

**Sistema estructural metálico
CUMEVA para cubiertas**



C/ SERRANO
GALVACHE, S/N
28033 MADRID
España

Fabrica:
Pol. Ind. Las Arenas (Pinto) - Madrid
Domicilio Social:
Cubiertas Metálicas Vázquez, S.L.
Cuesta de San Francisco, 4
28230 - LAS ROZAS (Madrid)
España

C.D.U.: 624.014
Estructuras metálicas
Metal structure
Structure métallique

Publicación emitida por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Prohibida su reproducción.

MUY IMPORTANTE

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía.
Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro del Documento, por lo que éste deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.
La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.
Cualquier reproducción de este Documento debe ser autorizada por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Este Documento consta de 18 páginas.

DECISIÓN NÚM. 438

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto nº 3.652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden nº 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando la solicitud formulada por la Sociedad CUMEVA, S.L., para la concesión de un DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA al **Sistema estructural metálico CUMEVA para cubiertas,**
- en virtud de los vigentes Estatutos de la Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesión celebrada el 16 de junio de 2004,

DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 438 al **Sistema estructural metálico CUMEVA para cubiertas,** bajo las siguientes condiciones:

CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA avala exclusivamente el Sistema estructural de la cubierta propuesto por el peticionario, no la impermeabilización de la misma debiendo, para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del correspondiente proyecto técnico y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente.

El proyecto técnico citado anteriormente vendrá suscrito, en cada caso, por CUMEVA, S.L., que justificará el cumplimiento de la normativa en vigor, aportando la correspondiente memoria de cálculo y la documentación gráfica en la que se detallen los tipos de perfiles, uniones y la conexión con el forjado.

En general, se tendrán en cuenta las prescripciones de las normativas vigentes. Como recordatorio, se citan las siguientes: "Norma Básica de Acciones en la Edificación" (NBE-EA-88); "Estructuras de Acero en Edificación" (NBE-EA-95).

CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso, el fabricante comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este Documento, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del Sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones, de acuerdo a las condiciones establecidas en la Normativa en vigor y para la situación geográfica.

CONDICIONES DE PUESTA EN OBRA

La puesta en obra será supervisada y dirigida por CUMEVA, S.L. Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

VALIDEZ

El presente Documento de Idoneidad Técnica número 438, es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características del producto indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del Instituto, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez.

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 7 de julio de 2009.

Madrid, 7 de julio de 2004.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Juan Monjo Carrió

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO DEL D.I.T.

Estructuras en acero ligero galvanizado patentadas bajo números 8800364, 9000965, 9002975 y 9500408, que tienen como finalidad la formación de cubiertas de edificios en sus múltiples variedades: habitables bajo cubierta, no habitables, etc., y las que a su vez, sirven de soporte a las cubriciones de dichas cubiertas: teja, pizarra, polivinilos, paneles sándwich, madera, etc. Todas las cubriciones sobre las estructuras de soporte, deberán realizarse siguiendo las normas vigentes NTE Cubiertas, sobre diseño, montaje, control, etc.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema CUMEVA es una estructura ligera en acero galvanizado compuesto por perfiles de chapa de acero, galvanizado en caliente y conformado en frío en perfiladora de rodillos múltiples.

Los perfiles están conformados por dos "ues" (fig. 1) que unidos por un sistema de abotonado "uniblock" sin aportación de soldadura, remaches, tornillos ni elementos externos de unión, forman un perfil "f" (fig. 2).

El sistema de grapado "uniblock" es un sistema innovador que abotona el material entre sí de forma que las dos chapas, independientes entre sí, al unirse por medio de este sistema de matrices accionadas por una potente prensa oleo-pneumática, se comportan como una sola chapa. Cada metro de perfil está unido por 4 grapas o botones (fig. 2).

Estos perfiles, están dotados de unas protuberancias simétricas y compensadas que aumentan la rigidez del alma de dichos perfiles. Como se aprecia en la figura 1, están fabricados con unas ranuras longitudinales, continuas, de 30 mm de profundidad, a ambos extremos de los perfiles.

Los pórticos que conforman las estructuras de la cubierta se anclan al forjado de la última planta de las viviendas, llamado forjado de cubierta, por medio de pernos de anclaje de expansión mecánica, homologados, (ver figuras 5 y 9) cuyo número y diámetro se calculan de acuerdo a las reacciones horizontales y verticales resultantes de los cálculos correspondientes.

Las estructuras de las cubiertas están compuestas de un conjunto de pórticos cada uno de los cuales es una estructura plana, no ortogonal,

unida a la siguiente por correas -perfiles de sección omega- por ambas caras además de por chapas de acero galvanizado y sección acanalada, unidas a las correas, arriostramientos verticales y horizontales en forma de cruces de San Andrés, muros, hastiales, forjados, etc., para evitar el pandeo lateral de las barras. (figs. 4, 5, 6 y 7).

Las tablas de perfiles más usuales, pero no exhaustivos, y sus características mecánicas se dan en la figura 3.

3. COMPONENTES DEL SISTEMA

3.1 Chapa de acero

Laminado en frío, de 1,5 a 2 mm, de embutición media, y galvanizada en caliente según UNE EN 10142:2001.

3.1.1 Características mecánicas

- Límite elástico: 2.900 kg/cm²
- Resistencia a la tracción: 3.420 kg/cm²
- Alargamiento de rotura: entre 25% y 32%.

3.1.2 Galvanizado

- Recubrimiento por inmersión en baño de zinc en proceso continuo.
- Normas de zincado UNE-EN 10142-2001.
- Peso del Zinc depositado por m²: 275 g.
- Denominación: Z-275 estrella normal

3.2 Embutición "uniblock"

Realizado en una prensa oleo-pneumática de alta presión consigue unir dos chapas que se comportan unitariamente, garantizando el reparto uniforme de las cargas de la cubierta por metro lineal sobre las vigas. El sistema "uniblock" repartido sobre las vigas, cada 25 cm al tresbolillo, elimina la soldadura en la unión de los perfiles, con lo que no se daña el galvanizado de las mismas.

La resistencia a tracción a cizalladura que transmite cada "uniblock" es > 1,80 kN.

3.3 Tornillos

Se emplean tornillos autorroscantes para la formación de los nudos y anclajes tipo "bolt" para la fijación de las cerchas al forjado. Las características mecánicas de los mismos vienen especificadas en las figuras 8 y 9.

4. FABRICACIÓN DE LOS PERFILES

4.1 Ubicación

Las instalaciones de fabricación de los perfiles se ubican en Madrid, Polig. Ind. Las Arenas de Pinto.

4.2 Proceso de fabricación

Los perfiles CUMEVA se fabrican en unas perfiladoras de rodillos múltiples de control numérico. La alimentación se realiza a partir de bobinas de fleje de acero, ya zincado, pasando automáticamente por:

- Perfiladora
- Matrices de corte
- Prensa de grapado
- Estampado CUMEVA
- Empaquetado.

4.3 Características dimensionales del producto acabado

Los perfiles se fabrican a medida, bajo pedido de los clientes. El control dimensional lo hace el núcleo central de los rodillos. En las alas las tolerancias son de $\pm 1,00$ mm.

5. CONTROL DE CALIDAD DEL MATERIAL

5.1 Control de las Materias

5.1.1 Chapa

Todas las chapas empleadas en la conformación de los perfiles poseen un certificado de calidad emitido por el fabricante en el cual aparecen:

- Características mecánicas
- Componentes químicos
- Calidad del galvanizado

Todos los perfiles llevan un sello impreso por estampación en alguno de sus extremos con la palabra CUMEVA.

5.1.2 Control durante la fabricación y producto terminado

Durante el proceso de fabricación se realiza:

- Control visual continuo de la superficie de los perfiles, homogeneidad de las ranuras y verificación de los puntos de abotonado o clinchado.
- Comprobación de medidas
- Empaquetado.

5.1.3 Tornillos

Certificado emitido por el fabricante.

6. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Todos los perfiles una vez fabricados se almacenan en la propia fábrica bajo cubierta.

En obra se almacenan a la intemperie hasta su montaje. Una vez montados en forma de cerchas o pórticos, éstas se cubren con la cobertura habitual de cada tipo de cubierta: teja, chapa de acero, tableros hidrófugos, pizarra, etc. Quedando los pórticos totalmente a cubierto del medio exterior.

