



# MANUAL DE TECNOLOGÍA DE FIJACIÓN DIRECTA

Octubre 2018






**Contenido**

<b>Sistema de Fijación Directa de Hilti</b>		
<b>Parte 1:</b>	<b>Guía de selección para el fijador</b>	<b>5</b>
	Guía de selección para el fijador	6
	Denominación de clavos y pernos	19
<b>Parte 2:</b>	<b>Herramientas y Equipo</b>	<b>23</b>
	Herramienta <b>DX 460</b> accionada a pólvora de uso general	25
	Herramienta <b>DX 5</b> accionada a pólvora de uso general habilitada digitalmente	29
	Herramienta <b>DX 351</b> ligera actuada en pólvora para acabados interiores y aplicaciones mecánicas y eléctricas	33
	Herramienta <b>DX 2</b> accionada a pólvora de uso general semiautomática	35
	Herramienta <b>DX 76 PTR</b>	36
	Herramienta <b>DX 76</b>	39
	Herramienta <b>DX 860</b>	42
	Cartuchos	43
	Herramienta a gas <b>GX 120</b> para acabados Interiores y <b>GX 120-ME</b> para aplicaciones eléctricas	44
	Herramienta a gas <b>GX 3</b>	45
	Lata de gas	46
	Herramienta <b>BX 3</b> accionada por batería	47
	Consejos para usuarios ("Trouble Shooting")	48
<b>Parte 3:</b>	<b>Fijadores</b>	<b>53</b>
<b>Clavos para instalación de revestimientos y cubiertas</b>		
<b>X-ENP</b>	Clavo para instalación de revestimientos y cubiertas	55
<b>SDK2, PDK2</b>	Tapones de sellado para fijación de recubrimientos	63
<b>X-ENP2K</b>	Clavo para instalación de revestimientos y cubiertas	65
<b>X-HSN 24, X-EDNK 22 THQ12, X-EDN19 THQ12</b>	Clavos para instalación de cubiertas diafragma	71
<b>NPH</b>	Clavos para instalación de revestimientos y cubiertas sobre concreto	75
<b>Conectores de Corte</b>		
<b>X-HVB</b>	Conectores de corte	79
<b>Clavos de Uso General</b>		
<b>X-U</b>	Clavos de uso general para concreto y acero	87
<b>X-P</b>	Clavo de alto rendimiento para concreto y acero	95
<b>X-C</b>	Clavos para concreto y mampostería silicocalcárea	101
<b>X-S</b>	Fijadores para paneles de yeso sobre acero	107
<b>DS</b>	Clavos reforzados de uso general para concreto y acero	111
<b>EDS</b>	Clavos para fijaciones de acero sobre acero	117

<b>Clavos de Uso Específico</b>		
<b>X-R</b>	Clavos de acero inoxidable para fijaciones sobre acero	121
<b>X-CR</b>	Clavos de acero inoxidable para fijaciones sobre acero	127
<b>X-CR</b>	Clavos de acero inoxidable para concreto, mampostería silicocalcárea y acero	131
<b>X-CT</b>	Clavos para encofrado y otros usos temporales	137
<b>Pernos Roscados</b>		
<b>X-M6H, X-M8H, DNH, X-DKH</b>	Pernos roscados DX-Kwik	139
<b>X-M6, X-W6, X-M8, M10 / W10</b>	Pernos roscados para concreto	143
<b>X-EM6H/EW6H, X-EF7H, X-EM8H, X-EM10H/EW10H</b>	Pernos roscados para acero	147
<b>X-BT</b>	Pernos roscados de acero inoxidable	153
<b>X-BT MF</b>	Pernos roscados compuestos	159
<b>S-BT</b>	Pernos roscados de acero inoxidable	165
<b>X-ST-GR</b>	Pernos roscados de acero inoxidable	175
<b>X-CRM</b>	Pernos roscados de acero inoxidable para concreto y acero	179
<b>Pernos Roscados (Conexiones eléctricas)</b>		
<b>X-BT ER</b>	Pernos roscados de acero inoxidable para conexiones eléctricas	185
<b>Sistema de Fijación de Rejillas y Placas</b>		
<b>X-FCM</b>	Sistema de fijación de rejillas	191
<b>X-GR</b>	Sistema de fijación de rejillas	201
<b>X-PGR-RU</b>	Sistema de fijación de rejillas(pre-perforado)	205
<b>X-MGR</b>	Sistema de fijación de rejillas	209
<b>X-FCP</b>	Sistema de fijación de láminas estriadas	213
<b>Fijadores para material aislante suave y encofrado</b>		
<b>X-IE</b>	Fijador para aislamiento de muros	219
<b>X-SW</b>	Fijador de arandela suave	223
<b>X-FS</b>	Espaciador para encofrado	227
<b>Herramienta de gas</b>		
<b>X-EGN, X-GHP, X-GN</b>	Fijadores GX	229
<b>Sistema GX 3</b>	Fijadores para aplicaciones de acabado de interior, construcción de edificaciones y mecánicas & eléctricas	235
<b>Herramienta de batería</b>		
<b>Sistema BX 3</b>	Fijadores para aplicaciones de acabado de interior, construcción de edificaciones y mecánicas & eléctricas	245



<b>Fijadores de Suspensión</b>		
<b>X-HS, X-CC</b>	Sistemas de suspensión roscados y con gancho	253
<b>X-EHS MX, X-ECC MX</b>	Sistemas de suspensión eléctricos	259
<b>X-HS-W</b>	Sistemas de suspensión de cables	263
<b>Fijadores Eléctricos</b>		
<b>X-EKB, X-ECH</b>	Fijadores para cables eléctricos	267
<b>X-FB, (X-DFB/X-EMTC)</b>	Fijadores para tuberías eléctricas	273
<b>X-ECT MX, X-UCT MX, X-EKS MX</b>	Abrazadera para cables eléctricos, Fijador tipo clip para tubería	277
<b>X-UCT-E MX</b>	Abrazadera para cables eléctricos y tubería liviana	281
<b>X-ET</b>	Fijación de bandejas de cables eléctricos y cajas de conexión plásticas	285
<b>Parte 4: Métodos y técnicas de fijación directa</b>		<b>289</b>
<b>1. Introducción</b>		<b>291</b>
1.1	Definiciones y terminología general	291
1.2	Razones para utilizar fijación a pólvora, gas o batería	291
1.3	Aplicaciones de la fijación directa	293
<b>2. El sistema de fijación directa</b>		<b>294</b>
2.1	Fijadores	295
2.2	Proceso de fabricación	296
2.3	Materia prima del fijador	297
2.4	Tipos de herramienta de fijación directa	298
2.5	Principios de operación	300
2.6	Cartuchos (cargas de pólvora, elevadores de potencia)	301
<b>3. Salud y seguridad</b>		<b>303</b>
3.1	Seguridad del operador	303
3.2	Seguridad de la fijación	308
<b>4. Corrosión</b>		<b>311</b>
4.1	Protección contra la corrosión de los sistemas de fijación directa	311
4.2	Selección del fijador	313
<b>5. Acero como material base</b>		<b>316</b>
5.1	Mecanismos de anclaje	316
5.2	Factores que influyen en la resistencia a la tensión	318
5.3	Idoneidad del acero para fijaciones	323
5.4	Diagramas de límite de aplicación	324
5.5	Acero delgado como material base	325
5.6	Tipos de carga y modos de fallo	326
5.7	Efectos del paso del tiempo en la resistencia a la tensión	333

<b>6.</b>	<b>Concreto como material base</b>	<b>338</b>
6.1	Mecanismos de anclaje	338
6.2	Factores que influyen en la Resistencia a la tensión	340
6.3	Efectos del paso del tiempo en la resistencia a la tensión	343
6.4	Efecto en componentes de concreto	344
<b>7.</b>	<b>Mampostería como material base</b>	<b>345</b>
7.1	Idoneidad general	345
<b>8.</b>	<b>Efectos de la temperatura en la fijación</b>	<b>346</b>
8.1	Efectos de las temperaturas bajas en los fijadores	346
8.2	Efectos de las temperaturas bajas en las fijaciones sobre acero	347
8.3	Resistencia al fuego de las sujeciones sobre acero	349
8.4	Resistencia al fuego de las fijaciones sobre concreto	351
<b>9.</b>	<b>Conceptos de diseño</b>	<b>353</b>
<b>10.</b>	<b>Determinación de la información técnica para el diseño de fijación</b>	<b>355</b>
10.1	Fijaciones sobre acero	355
10.2	Fijación de láminas perfiladas	356
10.3	Fijaciones sobre concreto (DX / GX estándar)	357
10.4	Fijaciones DX sobre concreto (DX-Kwik)	359
10.5	Diseño del fijador para Estados Unidos y Canadá	360
<b>Resumen de Aprobaciones – Fijación Directa</b>		<b>361</b>

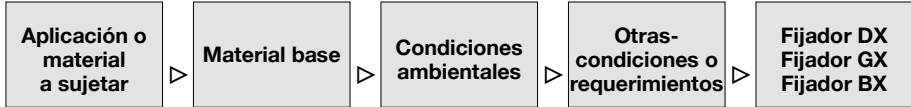
Parte 1:

## Guía de Selección del Fijador

## Guía de selección del fijador

### Seleccionando el fijador correcto

Para encontrar el fijador DX o GX adecuado para una aplicación determinada, considere la categoría de industria correspondiente junto con la aplicación:



Puede encontrar información técnica detallada sobre la familia de fijadores seleccionada en las especificaciones del producto.

Para ciertas aplicaciones, pueden resultar adecuadas dos o más familias de fijadores. La selección final se ve afectada por la información técnica que aparece en las especificaciones del producto.

Otros factores que influyen en la elección del fijador son las diferencias regionales en los métodos de construcción, materiales, preferencias en cuanto a la industria, herramientas disponibles, etc. Por lo tanto, se recomienda a los diseñadores y especificadores que consulten el catálogo actual de Hilti y recurran al servicio local de asesoría técnica de Hilti.

### Corrosión

La corrosión influye de manera importante en la idoneidad de un fijador, y por lo tanto, en la selección del mismo. Con el fin de contar con una base para valorar la idoneidad de un fijador, resulta útil clasificar las aplicaciones en las siguientes tres categorías:

- Aplicaciones permanentes en las que la seguridad es fundamental (p.ej., fijación de láminas metálicas perfiladas en techos y muros)
- Fijaciones permanentes en las que la seguridad no es fundamental (p.ej., fijación de rieles o carriles de metal en paneles de yeso)
- Fijaciones temporales en las que la seguridad no es fundamental (p.ej., fijación de soleras de madera, vigas de atado sobre encofrado de concreto).

**Para aplicaciones en las que la seguridad no es fundamental**, pueden utilizarse fijadores comunes de acero al carbón revestidos de zinc sin ninguna clase de restricción.



**Para aplicaciones permanentes en las que la seguridad es fundamental**, las siguientes restricciones aplican:

- En todos los casos, existe una restricción en el uso de fijaciones de acero al carbón galvanizado si estas están expuestas al medio ambiente o si han sido instaladas en espacios interiores sujetos a humedad continuamente, como condensación. La galvanización (típicamente en un rango de 5 a 20 micras de Zn) proporciona protección contra la corrosión para el transporte y la construcción, durante los cuales nunca puede evitarse la exposición al medio ambiente completamente. Si las fijaciones estarán expuestas continuamente a la humedad o al medio ambiente durante su vida útil, no se permite el uso de fijadores de acero al carbón galvanizado. Deben utilizarse fijadores de acero inoxidable. Esta medida de seguridad debe cumplirse sin excepción, ya que la corrosión de los fijadores de acero galvanizado no solo conlleva la pérdida del material, sino que puede causar fragilización por hidrógeno, la cual a su vez puede resultar en la fractura del fijador aún con cargas muy livianas.
- Con respecto al ejemplo mencionado anteriormente sobre fijación de láminas metálicas perfiladas para techos y muros, se permite el uso de fijadores de acero galvanizados siempre y cuando no haya motivos para esperar que el fijador esté expuesto a la humedad. Esto es en general aplicable a capas interiores de techos aislados de doble capa y a muros de habitaciones secas y cerradas. Este es el campo de aplicación clásico de los fijadores galvanizados X-ENP-19.
- Para aplicaciones especiales como áreas de piscinas o túneles, se recomiendan materiales especiales de acero inoxidable con alta resistencia a la corrosión. Consulte también la Parte 4, Capítulo 4. Consulte Hilti en tales casos.

