

2022

TECNARIA®

SISTEMAS DE CONEXIÓN
PARA EL REFUERZO DE FORJADOS

ESTRUCTURAS MIXTAS Y CONECTORES

Cuando dos materiales distintos se mantienen unidos de forma eficaz se comportan, desde un punto de vista estructural, como un solo elemento.

En la construcción se utiliza este principio para realizar los “forjados mixtos”, ventajosos porque reducen las tensiones internas de los materiales y permiten obtener, con espesores reducidos, elementos muy rígidos. Si a las vigas portantes se superpone y se incorpora una losa de hormigón armado se aprovechan al máximo las propiedades características de cada material: en el lado superior el hormigón tendrá elevadas prestaciones por estar correctamente comprimido, en el lado inferior vigas de madera o acero estarán tensadas eficazmente.

El interés por este tipo de estructura lo ha originado la observación en los años 20 de puentes realizados con vigas de acero remachadas; diseñados y realizados como estructuras no mixtas, que en realidad demostraban tener una rigidez mucho más elevada que una la simple viga de acero; el incremento de la rigidez lo causaba la fricción generada por el encolado parcial del hormigón a la viga de acero, pero, sobre todo, la cabeza de los grandes remaches de la parte superior de la viga que impedía el deslizamiento entre los dos elementos.

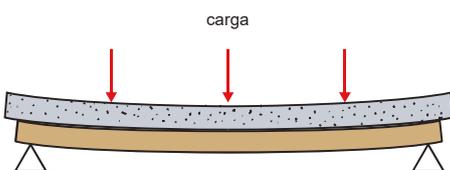
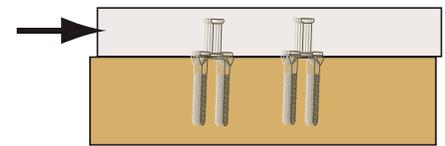
La idea de generar artificialmente esta fricción llevó a idear unos conectores a principios de 1930 para estructuras de acero (realizados con pernos cilíndricos y cabeza soldados en la viga) y posteriormente para las estructuras de madera menos rígidas y más elásticas.



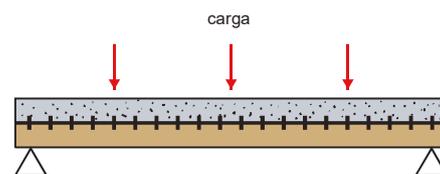
En la construcción moderna la utilización del hormigón como elemento de acabado de los forjados se utiliza mucho ya que, debido a su masa y rigidez, constituye un plano rígido, redistribuye las cargas, limita las vibraciones y la transmisión del ruido y proporciona una adecuada resistencia al fuego.

En los forjados mixtos el hormigón se comporta como un elemento estructural y no sólo como peso añadido si se conecta de forma eficaz a las vigas portantes. Los conectores se oponen al deslizamiento que se genera entre los dos materiales debido a las cargas.

Por tanto la estructura mixta aprovecha las mejores características de los materiales porque el hormigón trabaja por compresión y las vigas subyacentes por tracción.



ESTRUCTURA NO CONECTADA
DEFORMABLE



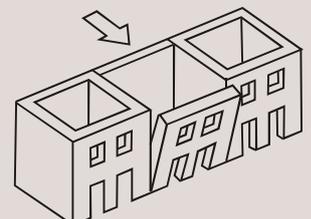
ESTRUCTURA CONECTADA
RÍGIDA

COMPORTAMIENTO ANTISÍSMICO DE LAS ESTRUCTURAS MIXTAS

Uno de los requisitos fundamentales de las estructuras que resisten al seísmo es el comportamiento “de caja” por el que los muros se unen a un **forjado rígido capaz de repartir la carga sísmica** en las paredes en la dirección de su máxima resistencia.

Una losa de hormigón conectada a las viguetas y perimetralmente a los muros realiza mejor este plano rígido.

Ver sección 4.2.1.5 en EN 1998-1-1 (Eurocode 8).



PERFIL DE LA EMPRESA

Tecnaria S.p.A. es una empresa especializada en la concepción, diseño, desarrollo y producción de conectores para forjados mixtos y más concretamente para forjados mixtos de madera-hormigón, acero-hormigón y baldosas de cemento-hormigón. Siempre muy sensible a la demanda del mercado de la construcción en continua evolución, ha intentado en todo momento anticiparse a las exigencias de sus Clientes.

Nace en 1949 de manos de Francesco Guazzo y su padre Carlo, con el nombre de Edilcasa dedicándose a la comercialización de productos para la construcción. A lo largo de los años progresa y especializa cada vez más su oferta comercial hasta llegar a crear sus propios productos. Ahora la finalidad de la empresa es potenciar sus conocimientos técnicos en el sector de los forjados y enriquecer la familia de productos.

Un poco de historia

Los primeros conectores se concibieron para las **estructuras mixtas de acero-hormigón** en 1989; testado en la Universidad de Padua con la colaboración del Ing. Giorgio Romaro, el conector **CTF** se introdujo en el mercado en 1992. Concebido inicialmente para realizar nuevos forjados con chapa nervada también se ha utilizado mucho para la rehabilitación de forjados existentes. El mercado de la construcción a principios de los años 90 demostraba un gran interés por las técnicas innovadoras de rehabilitación y consolidación.

A mediados de los años 90 la clientela pedía una solución para la rehabilitación **de forjados de madera** que como los forjados de acero tuviera las características de eficacia, simplicidad de colocación y certeza de los resultados. De esa forma nació el conector para forjados mixtos de madera-hormigón **CTL**; la idea de partir del mismo conector para estructuras de acero que había gozado de la simpatía del mercado con las adaptaciones oportunas resultó ganadora. La placa de base se ha reinterpretado con las juntas que penetraban en la madera y en vez de los clavos, robustos tornillos de anclaje. El primer conector **BASE** nació en 1994, su evolución **MAXI** 8 años después.

Sin embargo la difusión de los conectores la obstaculizaba un problema de carácter cultural: las estructuras de madera se estudiaban muy poco en los colegios y las universidades por lo que a menudo los ingenieros tenían dificultades para calcular las estructuras mixtas. La gran demanda de intervenciones ha llevado a Tecnaria a tomar una valiente decisión: poner a punto un software de cálculo sencillo para ser utilizado y distribuirlo gratuitamente; sólo así se habría podido difundir el conocimiento de las estructuras mixtas. El crecimiento exponencial de Internet ha hecho posible disfrutar de esta herramienta útil y ha generado el conocimiento de las estructuras mixtas. Han sido numerosas y prestigiosas las obras realizadas con estos conectores, en Italia y el extranjero.

Sobre los años 2000 la clientela a menudo tenía que afrontar problemas de **rehabilitación de forjados de losas de cemento**, sobre todo desde el punto de vista de su adecuación antisísmica. Entonces, en 2002, nació el conector **CTCEM**, que completaba la propuesta de elementos de conexión para los distintos tipos de forjados. También en este caso el producto ha contado con el respaldo de un software de cálculo. En esta fase se ha reforzado la oficina técnica de la empresa con personal altamente especializado para proporcionar asistencia técnica al diseño.

El último conector para estructuras de madera, el modelo **Omega**, nació en 2005 para responder a los tipos de forjados con baldosines de tierra cocida y viguetas de sección limitada.

En 2007 se idea el nuevo conector **Diapason** para estructuras de acero-hormigón de elevadas prestaciones mecánicas para poder utilizarlo en las estructuras nuevas.

En el año 2009 Tecnaria consiguió la importante certificación 'Avis Technique' para los conectores para forjados de madera **BASE** y **MAXI** expedida por el Instituto francés CSTB y en el año 2013 la certificación Socotec para los conectores para estructuras de acero **CTF** y **DIAPASON**. A la propuesta de los conectores se ha unido a lo largo de los años una serie de accesorios para facilitar la colocación y que el trabajo en la obra sea más rápido y seguro.

En el año 2015 se puso a punto y testó el conector **MINI CEM** para forjados de ladrillo-cemento que tenían que ser reforzados con losas de espesor reducido de hormigón fibroreforzado (tipo FRC).

En julio de 2017 se actualizó el certificado de Avis Technique con la inclusión para el conector **MAXI** de la posibilidad de transmitir acciones de carácter sísmico.

Desde 2018, los conectores **CTF** y **DIAPASON** cuentan con la Evaluación Técnica Europea ETA.

La certificación CE de casi toda la gama de productos se consiguió en 2021.



Principios de los años 90: los primeros estudios y prototipos de los conectores CTF para los forjados de acero.



Estudios y prototipos de los conectores para forjados de madera CTL BASE (1994) y CTL MAXI (2002).



2002: prototipos del conector CTCEM para forjados de ladrillo-cemento.



2007: algunos prototipos del conector Diapason, aún en fase de estudio.



2015: algunos prototipos del conector MINI CEM

FORJADOS MIXTOS DE MADERA HORMIGÓN



Conectores de perno y crampones CTL BASE



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



Conectores de perno y crampones CTL MAXI



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



TECNARIA®

REFUERZO DE LOS FORJADOS

TECNARIA SISTEMAS MODERNOS DE REFUERZO



LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA

Los viejos forjados de madera a menudo requieren intervenciones de refuerzo y endurecimiento ya que han sido realizados para soportar cargas pequeñas; casi siempre presentan una deformabilidad y vibraciones excesivas respecto a las exigencias actuales.

La intervención con el hormigón colaborante es una solución ideal porque evita que se tenga que sustituir por completo el forjado y permite que no se tenga que modificar mucho la altura del piso.

Los nuevos forjados de madera, para ser suficientemente resistentes y rígidos, necesitan secciones de vigas elevadas.

En ambos casos es posible superponer a la estructura de madera una losa fina de hormigón, armada y conectada de la forma adecuada, obteniendo un considerable aumento de resistencia y rigidez de los viejos forjados y permitiendo secciones sin duda más pequeñas para las vigas de los nuevos forjados.

El sistema mixto madera y hormigón también se utiliza para realizar cubiertas planas o inclinadas.

La interposición de los **conectores** de perno y crampones entre las vigas de madera y la losa de hormigón es necesaria para que los dos materiales colaboren entre sí; el resultado será una estructura compacta donde, debido a las cargas verticales, el hormigón estará fundamentalmente comprimido y la madera tensada.

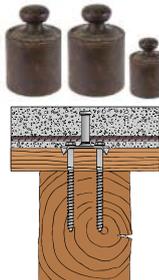
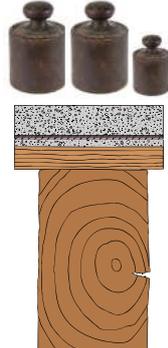
La estructura mixta madera-hormigón será mejor que la estructura sólo de madera por ser **más rígida y resistente**. También mejorarán el **comportamiento dinámico (vibraciones)**, el **aislamiento acústico** y la **inercia térmica**.

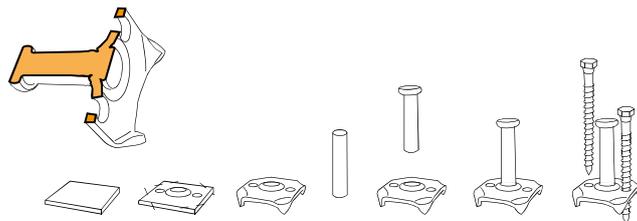
La losa de hormigón constituye una excelente solución técnica en los edificios de albañilería en **zonas sísmicas**, ya que permite conectar entre sí los muros de carga realizando una superficie rígida capaz de distribuir mejor las acciones sísmicas horizontales. El peso de los forjados mixtos de madera y hormigón es muy inferior respecto a los forjados de baldosas de cemento y por tanto es preferible en zonas sísmicas.

Los conectores de perno y crampones TECNARIA se han concebido y testado mucho en numerosas ocasiones para unir lo mejor posible la madera y el hormigón

La eficacia del conector la garantiza la robusta placa de base, como soporte del perno, modelada con crampones de forma que se permita una elevada adherencia a la madera y la máxima absorción de los esfuerzos cortantes: las numerosas pruebas de laboratorio han evidenciado la eficacia de esta solución. De esa forma no se producen fenómenos de aplastamiento en la madera que son inevitables cuando se utilizan simples tornillos o clavos para el refuerzo. Los clavos, tornillos y crampones, elementos antiguos y probados durante mucho tiempo, tienen ahora una nueva tarea.

La fijación es totalmente mecánica, no se necesitan resinas o aditivos químicos; esto hace que el proceso de conexión sea rápido, económico, limpio y reversible.

Viga sec. 12x20 cm no conectada capacidad 280 kg/m ²	Viga sec. 12x20 cm conectada capacidad 700 kg/m ²	Viga sec. 12x28 cm no conectada capacidad 700 kg/m ²
		
	Capacidad: 250 %	Altura: 140 %



Las ventajas más evidentes de la estructura mixta de madera-hormigón son una mayor capacidad portante, una menor altura total de los pisos, una mayor rigidez y una mejor resistencia al fuego.

El ejemplo adjudo demuestra las distintas capacidades de las vigas con la misma deformación.

EL FORJADO DE MADERA-HORMIGÓN

Madera

En el caso de una rehabilitación es importante identificar la geometría y las características mecánicas de la madera. En el caso de forjados nuevos se puede utilizar madera maciza o laminada.

Intercalado

El encofrado para el hormigonado puede ser entarimado de madera, baldosines de ladrillo o paneles de fibra de madera.

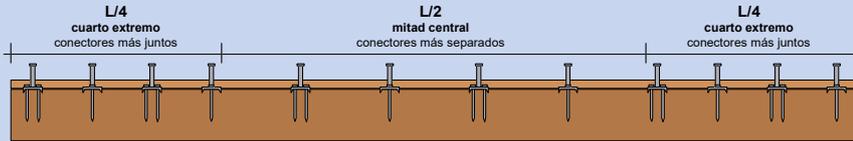
Mallazo

A mitad de la losa siempre se coloca un mallazo del tamaño adecuado (normalmente $\varnothing 6$, malla 20x20cm). No es necesario unir el mallazo a los conectores.



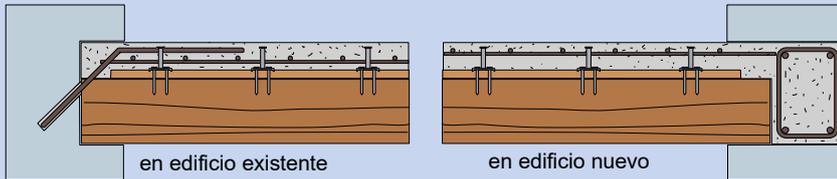
Colocación de los conectores

El conector de tipo **CTL BASE** normalmente se fija en contacto directo con la viga de madera, el de tipo **CTL MAXI** normalmente encima del entarimado. El número y el tipo de los conectores que se tienen que colocar lo determina un cálculo (como media son unos 6-8 elementos por m^2); en general se fijan a una distancia próxima hacia las paredes y más separados en el centro de la viga. Es oportuno girar la placa de base para que los tornillos no estén alineados.



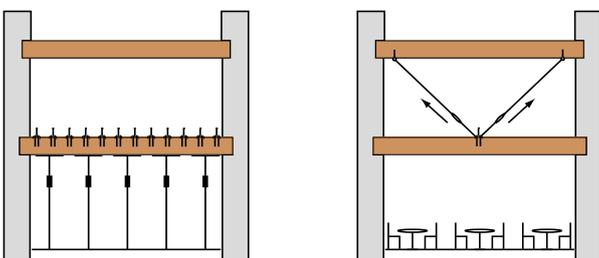
Conexión a las paredes

Es oportuno unir la losa a los muros de carga en todos los lados del forjado. Esta solución también aporta beneficios en términos de rigidez y resistencia sísmica del forjado. La intervención se puede hacer de varias formas dependiendo del tipo de pared.



Apuntalamiento

Es importante apuntalar los forjados durante la maduración del hormigón. Ante la imposibilidad de acceder a los huecos subyacentes será necesario colgar el forjado con tirantes.



Aislante



Hormigón

Se utilizan normalmente hormigones estructurales de clase mínima C25/30 con un espesor no inferior a 5 cm. Las instalaciones técnicas no pueden atravesar la losa colaborante.

Hormigones ligeros estructurales

Se aconseja su uso para reducir el peso del forjado manteniendo elevadas las resistencias mecánicas. Permite grandes ventajas en zonas sísmicas. Por ejemplo Latermix Béton 1400 y 1600 de Laterlite.