Normalmente se practica el "justo a tiempo", debido a que los pedidos se realizan prácticamente unos días antes de comenzar la obra, para evitar el stock y se trasladan a pie de obra cuando todo está preparado para que se ejecuten los trabajos.

El transporte se efectúa en paquetes desde fábrica, perfectamente embalados y en pesos no superiores a 400 – 500 kg por paquete.

Los paquetes llevan indicados el tipo de perfil, longitud y número de unidades que contienen, así como el espesor del fleje con el que están fabricados y estampado el nombre de CUMEVA y el número del DIT

7. PUESTA EN OBRA

7.1 Montaje de las estructuras

Los pórticos o cerchas que la conforman, se efectúan "in situ" con objeto de evitar las tensiones indeseadas de izado y levantamiento

de las cerchas o pórticos completos por medio de grúas de obra que no afecten a las estructuras ligeras.

7.2 Procedimiento de montaje

Para evitar las sobretensiones se realiza lo siguiente:

- Se monta y nivela la cumbrera, generalmente paralela al forjado, y se fija a éste mediante tornillería, homologada de expansión mecánica.
- Sobre la cumbrera nivelada se montan los pares de cerchas o pórticos que quedan atornillados con sus extremos superiores a la cumbrera y en su extremo inferior al rastrel emperrado al forjado. Después, se termina de armar la cercha o pórtico.
- Los puntales de fijación de la cumbrera se desmontan una vez completada la secuencia de montaje.

7.2.1 Anclajes

Los anclajes de las estructuras al forjado se efectúan, como se indica en la figuras 5 y 9 por interposición de los perfiles de anclaje sobre cuyas alas de 36 mm de ancho, se atornillan los pernos de expansión mecánica homologados (UNE EN ISO 898-1) de 10 mm de diámetro. El número, posición y diámetro de los tornillos se determina según las reacciones en los apoyos.

7.3 Formación de nudos

Todas las entregas o uniones de barras se realizan mediante la interposición de una placa o cartela de acero galvanizado de 3 mm de espesor, formando nudos rígidos. Dicha placa se encaja 20 mm en la ranura entre las alas del perfil y se une a ellos mediante tornillos autorroscantes (DIN 267 ISO 4042 A1K) de alta resistencia (fig. 8) $\approx 44 \text{ kg/mm}^2$ y de 5,5 a 6,3 mm de diámetro. El número de tornillos por cada nudo lo da el cálculo específico de cada nudo. En el cálculo de nudo intervienen el axil cortante y el momento de cada barra. La separación entre tornillos se fija de acuerdo con el cálculo correspondiente de cada nudo. En algunos nudos puede ser necesario reforzarlos con pletinas sobre las alas de las barras que lo conforman.

8. MEMORIA DE CÁLCULO

Todas las estructuras se calculan según la norma NBE EA 95 vigente, considerando los apoyos como articulados.

En los cálculos siempre aparecen las tensiones en las barras, desplazamientos y giros de los nudos, momentos, axiles y cortantes.

Las tensiones máximas en las barras se realizan eligiendo aquellas barras, de cada tipo, que tengan mayor esfuerzo, mayor momento o la combinación más desfavorable de ambas, de los resultados obtenidos para cada una de las hipótesis de cargas consideradas y para cada cercha de acuerdo con las normas mencionadas. El límite del acero es de 2.600 kg/cm^2 .

Todos los pórticos o cerchas se arriostran vertical y horizontalmente con cruces de San Andrés.

9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

La actividad de fabricación de los Perfiles CUMEVA comenzó en 1989 y hasta la fecha hay una superficie construida de, aproximadamente, $1.200.000 \text{ m}^2$.

Entre otras el fabricante aporta, como referencia,:

- Residencial Cursus en Velilla de San Antonio (Madrid): 4.850 m^2 (1989).
- Residencial Parque Pinar en Torrejón de la Calzada (Madrid): 4.500 m^2 (1990).
- El Zaburdón en San Lorenzo de El Escorial (Madrid): 3.222 m^2 (1993).
- Residencial El Polideportivo en Colmenarejo (MADRID): 7.500 m^2 (1995).
- Espartales Sur en Alcalá de Henares (Madrid): 3.260 m^2 (1996).
- Residencial Prado Pinilla en Segovia: 2.500 m^2 (1997).
- Camino de Malatones en Fuente del Saz: (Madrid): 9.000 m^2 (1999).
- Residencial el Parque en Alcobendas (Madrid): 8.500 m^2 (2000).
- S.A.U. 7 en Meco (Guadalajara): 12.000 m^2 (2001).
- El Tozal en Alcobendas (Madrid): 16.000 m^2 (2002).

- Residencial Monte Arroyo en Las Rozas (Madrid): 8.000 m² (2002).
- El Cantizal en Las Rozas (Madrid): 7.200 m² (2002).
- Los Altos de Arturo Soria (Madrid): 12.100 m² (2003).

El IETcc ha realizado diversas visitas a obras, así como una encuesta obteniéndose que, desde el punto de vista estructural, todas han sido conformes, pero alguna de ellas tienen problemas de impermeabilización.

10. ENSAYOS

En el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) se han realizado los ensayos descritos en los Informes n^{os} 18.360-1 y 18.360-2 de este Centro.

10.1 Ensayos de tracción al “uniblock”

a) Objeto del ensayo

Verificar qué esfuerzo a tracción es capaz de transmitir cada embutición “uniblock”, cumpliendo las funciones de la soldadura de unión, haciendo que los dos perfiles trabajen solidariamente.

b) Disposición del ensayo

Se han dispuesto dos chapas de 50 mm de ancho y de 1,5 mm de espesor, unidas únicamente mediante una serie de “uniblock” separada cada 250 mm, según se marca en el Informe Técnico.

El ensayo se realiza en una máquina de ensayos marca Instron, modelo 1175, con una velocidad de desplazamiento de la cruceta de 2 mm/min, y estando las mordazas del dinamómetro sujetando, cada una, sólo una chapa.

Se han realizado dos series de ensayos de probetas, uno con dos “uniblock” y el segundo con tres “uniblock” o abotonaduras y, para cada uno de ellos, con cinco probetas.

c) Resultados obtenidos

Para las chapas con 2 “uniblock” los valores de carga de rotura han sido:

- T_{mínima} = 3,910 kN
- T_{máxima} = 4,361 kN
- T_{media} = 4,159 kN

Para las chapas con tres abotonaduras los valores de carga de rotura han sido:

- T_{mínima} = 6,587 kN
- T_{máxima} = 7,035 kN
- T_{media} = 6,733 kN

Valores conformes a lo especificado por el fabricante.

10.2 Ensayo a esfuerzos horizontales del anclaje de la estructura al forjado

a) Objeto del ensayo

Comprobar el comportamiento de los anclajes de la estructura al forjado, sometidos a un empuje horizontal.

b) Disposición del ensayo

Se ha dispuesto una viga ST-70 de 60 cm de longitud, anclada a un macizo de hormigón mediante cuatro pernos de anclaje Bolt M-10 mm, situados dos a dos en los centros de las alas de la chapa, y con una separación, entre ellos a lo largo del perfil, de 16 cm.

Para la realización del ensayo, los perfiles ST-70 se fijaron mediante cuatro tornillos a un elemento de unión que permitía la conexión a un cilindro hidráulico KELAVITE de 10 kN de capacidad, accionado por un dinamómetro AMSLER PM-103 que disponía de control sobre la velocidad de aplicación de la carga. La carga se incrementó hasta llegar a la rotura. Para medir el desplazamiento del conjunto, se situó un comparador en el extremo de los perfiles de anclaje. Durante el ensayo se registraron los valores de carga y desplazamiento mediante un sistema informático de adquisición de datos.

c) Resultados obtenidos

De la carga de formación, se obtiene que el mayor valor de carga corresponde a un esfuerzo horizontal de 48,14 kN. Se produjo el fallo del Sistema por rasgadura de la chapa galvanizada en dos de los pernos y arrancamiento de los otros dos.

Valores conformes a las previsiones del modelo de cálculo previstas.

10.3 Ensayo al nudo

10.3.1 Comportamiento del nudo al esfuerzo de cizalladura

a) Objeto del ensayo

Verificar que los tornillos autorroscantes, que sirven de unión a los perfiles, transmiten y resisten la carga que indica el fabricante.

b) Disposición del ensayo

Para la realización del ensayo se ha dispuesto una chapa de un espesor de 3 mm, que se une mediante tornillos de métrica 5,3 mm a un perfil ST-55; el par de apriete utilizado en los tornillos ha sido de 10,4 Nm.

