NUEVO CONECTOR PARA ESTRUCTURAS MIXTAS DE HORMIGÓN Y MADERA

TECNOLOGÍA PATENTADA

DATOS DE CONTACTO:

Relaciones con la Empresa
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI
Universidad de Alicante
Tel.: +34 96 590 99 59
Email: areaempresas@ua.es
http://innoua.ua.es

RESUMEN

La presente invención se refiere a un sistema de conexión de estructuras mixtas hormigón-madera formado por al menos un conector que comprende: una cabeza que ancla el tirafondo al hormigón y que a su vez está compuesta por una cabeza de apriete y un cuerpo de mayor diámetro con la función de arandela de reparto; y otro cuerpo formado por un cuello sin rosca, una zona roscada, y una punta autoperforante.

Las dimensiones de los elementos que comprenden esta invención vendrán determinadas en función de las características de las estructuras que conectan.

La principal innovación de esta invención es que las dimensiones de la arandela evitan el aplastamiento del hormigón y, por tanto, un agotamiento prematuro. Además, es muy sencillo montar el sistema de conexión, el cual presenta una gran resistencia, transmite los esfuerzos entre la losa de hormigón y la estructura de madera de forma eficaz y aumenta las características resistentes a la flexión.

El sistema de conexión de estructuras mixtas de hormigón y madera desarrollado es útil para la rehabilitación de estructuras en las que intervienen vigas de madera que soportan una losa de hormigón, e igualmente para construcciones nuevas como forjados, láminas, pasarelas y puentes.

Se buscan empresas que estén interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial.

INTRODUCCIÓN

El interés por las estructuras mixtas de hormigón y madera está plenamente justificado por su aplicación técnica en rehabilitación de forjados antiguos de madera, en nuevos forjados o en cualquier otra tipología estructural al amparo, entre otros, de criterios ambientales y de sostenibilidad, al ser la madera un material de menor coste energético que los clásicos hormigón o acero.

En este tipo de estructuras la conexión entre materiales es la que hace posible el trabajo conjunto de todos ellos, siendo a su vez un punto crítico. Es por ello por lo que existen multitud de conexiones en estructuras mixtas de hormigón y madera (la mayoría basada en elementos metálicos) y otras que comprende además sistemas para su colocación.

El problema de algunas de éstas es que los elementos ensayados se agotan (es lo que se denomina modo de rotura) por aplastamiento local del hormigón alrededor de la base del conector debido a que éste trabaja prioritariamente a cortante o flexión y en general movilizan poco hormigón en el contacto hormigón-conector. Así sucede con los conectores tipo perno. En otros casos, se rompen por arrancamiento de un cono de hormigón, y en otras ocasiones, la rotura se presenta por desgarramiento de la madera debido a la rosca del tornillo o a deslizamiento de una placa dentada.

Existe, pues, la necesidad de proporcionar un sistema que presente mayor resistencia, que tenga una elevada rigidez de la conexión evitando ciertos modos de rotura y con mayor eficacia que los sistemas descritos en el estado de la técnica de la correspondiente patente.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

El **Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Alicante** ha desarrollado un sistema de conexión de estructuras mixtas hormigón-madera de tipo tirafondo que comprende (Figura 1):

- una cabeza configurada para anclar el tirafondo al hormigón, que está constituida por:
  - > una cabeza de apriete que puede tener forma cuadrada, hexagonal o Allen (Figura 2), y
  - > al menos un cuerpo de mayor diámetro en forma de arandela de espesor adecuado. Puede ser forjada en el mismo cuerpo o una arandela cautiva junto a la cabeza.
- un cuerpo que comprende a su vez:
  - > un cuello sin rosca,
  - > una zona de rosca,
  - > una punta autoperforante

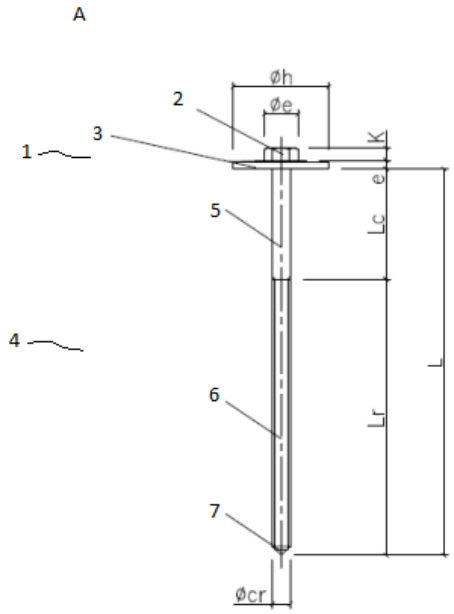

Figura. 1 *Vista en alzado del tirafondo con cabeza hexagonal que constituye la conexión. 1: cabeza; 2: cabeza de apriete; 3: arandela; 4: cuerpo; 5: zona sin roscar; 6: zona con rosca; 7: punta autoperforante. Øcr: Diámetro en la cresta de la rosca; L: longitud del tirafondo; Lr: Longitud roscada, Lc: Longitud del cuello; Øh: Diámetro del cuerpo de arandela; e: espesor en la arandela; Øe: Diámetro de la cabeza de apriete; K= Profundidad de la cabeza de apriete.*