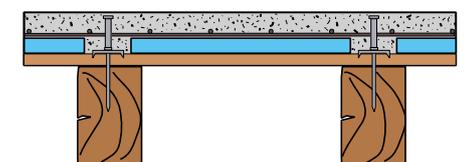
Hormigones fibroreforzados

Se utilizan en caso de que sea necesario limitar el espesor de intervención a 20 o 30 mm y reducir las cargas



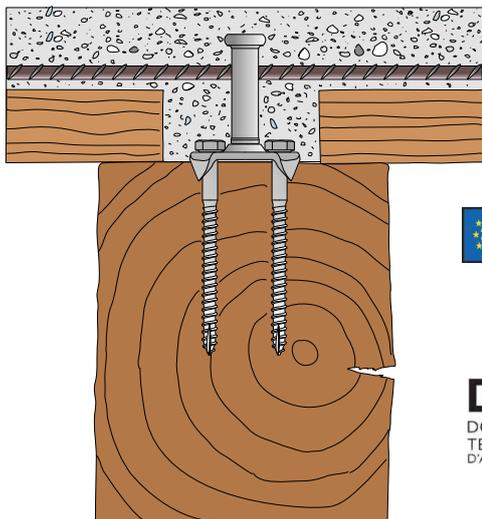
Lona de protección

La lona transpirante hidrófuga 'Centuria' de TECNARIA es impermeable al agua y transpirante para el vapor. Es capaz de prevenir la penetración de lechada, la absorción de agua de hidratación del hormigón por parte de la madera y la formación de polvo en las superficies subyacentes durante mucho tiempo. Incluso ante la presencia de una elevada saturación de los ambientes subyacentes no creará condensación de vapor en su lado inferior y de esta forma protegerá el piso de madera. Se extenderá en contacto con la madera antes de los conectores. Se sobreimprime una rejilla de 6x6 cm que facilita la marca del paso de colocación y está dotada de banda biadhesiva incorporada para asegurar un sellado perfecto. También se suministran, por separado, cinta y ojales biadhesivos

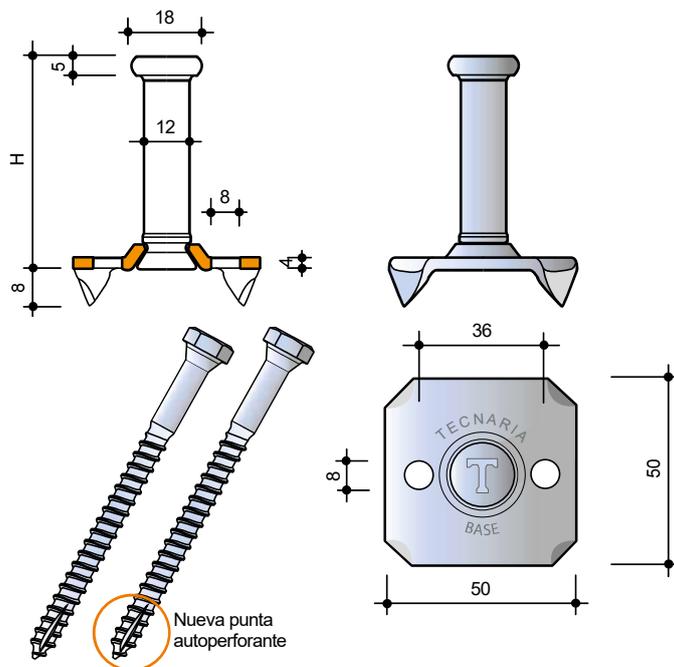


El intercalado de un panel de material aislante rígido permite aumentar la sección de la viga mixta de madera-hormigón sin incrementar el peso del forjado **mejorando el refuerzo**. Se obtienen ventajas en términos de resistencia, rigidez, número de conectores y aislamiento termo-acústico.

Conector BASE placa de base 50 X 50 mm tornillos Ø 8 mm



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



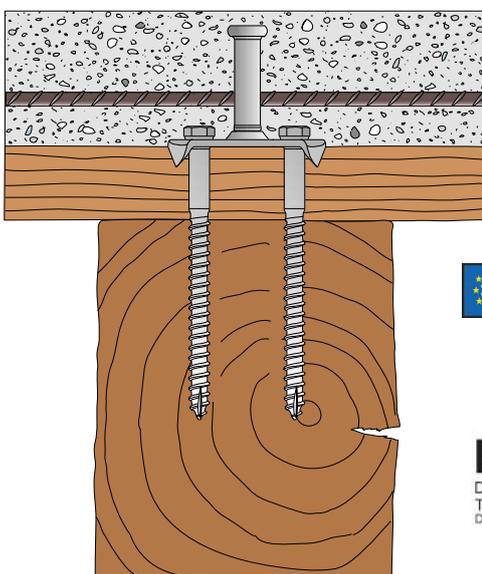
Especificaciones técnicas: conector de perno formado por una placa de base de 50x50x4 mm, modelada con rampones, con dos orificios para introducir dos tornillos de anclaje Ø 8 mm, con subcabeza troncocónica, cuerpo de acero cincado Ø 12 mm, unido a la placa con recalcado en frío. Alturas cuerpo disponibles: 20, 30, 40, 60, 70, 80, 105, 125, 150, 175 y 200 mm. Longitud tornillos disponibles: 70, 100 y 120 mm. Con certificación CE.

Características mecánicas de los conectores

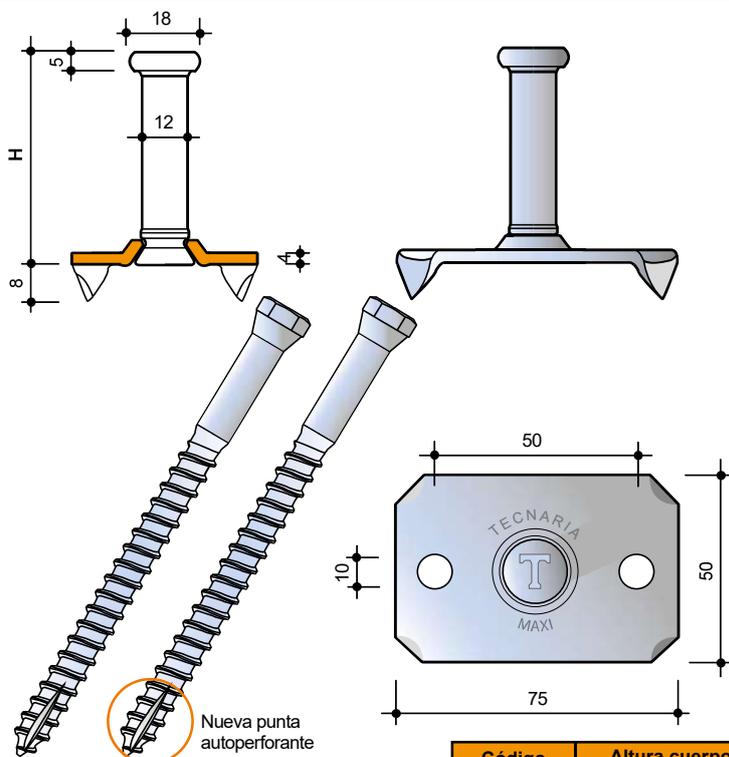
Conector	Piso	Madera	Resistencia característica	Módulo de deslizamiento en el estado límite de servicio K_{ser}	Módulo de deslizamiento en el estado límite último K_u
	cm		kN	kN/mm	kN/mm
BASE	0	C16, GL24 e+	17,20	17,90	9,99
	0	D30 e+	19,50	16,50	9,87
	2	C16, GL24, D30 e+	8,96	4,00	2,49
	4	C16, GL24, D30 e+	5,86	1,43	1,20

Código	Altura cuerpo
CTLB020	20 mm
CTLB030	30 mm
CTLB040	40 mm
CTLB060	60 mm
CTLB070	70 mm
CTLB080	80 mm
CTLB105	105 mm
CTLB125	125 mm
CTLB150	150 mm
CTLB175	175 mm
CTLB200	200 mm

Connector MAXI placa de base 75 X 50 mm tornillos Ø 10 mm



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



Especificaciones técnicas: conector de perno formado por una placa de base de 75x50x4 mm, modelada con rampones, con dos orificios para introducir dos tornillos de anclaje Ø 10 mm, con subcabeza troncocónica, cuerpo de acero cincado Ø 12 mm, unido a la placa con recalcado en frío. Alturas cuerpo disponibles: 20, 30, 40, 60, 70, 80, 105, 125, 150, 175 y 200 mm. Longitud tornillos disponibles: 100, 120 y 140 mm. Con certificación CE.

Características mecánicas de los conectores

Conector	Piso	Madera	Resistencia característica	Módulo de deslizamiento en el estado límite de servicio K_{ser}	Módulo de deslizamiento en el estado límite último K_u
	cm		kN	kN/mm	kN/mm
MAXI	0	C16, GL24 e+	19,30	18,60	10,40
	0	D30 e+	24,50	21,20	13,60
	2	C16, GL24, D30 e+	15,00	7,68	4,35
	4	C16, GL24, D30 e+	11,30	3,06	2,66

Código	Altura cuerpo
CTLM020	20 mm
CTLM030	30 mm
CTLM040	40 mm
CTLM060	60 mm
CTLM070	70 mm
CTLM080	80 mm
CTLM105	105 mm
CTLM125	125 mm
CTLM150	150 mm
CTLM175	175 mm
CTLM200	200 mm

CONECTORES TECNARIA: LAS APLICACIONES

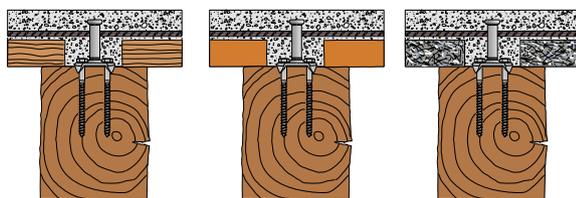
Los conectores de perno y los crampones se caracterizan por la extrema simplicidad de colocación; no necesitan mano de obra especializada ni condiciones especiales de obra. **Colocarlos es tan sencillo como enroscar dos tornillos.** El conector puede fijarse en contacto directo con la viga o encima del entarimado. TECNARIA aconseja intercalar la lona transpirante hidrófuga 'Centuria' entre los conectores y el entarimado antes de realizar la colada. La punta de los tornillos está dotada de una incisión especial que, en general, permite atornillar los tornillos directamente en la madera sin orificio previo. En caso de maderas duras será necesario realizar un orificio previo de \varnothing 6 mm para los tornillos de los conectores **BASE** o un orificio previo de \varnothing 8 mm para los tornillos de los conectores **MAXI**. A continuación se describen los tres tipos de colocación.

A ENTARIMADO INTERRUMPIDO Máximas prestaciones - Forjados nuevos



Conector fijado en contacto directo con la viga de madera.

Se crea un bordillo de hormigón continuo encima de la viga. Se puede conseguir cortando el entarimado con un radial o colocando tablas cortadas a medida. La situación será análoga en caso de intercalado de baldosines de ladrillo o paneles de madera. Esta solución garantiza elevadas prestaciones mecánicas del conector pero necesita que se prepare el suelo. Normalmente se utilizan conectores de tipo **BASE**. Sugerido para los forjados nuevos.



B ENTARIMADO CON AGUJEROS CILÍNDRICOS Máximas prestaciones Rehabilitación de forjados



Conector fijado en contacto directo con la viga de madera.

TECNARIA dispone de una serie de equipos que facilitan la colocación de los conectores que pueden alquilarse. Por ejemplo para hacer orificios en el entarimado: taladradora con soporte.



Con una fresa de punta realizar orificios de \varnothing 65 mm en el piso para el conector **BASE**. Esa aplicación no se aconseja en caso de pisos de madera dura y de pisos ya existentes fijados con muchos clavos.

C ENTARIMADO CONTINUO Máxima rapidez de colocación Rehabilitación de forjados



Conector fijado encima del entarimado.

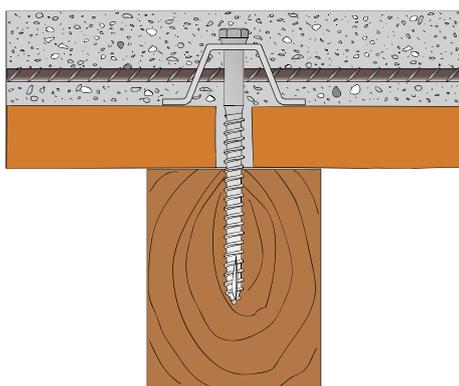
La colocación del conector se realiza directamente encima del entarimado. Normalmente se utilizan conectores de tipo **MAXI**. Aconsejado en caso de rehabilitación de la estructura existente.

Esta solución permite la máxima rapidez de colocación.

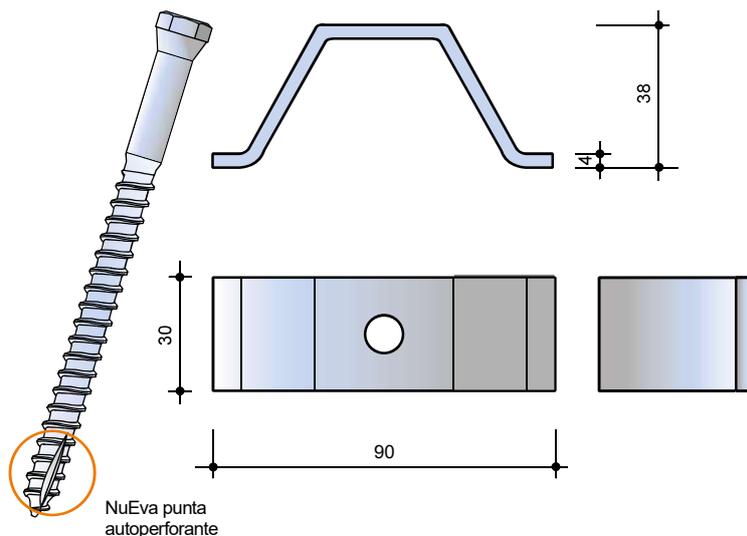
Para facilitar esta fase en caso de maderas duras, por ejemplo latifoliadas, será necesario realizar un orificio previo. Se puede utilizar un doble taladro de columna de TECNARIA que realiza la doble perforación previa en una única fase, permitiendo al operador trabajar de pie. Tecnaria también da en alquiler el destornillador de impulso para introducir rápidamente los tornillos de anclaje

Conector OMEGA placa 38x30x90 mm tornillos Ø 10 mm

Formado por tornillo de anclaje y placa estabilizadora



ETA 18/0649
DoP: 18/0649



Especificaciones técnicas: Conector formado por un tornillo de anclaje Ø10 mm, longitud 100/120/140 mm con subcabeza troncocónica y por una placa H38x30xL90 mm, espesor 4 mm plegada en forma de Omega, con un orificio apropiado para introducir el tornillo de anclaje. Con certificación CE.

Características mecánicas de los conectores

Conector	Piso	Madera	Resistencia característica F _v , R _k	Módulo de deslizamiento en el estado límite de servicio K _{ser}	Módulo de deslizamiento en el estado límite último K _u
	cm		kN	kN/mm	kN/mm
OMEGA	2	C16, GL24, D30 y +	7,89	2,09	1,48
	4	C16, GL24, D30 y +	6,64	1,89	1,32

Código	Altura conector
CVT 40V-10/100	40 mm
CVT 40V-10/120	40 mm
CVT 40V-10/140	40 mm

El conector OMEGA se utiliza para conectar viguetas de sección reducida en los forjados de doble entrevigado. Base mínima de la vigueta 6 cm, altura mínima 8 cm.

Su utilización es especialmente fácil en caso de que encima de las viguetas haya altillos o baldosines de ladrillo. En estos casos el tornillo del conector se podrá fijar también a través de los altillos por ser de tamaño reducido. En las vigas principales se usará el conector BASE o MAXI.

Colocación

La colocación del conector OMEGA se realiza directamente encima del entarimado o de los baldosines. La punta del tornillo está dotada de una incisión especial que, en general, permite atornillar los tornillos en la madera sin orificio previo. Solamente en caso de maderas duras (por ej.: latifoliadas) será necesario hacer un orificio previo de Ø 8 mm.

TABLAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO

		FORJADOS						CUBIERTAS							
Sección viguetas	Longitud cm	140	160	180	200	220	240	260	140	160	180	200	220	240	260
8x8 cm	distancia conectores cm	48	36	36	36	22			48	48	36	36	36	36	36
	n.º con. por vigueta	4	5	6	7	11			4	4	6	7	7	8	8
	n.º con. por m ²	8,0	9,7	9,5	9,4	13,7			8,0	7,7	9,5	9,4	9,2	9,1	9,0
8x10 cm	distancia conectores cm	48	48	36	36	36	28		48	48	48	48	48	36	36
	n.º con. por vigueta	4	4	6	7	7	10		4	4	5	5	6	8	8
	n.º con. por m ²	8,0	7,7	9,5	9,4	9,2	11,4		8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0
10x10 cm	distancia conectores cm	48	48	48	36	36	36	18	48	48	48	48	48	36	36
	n.º con. por vigueta	4	4	5	7	7	8	15	4	4	5	5	6	8	8
	n.º con. por m ²	8,0	7,7	7,5	9,4	9,2	9,1	17,0	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0
10x12 cm	distancia conectores cm	48	48	48	48	48	36	36	48	48	48	48	48	48	48
	n.º con. por vigueta	4	4	5	5	6	8	8	4	4	5	5	6	6	6
	n.º con. por m ²	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	9,1	9,0	8,0	7,7	7,5	7,4	7,3	7,1	7,1

Datos de cálculo:

Viga mixta formada por una losa armada colaborante de hormigón con R_{ck} mínimo 25 Mpa de 5 cm de espesor, aplicada sobre baldosines de ladrillo de 3 cm de espesor, conectada con el conector tornillo de anclaje Ø 10 y placa Omega a las viguetas de madera C24 (según la EN 338) colocados a una distancia entre ejes de 35 cm apuntalados hasta la maduración de la lechada.

Cargas de proyecto para la tabla "forjados de revestimiento superior": pesos propios + 2,0 kN/m² (permanentes) y 2,0 kN/m² (variables). Deformación máxima por tiempo 0 < L / 500 y por tiempo infinito < L / 350.

Cargas de proyecto para la tabla "cubiertas": pesos propios + 1,0 kN/m² (permanentes) y 1,0 kN/m² (variables). Deformación máxima por tiempo 0 < L - 300 y por tiempo infinito < L / 250.

Todos los datos introducidos en estas tablas son informativos. Le corresponde al diseñador comprobar los forjados mixtos.

Para un cálculo exhaustivo, utilice el software Tecnaria.

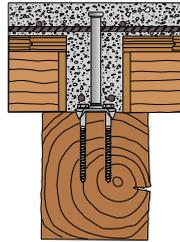
FORJADO DE MADERA DE DOBLE ENTREVIGADO

Vigas principales

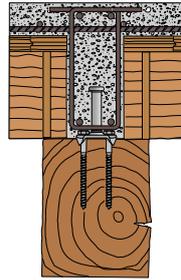
Representan el elemento portante de todo el forjado donde se apoyan las viguetas secundarias para distribuir la carga. Los conectores tienen que fijarse en contacto directo con la viga principal. Encima de la viga se crea un bordillo de hormigón de conexión armado de la forma adecuada. Se pueden utilizar los conectores del tipo **BASE** o **MAXI** con distintas soluciones de aplicación.



Forjado de doble entrevigado visto desde abajo: se ven las vigas principales y las viguetas secundarias con entrevigado transversal.



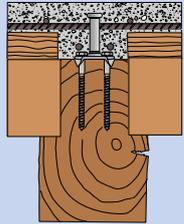
Conector en viga principal: la cabeza del conector tiene que superar el mallazo. El bordillo de hormigón puede no tener el estribo si está dimensionado correctamente.



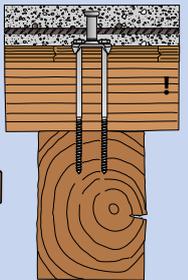
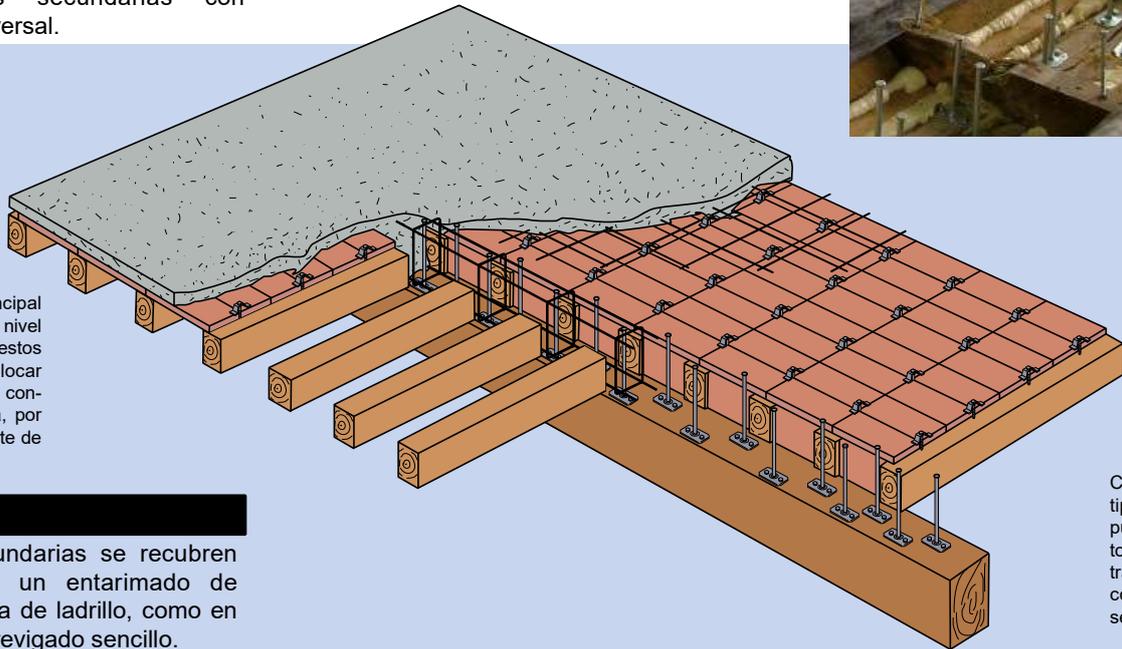
Conector en viga principal con estribos.

Contención del hormigonado

Entre una vigueta y otra hay que realizar elementos de contención de la lechada que podrán ser de madera o de ladrillo. La operación puede ser más bien laboriosa cuando las geometrías son irregulares. Las fisuras pueden sellarse con espuma de poliuretano.



Conector en viga principal con vigas secundarias al nivel de la viga principal. En estos casos es preferible colocar siempre el conector en contacto directo con la viga, por tanto eliminando una parte de entarimado.



Conexión no eficaz. Este tipo de conexión no puede hacerse ya que el tornillo no es capaz de transmitir los esfuerzos cortantes. De hecho sería inútil.

Intercalado

Las viguetas secundarias se recubren normalmente con un entarimado de madera o una capa de ladrillo, como en los forjados de entrevigado sencillo.

Vigas secundarias

Donde se encuentran las vigas principales las viguetas pueden ser continuas, es decir atravesar la viga, o interrumpidas, una situación más favorable. El cálculo de los conectores en las vigas secundarias se hará como para un forjado de entrevigado sencillo. En los casos de altillos o baldosines de ladrillo próximos se pueden colocar los conectores "OMEGA" específicos que son poco invasivos para viguetas de sección mínima 6x8 cm.

Viguetas interrumpidas

El bordillo de hormigón de conexión de la viga principal es continuo, por tanto la intervención es más eficaz.



Viguetas continuas

La presencia de viguetas causa la discontinuidad del bordillo de hormigón que se tendrá que armar de la forma adecuada.



Conectores Omega

Dadas las dimensiones reducidas los conectores OMEGA se utilizan principalmente en viguetas con secciones limitadas.



CONECTORES TECNARIA: LOS ACCESORIOS

Para facilitar la colocación en obra de los conectores **BASE**, **MAXI** y **OMEGA** Tecnaria ofrece una variedad de accesorios.

Taladro y soporte de columna (cód. ACT-TRAPCOL)



Taladro de par elevado montado en un soporte estable; permite hacer grandes orificios en el entarimado para alojar los conectores "BASE" con total seguridad para el operador.

Peso: 6,6 kg

Para conectores: **BASE**

Artículo relacionado: broca fresadora 65 mm (cód. ACT-FL65)

Broca fresadora Ø 65 mm (cód. ACT-FL65)



Fresa para madera de diámetro 65 mm con punta de centraje. Realiza perforaciones cilíndricas en la madera, eliminando las virutas.

Para taladros con mandril a cremallera.

Doble taladro con soporte (cód. ACT-DOPPTRAP)



Dos taladros eléctricos montados en un bastidor ergonómico permiten hacer dos orificios al mismo tiempo a la distancia correcta en la madera para introducir los tornillos del conector MAXI.

Peso: 9,1 kg

Para conectores: **MAXI**

Artículo relacionado: brocas para madera 8x160 mm (cód. PL08165135)

Corona para agujeros Ø 65 mm (cod. ACT-FL65)



Sierra de perforación de 65 mm de diámetro con punta de centrado. Para perforar agujeros en el tablero.

Para taladros con mandril a cremallera.

Para conectores: **BASE**

Reemplazo de corona: cod. ACT-STLRIC0650

Llave de impacto (cód. ACT-DW292)



Llave de impacto 710W; por sus características es ideal para fijar los tornillos de los conectores en la madera, empalme cuadrado de 1/2".

Peso: 3,2 kg

Para conectores: **BASE, MAXI, OMEGA**

Artículo relacionado: llave de vaso hexagonal 13 mm, empalme 1/2" (cód. ACT-BE13-Q)

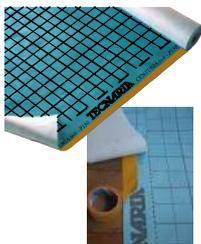
Llave de vaso hexagonal 1/2" (cód. ACT-BE13-Q)



Llave de vaso hexagonal de 13 mm, con empalme cuadrado de 1/2"

Para conectores: **BASE, MAXI, OMEGA**

Lona 'Centuria' (cód. ACT-TTCEN)



Lona impermeable y transpirante, separa la madera de la lechada de hormigón. Cinta biadhesiva incorporada.

Dimensiones: rollo de 50x1,5 metros (75 m²), peso por rollo 10,6 kg

Para conectores: **BASE, MAXI, OMEGA**

Artículo relacionado: cinta de doble cara (cod. ACT-TTNB100)

Llave de vaso hexagonal (cód. ACT-BE13-E)



Llave de vaso hexagonal de 13 mm, con empalme hexagonal para mandril a cremallera.

Para conectores: **BASE, MAXI, OMEGA**

Certificación CE

Toda la gama de conectores Tecnaria para estructuras de madera cuenta con el marcado CE y está destinada a utilizarse tanto en estructuras nuevas como en las existentes.

Los conectores **BASE**, **MAXI** y **OMEGA** cuentan con la Evaluación Técnica Europea ETA 18/0649 del 18/9/2018 y están sometidos a un sistema de control de calidad.

La certificación CE también permite utilizar los conectores en los cálculos de resistencia al fuego para estructuras mixtas.



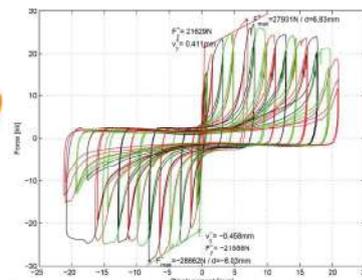
ETA 18/0649

DoP: 18/0649

Aprobación DTA

Las prestaciones mecánicas y todo el método de diseño para losas mixtas de madera y hormigón con conectores Tecnaria, han sido aprobados por la organización independiente CCFAT (Commission Chargée de Formuler des Avis Techniques), que emitió la Aprobación Técnica "DTA 3.1/17-915_V3".

Los conectores **MAXI** han sido sometidos a pruebas cíclicas y han demostrado ser adecuados para la transmisión de esfuerzos sísmicos tanto en estructuras de alta ductilidad como de baja ductilidad.



EL SOFTWARE DE CÁLCULO: una valiosa ayuda para el diseñador



Tecnaria ofrece a los profesionales una herramienta útil para el diseño: el soporte de cálculo para el rápido dimensionamiento de los forjados mixtos de madera-hormigón con los conectores Tecnaria. Puede descargarse gratuitamente en la página web www.tecnaria.com

FORJADOS MIXTOS DE ACERO HORMIGÓN



Conectores de perno CTF



ETA 18/0447
DoP: 18/0447



Conectores de estribo DIAPASON



ETA 18/0447
DoP: 18/0447

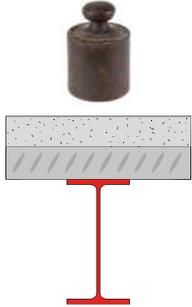
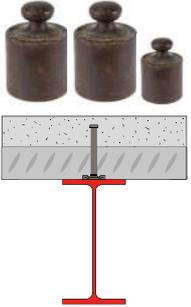
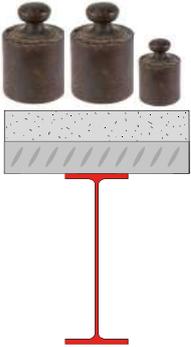
TECNARIA®

REFUERZO DE LOS FORJADOS

FORJADOS DE ALTAS PRESTACIONES

La realización de estructuras mixtas de acero-hormigón ofrece notables ventajas de carácter estático y económico. La estructura portante de acero y hormigón superior, conectadas de la forma oportuna, garantizan una respuesta estática unitaria de los dos materiales distintos que expresan del mejor modo sus características individuales.

Forjados mixtos de acero-hormigón: ventajas estáticas y económicas

IPE 240 no conectada capacidad 400 kg/m ²	IPE 240 conectada capacidad 1050 kg/m ²	IPE 330 no conectada capacidad 1050 kg/m ²
		
	Capacidad: 260%	Altura: 137% Peso viga: 160%

Las ventajas más evidentes para la estructura mixta son una **mayor capacidad portante**, una reducción del peso de las estructuras de acero, una **menor altura total de los forjados**, una **mayor rigidez** y una mejor resistencia al fuego.

El ejemplo de al lado que evidencia las ventajas de la estructura mixta hipotiza la utilización de vigas de acero S275JR situadas a una distancia entre ejes de 180 cm, de 600 cm de longitud, con chapa nervada Tipo MT-60 Hiansa de altura 6 cm y un espesor de 6 cm de hormigón C25/30 encima de chapa, con puntales en fase transitoria y deformaciones limitadas en 1/250 de la longitud. El caso de viga conectada prevé la utilización de 3,7 conectores CTF105 por m².

Les avantages de la connexion TECNARIA

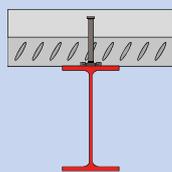
El perno con cabeza de tipo soldado, fijado en la viga con soldadura, es la solución adoptada tradicionalmente para la conexión de corte en las estructuras mixtas de acero-hormigón.

TECNARIA propone **conectores especiales fijados en frío con clavos de acero de altísima resistencia** mediante una clavadora de disparo especial. Así se consigue simplificar los procedimientos constructivos con la consiguiente reducción de los costes.

- Se puede mantener la **continuidad de las chapas onduladas** encima de las vigas ya que el clavo atraviesa la chapa;
- En la fijación no influye el **tratamiento superficial de las vigas** (barnizado o cincado en caliente);
- En la fijación en la obra no influyen las **bajas temperaturas** ni la presencia de **agua**;
- Para la colocación en la obra no se necesita obligatoriamente mano de obra especializada sino un uso diligente de los equipos;
- No se liberan humos tóxicos durante la fijación;
- La **clavadora** es muy **ligera y manejable**, no necesita conexión eléctrica y también se puede alquilar.

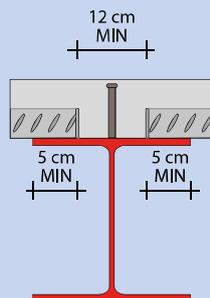


Comparación entre los conectores clavados y los conectores soldados



Ejemplo de conexión con conector CTF Tecnaria fijado con chapa continua.

- Posibilidad de disparar a través de 1 chapa (1 x 15/10) o 2 chapas (2 x 10/10).
- Adecuado para todo tipo de acero y todos los espesores de perfil superiores a 8 mm.
- Los conectores Tecnaria son especialmente ventajosos para las aplicaciones en vigas con placa nervada.



Ejemplos de conexión con perno con cabeza

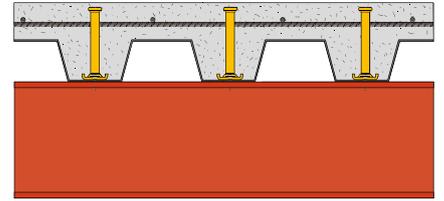
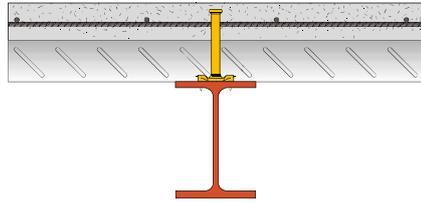
- Conector soldado directamente en la viga con chapa interrumpida. Es necesario un perfil mínimo HEA 240 y encofrado en la parte superior de la chapa para contener el hormigón.
- Conector soldado en la viga y chapa perforada antes localmente en los puntos de colocación de los conectores.
- El conector también puede soldarse en la viga a través de la chapa, pero se necesitan una gran absorción de energía eléctrica y equipos y personal idóneos.