La corrosión galvánica se considera según ciertas reglas con respecto a las combinaciones aceptables para materiales. Las partes fabricadas con metales menos nobles están sujetas a una corrosión incrementada si están en contacto electroquímico con una parte más grande hecha de un metal más noble, siempre y cuando, por supuesto, un electrolito esté presente. Los fijadores utilizados en áreas húmedas deben ser al menos tan nobles como la parte sujeta, y de preferencia, aún más nobles. Los efectos de la corrosión galvánica se muestran en la siguiente tabla. Esta información es aplicable particularmente a los fijadores de acero inoxidable X-CR, X-ST y X-R ya que ellos son adecuados para aplicaciones en las que la seguridad es fundamental en exteriores, o en espacios de algún otro modo expuestos a la corrosión.

Parte sujeta	Fijador a pólvora y a gas:	
	Acero de carbón revestido con zinc	Acero inoxidable
Acero de construcción (sin revestimiento)	s	s
Lamina de acero galvanizada	s	s
Aleaciones de aluminio	d	s
Laminas de acero inoxidable	d	s

s Corrosión mínima o el fijador no presenta corrosión  
d El fijador presenta alto grado de corrosión

La corrosión acelerada de un fijador debida a la corrosión galvánica puede ocurrir solo en presencia de un electrolito (humedad causada por precipitaciones o condensación). Sin dicho electrolito (p.ej., en habitaciones secas), se pueden utilizar fijadores revestidos con zinc junto con metales más nobles.

**Selección de fijadores en concreto: selección del clavo adecuado para concreto**

**¿Qué determina el rendimiento de los fijadores?**

Los sistemas de fijación directa de Hilti están diseñados para lograr el máximo rendimiento en una amplia gama de aplicaciones. Pero hay una gran variedad de tipos de clavos y elementos para varias aplicaciones concretas de fijación directa. Para seleccionar el clavo apropiado para una aplicación, se deben considerar algunos parámetros importantes de influencia:

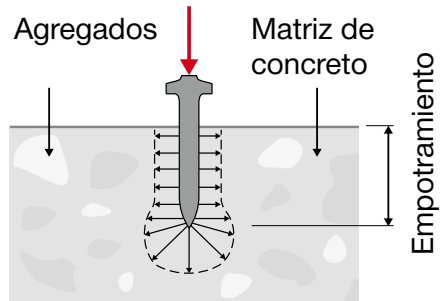
- 1) propiedades de concreto,
- 2) diseño de clavos y características
- 3) el sistema de sujeción utilizado
- 4) profundidad de empotramiento y,
- 5) herramientas de fijación y nivel de energía

**1) Propiedades de concreto**

Un clavo que penetra en concreto necesita crear un barreno para el mango aplastando y compactando el concreto y también necesita resistir el impacto de los agregados duros. El valor de resistencia resultante logrado por el clavo está vinculado a su diámetro y profundidad de empotramiento.

La alta penetrabilidad y la capacidad de compactación conducen a altas tasas de adherencia y valores de resistencia.

Nota: La resistencia a la compresión por sí sola no es decisiva para el rendimiento de los clavos.



Se distinguen tres tipos de concreto:



Aligerado  
(soft)

- Baja resistencia a la compresión, p.ej.  $f_{c,cube} = 20 - 45$  MPa
- Agregados de tamaño pequeño a mediano, p.ej. caliza blanda
- Ejemplo: Concreto liviano, p.ej.  $f_{c,cube} = 20 - 45$  MPa



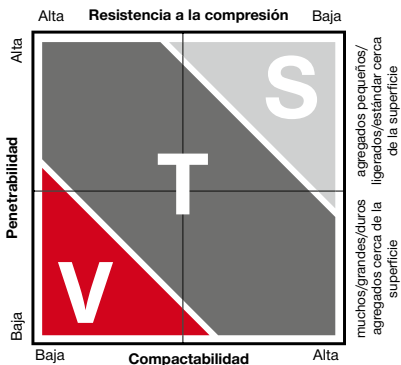
Resistente  
(tough)

- Resistencia a la compresión de media a alta, p.ej.  $f_{c,cube} = 45 - 60$  MPa
- Agregado de tamaño mediano, p.ej. cal, piedra, gravilla
- Ejemplo: Concreto de peso normal



Muy resistente  
(Very Tough)

- Alta resistencia a la compresión, p.ej.  $f_{c,cube} \geq 60$  MPa
- Alta proporción de agregados grandes y principalmente duros, p.ej. cuarzo, granito
- Ejemplo: Concreto de alto rendimiento, concreto hormigón muy viejo



Nota:  $f_{c,cube}$  = Resistencia a la compresión de un cubo de concreto (longitud de borde 150 mm)

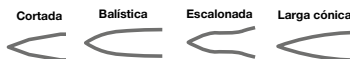
## 2) Diseño de clavos y características

La capacidad de penetración y compactabilidad, es decir, la capacidad de un clavo para penetrar y compactar el concreto, están fuertemente influenciadas por tres características de diseño de clavos:

### Forma de la punta

La forma y la reducción del diámetro en el área de la punta permiten una penetración significativamente mejorada en el concreto.

Mejor capacidad de penetrar el concreto



### Geometría del clavo

La longitud y el diámetro también afectan la facilidad con que el clavo penetra en el concreto.

### Dureza del clavo

Un clavo más duro es más fácil de manejar en concreto más resistente. Sin embargo, si el clavo es demasiado duro, se puede romper en lugar de doblarse al golpear un agregado duro en el concreto.

### 3) Sistema de sujeción

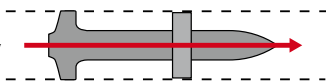
El sistema de fijación directa de Hilti ayuda a garantizar que los clavos se accionan correctamente logrando máxima perpendicularidad del clavo, buena guía del clavo y uso completo de la energía de conducción adecuada.

#### Perpendicularidad

Las herramientas de fijación directa de Hilti ayudan a mantener los clavos perpendiculares a la superficie de trabajo, eliminando así las fallas causadas al intentar fijar el clavo en un ángulo. Durante el proceso de fijación, las herramientas de fijación directa de Hilti deben mantenerse perpendiculares al material a fijar lo más posible. Consulte el manual de instrucciones del producto y los manuales de operación de la herramienta para obtener más información.

#### Guía del clavo

Debido a la excelente guía de los clavos en la herramienta y al uso de arandelas sólidas, el clavo deja la herramienta en el ángulo deseado.



### 4) Profundidad de empotramiento del clavo

Un otro factor que influye en el rendimiento de los clavos es la profundidad de empotramiento. Un clavo que puede ser impulsado más profundo tiene la capacidad de sostener cargas más altas. Sin embargo, hay dos efectos secundarios si un clavo necesita ser conducido más profundo.

- La tasa de fijación puede disminuir
- Se requiere una mayor energía de conducción ya que el clavo debe penetrar más en el concreto.

### 5) Herramientas de fijación y nivel de energía

La energía que impulsa el clavo liberada por una herramienta Hilti se controla con precisión para garantizar lograr la profundidad de empotramiento deseada.

#### Herramientas accionadas por pólvora (PAT)

La profundidad de empotramiento de un clavo puede verse influenciada seleccionando el color correcto del cartucho y ajustando la configuración de potencia de las herramientas accionadas a pólvora (PAT) en concreto. Por lo tanto, es crucial entender cómo las diferentes herramientas en combinación con los diferentes cartuchos varían en términos de generación de energía. Y usar ese conocimiento para elegir la herramienta y el cartucho adecuado para lograr la profundidad requerida para así tener el rendimiento óptimo de los clavos.

#### Herramientas de gas

La profundidad de empotramiento se puede influenciar ajustando el control deslizante en la parte delantera de la herramienta a la posición "+" o "-".

#### Herramientas de batería

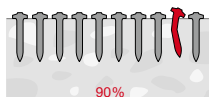
La profundidad de empotramiento se puede influenciar seleccionando una longitud de clavo diferente.

## Elección de un clavo para usar en concreto

Los tres factores principales que definen la selección de clavos en concreto son:

- tasa de fijación (es decir, el porcentaje de clavos que se mantienen de forma segura después de la fijación),
- valores de resistencia y
- el costo del clavo

### Tasa de fijación



La tasa de fijación indica el porcentaje de clavos que se manejan correctamente para llevar una carga.

En general, la tasa de fijación a menudo se puede mejorar mediante la combinación de:

- usando clavos más cortos (con la condición de que la carga requerida aún pueda lograrse con una profundidad de empotramiento más corta)
- seleccionar clavos de una clase superior (las clases de clavos se describen en la sección posterior de este capítulo)
- utilizando más energía, lo cual se puede lograr mediante la combinación de herramientas, cartuchos y configuración de energía
- utilizando diferentes tecnologías y clavos de una clase superior, es decir, cambiando de herramientas y clavos de gas y batería a herramientas accionadas por pólvora (PAT) y clavos pre-taladrado, ver página DX Kwik.

### Valores de resistencia

Los valores de resistencia proporcionan una medida de la capacidad de carga de un clavo que asegura el uso confiable en aplicaciones prácticas, consistentes con su diámetro y profundidad de empotramiento.

Los clavos están sujetos a acciones estáticas o cuasi-estáticas de tracción, corte o combinación de tracción y corte



### Costo del clavo

La amplia gama de clavos Hilti le ofrecen la solución más rentable para diversas aplicaciones al permitir la selección del clavo correcto según los requisitos de la aplicación.

### Clases de clavos

Se han desarrollado diferentes clavos para diversas aplicaciones y condiciones.

Los clavos de clase media Clase I y II se utilizan para aplicaciones de alto rendimiento sensibles a la carga en concreto resistente y muy resistente, mientras que los clavos de clase media Clase III son para uso versátil en concreto ligero y resistente. Clavos de clase media Clase I, II y III generalmente se sujetan con herramientas accionadas a pólvora (PAT).

Los clavos de clase ligera Clase IV y V, generalmente sujetos con herramientas de gas y batería, se usan típicamente para aplicaciones que tienen requisitos de carga más bajos, por lo tanto, requieren una profundidad de inserción más corta. En general, los clavos de Clase V presentan la solución más económica ya que son los menos costosos.

El costo está directamente relacionado con:

- las tecnologías de fabricación involucradas, así como
- el material del que están hechos los clavos

Cada clase de clavo superior se desempeña mejor en condiciones más duras que la siguiente, pero los costos de fabricación, y por lo tanto el precio del clavo, aumentan con cada clase de clavo.

	Clase de clavo	Características de clavo			Clase de concreto	Ejemplos de clavo	Aplicaciones
		Ø [mm]	Dureza [HRC]	Punta			
Clase media	Clase I	> 4.0	> 58	Larga cónica		X-AL-H <sup>1)</sup>	Carga de alto rendimiento y aplicaciones especiales en concreto resistente y algo duro.
	Clase II	4.0	Hasta 60	Balística o mejor		X-P X-U	Carga de aplicaciones sensibles de alto rendimiento en concreto resistente.
	Clase III	3.5 a 3.7	Hasta 58	Principalmente cortado		X-C	Uso versátil en concreto aligerado y resistente.
Clase ligera	Clase IV	3.0 a 3.2	Hasta 58	Balística o mejor		X-P G2/G3/B3	Uso en concreto aligerado y algo resistente con profundidades más cortas, p. para sujetar la oruga a la parte inferior de la losa.
	Clase V	2.6 a 3.0	Hasta 57	Principalmente cortada		X-C G2/G3/B3	Uso en concreto aligerado con profundidades más cortas, p. para la fijación de carriles o canales.

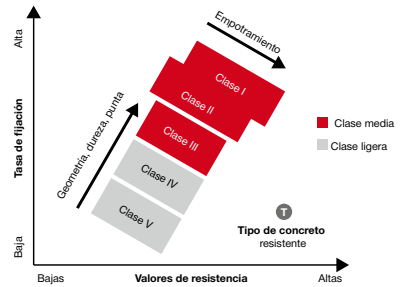
<sup>1)</sup> Clavo X-AL-H premontado a fijadores de techo X-CX

## Clase de clavo versus tipo de concreto

### Tasa de fijación versus valores de resistencia de las clases de clavo

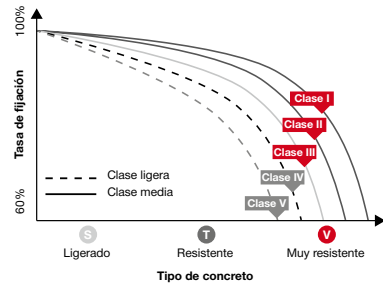
Las clases de clavos son claramente diferenciadas cuando se enfrentan con concreto resistente y duro. Los clavos premium funcionan mejor que los clavos menos costosos.

La profundidad de empotramiento, la geometría del clavo, la dureza y la forma de la punta varía entre las clases de clavos.



