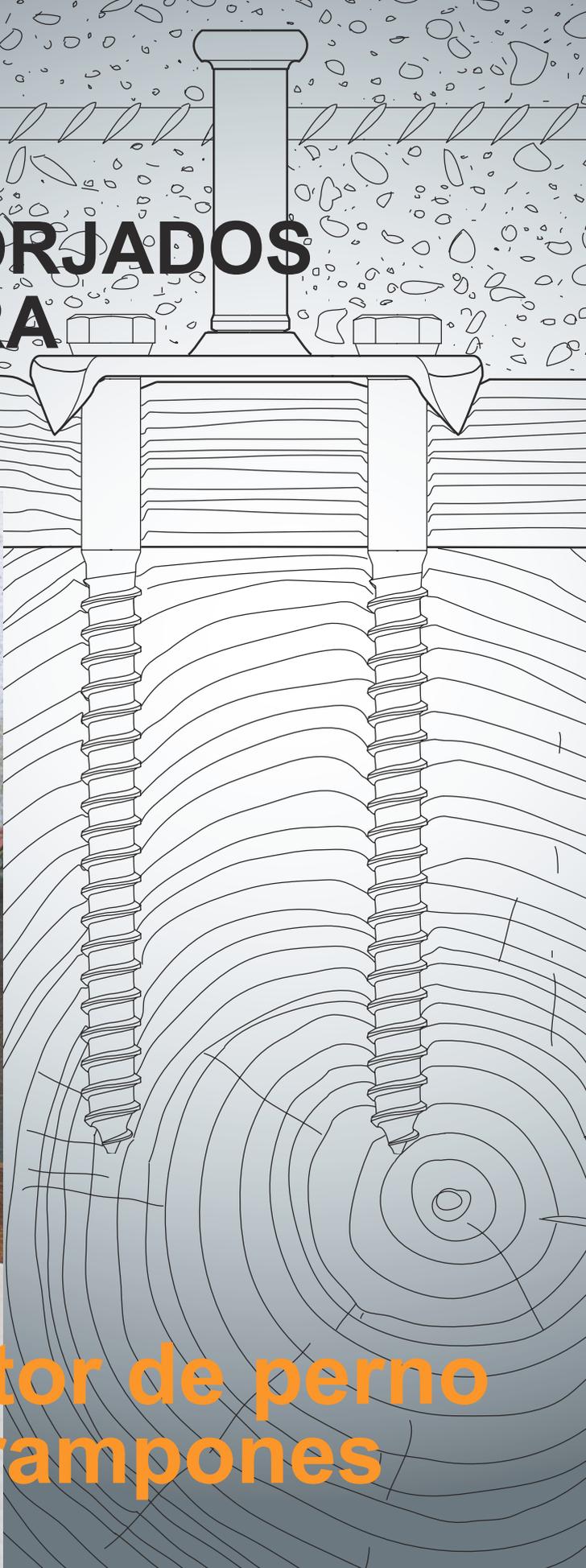


# REFUERZO DE FORJADOS DE MADERA



Conector de perno y crampones



## REHABILITACIÓN DE FORJADOS

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 excesiva respecto a las exigencias actuales. Los nuevos forjados de madera necesitan secciones de vigas elevadas, para ser suficientemente resistentes y rígidos. En ambos casos, es posible sobreponer a la estructura existente una losa sutil de hormigón, armada y conectada de forma adecuada, obteniendo un considerable aumento de resistencia y rigidez de los viejos suelos y permitiendo secciones decididamente más pequeñas para las vigas de los suelos nuevos. El conector se utiliza también para la realización de coberturas.

La interposición de los conectores TECNARIA entre las vigas de madera y la losa de hormigón es necesaria para permitir a los dos materiales colaborar entre ellos;

el resultado será una estructura solidaria donde, por efecto

de las cargas verticales, el hormigón resultará principalmente

comprimido y la madera principalmente tensada. La estructura mixta madera-hormigón resultará mejor respecto a la estructura de solo madera, siendo más rígida y resistente, y también resultarán mejorados el comportamiento

dinámico (vibraciones) y el aislamiento acústico. La losa de hormigón

representa una óptima solución técnica en los edificios de

mampostería en zonas sísmicas, ya que permite conectar

entre ellos las paredes portantes, realizando una superficie

rígida que asegura una mejor distribución de las

acciones sísmicas horizontales.

