

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**.

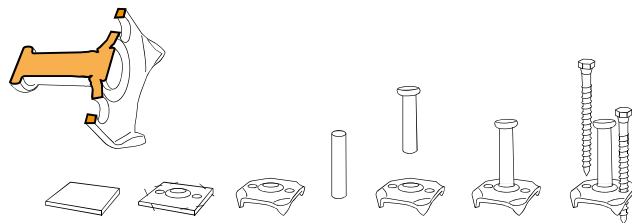
La losa de hormigón constituye una excelente solución técnica en los edificios de albañilería en **zonas sísmicas**, ya que permite conectar entre sí los muros de carga realizando una superficie rígida capaz de distribuir mejor las acciones sísmicas horizontales. El peso de los forjados mixtos de madera 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 adjunto demuestra las distintas capacidades de las vigas con la misma deformación.

EL FORJADO DE MADERA-HORMIGÓN

Madera

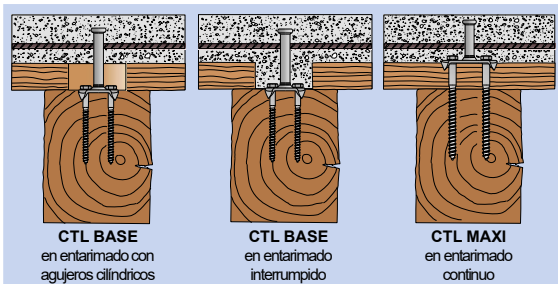
En el caso de una rehabilitación es importante identificar la geometría y las características mecánicas de la madera. En el caso de forjados nuevos se puede utilizar madera maciza o laminada.

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.



Conectores Tecnaria

CTL BASE: con tornillos $\varnothing 8$ mm, normalmente se fija en contacto directo con la viga de madera.

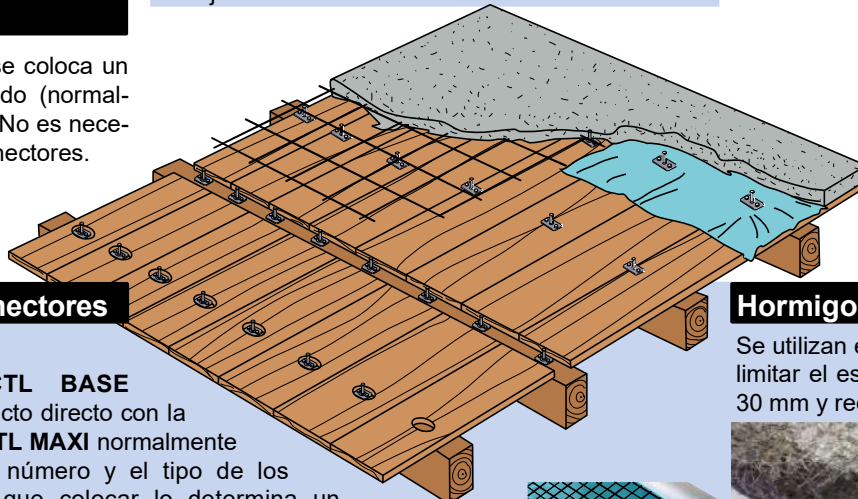
CTL MAXI: con tornillos $\varnothing 10$ mm, normalmente se fija encima del entarimado.

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.

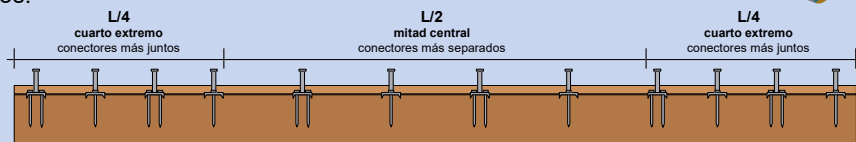
Hormigones ligeros estructurales

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.



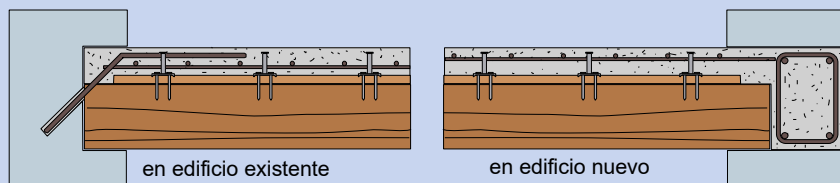
Colocación de los conectores

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.



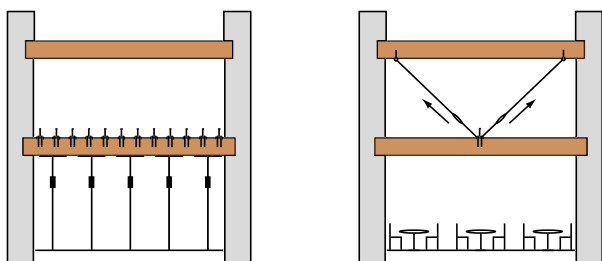
Conexión a las paredes

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.