### Tasa de fijación de los clavos en diferentes tipos de concreto

El rendimiento de los clavos varía según la dureza del concreto y la distribución de sus agregados. Los clavos de todas las clases funcionan de manera similar en concreto aligerado, pero a medida que el concreto se endurece, la tasa de fijación varía.



**Directrices para la selección del clavo correcto para concreto**

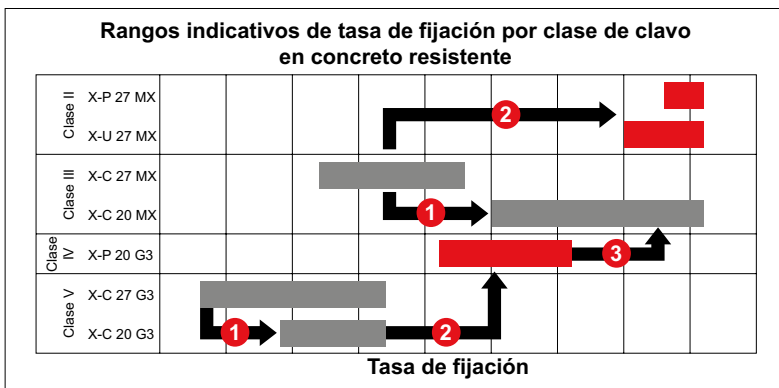
- Comprenda la aplicación
- Sea específico acerca de los requisitos importantes de la aplicación
- Conozca la gama de clavos Hilti
- Elija el clavo correcto según los requisitos de la aplicación



**Mejorar la tasa de fijación se puede hacer de tres maneras diferentes:**

- 1) Use un clavo más corto (si la resistencia / el empotramiento todavía se puede llegar con un clavo más corto)
- 2) Seleccione un clavo de una clase superior (pase de clase de clavo III a II)
- 3) Usa más energía (ajuste de energía) / selecciona diferentes tecnologías

**Ejemplo de proceso de selección de clavos para mejorar la tasa de fijación**



- Maximizar la tasa de fijación
- Alcanzar los valores de resistencia requeridos
- Seleccione el clavo más rentable
- Alcance una profundidad de empotramiento en función de seleccionar el cartucho apropiado y ajustar la energía para los sistemas DX.
- No se requiere selección de potencia y cartucho para los sistemas GX y BX.
- Otros requisitos relevantes de la aplicación, p.ej. se deben considerar las condiciones ambientales, la corrosión, etc.



## Conceptos de Diseño

Las cargas de trabajo recomendadas ( $N_{rec}$  y  $V_{rec}$ ) son apropiadas para uso en diseños de carga de trabajo típicos. Si se planea utilizar un método de diseño con factor de seguridad, los valores de  $N_{rec}$  y  $V_{rec}$  son conservadores cuando se utilizan como  $N_{Rd}$  y  $V_{Rd}$ . Los valores exactos para  $N_{Rd}$  y  $V_{Rd}$  pueden determinarse utilizando los factores de seguridad (cuando estén dados) y/o por el análisis de la información de las pruebas. Las cargas de diseño (resistencia característica, resistencia de diseño y cargas de trabajo) para el conector de corte **X-HVB** se enlistan y ordenan según los lineamientos de diseño.

Alrededor del mundo, el diseñador puede encontrar dos conceptos principales para el diseño de fijaciones:

### Concepto de carga de diseño

$$N_S \leq N_{rec} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_{GLOB}}$$

dónde  $\gamma_{GLOB}$  es un factor general de seguridad que incluye un margen para:

- errores en el cálculo de la carga
- desviaciones en materiales y trabajos

y  $N_S$  es, en general, una carga actuante característica.

$$N_S \equiv N_{Sk}$$

### Factores parciales de seguridad

$$N_{Sk} \cdot \gamma_F = N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = N_{Rd}$$

dónde:

$\gamma_F$  es un factor de seguridad parcial con un margen de error para el cálculo de la carga actuante.

$\gamma_M$  es un factor de seguridad parcial con un margen de error para desviaciones en materiales y trabajos.

El análisis estructural de la parte fijada (p. ej., un panel de cubierta de un techo o tubería sostenida por varias fijaciones) permite calcular la carga actuante en una sola fijación, la cual se compara con la carga recomendada (o valor de diseño de la resistencia) para el fijador. A pesar de este concepto de diseño que involucra un solo punto, es necesario asegurarse de que existe una redundancia tal que, si una de las fijaciones llegase a fallar, el sistema completo no colapsaría.

## Nomenclatura / símbolos

A continuación se muestra la tabla de símbolos y nomenclatura que se utilizan en la información técnica.

Información de las pruebas y desempeño del fijador	
<b>N y V</b>	Fuerzas de tracción y de corte en general
<b>F</b>	Fuerza combinada (resultante de <b>N</b> y <b>V</b> ) en genera
<b>N<sub>s</sub> y V<sub>s</sub></b>	Fuerzas de tracción y de corte sobre una fijación en un cálculo de diseño
<b>F<sub>s</sub></b>	Fuerza combinada (resultante de <b>N<sub>s</sub></b> y <b>V<sub>s</sub></b> ) en un cálculo de diseño
<b>N<sub>u</sub> y V<sub>u</sub></b>	Fuerzas de tracción y de corte máximas promedio que causan la falla de la fijación; estadísticamente, el resultado obtenido en una muestra
<b>N<sub>u,m</sub> y V<sub>u,m</sub></b>	Fuerzas de tracción y de corte máximas promedio que causan la falla de la fijación; estadísticamente, el promedio obtenido para un grupo de muestras
<b>S</b>	Desviación estándar de la muestra
<b>N<sub>test,k</sub> y V<sub>test,k</sub></b>	Resistencia a la tracción y al corte característica de la información obtenida en la prueba; estadísticamente, el 5% fráctil
<b>N<sub>Rk</sub> y V<sub>Rk</sub></b>	Resistencia a la tracción y al corte característica de la fijación utilizada en el diseño; estadísticamente, el 5% fráctil. Por ejemplo, la resistencia característica de una fijación cuya resistencia máxima puede describirse por medio de una distribución tipo Gauss estándar se calcula con: <b>N<sub>Rk</sub> = N<sub>u,m</sub> - k · S</b> donde <b>k</b> es una función del tamaño de la muestra, <b>n</b> y el intervalo de confianza deseado.
<b>N<sub>Rd</sub> y V<sub>Rd</sub></b>	Fuerza de diseño de tracción y de corte en el vástago del fijador $N_{Rd} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} \text{ y } V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{\gamma_M}$ donde $\gamma_M$ es un factor de seguridad parcial para la resistencia de la fijación
<b>N<sub>rec</sub> y V<sub>rec</sub></b>	Fuerza de tracción y de corte recomendadas para el vástago del fijador $N_{rec} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_{GLOB}} \text{ y } V_{rec} = \frac{V_{Rk}}{\gamma_{GLOB}}$ donde $\gamma_{GLOB}$ es un factor general de seguridad
<b>M<sub>rec</sub></b>	Momento de utilización recomendado para el vástago del fijador $M_{rec} = \frac{M_{Rk}}{\gamma_{GLOB}}$ donde <b>M<sub>Rk</sub></b> es el momento de Resistencia característico del vástago del fijador y $\gamma_{GLOB}$ es un factor general de seguridad. A menos que se determine lo contrario en las especificaciones del producto, los valores de <b>M<sub>rec</sub></b> en este manual consideran un factor de seguridad de “2” para cargas estáticas.

**Detalles de fijación**

<b>h<sub>ET</sub></b>	Penetración de la punta del fijador debajo de la superficie del material base
<b>h<sub>NVS</sub></b>	Separación de la cabeza del clavo de la superficie en la que se instaló (en el caso de los clavos, la superficie del material fijado; en el caso de pernos roscados, la superficie del material base).
<b>t<sub>l</sub></b>	Espesor del material base
<b>t<sub>f</sub></b>	Espesor del material fijado
<b>Σt<sub>f</sub></b>	Espesor total del material fijado (cuando se fija más de una capa)

**Características del acero y otros metales**

<b>f<sub>y</sub> y f<sub>u</sub></b>	Tensión de fluencia y Resistencia a la tracción máxima de los metales (en N/mm <sup>2</sup> o MPa)
--------------------------------------	--

**Características del concreto y mampostería**

<b>f<sub>c</sub></b>	Resistencia a la compresión del cilindro (150 mm diámetro, 300 mm altura)
<b>f<sub>cc</sub></b>	Resistencia a la compresión del cubo (150 mm longitud de borde)
<b>f<sub>c,100</sub> / f<sub>cc,200</sub></b>	Resistencia a la compresión del cilindro de 100 mm diámetro / cubo con 200 mm longitud de borde

En algunos casos, se utilizan las clasificaciones de los materiales de construcción para describir el rango de aplicación apropiado. Ejemplos de clasificaciones europeas para el concreto son C20/25, C30/35, C50/55.

Las aprobaciones, evaluaciones técnicas y lineamientos de diseño están contenidos en las especificaciones del producto en forma de abreviaturas de los nombres de las instituciones o agencias que los emiten. A continuación se presenta una lista de abreviaturas:

<b>Abreviatura</b>	<b>Nombre de la institución o agencia / descripción</b>	<b>País</b>
<b>FM</b>	Factory Mutual (servicio técnico de los aseguradores)	EE.UU
<b>UL</b>	Underwriters Laboratories (servicio técnico de los aseguradores)	EE.UU
<b>ICC</b>	International Code Council	EE.UU
<b>SDI</b>	Steel Deck Institute (asociación del sector técnico)	EE.UU
<b>CSTB</b>	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (agencia de aprobación)	Francia
<b>DIBt</b>	Deutsche Institute für Bautechnik (agencia de aprobación)	Alemania
<b>SOCOTEC</b>	SOCOTEC (servicio técnico de los aseguradores)	Francia
<b>ÖNORM</b>	Österreichische Norm / Austrian National Standard	Austria
<b>SCI</b>	Steel Construction Institute	Gran Bretaña
<b>ABS</b>	American Bureau of Shipping (asociación de clasificación internacional para estructuras marítimas y de embarcaciones)	
<b>LR</b>	Lloyd's Register (asociación de clasificación internacional para estructuras marítimas y de embarcaciones)	
<b>DNV GL</b>	Det Norske Veritas (asociación de clasificación internacional para la industria marítima y energética)	



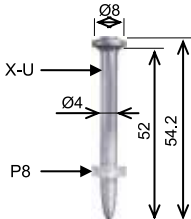
## Denominación de clavos y pernos

## Denominaciones de clavos

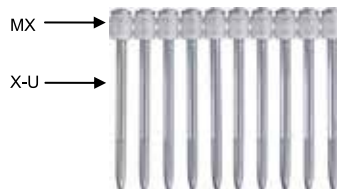
X-C		32	P8 S23 T	
<b>Aplicación:</b>			<b>Tipo de arandela Ø (en mm):</b>	
X-ENP	Clavos para revestimientos y cubiertas		P	Arandela de plástico ej. P8 = arandela de plástico Ø 8
X-ENP2K	Clavos para Cubiertas Diafragma		S	Arandela de acero ej. S36 = arandela de acero Ø36
X-HSN	Clavos para Revestimientos y cubiertas sobre concreto		D	Dos arandelas
NPH	Clavos Universales		L	Dos arandelas abovedadas
X-U	Clavos de alto desempeño para concreto		TH	Bridada
X-P	Clavos para concreto y mampostería silicocalcárea		THQ	Bridada con alta resistencia al corte
X-C	Fijadores para panel de yeso en acero		MX	De ensamblaje para herramienta DX / fijadores compuestos
X-S	Clavos para Herramienta de gas		MXR	Magazín para DX 860-ENP
X-EGN	Clavos Reforzados para concreto y acero		T	Para construcción de túneles
X-GHP	Clavos reforzados para fijación acero sobre acero.		DNH	Clavos DX-Kwik para concreto (pre-perforado)
X-GN	Clavos de acero inoxidable para concreto		X-DKH	Para herramientas a batería, p.ej. BX 3
DS	Clavos de acero inoxidable para concreto, mampostería silicocalcárea y acero. Y acero solamente		B	Para herramientas a gas, p.ej. GX 3
EDS	Clavos de acero inoxidable para concreto, mampostería silicocalcárea y acero. Y acero solamente		G	
X-R	Clavos para encofrado y otros			
X-CR	Clavos DX-Kwik para concreto (pre-perforado)			
X-CT				
DNH				
X-DKH				
			<b>Dimensiones:</b>	
			Longitud en mm (para mayor detalle, consulte las especificaciones del producto).	