El ensayo se realiza en una máquina de ensayos marca Instron, modelo 1175, con una velocidad de desplazamiento de cruceta de 2 mm/min y sujetando la mordaza superior del Instron la chapa, mientras el perfil ST-55 se ha unido mediante unos machones atornillados a la barra horizontal inferior del pórtico del Instron.

c) Resultados obtenidos

Se ha obtenido una fuerza de 27,4 kN terminándose el ensayo, no por rotura a cortante de los tornillos, sino por desgarramiento de la chapa con una anchura de diámetro del tornillo y en los dos por igual. Valor muy por encima de la resistencia teórica a cortante de los tornillos.

10.3.2 Ensayo a fatiga de los tornillos

a) Objeto del ensayo

Verificar que en los tornillos, las variaciones de los esfuerzos teóricos de cizalladura no sufre modificación su resistencia a lo largo del tiempo.

b) Dispositivo del ensayo

Para el ensayo se dispuso una probeta como en el ensayo anterior, pero de 3 tornillos de métrica 5,3 mm. Se la sometió a un esfuerzo de fatiga, aplicando 25.000 ciclos de carga y descarga entre 10 y 20 kN a una frecuencia de 0,1 Hz. Realizados los ciclos de fatiga, se efectuó la rotura según 10.3.1.

c) Resultados obtenidos

El valor obtenido ha sido de 40,67 kN, similar a los alcanzados en el apartado 10.3.1, comprobándose que los tornillos siguen trabajando a lo largo del tiempo con los mismos valores que al inicio.

10.4 Ensayos a flexión de los perfiles

a) Objeto del ensayo

Verificar que los dos perfiles de chapa galvanizada en J, unidos por los "uniblock", trabajan solidariamente como un perfil en I, comprobándose que sus características mecánicas, definidas en la figura 3, son conformes.

b) Disposición del ensayo

Se han realizado los ensayos a los perfiles I-150 y I-200; en ambos casos se han dispuesto de la siguiente forma:

El conjunto de dos perfiles separados 40 cm se encuentran unidos transversalmente entre sí por medio de 6 chapas grecadas de chapa galvanizada, 3 en la parte superior y 3 en la parte inferior colocadas en los dos bordes de los perfiles, y en el centro del vano (fig. 10) anclados a los perfiles mediante tornillos autorroscantes de 5,3 mm de diámetro, y que semejan la acción de arriostramiento de la perfilería metálica a colocar en obra.

El conjunto, formado por los dos perfiles, está biapoyado con una distancia entre apoyos de 3,80 m, aplicando las cargas puntuales en los tercios de la luz.

Para la realización de los ensayos, los dos perfiles se situaron debajo de un pórtico de carga; sobre ellos se colocaron dos redondos situados sobre placas de apoyo en los tercios de la luz, y se aplicó la carga mediante un cilindro hidráulico marca ICON de 100 kN de capacidad, accionado por un dinamómetro AMSLER PM-103. El cilindro se centró sobre el que se produjo la reacción de esfuerzos

El ensayo se inició aplicando la carga en el centro del vano, y se fue incrementando en escalones de 2 kN, hasta que se alcanzó la carga de rotura.

Para la lectura de las flechas, se colocaron dos flexímetros en los tercios centrales alternos para los perfiles I-150 y, en el centro de los perfiles I-200, se realizaron dos ensayos para cada modelo de perfil.

c) *Resultados obtenidos*

Para el conjunto formado por los dos perfiles I-150, se obtuvieron cargas máximas de 24,5 kN, equivalentes a una tensión de trabajo, en los dos perfiles, de 2.950 kp/cm². Los desplazamientos, en ambos perfiles, fueron del mismo orden, con una diferencia de 0,6 mm.

La finalización del ensayo se produjo por alabeo de las alas en la sección central; en el segundo ensayo se obtuvo una carga de 23,6 kN, con una tensión de trabajo de 2.840 kp/cm² y con una diferencia de flecha, entre ambos perfiles del orden de 0,9 mm. En este segundo ensayo, el fallo se produjo por desplazamiento transversal de la cara superior de los perfiles con respecto a la cara inferior.

En ninguno de los dos ensayos y, por lo tanto, en ninguno de los cuatro perfiles, se produjeron fallos en los “uniblock”.

Para los conjuntos formados por los perfiles en I-200, se obtuvieron valores de carga máxima de 31,5 kN, correspondiente a 2.340 kp/cm² y de 23,9 kN con una tensión de trabajo de 1.770 kp/cm²; en ambos casos las diferencias entre las flechas entre perfiles ha sido, para ambos ensayos, de 0,6 mm.

La terminación del ensayo se produce, en ambos casos, por alabeo de los perfiles, no produciéndose, en ninguno de los 4 perfiles, igual que en caso anterior, ningún fallo en los “uniblock”.

10.5 **Deformabilidad de la cubierta**

a) *Objeto del ensayo*

Comprobar las deformaciones que se pueden producir en el Sistema, aplicando una carga uniforme en toda su superficie, para verificar que las características mecánicas definidas en la fig. 3, corresponden al comportamiento de dicha cubierta.

b) *Disposición del ensayo*

Para la realización de ensayo se dispuso de una estructura, según fig. 11, formada por tres largueros de perfiles I-150 de 4 m de longitud y separaciones de 1 m y nueve travesaños de perfiles OM 30 de 2 m de longitud y separaciones de 0,50 m, atornillados sobre los perfiles I-150. Los apoyos de la estructura están formados por perfiles verticales de I-150, cruzado de 2C-50 y horizontales de ST-55 con taladros para su anclaje a solera de hormigón con anclajes

metálicos de seguridad de la marca Index modelo T-10-C.

El montaje del ensayo se completó con tableros de paneles de poliuretano con capas de cobertura metálica para el reparto uniforme de las cargas y un flexímetro en cada centro de vano de cada uno de los perfiles I-150.

La carga se realiza con bolsas de arena de 15 kg por bolsa en escalones de 50 kg/m², con medida de la flecha en cada uno de los escalones, hasta un valor de 200 kp/m², correspondiente a la carga que actúa sobre la cubierta.

c) *Resultados obtenidos*

La flecha obtenida en el perfil central ha sido de 4,54 mm, mientras que en los laterales ha sido de 1,55 mm y 1,60 mm, valores conformes con las inercias, cargas y longitudes definidas. Posteriormente se ha descargado toda la carga de la cubierta observándose que a la hora de haberse descargado, no había flechas residuales apreciables en ninguno de los tres perfiles.

10.6 **Ensayos de durabilidad al comportamiento de los “uniblock”**

10.6.1 *Ciclo calor húmedo-hielo*

a) *Objeto del ensayo*

Verificar que los movimientos que se producen en las chapas producidas por la dilatación o contracción del material por efecto de los cambios de temperatura, afectan o no a la resistencia que han de soportar los “uniblock”.

b) *Disposición del ensayo*

Para la realización del ensayo se dispusieron 10 conjuntos de dos chapas de 1,5 mm de espesor y 50 mm de ancho con 330 mm de longitud, unidos mediante dos abotonaduras, separadas 250 mm en el interior de una cámara climática marca Dycometal, modelo CCK 1000.

Se somete a las muestras a 15 ciclos consistente, cada ciclo, en enfriamiento a -15 °C durante 3 horas, ascenso durante 1 hora a 50 °C y 95 % Hr, permaneciendo, en estas condiciones, durante 3 horas y descenso, en media hora, a -15 °C, iniciándose el nuevo ciclo.

Posteriormente se realizó el ensayo de resistencia a tracción, definido en 10.1

c) *Resultados obtenidos*

Los valores de rotura obtenidos han sido:

- $T_{\text{mínima}}$ = 4,401 kN
- $T_{\text{máxima}}$ = 4,361 kN
- T_{media} = 4,643 kN.

Valores todos conformes a lo definido en la especificación.

10.6.2 Ensayo a la fatiga

a) *Objeto del ensayo*

Verificar que los “uniblock” en el que los esfuerzos de tracción que vayan variando a lo largo del tiempo, no sufren modificaciones.

b) *Dispositivo del ensayo*

Para el ensayo se dispuso de una muestra con 3 “uniblock” en la máquina de tracción Instron 1175. Se le sometió a un esfuerzo de fatiga aplicando 25.000 ciclos de carga y descarga entre 2 y 4 kN, a una frecuencia de 0,1 Hz. Realizados los ciclos de fatiga, se realizó el ensayo de tracción según 10.2.

c) *Resultados obtenidos*

El valor obtenido ha sido de 6,309 kN, similar a los obtenidos en el apartado 10.1, verificando que los “uniblock” siguen trabajando, a lo largo del tiempo, en las mismas condiciones que al inicio.