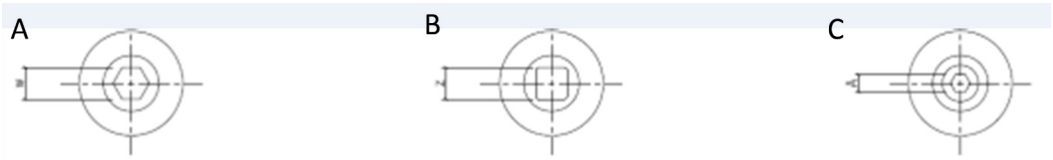

Figura 2. *Vista en planta de tres tirafondos con tres tipos de cabeza diferentes: A: cabeza hexagonal, B: cabeza cuadrada, C: cabeza Allen.*

El cuerpo de arandela tiene un diámetro entre 4 y 8 veces mayor que el diámetro del cuello con el fin de transmitir tensiones a una zona suficientemente amplia que evite el aplastamiento del hormigón. El espesor de la arandela es de 0,5 a 0,6 veces el diámetro del cuello, suficiente para soportar los esfuerzos cortante y flector que se producen en ésta a la altura de su apoyo en el cuerpo general. El diámetro y espesor de la arandela variará en función de las capacidades resistentes del material metálico y el

hormigón, y debe diseñarse en función de éstos para evitar el aplastamiento del hormigón.

La zona roscada, que ha de penetrar en madera, ha de tener longitud suficiente para que, cuando está traccionada, se produzca antes la rotura del tirafondo que el arrancamiento de éste de la madera. El tipo de rosca es fundamental para evitar la necesidad de longitudes más largas. La rosca utilizada es la rosca para maderas naturales DIN:7998.

La punta del tirafondo es autoperforante de modo que penetre en la madera sin necesidad de una guía previa. Cuando se trate de diámetros superiores a 8-10 mm, dependiendo de la calidad y dimensiones de la madera, puede ser preciso un pretaladro. Esto puede ser necesario en estructuras que requieran conectores de gran diámetro (e.g., puentes).

Los tirafondos se colocan formando un ángulo (α) de colocación del tirafondo con respecto al plano de contacto de 45º (Figura 3). De esta manera se posibilita su trabajo prioritario a tracción (y en menor medida, a flexión). El conector se roscó a la madera mediante los instrumentos adecuados a la cabeza que se haya elegido con ayuda de una guía que asegure su colocación e inclinación.

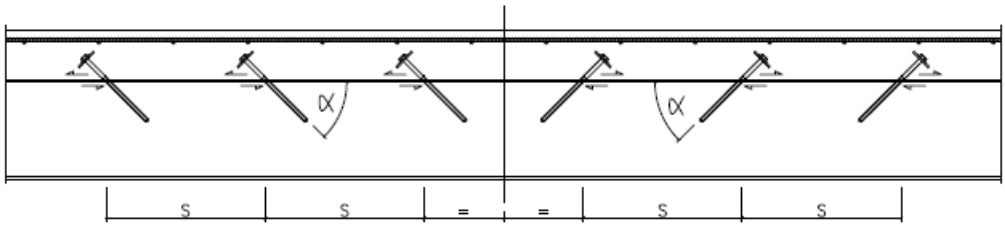

Figura 3. *Vista de perfil en la que los conectores se colocan con una inclinación α a lo largo del plano de simetría de la viga.*

La orientación de la inclinación de los tirafondos se cambiará en función de las cargas soportadas con el fin de garantizar que la canalización de rasantes haga que trabaje siempre a flexotracción. Por ejemplo, en el caso de vigas o forjados diseñados para cargas puntuales, el punto de aplicación de la carga es el punto que marca el cambio de orientación de la inclinación de los tirafondos, cuya separación será en general constante (Figura 3). En cambio, cuando se trate de vigas diseñadas para cargas distribuidas, el centro de gravedad de la carga distribuida marcará el cambio de orientación de la inclinación, cuya separación será en general variable.

