

FORJADOS DE BOVEDILLAS Y HORMIGÓN

Conectores de tornillo y placa dentada



CT CEM

V CEM

MINI CEM

TECNARIA®

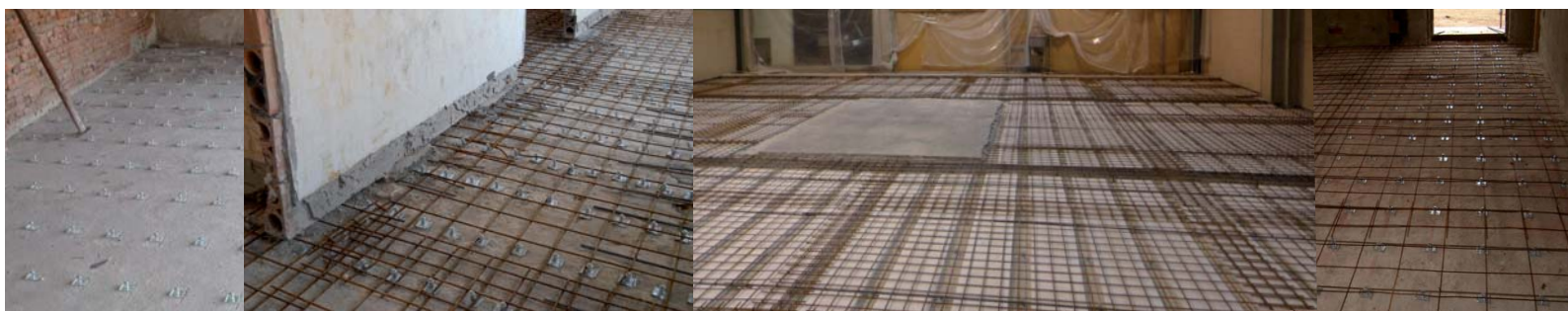
REFUERZO DE LOS FORJADOS

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.

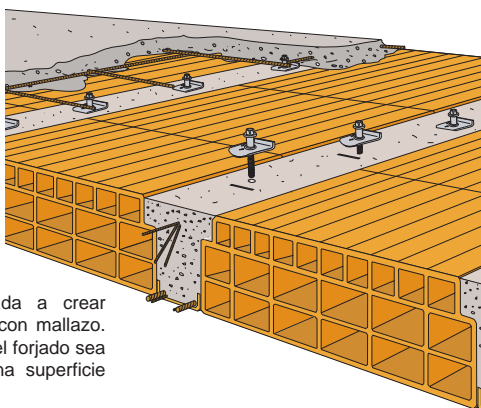
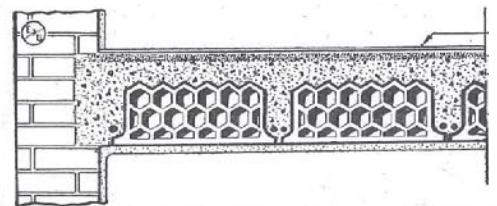
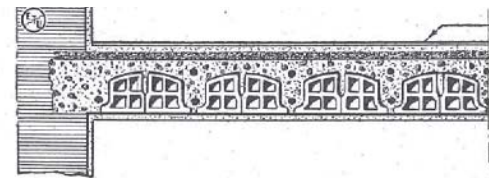
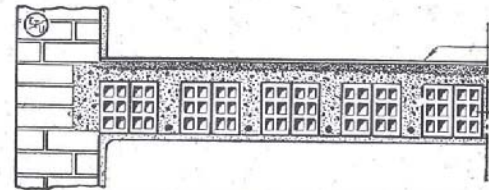
Aumento de resistencia – caso de cambio de uso

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.

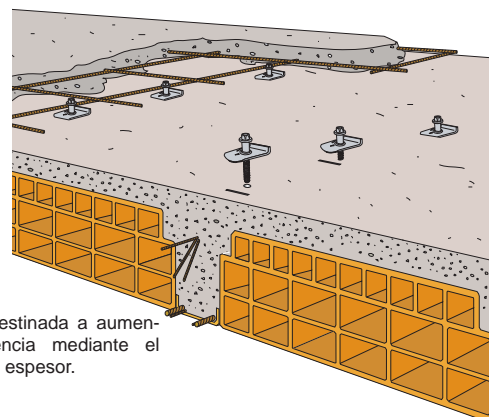
Por lo tanto el aumento de resistencia es proporcional al aumento de altura de la sección.