11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

El Sistema Estructural metálico CUMEVA para Cubiertas constituye las cubiertas de edificios habitables o no habitables, al ser una estructura ligera en acero galvanizado, cuyos perfiles no tienen una gran resistencia al pandeo lateral, por lo que es necesario que la estructura se encuentre arriostrada vertical y horizontalmente con cruces de San Andrés; al mismo tiempo, sobre estas cubiertas, no deben actuar cargas puntuales localizadas y los aprietes de los tornillos y pernos de anclaje, se han de realizar con el par de apriete indicado.

Al ser un Sistema cuyos componentes tienen mayor movilidad que otros tipos de estructura, es necesario, a la hora de proyectar y ejecutar la impermeabilización de dicha cubierta, tener en cuenta dichas características por lo que se recomienda estudiar unas mayores longitudes de solape, las uniones con los elementos verticales, puntos singulares, etc.

El Sistema permite la posible incorporación posterior de aislamiento acústico, térmico y resistencia al fuego, de forma que se cumplan los requisitos exigidos por la normativa vigente.

Habiéndose verificado por la práctica y los ensayos que los perfiles conformados por el sistema de abotonado “uniblock” hace que los perfiles estén trabajando solidariamente, verificándose en el Manual de Fabricación la existencia del Control de Calidad que comprende el sistema de autocontrol, por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y control de fabricación, y control de producto en obra.

Considerándose que los proyectos de cálculo del Sistema, proceso de fabricación de los perfiles, puesta en obra del Sistema está suficientemente contrastada por la práctica y los ensayos, se estima favorablemente, en este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema, propuesto por el fabricante.

EL PONENTE,

Tomás Amat Rueda,
Dr. Ing. de Caminos, C. y P.

12. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS⁽¹⁾

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos, en sesión celebrada en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja el 16 de junio de 2004, fueron las siguientes:

⁽¹⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por los siguientes Organismos y Entidades:

- BUREAU VERITAS ESPAÑOL, S.A.
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España
- División de Normalización AENOR.
- DRAGADOS, S.A.
- Empresa Municipal de la Vivienda–Ayuntamiento de Madrid
- IBERCAL. Grupo Apave.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Sociedad Española de Control Técnico en la Construcción, S.A. (SECOTEC, S.A.)
- SGS TECNOS.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

- En cumplimiento de la Ley de Ordenación en la Edificación (L.O.E.), la utilización del Sistema requiere, para cada caso, del proyecto técnico junto con su correspondiente Dirección de Obra. Será preciso disponer en cada caso que se fuera a aplicar, una memoria técnica de cálculo estructural junto con los valores de las deformaciones, tanto de las uniones como en los centros de las vigas.
- Para la viabilidad del Sistema, se requiere que la estructura se encuentre arriostrada vertical y horizontalmente con cruces de San Andrés, y para las vigas de cantos superiores a 200 mm se aconseja, en función de las cargas que actúen, arriostrar transversalmente el plano superior de las vigas con su plano inferior.
- Sobre este tipo de cubiertas no deben actuar ni cargas puntuales ni dinámicas.
- Las uniones serán mediante tornillos autorroscantes, nunca por soldadura. Es esencial, para el buen funcionamiento del Sistema, que los aprietes de los tornillos y pernos de anclaje se realicen con el par de apriete definido.
- Aún cuando este D.I.T. se refiere únicamente al Sistema como sistema estructural, la impermeabilización de la cubierta se ha de proyectar y ejecutar teniendo en cuenta las características de una estructura, metálica, por lo que se recomienda estudiar los solapes, uniones con elementos verticales, puntos singulares, etc.
- Para cumplimentar las prestaciones térmicas, acústicas y protección contra incendios exigidas en las Normas Básicas de la Edificación, NBE, deberá complementarse el Sistema, en caso necesario, con trasdosados dispuestos al efecto.
- Comprobar el dimensionamiento del forjado aplicando las cargas que actúan en los montantes, en su unión con el forjado.
- Al fijar los pernos de anclaje del forjado, verificar su buena puesta en obra mediante el par de apriete; en caso de duda, adoptar medidas para mejorar el soporte.

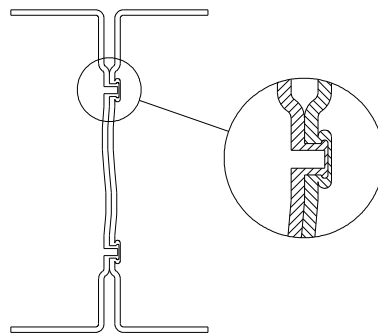


Figura 1: Detalle del Sistema "UNIBLOCK".

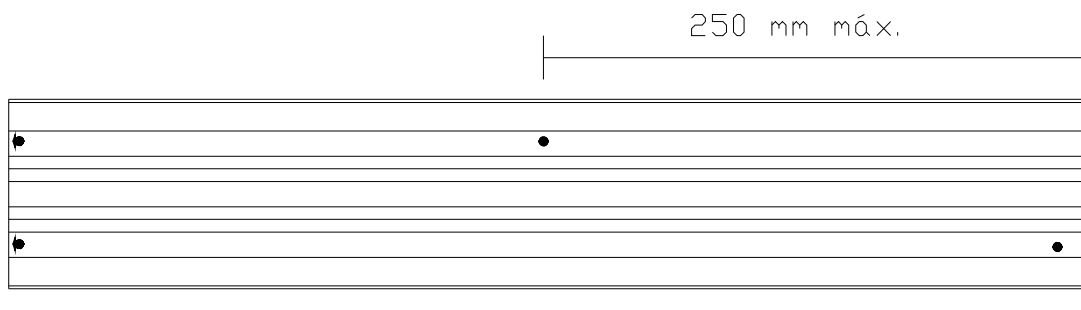


Figura 2: Perfil del Sistema "UNIBLOCK".