Preferentemente, el tirafondo está en el plano de simetría de la viga de madera, aunque también podría no estar en el plano de simetría de la viga y colocarse alternativamente a una cierta distancia de éste.

La separación entre los tirafondos será función de las cargas a las que esté sometida la estructura mixta, sus materiales, áreas e inercias de la sección de cada uno, la inclinación y la rigidez que proporcione la conexión, entre otras características.

El sistema de conexión se monta con ayuda de un sistema de apuntalamiento según la técnica habitual de construcción de estructuras mixtas que sostenga la losa de hormigón durante su fraguado, o bien se fija a las vigas de madera un encofrado recuperable (Figura 4). En el montaje A el encofrado se coloca apoyado en unos listones que se atornillan a las vigas de madera como elementos portantes, apuntalando estas vigas en el centro de luz. En el montaje B no se usan las vigas de madera como elementos portantes, teniendo que apuntalar todo el encofrado directamente.

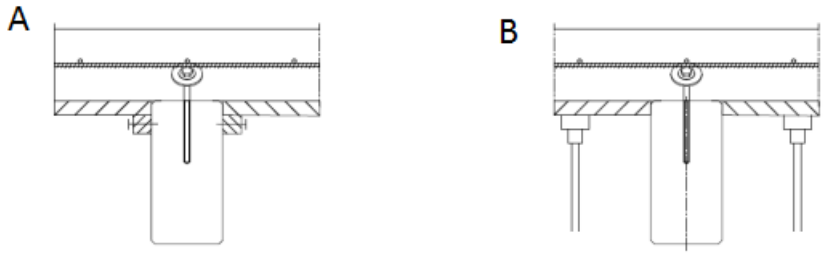

Figura 4. *A: montaje con encofrado recuperable; B: montaje con la técnica de apuntalamiento habitual.*

VENTAJAS Y ASPECTOS INNOVADORES

VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

La presente invención soluciona los problemas del estado de la técnica ya que:

- proporciona un sistema de conexión entre la madera y el hormigón que hace actuar al conjunto como una estructura mixta de **resistencia y rigidez** superiores a los obtenidos con otros tipos de conectores (Figura 5).
- **evita la rotura global por aplastamiento local** de hormigón alrededor del cuerpo de arandela y **evita la rotura por arrancamiento**, impidiendo además el desgarramiento de la madera.

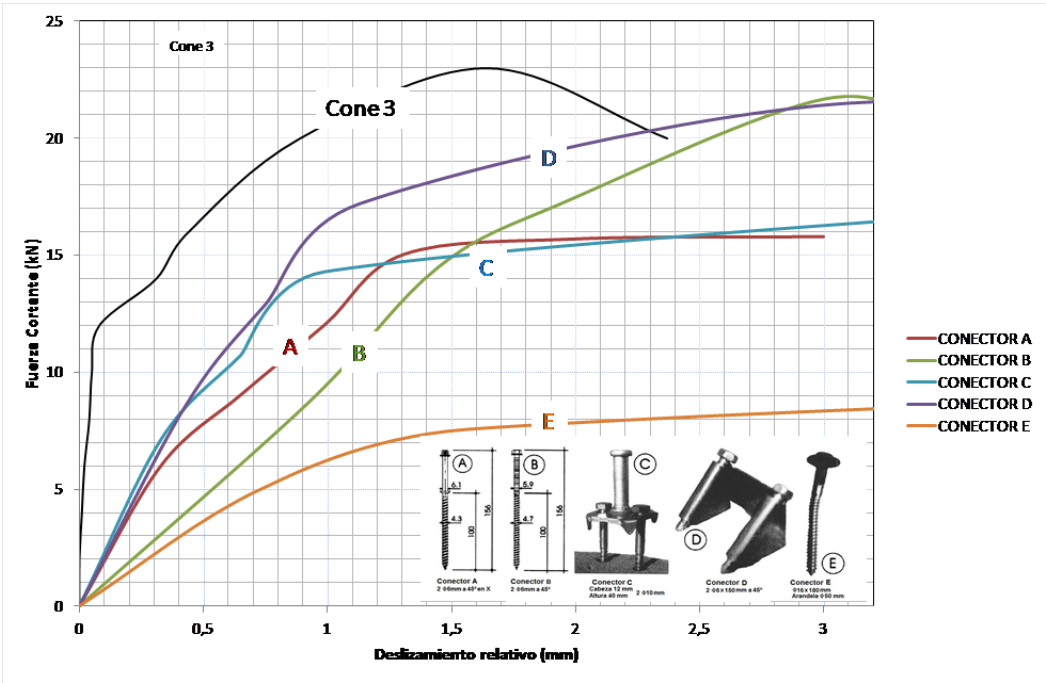

Figura 5: Superposición de gráficas carga-deslizamiento obtenidas con la conexión diseñada (Cone3) y las obtenidas a partir de los ensayos push-out realizados por Eric Steinberg, Ricky Selle, y Thorsten Faust. ("Connectors for Timber–Lightweight Concrete Composite Structures". 2003 Journal of Structural Engineering).