**Los CONECTORES DE PERNO y crampones Tecnaria se han concebido y ampliamente ensayado para realizar de la mejor manera la unión entre la madera y el hormigón.**



La eficacia del conector está asegurada gracias a la resistente placa de base, que soporta el perno, modelada en forma de crampones para permitir la mejor adherencia a la madera y absorber al máximo los esfuerzos de cizallamiento: las numerosas pruebas de laboratorio han puesto en evidencia la absoluta eficacia de esta solución. De este modo, no se producen fenómenos de recalado, inevitables en caso de que se utilicen simplemente tornillos o clavos para el refuerzo. A los clavos, tornillos y crampones, elementos antiguos y ensayados por el tiempo, se confía ahora una nueva tarea.



# CONECTORES TECNARIA: LAS APLICACIONES

Los conectores de perno y crampones se caracterizan por la extrema simplicidad de colocación; no requieren mano de obra especializada ni especiales condiciones ambientales o equipos; se efectúa una intrusión mínima en la viga de madera y, además, la intervención es reversible. **Colocarlos es tan simple como atornillar dos tornillos.** En efecto, es suficiente apoyar la base del perno en la viga y, por medio de un atornillador, introducir los dos tornillos tirafondos de modo que también los crampones penetren en la madera. En caso de maderas duras, será necesario realizar un preagujero (de  $\varnothing$  6 mm para conectores "BASE" con tornillos de 8 mm). El preagujero deberá realizarse siempre para los conectores "MAXI" con tornillos de  $\varnothing$  10 mm y deberá ser de 8 mm de diámetro.

A continuación se describen las tres tipologías de colocación:

## A ENTABLADO CON AGUJEROS CILÍNDRICOS



TECNARIA dispone de una serie de equipos que facilitan la colocación de los conectores.



Se refiere a los casos en que los conectores están alojados en agujeros ( $\varnothing$  65 mm para el tipo "Base" y  $\varnothing$  90 mm para el tipo "Maxi") realizados en el entarimado y el extradós de las vigas está parcialmente cubierto por el entarimado (y/o por las viguetas, en caso de forjados con armazón doble). Aplicación dificultosa en los casos de recuperación integral de las estructuras existentes y en los casos de entablados duros.

## B ENTABLADO INTERRUPTIDO

Se corta el entablado con una sierra circular para crear un corredor continuo sobre la viga. Aconsejado para los forjados nuevos. En caso de interposición de rasillas o baldosas de barro cocido, se tendrá una situación similar.



Una lona transpirante impermeable previene la percolación de mortero de cemento, la absorción de agua del chorro por parte de la madera y la fastidiosa formación de polvo en las superficies situadas debajo. Se extenderá en contacto con la madera, debajo de los conectores.