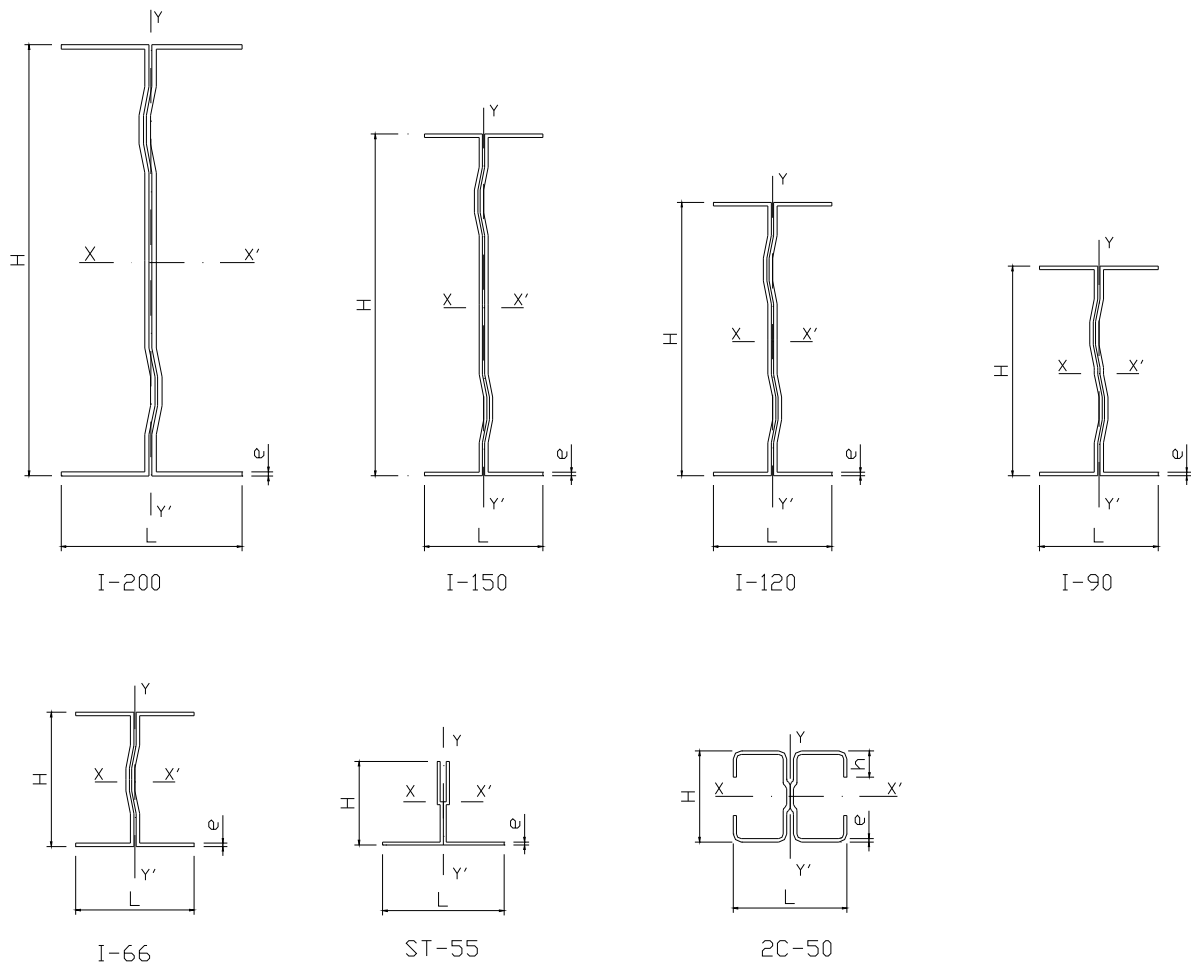
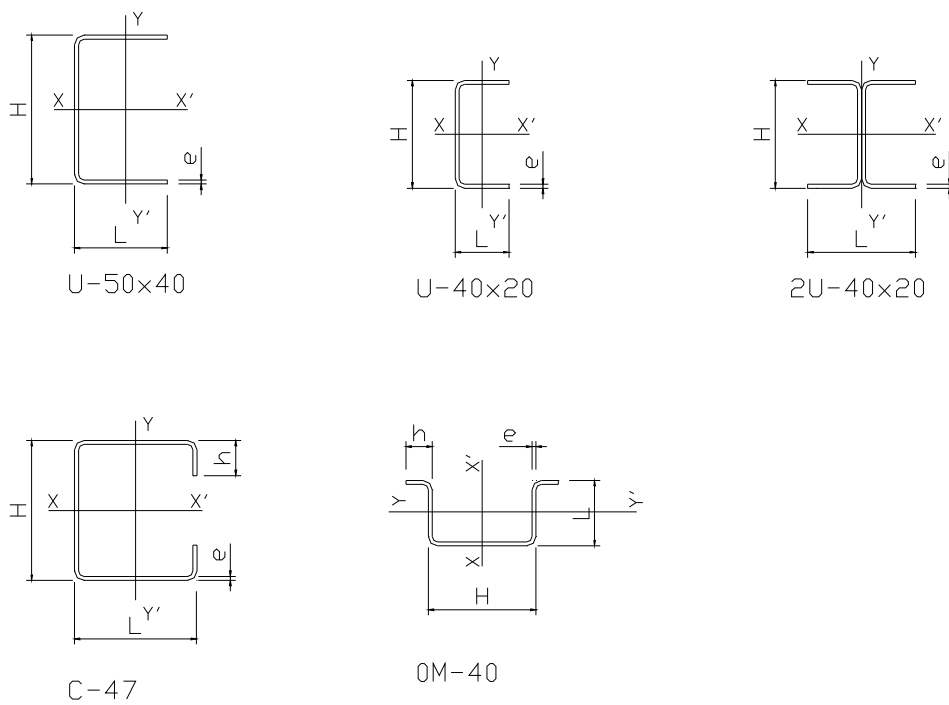


Figura 3: Características mecánicas perfiles CUMEVA.



Perfil	Dimensiones exteriores			Espesor e mm	Sección A mm ²	Peso kg/m	EJE XX'			EJE YY'		
	H mm	L mm	h mm				I cm ⁴	Z cm ³	I cm	I cm ⁴	Z cm ³	I cm
	I-200	203	52	0	2,00	1018,3	7,99	434,00	42,70	7,53	5,66	2,21
I-150	153	52	0	1,80	714,00	5,61	197,00	26,30	5,67	4,27	1,64	0,83
I-120	121	51	0	1,50	516,00	4,00	93,75	15,60	4,26	3,35	1,30	0,80
I-90	92	52	0	1,50	435,00	3,40	49,60	10,77	3,37	3,58	1,36	0,90
I-66	66	46	0	1,50	318,00	2,50	14,20	4,85	2,11	2,60	1,00	0,90
ST-55	55	98	0	2,00	426,70	3,20	23,274	5,00	2,307	8,61	2,46	1,404
ST-55	55	98	0	1,50	305,77	2,40	7,586	2,758	1,77	2,72	1,978	1,06
2C-50	50	60	10	2,00	477,40	3,58	14,748	5,899	1,956	11,205	3,735	1,705
2C-50	50	60	10	1,50	357,90	2,68	14,748	5,899	1,956	11,205	3,735	1,705
2C-50	50	60	10	1,00	228,0	1,79	10,234	3,411	1,980	7,749	3,100	1,722

Figura 3 (Continuación): Características mecánicas perfiles CUMEVA.

Perfil	Dimensiones exteriores			Espesor e mm	Sección A mm ²	Peso kg/m	EJE XX'			EJE YY'		
	H mm	L mm	h mm				I cm ⁴	Z cm ³	I cm	I cm ⁴	Z cm ³	I cm
	U-50	50	40	0	1.50	191.00	1.46	3.180	1.20	1.30	8.69	3.420
U-50	50	40	0	2.00	245.80	1.93	4.34	1.56	1.30	10.50	4.19	2.10
U-40	40	20	0	1.50	115.50	0.90	2.85	1.426	1.57	0.35	0.23	0.55
2U-40	80	40	0	1.50	231.00	1.80	5.715	2.858	1.598	0.70	0.46	0.55
C-47	47	47	10	1.50	242.00	1.83	7.586	2.861	1.77	9.314	3.964	1.96
C-47	47	47	10	2.00	319.74	2.51	10.85	4.11	1.80	12.09	5.14	1.90
OM40	30	40	15	2.00	2.675	2.10	7.07	3.53	1.62	6.10	3.04	1.51

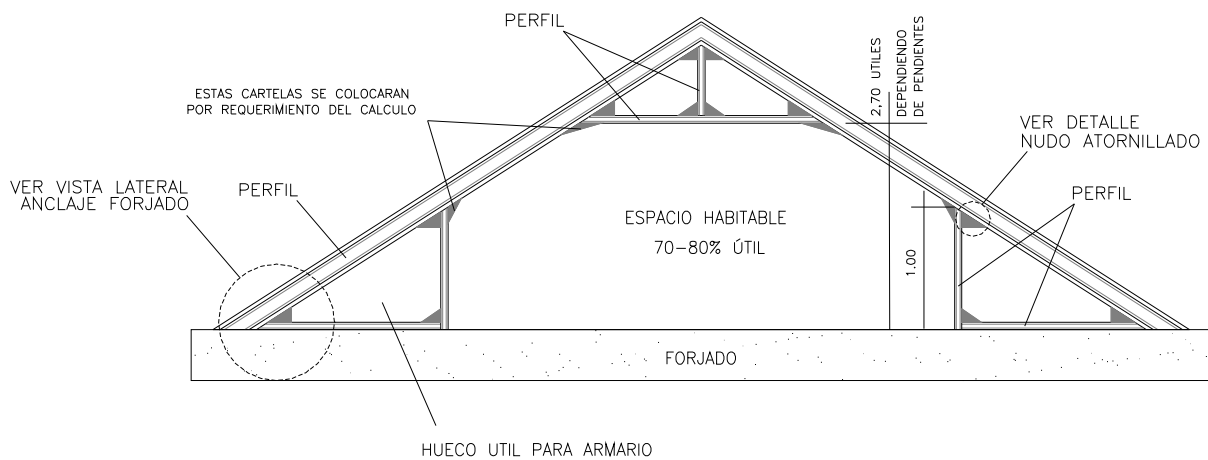


Figura 4: Alzado de Cercha Tipo.