## Ejemplos:

## X-U 52 P8

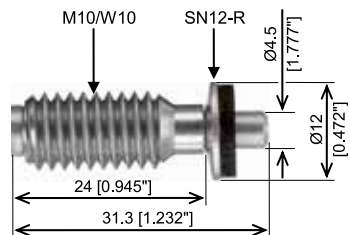


## X-U 52 MX

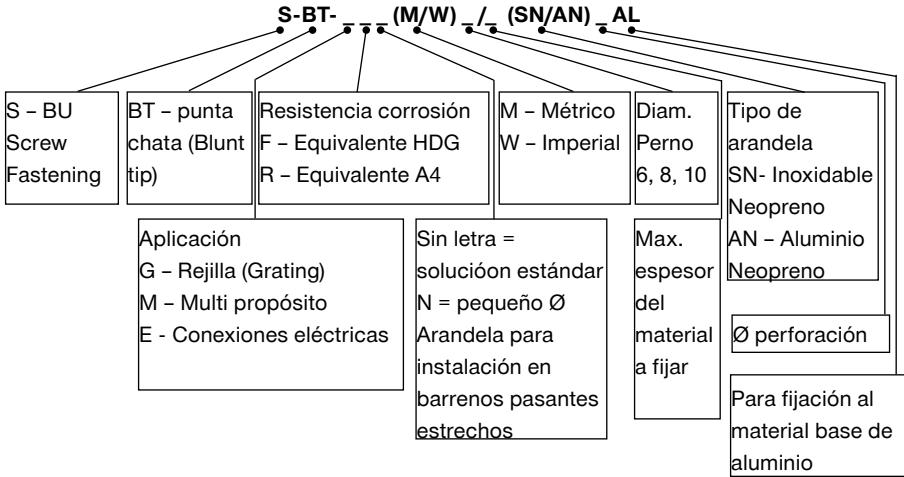


**Denominación de pernos roscados**

X-M6H		10-37	FP8	
<b>Aplicación:</b>			<b>Tipo de arandela Ø (en mm):</b>	
X-M6H X-M8H	Perno roscado DX-Kwik para concreto (pre-perforado)		P	Arandela de plástico ej. P8 = arandela de plástico Ø 8
X-M6 X-W6 X-F7 X-M8 M10 W10	Pernos roscados para concreto		S	Arandela de acero ej. S8 = arandela de acero Ø8
X-EM6H X-EW6H X-EF7H X-EM8H X-EM10H X-EW10H	Pernos roscados para acero		D	Dos arandelas
X-BT	Perno roscado de acero inox		L	Dos arandelas abovedadas
X-CRM X-ST	Pernos roscados acero inoxidable para concreto y acero		F	Camisa guía de plástico
			SN 12-R	Arandela de acero inoxidable para sellado
			MX	De ensamblaje para herramienta DX / fijadores compuestos
			B	Para herramientas a batería, p.ej. BX 3
			G	Para herramientas a gas, p.ej. GX 3
<b>Donde M, W, F se refieren al tipo de rosca:</b>			<b>Dimensiones:</b>	
M	Métrica		Longitud de rosca y longitud de vástago en mm.	
W	Whitworth			
F	Francesa			

**Ejemplos:**
**X-BT W10-24-6 SN 12-R**
**X-BT M10-24-6 SN 12-R**


**Descripción del nombre de X-BT, X-ST, S-BT**



\*) Los pernos roscados de acero inoxidable X-ST-GR también se pueden usar para aplicaciones multiuso.





Parte 2:

## Herramientas y equipo



## Herramienta DX 460 accionada a pólvora de uso general

### DX 460-MX



#### Fijador:

X-P \_\_ MX  
 X-U \_\_ MX  
 X-C \_\_ MX  
 X-CT \_\_ MX  
 X-ET\_MX  
 X-ECT\_MX  
 X-EKS\_MX  
 X-FB\_MX  
 X-HS\_MX  
 X-CC\_MX  
 X-HS-W\_MX  
 X-EKB\_MX

#### Pistón:

X-5-460-P8  
 X-5-460-P8W

#### Cartuchos:

6.8/11M - Negro, rojo, amarillo, verde

### DX 460-F8



#### Fijador:

X-P \_\_ P8  
 X-U \_\_ P8 / P8 TH  
 DNH 37 P8S15  
 X-DKH 48 P8 S15  
 X-C \_\_ P8  
 X-CR \_\_ P8 / P8S12  
 X-CR M8  
 X-CT \_\_ P8  
 X-ET\_MX  
 X-FS, X-SW  
 X-FB  
 X-EM6H/EW6H-\_\_-\_\_ FP8  
 X-EF7H-\_\_-\_\_ FP8  
 X-M6/W6-\_\_-\_\_ FP8  
 X-F7-\_\_-\_\_ FP8  
 X-EM8H-\_\_-\_\_ P8  
 X-M8-\_\_-\_\_ P8  
 X-HS, X-CC  
 X-HS-W P8

#### Pistón:

X-5-460-P8  
 X-5-460-P8W  
 para fijar madera

#### Cartuchos:

6.8/11M - Negro, rojo, amarillo, verde

**Método DX-Kwik:**

Pre-perforar el concreto

**Fijador:**

- X-M6H-\_\_-37 FP8
- X-M8H-\_\_-37 P8
- X-CRM8-\_\_-42 FP8

**Pistón:**

X-5-460-P Kwik

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8N15  
Guía del fijador con acceso reducido (Ø15.2 x 53.2 mm)



**Fijador:**

- X-P \_\_ F8
- X-C
- X-CR \_\_P8
- X-CRM \_\_P8
- X-ST-GR M8 P8

**Pistón:**

X-5-460-P8

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8N10  
Guía del fijador con acceso reducido (bxdxL 10.4x25.9X50 mm)



**Fijador:**

- X-P \_\_ F8
- X-U
- X-C
- X-CR \_\_P8
- X-CRM \_\_P8

**Pistón:**

X-5-460-P8

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8GR  
Guía del fijador para rejilla



**Fijador:**

- X-GR
- X-PGR-RU
- X-ST-\_\_ M8 P8
- X-EM8H

**Pistón:**

X-5-460-PGR

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8S12  
Guía del fijador S12



**Fijador:**

X-U \_\_ S12

**Pistón:**

X-5-460-P8

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8SS  
Guía para prevenir  
quiebre de concreto  
8 mm

**Fijador:**

X-M6-\_\_-\_\_ FP8  
X-W6-\_\_-\_\_ FP8  
X-F7-\_\_-\_\_ FP8  
X-M8-\_\_-\_\_ FP8

**Pistón:**

X-5-460-P8

**Guía del fijador:**

X-5-460-F10

**Fijador:**

M10 (posible)

**Pistón:**

X-5-460-P10

**Guía del fijador:**

X-5-460-F10SS  
Guía para prevenir  
quiebre de concreto  
10 mm

**Fijador:**

M10 (posible)

**Pistón:**

X-5-460-P10

**Guía del fijador:**

X-5-460-FIE-XL

**Fijador:**

X-IE  
Fijador de aislamiento

**Pistón:**

X-5-460-PIE-XL

**DX 460-SM**



**Fijador:**

X-EDNK22-THQ12M

X-EDN19-THQ12M

X-HSN 24

**Pistón:**

X-5-460-PSM

**Cartuchos:**

6.8/11M - Negro, rojo,  
amarillo

## Herramienta DX 5 accionada a pólvora de uso general habilitada digitalmente

con indicador de servicio y conectividad Bluetooth™ incorporada a la aplicación Hilti Connect

### DX 5 MX



#### Fijador:

X-P \_\_ MX  
 X-U \_\_ MX  
 X-C \_\_ MX  
 X-CT \_\_ MX  
 X-ET\_MX  
 X-ECT\_MX  
 X-EKS\_MX  
 X-FB\_MX  
 X-HS\_MX  
 X-CC\_MX  
 X-HS-W\_MX  
 X-EKB\_MX

#### Pistón:

X-5-460-P8  
 X-5-460-P8W

#### Cartuchos:

6.8/11M - Negro, rojo, amarillo, verde

### DX 5 F8



#### Fijador:

X-P \_\_ P8  
 X-U \_\_ P8 / P8 TH  
 DNH 37 P8S15  
 X-DKH 48 P8 S15  
 X-C \_\_ P8  
 X-CR \_\_ P8 / P8S12  
 X-CR M8  
 X-R \_\_ M8  
 X-ST-GR M8 \_\_ P8  
 X-CT \_\_ P8  
 X-ET\_MX

X-FS, X-SW  
 X-FB  
 X-EM6H/EW6H-\_\_-\_\_ FP8  
 X-EF7H-\_\_-\_\_ FP8  
 X-M6/W6-\_\_-\_\_ FP8  
 X-F7-\_\_-\_\_ FP8  
 X-EM8H-\_\_-\_\_ P8  
 X-M8-\_\_-\_\_ P8  
 X-HS, X-CC  
 X-HS-W P8  
 X-5-460-P8

#### Pistón:

X-5-460-P8W  
 para fijar madera

#### Cartuchos:

6.8/11M - Negro, rojo, amarillo, verde

**Método DX-Kwik:**

Pre-perforar el concreto

**Fijador:**

X-M6H-\_\_-37 FP8  
 X-M8H-\_\_-37 P8  
 X-CRM8-\_\_-42 FP8

**Pistón:**

X-5-460-P Kwik

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8N15  
 Guía del fijador con  
 acceso reducido  
 (Ø15.2 x 53.2 mm)



**Fijador:**

X-P \_\_ F8  
 X-C  
 X-CR \_\_P8  
 X-CRM \_\_P8  
 X-ST-GR M8 P8

**Pistón:**

X-5-460-P8

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8N10  
 Guía del fijador con  
 acceso reducido  
 (bxdxL 10.4x25.9X50 mm)



**Fijador:**

X-P \_\_ F8  
 X-U  
 X-C  
 X-CR \_\_P8  
 X-CRM \_\_P8

**Pistón:**

X-5-460-P8

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8GR  
 Guía del fijador para rejilla



**Fijador:**

X-GR  
 X-PGR-RU  
 X-ST-\_\_ M8 P8  
 X-EM8H

**Pistón:**

X-5-460-PGR

**Guía del fijador:**

X-5-460-F8S12  
 Guía del fijador S12



**Fijador:**

X-U \_\_ S12

**Pistón:**

X-5-460-P8



**Guía del fijador:**

X-5-460-F8SS  
Guía para prevenir  
quiebre de concreto  
8 mm

**Fijador:**

X-M6-\_\_\_-\_\_\_ FP8  
X-W6-\_\_\_-\_\_\_ FP8  
X-F7-\_\_\_-\_\_\_ FP8  
X-M8-\_\_\_-\_\_\_ FP8

**Pistón:**

X-5-460-P8

**Guía del fijador:**

X-5-460-F10

**Fijador:**

M10 (posible)

**Pistón:**

X-5-460-P10

**Guía del fijador:**

X-5-460-F10SS  
Guía para prevenir  
quiebre de concreto  
10 mm

**Fijador:**

M10 (posible)

**Pistón:**

X-5-460-P10

**Guía del fijador:**

X-5-460-FIE-XL

**Fijador:**

X-IE  
Fijador de aislamiento

**Pistón:**

X-5-460-PIE-XL

**DX 5 IE**



**Fijador:**

X-IE  
Fijador de aislamiento

**Pistón:**

X-5-460-PIE-XL

**Cartuchos:**

6.8/11M - Rojo, amarillo, verde

**DX 5 GR**



**Fijador:**

X-GR  
X-PGR-RU  
X-EM 8H

**Pistón:**

X-5-460-PGR

**Cartuchos:**

6.8/11M - Negro, rojo

**DX 5 SM**



**Fijador:**

X-EDNK22-THQ12M  
X-EDN19-THQ12M  
X-HSN 24

**Pistón:**

X-5-460-PSM

**Cartuchos:**

6.8/11M - Negro, rojo, amarillo

**DX 5 F10**



**Fijador:**

DS \_\_ P10  
X-EM8H-15-12 FP10  
X-EM10H-24-12 FP10

**Pistón:**

X-5-460-P10

**Cartuchos:**

6.8/11M - Negro, rojo, amarillo, verde

## Herramienta DX 351 ligera actuada en pólvora para acabados interiores y aplicaciones mecánicas y eléctricas

### Herramienta DX351 para acabados interiores con X-MX27



#### Fijador:

X-P \_\_ MX  
 X-U \_\_ MX  
 X-C \_\_ MX  
 X-S 13 MX

#### Pistón:

X-P 8S-351

#### Cartuchos:

6.8/11M - Rojo, amarillo, verde, blanco

### DX 351-F8



#### Fijador:

X-P \_\_ F8  
 X-C \_\_ P8/TH/THP  
 X-U 15 P8TH  
 X-CC-U\_\_ P8S 13 MX  
 X-HS \_\_-U \_\_ P8S15

#### Cartuchos:

6.8/11M - Rojo, amarillo, verde, blanco

#### Guía del fijador:

X-FG 8L-351  
 Guía del fijador con acceso reducido



#### Pistón:

X-P 8L-351

#### Guía del fijador:

X-FG 8ME-351  
 Guía estándar



#### Pistón:

X-P 8S-351

### DX 351-BT



#### Fijador:

X-BT M10-24-6 SN 12-R  
 X-BT M10-24-6-R  
 X-BT W10-24-6 SN 12-R  
 X-BT W10-24-6-R  
 X-BT M6-24-6 SN 12-R  
 X-BT W6-24-6 SN 12-R  
 X-BT-ET M10/3 SN4  
 X-BT-ET W10/3 SN4  
 X-BT-ET M8/7 SN4  
 X-BT-ET M6/7 SN4  
 X-BT-ET W6/7 SN4  
 X-BT-MF M/W10

