

# 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

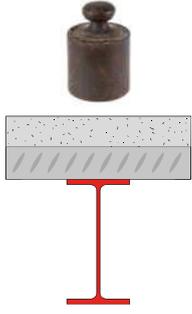
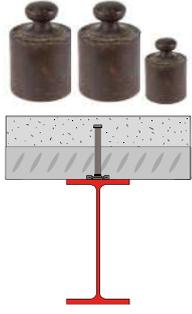
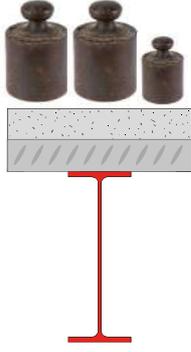
**TECNARIA**<sup>®</sup>

# 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 <sup>2</sup>	IPE 240 conectada capacidad 1050 kg/m <sup>2</sup>	IPE 330 no conectada capacidad 1050 kg/m <sup>2</sup>
		
	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 m<sup>2</sup>.

## Les avantages de la connexion TECNARIA

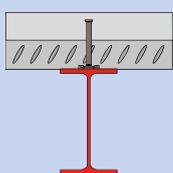
El perno con cabeza de tipo soldado, fijado en la viga con soldadura, es la solución adoptada tradicionalmente para la conexión de corte en las estructuras mixtas de acero-hormigón.

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.

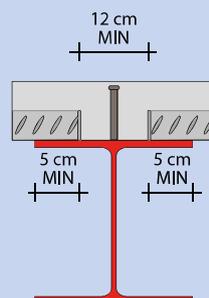


## Comparación entre los conectores clavados y los conectores soldados



**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**

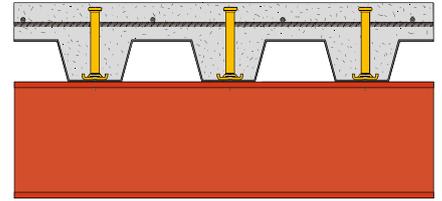
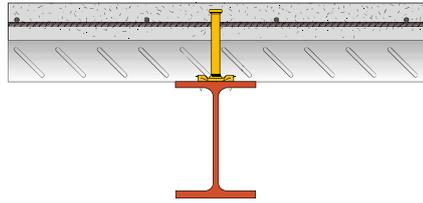
- Conector soldado directamente en la viga con chapa interrumpida. Es necesario un perfil mínimo HEA 240 y encofrado en la parte superior de la chapa para contener el hormigón.
- Conector soldado en la viga y chapa perforada antes localmente en los puntos de colocación de los conectores.
- El conector 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

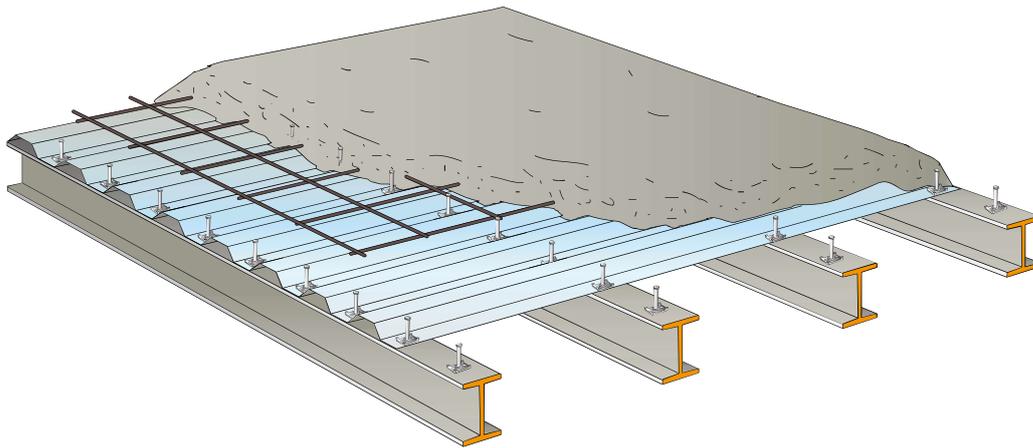


El conector está formado por un perno con cabeza introducido en una placa de base en la que se fijan **dos clavos**. Dado su tamaño la utilización principal es para forjados sin esfuerzos relevantes, para rehabilitaciones y en general donde se requiere una gran flexibilidad de uso.