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.

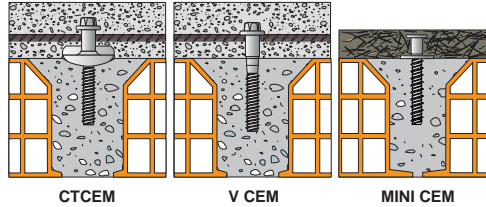


Intervención destinada a aumentar la resistencia mediante el incremento del espesor.

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.

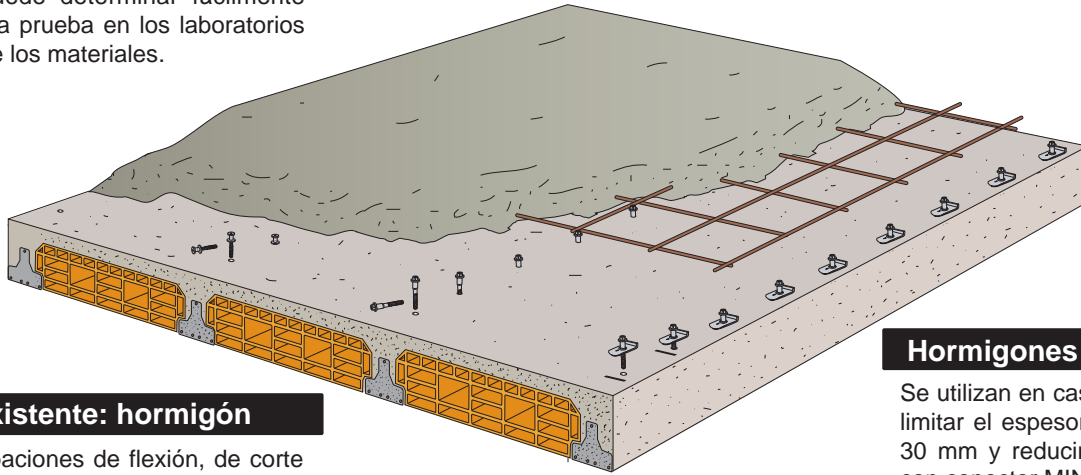
V CEM: conector de sólo tornillo, utilizado para las aplicaciones menos pesadas.

MINI CEM: 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.



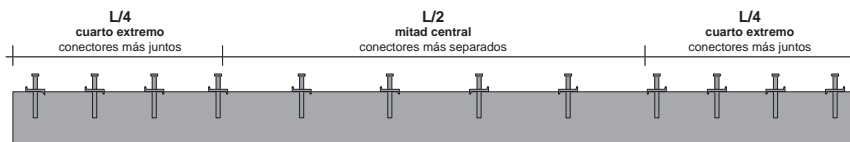
Vigüeta existente: hormigón

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.

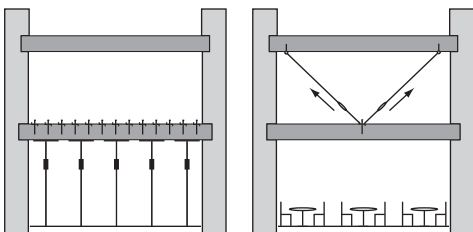
Colocación conectores

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

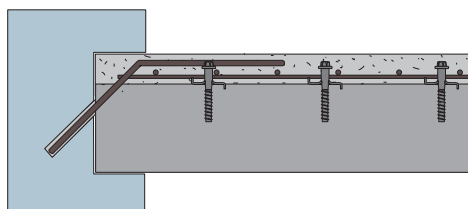
A mitad del espesor de la losa siempre se coloca una red electrosoldada del tamaño adecuado (normalmente Ø 6 mm 20x20 cm).

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.

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.



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.

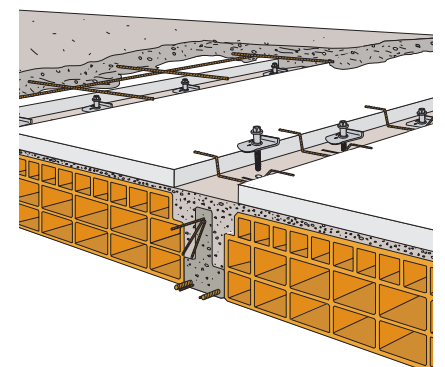


Espesor intervención

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.



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.

