargas).

A continuación, se extractan los valores más significativos de los ensayos realizados.

FLEXIÓN 1 (Perfil MVV- 12)

- Flecha en 15 kN: 2,49 mm.
- Carga de rotura: 62,08 kN.
- Tipo de rotura: Fallo del muro de apoyo.

FLEXIÓN 2 (Perfil MVV- 12)

- Flecha en 15 kN: 2,16 mm.
- Carga de rotura: 70,80 kN.
- Tipo de rotura: Fallo del muro de apoyo.

CORTANTE 1 (Perfil MVV- 12)

- Flecha en los apoyos en 15 kN: 0,31 y 0,32 mm.
- Carga de rotura: 85,81 kN.
- Tipo de rotura: No se produjo.

CORTANTE 2 (Perfil MVV- 12)

- Flecha en los apoyos en 15 kN: 0,26 y 0,27 mm.
- Carga de rotura: 78,45 kN.
- Tipo de rotura: No se produjo.

En ninguno de los cuatro ensayos se observó, en el momento de la rotura, efecto local (abollamiento, aplastamiento de ala, etc.) ni en los perfiles, ni en las conexiones entre los mismos. Los apoyos no mostraban deformaciones apreciables.

10.2.3 *Ensayos de comportamiento mecánico del Sistema MVV en forjados de viguetas de madera.*

En el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, se han realizado ensayos sobre dos viguetas reforzadas con el Sistema MECANOVIGA MVV (Expediente n.º 20 033-I).

Se trata de ensayar el sistema MECANOVIGA simulando la reparación de un forjado de viguetas de madera en mal estado.

En el laboratorio se construyeron dos bandas de forjado, constituidos, por una viga de madera de 19 cm de canto con cortes de 14 cm de profundidad cada 45 cm para simular una vigueta que ha perdido gran parte de su capacidad portante a flexión, más tablero de rasilla machihembrada y, sobre este, capa de compresión de hormigón de 3 cm de espesor, 60 cm de ancho y 4,0 m de largo.

Se ensayaron los dos forjados a flexión. La luz del ensayo es de 400 cm, entre caras interiores de los muretes de apoyo. La carga se aplica a tercios de la luz. En el punto medio de la luz de la viga se colocó un captador de desplazamiento que medía la flecha de forma continua durante todo el ensayo.

Resultados de los ensayos

FLEXIÓN 1 (Perfil MVV- 12)

- Flecha máxima: 61,45 mm
- Carga de rotura: 49,32 kN
- Tipo de rotura: Rotura por flexión

FLEXIÓN 2 (Perfil MVV- 12)

- Flecha máxima: 45,90 mm
- Carga de rotura: 46,07 kN
- Tipo de rotura: Rotura por flexión

10.2.4 *Ensayos de comportamiento mecánico del Sistema MVV en forjados de viguetas de madera, utilizando mortero aligerado*

Se trata de ensayar el sistema MECANOVIGA simulando la reparación de un forjado de viguetas de madera en mal estado, utilizando un mortero de retacado aligerado con la siguiente dosificación: 1 saco de 25 kg de cemento Portland CEM II/B-L 32,5, 15 litros de agua y 250 mL de aditivo espumante HORCEL.

La disposición del ensayo (Informe de ensayo N.º 22 077-I) es igual a la del ensayo descrito en §10.2.3, excepto por el tipo de mortero de retacado empleado.

En el laboratorio se construyeron dos bandas de forjado, constituidos, por una viga de madera de 19 cm de canto con cortes de 14 cm de profundidad cada 45 cm para simular una vigueta que ha perdido gran parte de su capacidad portante a flexión, más tablero de rasilla machihembrada y, sobre este, capa de compresión de hormigón de 3 cm de espesor, 60 cm de ancho y 4,0 m de largo.

Se ensayaron los dos forjados a flexión. La carga se aplica a tercios de la luz. En el punto medio de la luz de la viga se colocó un captador de desplazamiento que medía la flecha de forma continua durante todo el ensayo.

Resultados de los ensayos

FLEXIÓN 1 (Perfil MVV- 12)

- Flecha máxima: 77,15 mm
- Carga de rotura: 35,15 kN
- Tipo de rotura: Rotura por flexión

FLEXIÓN 2 (Perfil MVV- 12)

- Flecha máxima: 74,10 mm
- Carga de rotura: 37,94 kN
- Tipo de rotura: Rotura por flexión

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 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 trasmitir las cargas hasta la cimentación y la incidencia del sistema sobre los mismos.