## 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.

## 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.

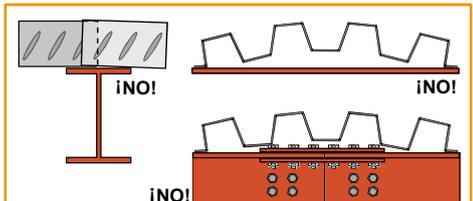
## Clavadora de disparo P560

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.

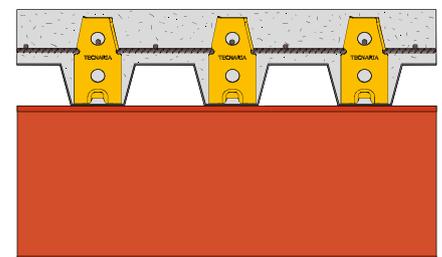
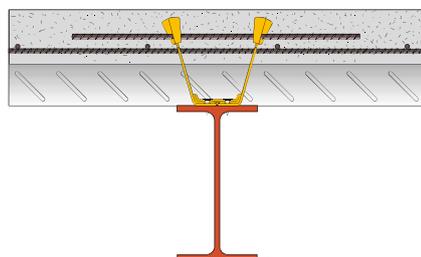


NO se pueden fijar los conectores con superposiciones irregulares de varias láminas de chapa, encima de chapas que no estén bien adheridas a la viga o encima de vigas con pernos.

## 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

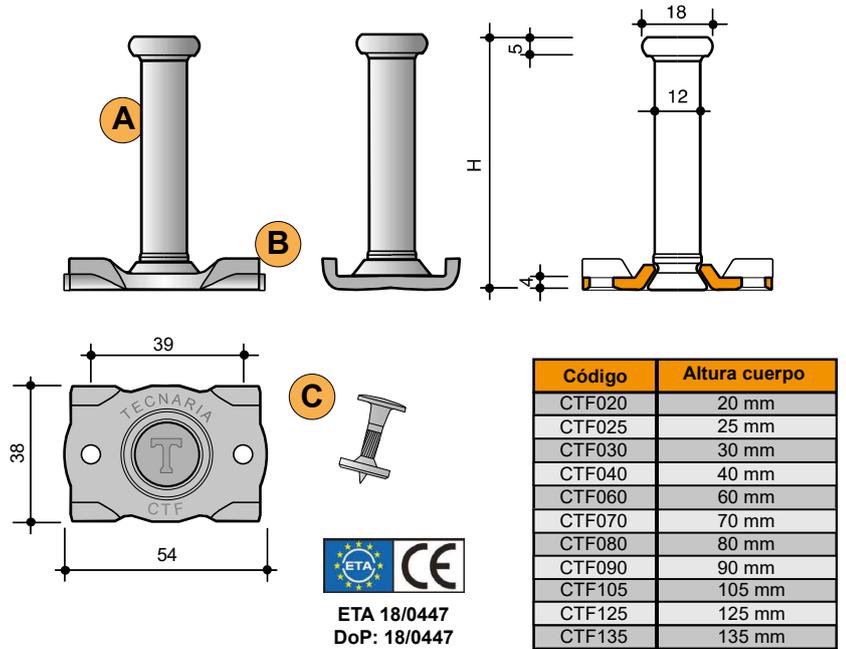
**A)** Un cuerpo con cabeza obtenida en frío con una barra de acero con un diámetro nominal de 12 mm

**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.

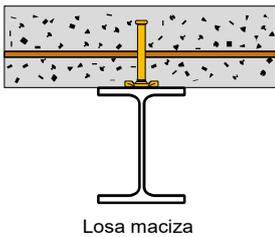
**C)** Dos clavos que atraviesan los dos orificios de la placa. Clavos de acero al carbono Ø 4,5 mm longitud 25,5 mm, Ø cabeza 14 mm.