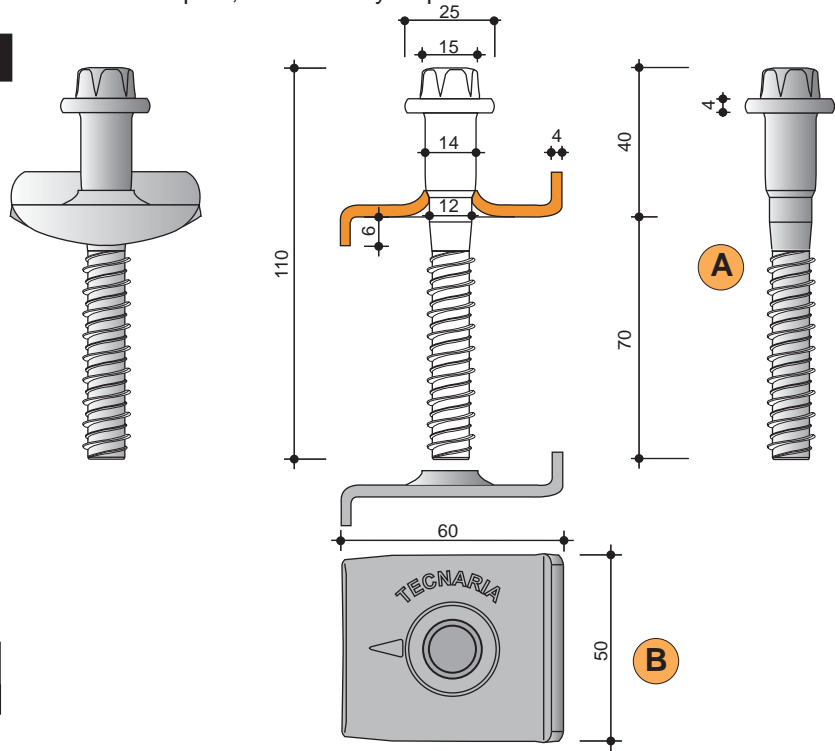
Descripción técnica

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.



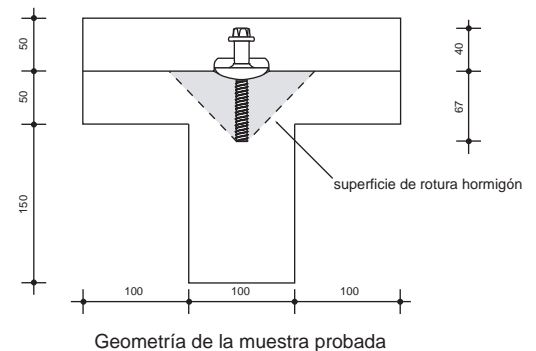
Código	Altura conector
CT CEM 14/040	40 mm

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 R_{ck} 30 MPa con una losa de hormigón R_{ck} 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

Cuerpo \varnothing 14 mm - tornillo \varnothing 12 mm

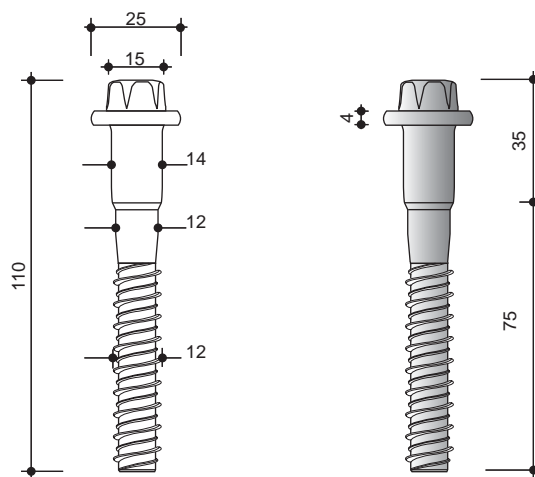
El conector que permite la máxima rapidez de colocación.

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 75 mm en seco en un orificio realizado específicamente en el hormigón; la parte restante resalta 35 mm. 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.