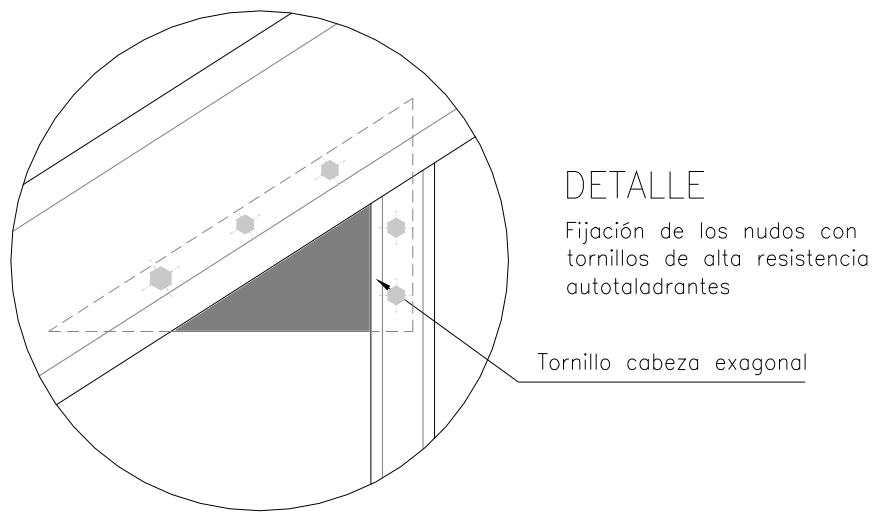


Figura 4a: Detalle de Nudo.

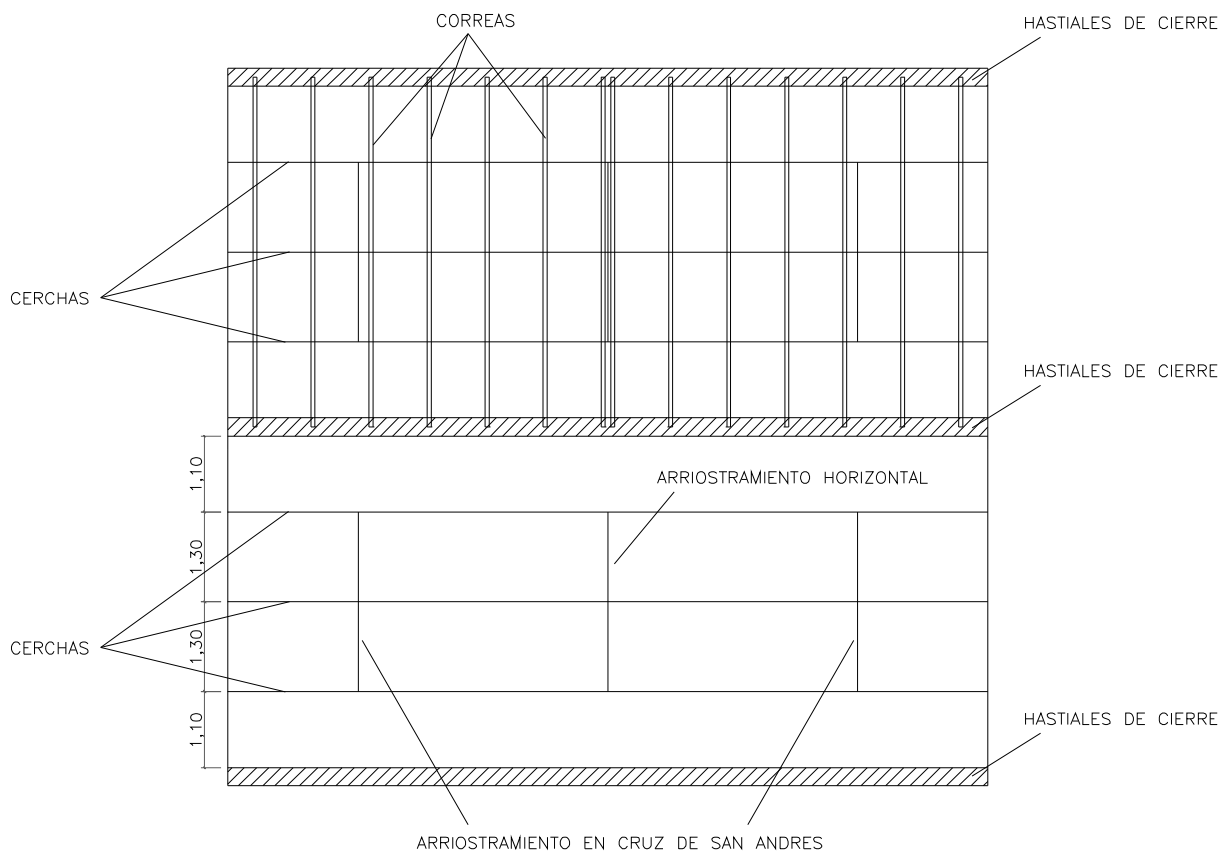


Figura 4b: Esquema de Planta de Cubierta.

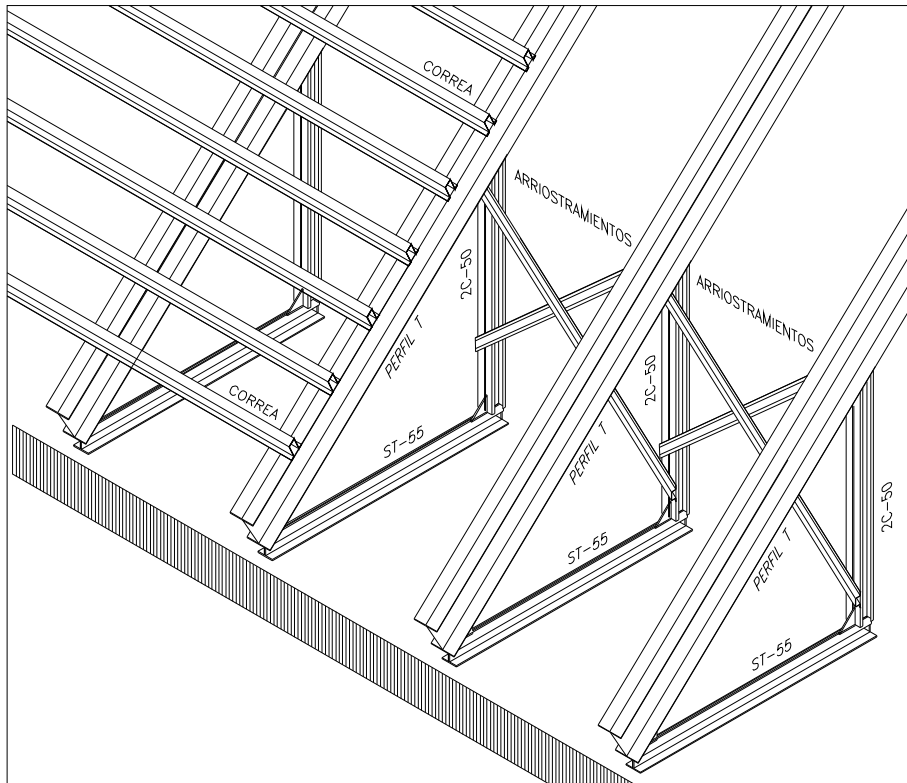


Figura 4c: Vista espacial de un conjunto de elementos de cubierta. Detalle.
(Las dimensiones y formas de los perfiles son de carácter orientativo).