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.



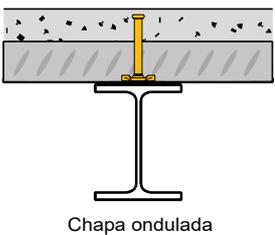
## Resistencia al corte de los conectores Tecnaría CTF en losa llena



Tipo	Ejemplo	Conector	Resistencia de proyecto P <sub>Rd</sub>	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<sub>t</sub> y de una resistencia de referencia P<sub>0</sub>.

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

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

Donde:

n<sub>r</sub> número de conectores por garganta (en los cálculos: ≤ 2)

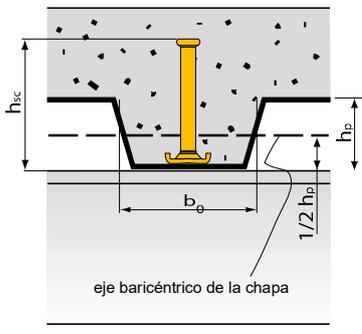
b<sub>0</sub> anchura media de la garganta

h<sub>sc</sub> altura conector

h<sub>p</sub> altura de la onda (h<sub>p</sub> < 85 mm ed h<sub>p</sub> < b<sub>0</sub>)

P<sub>0</sub> = 33,4 kN (con clase hormigón C30/37).

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



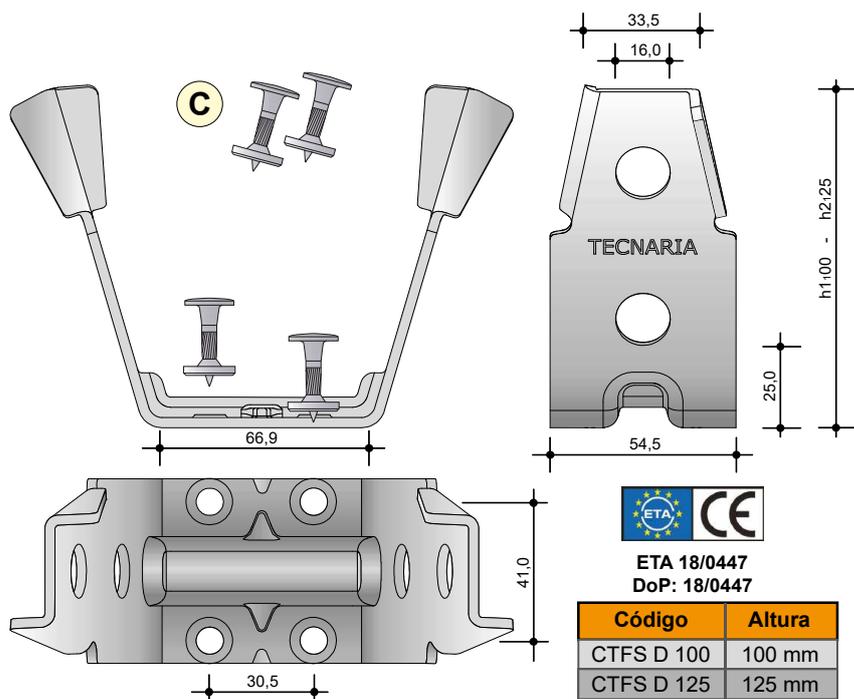
Los mejores resultados se obtienen eligiendo los conectores más altos posibles.

