

PRINCIPIOS DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

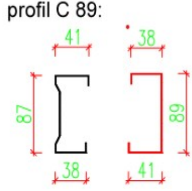
1. Qué es un sistema estructural de acero

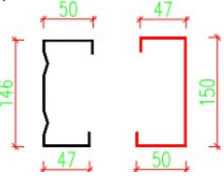
- se trata de un sistema estructural portante completo diseñado para la construcción de edificios residenciales, industriales y agrícolas.

Se trata de un sistema portante enmarcado (muro), cuyas partes individuales -perfiles de chapa de acero galvanizado (con sección transversal en forma de «C»- se conectan entre sí mediante elementos de fijación (tornillos, pernos), dando lugar así a una estructura de muro relativamente rígida.

En el siguiente paso, la estructura de armazón resultante se rellena con aislamiento térmico de fibra mineral, seguido de un revestimiento de doble cara con placas de yeso, fibra de yeso o tableros de virutas de madera (OSB), formando así un núcleo rígido al que se aplica el revestimiento de aislamiento térmico (ETICS) en el exterior y, en el interior, las estructuras de placas de yeso (tabique interior), generalmente en la siguiente fase de ejecución. El procedimiento de revestimiento es, por tanto, idéntico al de los edificios de madera; la única diferencia es el material utilizado para el esqueleto: la chapa de acero antes mencionada.

Los perfiles se crean extruyendo gradualmente la bobina de acero original con una máquina conformadora. Suministramos un total de 2 tipos de estos perfiles «C», correspondientes a la profundidad (anchura) de la estructura propiamente dicha: **89 mm y 150 mm***, y en la tabla siguiente se indican sus parámetros técnicos básicos:

	espesor de la chapa	calidad del acero	peso/lbm	tratamiento superficial
	0.75 mm	S 550	1.107	Z 275
	0.95 mm	S 550	1.402	Z 275
	1.15 mm	S 550 / 350	1.697	Z 275
	1.55 mm	S 350	2.287	Z 275
	1.95 mm	S 350	2.878	Z 275

	espesor de la chapa	calidad del acero	peso/lbm	tratamiento superficial
	1.15 mm	S 350	2.390	Z 275
	1.95 mm	S 350	4.005	Z 275

**la gama se completará próximamente con un perfil de 250 mm de ancho*

Planitud del sustrato:

Requisitos de precisión del diseño, resistencia y dimensión de la base de hormigón

Las normas CSN y EN no son uniformes en cuanto a la forma de medir la planeidad local. El presente documento establece los criterios y requisitos para medir la planitud y la planeidad local de las superficies de la subbase, teniendo en cuenta los requisitos de las normas CSN 73 0205, CSN 73 0212-3, CSN 74 4505, CSN EN 13670 y DIN 18202.

La planitud local de la superficie se comprueba a una distancia de referencia de 2 m, se recomienda medir a una distancia de 2 m.

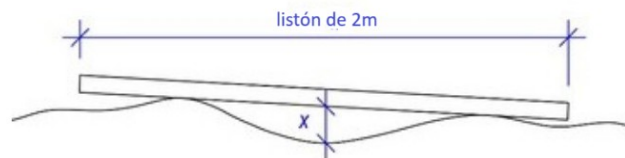
Todos los requisitos de planitud especificados en este documento se establecen en un valor máximo, los requisitos dimensionales y de resistencia del sustrato se establecen en un valor mínimo.

Los valores indicados para la base de hormigón deben cumplirse antes de proceder a la instalación.

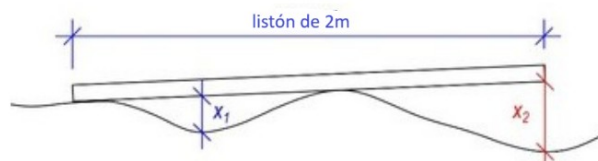
1.1. Requisitos de planeidad de la superficie de la base de hormigón

Las mediciones de la planitud de la superficie superior de la cimentación se realizarán en un mínimo de 5 puntos por cada 100 m² de cimentación, en los puntos situados por debajo de los futuros muros de la estructura prefabricada sobre el terreno realizada con perfiles de acero de paredes delgadas.