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, suponiendo los perfiles MECANOVIGA biapoyados, considerando los tres tramos unidos rígidamente entre sí, sin tener en consideración la posible aportación resistente de las viguetas existentes del forjado y verificando en el estudio de la cartela los esfuerzos de arrancamiento y corte de los tornillos de anclaje, es coherente con el comportamiento del Sistema, observado en los diferentes ensayos realizados.

El modelo permite evaluar adecuadamente las deformaciones, y estas 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 deberá considerar que las deformaciones y flecha que produzcan las cargas y sobrecargas del sistema, se sumarán a las ya existentes en el elemento a reparar.

En el caso de que el forjado sea de bovedillas, para la aplicación del tipo de perfiles MVV, se ha de

garantizar que la losa de compresión de hormigón transmita las cargas a las viguetas adyacentes. En caso de duda, es necesario utilizar otros perfiles que no afecten a las bovedillas.

Deberá verificarse en el cálculo, el esfuerzo de arrancamiento de los tornillos de anclaje de las cartelas de apoyo, recabando información sobre la capacidad resistente de los materiales existentes a los que se conectarán las cartelas de apoyo.

11.1 **Cumplimiento de la reglamentación nacional**

11.1.1 *DB – SE Seguridad Estructural*

La presente evaluación técnica y los ensayos realizados, han permitido comprobar que el modelo de cálculo propuesto es coherente con el comportamiento del Sistema, según se describen en el punto 8.

El proyecto técnico deberá contar con su correspondiente anejo de cálculo de estructuras, donde se especifiquen los criterios de cálculo adoptados, que deberán ser conformes a lo establecido en el presente documento y justificar el cumplimiento de los requisitos básicos de resistencia y estabilidad (SE 1) y de aptitud al servicio (SE 2) del CTE.

El Sistema supone un cierto incremento de las cargas verticales sobre los elementos estructurales verticales y en último término sobre la cimentación. Por ello, se deberá comprobar en cada caso, la capacidad de los mismos al citado incremento de cargas, así como el nivel de tensiones en el terreno.

11.1.2 *DB – SI Seguridad en caso de Incendio*

Los elementos del sistema, incluyendo los anclajes, deberán quedar convenientemente protegidos frente a la acción del fuego, de manera que se cumpla la exigencia básica de Resistencia al fuego de la estructura (SI 6) en función de las características concretas del edificio, según se recoge en al CTE-DB-SI.

11.1.3 *DB – SUA Seguridad de utilización y accesibilidad*

No procede.

11.1.4 *DB – HS Salubridad*

Los componentes del sistema, según declara el fabricante del mismo, no contienen ni liberan sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación nacional y europea.

11.1.5 *DB – HE Ahorro de energía*

No procede

11.1.6 *DB – HR Protección frente al ruido*

No procede

11.2 **Utilización del producto. Puesta en obra y limitaciones de uso**

11.2.1 *Puesta en obra*

En la puesta en obra deberá tenerse especial cuidado en:

- Verificar las dimensiones de los perfiles.
- La ejecución de los anclajes, teniendo en cuenta la resistencia del soporte, su geometría y composición (armaduras, etc).
- Par de apriete de los tornillos, con comprobación del par obtenido.
- La elaboración del mortero respetando las dosificaciones y tiempos de amasado, garantizando una resistencia a compresión adecuada para la trasmisión completa de cargas
- La aplicación del mortero de relleno entre el forjado existente y el perfil MECANOVIGA, comprobándose que colmata uniformemente la totalidad del espacio comprendido entre ambos, ya que del mismo depende que el perfil entre en carga.

11.2.2 *Limitaciones de uso*

La presente evaluación técnica cubre únicamente las aplicaciones del sistema recogidas en este documento.

11.3 **Gestión de residuos**

Se seguirán las especificaciones del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, así como las reglamentaciones autonómicas que sean de aplicación. Para ello, MECANOVIGA, S.L. o el instalador reconocido se adherirá al Plan de Gestión de Residuos del contratista principal.

11.4 **Condiciones de seguimiento**

El marcado CE para las estructuras de acero y aluminio requiere un sistema de Evaluación y Verificación de la Constancia de las Prestaciones 2+.

Para la concesión y validez del presente DITplus el fabricante deberá mantener en vigor el marcado CE del producto y someterse a supervisiones del control de producción, con un mínimo de visitas anuales a realizar por el IETcc o Laboratorio reconocido por este.

12. CONCLUSIONES

Considerando:

- que en el proceso de fabricación se realiza un control de calidad que comprende un sistema de autocontrol por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y producto final;
- que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica;
- los resultados obtenidos en los ensayos y las visitas a obras realizadas;

se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos de este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.

13. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS[4]

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos[5], en las diversas sesiones fueron las siguientes:

- De acuerdo con las Condiciones Generales establecidas, la validez de este DIT 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 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 las dimensiones de los perfiles, el par de apriete de los tornillos y el volumen, ejecución y aplicación del mortero de relleno lo más uniformemente posible.
- En la utilización del mortero se deben seguir escrupulosamente las indicaciones del fabricante, ya que el comportamiento de los mismos depende, de forma importante, de su correcta aplicación.
- Se recomienda una distancia entre vigueta y perfil superior a 2 cm, para conseguir una distribución uniforme de la carga.
- Se insiste en la importancia de recabar información sobre la tipología del soporte y las características de los materiales existentes a los que se conectarán las cartelas de apoyo. También deberá disponerse de información sobre la geometría en los apoyos ya que las distancias a borde y entre pernos pueden limitar la capacidad resistente de las placas de anclaje.
- En la ejecución de los anclajes en elementos de hormigón armado se deberá prestar especial atención a que los taladros no dañen las armaduras existentes.
- Se subraya la importancia de proteger convenientemente los elementos del sistema frente al fuego, prestando atención a la temperatura de transición vítrea los anclajes químicos empleados para fijar las cartelas de apoyo.
- Se recomienda que una copia del presente DIT se incorpore al Libro del Edificio o documento equivalente.

[4] La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir - para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
b) Derechos de comercialización del producto o sistema.
c) Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

[5] La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- Instituto Técnico de Materiales de Construcción (INTEMAC).
- Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- FCC.
- FERROVIAL.
- ACCIONA.
- ASECE.
- AENOR.
- CPV.
- DRAGADOS.
- EUROCONSULT.
- SGS.
- Gravity Engineering.
- M.º de Defensa - Unidad de Obras, Instalaciones y Mantenimiento (MINISDEF – UOIM)
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

14. INFORMACIÓN GRÁFICA

NOTA: Los detalles constructivos recogidos en las figuras que siguen son soluciones técnicas simplificadas.