#### Pistón:

X-351 BT P 1024

#### Guía del fijador:

BT FG M1024 (M10)  
 BT FG W1024 (W10)  
 Dimensiones de la guía  
 bxdxL = 17.5X22X29.5 mm

#### Cartuchos:

6.8/11M - De alta  
 precisión - marrón

### DX 351-BTG Grating



#### Fijador:

X-BT M8-15-6 SN 12-R  
 X-BT M8-15-6-R

#### Pistón:

X-351 BT P G

#### Guía del fijador:

X-351 BT FG G (M8)  
 Dimensiones de la guía  
 bxdxL = 17.5X22X56 mm

#### Cartuchos:

6.8/11M - De alta  
 precisión - marrón

## Herramienta DX 2 accionada por polvo de uso general semiautomática

### DX 2



#### Fijador:

X-P  
X-U  
X-C  
X-CR  
X-CT  
X-M6/W6/F7/M8  
X-FS  
X-SW  
X-FB  
X-DKH  
DNH  
X-M6H, X-M8H  
X-HS  
X-CC  
X-CRM

#### Cartuchos:

6.8/11M - Rojo, amarillo,  
verde

## DX 76 PTR

### DX 76 PTR MX 76-PTR (cubiertas y revestimientos) con barrilete MX



**Fijador:**  
X-ENP19 L15 MX

**Pistón:**  
X-76-P-ENP-PTR

**Freno del pistón**  
X-76-PB-PTR

**Cartuchos:**  
6.8/18M - Negro, rojo,  
azul

**Fijador:**  
X-ENP2K-20 L15 MX

**Pistón:**  
X-76-P-ENP2K-PTR

**Freno del pistón**  
X-76-PB-PTR

**Cartuchos:**  
6.8/18M - Negro, rojo,  
azul

### DX 76 PTR (Revestimientos y cubiertas)



**Fijador:**  
X-ENP19 L15

**Pistón:**  
X-76-P-ENP-PTR

**Guía del fijador**  
X-76-F-15-PTR

**Freno del pistón**  
X-76-PB-PTR



**Cartuchos:**  
6.8/18M - Negro, rojo,  
azul

**Fijador:**  
X-ENP2K-20 L15 MX

**Pistón:**  
X-76-P-ENP2K-PTR

**Guía del fijador**  
X-76-F-15-PTR

**Freno del pistón**  
X-76-PB-PTR



**Cartuchos:**  
6.8/18M - Negro, rojo,  
azul

**DX 76 PTR (Revestimientos y cubiertas sobre concreto – DX-Kwik)****Fijador:**

NPH2-42 L15

**Pistón:**

X-76-P-Kwik-PTR

**Guía del fijador**

X-76-F-Kwik-PTR

**Freno del pistón**

X-76-PB-PTR

**Cartuchos:**

6.8/18M - Azul, amarillo

**DX 76 PTR (conectores de corte X-HVB)****Fijador:**

X-ENP-21 HVB

**Pistón:**

X-76-P-HVB-PTR

**Conector:**

Connectore de corte X-HVB

**Freno del pistón**

X-76-PB-PTR

**Guía del fijador**

X-76-F-HVB-PTR

**Cartuchos:**

6.8/18M - Negro, rojo



**DX 76 PTR (Rejillas y láminas estriadas)**



**Fijador para rejilla:**

X-CRM8-15-12 P8  
 X-EM8H P8  
 X-ST-GR M8 P8

**Fijador para plancha  
 diamantada:**

X-CRM8-15-12 P8  
 X-CRM8-9-12 P8

**Guía del fijador**

X-76-F-8-GR-PTR  
 (Δ 19 mm ∞ 58 mm)



**Pistón:**

X-76-P-8-GR-PTR

**Freno del pistón**

X-76-PB-PTR

**Cartuchos:**

6.8/18M - Azul, amarillo  
 Para X-GR y X-GRRU,  
 Rojo, azul, amarillo

**DX 76 PTR (Trabajos pesados)**



**Fijador para rejilla:**

EDS19 – 22 P10  
 X-EM10H-24-12 P10  
 X-EM8H-15-12 FP10  
 X-CRM8-15-12 FP10  
 X-CRM8-9-12 FP10  
 DS27-37 P10

**Guía del fijador**

X-76-F-10-PTR  
 (Δ 19 mm ∞ 58 mm)



**Pistón:**

X-76-P-10-PTR

**Freno del pistón**

X-76-PB-PTR

**Cartuchos:**

6.8/18M - Negro, Rojo,  
 Azul



**DX 76****DX 76 MX (Revestimientos y cubiertas) con barrilete****Fijador:**

X-ENP19 L15 MX

**Pistón:**

X-76-P-ENP

**Cartuchos:**6.8/18M - Negro, rojo,  
azul**Fijador:**

X-ENP2K-20 L15 MX

**Pistón:**

X-76-P-ENP2K

**Cartuchos:**6.8/18M - Negro, rojo,  
azul**DX 76 F15 (Revestimientos y cubiertas con fijador único)****Fijador:**

X-ENP19 L15

**Pistón:**

X-76-P-ENP

**Cartuchos:**6.8/18M - Negro, rojo,  
azul**Fijador:**

X-ENP2K-20 L15 MX

**Pistón:**

X-76-P-ENP2K

**Cartuchos:**6.8/18M - Negro, rojo,  
azul

**DX 76 F15 (Revestimientos y cubiertas sobre concreto – DX-Kwik)**



**Fijador:**

NPH2-42 L15

**Pistón:**

X-76-P-Kwik

**Guía del fijador:**

X-76-F-Kwik

**Cartuchos:**

6.8/18M - Azul, amarillo



**DX 76 F15 (conectores de corte X-HVB)**



**Fijador:**

X-ENP-21-HVB

**Pistón:**

X-76-P-HVB

**Conector:**

Conectores de corte  
X-HVB

**Cartuchos:**

6.8/18M - Negro, rojo

**Guía del fijador:**

X-76-F-HVB



**DX 76 F15 (Rejillas y láminas estriadas)****Fijador para rejilla:**

X-CRM8-15-12 FP10  
EM8-15-14 FP10

**Fijador para plancha  
diamantada:**

X-CRM8-15-12 FP10  
X-CRM8-9-12 FP10

**Guía del fijador**

X-76-F-10

**Pistón:**

X-76-P-GR

**Cartuchos:**

6.8/18M - Negro, rojo,  
azul, amarillo

**DX 76 F15 (Trabajos pesados)****Fijador (para clavo):**

EDS 19-27 P10

**Fijador (para perno):**

X-EM10-24-14 P10

**Guía del fijador**

X-76-F-10

**Pistón (para clavo):**

X-76-P-10

**Pistón (para perno):**

X-76-P-GR

**Cartuchos:**

6.8/18M - Negro, rojo,  
azul, amarillo



## Herramienta DX-860 para Instalación de Cubiertas

### DX 860-ENP

**Fijador:**

X-ENP-19 L15 MXR

**Pistón:**

X-76-P-ENP

**Cartuchos:**

6.8/11M40 - Negro, rojo, azul

### DX 860-HSN

**Fijador:**

X-EDNK22-THQ12M

X-EDN19-THQ12M

X-HSN 24

**Pistón:**

X-860-P10

**Cartuchos:**

6.8/11M40 - Negro, rojo, amarillo

## Cartuchos

### Cartuchos 6.8/11M10 y 6.8/11M401 (calibre .27 corto)



Color de código*	Nivel de Potencia**	Herramientas de fijación:			
		DX 36, DX 2	DX 460	DX 351	DX 860-HSN <sup>1</sup>
Alta precisión marrón	2 [2]	no	no	4	no
blanco [marrón]	2 [2]	no	no	4	no
verde	3 [3]	4	4	4	no
amarillo	4 [4]	4	4	4	4
rojo	6 [5]	4	4	4	no
negro [purpura]	7 [6]	no	4	no	4

### Cartuchos 6.8/18M10 (calibre .27 largo)



Color de código*	Nivel de Potencia**	Herramientas de fijación:
		DX 76 / DX 76-PTR
verde	3	4
amarillo	4	4
azul	5 [4.5]	4
rojo	6 [5]	4
negro [purpura]	7 [6]	4

### Cartuchos 6.8/18M40 (calibre .27 largo)



Color de código*	Nivel de Potencia**	Herramientas de fijación:
		DX 860-ENP
azul	5 [4.5]	4
rojo	6 [5]	4
negro [purpura]	7 [6]	4

### Cartuchos 5.6/16ND (calibre .22NC)

Color de código*	Nivel de Potencia**	Herramientas de fijación:
		DX-E 72
[gris]	[1]	4
blanco [marrón]	2	4
verde	3	4
amarillo	4	4
rojo	6	4

### Cartuchos 6.8/18 (calibre .27 largo)

Color de código*	Nivel de Potencia**	Herramientas de fijación:
		DX-E 72
verde	3	4
amarillo	4	4
rojo	5	4
negro [purpura]	7 [6]	4

\* Código de color conforme a DIN 726; código conforme a PATMI (EE.UU. y Canadá) entre corchetes (p. ej., [purpura])

\*\* Niveles de potencia según se utilizan en las presentaciones de productos Hilti. El número sin corchetes hace referencia al nivel utilizado en Europa; el número entre corchetes (p. ej., [6]) hace referencia a la clasificación de PATMI y al uso en EE.UU. y Canadá.

## GX 120 Herramienta a gas para acabados interiores y GX 120-ME para aplicaciones eléctricas

### GX 120



#### Fijador:

X-EGN 14 MX  
X-GHP 16 MX  
X-GHP 18MX  
X-GHP 20 MX  
X-GHP 24 MX  
X-GN 20 MX  
X-GN 27 MX  
X-GN 32 MX  
X-GN 39 MX

#### Energía:

GC 20, GC 21 Y GC 22



### GX 120-ME



#### Fijador:

X-EGN 14 MX  
X-GHP 16 MX  
X-GHP 18MX  
X-GHP 20 MX  
X-GHP 24 MX  
X-GN 20 MX  
X-GN 27 MX  
X-GN 32 MX  
X-GN 39 MX  
X-EHS MX  
X-ECC MX  
X-HS-W MX  
X-EKB MX  
X-FB MX  
X-DFB MX  
X-ECT MX  
X-ET MX  
X-EKS MX  
X-EMTSC  
X-G M6/W6  
X-UCT MX

#### Energía:

GC 20, GC 21 Y GC 22



## GX 3 Herramienta a Gas

### GX 3 para aplicaciones de acabado interior y construcción

**Fijador:**

X-S 14 G3 MX  
X-P 17 G3 MX  
X-P 20 G3 MX  
X-P 24 G3 MX  
X-C 20 G3 MX  
X-C 27 G3 MX  
X-C 32 G3 MX  
X-C 39 G3 MX  
X-M6-7-14 G3 P7  
X-M6-7-24 G3 P7  
X-W6-12-20 G3 P7  
X-W6-12-14 G3 P7

**Energía:**

GC 42 para resto do mundo  
GC 41 para Norteamérica  
GC 40 para Japón



### GX 3-ME para aplicaciones mecánicas y eléctricas

**Fijador:**

X-S 14 G3 MX  
X-P 17 G3 MX  
X-P 20 G3 MX  
X-P 24 G3 MX  
X-C 20 G3 MX  
X-C 27 G3 MX  
X-C 32 G3 MX  
X-C 39 G3 MX  
X-M6-7-14 G3 P7  
X-M6-7-24 G3 P7  
X-W6-12-20 G3 P7  
X-W6-12-14 G3 P7

**Energía:**

GC 42 para resto do mundo  
GC 41 para Norteamérica  
GC 40 para Japón



## Lata de gas

La siguiente tabla proporciona una descripción general de las latas de gas Hilti principales y sus características.