La planitud de la base se medirá en una franja de 2,0 m de longitud según los diagramas siguientes:



La desviación medida es la dimensión x



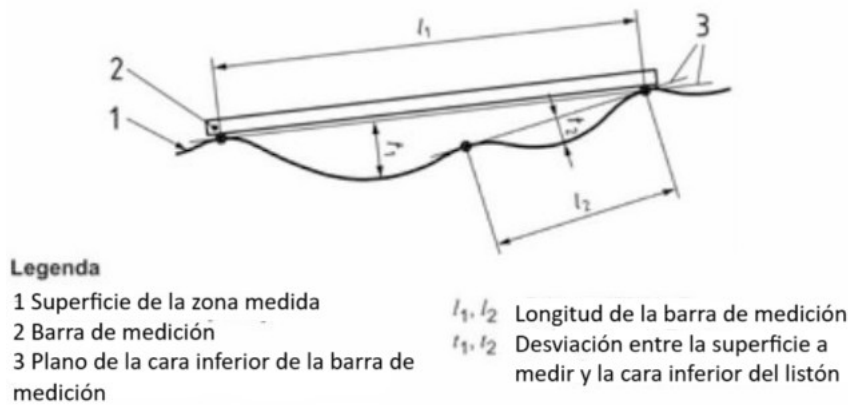
La desviación medida es la dimensión x_1 , la desviación x_2 no se considera

Para la planitud local del borde superior del cimiento en la longitud de 2,0 m se determinan los valores máximos de las desviaciones de planitud:

- **X = 3,0 mm** si el perfil de cimentación de la estructura prefabricada **está anclado al nivel de suelo limpio**
- **X = 5,0 mm** si el perfil de cimentación de la estructura prefabricada **se ancla al nivel superior de la cimentación antes de colocar el suelo**

Para eliminar pequeñas irregularidades, se recomienda anclar el perfil de cimentación de la estructura prefabricada apoyado sobre una tira de cinta asfáltica modificada.

Para la planitud del borde superior de la cimentación en una longitud de 10,0 m, se establece una desviación límite máxima de la planitud de los extremos del listón



Desviación límite en una longitud de 10 m:

- **t = 20 mm** en la superficie de la cara superior inacabada del cimiento - superficie rugosa
- **t = 15 mm** en la superficie superior acabada de los cimientos - superficie de hormigón lisa
- **t = 12 mm** en la superficie con suelo limpio acabado

1.2. Requisitos de resistencia para la superficie de la base de hormigón

Se requiere una resistencia mínima del hormigón de la superficie de cimentación de **25 MPa..**

1.3. Requisitos para la resistencia de la superficie de la base de hormigón

Se requiere una **dimensión mínima de la estructura de cimentación de 180 mm.**

El grosor de la estructura de cimentación es necesario debido al anclaje de la estructura prefabricada sobre el suelo con anclajes mecánicos o adheridos de $\varnothing 10$ mm o $\varnothing 12$ mm. Las dimensiones y la longitud de los anclajes serán diseñadas por el ingeniero estructural. El grosor de la cimentación será diseñado por el ingeniero estructural en función de la capacidad portante requerida, pero el grosor mínimo será de 180 mm.

Para optimizar el anclaje y aumentar la capacidad de carga de los anclajes (o reducir la longitud de los anclajes), se recomienda reforzar ambos lados de la estructura de cimentación (tanto en la superficie inferior como en la superior) con armadura de hormigón.

2. Principios de diseño estructural del sistema de acero

Como se ha mencionado anteriormente, cuando los perfiles individuales se ensamblan entre sí - véase la figura 1 - forman marcos planos (2D) - paredes y cerchas de techo o tejado - véase la figura 2.