Figura 1. Esquema de montaje de viga MVH

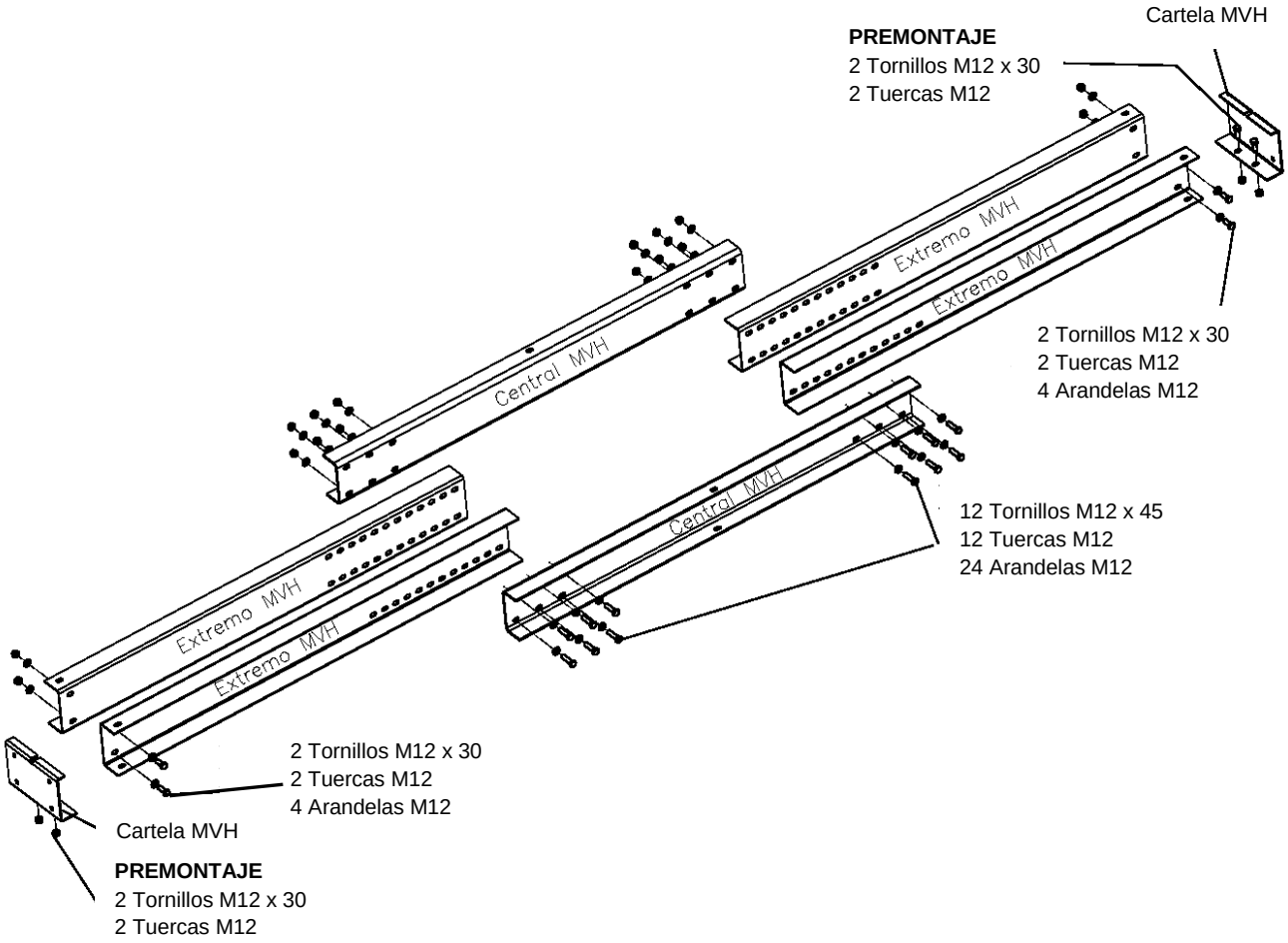


Figura 2. Esquema de montaje de viga tipo MVV

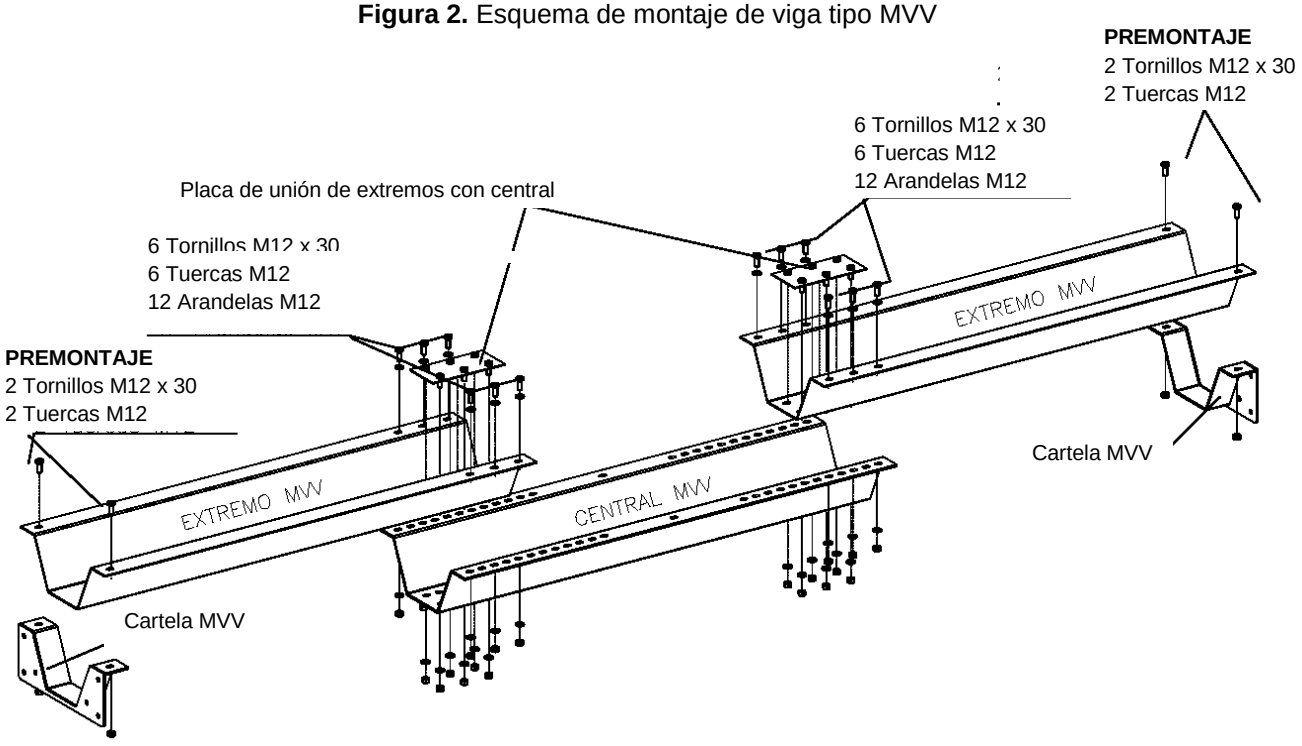


Figura 3. Cartela MVH12, MVH16, MVH20