FORJADOS DE ACERO HORMIGÓN

Conectores CTF

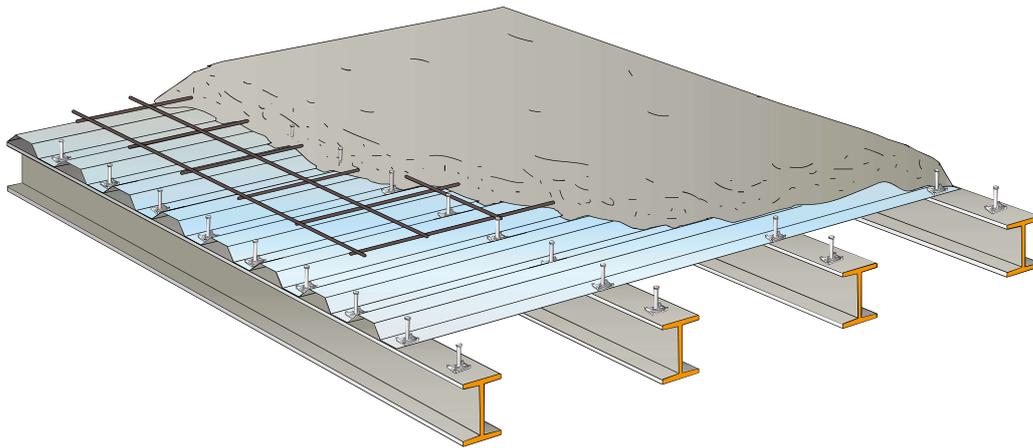


El conector está formado por un perno con cabeza introducido en una placa de base en la que se fijan **dos clavos**. Dado su tamaño la utilización principal es para forjados sin esfuerzos relevantes, para rehabilitaciones y en general donde se requiere una gran flexibilidad de uso.



Hormigón

Se utilizan normalmente hormigones estructurales de clase mínima C25/30 con un espesor encima de la chapa no inferior a 5 cm. Las instalaciones técnicas no pueden atravesar la losa. También se pueden usar hormigones más ligeros. También se introduce mallazo o armadura equivalente.



Perfiles de acero

Se pueden utilizar vigas de acero S235, S275 y S355, incluso barnizadas o cincadas en caliente.

Los conectores se pueden fijar en perfiles con un espesor del ala de 8 mm como mínimo. Los clavos también se pueden fijar en acero macizo.

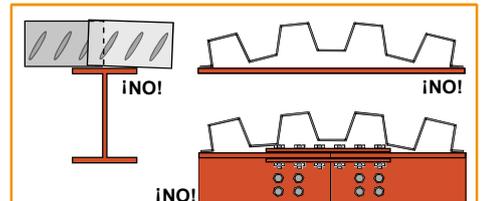
Clavadora de disparo P560

Los clavos se fijan con una **clavadora de disparo SPIT P560** que también se puede alquilar. Una vez colocada la chapa grecada encima de la viga de acero sólo hay que disparar los clavos de alta resistencia que se suministran con el conector. La clavadora es una herramienta muy práctica en la obra. No se pueden utilizar otras clavadoras.



Mallazo

En la losa siempre se coloca un mallazo del tamaño adecuado. Normalmente $\varnothing 8$ mm, malla 20x20 cm a mitad de la losa. No es necesario unir el mallazo a los conectores.



NO se pueden fijar los conectores con superposiciones irregulares de varias láminas de chapa, encima de chapas que no estén bien adheridas a la viga o encima de vigas con pernos.

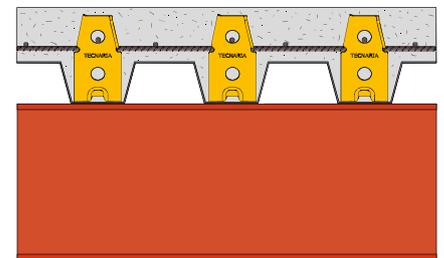
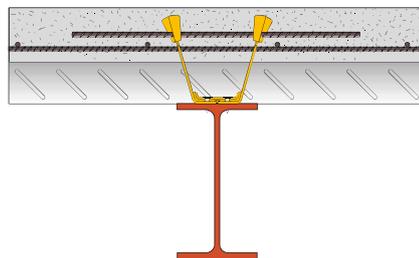
Chapa nervada

Encima de las vigas se coloca normalmente una chapa nervada. Para la fijación la chapa tiene que estar bien adherida a la viga y tener un grosor máximo de 1,25 mm. Se pueden superponer como máximo dos chapas por un espesor total de 2 mm. Se utilizan normalmente chapas con una altura de la onda de 55/60 mm. También se pueden intercalar rasillas o un entarimado de madera.

Conectores Diapason



El conector DIAPASON es de chapa cincada de 3 mm de espesor, moldeada para obtener una base fijada con **cuatro clavos** en la viga de acero y dos alas superiores para que la conexión con el hormigón sea más eficaz. Este conector se caracteriza por sus elevadas prestaciones mecánicas.



El conector DIAPASON se utiliza siempre que hay que fijar 2 conectores CTF juntos.

Conector CTF

Base 38x54 mm fijado con 2 clavos

Descripción técnica

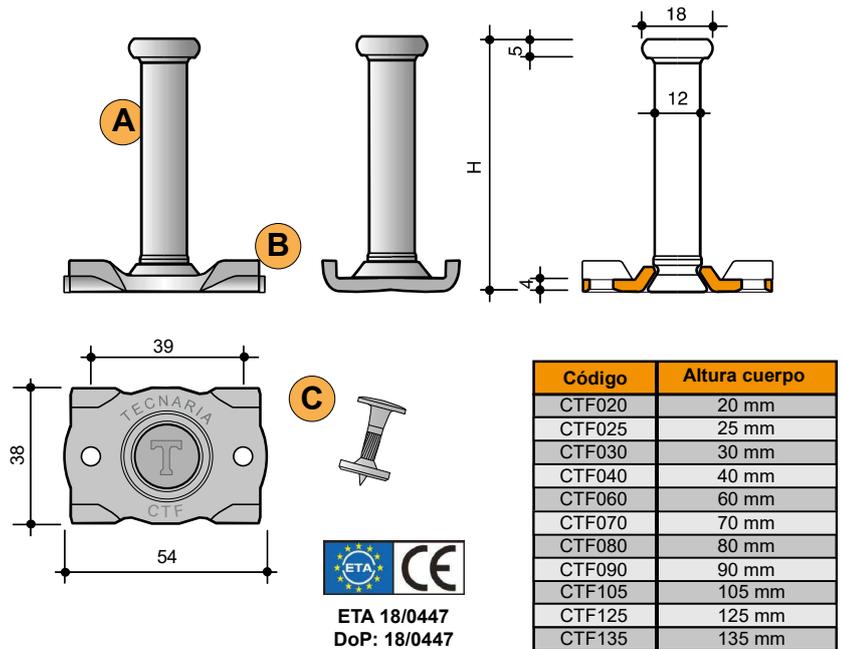
A) Un cuerpo con cabeza obtenida en frío con una barra de acero con un diámetro nominal de 12 mm

B) Una placa de base rectangular de 38x54 mm y 4 mm de espesor obtenida mediante moldeado. El conector de perno y la placa de base se unen mediante remachado en frío.

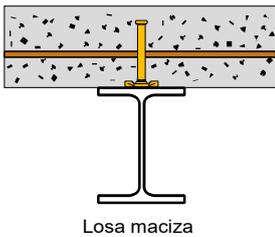
C) Dos clavos que atraviesan los dos orificios de la placa. Clavos de acero al carbono Ø 4,5 mm longitud 25,5 mm, Ø cabeza 14 mm.

Todas las piezas del conector están cincadas electrolíticamente con una protección media de 8 µm que corresponde a una resistencia a la corrosión de 2 ciclos "Kesternich"

Especificaciones técnicas: conector de perno de acero cincado, diámetro 12 mm con cabeza, unido a una placa de 38x54 mm de 4 mm de espesor, mediante remachado en frío, fijado en la estructura de acero con dos clavos. Con certificación CE.



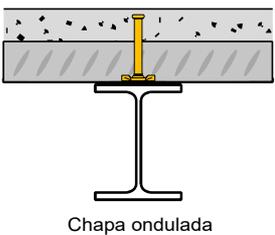
Resistencia al corte de los conectores Tecnaría CTF en losa llena



Tipo	Ejemplo	Conector	Resistencia de proyecto P _{Rd}	Comportamiento del conector
Losa maciza		CTF040 CTF060 CTF070	30.9 kN	Rígido
		CTF080 CTF090 CTF105 CTF125 CTF135	39.8 kN	Dúctil

Las resistencias indicadas se refieren a la aplicación con hormigón de clase C30/37

Resistencia al corte del conector CTF en chapa ondulada



En caso de que el conector esté colocado en una garganta de una chapa ondulada transversal a la viga, la resistencia del conector depende de la clase de hormigón, de la geometría de las ondas y de la altura del conector. La resistencia se calcula como producto de un factor de reducción K_t y de una resistencia de referencia P₀.

$$P_{rd} = k_t \times P_0$$

$$K_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \left[\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right] \leq 1$$

Donde:

n_r número de conectores por garganta (en los cálculos: ≤ 2)

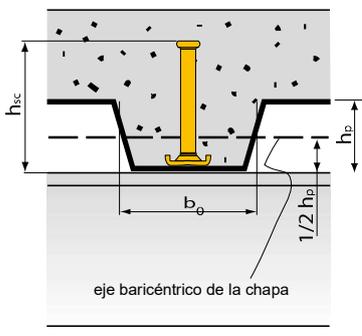
b₀ anchura media de la garganta

h_{sc} altura conector

h_p altura de la onda (h_p < 85 mm ed h_p < b₀)

P₀ = 33,4 kN (con clase hormigón C30/37).

Ejemplo de aplicación de la fórmula para la resistencia al corte del conector con chapa ondulada.



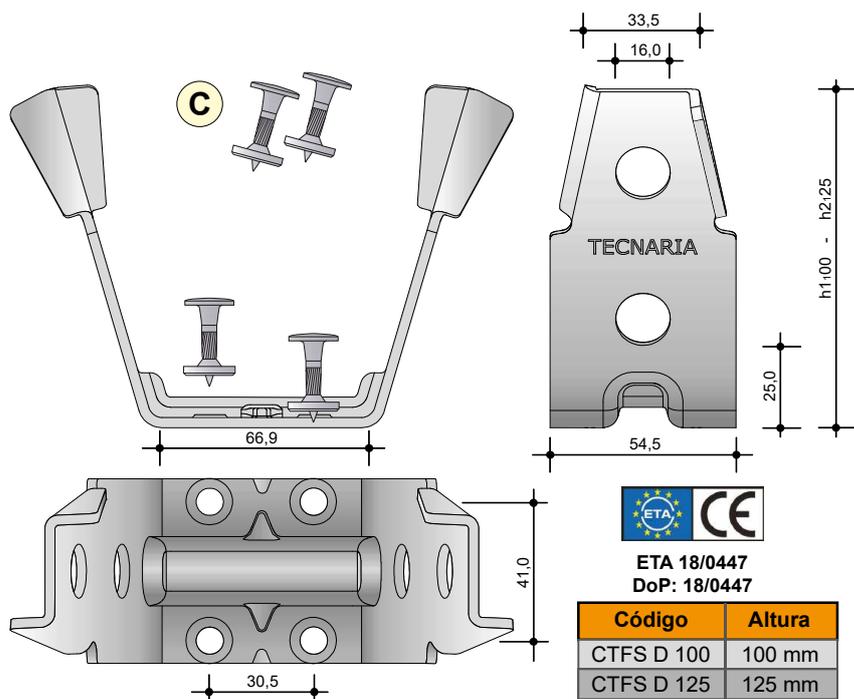
Los mejores resultados se obtienen eligiendo los conectores más altos posibles.

En caso de que sea necesario utilizar más de un conector CTF por nervadura es conveniente elegir los conectores DIAPASON.

Tipo	Ejemplo	Conector	Resistencia de proyecto P _{Rd}	Comportamiento conector
Losa en chapa ondulada Hi - Bond 55 1 conector para garganta		CTF090	20.9 kN	Dúctil
		CTF105	28.4 kN	Dúctil
		CTF125	28.4 kN	Dúctil

Las resistencias indicadas se refieren a la aplicación con hormigón de clase C30/37.

Consulte el Documento de Idoneidad Técnica Europeo ETA-18/0447 para ver la indicación completa de la resistencia en todos los tipos de aplicación o utilice el software Tecnaría.



Descripción técnica

El conector **DIAPASON® TECNARIA** consiste en una plancha de chapa cincada de 3 mm de espesor con una placa de base nervada rectangular de 70x55 mm, plegada en forma de "U" con dos alas inclinadas. En la parte inclinada hay cuatro orificios para introducir barras de acero transversales. Cuatro clavos de alta resistencia atraviesan los orificios de la placa y fijan el conector en la estructura metálica.

Las alturas disponibles son de 100 y 125 mm.

Clavos de acero al carbono Ø 4,5 mm longitud 25,5 mm, Ø cabeza 14 mm

Especificaciones técnicas: Estribo de conexión estampado, de chapa cincada de 3 mm de espesor. Tamaño plato de base nervado 70x55 mm con dos alas inclinadas de 55x100 mm / 55x125 mm. Moldeada para su uso en varios tipos de chapa y preparada para recibir barras de refuerzo. Fijada en la estructura con 4 clavos de alta resistencia. Con certificación CE.

Características técnicas

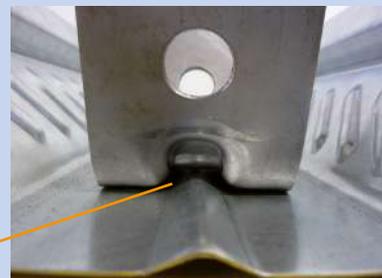
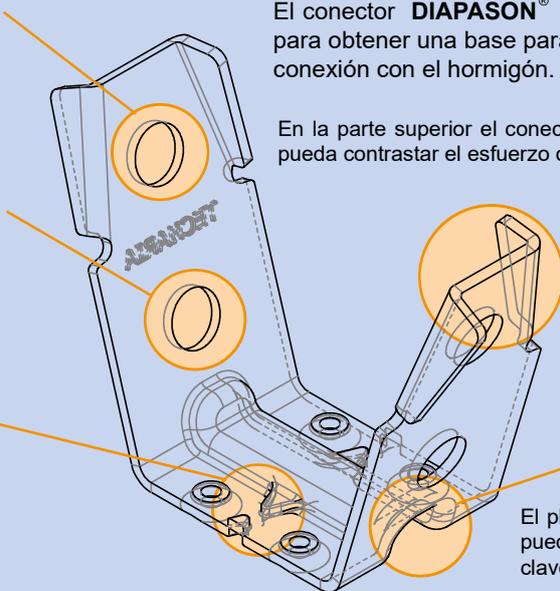
Los dos orificios superiores permiten colocar barras pasantes para aumentar la resistencia al deslizamiento mediante la máxima integración en el hormigón. Barras de acero B450C de 10 mm de diámetro y 600 mm de longitud.

Los dos orificios inferiores permiten incrementar más la resistencia con el posible alojamiento de las barras necesarias para reforzar la chapa ondulada en caso de estructuras con resistencia al fuego.

La fijación es sumamente rápida ya que el conector es estable y el centraje de la clavadora lo garantiza el perfilado de la placa de base.

El conector **DIAPASON®** es de chapa cincada de 3 mm de espesor, moldeada para obtener una base para fijar en la viga de acero y dos alas superiores para la conexión con el hormigón.

En la parte superior el conector tiene los extremos plegados de forma que se pueda contrastar el esfuerzo cortante con la máxima eficacia



El plato de base se perfila para que el conector también se pueda fijar con chapas con base nervada o con chapas con clavos o tornillos de fijación.

Resistencias al corte del conector DIAPASON TECNARIA

Tipo	Ejemplo	Conector	Resistencia de proyecto P_{Rd}	Comportamiento conector
Losa maciza		D100	53.8 kN	dúctil
		D125	53.8 kN	dúctil
Losa en chapa ondulada Hi-Bond 55 1 conector para garganta		D100	40.7 kN	dúctil
		D125	43.8 kN	dúctil
		D100 + 1 barra de refuerzo	40.2 kN	dúctil
		D125 + 1 barra de refuerzo	48.1 kN	dúctil

Las resistencias indicadas se refieren a la aplicación con hormigón de clase C30/37.