Descripción técnica

El conector de tornillo para hormigón TECNARIA para juntas de construcción está formado por un cuerpo de acero templado 10.9, con parte roscada de 60 mm de longitud, \varnothing 12 mm, Cabeza hexagonal 15 mm con falsa arandela \varnothing 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, \varnothing 14 mm, con arandela y cabeza hexagonal de 15 mm, cuerpo roscado \varnothing 12 mm, longitud 60 mm y longitud total 110 mm

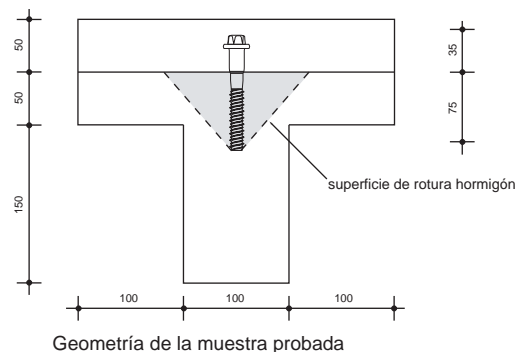


Código	Altura conector
V CEM 14/035	35 mm

Resistencia del conector V CEM

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}
24.7 kN	16.75 kN	13.40 kN	8.93 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 EN 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 V CEM

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 11 mm y una profundidad de 80 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 MINI CEM

Cuerpo Ø 10 mm - tornillo Ø 10 mm

El conector para la conexión con losas de espesor reducido

MINI CEM es el 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

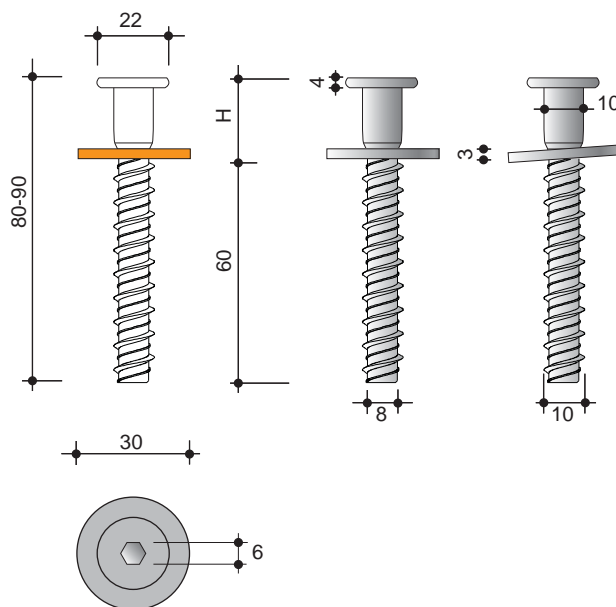
El conector está formado por:

A) Un cuerpo de acero al carbono cementado. La parte inferior está dotada de rosca hi-low para hormigón de 10 mm de diámetro y 60 mm de longitud. La parte superior es un perno de diámetro 10, disponible en las alturas de 20 o 30 mm, con cabeza de 22 mm de diámetro y ranura hexagonal de 6 mm.

B) Una arandela móvil de acero Ø30 mm, espesor 3 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 o 30 mm, dotado de arandela móvil preensamblada de acero de 3 mm de espesor, 30 mm de diámetro y cabeza con ranura hexagonal de 6 mm.

Código	Altura conector
MINI CEM 10/020	20 mm
MINI CEM 10/030	30 mm

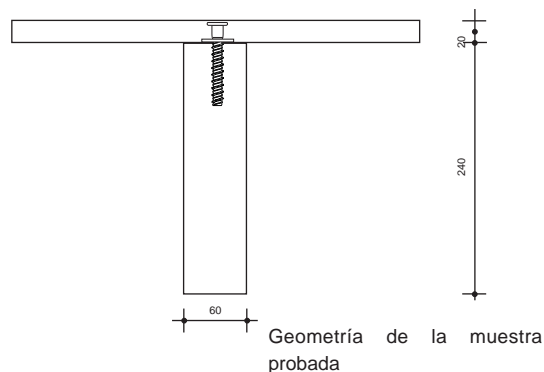


Resistencia del conector MINI CEM

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}
18.6 kN	14.5 kN	9.66 kN	6.45 kN

En la tabla se indican los valores de referencia obtenidos de las pruebas realizadas en el laboratorio de pruebas y medidas Tecnaria. Esas pruebas se han realizado según las modalidades que se indican en el Eurocódigo 4 UNI EN 1994-1-1. Los resultados que se indican se refieren a conectores que conectan una estructura – vigueta de hormigón de tipo C25/30 con una nueva losa de hormigón.

La vigueta de hormigón correspondiente a las pruebas tiene una anchura de 60 mm.



Colocación del conector MINI CEM

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 65 cm (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).