Detalle del contacto entre la columna, el puntal y la brida inferior

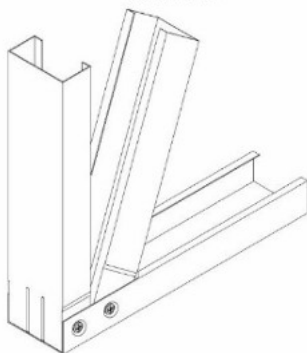


Fig.1 - detalle de la unión de los perfiles en la esquina de la pared del armazón

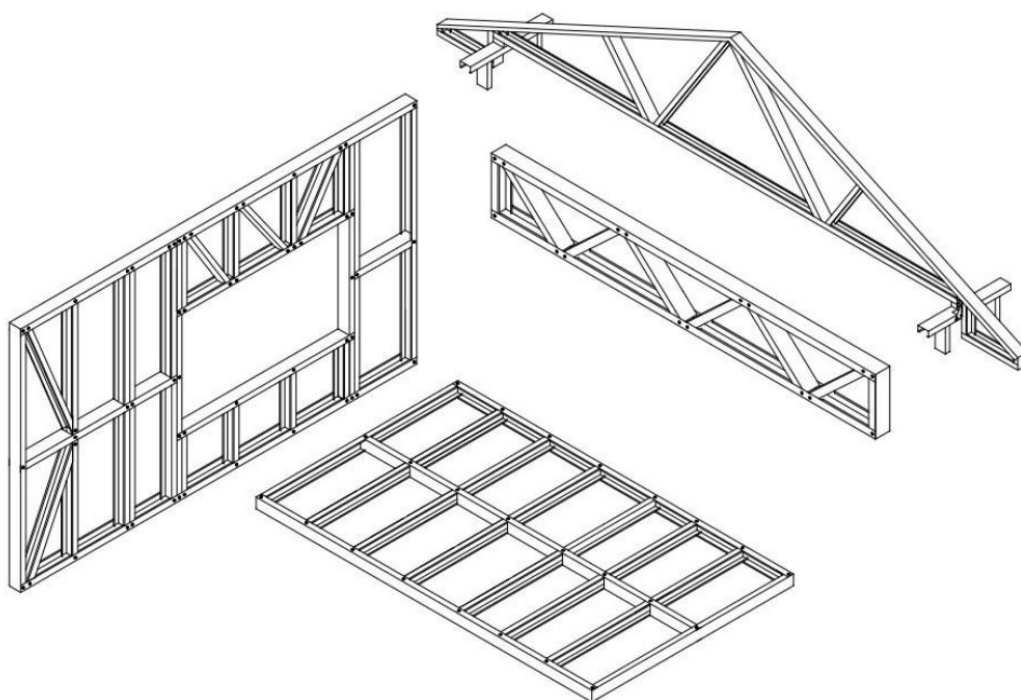


Fig.2 - gama de elementos de marco (2D) - paredes, cerchas de techo y tejado, paneles inteligentes...

Los marcos individuales se conectan posteriormente entre sí mediante fijaciones planas (accesorios) - véase la Fig.3 o mediante tornillos, creando así estructuras espaciales (3D) que, tras el revestimiento (conexión con tableros estructurales - OSB/fibra de yeso), adquieren una gran rigidez.

Por lo tanto, normalmente es posible diseñar estas estructuras como estructuras de varios pisos (hasta 6 pisos) - la solución específica y la elección de la serie de perfiles siempre está sujeta a una evaluación estructural.