Modelo	Número de fijaciones por lata	Rango de temperatura		Indicador de combustible	Para ser utilizada con
GC 21	750	-5°C a +50°C		Si	GX 120
GC 22	750	-10°C a +50°C		Si	GX 120
GC 32	1000	-10°C a +50°C		No	GX 90
GC 42	1200	-10°C a +50°C		Si	GX 3

Nota: Los modelos vendidos en Norteamérica y Japón tienen características ligeramente diferentes.



## BX 3 Herramienta accionada por batería

### BX 3-IF para aplicaciones de acabado interior y construcción


**Fijador:**

X-S 14 B3 MX  
 X-P 17 B3 MX  
 X-P 20 B3 MX  
 X-P 24 B3 MX  
 X-C 20 B3 MX  
 X-C 27 B3 MX  
 X-C 32 B3 MX  
 X-C 39 B3 MX  
 X-M6-7-14 B3 P7  
 X-M6-7-24 B3 P7  
 X-W6-12-20 B3 P7  
 X-W6-12-14 B3 P7

**Energía:**

Batería

### BX 3-ME para aplicaciones mecánicas y eléctricas


**Fijador:**

X-S 14 B3 MX  
 X-P 17 B3 MX  
 X-P 20 B3 MX  
 X-P 24 B3 MX  
 X-C 20 B3 MX  
 X-C 27 B3 MX  
 X-C 32 B3 MX  
 X-C 39 B3 MX  
 X-M6-7-14 B3 P7  
 X-M6-7-24 B3 P7  
 X-W6-12-20 B3 P7  
 X-W6-12-14 B3 P7  
 X-EHS MX  
 X-ECC MX  
 X-HS-W MX  
 X-EKB MX

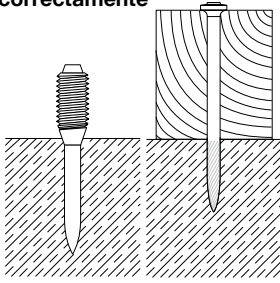

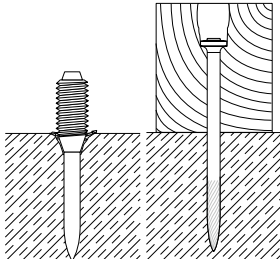
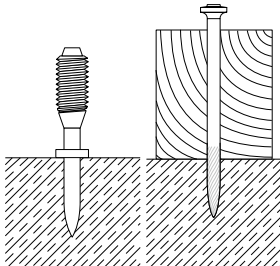
X-FB MX  
 X-DFB MX  
 X-ECT MX  
 X-ET MX  
 X-EKS MX  
 X-EMTSC MX  
 X-UCT MX  
 X-DHS MX  
 X-ECH FE MX  
 X-EKB FE MX  
 X-SW MX

**Energía:**

Batería

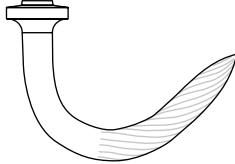
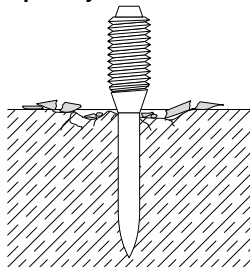
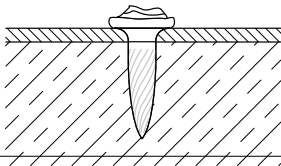
## Consejos para usuarios (“Trouble Shooting”)

### Fijaciones DX en concreto


Falla	Causa	Posibles medidas correctivas
<p><b>Fijador instalado correctamente</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El fijador es del largo adecuado *)</li> <li>• Se utilizó cartucho adecuado</li> <li>• Se utilizó potencia adecuada</li> </ul>	
<p><b>La penetración del fijador es muy profunda</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El fijador es muy corto *)</li> <li>• Se utilizó demasiada potencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice un fijador más largo</li> <li>• Reduzca la potencia</li> <li>• Utilice un cartucho más ligero</li> </ul>
<p><b>El fijador no penetra lo suficiente</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El fijador es muy largo *)</li> <li>• Se utilizó muy poca potencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice un fijador más corto</li> <li>• Incremente la potencia</li> <li>• Utilice un cartucho más pesado</li> </ul>

**\*) Regla general:** A mayor resistencia a la compresión en el concreto, más corto debe ser el fijador.  
**Longitud adecuada (mm):**  $L_s = 22 + t_1$  (compare con la sección de productos del “Manual de Tecnología de Fijación”)

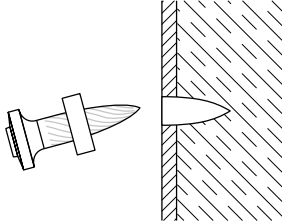
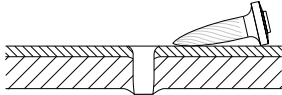
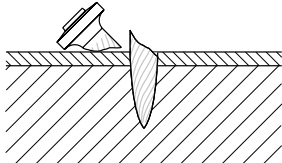
**Fijaciones DX en concreto**

Falla	Causa	Posibles medidas correctivas
<p><b>El clavo se dobla</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregados duros y/o grandes en el concreto</li> <li>• Barras corrugadas muy cerca de la superficie de concreto</li> <li>• Superficie dura (acero)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice un clavo más corto</li> <li>• Utilice DX-Kwik (perforación previa)</li> <li>• Utilice un clavo con vástago escalonado X-U 15</li> <li>• Cambie el cartucho</li> </ul>
<p><b>El material base se resquebraja</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto de alta resistencia</li> <li>• Agregados duros y/o grandes en el concreto</li> <li>• Concreto antiguo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perno a usar: Utilice un perno anti-resquebrajamiento X-460-F8SS / -F10SS</li> <li>• Clavo a utilizar: Use un clavo más corto, Use DX-Kwik (perforación previa), Use X-U 15 (para concreto preformado de alta resistencia)</li> </ul>
<p><b>La cabeza del clavo está dañada</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utilizó demasiada potencia</li> <li>• Se utilizó pistón incorrecto</li> <li>• Pistón dañado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzca la potencia</li> <li>• Utilice un cartucho más ligero</li> <li>• Verifique la combinación clavo-pistón</li> <li>• Cambie el pistón</li> </ul>

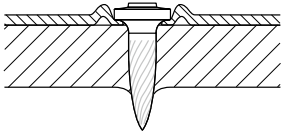
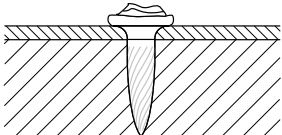
**Utilizar el pistón incorrecto puede provocar todas estas fallas: ¡utilice la combinación correcta de clavo-pistón!**

Fijador	Pistón	Cabeza del pistón
X-U, X-C	Use pistón X-460-P8	


## Sujecciones DX en acero

Falla	Causa	Posibles medidas correctivas
<p><b>El clavo no penetra la superficie</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utilizó muy poca potencia</li> <li>• Se excedió el límite de aplicación (superficie muy dura)</li> <li>• Sistema inadecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice una potencia mayor o un cartucho más pesado</li> <li>• Clavo corto a utilizar: Use X-U 15</li> <li>• Utilice una guía de fijador/ principio de co-actuación</li> <li>• Utilice un sistema más pesado como DX 76 PTR</li> </ul>
<p><b>El clavo no se sostiene en el material base</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utilizó una potencia de instalación excesiva en un acero delgado como material base (3 mm de acero)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice una potencia o un cartucho diferente</li> <li>• Utilice X-ENP2K o X-EDNK22 THQ para fijar la lámina metálica</li> </ul>
<p><b>El clavo se rompe</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utilizó muy poca potencia</li> <li>• Se excedió el límite de aplicación (superficie muy dura)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilice una potencia mayor o un cartucho más pesado</li> <li>• Utilice un clavo más corto</li> <li>• Utilice X-ENP19</li> <li>• Utilice un clavo más resistente (X-...-H)</li> <li>• Utilice un clavo con vástago escalonado X-U 15</li> </ul>

## Sujeciones DX en acero

Falla	Causa	Posibles medidas correctivas
<p><b>La cabeza del clavo penetra a través del material a fijar (lámina metálica)</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utilizó demasiada potencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzca la potencia</li> <li>Utilice un cartucho más ligero</li> <li>Utilice clavo bridado</li> <li>Utilice un clavo con arandela p.ej., X-U...S12</li> </ul>
<p><b>La cabeza del clavo está dañada</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utilizó demasiada potencia</li> <li>Se utilizó pistón incorrecto</li> <li>Se utilizó pistón gastado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzca la potencia</li> <li>Utilice un cartucho más ligero</li> <li>Verifique la combinación clavo-pistón</li> <li>Cambie el pistón</li> </ul>

**Utilizar el pistón incorrecto puede provocar todas estas fallas: ¡utilice la combinación correcta de clavo-pistón!**

Fijador	Pistón	Cabeza del pistón
X-U, X-C	Use pistón X-460-P8	





Parte 3:

## Fijadores

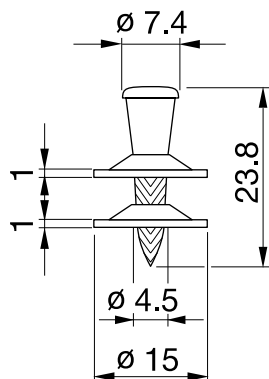




# X- ENP Clavo para instalación de revestimientos y cubiertas

## Especificaciones del producto

### Dimensiones



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón: HRC 58

Revestimiento de zinc: 8–16  $\mu\text{m}$

#### Herramientas de fijación recomendadas

Clavo sencillo:  
 DX 76 F15, X-ENP-19 L15  
 DX 76 PTR con  
 X-76-F15-PTR guía del fijador

Clavos de magazín:  
 DX 76 MX X-ENP-19 L15 MX,  
 DX 76 PTR barrilete blanco  
 DX 860-ENP X-ENP-19 L15 MXR,  
 barrilete gris

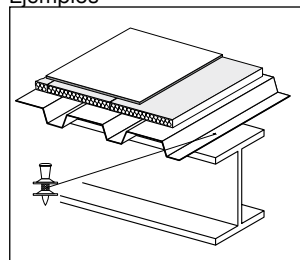
Para más detalles, consulte la sección **Herramientas y equipo**.

#### Aprobaciones

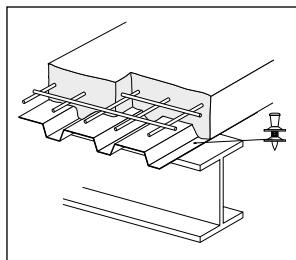
ETA-04/0101 (Hilti-DX-DoP001), UL R13203, FM 3021719, ICC ESR-2197, ESR-2776 (EE.UU.), MLIT (Japón), ABS, LR 97/00077

## Aplicaciones

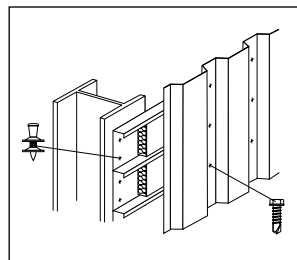
### Ejemplos



Cubiertas para techo



Cubiertas para piso



Revestimiento de muros

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para aplicaciones en espacios exteriores, éstas pueden asegurarse utilizando tapones de sellado SDK 2. Durante la construcción, la exposición a las condiciones exteriores no debe exceder los 6 meses. Se recomienda la fijación de láminas de aluminio solo en espacios interiores.

### Información de carga

#### Cargas características – lámina de acero

Espesor de la lámina $t_l$ [mm]	Perfil trapezoidal (carga simétrica)		Lámina metálica <sup>1)</sup> (carga asimétrica)	
	Resistencia característica según ETA-04/0101		Resistencia característica según ETA-04/0101	
nominal	Corte $V_{Rk}$ [kN]	Tensión $N_{Rk}$ [kN]	Corte $V_{Rk}$ [kN]	Tensión $N_{Rk}$ [kN]
0.75	4.70	6.30	3.30	4.40
0.88	5.40	7.20	3.80	5.00
1.00	6.00	8.00	4.20	5.60
1.13	7.00	8.40	4.90	5.90
1.25	8.00	8.80	5.60	6.20
1.50	8.60	8.80	6.00	6.20
1.75	8.60	8.80	6.00	6.20
2.00	8.60	8.80	6.00	6.20
2.50	8.60	8.80	6.00	6.20

- $N_{Rk}$  y  $V_{Rk}$  son válidos para láminas de aluminio con una resistencia a la tracción mínima  $\geq 360$  N/mm<sup>2</sup> ( $\geq$  S280 EN 10346).
  - Para espesores de lámina intermedios, utilice la carga recomendada para el espesor anterior, o utilice interpolación lineal
- 1) La reducción de carga requerida se considera conforme a EN 1993-1-3: 2006, sección 8.3 (7) y fig. 8.2. Consulte también las reglas de construcción para espaciados y distancias al borde.