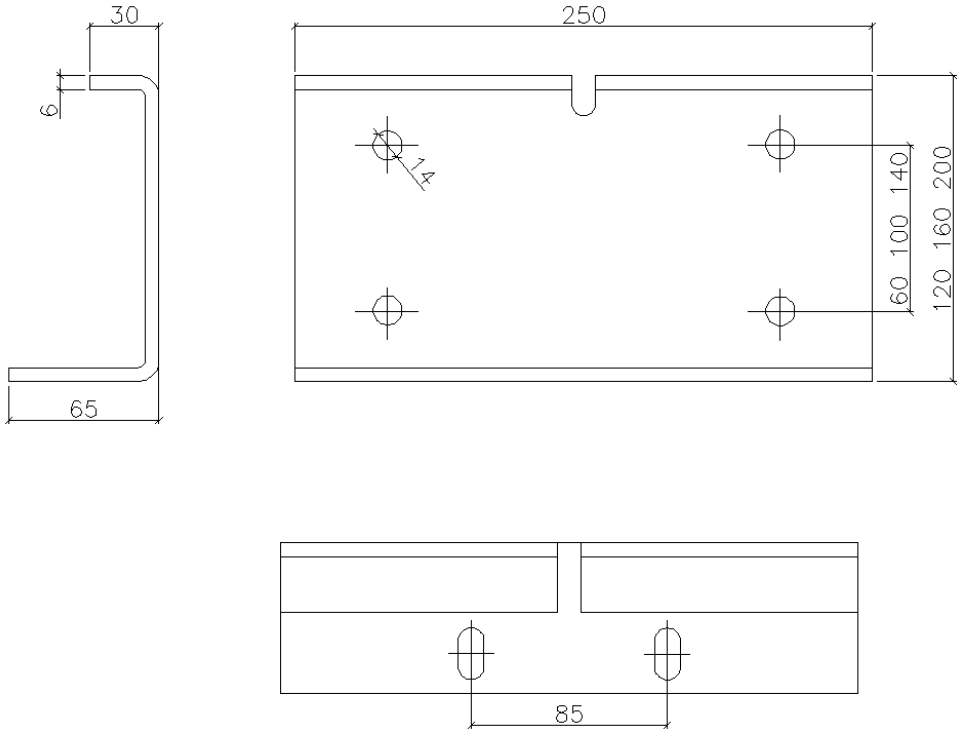


Figura 4. Cartela MVV12, MVV16, MVV20

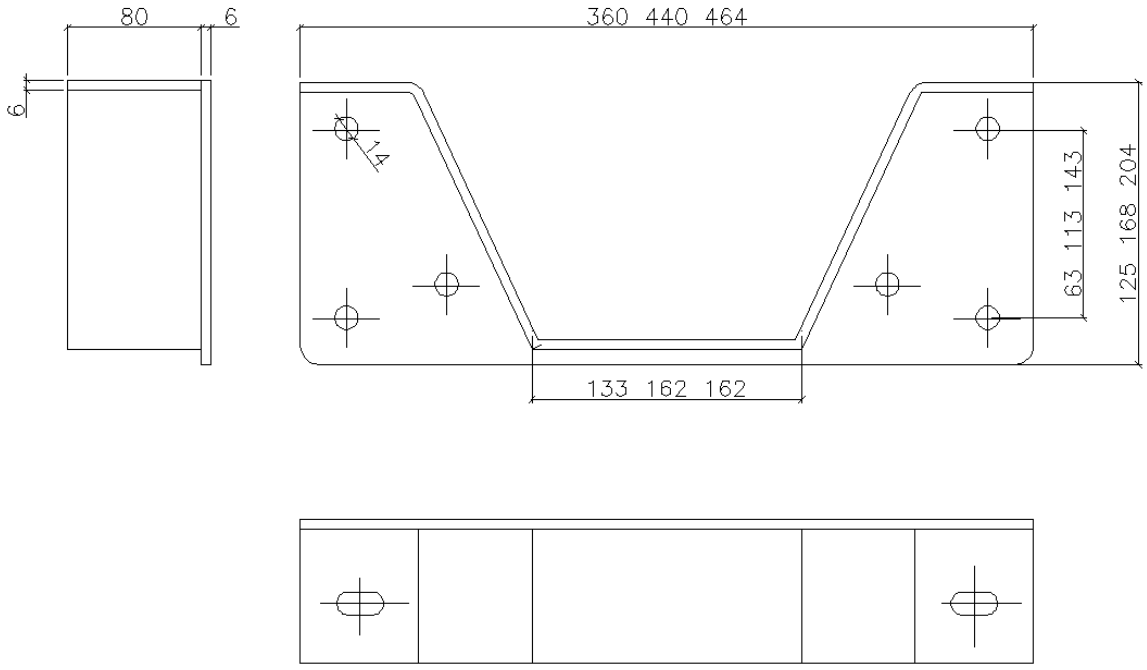
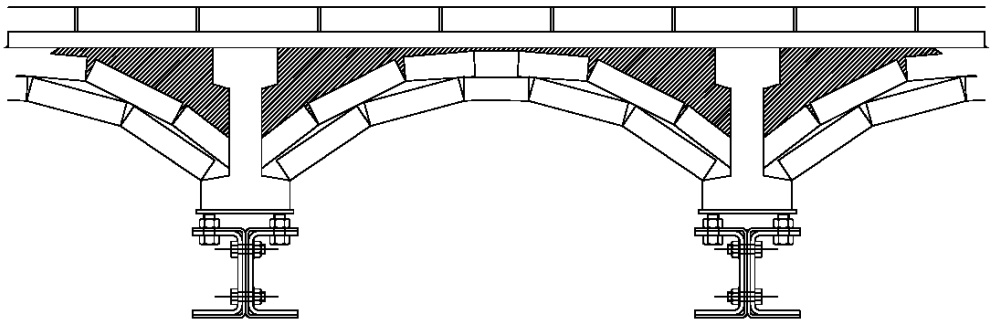
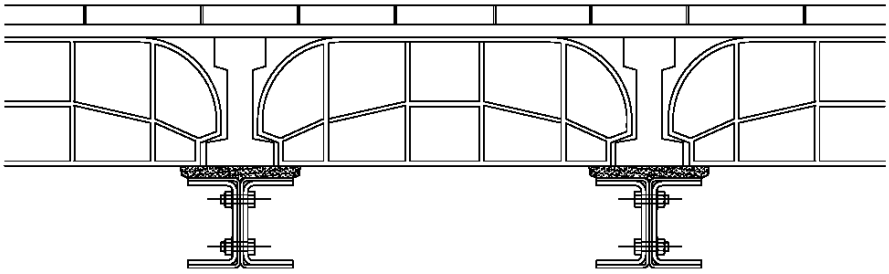