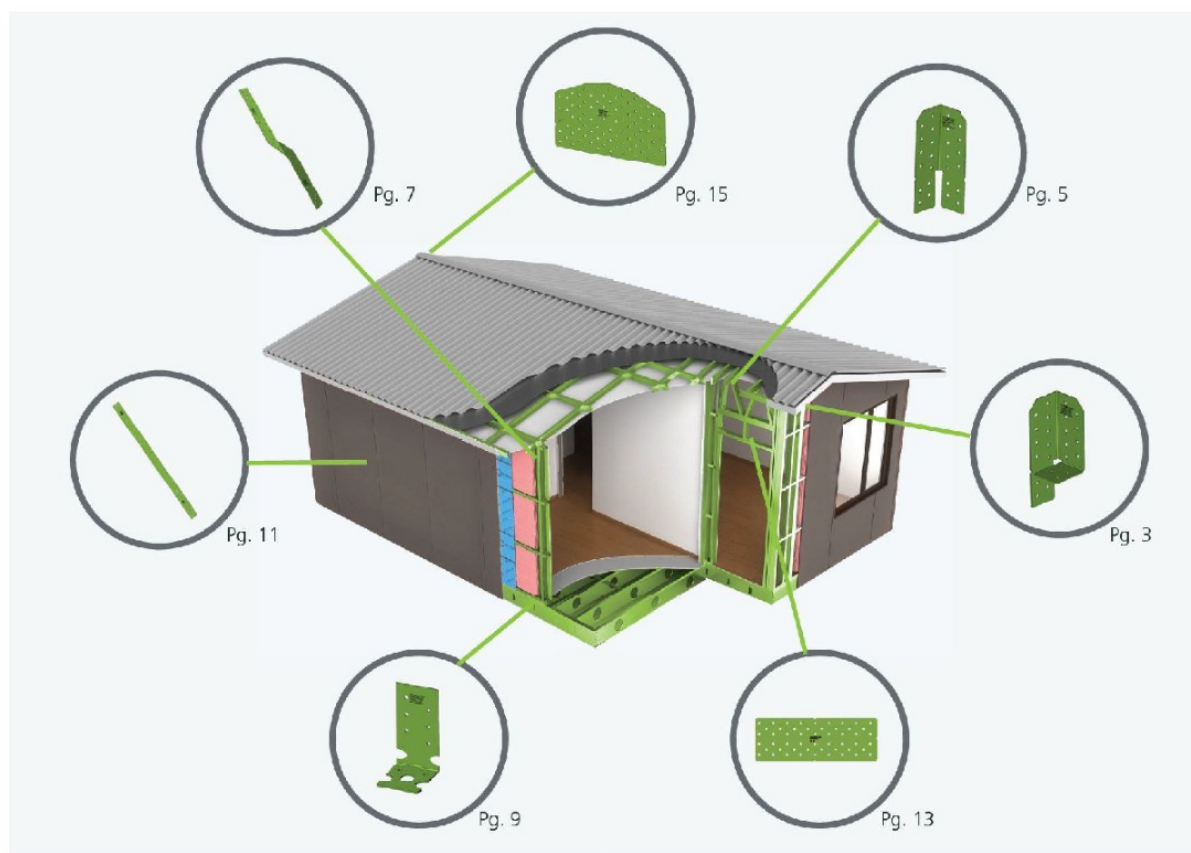
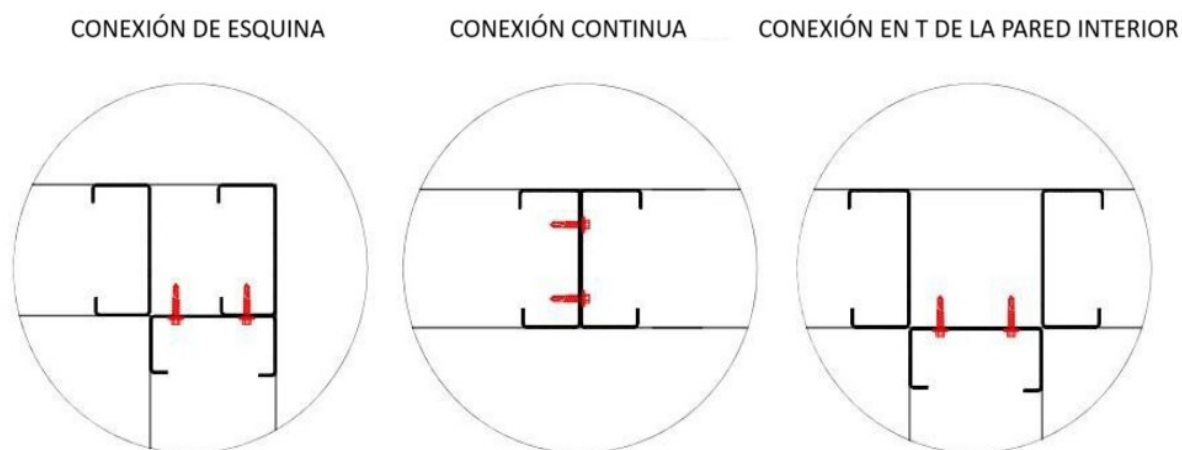


Fig.3 - Gama 2D + 3D de herrajes originales Framecad



- en todas las variantes que se muestran a continuación, los marcos de pared individuales se conectan mediante un mínimo de 6 tornillos cada vez

Fig.4 - vista detallada de una unión atornillada típica de marcos de pared individuales

La solución anterior permite la construcción de pilares, paredes, techos, tejados y armazones (edificios de naves) a partir de este sistema de cerchas.