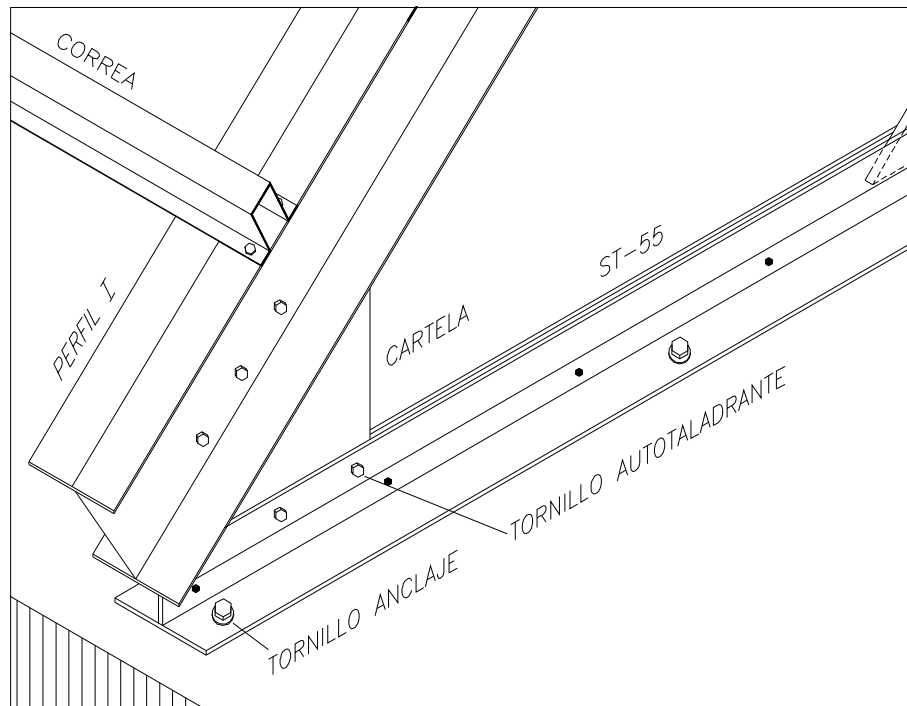
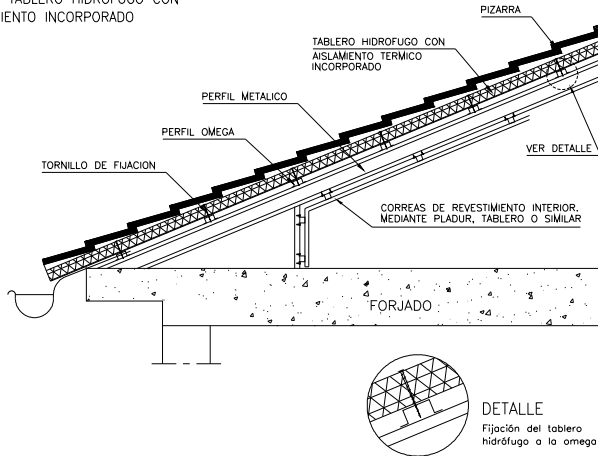


Figura 5: Detalle de formación de nudos.

CUBIERTAS DE PIZARRA

CUBIERTA TIPO "A"
SOBRE TABLERO HIDROFUGO CON
AISLAMIENTO INCORPORADO



CUBIERTA TIPO "B"
SOBRE TABLERO HIDROFUGO CON AISLAMIENTO INCORPORADO
Y ENLUSTONADO DE MADERA

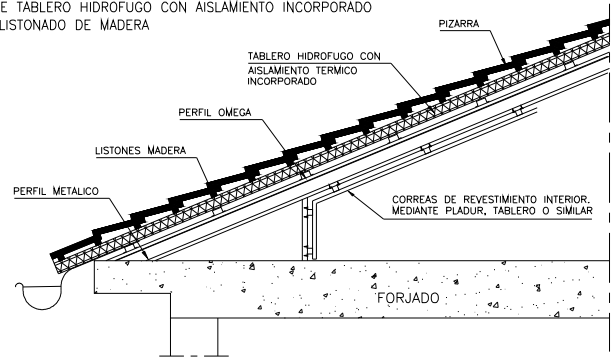
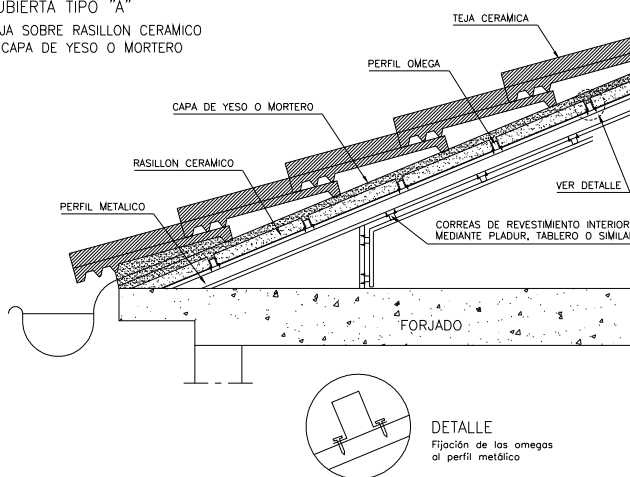


Figura 6-a: Cubiertas de Pizarra.

CUBIERTAS DE TEJA

CUBIERTA TIPO "A"
TEJA SOBRE RASILLON CERAMICO
Y CAPA DE YESO O MORTERO



CUBIERTA TIPO "B"
TEJA ARABE AMORTERADA SOBRE PLACA

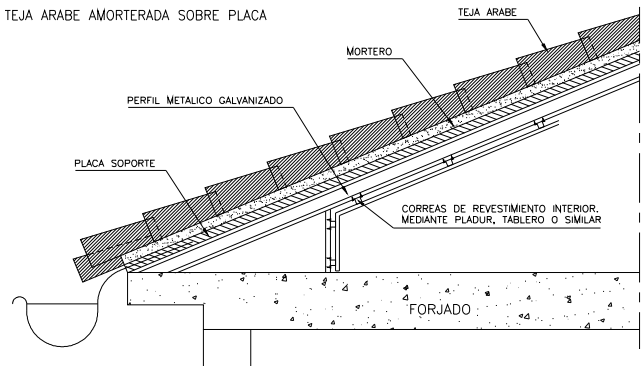
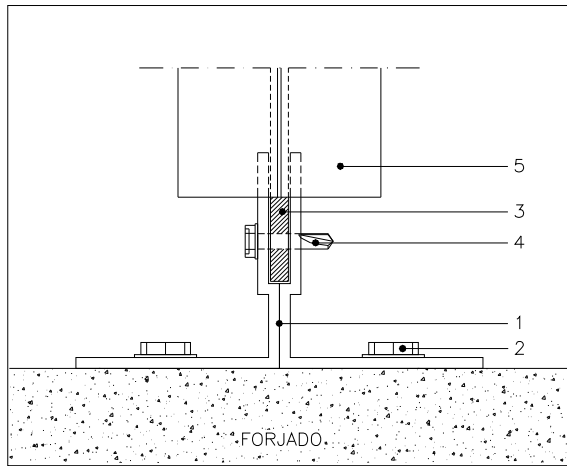
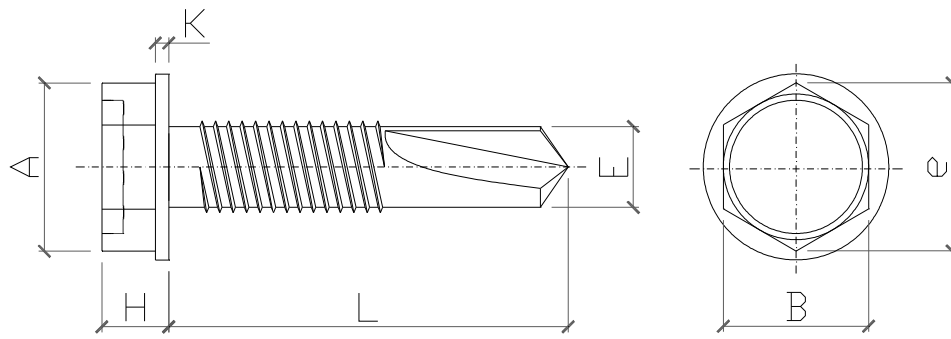


Figura 6-b: Cubiertas de Teja sobre rasillón y árabe amorterado.



1. Perfil en formación de rastrel anclado a forjado mediante tacos de expansión mecánica.
2. Taco de expansión mecánica de M 10x60 mm.
3. Cartela de $e = 3$ mm para formación de nudo mediante tornillo autotaladrante.
4. Tornillo autotaladrante.
5. Perfil en formación de par.

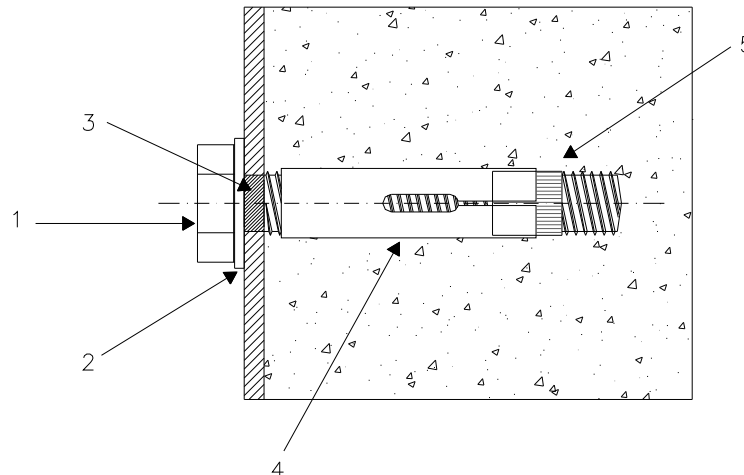
Figura 7: Vista frontal de anclaje y nudo.



