

HILTI

**Manual Técnico
de Conectores**

Edición 2006



Conectores Hilti X-HVB

Hilti. Superando expectativas.

Seguridad total en sus Proyectos



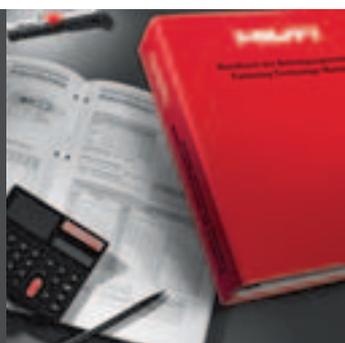
El equipo Hilti de especialistas técnicos formado por ingenieros y arquitectos altamente cualificados, cumple esta importante tarea con competencia y fiabilidad, asesorándole con la solución más adecuada para cada situación. Hilti considera que ofrecer asesoramiento y ayuda técnica es tan importante como producir las herramientas ideales para los profesionales de la construcción.

La Oficina Técnica de Hilti colabora con los departamentos técnicos en la definición de sus proyectos.

- Proporcionando **soporte técnico, asesoramiento y ayuda profesional** a los estudios de ingeniería y arquitectura.
- Ayudando eficazmente en la **obtención de soluciones** a problemas técnicos.
- **Facilitando software** y programas de diseño accesibles en la red en **www.hilti.es**
- Dando **formación técnica** en el uso correcto de programas y software Hilti.
- Cálculo y aplicación de anclajes y corrugados a posteriori, cálculo de conectores para vigas mixtas, **cálculo y diseño integral** de soportaciones de instalaciones.
- Prestando su apoyo en la ejecución de **grandes proyectos**, realizando ensayos de nuestros sistemas en aquellas situaciones de obra que lo hagan necesario.



Material Técnico Hilti



Programa de Cálculo de Anclajes Hilti PROFIS Anchor

- Fácil manejo
- Rápido y potente
- Para diseños seguros



PROFIS Anchor está disponible gratuitamente. Descárguelo en **www.hilti.es** o solicite el programa en CD-ROM

1. Objeto	4
2. Generalidades	4
3. Campo de aplicación	4
4. Descripción del sistema	4
4.1. Introducción	4
4.2. Elementos principales	4
4.3. Conectores Hilti X-HVB	5
4.4. Clavos Hilti X-ENP- 21 HVB	5
4.5. Pistola DX-76 + Equipo de Conversión HVB	5
4.6. Cartuchos de Pólvora.	6
5. Materiales de obra	6
5.1. Vigas metálicas	6
5.2. Chapa perfilada	6
5.3. Hormigón armado	6
6. Elección de los elementos del sistema	6
6.1. Elección del conector	6
6.1.1. Viga Mixta con losa maciza	6
6.1.2. Viga mixta con chapa perfilada	6
6.2. Elección del clavo y del cartucho	6
7. Cálculo de la resistencia	7
7.1. Resistencia de los conectores en losa maciza	7
7.2. Resistencia de los conectores con chapa perfilada	7
7.2.1. Nervios de la chapa perfilada perpendiculares a la viga	7
7.2.2. Nervios de la chapa perfilada paralelos a la viga	7
8. Disposición de los conectores	8
8.1. Clasificación de las chapas	8
8.2. Reglas generales	8
8.3. Viga mixta con losa maciza	8
8.4. Chapa perfilada perpendicular a la viga	8
8.4.1. Chapa perfilada sin resaltos en el valle	8
8.4.2. Chapa perfilada con resaltos en el valle	9
8.4.3. Casos particulares	10
8.5. Chapa perfilada paralela a la viga	10
9. Ejemplos de disposición	11
10. Montaje de chapas perfiladas	11
11. Control de ejecución	12
12. Lista de Informes y Homologaciones	13
ANEXO 1. GEOMETRÍA DE CHAPAS PERFILADAS	14
ANEXO 2. EJEMPLOS DE DISPOSICIÓN DE X-HVB	17
ANEXO 3. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	27
Ficha de toma de datos	32
Asesoramiento Técnico	35

1. Objeto

El presente documento tiene el objeto de servir de guía para el cálculo y la adecuada puesta en obra de los **Conectores de Disparo Hilti X-HVB para estructuras mixtas**, que se han demostrado como una alternativa perfectamente válida a los pernos soldados.

2. Generalidades

Denominamos conectores a los elementos que aseguran la unión mecánica entre una viga metálica y un bloque de hormigón, con el objeto de realizar una estructura mixta. El dimensionamiento de estructuras mixtas utilizando los conectores Hilti X-HVB se puede efectuar utilizando las reglas y normativas existentes a tal efecto, en particular, el **Eurocódigo 4. Parte 1-1: Diseño de Estructuras Mixtas de Acero y Hormigón. Reglas Generales y Reglas para Edificación**. Por su parte, la estabilidad al fuego de las estructuras mixtas acero-hormigón está cubierta por el **Eurocódigo 4. Parte 1-2: Diseño de Estructuras Mixtas de Acero y Hormigón. Reglas Generales. Cálculo del comportamiento al fuego**.

El presente documento contiene los datos necesarios esenciales para permitir el dimensionamiento de los conectores Hilti X-HVB en estructuras mixtas de edificación. Se incluyen los valores de resistencia de los conectores a adoptar en el cálculo dentro del marco del Eurocódigo 4, así como de las reglas de construcción relativas a la colocación y control de los mismos.

3. Campo de aplicación

Los conectores Hilti X-HVB se utilizan para transmitir los esfuerzos rasantes existentes en la conexión de estructuras mixtas hormigón-acero. Están indicados para las aplicaciones principales siguientes:

• Vigas y Forjados Mixtos:

- Viga metálica + losa maciza de hormigón,
- Viga metálica + losa mixta de hormigón con chapa perfilada colaborante,
- Viga metálica + losa de hormigón sobre chapa perfilada (encofrado perdido)
- Viga metálica + losa de hormigón sobre placas prefabricadas de hormigón.

• Pilares Mixtos (perfiles metálicos recubiertos de hormigón):

- Los conectores Hilti X-HVB pueden ser utilizados para asegurar la conexión entre el núcleo metálico y la cobertura de hormigón en pilares mixtos.

• Protección contra incendios:

- Tanto para pilares como para vigas, los conectores Hilti X-HVB pueden ser utilizados para asegurar la conexión entre el alma de un perfil metálico y la cobertura de hormigón de protección contra el fuego.

• Resistencia frente a acciones horizontales:

- Los conectores Hilti X-HVB pueden servir para transmitir los esfuerzos de viento entre vigas metálicas y una losa de hormigón, así como entre la losa y los sistemas de arriostramiento.

4. Descripción del sistema

4.1. Introducción

Los conectores Hilti X-HVB se instalan clavándose con el sistema de disparo Hilti DX, que goza de décadas de exitosa experiencia a sus espaldas. Se trata de un sistema rápido y económico por ser independiente del suministro eléctrico, que destaca por su facilidad de puesta en obra, lo que permite que cualquier trabajador con un rapidísimo entrenamiento, sea capaz de instalar los conectores con total seguridad y fiabilidad.

Asimismo, los conectores Hilti X-HVB pueden ser empleados en prácticamente cualquier condición climática, por adversa que sea: lluvia, niebla, polvo, condensación, frío... ninguna circunstancia perjudica la calidad de la fijación. La inspección de la fijación se comprueba en obra de forma visual e inmediatamente después de realizada, lo que representa otra ventaja importante del sistema.

4.2. Elementos principales

Se distingue entre aquellos elementos que proporcionan resistencia al conjunto, y los que son necesarios sólo para la colocación. El sistema consta de los siguientes elementos:

a) Resistentes

- **Conector X-HVB** en sus diferentes versiones.
- **Clavo X-ENP-21 HVB** (idéntico al antiguo clavo ENPH2-21L15 pero con otra nomenclatura; el clavo ENP2-21L15 ya no se vende)

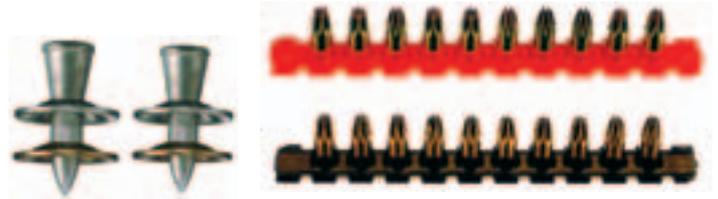
b) De colocación

- **Cartuchos de pólvora calibre 6.8/18 M para Pistola DX76**
- **Pistola DX 76 + Base X-76-F HVB + Pistón X-76-P HVB**

Los conectores Hilti X-HVB son unas piezas de acero conformado en frío con geometría general en "L". Se dispone de una gama con seis tipos de conectores, que se diferencian fundamentalmente por su altura:

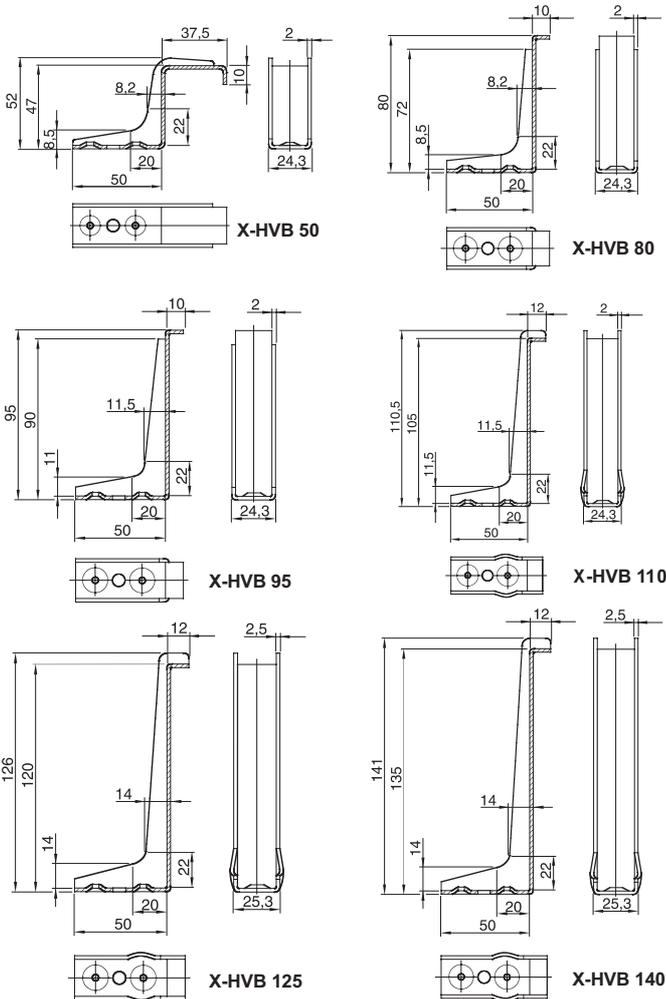
- X-HVB 50
- X-HVB 80
- X-HVB 95
- X-HVB 110
- X-HVB 125
- X-HVB 140

Cada conector se fija con dos clavos X-ENP-21 HVB, colocados con la ayuda de una pistola de disparo Hilti DX-76 equipada con el equipo de conversión HVB (base X-76-F HVB y pistón X-76-P HVB). La energía para el disparo de los clavos se obtiene mediante cartuchos de seguridad Hilti de calibre 6.8/18M.



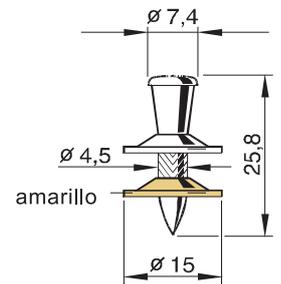
4.3. Conectores Hilti X-HVB

Acero cincado 3µm. Resistencia a tracción mín. = 295 N/mm²



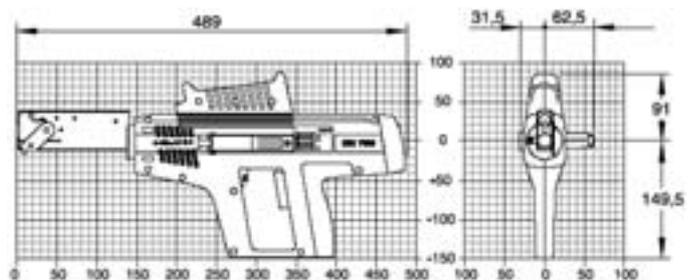
4.4. Clavos Hilti X-ENP- 21 HVB

Acero cincado 8-16µm; Resistencia a tracción mín. = 2.200 N/mm²



4.5. Pistola DX-76 + Equipo de Conversión HVB

La pistola DX-76 es una herramienta de 4,35 Kg. de peso y gran potencia para todo tipo de fijaciones de chapa perfilada sobre estructura metálica. Es una herramienta robusta y fiable, de fácil manejo y mantenimiento; provista de silenciador y regulador de potencia, para optimizar la colocación del clavo según los diferentes espesores y dureza del acero.