Consulte el Documento de Idoneidad Técnica Europeo ETA-18/0447 para ver la indicación completa de la resistencia en todos los tipos de aplicación o utilice el software Tecnaria.

REHABILITACIÓN DE FORJADOS EXISTENTES



Como alternativa a los forjados de madera, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, se realizaban a menudo forjados con vigas de hierro de doble "T" con elementos de ladrillo intercalados. Las viguetas se apoyaban en los muros portantes con distancias entre ejes variables normalmente de 60 a 110 cm y se distanciaban con elementos de ladrillo macizo o perforado.

Encima de la estructura realizada de este modo se aplicaba una capa de relleno apropiado para nivelar la superficie del forjado y formar el lecho de colocación para la pavimentación utilizando a menudo materiales de desecho de la obra.

Las aplicaciones más frecuentes se encuentran en los edificios industriales, en grandes complejos públicos, en casos de construcción popular en el periodo de

tiempo comprendido entre los años 20 y 30. El abandono de esta tecnología de aplicación se produce a principios de los años 50 a favor de los forjados de baldosas-cemento.

Estos forjados, dimensionados para soportar cargas modestas y no adecuados para las exigencias de construcción modernas, a menudo necesitan intervenciones estructurales de consolidación. Se pueden rehabilitar con la superposición de una losa armada de hormigón conectada a las vigas de acero mediante conectores CTF Tecnaria. La eficacia de esta solución la atestiguan más de 20 años de intervenciones.



La composición química de las viguetas de hierro existentes hace que resulte difícil, cuando no imposible, la soldadura de elementos metálicos obstaculizada también por la presencia de polvo, oxidaciones o mortero: la fijación en frío con conectores TECNARIA resuelve de forma eficaz el problema ya que los clavos penetran directamente en el acero. ¡La simplicidad de colocación en la obra hace que el sistema sea ideal para este uso!

Resistencia del conector específica para casos de rehabilitación

Tipo	Ejemplo	Altura conector	Resistencia de proyecto P_{rd}
Losa maciza		40 mm 60 mm 70 mm	30.9 kN
		80 mm 90 mm 105 mm 125 mm 135 mm	39.8 kN

Las resistencias indicadas se refieren a la aplicación con hormigón de clase C30/37. Consultar la Aprobación Técnica Socotec o el software Tecnaria para los valores de resistencia con otros tipos de hormigón.

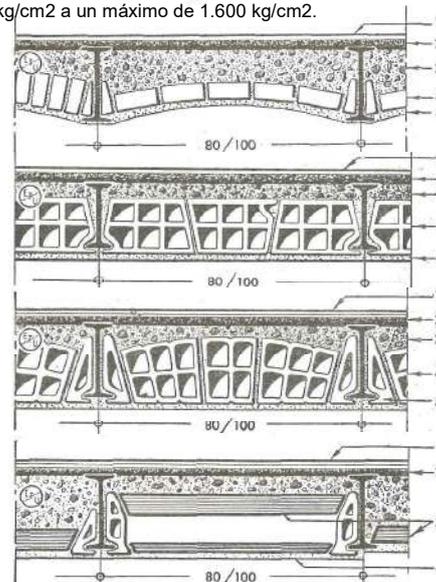
Fases de realización

1. Eliminar el falso techo existente cuando sea necesario.
2. Derruir la pavimentación, la base y la capa de relleno existente hasta que se vea la parte superior de las viguetas de acero existentes sin dañar los elementos de ladrillo intercalados.
3. Fijar los conectores CTF con la clavadora de disparo específica eliminando antes las incrustaciones de mortero más grandes.
4. Colocar el mallazo.
5. Mojar el trasdós de la superficie.
6. Aplicar la lechada del forjado de hormigón.

Es preferible apuntalar el forjado antes de los trabajos y el hormigonado para una mayor seguridad en la obra y un mejor resultado estático.



Según los manuales técnicos de la época los esfuerzos de las vigas tenían que variar de un mínimo de 900 kg/cm² a un máximo de 1.600 kg/cm².

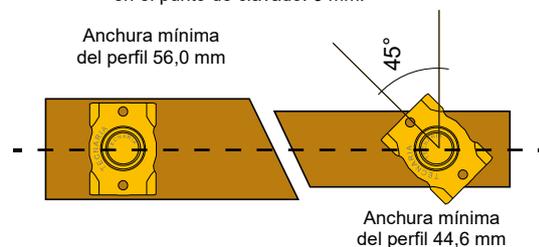


En presencia de perfiles donde el espesor del ala en el punto en que se deben clavar los clavos sea inferior a 8 mm, o donde la anchura del ala sea inferior a 56 mm, se debe colocar el conector de forma que los clavos estén cerca del alma de la viga.

Por lo tanto se debe dar una vuelta de 45° al conector.

Espesor mínimo del ala de la viga en el punto de clavado: 6 mm.

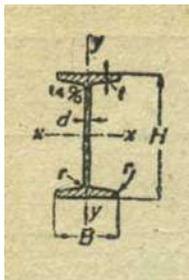
Anchura mínima del perfil 56,0 mm



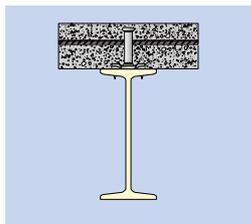
Anchura mínima del perfil 44,6 mm

FORJADOS DE ACERO Y LADRILLO

Vigas de acero



En el pasado no se usaban perfiles de geometría uniformada. Por tanto es necesario registrar la sección del perfil y identificar las características del acero. Normalmente se utilizaban perfiles de tipo 'doble T'. A causa de su composición química a menudo las vigas existentes no pueden soldarse.



Conectores Tecnaría CTF

Hormigón

Para realizar el forjado colaborante se utilizan normalmente hormigones estructurales de clase mínima C25/30 con un espesor no inferior a 5 cm. Las instalaciones técnicas no pueden atravesar la losa.

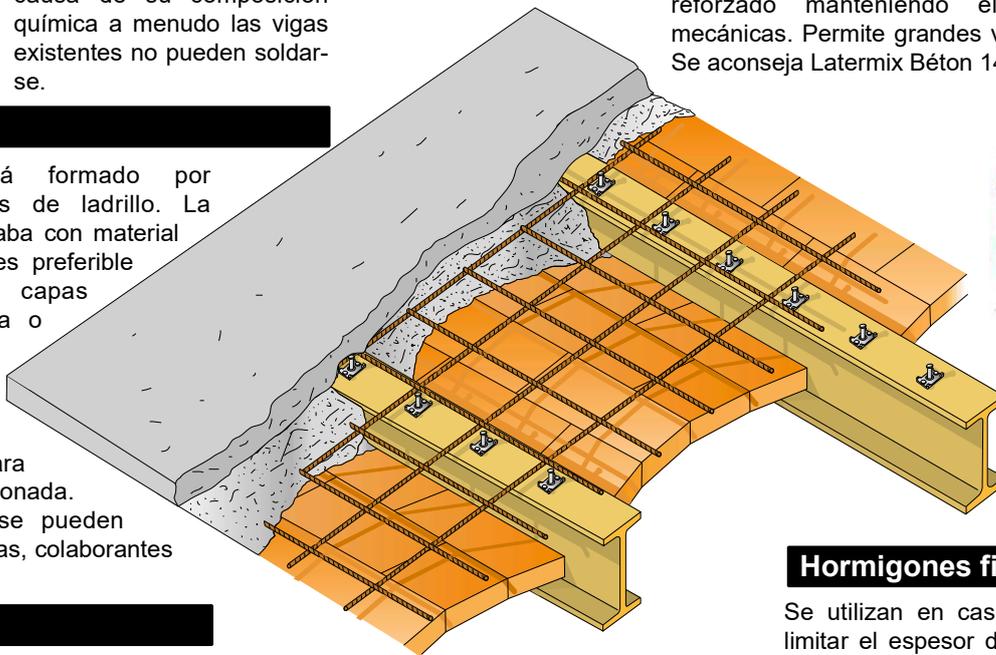
Hormigones ligeros estructurales

Se aconseja su uso para reducir el peso del forjado reforzado manteniendo elevadas las resistencias mecánicas. Permite grandes ventajas en zonas sísmicas. Se aconseja Latermix Béton 1400 y 1600.



Interpuesta

Normalmente está formado por bóvedas o rasillas de ladrillo. La nivelación se realizaba con material de relleno suelto; es preferible sustituir estas capas pesadas por arcilla o poliestireno. Si está en buen estado el ladrillo intercalado se puede utilizar como encofrado para la siguiente hormigonada. Como alternativa se pueden usar chapas nervadas, colaborantes o no colaborantes.



Mallazo

En la losa siempre se coloca un mallazo del tamaño adecuado. Normalmente \varnothing 8 mm, malla 20 x 20 cm a mitad de la losa. No es necesario unir el mallazo a los conectores.

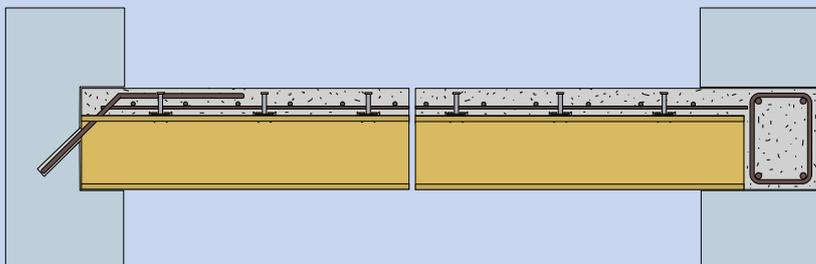
Hormigones fibroreforzados

Se utilizan en caso de que sea necesario limitar el espesor de intervención a 20 o 30 mm y reducir las cargas.



Conexión a las paredes

Es oportuno unir el forjado a los muros de carga en todos los lados del forjado. Esto también conlleva beneficios en términos de rigidez y resistencia sísmica del forjado. La intervención se puede realizar de varias formas según el tipo de muro.



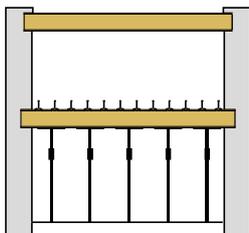
Colocación



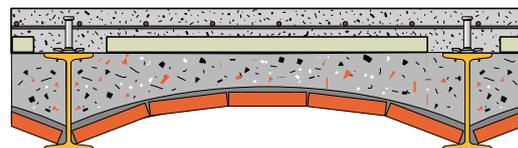
Una de las principales cualidades del sistema es la fijación rápida y segura realizada con una clavadora de disparo que también puede alquilarse. La introducción del clavo en la viga puede generar vibraciones, un dato que hay que tener en cuenta si hay elementos que puedan dañarse (por ej. techos de yeso). En casos raros se recurre al soldado de los conectores.

Apuntalamiento

Es ventajoso apuntalar los forjados durante la maduración del hormigón. Ante la imposibilidad de acceder a los huecos subyacentes será necesario colgar el forjado con tirantes.



Aislante como elemento estructural



El intercalado de un panel de material aislante rígido permite aumentar la sección de la viga mixta de acero-hormigón sin incrementar el peso del forjado. Se obtienen ventajas en términos de resistencia, rigidez y en parte de aislamiento termo-acústico.

CONECTORES TECNARIA: LOS ACCESORIOS

Los conectores **CTF** y **DIAPASON** Tecnaria se fijan con una clavadora de disparo Spit P560 Spitfire dotada de un kit especial. Clavadora de tiro indirecto con pistón clase A. Las clavadoras también pueden alquilarse. El maletín que se suministra incluye las instrucciones para un uso correcto.

Clavadora Spit P560 para CTF (cód. 014000)



Guía-puntas para CTF

(cód. 013994).
Peso 0,58 kg
Longitud 163 mm

Pistón para CTF

(cód. 013997).
Peso 0,21 kg
Longitud 235 mm

Anillo amortiguador

(cód. 014136).
Diámetro 22 mm



Clavadora con kit para fijación CTF: peso 4,1 kg

Clavadora Spit P560 para DIAPASON (cód. 014001)



Guía-puntas para DIAPASON

(cód. 013955).
Peso 0,40 kg
Longitud 102 mm

Pistón para DIAPASON

(cód. 014137).
Peso 0,17 kg
Longitud 180 mm

Anillo amortiguador

(cód. 014136).
Diámetro 22 mm



Clavadora con kit para fijación DIAPASON: peso 3,7 kg

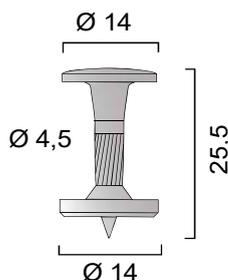
Cartuchos para Spit P560



Los propulsores explosivos, que se suministran en discos metálicos de 10 elementos, tienen varias potencias, con calibre 6,3 x 16 mm

- Amarillo: potencia media (cód. 031240)
- Azul: potencia fuerte (cód. 031230)
- Rojo: potencia muy fuerte (cód. 031220)
- Negro: potencia extra fuerte (cód. 031210)

Clavos HSBR14 TECNARIA (cód. 011390)



Clavos especiales de acero al carbono para fijación en acero S235, S275 y S355

Resistencia a la tracción: 2300 N/mm²

Límite elástico: 1600 n/mm²

Cincado mecánico espesor 10 micrones

Dureza > 57 HRc

Cuerpo roscado

Con arandela de acero Ø 14 mm

Clavadora para la fijación de chapas (cod. 013891)



La clavadora Spit P560, equipada con el kit "cargador" (código 013952), también puede utilizarse para clavar chapas en vigas de acero, tanto en el caso de forjados como de revestimientos verticales.

Para agilizar el proceso de instalación, los clavos, que cuentan con la certificación CE, se suministran en cargadores de 10 piezas (código 053953).

Clavos en cinta (cod.053953)



Kit cargador por clavos en cinta (cod.013952)



Peso 0.90 kg
Longitud 255 mm

Para combinar con:
Pistón cod. 014137
Anillo amortiguador cod. 014136

CERTIFICACIONES

Toda la gama de conectores Tecnaria para estructuras de acero cuenta con el marcado CE. Los conectores CTF y DIAPASON cuentan con la evaluación técnica europea ETA 18/0447 y ETA 18/0355 y están sujetos a un sistema de control de calidad continuo.

El software de cálculo: una valiosa ayuda para el diseñador



Tecnaria ofrece a los profesionales una herramienta útil para el diseño: el programa de cálculo para el rápido dimensionamiento de los forjados mixtos de acero-hormigón con conectores Tecnaria según las normas vigentes

Puede descargarse gratuitamente en la página web www.tecnaria.com

FORJADOS DE BOVEDILLAS Y HORMIGÓN

Conectores
de tornillo



V CEM-E



MINI CEM-E



NANO CEM-E



CT CEM

 **TECNARIA**[®]

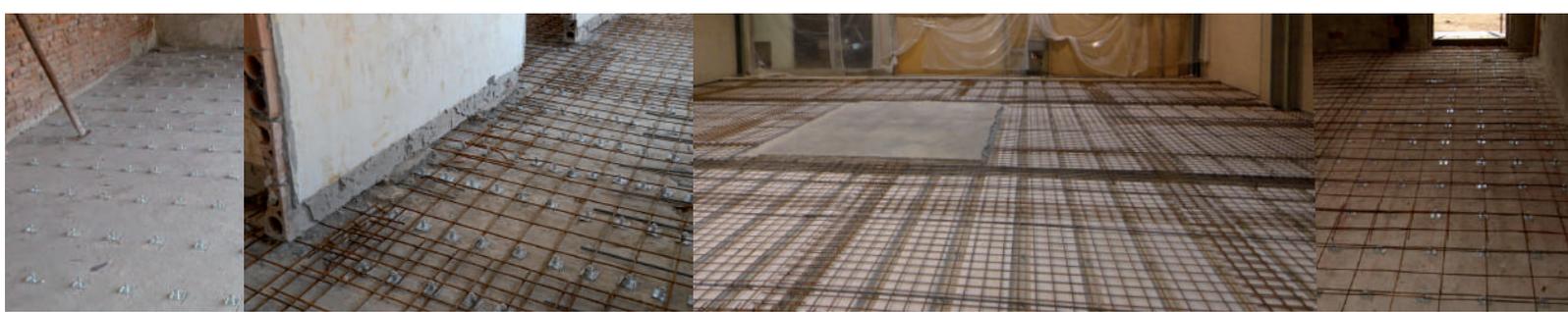
REFUERZO DE LOS FORJADOS

LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA

Los forjados de ladrillo o bovedillas se han utilizado mucho a partir de los años 30, pero su difusión se produjo especialmente en los años 50, por la necesidad de construir viviendas en el menor tiempo posible y al menor coste posible. A causa de la escasez de materias primas (especialmente de acero) y de la falta de escrúpulos respecto al diseño y a la construcción, los forjados en cuestión manifiestan a veces déficit de prestaciones.