#### Cargas recomendadas – lámina de acero

Espesor de la lámina $t_l$ [mm]	Perfil trapezoidal (carga simétrica)		Lámina metálica <sup>1)</sup> (carga asimétrica)	
	Cargas recomendadas		Cargas recomendadas	
nominal	Corte $V_{Rec}$ [kN]	Tensión $N_{Rec}$ [kN]	Corte $V_{Rec}$ [kN]	Tensión $N_{Rec}$ [kN]
0.75	2.50	3.35	1.75	2.35
0.88	2.90	3.85	2.00	2.70
1.00	3.20	4.25	2.25	3.00
1.13	3.75	4.50	2.65	3.15
1.25	4.25	4.70	3.00	3.30
1.50	4.60	4.70	3.20	3.30
1.75	4.60	4.70	3.20	3.30
2.00	4.60	4.70	3.20	3.30
2.50	4.60	4.70	3.20	3.30

- $N_{Rec}$  y  $V_{Rec}$  son válidos para láminas de aluminio con una resistencia a la tracción mínima  $\geq 360$  N/mm<sup>2</sup> ( $\geq$  S280 EN 10346).
  - Para espesores de lámina intermedios, utilice la carga recomendada para el espesor anterior, o utilice interpolación lineal
  - Las cargas recomendadas  $N_{Rec}$  y  $V_{Rec}$  son apropiadas para un diseño de carga de viento según el Eurocode 1 con un factor de seguridad parcial de  $\gamma_M = 1.5$  para la carga de viento y un factor de resistencia parcial de  $\gamma_M = 1.25$  para la fijación.
- 1) La reducción de carga requerida se considera conforme a EN 1993-1-3: 2006, sección 8.3 (7) y fig. 8.2. Consulte también las reglas de construcción para espaciados y distancias al borde.

**Cargas recomendadas – lámina de aluminio<sup>1)</sup> con  $f_u \geq 210 \text{ N/mm}^2$** 

Perfil trapezoidal (carga simétrica)

Espesor $t_f$ [mm]	Corte $V_{Rec}$ [kN]	Tensión $N_{Rec}$ [kN]
0.60	0.75	0.35
0.70	0.90	0.50
0.80	1.00	0.65
0.90	1.20	0.80
1.00	1.30	0.95
1.20	1.55	1.30
1.50	1.85	1.45
2.00	2.55	1.90

1) Recomendado solo para uso en espacios interiores. Deben considerarse aspectos como las fuerzas de restricción y la corrosión.

- Para espesores de lámina intermedios, utilice la carga recomendada para el espesor anterior.
- Las cargas recomendadas  $N_{rec}$  y  $V_{rec}$  son apropiadas para un diseño de carga de viento según el Eurocode 1 con un factor de seguridad parcial de  $\gamma_F = 1.5$  para la carga de viento y un factor de resistencia parcial de  $\gamma_M = 1.25$  para la fijación.

**Cargas recomendadas – otras aplicaciones**

Corte $V_{Rec}$ [kN]	Tensión $N_{Rec}$ [kN]
4.6	2.4

- Partes fijadas: clips, soportes, etc.; partes de acero grueso ( $t_{l,max} = 2.5 \text{ mm}$ ).
- Debe existir redundancia (fijaciones múltiples).
- Debe considerarse la posibilidad de que existan efectos de separación.
- En estos valores de  $N_{rec}$ ,  $V_{rec}$ , no se considera la falla de la parte fijada.
- Válido para cargas predominantemente estáticas.
- El factor de seguridad global es de  $\geq 2$  basado en un valor fráctil del 5%

**Diseño**

Dependiendo del concepto de verificación, los criterios de diseño correspondientes son los siguientes:

Concepto de carga de trabajo	Concepto de seguridad parcial
Cargas de tensión $N_{Sk} \leq N_{rec}$	$N_{Sd} \leq N_{Rd}$
Cargas de corte $V_{Sk} \leq V_{rec}$	$V_{Sd} \leq V_{Rd}$

**Interacción N-V**

Para fuerzas de tensión y de corte combinadas sobre el fijador, debe utilizarse una función lineal.

$$\left( \frac{V_{Sk}}{V_{rec}} \right) + \left( \frac{N_{Sk}}{N_{rec}} \right) \leq 1$$

con:

$V_{Sk}$ ,  $N_{Sk}$  carga actuante característica no factorizada en la fijación

$V_{rec}$ ,  $N_{rec}$  carga recomendada (permitida) con  $\gamma_{LOB} = 1.875$

$$\left( \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \right) + \left( \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \right) \leq 1$$

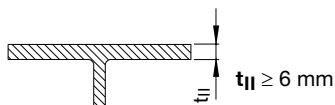
con:

$V_{Sd}$ ,  $N_{Sd}$  Carga de diseño con  $\gamma_F = 1.5$   
 $V_{Rd}$ ,  $N_{Rd}$  Resistencia de diseño de la fijación con  $\gamma_M = 1.25$   
 $= V_{Rk} / 1.25$   
 $N_{Rd} = \alpha_{cycl} N_{Rk} / 1.25$   
 $\alpha_{cycl} = 1.0$  conforme a ETA-04/0101

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

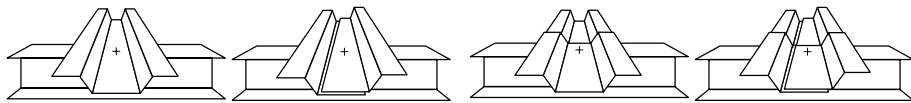
Espesor del acero  $t_{II}$



### Espesor del material fijado

$$\sum t_{I, \text{tot}} \leq 4.0 \text{ mm}$$

Espesor de la lámina y tipos de superposiciones



**(a)**  
sencilla

**(b)**  
lateral

**(c)**  
en extremos

**(d)**  
lateral y en extremos

Espesor nominal de la lámina $t_I$ [mm]	Tipos de superposición permitidos
0.63–1.00	a, b, c, d
> 1.00–1.25	a, c
> 1.25–2.50	a

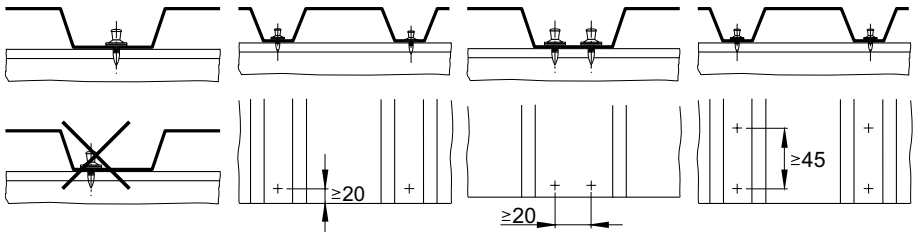
Con los espesores de lámina y tipos de superposición recomendados anteriormente, no es necesario tomar en cuenta el efecto de las fuerzas de restricción causadas por la temperatura en el caso de acero con grado de hasta S320 (EN 10346). Para acero con grado S350 (EN 10346), esto debe considerarse en el diseño. Las láminas con grado S350 sobre material base con  $t_{II} \geq 8 \text{ mm}$  han sido verificadas por Hilti, por lo que no es necesario considerar las fuerzas de restricción.

## Espaciado y distancia al borde (mm)

### Acero como material base



### Perfiles trapezoidales



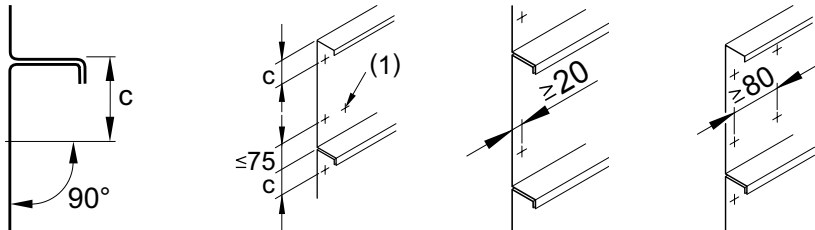
**Fijaciones al centro en nervios**

**Área libre al borde de la lámina**

**Fijaciones dobles (asimétricas)**

**Nota:** Reduzca la resistencia a la tracción por fijador a  $0.7 N_{Rk}$  o  $0.7 N_{rec}$ .

### Lámina metálica



**Área libre hacia el lado de la lámina**

**Área libre hacia el lado de la lámina**

**Área libre al extremo de la lámina**

**Espaciado de los fijadores a lo largo de la lámina**

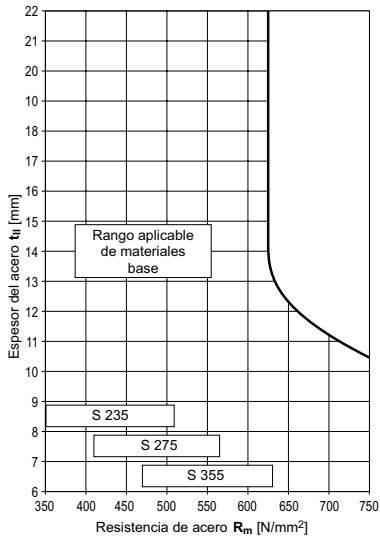
Al instalar el fijador, la herramienta de fijación debe posicionarse perpendicularmente con respecto a la superficie. Si  $c > 75$  mm, se recomienda instalar un fijador adicional del otro lado de la plancha. Este fijador adicional está identificado con (1) en el gráfico anterior.

### Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para aplicaciones en espacios exteriores, éstas pueden asegurarse utilizando tapones de sellado SDK 2. Durante la construcción, la exposición a las condiciones exteriores no debe exceder los 6 meses. Se recomienda la fijación de láminas de aluminio solo en espacios interiores.

## Límites de aplicación

X-ENP-19 con DX 76, DX 76 PTR y DX 860-ENP



## Selección del fijador y recomendaciones del sistema

Fijadores	Denominación	Artículo no.	Herramientas Denominación	Guía del fijador Denominación
Clavo sencillo:	X-ENP-19 L15	283506	DX 76 PTR DX 76 F15	X-76-F15-PTR
Clavo de ensamblaje:	X-ENP-19 L15 MX, barrilete blanco	283507	DX 76 PTR DX 76 MX	
	X-ENP-19 L15 MXR, barrilete gris	283508	DX 860-ENP	
Pistón:	X-76-P-ENP-PTR		DX 76 PTR	
	X-76-P-ENP		DX 76 DX 860-ENP	

**Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta**

DX 76, DX 860-ENP

DX 76 PTR

Espesor del acero $t_{II}$ [mm]	19	Rojo 4 o Negro 2	Negro 4
	13	Rojo 3 o Negro 1	Negro 3
	9	Azul 4 o Rojo 2	Rojo 4 o Negro 2
	7	Azul 3	Rojo 3
		<b>S 235</b>	<b>S 355</b>

Espesor del acero $t_{II}$ [mm]	19		
	15	Rojo 4 o Negro 2	Negro 4
	9	Azul 4 o Rojo 2	Rojo 4
	7	Azul 3 o Rojo 1	Rojo 3
		<b>S 235</b>	<b>S 355 S 275</b>

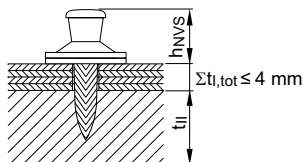
Se puede realizar un ajuste más fino por medio de pruebas de instalación en sitio.

Nota para S275:

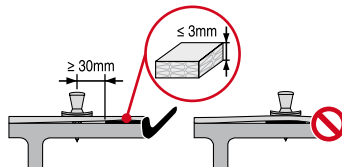
Comience con la recomendación para S 355. En caso de que la potencia resulte excesiva, reduzca los ajustes de potencia o cambie el color de cartucho hasta obtener una separación correcta de la cabeza del clavo  $h_{NVS}$ .