4.6. Cartuchos de Pólvora.

Los cartuchos de seguridad son del calibre 6,8/18 M, y se presentan montados en tiras de 10 unidades. Los cartuchos más adecuados para la fijación de los conectores Hilti X-HVB son los de **color rojo** (muy fuerte) o **color negro** (ultra fuerte).



5. Materiales de obra

5.1. Vigas metálicas

Los conectores Hilti X-HVB se utilizan habitualmente sobre perfiles metálicos laminados en caliente, siendo los más típicos los tipos IPE o HEB. Los tipos de acero previstos son normalmente S235, S275 o en algún caso S355.

Es importante destacar que los valores de resistencia de los conectores indicados en este manual se aseguran a partir de un **espesor de acero** del ala del perfil al que se fijan los clavos de **al menos 8 mm** (lo que se cumple p.ej. en IPE 180 - HEA 100 - HEB 100).

5.2. Chapa perfilada

La chapa perfilada además de actuar como encofrado del hormigón, puede colaborar con la resistencia de la losa, sustituyendo total o parcialmente a las armaduras de tracción del forjado. El acero utilizado tiene normalmente un límite elástico comprendido entre 235 y 355 N/mm² y un espesor nominal entre 0,70 y 1,30 mm. La chapa cuenta con una capa protectora contra corrosión de galvanizado en caliente por ambas caras.

Con el objeto de aumentar el esfuerzo rasante que las chapas son capaces de transmitir, los fabricantes suelen disponer numerosas indentaciones y resaltos.

5.3. Hormigón armado

El hormigón utilizado debe cumplir con las especificaciones indicadas en las normas de hormigón armado. La resistencia característica en probeta cilíndrica debe estar comprendida normalmente entre 25 y 50 MPa.

Con el objeto de reducir el peso propio, suele emplearse a menudo hormigón ligero, con una densidad del orden de 1.800 kg/m³; aunque un hormigón normal, de 2.400 kg/m³ es igualmente válido.

6. Elección de los elementos del sistema

6.1. Elección del conector

6.1.1. Viga Mixta con losa maciza

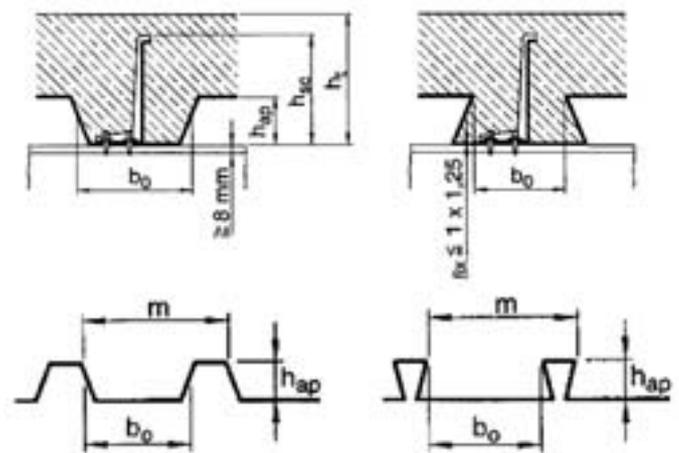
La elección del tipo de conector viene determinada por el espesor de la losa y las condiciones del medio ambiente. Para la construcción de terrazas y balcones a la intemperie es conveniente no obstante que exista protección de

estanqueidad en la cara superior. La siguiente tabla recoge estos aspectos:

Conector	Espesor mínimo de losa h_c (mm)	
	Sin riesgo de corrosión	Con riesgo de corrosión
X-HVB 50	60	70
X-HVB 80	90	100
X-HVB 95	95	115
X-HVB 110	110	130
X-HVB 125	125	145
X-HVB 140	140	160

6.1.2. Viga mixta con chapa perfilada

En el caso de que exista chapa perfilada la altura necesaria del conector no sólo es función del canto o del medio ambiente, como en losa maciza, sino también de las condiciones geométricas de la chapa. La siguiente tabla recogida a continuación indica las condiciones mínimas exigibles:



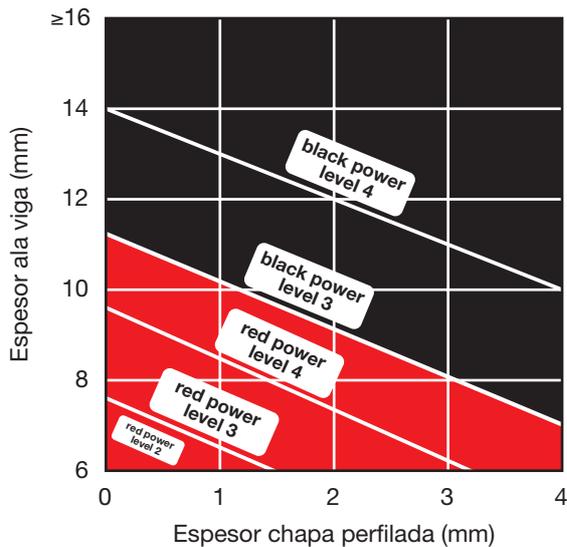
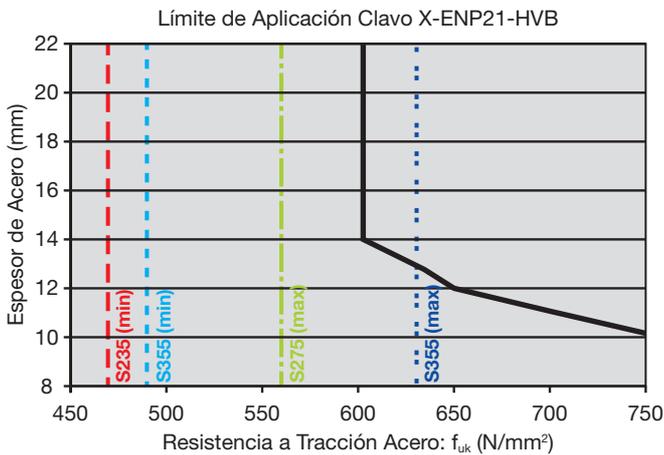
Relación	Altura del conector sobre nervio
b_0 / h_{ap}	$h_{sc} - h_{ap}$
$b_0 / h_{ap} > 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35$ mm
$1,0 < b_0 / h_{ap} < 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35$ mm y $h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$
$b_0 / h_{ap} < 1,0$	$h_{sc} - h_{ap} > 50$ mm y $h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$

6.2. Elección del clavo y del cartucho

La **elección del tipo de clavo** es en función del espesor del ala y de la calidad del acero de la viga metálica sobre la que se fijan los conectores. Los clavos X-ENP-21 HVB son los antiguos ENPH2-21 L15 (son idénticos, únicamente tienen un nuevo nombre). Anteriormente se utilizaban también los ENP2-21 L15; siendo éstos de acero algo menos resistente. Para aceros S235 y S275 grandes espesores de ala no constituyen en general un problema para una correcta fijación del clavo. No obstante, para aceros S355 conviene evitar fijar los clavos en la zona central de la viga (bajo el alma), y por tanto, se aconseja disponerlos a un lado u otro del alma. Para

aceros S355 en espesores de ala mayores de 14 mm consulte con la Oficina Técnica de Hilti.

La **elección del tipo de cartucho**, al igual que el tipo de clavo, depende del espesor del ala y de la calidad del acero de la viga metálica sobre la que se fijan los conectores, según gráfica adjunta. No obstante, no se trata de límites precisos, y conviene hacer pruebas directamente en obra. Una vez disparado, se ha de comprobar que el clavo sobresalga entre 8,5 y 11 mm sobre el conector.



7. Cálculo de la resistencia

Las resistencias proporcionadas en este manual se refieren a valores de cálculo en el sentido de las indicaciones del EUROCÓDIGO 4 (ENV 1994-1-1:1992). Incluyen un coeficiente de seguridad $g_v=1,25$ y son utilizados para verificar las resistencias en Estado Límite Último.

7.1. Resistencia de los conectores en losa maciza

A continuación se recogen en forma de tabla las resistencias de cálculo de los conectores para losa maciza aprobados por SOCOTEC, lo que permite el cálculo según EC-4 (ENV 1994-1-1. Francia). Estos valores han de multiplicarse a su vez

por un coeficiente reductor en función de sus condiciones específicas de colocación, ver epígrafe 7.2.

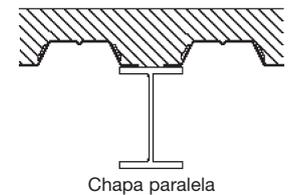
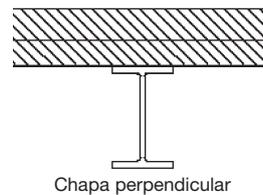
Modelo X-HVB	Resistencia de Cálculo $P_{rd,el}$ (kN) Cálculos en régimen elástico		Resistencia de Cálculo $P_{rd,pl}$ (kN) Cálculos en régimen plástico	
	Hormigón Normal	Hormigón Ligero	Hormigón Normal	Hormigón Ligero
X-HVB 50	14	12	18	16
X-HVB 80	14	12	18	16
X-HVB 95	22	20	28	25
X-HVB 110	22	20	28	25
X-HVB 125	24	20	30	25
X-HVB 140	24	20	30	25

NOTA:

Para un hormigón de resistencia característica a compresión $25 < f_{ck} < 50$ N/mm²

7.2. Resistencia de los conectores con chapa perfilada

En el caso de forjados mixtos con chapa perfilada es preciso multiplicar los valores de la tabla anterior por un coeficiente de reducción: K_i si la chapa perfilada se dispone perpendicularmente a la viga; o bien, K_p si la chapa perfilada se dispone paralelamente a la viga.



7.2.1. Nervios de la chapa perfilada perpendiculares a la viga

Relación b_o / h_{ap}	Altura del conector sobre nervio $h_{sc} - h_{ap}$	Factor reductor K_i
$b_o/h_{ap} > 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35$ mm	$K_i = \frac{0,7}{\sqrt{N_r}} \cdot \frac{b_o}{h_{ap}} \cdot \frac{h_{sc} - h_{ap}}{h_{ap}}$
$1,0 < b_o/h_{ap} < 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35$ mm	
		$h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$
$b_o/h_{ap} < 1,0$	$h_{sc} - h_{ap} > 50$ mm	$K_i = 0,6 \cdot \frac{b_o}{h_{ap}}$
	$h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$	

NOTA: N_r es el número de conectores por onda. $N_r < 3$ en la fórmula aunque las fórmulas son válidas hasta 3 conectores por onda. Comprobar la limitación $K_i < 1,0$.

7.2.2. Nervios de la chapa perfilada paralelos a la viga

Relación b_o / h_{ap}	Altura del conector sobre nervio $h_{sc} - h_{ap}$	Factor reductor K_p
$b_o/h_{ap} > 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35$ mm	$k_p = 0,6 \times \frac{b_o}{h_{ap}} \times \frac{h_{sc} - h_{ap}}{h_{ap}}$
$1,0 < b_o/h_{ap} < 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35$ mm	
		$h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$
$b_o/h_{ap} < 1,0$	$h_{sc} - h_{ap} > 50$ mm	$k_p = 0,6 \times \frac{b_o}{h_{ap}}$
	$h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$	

NOTA: Fórmulas válidas hasta 3 conectores por onda. Comprobar la limitación $K_p < 1,0$.