Dimensiones (mm)	D	L	A	e	B	H	K	E
ST 5.5	5,46	19-75	8	10,5	8	4,3	1,9	4,17
ST 6.3	6,25	19-140	10	12,6	10	6,3	2,0	4,88

Parámetro	ST 5.5	ST 6.3
Fuerza máxima instalación (N)	350	350
Velocidad del Taladro (rpm)	1.000 – 1.800	
Par máximo (Nm)	10,4	16,9
Cizalladura (kg)	825	1.200

Figura 8: Tornillos autorroscantes.



ITEM	COMPONENTE	TORNILLO	ESPÁRRAGO
1	Tornillo / Eje	Tornillo DIN931/933 Clases 6.8/8.8 UNE EN ISO 989-1 bicromatado $\geq 5\mu\text{m}$ ISO 4042 A2L/A2N	Eje Clase 6.8 UNE EN ISO 989-1 bicromatado $\geq 5\mu\text{m}$ ISO 4042 A2L
2	Arandela	bicromatada $\geq 5\mu\text{m}$ ISO 4042 A2L/A2N	bicromatada $\geq 5\mu\text{m}$ ISO 4042 A2L
3	Antigiro	PVC	PVC
4	Camisa	EN 10130-DC01+A-m (1.0330) bicromatada $\geq 5\mu\text{m}$ ISO 4042 A2L	EN 10130-DC01+A-m (1.0330) bicromatada $\geq 5\mu\text{m}$ ISO 4042 A2L
5	Cono	1.0301 EN 10277-2 bicromatado $\geq 5\mu\text{m}$ ISO 4042 A2L	1.0301 EN 10277-2 bicromatado $\geq 5\mu\text{m}$ ISO 4042 A2L

Medida	Diámetro broca mm	Profundidad taladro mm	Espesor máximo a fijar mm	Al borde mm	Entre ejes mm	A esquina mm	Extracción FZ Hormigón B250 kp	Cizalladura Fq en Kg. (1)
6-8-60	8	43	15	35	50	75	290	266
8-10-60	10	55	5	45	65	90	430	400

(1) Cargas recomendadas: Coeficiente de Seguridad 3

Figura 9: Tornillos de anclaje Bolt.

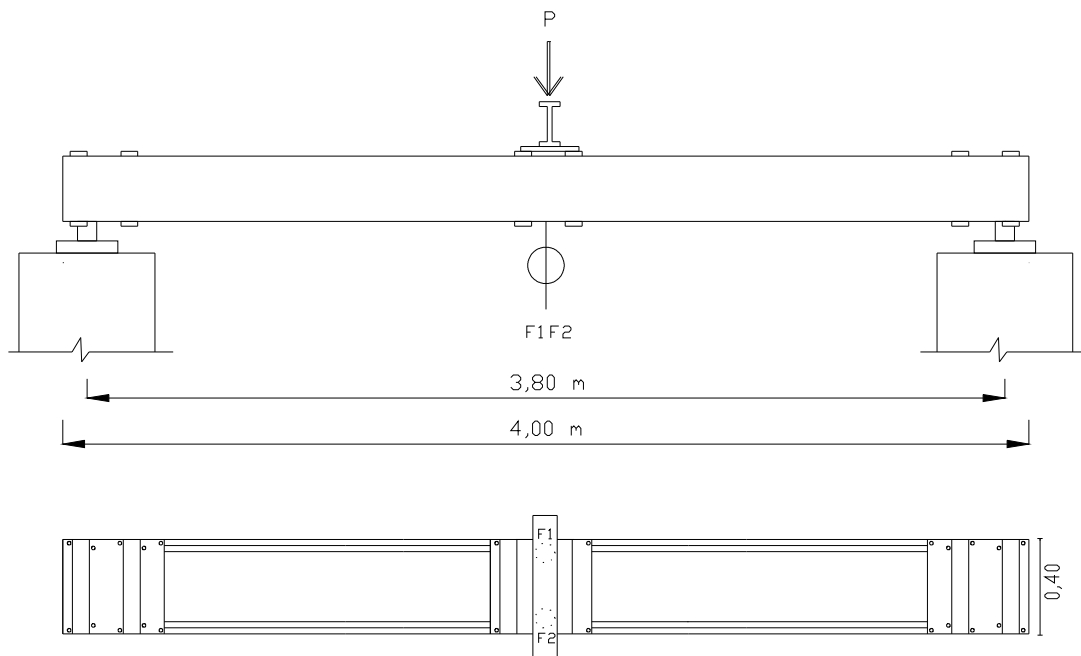


Figura 10: Ensayos a flexión de los perfiles.

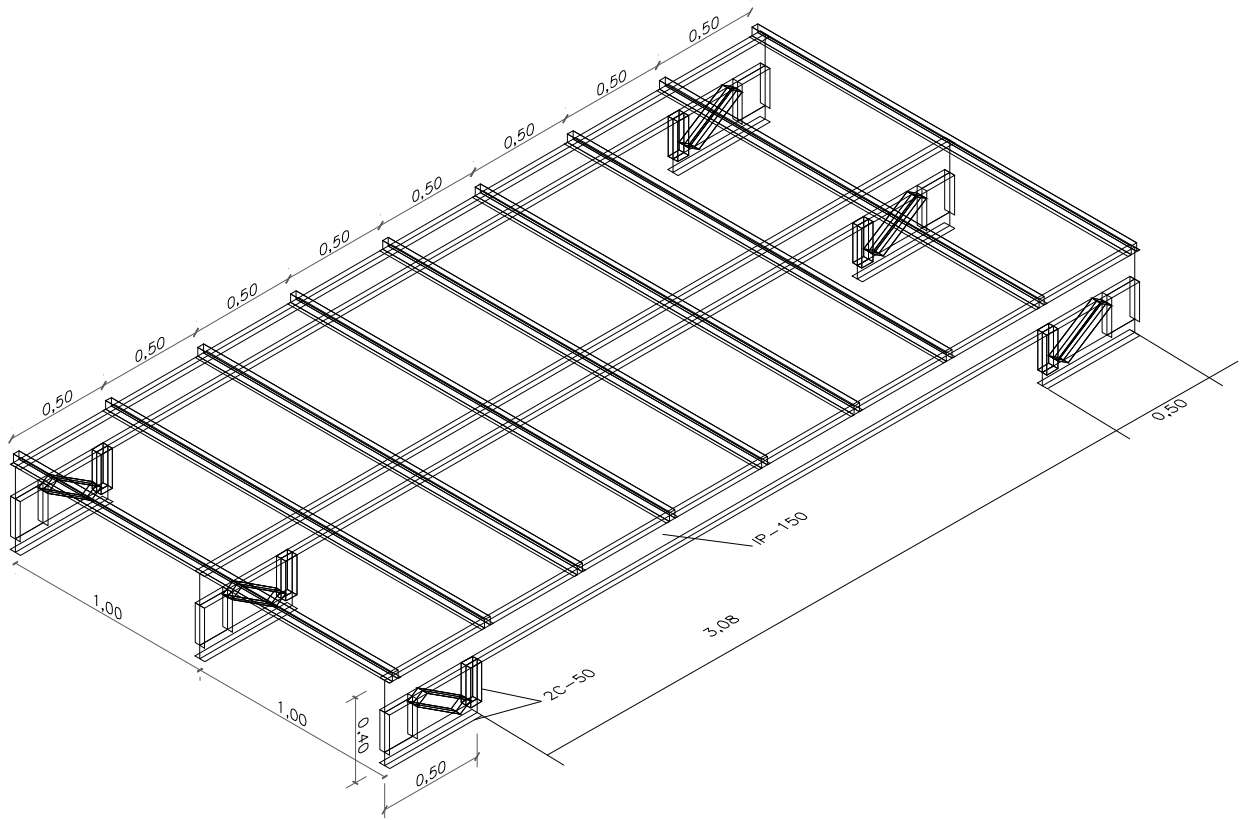


Figura 11: Estructura de ensayo a deformación.