Anclaje de las paredes al sustrato:

Los marcos de los muros siempre se anclan a un sustrato portante (hormigón u hormigón armado) utilizando ángulos de anclaje con una arandela y el anclaje de hormigón adecuado (véase la figura 5). Al mismo tiempo, deben anclarse siempre los extremos de los marcos de los muros y ambos lados de los huecos de las puertas. La distancia máxima del anclaje al montante (columna) es de 90 mm.

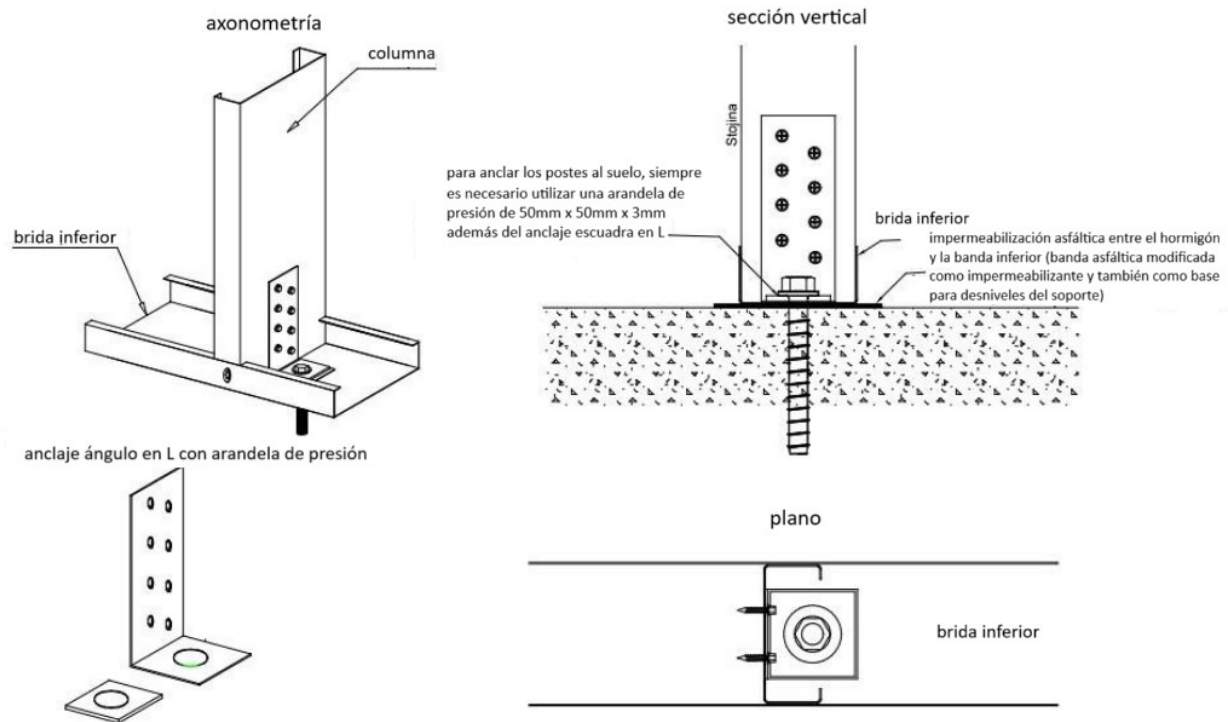


Fig.5 - axonometría, sección vertical y vista en planta del anclaje de los soportes de la estructura de armazón de muro

Marcos de pared:

Los marcos de pared cierran el perímetro del edificio y dividen el espacio interior en diferentes secciones. Las dimensiones de los marcos de pared se determinan siempre individualmente para cada proyecto, con sujeción a lo siguiente:

-dimensiones máximas del armazón del muro de carga: longitud: 6,0 m * altura: 3,0 m

Las dimensiones máximas de los marcos de los muros mencionadas anteriormente están limitadas por el factor de transporte, la manipulación limitada en el taller/en la obra y, especialmente, por las dimensiones de los paneles de la directiva (altura límite) al realizar una prueba de incendio en una instalación de pruebas acreditada.