8. Disposición de los conectores

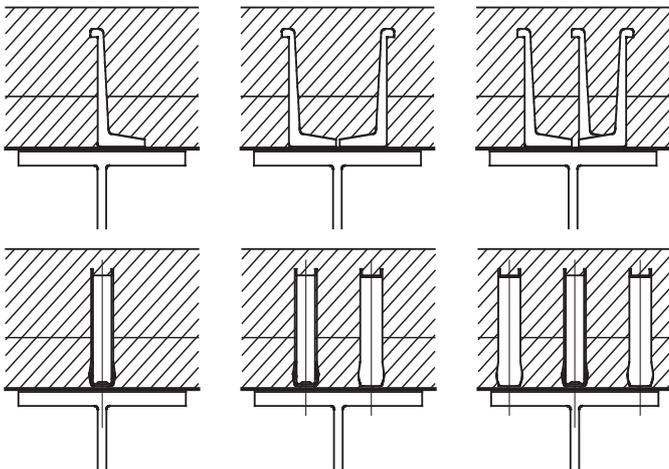
8.1. Clasificación de las chapas

Las chapas perfiladas a efectos de colocación de los conectores se clasifican en tres tipos: compacto, semicompacto y esbelto. Según la nomenclatura indicada anteriormente:

Tipo de Chapa Perfilada	Características geométricas		Ejemplos
	Relación b_o/m	Relación b_o/h_{ap}	
Compacta	$0,7 < b_o/m < 0,8$	$b_o/h_{ap} > 1,8$	Cofrasta 40
Semicompacta	$0,5 < b_o/m < 0,6$	$1,3 < b_o/h_{ap} > 1,8$	Cofrasta 70
Esbelta	$b_o/m < 0,4$	$0,8 < b_o/h_{ap} < 1,3$	Haircol 59

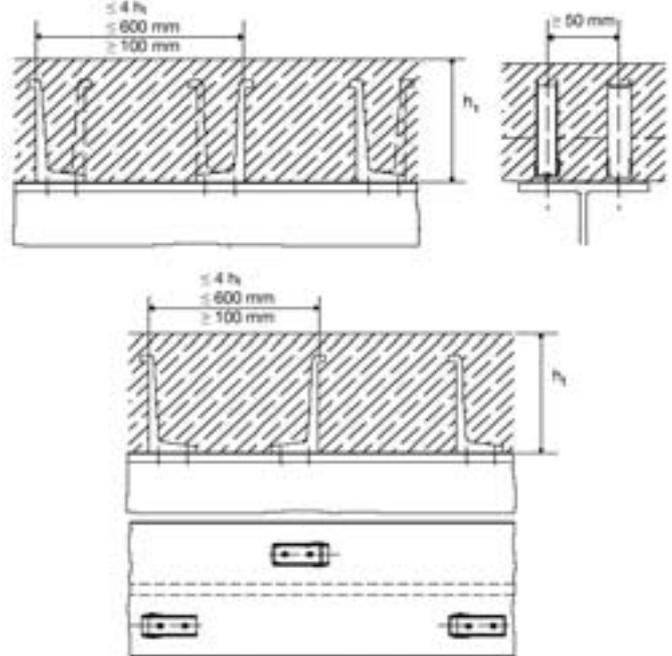
8.2. Reglas generales

- Posición del conector con relación a la viga: los conectores se pueden colocar con su plano medio paralelo al alma de la viga o perpendicularmente a la misma.
- Posición del conector con relación a la chapa perfilada: los conectores se pueden colocar, salvo condicionante particular, de forma paralela o perpendicular a la chapa perfilada. Se contempla la posibilidad de colocar hasta tres conectores por onda.



- Separación entre conectores perpendicular a la viga: Perpendicularmente a la viga, los conectores deben distar entre sí al menos 50 mm (con o sin chapa perfilada). En el caso de chapa perfilada semicompacta o esbelta perpendicular a la viga (o en el caso en el que $h_{ap} > 51$ mm) dicha separación mínima será 100 mm.
- Separación entre conectores longitudinal a la viga: Longitudinalmente a la viga, los conectores deben distar entre sí como mínimo 100 mm (con o sin chapa perfilada); y como máximo el menor valor entre $4 \cdot h_c$ o 600 mm, a menos que la rigidez de la cabeza del forjado sea capaz de resistir el pandeo.

- Se recomienda alternar el sentido de los X-HVB, tanto en posición longitudinal como sobre el alma, alternativamente de izquierda a derecha, asegurando así la simetría del conjunto.
- En ningún caso, es recomendable que los clavos disten menos de 15 mm del borde libre del ala de la viga metálica. Esta situación puede darse con frecuencia en obras de rehabilitación, (donde habitualmente se usa losa continua), en el que los anchos de las alas son pequeños. En ese caso, póngase en contacto con la Oficina Técnica de Hilti Española.



8.3. Viga mixta con losa maciza

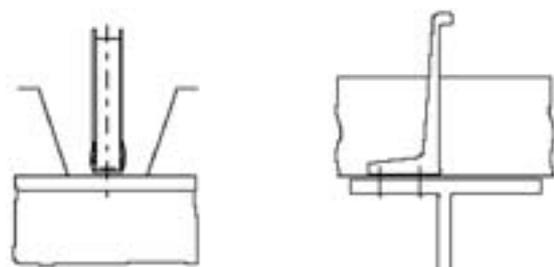
Además de las condiciones generales citadas anteriormente, en ocasiones puede ser recomendable colocar los conectores girados entre 30° y 45° con respecto al eje de la viga de manera alternada (p.ej. uno +30° y el siguiente -30°). De esta manera se asegura una buena simetría de la conexión y de todo el conjunto.

Esto es especialmente interesante en los casos en que la fijación sobre el alma de la viga presenta dificultades, puesto que permite disponer cada clavo a un lado del alma.

8.4. Chapa perfilada perpendicular a la viga

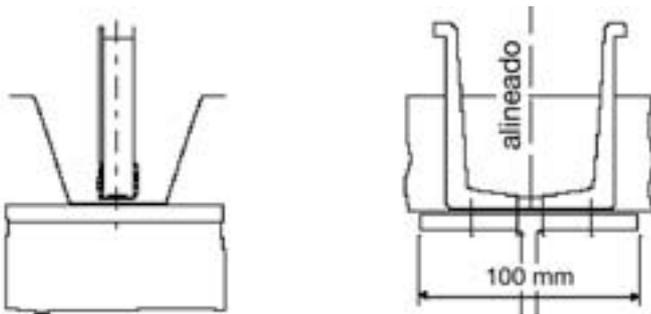
8.4.1. Chapa perfilada sin resaltos en el valle

- Caso de un conector por onda



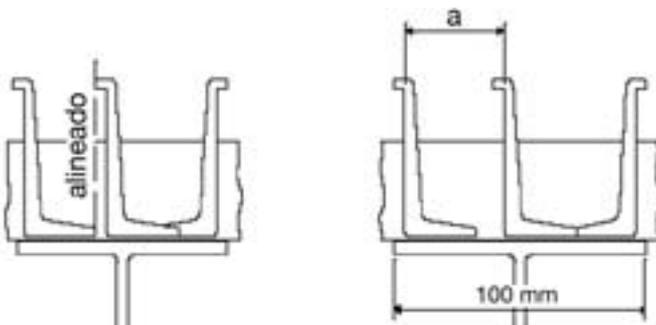
- Los conectadores se han de disponer en la mitad del valle de las ondas de la chapa perfilada, y paralelamente a la dirección de las mismas. El cuerpo del conector debe estar alineado sobre una de las caras del alma.
- Si el plano del conector va paralelo a la viga, éste se debe situar aplomado con respecto al alma de la misma. En caso de que la colocación en esta posición presente dificultades, se aconseja colocar los conectadores alternados y decalados, izquierda-derecha de manera alternativa, de modo que se conserve la simetría general de la conexión.

• Caso de dos conectadores por onda



- Conviene disponer los cuerpos de los conectadores “hacia el exterior” de la viga, y de tal modo que los pies estén en contacto. En tal caso, la anchura mínima del ala del perfil debe ser 100 mm.
- En cualquier caso, la disposición de los conectadores debe ser simétrica con relación al plano medio de la viga.

• Caso de tres conectadores por onda



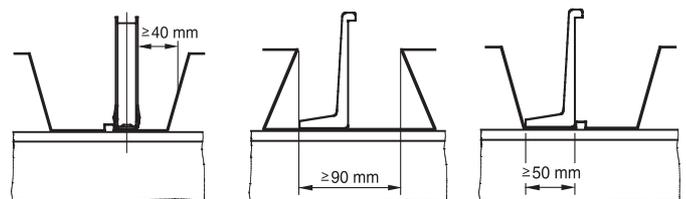
- Conviene disponer el cuerpo de un conector alineado con una de las caras del alma, y los otros dos conectadores, de tal modo que similarmente al caso de dos conectadores por onda, sus cuerpos se disponen hacia el exterior de la viga.
- En chapas perfiladas compactas la separación mínima entre cuerpos debe ser mayor de 50 mm. En chapas perfiladas semicompactas y esbeltas dicha separación será mayor de 100 mm. La anchura mínima del ala de la viga debe ser 100 mm.

8.4.2. Chapa perfilada con resaltos en el valle

En general los conectadores se deben disponer en alternancia a un lado y a otro del resalto en el valle. Normalmente no es posible situar los conectadores perpendicularmente a las ondas salvo en el caso en el que los resaltos del valle sean deformables y/o haya suficiente espacio en los valles para colocar los conectadores.

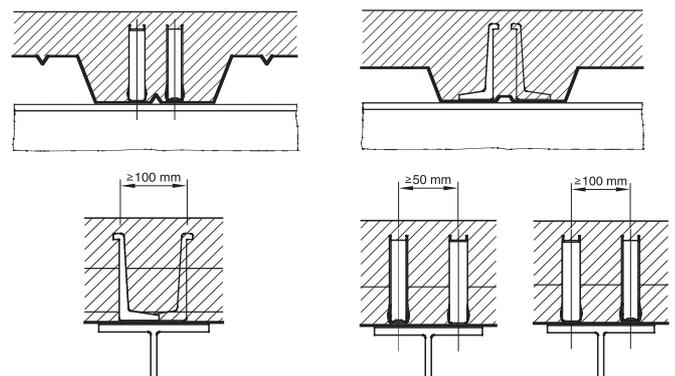
• Caso de un conector por onda

- Con el conector paralelo a la dirección de las ondas, se debe colocar éste enrasado con respecto al resalto, respetando una separación > 40 mm respecto al lado del nervio, y sobre el alma de la viga.
- Si el conector se dispone perpendicular a los nervios, la separación media (perfil abierto) o mínima (perfil cerrado) será $b_0 > 90$ mm. Si existe resalto interior, son necesarios como mínimo 50 mm a cada lado.
- En caso de que no sea posible respetar estos requisitos, se recomienda colocar dos conectadores Hilti X-HVB por onda.



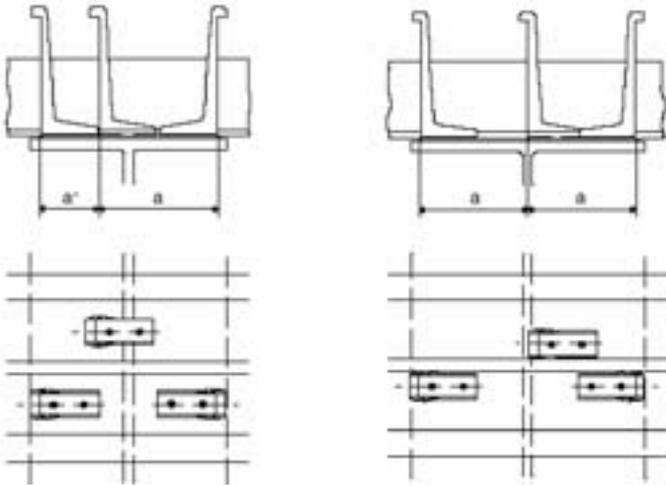
• Caso de dos conectadores por onda

- Se recomienda disponer los conectadores simétricamente a cada lado del resalto del valle de la chapa perfilada, con sus cuerpos situados, a ser posible, perpendicularmente al alma de la viga, y “hacia el exterior” de la misma (orientación transversal).
- Es posible disponer los conectadores con su cuerpo paralelo a la viga (orientación longitudinal), no obstante, si los ondas son demasiado estrechas se recomienda emplear la orientación transversal del conector con respecto a la viga.
- La orientación longitudinal sólo se permite si $b_0 > 60$ mm. En tal caso, debe respetarse una separación transversal de 50 mm (chapas perfiladas compactas) o 100 mm (chapas perfiladas semicompactas o esbeltas).