## C SOBRE EL ENTABLADO

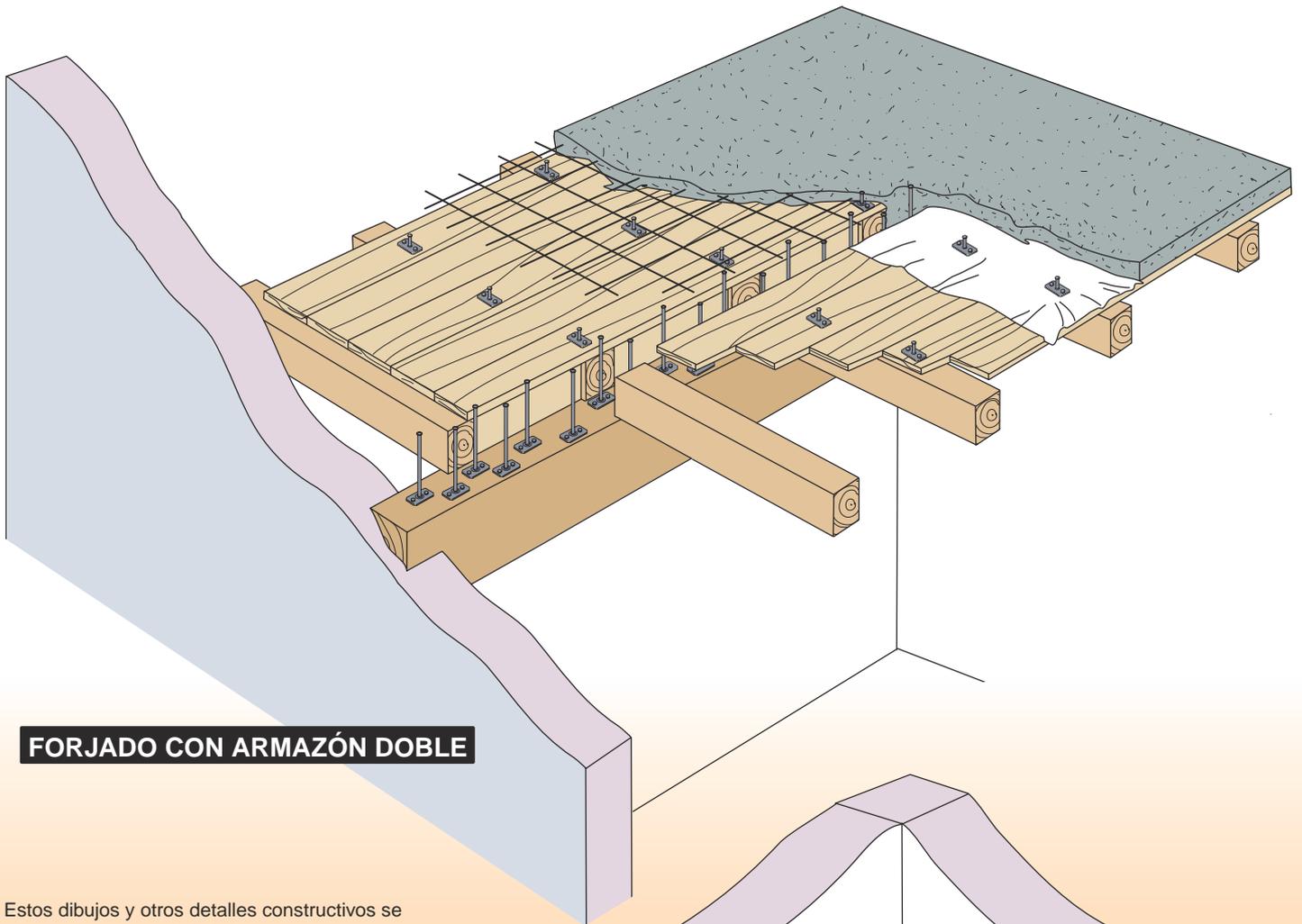
Se efectúa la colocación del conector directamente sobre el entablado. Aplicación aconsejada en caso de recuperación integral de las estructuras existentes.

La interposición de un panel de material aislante rígido permite aumentar la sección de la viga mixta madera-hormigón sin incrementar el peso del forjado. También se obtienen ventajas en términos de resistencia, rigidez y aislamiento termoacústico.

Siempre se deberá extender una red electrosoldada y dimensionada de forma adecuada. Es importante apuntalar el forjado antes de la colada y mantener los puntales durante todo el periodo necesario para el fraguado del hormigón.