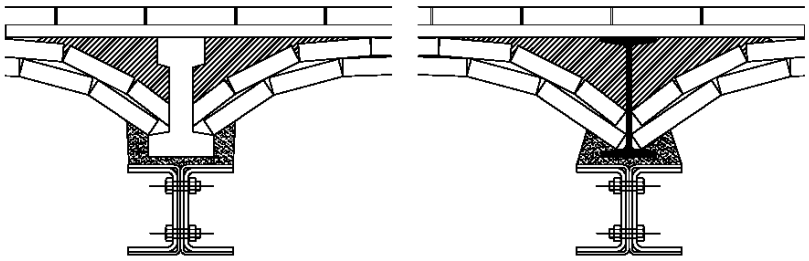
Figura 5. Soluciones sistema MVH



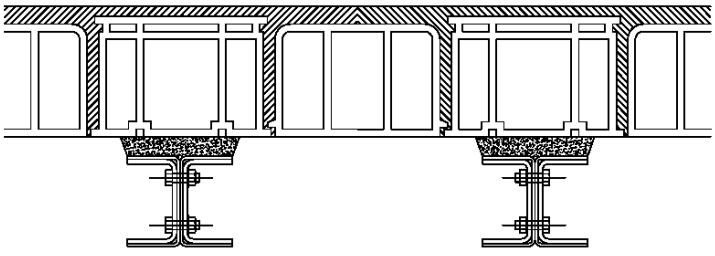
TENSADO



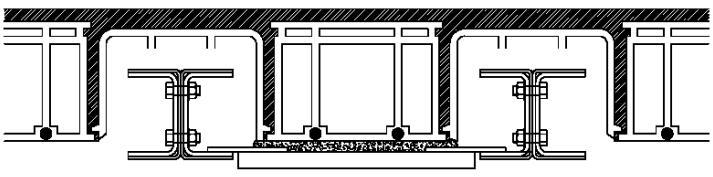
FORJADO CON BOVEDILLA Y VIGUETAS DE HORMIGÓN