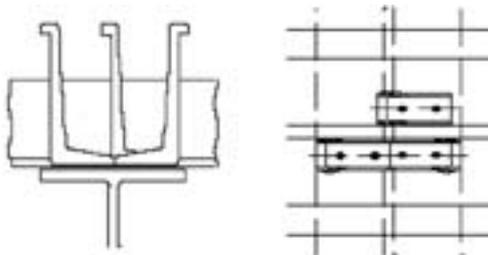
• Caso de tres conectadores por onda

- Se han de respetar las condiciones anteriormente comentadas para el caso de 2 conectadores por onda en el caso de chapa perfilada sin resaltos y además:
- En chapas perfiladas compactas la separación mínima entre cuerpos debe ser mayor de 50 mm. En chapas perfiladas semicompactas y esbeltas $a > 100$ mm.

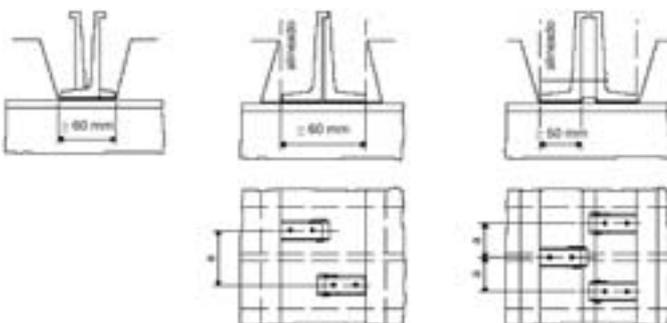


8.4.3. Casos particulares

- Un caso particular consiste en colocar dos o tres conectadores por onda en un ancho de ala reducido, (inferior a 100 mm). Se admite en chapas perfiladas compactas, para todas las alturas de onda; y en chapas semicompactas y esbeltas si $h_{ap} < 51$ mm.
- Los cuerpos de los conectadores se han de colocar simétricamente con respecto al eje medio de la viga.

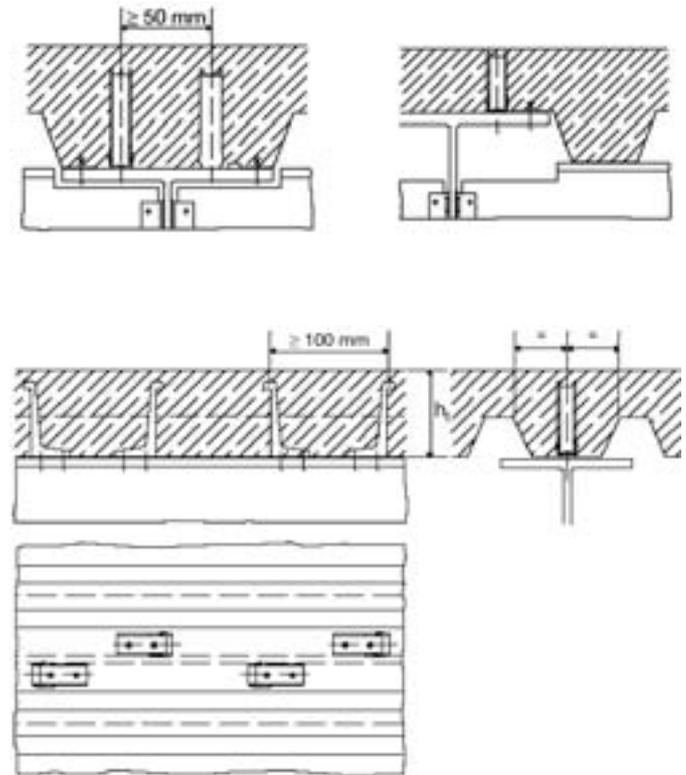


- La disposición de conectadores perpendicular a la dirección de las ondas sólo es posible en algunas ocasiones. Es preciso que el valle de la onda sea suficientemente amplio o que los resaltos de la chapa sean suficientemente deformables. Para casos de dos o tres conectadores por onda, se debe respetar lo indicado en la figura siguiente:

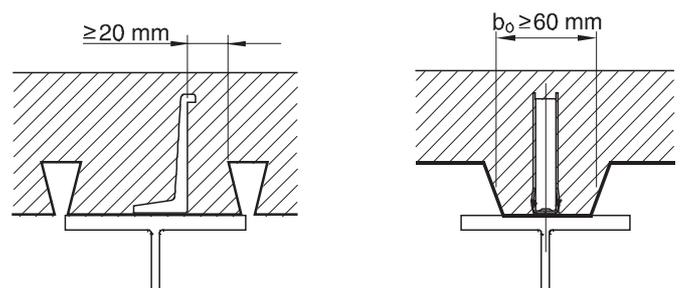


8.5. Chapa perfilada paralela a la viga

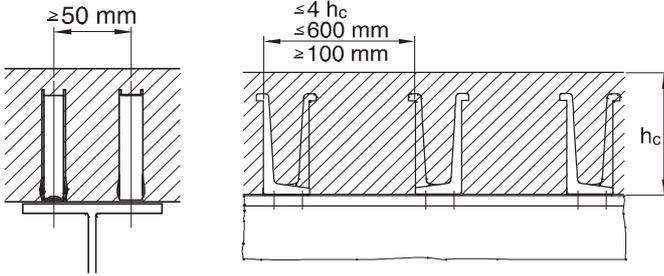
En las vigas principales las chapas perfiladas son en general paralelas a las mismas. Los conectadores se deben colocar preferentemente de forma paralela a la viga. Alternando el sentido de los mismos de fila a fila.



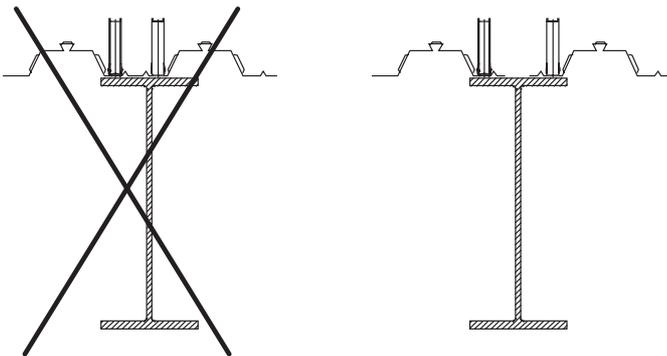
- La separación mínima entre conectadores, medida transversalmente a la viga es de 50 mm; y medida paralelamente a la viga de 100 mm.
- Por su parte, la separación máxima entre conectadores, paralelamente a viga, será el menor de los siguientes valores: 4 veces el espesor de la losa; 600 mm.
- Se recomienda disponer los conectadores en oposición; es decir, uno mirando hacia un apoyo y el siguiente hacia el apoyo opuesto.
- Si se encuentran problemas de colocación en la zona del alma de la viga, se aconseja decalar los conectadores alternativamente con respecto al alma de la viga, conservando siempre la simetría.



- Ha de respetarse una mínima distancia entre el conector y el extremo de la onda de 20 mm, y respecto a la chapa se ha de verificar en general $bo > 60$ mm.



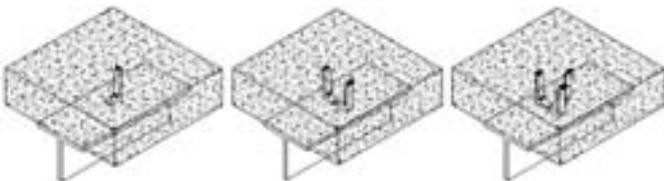
- Si las separaciones/distancias indicadas anteriormente no son posibles, se recomienda cortar la chapa en las vigas. Si las vigas principales no están a la misma cota que las vigas secundarias, dicha división es siempre necesaria. La chapa así cortada se debería siempre clavar inmediatamente después de su colocación con los propios clavos utilizados para clavar los conectores. Los conectores X-HVB se pueden colocar entre los clavos o directamente en la viga si hay espacio suficiente.



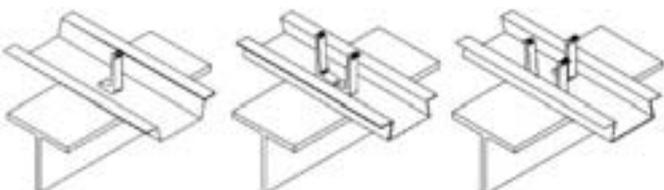
9. Ejemplos de disposición

A continuación se presentan algunas figuras que ilustran el proceso de instalación en los casos antes desarrollados:

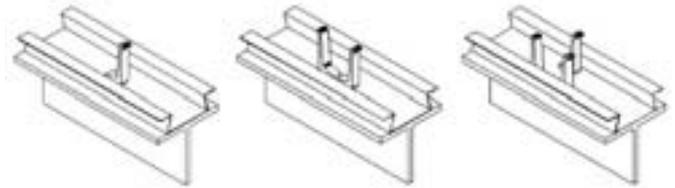
Losa maciza:



Chapa perpendicular a la viga:



Chapa paralela a la viga:



10. Montaje de chapas perfiladas

A continuación se dan una serie de recomendaciones sobre el montaje de chapas perfiladas, así como los espesores máximos de chapa que pueden ser colocados con este sistema y las condiciones de solape de las chapas perfiladas sobre las vigas metálicas:

- Máximo espesor de chapa perfilada:
 - El espesor máximo de chapa para los que se garantizan cargas es: $< 2,0$ mm para X-HVB 50-110; $< 1,5$ mm para X-HVB 125-140.
- Solape de chapas:
 - No es recomendable que los conectores atraviesen más de una chapa. Dicho de otro modo, no se han de disponer conectores en zonas de solape de chapa. Para evitar el solape se debe replantear correctamente la longitud de cada chapa, de cara a cumplir las condiciones antes señaladas. Si fuera imprescindible disponer conectores en una zona de posible solape, se deberán cortar las chapas de modo que en la junta éstas queden enfrentadas y no solapadas.
 - En caso de que se realice solape en la zona de colocación de los conectores (algo que, como se dijo, no se recomienda) es estrictamente necesario asegurar la perfecta compresión de las chapas entre ellas con la condición de que el máximo espesor no sobrepase los valores antes comentados.
 - La siguiente foto muestra la forma adecuada en la que se debe realizar la junta en la zona de solape, y como no debe realizarse. En la segunda foto la falta de planeidad de las chapas en su contacto impide la correcta colocación, por exceso de espesor.



CORRECTO

INCORRECTO

• **Fijación de chapas:**

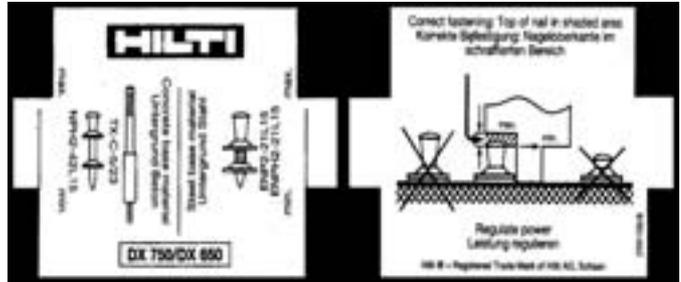
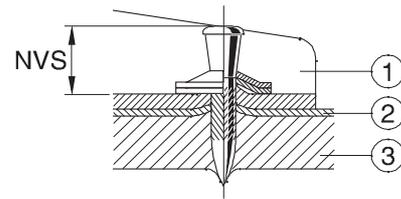
- Previamente a la colocación de los conectores Hilti X-HVB, es aconsejable a nivel de montaje, inmovilizar las chapas en su posición definitiva. Se trata de evitar un levantamiento accidental por acción del viento, un desplazamiento lateral, o una posible caída de los operarios.
- En su apoyo sobre las vigas metálicas de la estructura, las chapas deben quedar aseguradas con clavos o tornillos. Los mismos clavos utilizados para instalar los conectores son perfectamente válidos. Se aconseja disponer como mínimo dos puntos de fijación por cada extremo del perfil, siendo recomendable no obstante fijar de igual modo todos los apoyos intermedios.
- Las propias chapas perfiladas, en zonas de solape, deben ir cosidas con tornillos autotaladrantes rosca-chapa MD 51 Z 4,8x20 con la atornilladora Hilti ST1800 cada 50 cm en caso de dos apoyos, o cada 100 cm en tramos continuos. Estas fijaciones mantienen la unión de las chapas cuando éstas han de soportar el peso del hormigón fresco.