Tanto el marco perimetral de la pared como los montantes verticales interiores están formados por secciones «C» espaciadas axialmente a un máximo de 625 mm (o menos). Esta separación viene determinada por las dimensiones de fabricación de los materiales de revestimiento de los paneles utilizados para revestir las paredes, techos y tejados de las estructuras de acero.

Cerchas de suelo, techo y tejado:

Las cerchas de suelo, techo y tejado son estructuras esencialmente idénticas a las cerchas de pared, pero tienen una altura significativamente reducida, que oscila entre unos 300 mm hacia arriba.

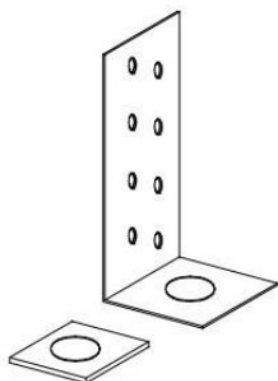
La estructura de cercha perimetral de estos elementos, así como los puntales diagonales internos, se fabrican de nuevo con secciones en «C». La inclinación y el número de puntales se determinan siempre mediante un cálculo estático. La distancia entre las cerchas individuales colocadas en los marcos de las paredes es también de 625 mm o mejor el doble (es decir, 1250 mm). En este caso, estos paneles se complementan con un «smartpanel» (panel de bastidor horizontal conectado al bastidor de la cercha - la forma de la estructura en «T»), que, con la separación de estos bastidores duplicada, consigue una rigidez óptima del techo o tejado.

Al diseñar la estructura de cerchas de suelo, techo y tejado, se recomienda que los ejes de estos miembros se coloquen en los ejes de los soportes de los marcos de las paredes para una transferencia óptima de las fuerzas internas.

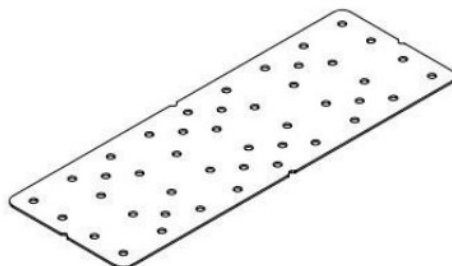
Pórticos de conexión (cerchas):

Como se mencionó en el capítulo anterior, la garantía de una alta rigidez de la estructura de acero en sí está asegurada por los accesorios de brida para la conexión de los miembros individuales del marco y los elementos de conexión reales - la lista total, incluyendo la conexión de los miembros individuales del marco, se muestra claramente en las Figuras 6, 7 y 8.