Respecto a las exigencias actuales no son adecuados a causa de la escasa capacidad portante o de la inexistencia de una capa armada de distribución de las cargas.

Los conectores para hormigón Tecnaria se han estudiado para esta aplicación específica. El sistema de realizar una nueva losa colaborante en el forjado existente a menudo es la solución más económica y lógica.



Posibles usos

Realización de capa no presente – caso de forjados con baja capacidad de carga

Muchos forjados no están dotados de capa de compresión superior en las rasillas o tienen losas con espesores limitados sin armadura. Para distribuir las cargas y adaptar la estructura a las normas sísmicas es oportuno realizar una capa armada y conectada de la forma apropiada.

Aumento de rigidez – caso de desprendimiento de bovedillas

En caso de que el forjado sea fino, es decir con poco espesor respecto a su longitud, puede deformarse y rajarse. En estos casos es conveniente aumentar la altura con el método del forjado colaborante.

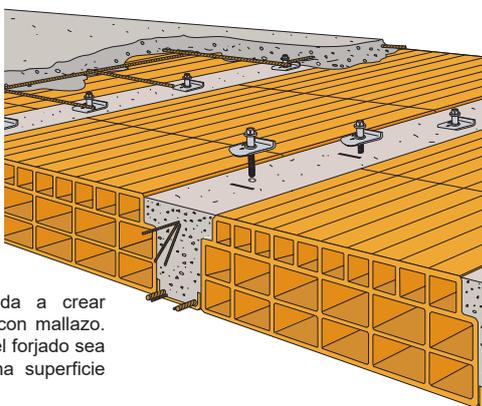
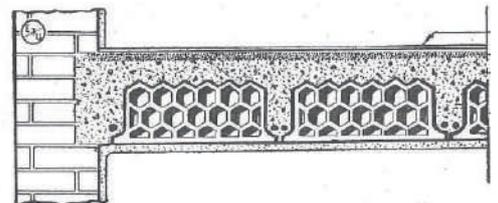
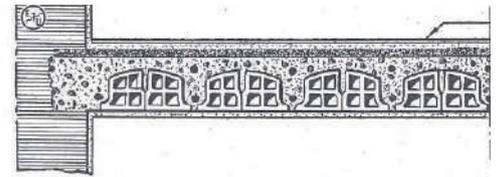
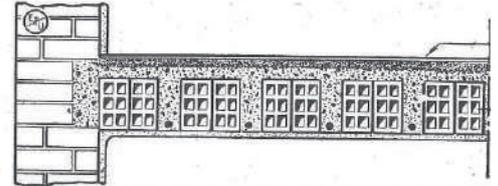
Aumento de resistencia – caso de cambio de uso

En caso de aumento de las cargas de proyecto, el forjado colaborante permite aumentar el brazo de las fuerzas internas y, por tanto, incrementar la resistencia a la flexión de la sección.

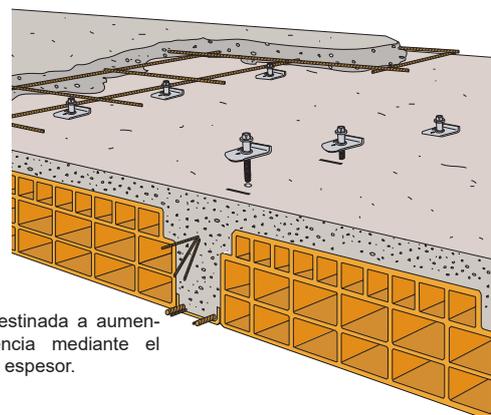
Por lo tanto el aumento de resistencia es proporcional al aumento de altura de la sección.

Es conveniente saber que, a diferencia del caso de vigas de madera o de acero, la resistencia aumenta solamente de forma proporcional al aumento de altura. Por tanto resulta que la utilización de la técnica del forjado mixto es estadísticamente menos practicable en los forjados existentes de bovedilla-cemento que en los de madera o acero.

En todos los casos es oportuno **limitar al máximo las cargas** utilizando hormigones más ligeros, acabados ligeros, morteros de espesor limitado y muros divisorios internos ligeros.



Intervención destinada a crear losa de distribución con mallazo. Necesaria para que el forjado sea habitable y crear una superficie rígida.

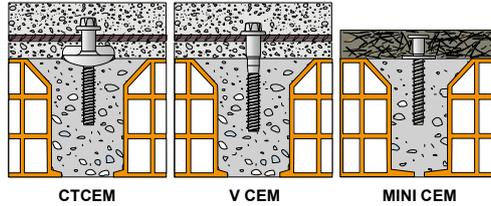


Intervención destinada a aumentar la resistencia mediante el incremento del espesor.

EL REFUERZO DEL FORJADO DE BOVEDILLA-CEMENTO

Vigüeta existente: dimensiones

La anchura de la vigüeta tiene que permitir que el conector tenga por toda su profundidad de hincado un recubrimiento lateral de hormigón adecuado.



Conectores Tecnaria

CT CEM: conector de tornillo dotado de una placa de base que se agarra a la losa existente. Tiene las características mecánicas más altas.

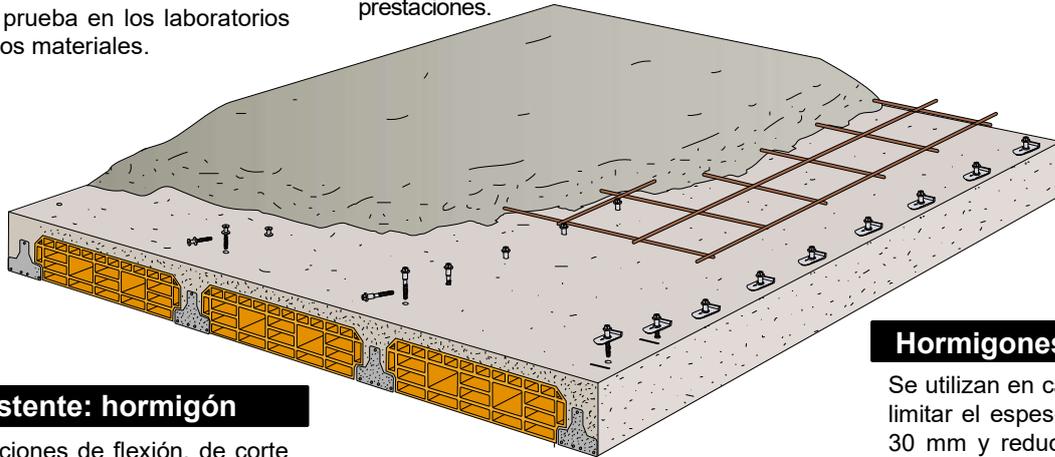
V CEM-E: conector de sólo tornillo, utilizado para las aplicaciones menos pesadas.

MINI CEM-E y NANO CEM-E: conector estudiado expresamente para conectar capas sutiles de hormigón de altas prestaciones.

Vigüeta existente: armadura

Las barras de acero inferiores forman parte de la estructura resistente incluso para el forjado reforzado; por tanto tiene que comprobarse su resistencia.

Para ello se tienen que registrar con atención el diámetro, la cantidad y el tipo de acero. La resistencia a la rotura del acero se puede determinar fácilmente mediante una prueba en los laboratorios de prueba de los materiales.



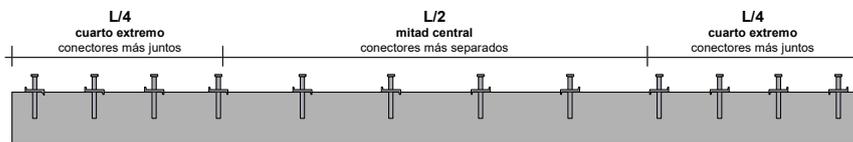
Vigüeta existente: hormigón

Las comprobaciones de flexión, de corte y la resistencia del conector dependen de la resistencia a la compresión del hormigón existente.

Su resistencia tendrá que ser igual o superior a C16/20 MPa.

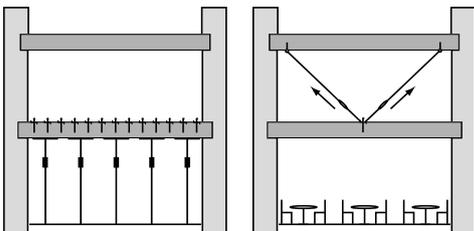
Colocación conectores

El número de conectores que se tienen que colocar lo determina un cálculo (como media son necesarios unos 6 – 10 elementos por m²). Se fijarán cerca unos de otros hacia las paredes y más separados en el centro de la viga.



Apuntalamiento

Apuntalar los forjados antes de la nueva lechada hace que la intervención sea eficaz al máximo; esta operación casi siempre es necesaria. Como alternativa, en los casos en que sea imposible acceder a los huecos subyacentes, existe la posibilidad de colgar el forjado con tirantes.



Mallazo

A mitad del espesor de la losa siempre se coloca una red electrosoldada del tamaño adecuado (normalmente Ø 6 mm 20x20 cm).

No es necesario unir la red a los conectores.

Es posible que la red no sea necesaria en caso de que se utilicen hormigones fibroreforzados.

Hormigón

Se utilizan normalmente hormigones estructurales de clase mínima C25/30 con un espesor no inferior a 5 cm. Las instalaciones técnicas no pueden atravesar la losa colaborante. Antes de realizar la lechada mojar el forjado.

Hormigones ligeros estructurales

Se aconseja su uso para reducir el peso del forjado reforzado manteniendo elevadas las resistencias mecánicas. Permite grandes ventajas en zonas sísmicas.

Se aconseja Latermix Béton 1400 y 1600.



Hormigones fibroreforzados

Se utilizan en caso de que sea necesario limitar el espesor de intervención a 20 o 30 mm y reducir las cargas. Solamente con conector MINI CEM.

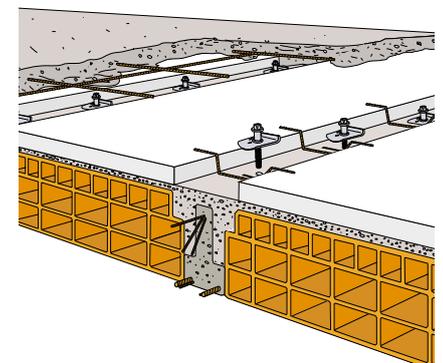


Espesor intervención

Es conveniente que el espesor total del forjado reforzado sea como mínimo 1/25 de su longitud (ej.: 500 cm luz = 20 cm altura total).

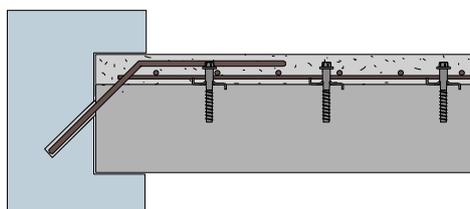
Aislante

El intercalado de un panel de material aislante rígido permite aumentar la sección sin incrementar demasiado el peso. De este modo se mejora el refuerzo. De hecho se obtienen ventajas en términos de resistencia, rigidez, número de conectores y parcialmente aislamiento termo-acústico.



Conexión a las paredes

Si el forjado existente no tiene bordillo, es oportuno unir el forjado a los muros de carga perimetrales del forjado. Esta solución aporta beneficios en términos de rigidez y resistencia sísmica del forjado.



Conector CTCEM

Placa 60x50 mm - tornillo Ø14 mm

El conector de altas prestaciones mecánicas.

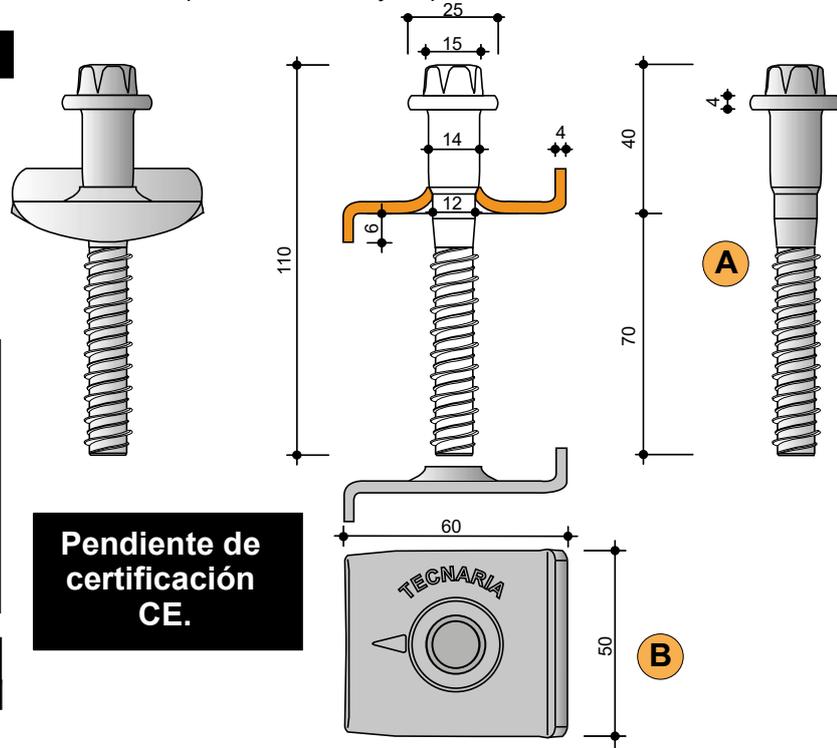
El conector está formado por una placa dentada y un perno de acero 10.9 con rosca en la parte inferior y cabeza hexagonal en la parte superior. Gracias a su placa de base, que contrasta la tendencia de rotación del perno, se obtiene una alta resistencia al deslizamiento. Además, la placa limita el aplastamiento local del hormigón y, a través de sus extremos, involucra una amplia superficie de hormigón en el mecanismo resistente al esfuerzo cortante. La fijación es completamente mecánica ya que no son necesarias resinas o aditivos químicos; por tanto el proceso de conexión es rápido, económico y limpio. La cabeza resalta 40 mm.

Descripción técnica

El conector está formado por:

- A)** Un cuerpo de acero templado 10,9, Ø 14 mm, cabeza hexagonal de 15 mm y falsa arandela, cuerpo roscado de Ø 12 mm.
- B)** Una placa de acero con base rectangular, dentada, 60x50 mm de 4 mm de espesor. El conector de perno y la placa de base en fase de hincado se unen gracias a su particular forma.

Especificaciones técnicas: Perno conector de tornillo y placa dentada cincados para juntas de construcción de hormigón. Elemento formado por un cuerpo de acero templado 10,9, Ø 14 mm, con arandela y cabeza hexagonal de 15 mm, cuerpo roscado de Ø 12 mm con una sección tronco cónica al principio de la parte roscada que permite introducir la placa estabilizadora, con orificio central de 60 x 50 x 4 mm curvado por dos lados.



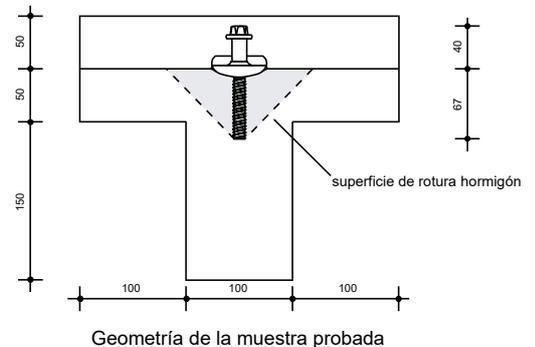
Código	Altura conector
CT CEM 14/040	40 mm

Resistencia del conector CTCEM

Carga de rotura media P_{um}	Carga de rotura característica P_{Rk}	Carga de proyecto (S.L.U.) P_d	Carga admisible (T.A.) P_{adm}
35.7 kN	26.7 kN	21.4 kN	14.2 kN

En la tabla se indican los valores de referencia correspondientes a las pruebas realizadas en el Laboratorio de Ciencia de la Construcción del Instituto Universitario de Arquitectura de Venecia. Esas pruebas se han realizado según las modalidades que se indican en el Eurocódigo 4 UNI ENV 1994-1-1.

Los resultados que se indican conciernen a conectores que conectan una estructura de hormigón Rck 30 MPa con una losa de hormigón Rck 30 MPa. Las geometrías de las dos partes conectadas permiten que la superficie de rotura del hormigón no se reduzca a causa de secciones sutiles.



Colocación del conector CT CEM

En caso de forjado con alcatifa identificar las viguetas mediante sondeos específicos. Marcar las posiciones donde fijar los conectores.