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 <sub>Rd</sub>	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

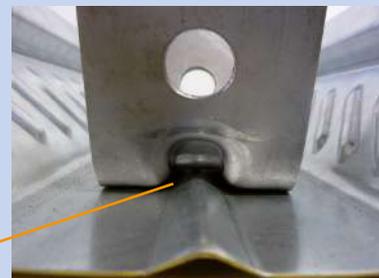
Los dos orificios superiores permiten colocar barras pasantes para aumentar la resistencia al deslizamiento mediante la máxima integración en el hormigón. Barras de acero B450C de 10 mm de diámetro y 600 mm de longitud.

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!

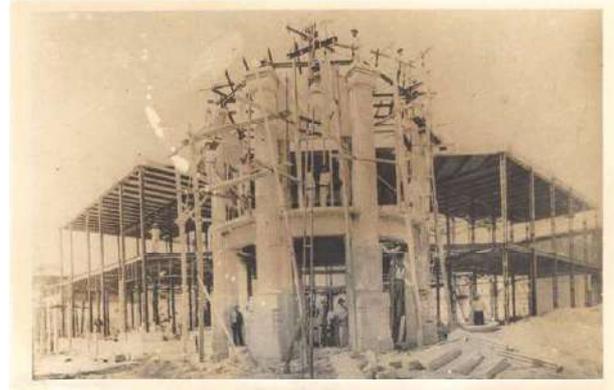
## Resistencia del conector específica para casos de rehabilitación

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

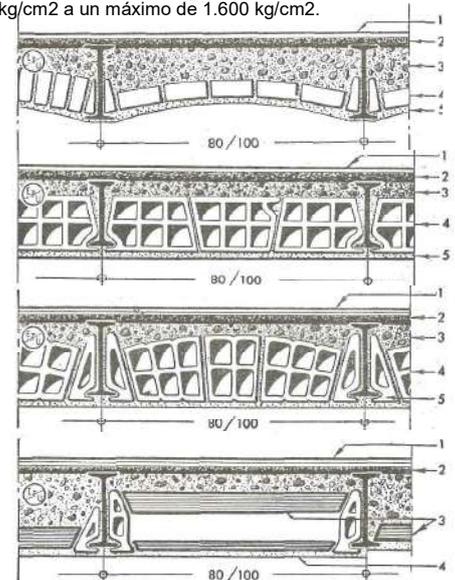
Las resistencias indicadas se refieren a la aplicación con hormigón de clase C30/37. Consultar la Aprobación Técnica Socotec o el software Tecnaria para los valores de resistencia con otros tipos de hormigón.

## 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/cm<sup>2</sup> a un máximo de 1.600 kg/cm<sup>2</sup>.

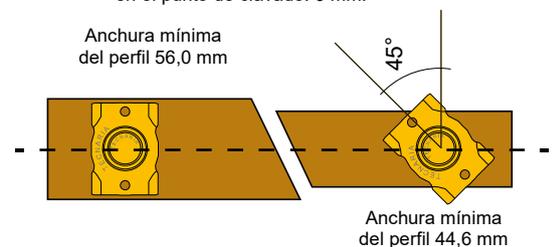


En presencia de perfiles donde el espesor del ala en el punto en que se deben clavar los clavos sea inferior a 8 mm, o donde la anchura del ala sea inferior a 56 mm, se debe colocar el conector de forma que los clavos estén cerca del alma de la viga.

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.