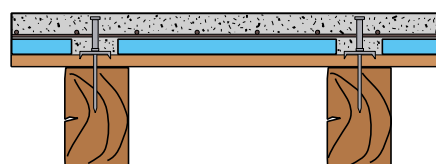


Apuntalamiento

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



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.

Hormigones fibroreforzados

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

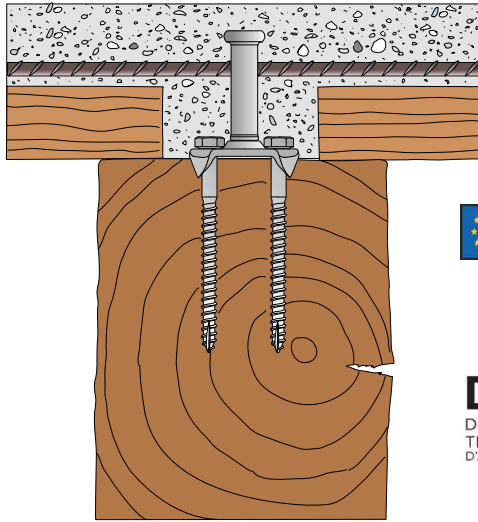


Lona de protección

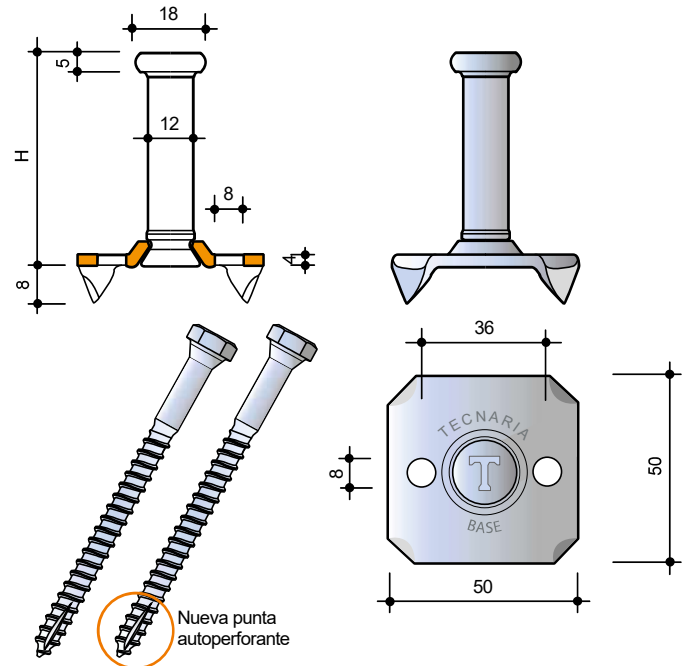
La lona transpirante hidrófuga 'Centuria' de TECNARIA es impermeable al agua y transpirante para el vapor. Es capaz de prevenir la penetración de lechada, la absorción de agua de hidratación del hormigón por parte de la madera y la formación de polvo en las superficies subyacentes durante mucho tiempo. 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

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.

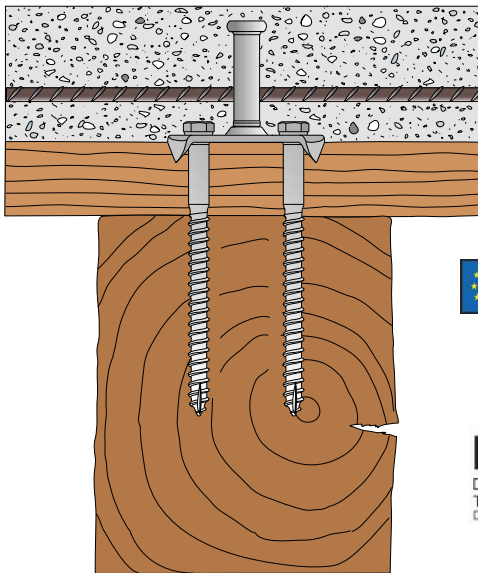
Características mecánicas de los conectores