Conectores Tecnaría: 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 Tecnaría **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:

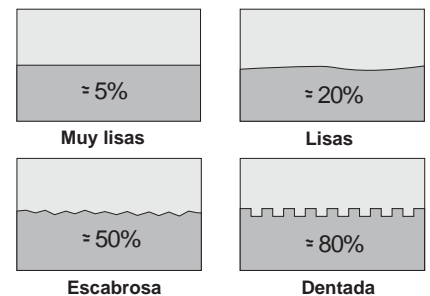
A) **Muy lisas**: si se colan en el encofrado liso.

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.



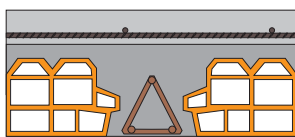
Se indica en % la contribución resistente

Límites de uso

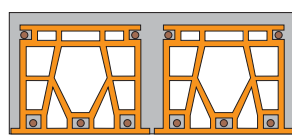
Tipo de forjados

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.

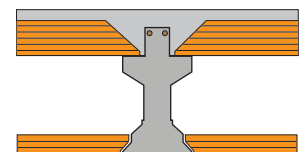
La técnica propuesta es excelente para los forjados en viguetas prefabricadas (de tipo Bausta), mientras que es difícil de aplicar en forjados de tipo Sap o Varese que tienen viguetas de hormigón de pequeño tamaño.



Forjado Bausta

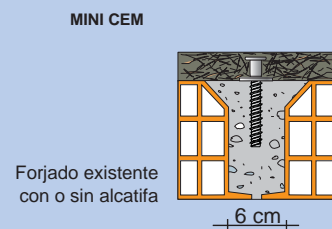
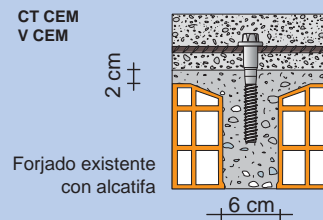
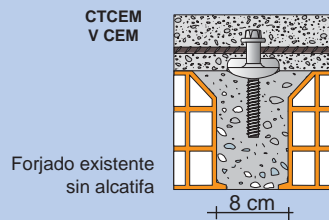


Forjado SAP



Forjado Varese

Dimensión mínima de las viguetas



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.

Amaladora angular (cód. ACT-DW 28113)



Amaladora angular 900 W permite realizar incisiones en el hormigón para colocar la placa del conector.

Peso: 1,7 kg
Diámetro máximo disco 115 mm.
Para conectores: **CTCEM**

Artículo relacionado: disco 115 mm (cód. DC-DW270XJ)

Disco abrasivo Ø 115 mm (cód. ACT-DW270XJ)



Disco abrasivo para piedra, espesor 3 mm, diámetro 115 mm
Para conectores: **CTCEM**

Martillo perforador (cód. ACT-DW25123K)



Rotomartillo para hacer orificios en el hormigón, potencia 800 W, empalme SDS.

Para conectores: **CTCEM, V CEM y MINI CEM**

Artículo relacionado: broca para hormigón (cód. PC11160100)

Broca para hormigón (cód. PC11160100)



Broca para hormigón, diámetro 11 mm, longitud útil 100 mm, empalme SDS Plus.

Permite hacer el orificio en el hormigón para colocar el tornillo del conector.

Para conectores: **CTCEM y V CEM**

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 CEM**

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

Broca para hormigón (cód. PC08160100)



Broca para hormigón, diámetro 8 mm, longitud útil 100 mm, empalme SDS Plus.

Permite hacer el orificio en el hormigón para colocar el tornillo del conector.

Para conectores: **MINI CEM**

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 y V CEM**

Inserción hexagonal 6 mm acoplamiento 1/2" (cód. ACT-IE6-Q)



Inserción hexagonal de 6 mm, con empalme cuadrado de 1/2". Para enroscar el conector.

Para conectores: **MINI CEM**

Pruebas de laboratorio

La resistencia al corte de los conectores **CTCEM** y **V CEM** y la eficacia de la conexión se han investigado experimentalmente según los procedimientos de prueba que se indican en el Eurocódigo 4 UNI - EN1994-1-1 en el Laboratorio de Ciencia de la Construcción del IUAV de Venecia.

La resistencia de los conectores **MINI CEM** se ha investigado en el laboratorio de pruebas y medidas **TECNARIA** según los mismos procedimientos.



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



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