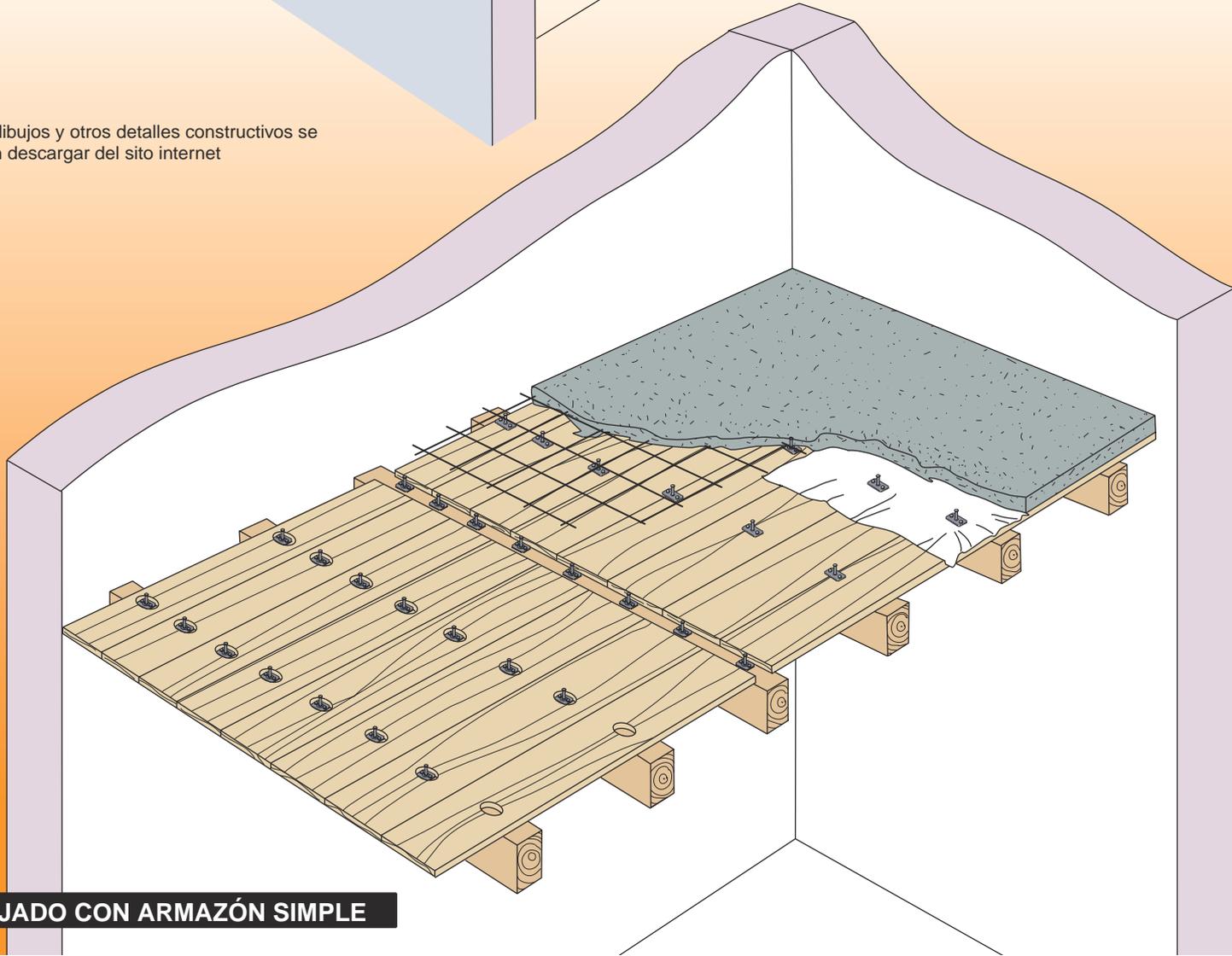


# TIPOLOGIA DEL FORJADOS



**FORJADO CON ARMAZÓN DOBLE**

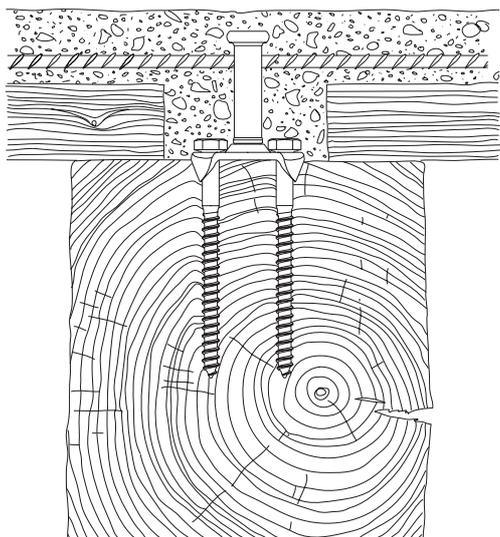
Estos dibujos y otros detalles constructivos se pueden descargar del [sitio internet](#)