- Hacer incisiones en el hormigón con una sierra circular: espesor incisión 4 mm, profundidad 5 mm, dirección transversal en la dirección de la vigueta (fig. 1).
- Colocar en la incisión la parte doblada hacia abajo de la placa. La flecha de la parte superior se tiene que orientar hacia el centro del vano (fig. 2).
- Hacer un orificio con una taladradora con una punta de 11 mm y una profundidad de 75 mm (fig. 3).
- Quitar el polvo de cemento (fig. 4).
- Introducir el tornillo en el orificio y enroscarlo con un destornillador eléctrico de impulso dotado de tope. Tener cuidado de no seguir enroscando una vez que la placa y el tornillo hagan contacto (fig. 5).



Conector V CEM-E

Cuerpo Ø 14 mm - tornillo Ø 12 mm

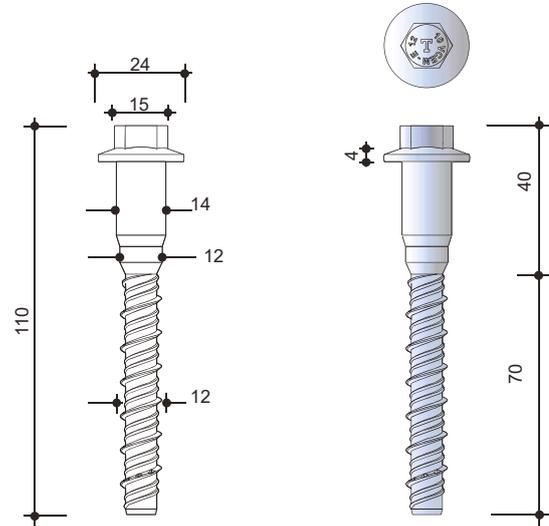
El conector que permite la máxima rapidez de colocación.

El conector está formado por un tornillo de acero 10.9 con rosca hi-low en la parte inferior y cabeza hexagonal en la parte superior. La fijación se realiza enroscando el tornillo 70 mm en seco en un orificio realizado específicamente en el hormigón; la parte restante resalta 40 mm. La fijación es completamente mecánica ya que no son necesarias resinas o aditivos químicos. La punta del tornillo tiene un tratamiento térmico especial que le permite cortar el hormigón. Por tanto el proceso de conexión es rápido, económico y limpio.

Descripción técnica

El conector de tornillo para hormigón TECNARIA para juntas de construcción está formado por un cuerpo de acero al carbono, con parte roscada de 70 mm de longitud, Ø 14 mm, con cabeza hexagonal 15 mm con falsa arandela Ø 25 mm y una longitud total del tornillo de 110 mm.

Especificaciones técnicas: perno conector de tornillo cincado para juntas de construcción de hormigón formado por un cuerpo de acero templado 10,9, Ø 14 mm, con arandela y cabeza hexagonal de 15 mm, cuerpo roscado Ø 12 mm, longitud 60 mm y longitud total 110 mm. Con certificación CE (según EAD 330232-00-00601).



Código	Altura conector
V CEM 14/040-E	40 mm

Resistencia al corte del conector V CEM-E

El conector VCEM-E tiene la marca CE. Su resistencia al corte se calcula utilizando el Eurocódigo 2 EN 1992-4 a partir de los datos indicados en la ETA 20/0831 (CEM 12.5).

Resistencia a la fluencia en caso de aplicación sobre una losa maciza

Resistencia del hormigón existente	Resistencia al corte P_{Rd}
C20/25 no agrietado	12.30 kN
C20/25 agrietado	8.61 kN
C25/30 no agrietado	13.75 kN
C25/30 agrietado	9.62 kN

20
DoP: 20/0831
EAD 330232-00-0601



Los valores indicados se han calculado utilizando las fórmulas del Eurocódigo e indican el fallo por *pry-out* del hormigón existente. Resistencia al corte P_{Rd} del acero del conector V CEM-E: 28,50 kN.

Colocación del conector V CEM-E

Eliminar las pavimentaciones existentes y descubrir el trasdós de las viguetas de hormigón. En caso de forjado con alcatifa identificar las viguetas mediante sondeos específicos. Los conectores se deben fijar en las viguetas.

- Marcar las posiciones donde fijar los conectores con arreglo a las indicaciones de proyecto (fig. 1).
- Hacer un orificio con una taladradora con una punta de 10 mm y una profundidad de 85 mm (fig. 2).
- Quitar el polvo de cemento soplando o aspirando en el interior del orificio (fig.3).
- Introducir el tornillo en el orificio y enroscarlo con un destornillador eléctrico de impulso o un destornillador de fricción de tope (fig. 4).
- Tener cuidado de no seguir enroscando una vez que el tornillo haya alcanzado el tope (fig. 5).



El conector para la conexión con losas de espesor reducido

MINI CEM-E es el nuevo conector de tornillo estudiado para la unión de losas colaborantes de bajo espesor (a partir de 20 mm), con viguetas de forjados incluso de poca anchura (a partir de 60 mm). Este conector está especialmente indicado para la conexión de losas de hormigón fibroreforzado de altas prestaciones.

La fijación en el soporte se realiza en seco sin utilizar resinas u otros aglutinantes gracias a la rosca Hi-Low.

La arandela móvil de la que está dotado permite el contacto correcto incluso en superficies de hormigón no perfectamente planas.

Descripción técnica

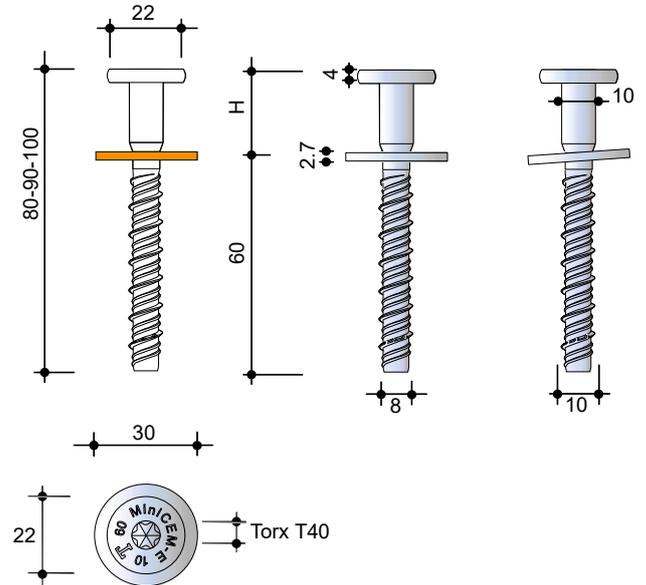
El conector está formado por:

A) Un cuerpo de acero al carbono cementado. La parte inferior está dotada de rosca hi-low para hormigón de 10,5 mm de diámetro y 60 mm de longitud. La parte superior es un perno de diámetro 10, disponible en las alturas de 20, 30 o 40 mm, con cabeza de 22 mm de diámetro y cava Torx T40.

B) Una arandela móvil de acero Ø 30 mm, espesor 2,7 mm.

Especificaciones técnicas: Perno conector de tornillo cincado para juntas de construcción de hormigón. Elemento formado por un cuerpo de acero cementado con cuerpo roscado Ø 10 mm y longitud 60 mm; perno Ø 10 mm y altura 20, 30 o 40 mm, dotado de arandela móvil preensamblada de acero de 2,7 mm de espesor, 30 mm de diámetro y cabeza con cava Torx T40. Con certificación CE (según EAD 330232-00-00601).

Código	Altura conector
MINI CEM-E 10/020	20 mm
MINI CEM-E 10/030	30 mm
MINI CEM-E 10/040	40 mm



Resistencia del conector MINI CEM-E

El conector MiniCEM-E lleva la marca CE. Su resistencia al cizallamiento se calcula utilizando el Eurocódigo 2 EN 1992-4 a partir de los datos indicados en la ETA 20/0831 (CEM 10.5).

Resistencia al corte en caso de aplicación sobre una losa maciza

Resistencia del hormigón existente	Resistencia al corte P_{Rd}
C20/25 hormigón no agrietado	9.90 kN
C20/25 hormigón agrietado	6.93 kN
C25/30 hormigón no agrietado	11.07kN
C25/30 hormigón agrietado	7.75 kN

20
DoP: 20/0831
EAD 330232-00-0601



Los valores indicados se han calculado utilizando las fórmulas del Eurocódigo e indican el fallo por apalancamiento del hormigón existente. Resistencia al corte P_{Rd} del acero del conector MINI CEM-E: 13,04 kN.

Colocación del conector MINI CEM-E

Eliminar las pavimentaciones existentes y descubrir el trasdós de las viguetas de hormigón.

En caso de forjado con alcatifa identificar las viguetas mediante sondeos específicos.

Los conectores se deben fijar en las viguetas.

- Marcar las posiciones donde fijar los conectores con arreglo a las indicaciones de proyecto (fig. 1)
- Hacer un orificio con una taladradora con una punta de 8 mm y una profundidad de 70 mm (fig. 2)
- Quitar el polvo de cemento soplando o aspirando en el interior del orificio (fig. 3)
- Introducir el tornillo en el orificio y enroscarlo con un destornillador eléctrico de impulso o un destornillador de fricción de tope (fig. 4).
- Tener cuidado de no seguir enroscando una vez que el tornillo haya alcanzado el tope (fig. 5).



Conector NANO CEM-E

Cuerpo \varnothing 5.75 mm - tornillo \varnothing 7.5 mm

El conector para conectar viguetas finas y losas finas

NANO CEM-E es el último conector de tornillo con certificación CE, diseñado para la conexión de forjados colaborantes de espesor reducido (a partir de 20 mm), con viguetas de suelo de poca anchura; es el más adecuado de la gama Tecnaría para su uso en viguetas de sección muy pequeña.

Es especialmente adecuado para la conexión de losas de hormigón fibroreforzado de altas prestaciones.

La fijación en el sustrato se realiza en seco, sin necesidad de utilizar resinas u otros adhesivos, gracias a la rosca Hi-Low.

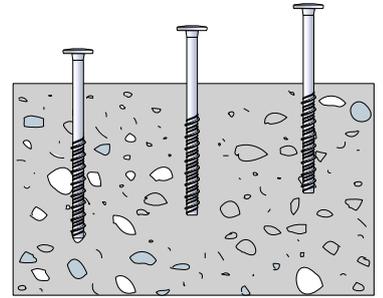
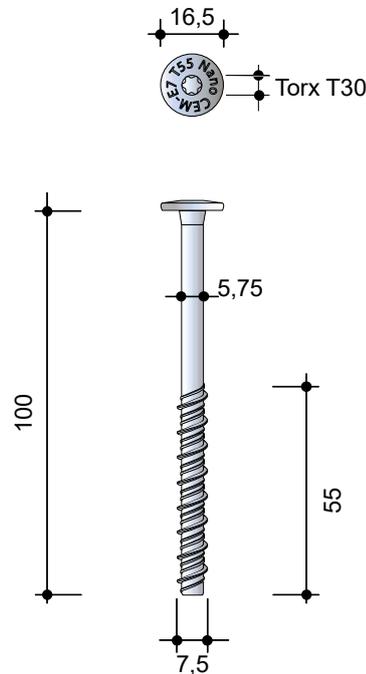
Descripción técnica

Se trata de un conector de tornillo de acero al carbono cementado. La parte inferior tiene una rosca Hi-Lo de 7,5 mm de diámetro para el hormigón y una longitud de 55 mm. La parte superior es un vástago de 5,75 mm de diámetro con una cabeza de 16,5 mm de diámetro y cava Torx T30.

Especificaciones técnicas: Perno conector de tornillo cincado para juntas de construcción de hormigón. Elemento formado por un cuerpo de acero cementado con cuerpo roscado HI-Lo de \varnothing 7.5 mm y longitud 55 mm; perno \varnothing 5,75 mm, dotado de cabeza diámetro 16,5 mm con cava Torx T40
Con certificación CE (según EAD 330232-00-00601).

Código	Altura conector
NANO CEM-E	de 20 a 45 mm *

* La profundidad del agujero de 6 mm de diámetro determina la longitud de la parte de el conector que sobresale en el hormigón.



Altura conector	Profundidad del agujero
20 mm **	80 mm
30 mm	70 mm
40 mm	60 mm
45 mm	55 mm

** Para utilizar con hormigones de alta resistencia reforzados con fibras.

Resistencia del conector NANO CEM-E

El conector NANO CEM-E lleva la marca CE. Su resistencia al cizallamiento se calcula utilizando el Eurocódigo 2 EN 1992-4 a partir de los datos indicados en la ETA 20/0831 (CEM 10.5).

Resistencia al corte en caso de aplicación sobre una losa maciza

Resistencia del hormigón existente	Resistencia al corte P_{Rd}
C20/25 hormigón no agrietado	6.0 kN
C20/25 hormigón agrietado	6.0 kN
C25/30 hormigón no agrietado	6.0 kN
C25/30 hormigón agrietado	6.0 kN

20
DoP: 20/0831
EAD 330232-00-0601



Los valores indicados se han calculado utilizando las fórmulas del Eurocódigo e indican el fallo por apalancamiento del hormigón existente. Resistencia al corte P_{Rd} del acero del conector NANO CEM-E: 6.0 kN.

Colocación del conector NANO CEM-E

Eliminar las pavimentaciones existentes y descubrir el trasdós de las viguetas de hormigón.

En caso de forjado con alcatifa identificar las viguetas mediante sondeos específicos.

Los conectores se deben fijar en las viguetas.

- Marcar las posiciones donde fijar los conectores con arreglo a las indicaciones de proyecto (fig. 1)
- Hacer un orificio con una taladradora con una punta de 6 mm y profundidad variable de 80, 70, 60 o 55 mm, según la proyección del tornillo, es decir, 20, 30, 40 y 45 mm respectivamente (Fig. 2).
- Introducir el tornillo en el orificio y enroscarlo con un destornillador eléctrico de impulso o un destornillador de fricción de tope (fig. 4).
- Tener cuidado de no seguir enroscando una vez que el tornillo haya alcanzado el tope (fig. 5).



Conectores Tecnaria: las aplicaciones

Utilización de los conectores metálicos con hormigones fibroreforzados (FRC)

El FRC (Fiber Reinforced Concrete) es un material compuesto de matriz de cemento (hormigón o mortero, monocomponente o pluricomponente) aditivado con fibras de diferentes tipos y geometrías; esta composición confiere al hormigón una significativa resistencia a la tracción y la compresión, una considerable ductilidad y una mayor resistencia al corte respecto a los hormigones tradicionales.

Actualmente la normativa no ofrece un cuadro claro de todos los posibles campos de utilización en el ámbito estructural, ya que no están clasificados en sentido estricto como hormigones.

Recientemente se han utilizado para la adecuación sísmica y el refuerzo de algunos forjados a fin de obtener superficies rígidas con espesores muy reducidos (unos 25 mm) y pesos limitados.

Sin embargo, para garantizar la eficacia de la superficie rígida es siempre necesario un grado de conexión con la estructura existente, en lo que se refiere tanto a las uniones viga-losa como losa-muros. Al respecto, algunos productores de FRC sugieren, en caso de refuerzo de forjados de ladrillo-cemento, realizar preparaciones muy laboriosas en la superficie a consolidar, como la para hacer áspero el soporte mediante abrasión mecánica y consiguiente limpieza y la consolidación superficial con un primer a extender con un rodillo.

En cambio, los conectores metálicos Tecnaria **MINI CEM** se utilizan en seco mediante simples taladros eléctricos, en el trasdós de las viguetas de hormigón.

Los conectores **MINI CEM** se han testado en laboratorio y, gracias a la conformación especial de su cabeza y las alturas reducidas (20 mm y 30 mm), se pueden utilizar con los FRC.

Resistencia al deslizamiento de la interfaz

Resistencia al deslizamiento de la interfaz

Cuando dos capas de hormigón se colan en momentos diferentes, se puede generar una resistencia al deslizamiento natural, resultante de la irregularidad de la superficie que hay que consolidar. Sin embargo, esta tensión tangencial, sola, no puede garantizar la colaboración total. Solamente en presencia de un conector específico se podrá tener en cuenta una contribución resistente dada por la cohesión entre los materiales. Para simplificar, las superficies se podrán clasificar como:

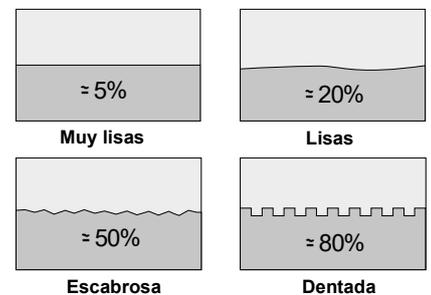
A) **Muy lisas**: si se colan en el encofrado liso.