FORJADO CON REVOLTÓN CERÁMICO Y VIGUETAS DE HORMIGÓN / METÁLICAS

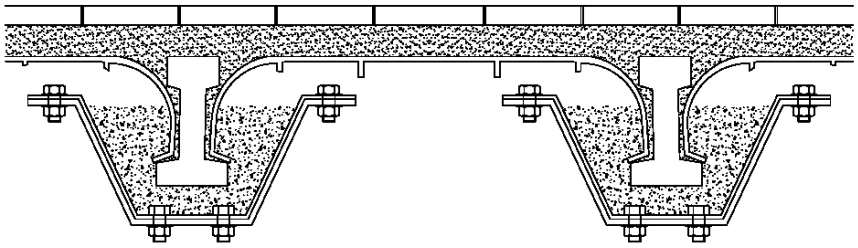


FORJADO CERÁMICO

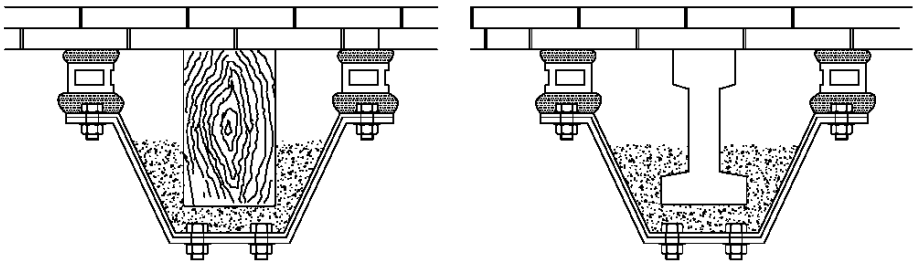


FORJADO CERÁMICO SOLUCIÓN MVH CON TRAVESAÑOS

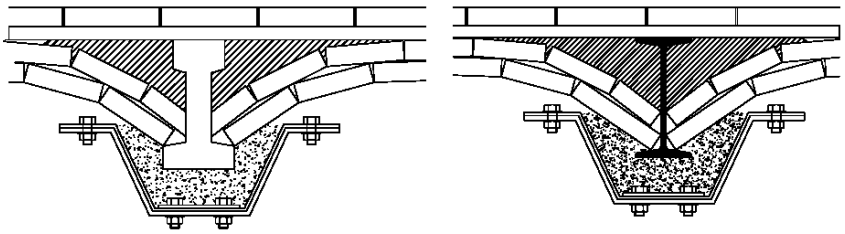
Figura 6. Soluciones sistema MVV



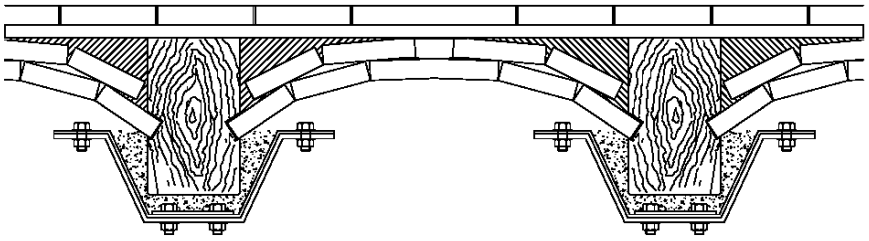
FORJADO CON BOVEDILLA Y VIGUETAS DE HORMIGÓN