**FORJADO CON ARMAZÓN SIMPLE**



## conector BASE placa de base 50 X 50 mm tornillos Ø 8 mm

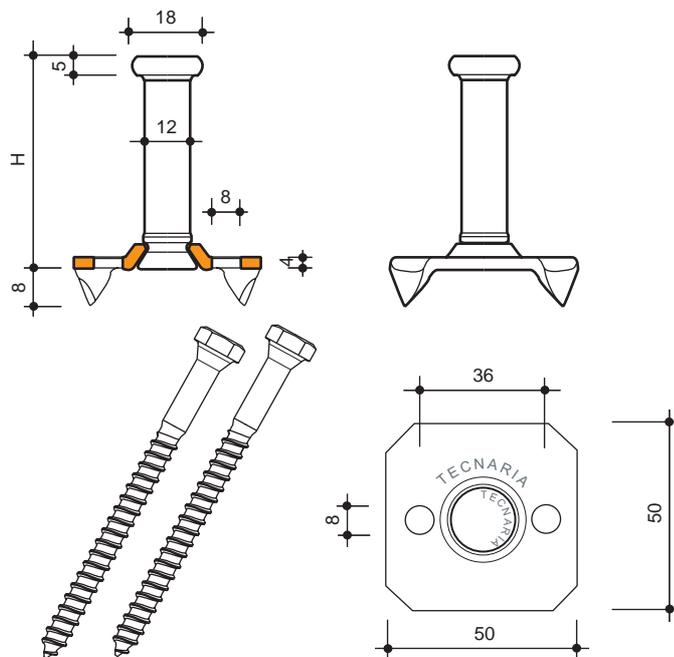


Elemento del pliego de condiciones: conector de perno formado por una placa de base 50 x 50 x 4 mm, modelada en forma de crampones, provista de dos agujeros que permiten la introducción de dos tornillos tirafondos Ø 8 mm con subcabeza troncocónica, cuerpo de acero cincado Ø 12 mm, unido a la placa mediante recalado en frío.

Alturas del cuerpo disponibles: 30, 40, 60, 70, 80, 105, 125, 150, 175 y 200 mm  
Longitud de los tornillos disponibles: 70, 100 y 120 mm

Valores mecánicos sobre madera de abeto de clase C16 (EN338) correspondiente a la clase S7 (DIN 4074) según el método de:

TENSIONES ADMISIBLES	Directamente sobre la viga	Sobre 2 cm de entablado	Sobre 4 cm de entablado
RESISTENCIA (carga admisible) [N]	7500	5100	3500
RIGIDEZ (módulo de desplazamiento de servicio) [N/mm]	20800	3140	1410

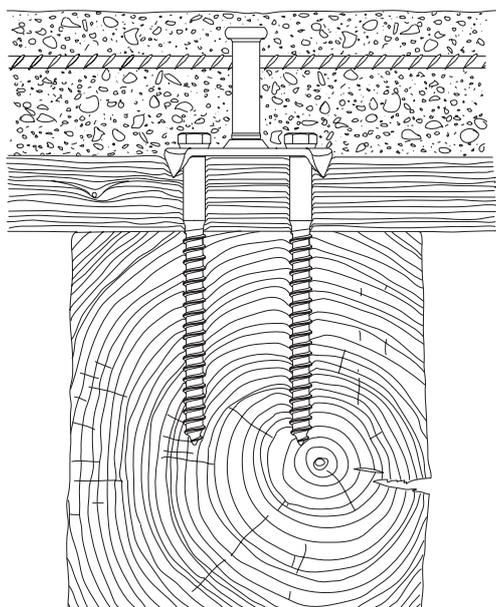


Valores mecánicos sobre madera de abeto de clase C16 (EN338) correspondiente a la clase S7 (DIN 4074) según el método de:

ESTADOS LÍMITE	Directamente sobre la viga	Sobre 2 cm de entablado	Sobre 4 cm de entablado
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA $f_k$ [N]	20900	14190	9760
MÓDULO DE DESPLAZAMIENTO INICIAL $K_{ser}$ [N/mm]	17200	2740	1330
MÓDULO DE DESPLAZAMIENTO ÚLTIMO $K_u$ [N/mm]	7410	1730	970