anclaje escuadra en L con almohadilla de presión



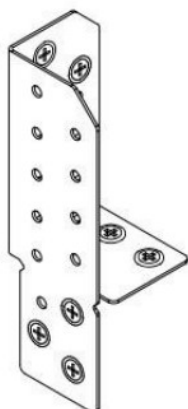
placa perforada de contacto plana



placa plana de contacto



placa perforada de contacto 3D



placa perforada de contacto en L

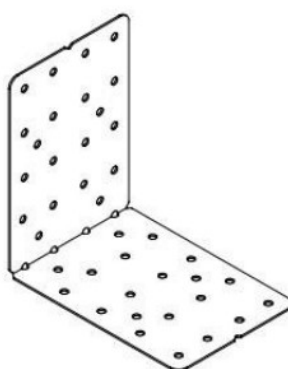


Fig.6 - Detalle de la gama de herrajes de brida de Framecad

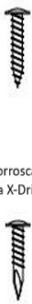
Anclaje de tornillo de cabeza hexagonal para hormigón con arco (diámetro/longitud en mm) 10/120 12/120  Aplicación - Para anclar marcos de pared a la estructura subyacente de hormigón/ferrocemento	Tornillos de unión (diámetro/longitud en mm) 4.8/19  tornillo autorroscante con cabeza semiesférica X-Drive 4.8/19 Aplicación - tornillos diseñados para agujeros avellanados en la brida del perfil para unir perfiles individuales	Tornillos de unión (diámetro/longitud en mm) 4.8/19 tornillo autorroscante hexagonal  Aplicación - tornillos destinados a la unión de perfiles individuales (principalmente fuera de la brida) o para la unión de placas de contacto y, en general, allí donde la cabeza hexagonal saliente del tornillo no interfiera con la estructura o el revestimiento adyacentes tornillo autorroscante hexagonal (alargado) p. ej. 4.8/30  Aplicación - las longitudes de tornillo prolongadas se utilizan para uniones «sandwich» (perfil de pared delgada/placa de revestimiento/perfil de pared delgada)	Tornillos de unión (diámetro/longitud en mm) 4.8/16 tornillo autorroscante de cabeza plana  Aplicación - tornillos destinados en particular al anclaje en bridas de perfiles, o para realizar uniones planas en placas de contacto y, en general, allí donde otra estructura esté directamente conectada a la cabeza plana del tornillo tornillo autorroscante - cabeza avellanada (alargada) p. ej. 4.8/35  Aplicación - tornillos destinados al revestimiento final de la estructura con placas planas
--	---	---	---

Fig.7 - gama de elementos de fijación para piezas de bastidor y herrajes de brida

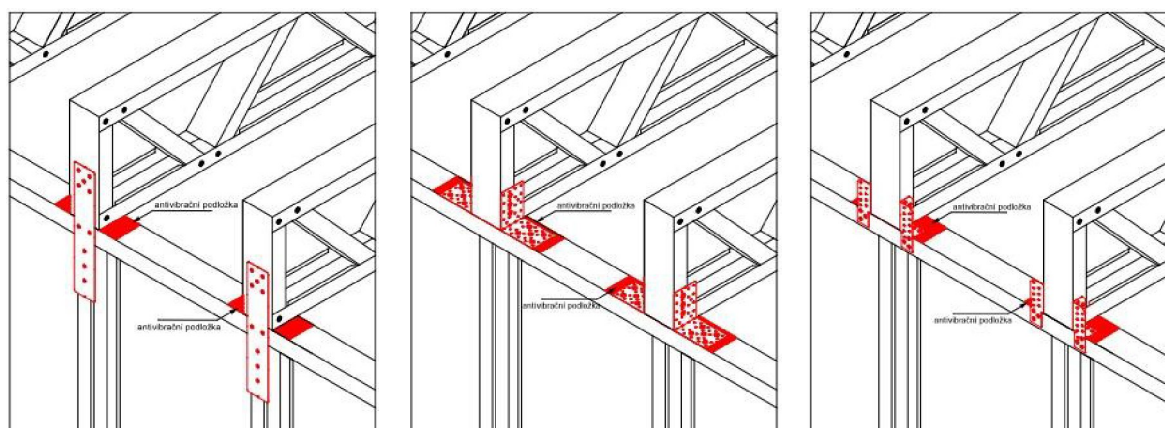


Fig.8 - posibilidades de uso de los herrajes con pestaña para la unión de las cerchas del techo o de la cubierta con el marco de la pared

Dimensionamiento de los bastidores de las cerchas de techo y tejado:

La tabla siguiente da una dimensión indicativa (altura) de las cerchas de techo o tejado para salvar un vano concreto del edificio. La dimensión específica de las cerchas debe evaluarse siempre estáticamente.

La carga en kPa corresponde a la carga lineal por 1bm de longitud del armazón procedente de cargas permanentes y accidentales (nieve).

Carga permanente (kPa)	Carga aleatoria (kPa)	Anchura (profundidad) del sistema (mm)	Grosor/calidad del material	Distancia entre cerchas (mm)	Alcance del objeto (m)	Altura de las cerchas* (mm)
1	2	89	1.15/350	625	6	300
1	2	89	1.15/350	625	7	350
1	2	89	1.15/350	625	8	450
1	2	89	1.15/350	625	9	600
1	2	150	1.15/350	625	8	450
1	2	150	1.15/350	625	9	550
1	2	150	1.15/350	625	10	650
1	2	150	1.15/350	625	11	750
1	2	150	1.15/350	625	12	900

*Las alturas indicadas son con bridas superior e inferior reforzadas