Otra ventaja apreciada reside en el esfuerzo de compresión entre ambos materiales, debido a la disposición inclinada de los tirafondos, que aumenta el rozamiento entre aquellos y favorece el buen comportamiento del conjunto.

Además, al no hacer falta herramientas especiales para su colocación es muy **sencillo montar el sistema de conexión**.

ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

El principal aspecto innovador de esta invención es que el diámetro del cuerpo de arandela, al ser mucho mayor que el resto, transmite tensiones a una zona suficientemente amplia, evitando así el aplastamiento del hormigón, y por consiguiente un agotamiento prematuro.

ESTADO ACTUAL

La tecnología ha sido desarrollada a escala laboratorio en cuanto se refiere al propio sistema de conexión (Figura 6), y prototipos a escala real (Figura 7) ensayados hasta rotura. Se ha aplicado también con éxito en la rehabilitación de un caso real de forjado antiguo con vigas de madera (Figuras 8.a, 8.b y 8.c)

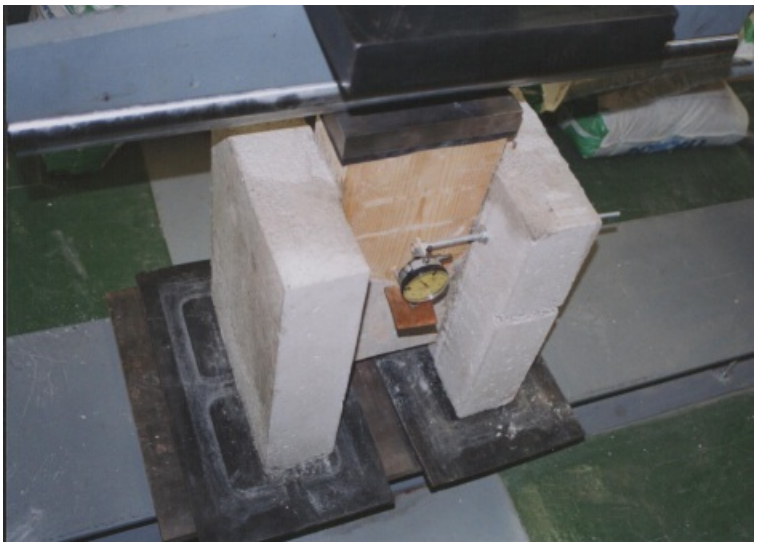

***Figura 6**. Probeta de conexión durante y después de su rotura.*

***Figura 7**. Prototipo a escala real, de 5.40 m de longitud.*

***Figura 8.a**. Rehabilitación. Vigas con conectores.*

***Figura 8.b**. Rehabilitación. Hormigonado del forjado.*

***Figura 8.c**. Rehabilitación terminada, vista inferior.*

APLICACIONES DE LA OFERTA

La presente invención se encuadra en el campo general de la **tornillería metálica para madera** y en particular se refiere a un sistema de conexión de estructuras mixtas de hormigón y madera y al uso de las mismas para la **rehabilitación de estructuras** en las que intervienen vigas de madera que soportan una losa de hormigón, o para **construcciones de nueva planta** de los mismos materiales, ya sea con madera aserrada o laminada, alcanzando, en este último caso, el dominio de las grandes luces.

COLABORACIÓN BUSCADA

Se buscan empresas fabricantes de tornillería y del sector de construcción de estructuras de madera interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial mediante:

- Acuerdos de licencia de la patente para ceder los derechos de uso, fabricación o comercialización de la tecnología a terceros.
- Acuerdos de proyecto de I+D (cooperación técnica) para la utilización de la tecnología.
- Acuerdos de subcontratación para asistencia técnica, formación, etc.

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Esta tecnología se encuentra protegida mediante **patente**.

- *Título de la patente: "Sistema de conexión de estructuras mixtas de hormigón y madera".*
- *Número de solicitud: 201630797*
- *Fecha de solicitud: 10/06/2016*

SECTORES DE APLICACIÓN (1)

Construcción y Arquitectura