## conector MAXI placa de base 75 X 50 mm tornillos Ø 10 mm

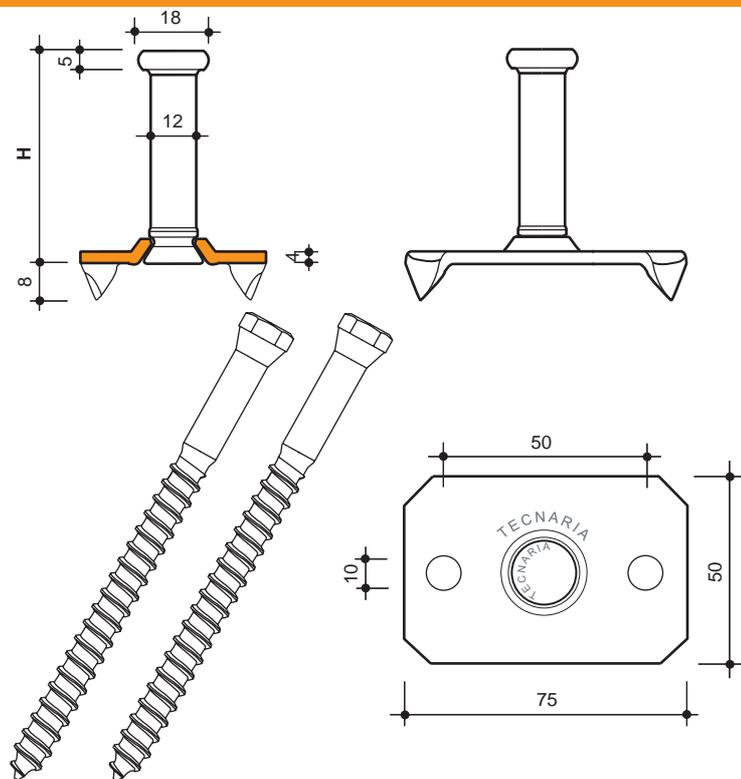


Elemento del pliego de condiciones: conector de perno formado por una placa de base 75 x 50 x 4 mm, modelada en forma de crampones, provista de dos agujeros que permiten la introducción de dos tornillos tirafondos Ø 10 mm con subcabeza troncocónica, cuerpo de acero cincado Ø 12 mm, unido a la placa mediante recalado en frío.

Alturas del cuerpo disponibles: 30, 40, 60, 70, 80, 105, 125, 150, 175 y 200 mm  
Longitud de los tornillos disponibles: 100, 120 y 140 mm

Valores mecánicos sobre madera de abeto de clase C16 (EN338) correspondiente a la clase S7 (DIN 4074) según el método de:

TENSIONES ADMISIBLES	Directamente sobre la viga	Sobre 2 cm de entablado	Sobre 4 cm de entablado
RESISTENCIA (carga admisible) [N]	8700	7050	6140
RIGIDEZ (módulo de desplazamiento de servicio) [N/mm]	20800	8390	3660



Valores mecánicos sobre madera de abeto de clase C16 (EN338) correspondiente a la clase S7 (DIN 4074) según el método de:

ESTADOS LÍMITE	Directamente sobre la viga	Sobre 2 cm de entablado	Sobre 4 cm de entablado
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA $f_k$ [N]	24250	19630	17100
MÓDULO DE DESPLAZAMIENTO INICIAL $K_{ser}$ [N/mm]	17200	6800	3230
MÓDULO DE DESPLAZAMIENTO ÚLTIMO $K_u$ [N/mm]	7410	3270	2410

# EL SOFTWARE PARA EL CÁLCULO: una preciosa ayuda para el proyectista

Tecnaria ofrece a los profesionales un instrumento útil para el proyecto: el soporte de cálculo para el dimensionamiento rápido de los suelos mixtos madera-hormigón con los conectores de perno y crampones. Se puede descargar gratuitamente del sitio internet [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)

El dimensionamiento de los forjados mixtos madera-hormigón debe efectuarse adoptando un sistema de cálculo que tome en consideración la deformabilidad de la conexión; un método que utiliza esta hipótesis está contenido tanto en el Eurocódigo 5 como en la norma DIN 1052 (teoría de Möhler).

## EL SISTEMA TECNARIA: testado, ensayado y certificado según el Eurocódigo 5

TECNARIA, la primera en Europa, ha sometido sus propios conectores a una esmerada investigación experimental según las normativas establecidas por el **Eurocódigo 5**.