B) **Lisas**: en caso de una alcatifa con superficie simplemente vibrada. Es el caso más frecuente.

C) **Escabrosa**: rugosidad obtenida artificialmente con medios mecánicos.

D) **Dentada**: preparada de modo específico y colada con elementos moldeados ad hoc.

En caso de ladrillos a la vista o enrase friable, la contribución debe ser considerada igual a cero para favorecer la seguridad.



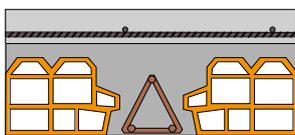
Se indica en % la contribución resistente

Límites de uso

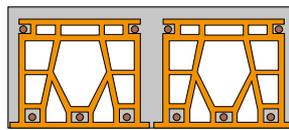
Tipo de forjados

Las intervenciones de refuerzo con la técnica de la losa de hormigón colaborante muy a menudo se ven condicionadas por la ausencia de armadura en el lado inferior de la vigueta, la escasa resistencia del hormigón utilizado y los fenómenos de degradación del hormigón además de, a veces, carencias de proyecto. Por lo tanto, se aconseja evaluar con cuidado el estado de hecho del forjado que hay que consolidar.

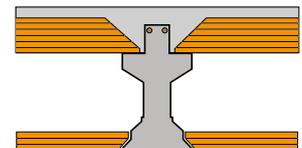
La técnica propuesta es excelente para los forjados en viguetas prefabricadas (de tipo Bausta), mientras que es difícil de aplicar en forjados de tipo Sap o Varese que tienen viguetas de hormigón de pequeño tamaño.



Forjado Bausta

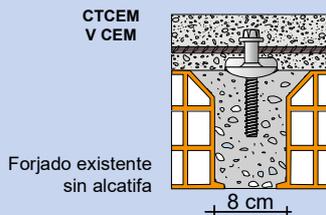


Forjado SAP

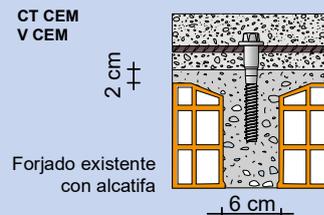


Forjado Varese

Dimensión mínima de las viguetas



Forjado existente sin alcatifa



Forjado existente con alcatifa



Forjado existente con o sin alcatifa

Degradación del hormigón

La intervención con conectores no es correcta en los casos de carbonatación del hormigón con posterior oxidación de las armaduras tensadas de acero. En este caso se deben evaluar otras soluciones que no sometan el hormigón a esfuerzos.



Desplome del ladrillo

Los forjados sometidos a fuertes inflexiones pueden estar sujetos a expulsión de la placa inferior de la rasilla. Inicialmente se tendrá que asegurar el forjado con sistemas específicos; posteriormente la conexión con una nueva losa reducirá la flexibilidad del forjado evitando que el problema del desplome pueda volver a producirse.

CONECTORES TECNARIA: LOS ACCESORIOS

Para facilitar la colocación en obra de los conectores **CTCEM** Tecnaria ofrece una variedad de accesorios.

Llave de impacto (cód. ACT-DW292)



Llave de impacto 710 W; por sus características es ideal para fijar los tornillos de los conectores en el hormigón, empalme cuadrado de 1/2".
Peso: 3,2 kg
Para conectores: **CTCEM, V CEM y MINI**

Artículo relacionado: llave de vaso hexagonal 15 mm, empalme 1/2", (cód. ACT-BE15-Q)

Llave de vaso hexagonal 1/2" (cód. ACT-BE15-Q)



Llave de vaso hexagonal de 15 mm, con empalme cuadrado de 1/2". Para atornillar el tornillo del conector.

Para conectores: **CTCEM, V CEM-E**

Broca para hormigón cuatro cuchillas



Brocas de 4 cuchillas

Brocas especiales para hormigón, longitud útil 100 mm, empalme SDS Plus, con cuatro cuchillas, alto rendimiento y baja vibración.

Permiten perforar el agujero en el hormigón para alojar el conector, también perforan fácilmente las barras de refuerzo de acero.

Para conectores: **CTCEM**: broca de 11 mm de diámetro
codice **PC11160100X**

Para conectores: **VCEM**: broca de 11 mm de diámetro
codice **PC10160100X**

Para conectores: **MINICEM**: broca de 8 mm de diámetro
codice **PC08160100X**

Para conectores: **NANOCEM**: broca de 6 mm de diámetro
codice **PC06160100X**

Adaptador de puntas 1/2" (cód. ACT-IE6-Q)



Llave de vaso con adaptador 1/2" para puntas 1/4".
Utilizar con los insertos Torx T40 y T30.

Para conectores: **MINI CEM-E y NANO CEM-E**.

Punta Torx T40 (cod. BIT-T40-HEX25)



Punta Torx T40, 1/4".
Utilizar con adaptador de puntas 1/2".
Sujeto al desgaste.

Para conectores: **MINI CEM-E**

Punta Torx T30 (cod. BIT-T30-HEX25)



Punta Torx T30, 1/4".
Utilizar con adaptador de puntas 1/2".
Sujeto al desgaste.

Para conectores: **NANO CEM-E**

CERTIFICACIONES

La resistencia al corte de los conectores **CTCEM** y la eficacia de la conexión se investigaron experimentalmente siguiendo los procedimientos de ensayo recogidos en el Eurocódigo 4 UNI - EN1994-1-1 en el Laboratorio de Ciencias de la Construcción del IUAV de Venecia.

Los conectores **V CEM-E**, **MINI CEM-E** y **NANOCEM** tienen el marcado **CE** según **ETA** y **DoP 20/00831**, según **EAD 330232-00-0601**.

20
DoP: 20/0831
EAD 330232-00-0601



EL SOFTWARE DE CÁLCULO: una valiosa ayuda para el diseñador

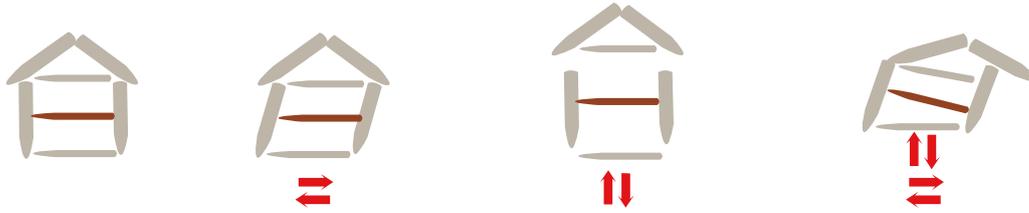


Tecnaria ofrece a los profesionales una herramienta útil para el diseño: el programa de cálculo para el rápido dimensionamiento de las intervenciones de refuerzo de forjados de baldosa-cemento con conectores **CTCEM** Tecnaria.

Puede descargarse gratuitamente en la página web www.tecnaria.com

CONEXIÓN ANTISÍSMICA ENTRE FORJADOS Y PAREDES

La conexión del forjado con el muro constituye la principal intervención de refuerzo antisísmico para los edificios existentes.



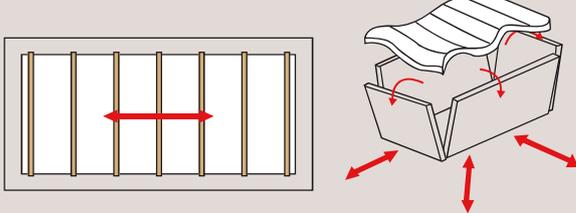
Carencias típicas de los edificios de mampostería existentes: uniones pared-pared / pared-forjado

Los forjados a menudo son parte de edificios construidos sin ningún criterio antisísmico. Las viguetas que forman el forjado a menudo simplemente están apoyadas en sus asientos creando una conexión que funciona sólo por rozamiento. En caso de acción sísmica violenta se produce al mismo tiempo un empuje hacia arriba y hacia el lado; en este caso el rozamiento pierde eficacia y las vigas pueden salirse de las paredes. El empuje transversal puede causar fácilmente rotaciones fuera del plano vertical de las paredes que no están juntas.

El remedio: el comportamiento “tipo caja” = la unión hace la fuerza

Si las paredes no están conectadas entre sí, la resistencia antisísmica máxima es solamente la que se debe a las distintas partes; si sin embargo se conectan de la forma adecuada se conseguirá un efecto de **incremento de resistencia** debido al comportamiento de caja. Las paredes se mantienen conectadas en vertical y pueden desarrollar la resistencia al empuje sísmico.

Antes



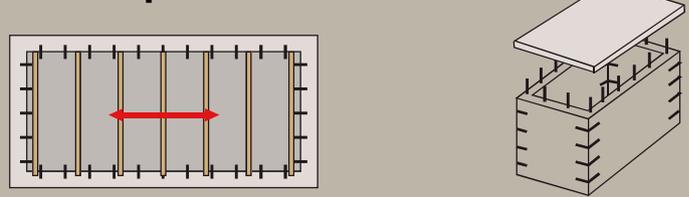
Forjado deformable

Conexión pared – pared: débil

Conexión pared – forjado: débil

Paredes desconectadas: gran riesgo de derrumbamiento

Después



Forjado rígido

Conexiones pared – pared: eficaces

Conexiones pared – forjado: eficaces

Paredes unidas: alta resistencia debido al comportamiento de caja:

Las paredes paralelas al seísmo pueden ejercer su alta resistencia.

Las paredes transversales al seísmo las retienen los forjados y no corren el riesgo de derrumbarse

Rigidez de superficie y continuidad estructural

Las normas técnicas facilitan las indicaciones para las comprobaciones de las construcciones tanto nuevas como existentes que sufren una acción sísmica. Respecto a la función del forjado se indica que los forjados tienen que desempeñar la función de distribución de las acciones horizontales entre las paredes estructurales, por tanto tienen que estar bien conectados a los muros y garantizar un funcionamiento adecuado de diafragma.

Por tanto es necesario que las fuerzas sísmicas que actúan en los forjados se transmitan a las estructuras verticales de forma eficaz (**continuidad estructural**) y que los forjados puedan deformarse poco (**rigidez de superficie**) para transmitir el empuje sísmico a las paredes adecuadas para resistir al seísmo.

La solución TECNARIA

Respecto a la **rigidez de superficie** los forjados con losa armada superior como mínimo 5 cm de espesor, incluso de hormigón ligero, conectada a las viguetas con conectores se consideran mucho más rígidos. Tecnaria para ello propone conectores para forjados de madera, acero y baldosa-cemento. Es necesario puntualizar que en caso de forjados existentes la necesidad efectiva de deformabilidad se evaluará con cuidado evitando transmitir cargas sísmicas a paredes no adecuadas.

En lo concerniente a la **continuidad estructural** es necesario conectar las losas a los muros. Es importante que esa intervención no sea invasiva y por tanto es preferible elegir intervenciones de tipo puntual y evitar intervenciones graves de demolición de los muros al nivel de los forjados. Por tanto se desaconsejan los acoplamientos llamados de “cola de milano” y los bordillos de espesor.

Además el peso de estructuras y acabados (tabiques y pavimentaciones) tiene que reducirse al mínimo para que la oscilación del terreno cause empujes poco importantes. Para realizar la **continuidad estructural** entre forjados con losa de hormigón y muros es ideal utilizar la **resina epoxídica bicomponente RTEC400** con barras corrugadas.

La intervención que se ha descrito es una de las principales que se tienen que realizar, pero también pueden ser necesarias otras para responder a todos los requisitos de la normativa.

Resina Epoxídica

La resina RTEC400 es una fórmula epoxídica bicomponente con un valor muy alto de adherencia para fijaciones pesadas en hormigón, obras de albañilería y madera. Se suministra en cartuchos de 470 ml y es el producto ideal para el refuerzo estructural con barras de anclajes instaladas después, con valores de adhesión muy altos y un coeficiente de contracción muy bajo. Su consistencia es densa (tixotrópica), para evitar el goteo y la excesiva dispersión del material en los huecos que pueda haber en la mampostería. Cuenta con el marcado CE gracias a dos homologaciones ETA (European Technical approval), válido para las barras roscadas y las barras de adherencia mejorada empotradas en el hormigón.

Valores ejemplificativos del consumo de resina según el diámetro de la barra que se tiene que fijar:



ETA 14/0090 e ETA 14/0091

Barra mm Ø	Diámetro y profundidad orificio mm	N.º fijaciones por cartucho	Barra mm Ø	Diámetro y profundidad orificio mm	N.º fijaciones por cartucho
12	16x200 mm	23	16	20x200 mm	18
12	16x300 mm	15	16	20x300 mm	12
12	16x400 mm	11	16	20x400 mm	9

Código	Descripción
RTEC400	Cartucho de resina bicomponente - 470 ml, con mezclador.
RTEGUN400	Pistola manual para cartuchos de 470 ml
RTMIXER	Tubos 380 mm para orificios de hasta 380 mm de profundidad



Resina Vinilestere

La resina RVINTEC400 es una fórmula viniléster bicomponente con un alto valor de adherencia para fijaciones pesadas en hormigón, obras de albañilería y madera. Se suministra en cartuchos de 400 ml y es el producto ideal para el refuerzo estructural con barras de anclajes instaladas después, con valores de adhesión altos y un coeficiente de contracción bajo. Su consistencia es densa (tixotrópica), para evitar el goteo y la excesiva dispersión del material en los huecos que pueda haber en la mampostería. Cuenta con el marcado CE gracias a dos homologaciones ETA (European Technical approval), válido para las barras roscadas y las barras de adherencia mejorada empotradas en el hormigón.

Valores ejemplificativos del consumo de resina según el diámetro de la barra que se tiene que fijar:



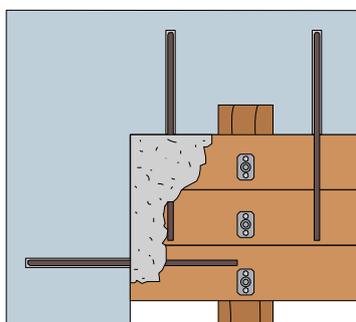
ETA 09/0246 e ETA 09/0140

Barra mm Ø	Diámetro y profundidad orificio mm	N.º fijaciones por cartucho	Barra mm Ø	Diámetro y profundidad orificio mm	N.º fijaciones por cartucho
12	16x200 mm	19	16	20x200 mm	15
12	16x300 mm	13	16	20x300 mm	10
12	16x400 mm	10	16	20x400 mm	8

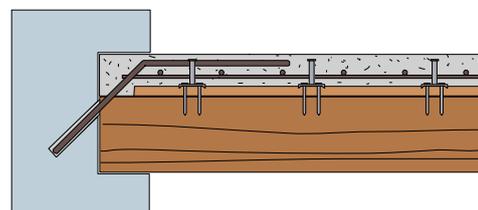
Código	Descripción
RVINTEC400	Cartucho de resina bicomponente - 400 ml, con mezclador.
RTEGUNVIN400	Pistola manual para cartuchos de 400 ml
RTMIXER	Tubos 380 mm para orificios de hasta 380 mm de profundidad



Conexión sísmica losa - muros



Para conseguir una conexión eficaz puntual se puede hacer un orificio inclinado hacia abajo en los muros perimetrales a la altura de la losa, inyectar en él la resina epoxídica bicomponente Tecnaría RTEC400, introducir la barra de adherencia mejorada de acero y doblar por último la barra en horizontal dentro de la losa. La conexión se tiene que hacer en todos los lados perimetrales donde hay muros de carga. La intervención mejorará el edificio siempre que la conexión se haga entre elementos estructurales idóneos.



Ejemplo de dimensionamiento típico: Barras de acero de 12 - 16 mm de diámetro a una distancia de unos 50-80 cm introducidas en la pared hasta una profundidad de 30-40 cm y en la losa de unos 60 cm

Procedimiento de instalación

1. Hacer el orificio con una broca o una perforadora.
2. Limpiar el orificio con varios cepillados y sopladors.
3. Hacer que salga la primera parte de resina aún sin mezclar (comprobando así la uniformidad de color del producto).
4. Llenar el orificio uniformemente empezando por el fondo retrocediendo gradualmente. Llenar hasta 2/3 de profundidad el orificio.
5. Introducir la barra lentamente y con un ligero movimiento rotatorio. Tener en cuenta el tiempo de colocación de la tabla inferior.
6. Eliminar la resina que sobre alrededor de la barra.
7. Antes de aplicar la carga esperar el tiempo de maduración según la tabla inferior.



Tecnaría S.p.a. Viale Pecori Giraldi 55 - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Italia
Tel. + 39 424 502029 - Fax + 39 424 502386 - info@tecnaria.com - www.tecnaria.com