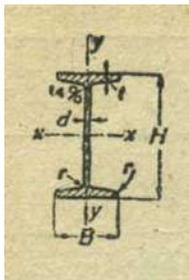
Anchura mínima del perfil 56,0 mm



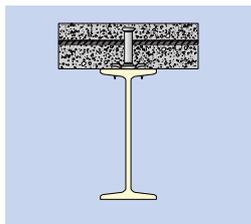
Anchura mínima del perfil 44,6 mm

# 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.

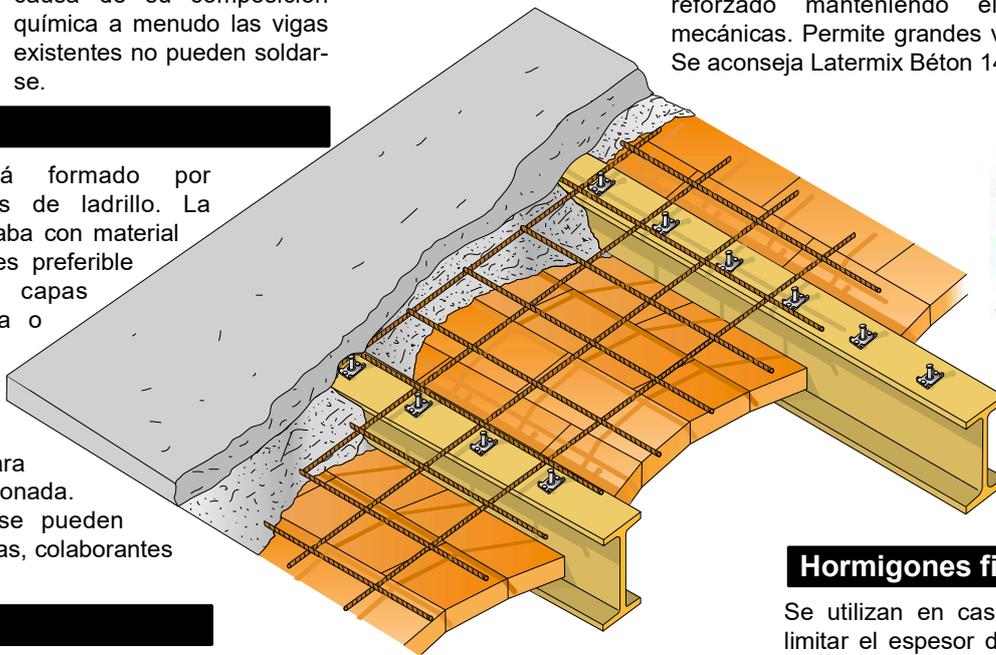
## Hormigones ligeros estructurales

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.

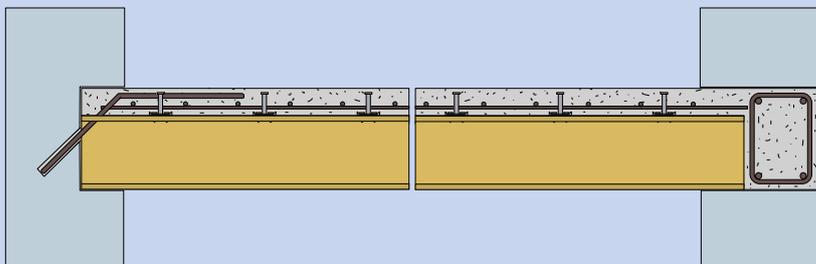
## Hormigones fibroreforzados

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.



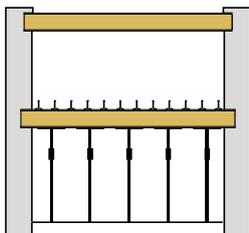
## Colocación



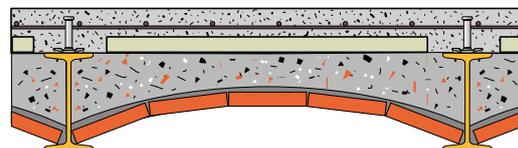
Una de las principales cualidades del sistema es la fijación rápida y segura realizada con una clavadora de disparo que también puede alquilarse. La introducción del clavo en la viga puede generar vibraciones, un dato que hay que tener en cuenta si hay elementos que puedan dañarse (por ej. techos de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

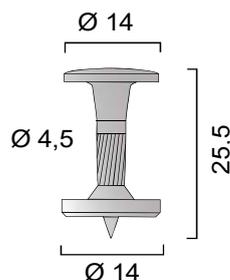
## Cartuchos para Spit P560



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/mm <sup>2</sup>
Límite elástico: 1600 n/mm <sup>2</sup>
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](http://www.tecnaria.com)