Las características de deformabilidad y resistencia del conector fijado en la madera se han estudiado de forma experimental en:

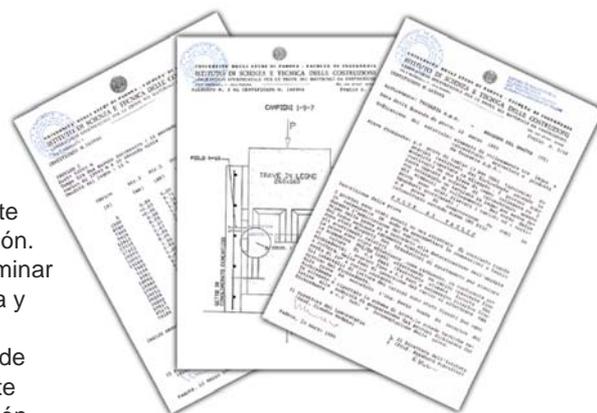
- CNR di Firenze (ITALIA) (CNR de Florencia) - Istituto per la Ricerca sul Legno (**Instituto para la Investigación sobre la Madera**) "Evaluación del comportamiento de conectores Tecnaria de conformidad con la normativa Eurocódigo 5" [Enero de 2001]
- Istituto di Scienza e Tecnica delle costruzioni della Facoltà di Ingegneria di Padova (**Instituto de Ciencia y Técnica de la construcción de la Facultad de Ingeniería de Padua**) "Evaluación del comportamiento de conectores Tecnaria de conformidad con la normativa Eurocódigo 5" [Marzo de 1995, Septiembre de 1995, Junio de 1996]

El Eurocódigo 5 (UNI ENV 1995) es una normativa que define las reglas de proyecto, cálculo y realización de las estructuras de madera; es común a los Estados miembros de la Comunidad Europea y se presenta como alternativa frente a las diferentes normativas nacionales; su utilización está ligada a otras normas europeas que establecen las características y los métodos de prueba de los materiales.

Se han realizado estas pruebas de conformidad con las normas siguientes:



- UNI ENV 1995** Eurocódigo 5. Proyecto de las estructuras de madera.
- UNI EN 26891** Estructuras de madera. Ensamblajes realizados mediante elementos mecánicos de conexión. Principios generales para determinar las características de resistencia y deformabilidad.
- UNI EN 28970** Estructuras de madera. Prueba de ensamblajes realizados mediante elementos mecánicos de conexión. Prescripciones relativas a la masa volúmica de la madera.
- UNI EN 338** Madera estructural. Clases de resistencia.
- UNI EN 380/00** Estructuras de madera. Métodos de prueba. Principios generales para las pruebas con carga estática.



Ulterior investigación experimental en:

Università degli Studi di Trieste - Dipartimento di Ingegneria Civile (Universidad de Trieste - Departamento de Ingeniería Civil): "Evaluación del comportamiento a corto y a largo plazo de conexiones mecánicas madera-hormigón".

Estudio del comportamiento del sistema de conexión Tecnaria en la estructura mixta madera-hormigón a largo plazo en condiciones de humedad y temperatura constantes (pruebas de creep o viscosidad) y en condiciones de humedad variable, bajo la acción de la carga de servicio con hormigón normal y aligerado.

Duración de las pruebas: 9 meses [Septiembre de 2000]

Además, se han investigado de forma experimental en:

o Universität Leipzig, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie (Universidad de Lipsia - República Federal Alemana) "Push out tests with Tecnaria stud connectors in timber-Light weight aggregate concrete composite structures" (Noviembre de 1999).

o Universidade do Minho - Departamento de Engenharia Civil Portugal "Programa de ensaios em vigas mixtas madeira-betão".

El conector de perno y crampones es un producto cubierto por patente europea.

# TECNARIA®

Tecnaria S.p.A. Viale Pecori Giraldi 55 - 36061- Bassano del Grappa (VI) - Italy - Tél. +39 424 502029  
Fax + 39 424 502386 - e-mail: [info@tecnaria.com](mailto:info@tecnaria.com) - Web: [www.tecnaria.com](http://www.tecnaria.com)