Tornillo	S-MD 51 Z 4.8 x 20
Punta del tornillo	01 autotaladrante
Diámetro del tornillo	4.8 mm
Composición del material	Carbón, Galvanizado DIN 17210
Ancho de llave SW	8 mm
Configuración de la cabeza	Hexagonal
Tamaño de la arandela	16 mm de diámetro
Recubrimiento	Cincado
Longitud	19 mm
Capacidad de perforación	2.75 mm



En zona de solape no utilizar clavo de disparo sino tornillo

11. Control de ejecución



- La posición de los X-HVB debe estar conforme a los planos de estructura/chapa.
- El control de la altura del clavo sobre la chapa perfilada permite realizar un control sobre la penetración de estos:
 - $NVS = 8,5-11$ mm
 - Se debe usar la plantilla de control de la altura.

NOTA: Para la obtención de las lengüetas de control de altura póngase en contacto con la red comercial.

Apariencia de la fijación	Altura de la cabeza del clavo correspondiente	Medidas a adoptar si NVS es incorrecto
Marca del pistón fuerte Daños en la arandela 	$NVS < 8,5$	Reducir la potencia de la máquina o cambiar a un cartucho más débil
Marca del pistón ligera o sin marca Sin daños en la arandela 	$8,5 < NVS < 11$	Correcto
Las arandelas quedan separadas 	$NVS > 11$	Incrementar la potencia de la máquina o cambiar a un cartucho más potente

NOTA:

En la colocación de los X-HVB una potencia baja es peor que una demasiado alta

Además de este control se pueden realizar otros ensayos en obra que a continuación se desarrollan:

- Control mediante golpeo con martillo, a través del sonido: se produce una variación apreciable cuando la colocación es correcta o incorrecta.
- Ensayos in situ: se procede a la extracción de los clavos X-ENP-21 HVB.

Cuando el valor de extracción supera 10 kN normalmente se puede considerar que la microsoldadura se ha realizado correctamente y por tanto el valor del diseño del conector alcanza su valor máximo, no siendo necesario revisar el diseño de la conexión.

Si este valor es inferior a 10 kN, se ha de aumentar este control para ver si el problema es local. En caso de que se observen problemas generalizados se calculará el valor de extracción y se procederá al rediseño de la conexión. En estos casos también habría que revisar el procedimiento de ejecución por si hubiera errores.



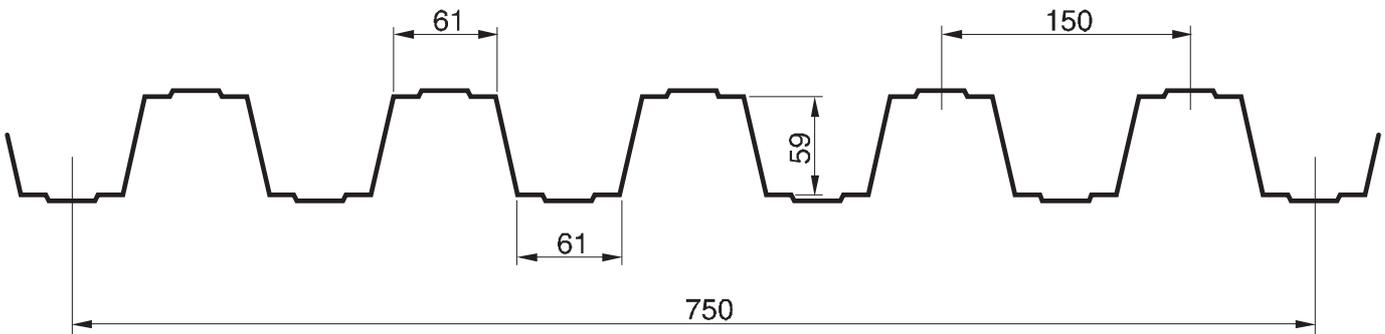
12. Lista de Informes y Homologaciones

"Push-out" Versuche mit X-HVB 110	Ensayos Push-Out del Instituto ICOM de Construcción Metálica, de la EPFL, para determinar la influencia de una modificación de los conectadores X-HVB.
Essais "Push-out" X-HVB 110	
Essais "Push-out" X-HVB et toles profilées	Ensayos Push-Out del Instituto ICOM de Construcción Metálica, de la EPFL, para determinar la influencia de la posición transversal o longitudinal de los X-HVB.
Essais "Push-out" HVB 80 et beton léger	Ensayos Push-Out del Instituto ICOM de Construcción Metálica, de la EPFL, para determinar el comportamiento de los X-HVB 80 en forjados de rehabilitación.
Summary of HVB Push-out Tests	Resumen de los principales ensayos "Push-out" sobre los conectadores X-HVB.
Behaviour&Strength of Steel to Concrete Connection using HILTI X-HVB Shear Connectors (AISC-Design)	Homologación del Instituto ICOM de Construcción Metálica, de la EPFL, para el uso de X-HVB según el AISC American Institut for Steel Construction.
Verhalten und Festigkeit von HVB-Verdübelung für Stahlverbundkonstruktionen	
Behaviour&Strength of Steel to Concrete Connection using HILTI X-HVB Connectors (EC4)	Comportamiento y resistencia de la conexión acero – hormigón de los conectadores X-HVB, según criterios de diseño del Eurocódigo 4 para Estructuras Mixtas
Comportement et résistance de la liason acier béton à l'aide de les connecteurs HVB (EC4)	
Travi composte di acciaio e calcestruzzo Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni (CNR 10016)	Normativa Italiana "Vigas compuestas de acero y hormigón. Instrucción para el empleo en la construcción".
Verordnung der Stadt Wien, Zulassung der HVB (Grunddokument)	
Verordnung der Stadt Wien, Zulassung der HVB (Aenderung/Verlängerung)	Homologación Austriaca para utilización de los conectadores X-HVB.
ÖNORM ENV 1994-1-1	Homologación Austriaca para utilización de los conectadores X-HVB según indicaciones de Eurocódigo 4.
Stahlbautabellen; Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau	Tablas para la Construcción Metálica con valores de carga de conectadores, del Instituto Suizo de Construcción Metálica.
Tables pour la construction métallique	
SOCOTEC Cahier des charges des connecteurs HVB	Homologación Francesa SOCOTEC para el uso de conectadores X-HVB en forjados mixtos de losa maciza y/o de chapa colaborante.
SOCOTEC Cahier des charges d'Utilisation en Rehabilitation des connecteurs X-HVB	Homologación Francesa SOCOTEC para el uso de conectadores X-HVB en forjados mixtos típicos de rehabilitación.
SCI 124, Fire Resistance of Web-Filled Steel Columns (studs & HVB)	Resistencia al fuego de columnas mixtas del Instituto Británico de Construcción Metálica.

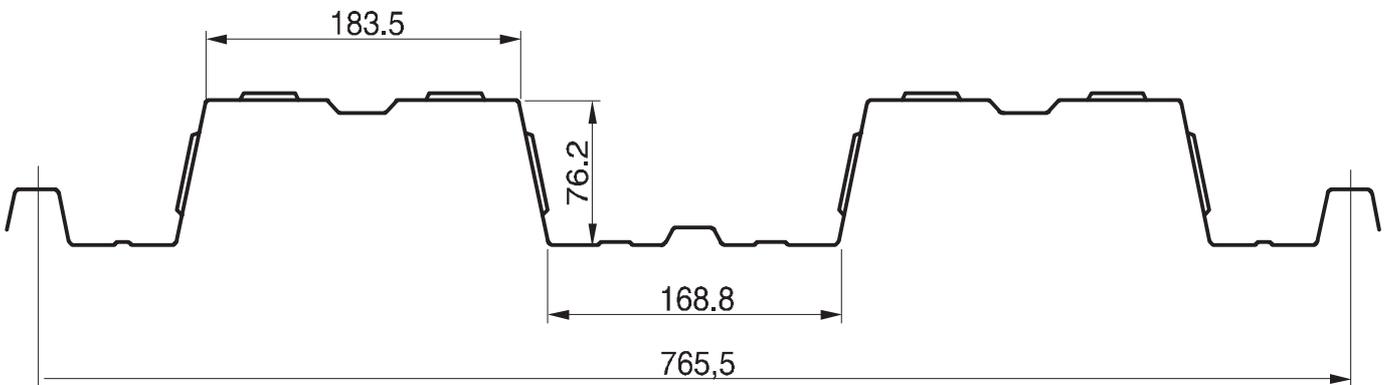
ANEXO 1.