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

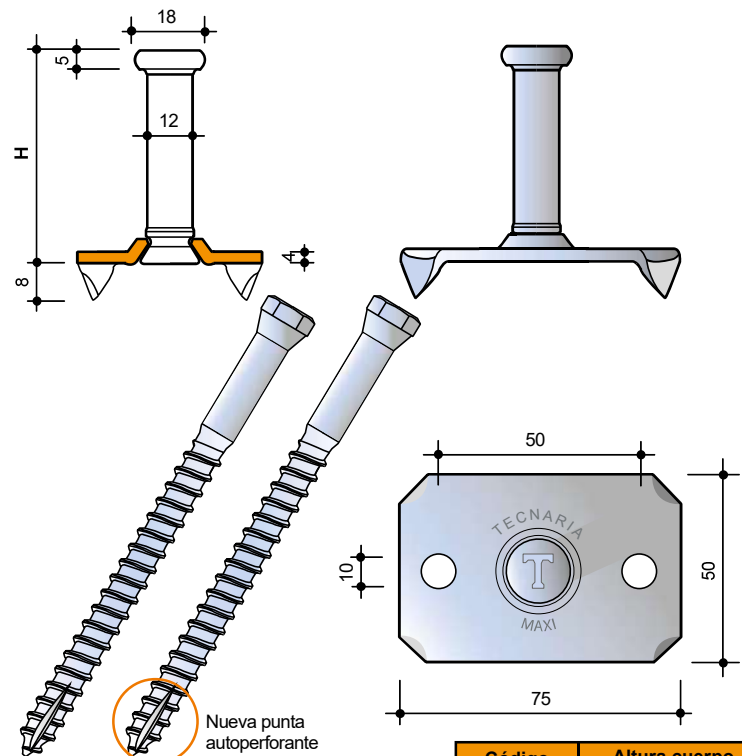
Código	Altura cuerpo
CTLB020	20 mm
CTLB030	30 mm
CTLB040	40 mm
CTLB060	60 mm
CTLB070	70 mm
CTLB080	80 mm
CTLB105	105 mm
CTLB125	125 mm
CTLB150	150 mm
CTLB175	175 mm
CTLB200	200 mm

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

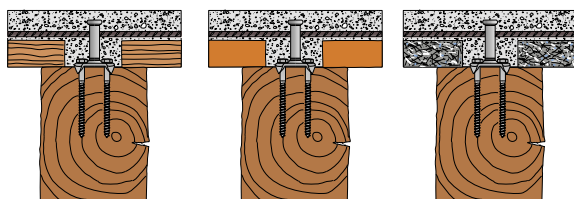
Los conectores de perno y los crampones se caracterizan por la extrema simplicidad de colocación; no necesitan mano de obra especializada ni condiciones especiales de obra. **Colocarlos es tan sencillo como enroscar dos tornillos.** El conector puede fijarse en contacto directo con la viga o encima del 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 Ø 6 mm para los tornillos de los conectores **BASE** o un orificio previo de Ø 8 mm para los tornillos de los conectores **MAXI**. A continuación se describen los tres tipos de colocación.

A ENTARIMADO INTERRUPTIDO 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 Ø 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.

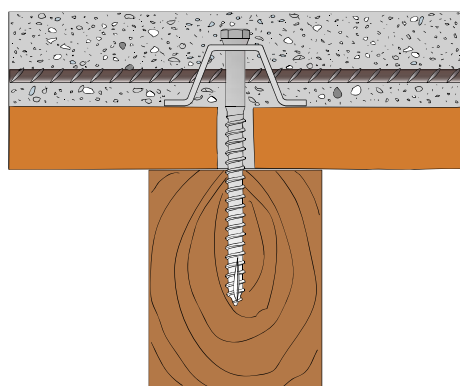
La colocación del conector se realiza directamente encima del entarimado. Normalmente se utilizan conectores de tipo **MAXI**. Aconsejado en caso de rehabilitación de la estructura existente.

Esta solución permite la máxima rapidez de colocación.

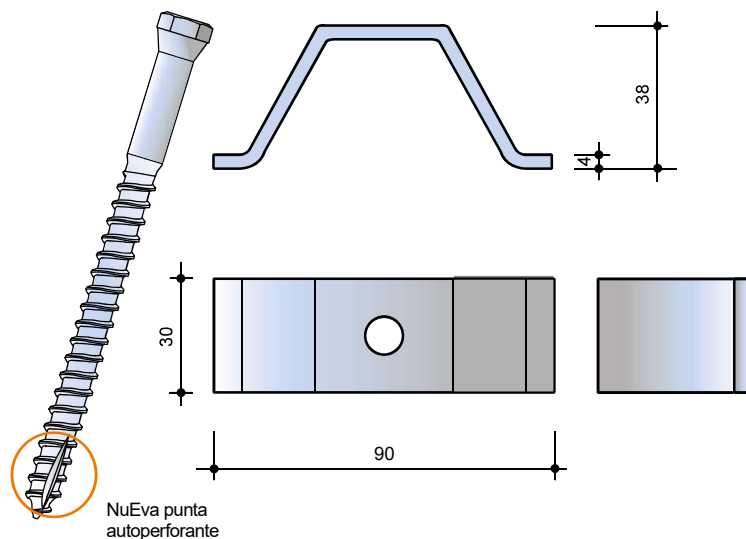
Para facilitar esta fase en caso de maderas duras, por ejemplo latifoliadas, será necesario realizar un orificio previo. Se puede utilizar un doble taladro de columna de TECNARIA que realiza la doble perforación previa en una única fase, permitiendo al operador trabajar de pie. Tecnaria también da en 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 m²	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 m²	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 m²	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 m²	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.