FORJADO CON TABLERO CERÁMICO Y VIGAS DE MADERA / HORMIGÓN

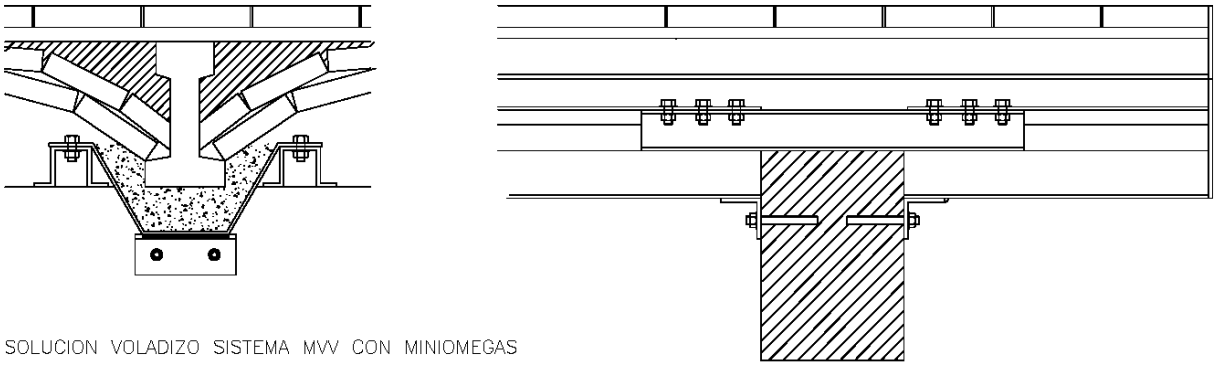


FORJADO CON REVOLTÓN CERÁMICO Y VIGUETAS DE HORMIGÓN / METÁLICAS

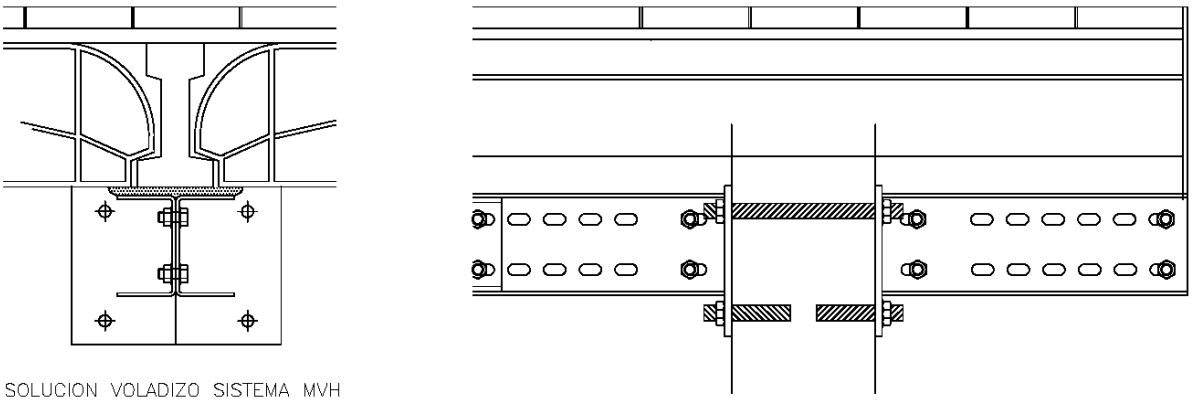


FORJADO CON REVOLTÓN CERÁMICO Y VIGUETAS DE MADERA

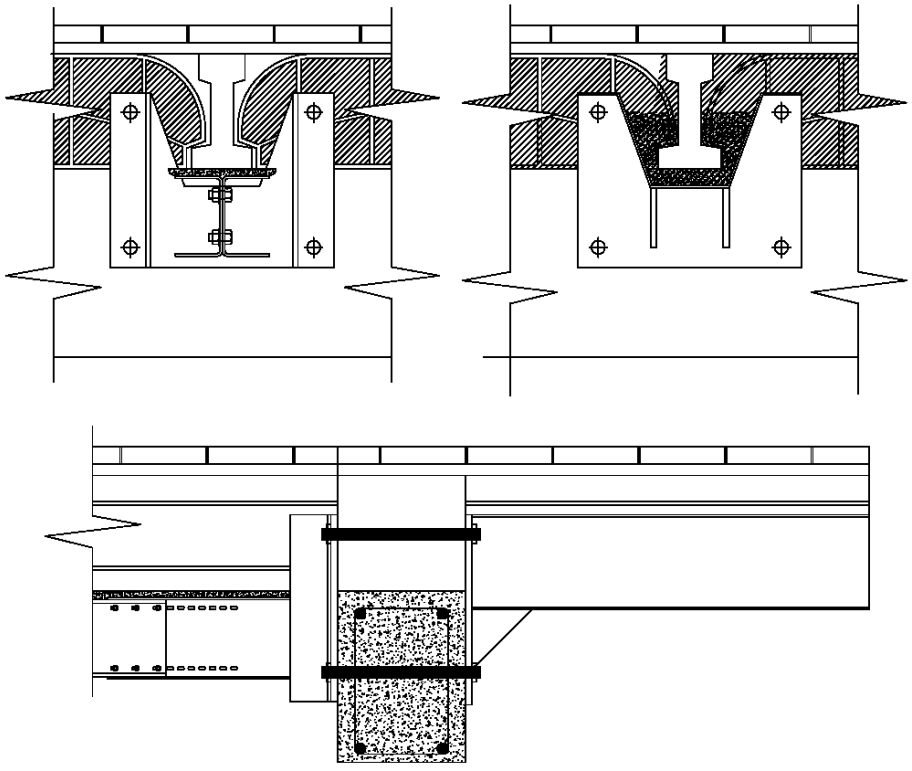
Figura 7. Reparación de voladizos dando continuidad a la vigueta en voladizo



SOLUCION VOLADIZO SISTEMA MVV CON MINIOMEGAS



SOLUCION VOLADIZO SISTEMA MVH



SOLUCION VOLADIZO SISTEMA MIXTO MVH INTERIOR Y MVV EN VOLADIZO