GEOMETRÍA DE CHAPAS PERFILADAS

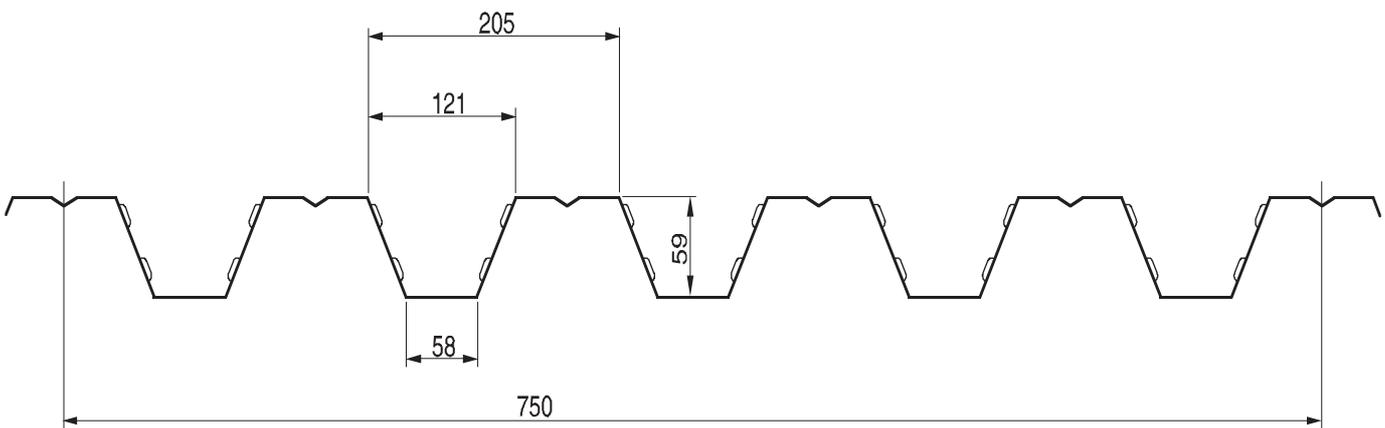
ACERALIA: PL 59



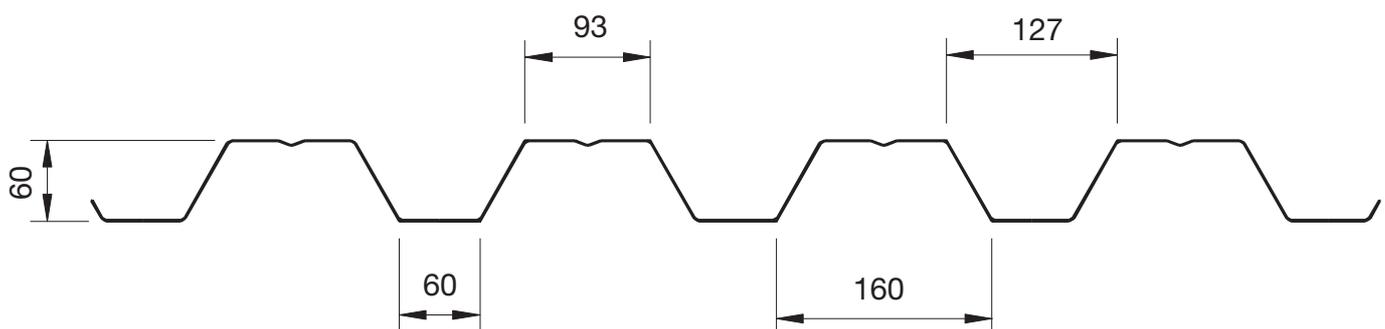
ACERALIA: PL 76



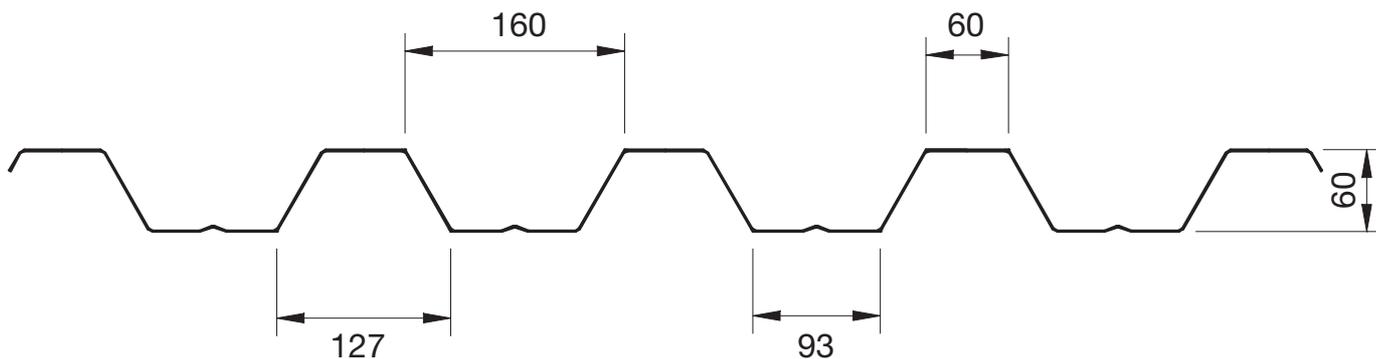
EUROPERFIL: HAIRCOL 59



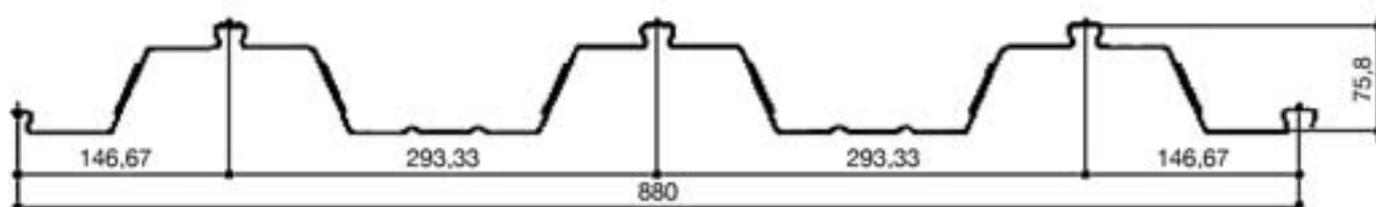
HIANSA: HA 60 (1)



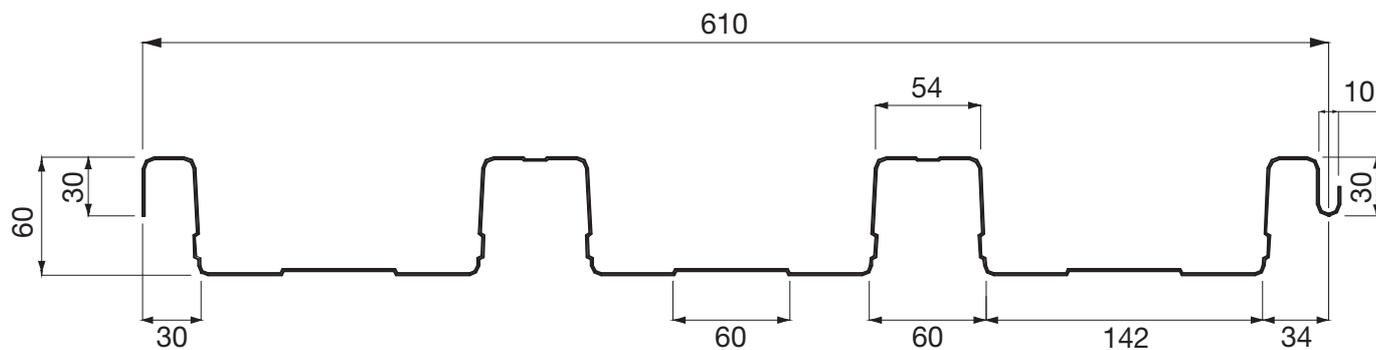
HIANSA: HA 60 INVERTIDA (2)



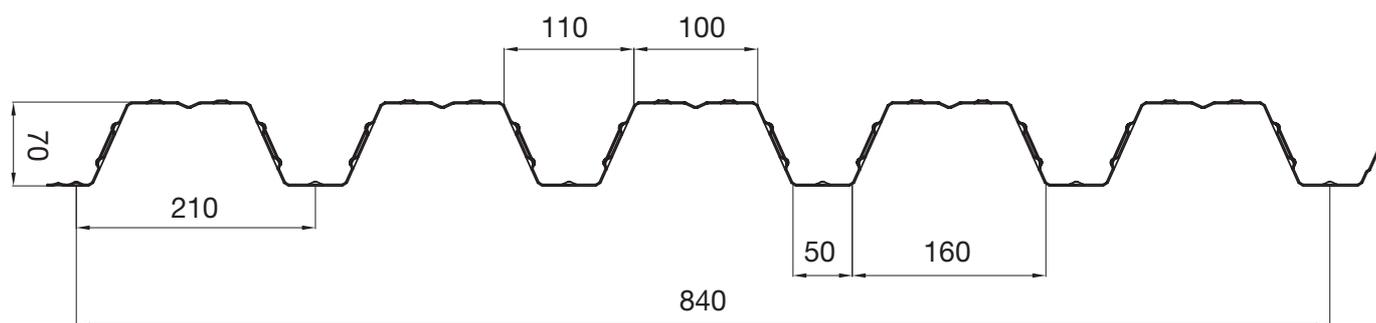
HIANSA: MT 76



ROBERTSON: QL60

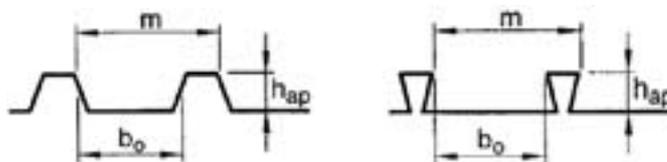


INCOFLUID: P4-70



Geometrías de algunas chapas perfiladas en el mercado español

TIPO DE CHAPA	GEOMETRÍA DE CHAPA			
	b_o	h_{ap}	b_o/h_{ap}	m
HAIRCOL 59	89,5	59	1,52	205
HIANSA-60 (1)	93,5	60	1,56	220
HIANSA-60 (2)	126,5	60	2,11	220
HIANSA MT-76	155,0	76	2,04	293
ACERALIA PL-59	75,0	59	1,27	150
ACERALIA PL-76	184,0	76	2,42	383
INCOFLUID P4-70	130,0	70	1,86	210



Factores reductores K_p para X-HVB

Chapa perfilada paralela a la viga

TIPO DE CHAPA	Factor reductor K_p para X-HVB				
	80	95	110	125	140
HAIRCOL 59	--	0,56	0,79	1,00	1,00
HIANSA-60 (1)	--	0,55	0,78	1,00	1,00
HIANSA-60 (2)	--	0,74	1,00	1,00	1,00
HIANSA MT-76	--	--	0,55	0,79	1,00
ACERALIA PL-59	--	0,47	0,66	0,85	1,00
ACERALIA PL-76	--	--	0,65	0,94	1,00
INCOFLUID P4-70	--	--	0,64	0,88	1,00

Chapa perfilada perpendicular a la viga

TIPO DE CHAPA	X-HVB onda	Factor reductor K_t para X-HVB				
		80	95	110	125	140
HAIRCOL 59	1	--	0,65	0,92	1,00	1,00
	2 ó 3	--	0,46	0,65	0,84	1,00
HIANSA-60 (1)	1	--	0,64	0,91	1,00	1,00
	2 ó 3	--	0,45	0,64	0,84	1,00
HIANSA-60 (2)	1	--	0,86	1,00	1,00	1,00
	2 ó 3	--	--	--	0,53	0,69
HIANSA MT-76	1	--	--	0,64	0,92	1,00
	2 ó 3	--	--	0,45	0,65	0,85
ACERALIA PL-59	1	--	0,54	0,77	1,00	1,00
	2 ó 3	--	--	0,54	0,70	0,86
ACERALIA PL-76	1	--	--	0,76	1,00	1,00
	2 ó 3	--	--	0,54	0,77	1,00
INCOFLUID P4-70	1	--	--	0,74	1,00	1,00
	2 ó 3	--	--	0,53	0,72	0,92

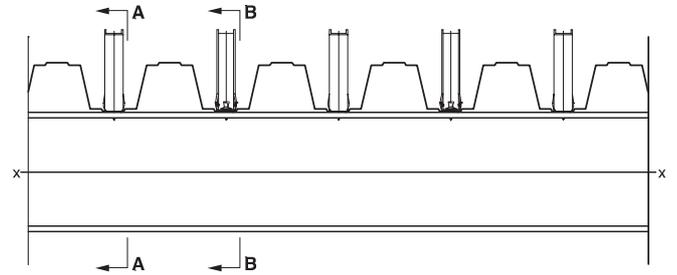
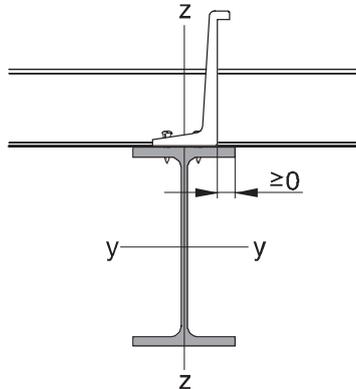
ANEXO 2.

Chapa perfilada ACERALIA PL59

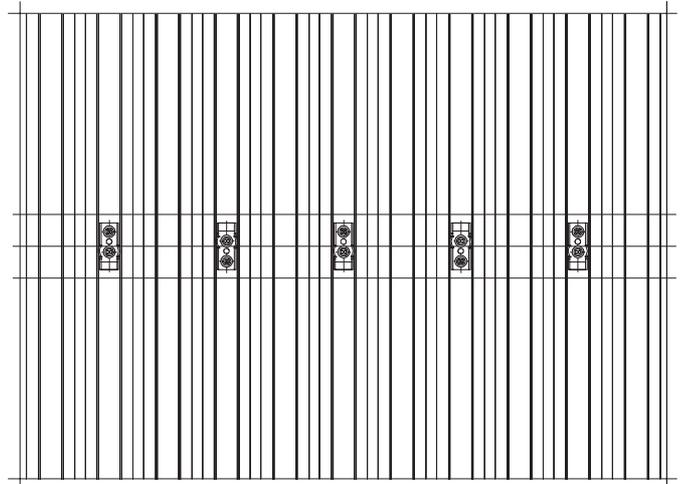
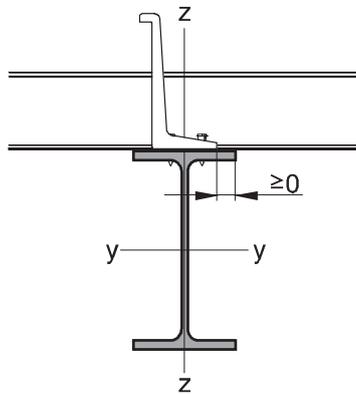
EJEMPLOS DE DISPOSICIÓN DE X-HVB

PL59: 1 CONECTOR X- HVB POR ONDA

Sección A-A:

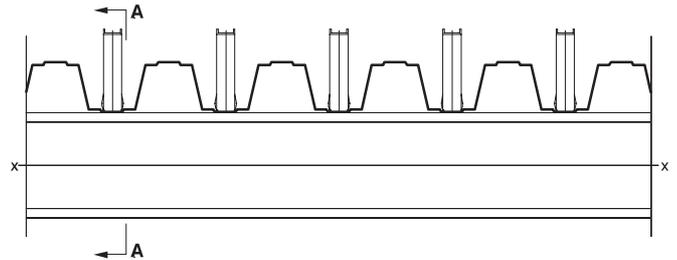
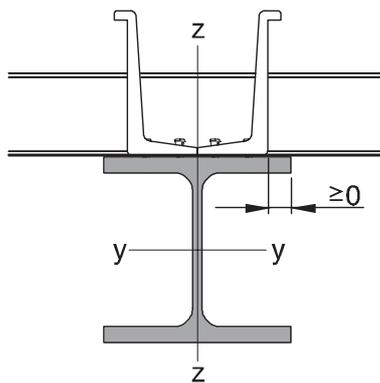