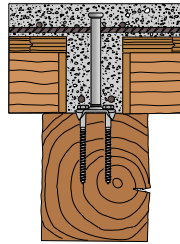
FORJADO DE MADERA DE DOBLE ENTREVIGADO

Vigas principales

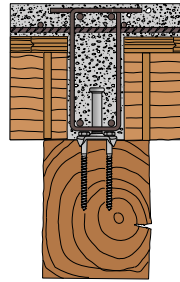
Representan el elemento portante de todo el forjado donde se apoyan las viguetas secundarias para distribuir la carga. Los conectores tienen que fijarse en contacto directo con la viga principal. Encima de la viga se crea un bordillo de hormigón de conexión armado de la forma adecuada. Se pueden utilizar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



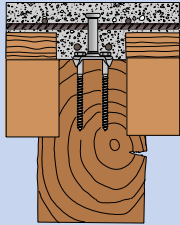
Conector en viga principal: la cabeza del conector tiene que superar el mallazo. El bordillo de hormigón puede no tener el estribo si está dimensionado correctamente.



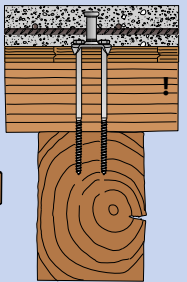
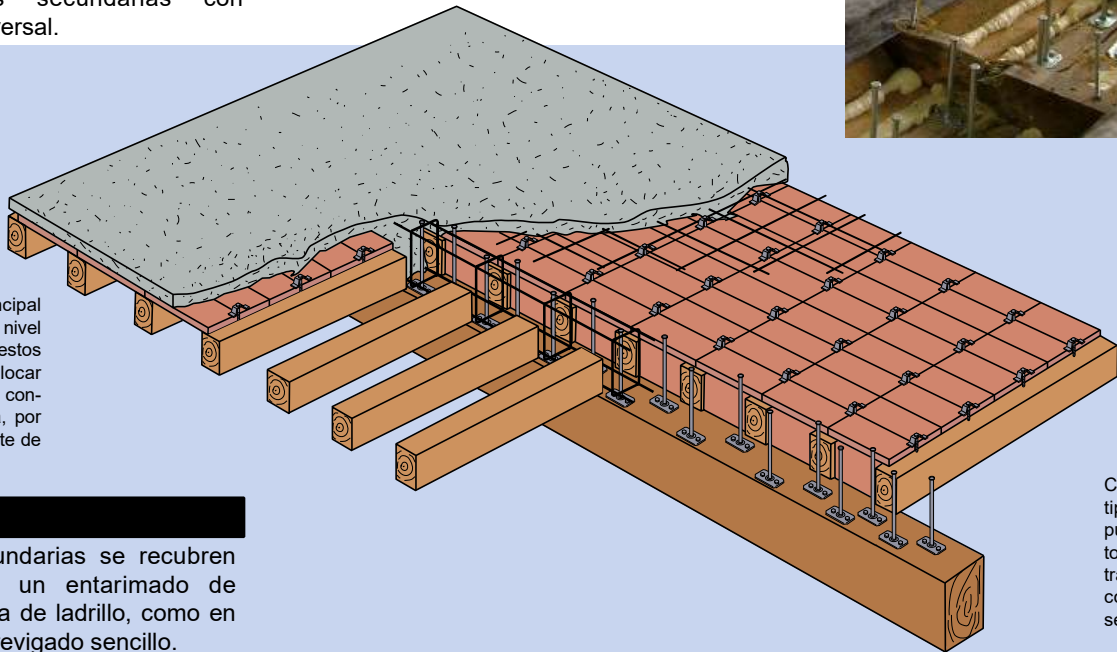
Conector en viga principal con estribos.

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 centrado. 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)

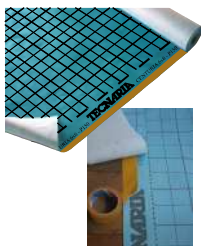
Llave de vaso hexagonal 1/2" (cód. ACT-BE13-Q)



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.



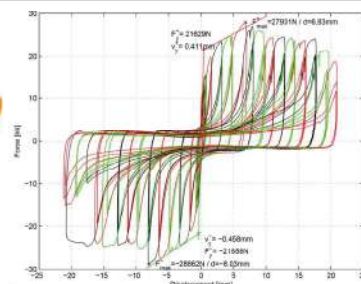
ETA 18/0649

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