Sección B-B:

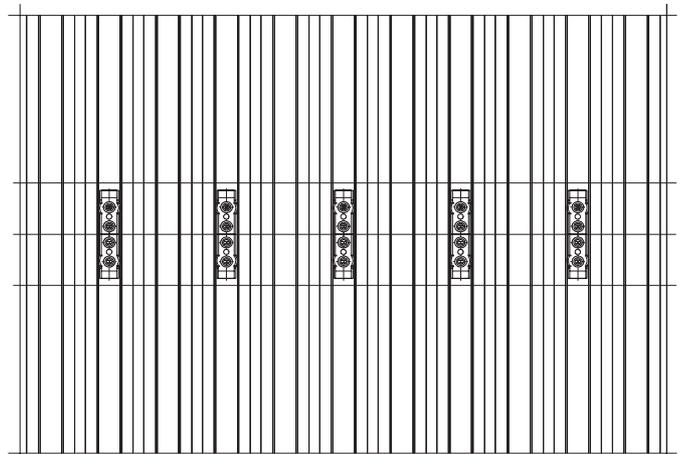


PL 59: 2 CONECTADORES X- HVB POR ONDA

Sección A-A:

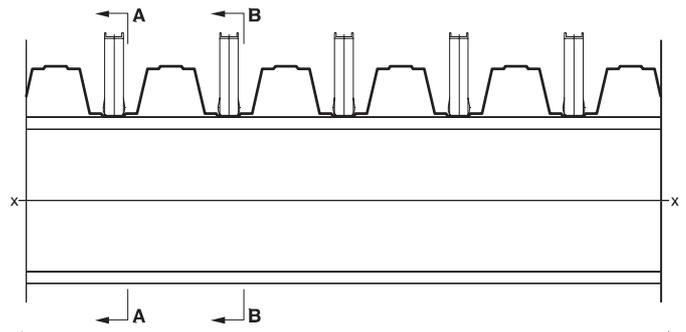
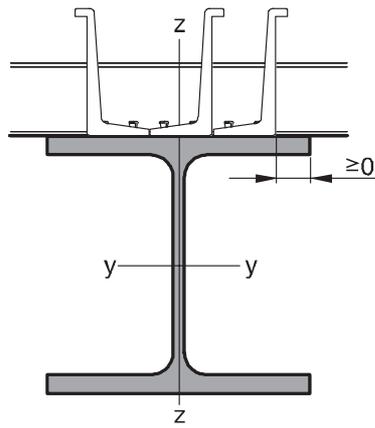


Sección B-B:

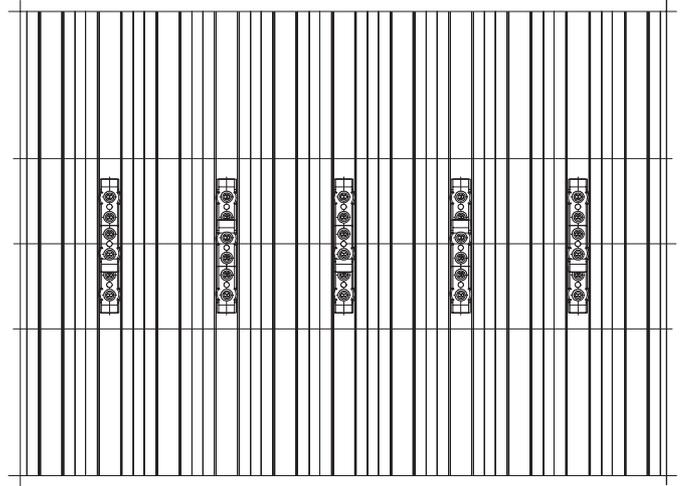
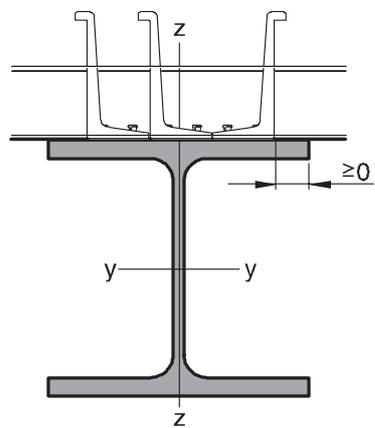


PL59: 3 CONECTADORES X-HVB POR ONDA

Sección A-A:



Sección B-B:

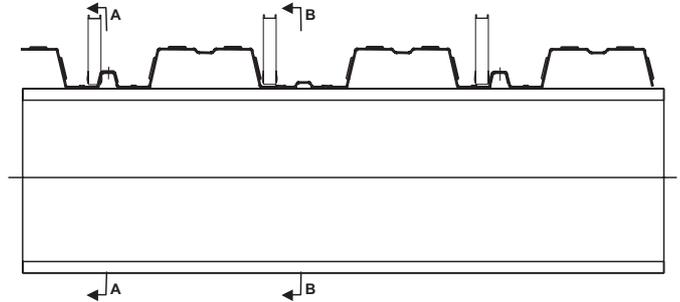
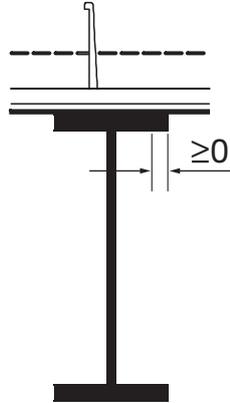


Chapa perfilada ACERALIA PL-76

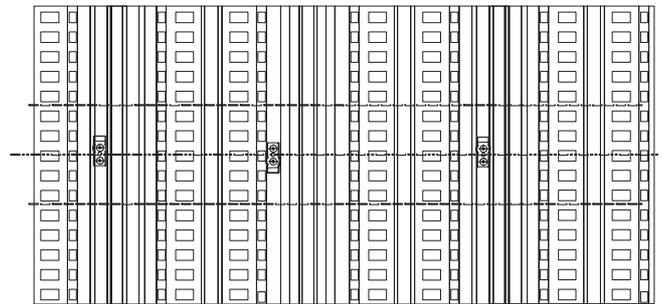
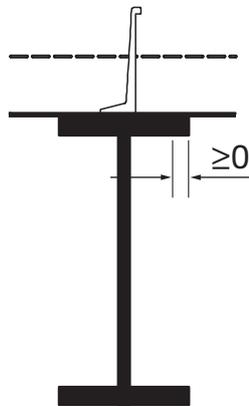
EJEMPLOS DE DISPOSICIÓN DE X-HVB

PL 76: 1 CONECTOR X-HVB POR ONDA

Sección A-A:

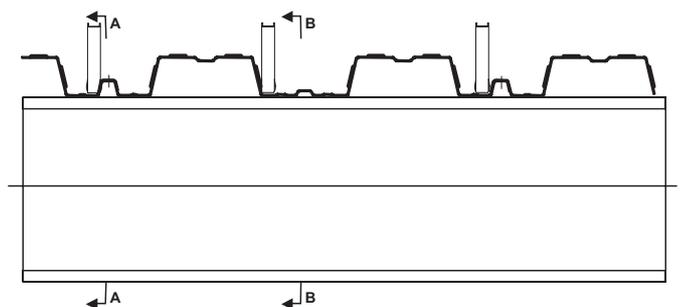
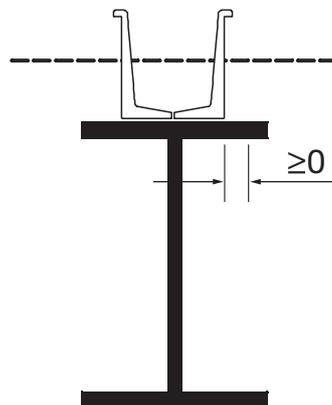


Sección B-B:

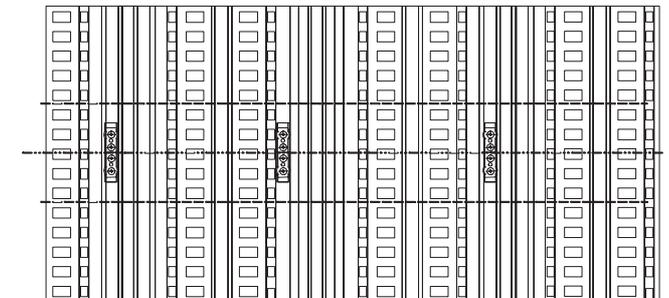
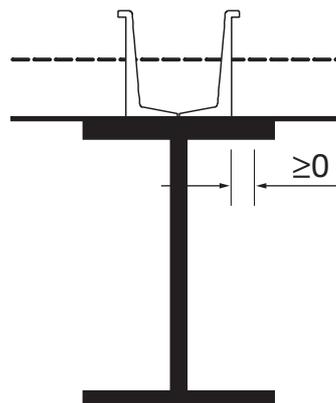


PL 76: 2 CONECTADORES X-HVB POR ONDA

Sección A-A:

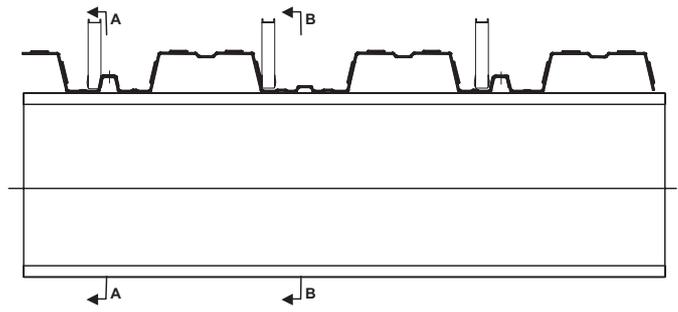
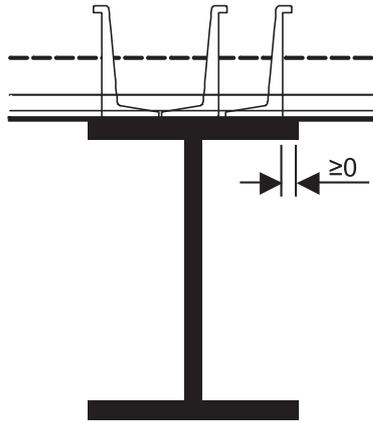


Sección B-B:

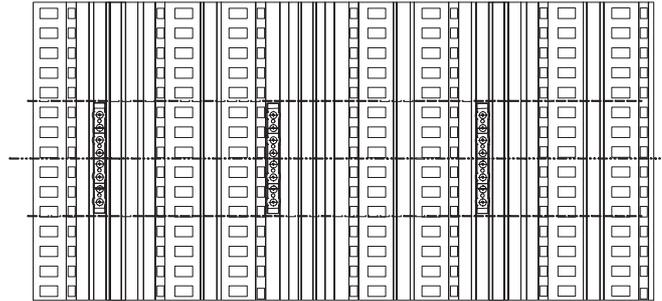
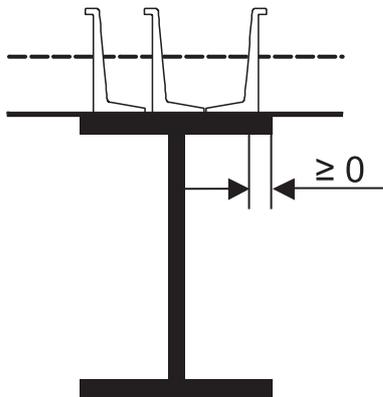


PL 76: 3 CONECTADORES X-HVB POR ONDA

Sección A-A:



Sección B-B:



ANEXO 3. REPORTAJE FOTOGRAFICO

Herramienta de disparo Hilti DX 76
con convertidor para conectores
Hilti X-HVB



Colocación del primer clavo
Hilti X-ENP- 21 HVB



Fase del disparo



ANEXO 3. REPORTAJE FOTOGRAFICO

Detalle del disparo



Conectores colocados hasta el momento con el primer clavo



Disparo del segundo clavo



ANEXO 3. REPORTAJE FOTOGRAFICO

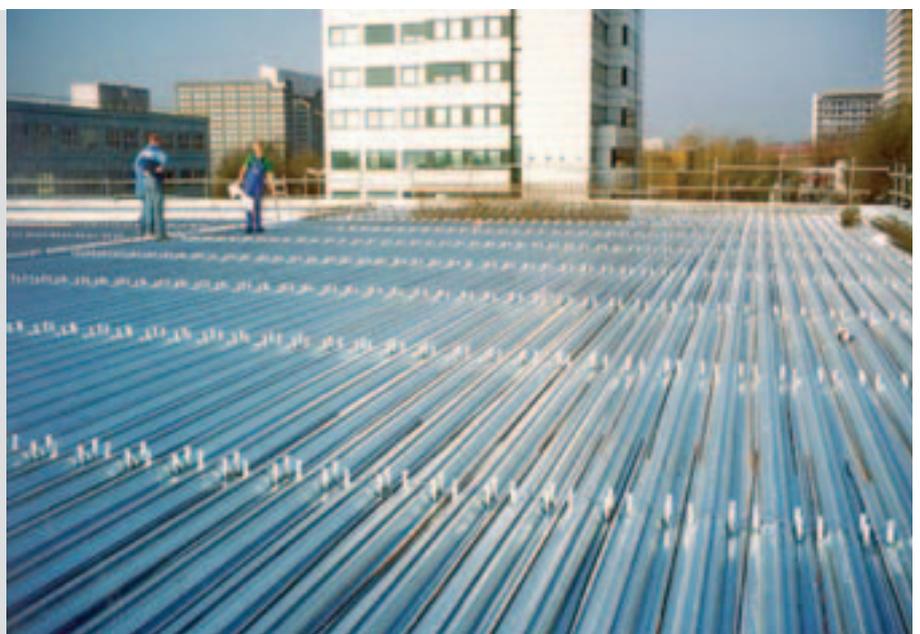
Continuación con la serie de disparos
del segundo clavo



Finalización de la colocación de
los conectores



Vista general de los conectores
colocados

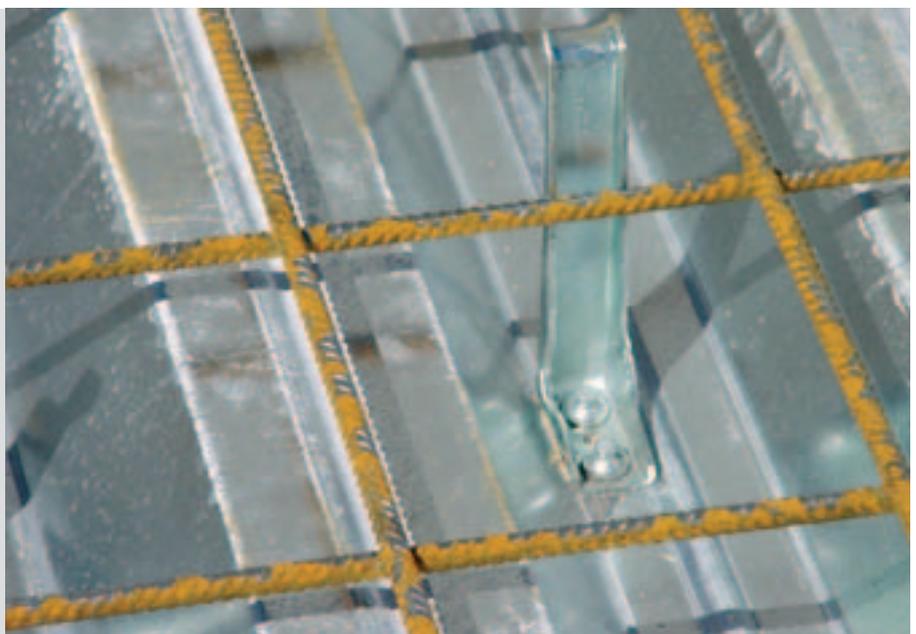


ANEXO 3. REPORTAJE FOTOGRAFICO

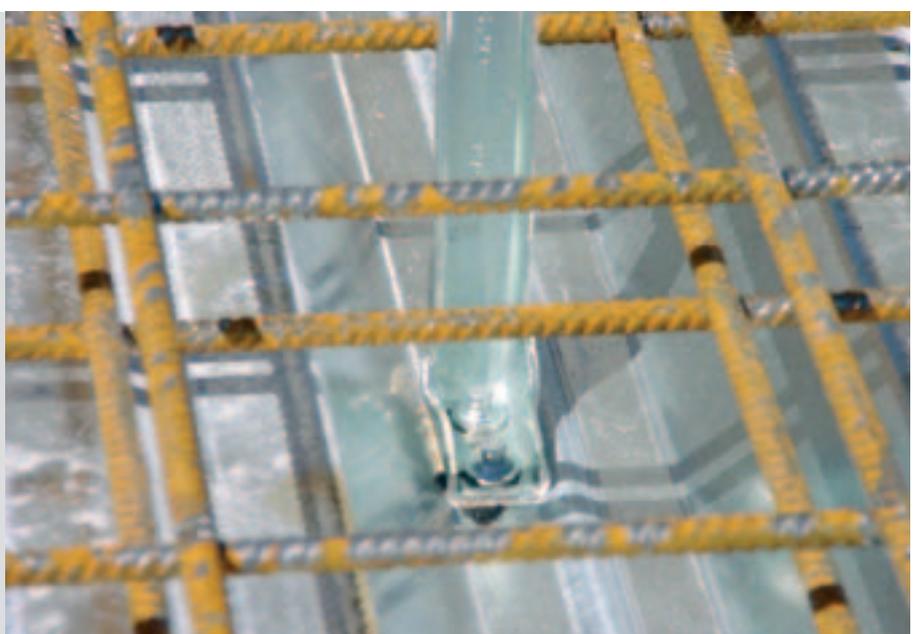
Colocación del mallazo sobre los conectadores antes de hormigonar



Detalle de la colocación



Colocación de la eventual
armadura adicional



Ficha de toma de datos - conectadores.**pag: 1 de 3**

A continuación, para facilitar su labor incluimos una "hoja de toma de datos" en la que se especifican los datos necesarios para que la **Oficina Técnica de Hilti** pueda calcular la conexión de los forjados mixtos de chapa colaborante o losa maciza. Se han de especificar las características de cada viga a conectar (tipo, luz, calidad del acero) y del hormigón (resistencia, espesor de losa), el tipo y características de chapa colaborante a emplear (si procede), etc.

Proyecto:

Empresa:

Dirección:

Persona de contacto:

Teléfono: Fax: e-mail:

1. MATERIAL BASEAcero: S235 S275 S355 Otro (especificar)Resistencia del hormigón: $f_{ck} =$ [N/mm²]**2. TIPO DE ESTRUCTURA** Viga mixta - Losa Maciza Viga mixta - Chapa Perfilada Rehabilitación de forjado de revoltones de fábrica de ladrilloTipo de montaje: Estructura Apeada Estructura No Apeada**3. TIPOS DE CHAPA PERFILADA (Caso de conexión Viga-Chapa Perfilada)** Aceralia: PL59 Aceralia: PL76 Europerfil: Haircol 59 Hiansa: HA60 Hiansa: HA60 invertida Hiansa: MT76 Robertson: QL60 Incofluid: P4-70 Otra: Especificar geometría:

m = [cm]

 $b_o =$ [cm] $h_{ap} =$ [cm]

Completar y enviar via fax al número: 91 358 06 37 | e-mail: es.oficina.tecnica@hilti.com

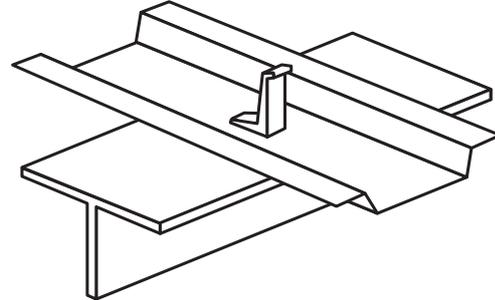
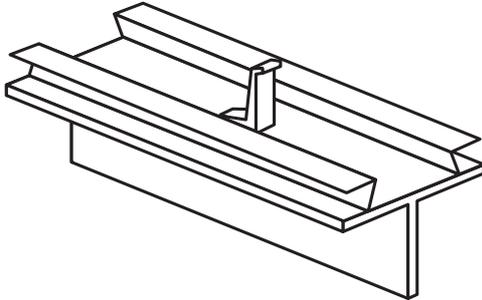
Ficha de toma de datos - conectadores.

pag: 2 de 3

Disposición de la Chapa Perfilada:

Paralela a la viga metálica

Perpendicular a la viga metálica



4. GEOMETRÍA DE LOS MATERIALES A CONECTAR

Tipo de elementos base:

Viga/Pilar metálico:

IPE

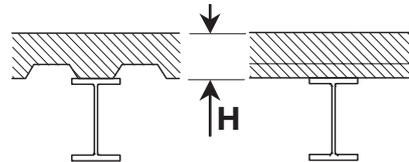
IPN

HEB

Otro (especificar)

Losa: Canto Total: H = [cm]

Separación entre vigas: S = [m]



5. CARGAS

Cargas Aplicadas:

Cargas Permanentes (cp) = [kN/m²]

Sobrecargas (sc) = [kN/m²]

Otras Cargas = [kN/m²]

Luz de Cálculo = [m]

Limitación de Flechas: Si (Indicar cual:)

No (Se tomará la del EC-4)

Las cargas estan consideradas como:

Cargas sin mayorar

Cargas de diseño (incluidos coeficientes de seguridad parciales de acciones)

Completar y enviar via fax al número: 91 358 06 37 | e-mail: es.oficina.tecnica@hilti.com

Asesoramiento Técnico

Oficina Técnica

La **Oficina Técnica** de de Hilti Española está formada por un equipo de **15 profesionales**, ingenieros y arquitectos altamente cualificados, que ofrecen una asistencia global sobre los productos Hilti y sus aplicaciones, así como todo tipo de soluciones de sistemas de fijación en las fases de proyecto y ejecución, colaborando en la búsqueda de soluciones integrales tanto en obra civil como en edificación. Se realizan asimismo todo tipo de cálculos y proyectos de detalle, tales como:

- **Sistemas de fijación con anclajes a hormigón**, ladrillo macizo, ladrillo hueco; mampostería (placas de anclaje de estructuras metálicas; refuerzo de vigas de hormigón con platabandas, angulares de apoyo, etc.)
- **Conexiones estructurales entre elementos de hormigón** armado con barras corrugadas ancladas a posteriori con resina (uniones losa-muro simplemente apoyada o empotrada, esperas de pilares, recrecido de muros, etc.)
- **Cálculo de conectadores de forjados mixtos** (de losa maciza, de chapa colaborante, rehabilitación de forjados antiguos viguetas de hierro, revoltones de fábrica de ladrillo, etc.)
- **Ingeniería de detalle en proyectos de instalación**, presentando una solución global de sistemas de soportación de tuberías y puntos fijos, bandejas eléctricas, conductos de climatización, etc. Asimismo, con el sistema modular de carriles de Hilti, se pueden construir otros tipos de estructuras con sencillez y gran rapidez de montaje, tales como falsos techos y paneles solares.
- **Sellados de protección pasiva contra el fuego**, dando asesoramiento técnico en la definición de soluciones homologadas, que permiten resolver de forma integral la protección pasiva de instalaciones de obra. En las grandes obras se hace un desarrollo del proyecto integral de protección pasiva.

Grandes Proyectos

Las grandes obras exigen una dedicación que Hilti presta en exclusiva. Los coordinadores de **Grandes Proyectos** facilitan asesoramiento desde las fases de diseño del proyecto hasta la puesta en obra de los productos definidos en la solución final. El departamento de **Grandes Proyectos** coordina todos los recursos de Hilti que se puedan necesitar, como cálculos de **Oficina Técnica**, previsión de necesidades logísticas, atención personalizada, y posibles ensayos en obra de productos Hilti.

Hilti trabaja como especialista en áreas de su interés, contando para ello con técnicos cualificados en las siguientes especialidades:

- **Rehabilitación de edificios**
- **Obra Civil (Túnel, Puente y Ferrocarril)**
- **Medio Ambiente (Depuradoras)**
- **Compartición contra Incendios (Protección Pasiva)**
- **Generación de Energía (Centrales)**
- **Soportación de Instalaciones industriales**



Hilti. Superando expectativas.

Hilti Española, S.A. | Avda. Fuente de la Mora, 2 | Edificio 1 | 28050 Madrid | T 902 100 475 | F 900 200 417 | www.hilti.es