## Control de calidad de la fijación

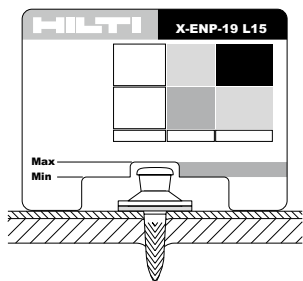
### Inspección de la fijación



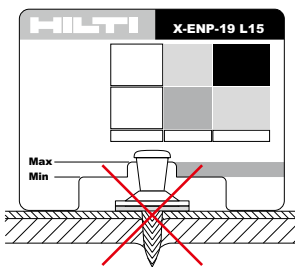
$h_{NVS} = 8.2-9.8 \text{ mm}$  para  $t_{i,tot} \leq 4 \text{ mm}$



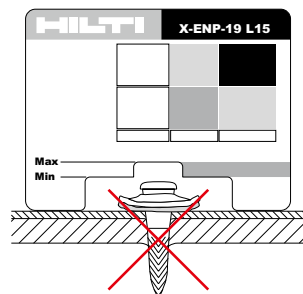
Con el fin de asegurar que la lámina de acero esté en contacto directo con la estructura de soporte de acero en el área de las conexiones, el fijador X-ENP-19 debe instalarse a  $\geq 30 \text{ mm}$  de distancia de los bordes de las cintas aislantes, las cuales deben tener  $\leq 3 \text{ mm}$  de espesor.



$h_{NVS} = 8.2-9.8 \text{ mm}$



$h_{NVS} > 9.8 \text{ mm}$  (las arandelas no están comprimidas)



$h_{NVS} < 8.2 \text{ mm}$  (el pistón de la herramienta ha dañado severamente las arandelas)



**Inspección visible:**  
Fijador instalado correctamente.  
La marca del pistón se aprecia claramente en la arandela.

Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.

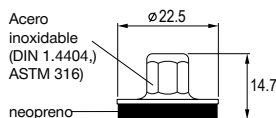


# SDK2, PDK2 Taponos de sellado para fijación de recubrimientos

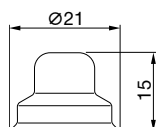
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

#### SDK2 Tapón de sellado



#### PDK2 Tapón de sellado



### Información general

Fijadores DX compatibles

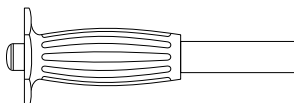
X-ENP 19 L15

Espesor del material base  $t_{II} \geq 6$  mm

### Herramientas de fijación

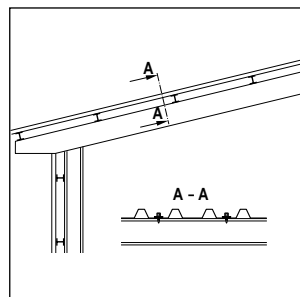
Herramienta de instalación SW/SDK2 para SDK2

Herramienta de instalación SW/PDK2 para PDK2



### Aplicaciones

#### Ejemplos



**Recubrimiento de techos y muros en edificios con capa única**

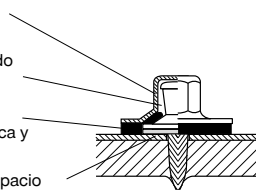
#### Tapón de sellado de acero inoxidable SDK2 para recubrimiento de techos y muros

La corrosión atmosférica no tiene efecto sobre el tapón de sellado.

El espacio debajo del tapón está aislado del ambiente.

La arandela de neopreno proporciona aislamiento contra la corrosión galvánica y sella el espacio debajo del tapón.

La presión sobre la arandela sella el espacio entre la chapa y la base de acero.



#### PDK2, tapón de sellado para recubrimiento de muros

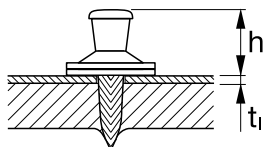
### Protección contra la corrosión

## Control de calidad de la fijación

### Inspección de la fijación

Para más detalles sobre X-ENP-19 -15, por favor consulte las páginas del producto correspondiente.

### X-ENP-19 L15



Espesor máximo de capa sencilla (tipo a):

$t_i, \max = 1.5 \text{ mm}$

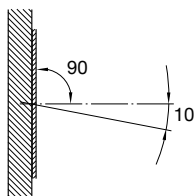
Espesor total de la superposición en extremos (tipo c):

$\Sigma t_i, \text{tot} \leq 2.5 \text{ mm}$

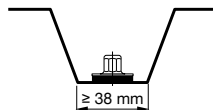
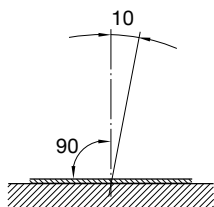
$h_{NVS} = 8.2 - 9.8 \text{ mm}$

Nota: Debe asegurarse de que la lámina fijada esté adecuadamente comprimida sobre el material base y que no haya ningún espacio en el punto de fijación.

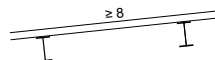
### Instalación



Posicione la herramienta DX de modo que la inclinación del clavo esté limitada a 10° máximo perpendicularmente a la superficie



Fijación al centro del valle. Ancho del valle: 38 mm min.



Pendiente mínima del techo: 6°

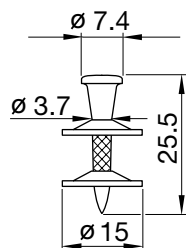
Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.

# X-ENP 2K Clavo para Instalación de revestimientos y cubiertas

## Especificaciones del producto

### Dimensiones



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón: HRC 55.5

Revestimiento de zinc: 8–16 µm

#### Herramientas de fijación recomendadas

	Clavo sencillo:
DX 76 PTR con	X-ENP-2K-20 L15
X-76-F15-PTR guía del fijador	
DX 76 MX con	
X-76-F15-PTR guía del fijador	

	Clavos de depósito:
DX 76 MX	X-ENP-19 L15 MX,
DX 76 PTR	barrilete blanco

Para más detalles, consulte la sección **Herramientas y equipo**.

### Aprobaciones

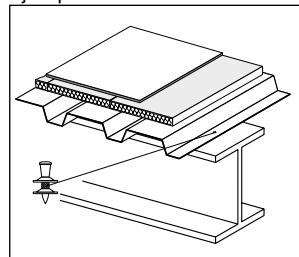
BUtgb (Bélgica), ABS, 13/0172  
(Hilti-DX-DoPo003),  
LR 97/00077



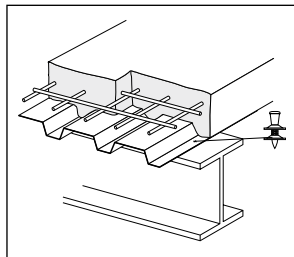
Nota: la información técnica presentada en estas aprobaciones y lineamientos de diseño reflejan condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual.

## Aplicaciones

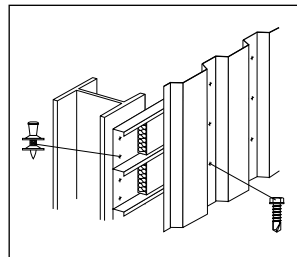
### Ejemplos



Cubiertas para techo



Cubiertas para piso



Revestimiento de muros

Información de carga						
Cargas características						
Superposición Espesor de la lámina $t_l$ [mm]	$3 \text{ mm} \leq t_l < 4 \text{ mm}$			$4 \text{ mm} \leq t_l < 6 \text{ mm}$		
	Corte $V_{Rk}$ [kN]	Tensión $N_{Rk}$ [kN]	Tipos de conexión	Corte $V_{Rk}$ [kN]	Tensión $N_{Rk}$ [kN]	Tipos de conexión
0.75	4.70	6.00	a, c	4.70	6.30	a, b, c, d
0.88	5.40	6.00	a, c	5.40	7.20	a, (b)*, c, d
1.00	6.00	6.00	a, c	6.00	8.00	a, (b)*, c, d
1.13	-	-	-	7.00	8.40	a, c
1.25	-	-	-	8.00	8.80	a, c
1.50	-	-	-	8.60	8.80	a

\* Abarca tipo de fijación (b) para  $5 \text{ mm} \leq t_l < 6 \text{ mm}$ , si  $N_{Rk}$  se reduce a 6.6 kN.  
 Abarca tipo de fijación (b) completamente para  $t_l = 6 \text{ mm}$   
 Para tipos a, b, c, d, por favor consulte **Requerimientos de Aplicación, Espesores de lámina y Tipos de superposición.**

### Diseño

#### Resistencia de diseño al corte y a la tensión $V_{Rd}$ and $N_{Rd}$

$$V_{Rd} = V_{Rk} / \gamma_M$$

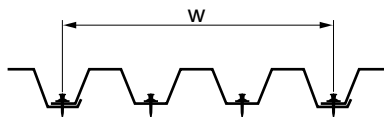
$$N_{Rd} = \alpha_{cycl} N_{Rk} / \gamma_M \text{ con } \alpha_{cycl} = 1.0 \text{ para todos los espesores de lámina } t_l$$

$\alpha_{cycl}$  considera el efecto de las cargas de viento repetidas

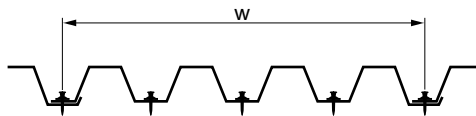
$\gamma_M = 1.25$  en ausencia de regulaciones nacionales

Resistencias a la tensión  $n_{Rk}$  [kN/m] y resistencias al corte  $v_{Rk}$  [kN/m] características por longitud de la unidad, considerando el efecto de las restricciones térmicas.

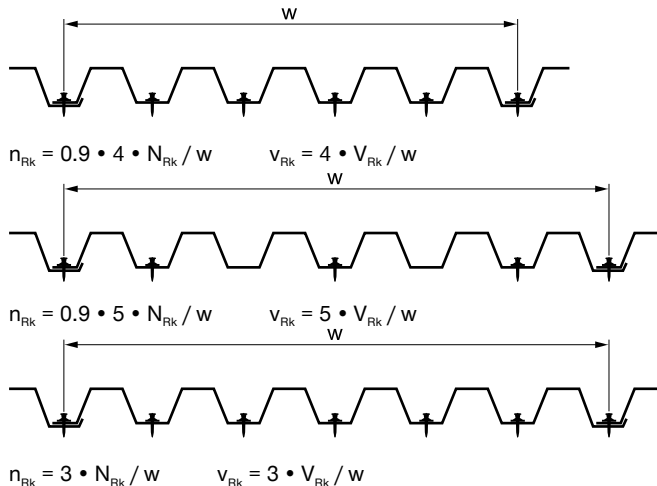
Resistencias al corte y a la tensión características  $N_{Rk}$  y  $V_{Rk}$   
 w ...ancho de la lámina del panel



$$n_{Rk} = 0.9 \cdot 2 \cdot N_{Rk} / w \quad v_{Rk} = 2 \cdot V_{Rk} / w$$



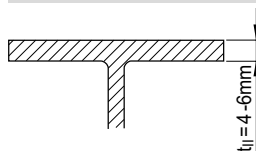
$$n_{Rk} = 0.9 \cdot 3 \cdot N_{Rk} / w \quad v_{Rk} = 3 \cdot V_{Rk} / w$$



Pueden aplicarse las mismas resistencias características a los soportes en las superposiciones de los extremos si el tipo de conexión "d" no está incluido en la tabla de cargas.

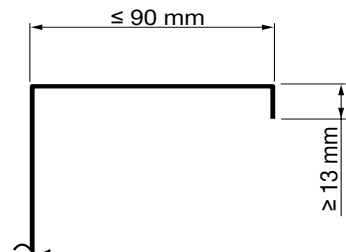
### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base



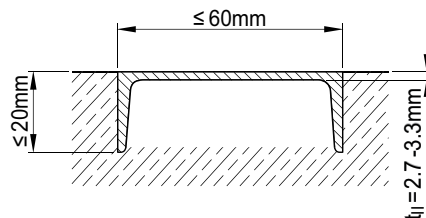
$t_{II} = 4.0 - 6.0$  mm para figuras generales

#### Fijación en secciones C y Z rolladas en frío con espesor de 2.9 a 4 mm

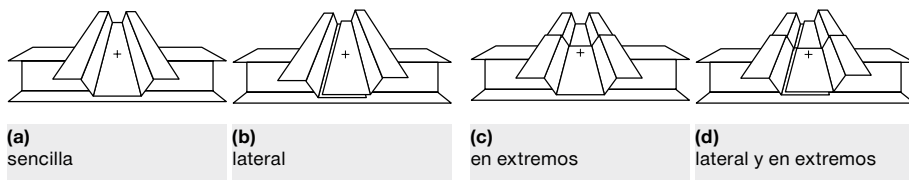


Grado:  $\geq$  S320 GD conforme a EN 10346

#### Fijación en incrustaciones de concreto en forma de U con espesor nominal $t_{II}$ de 3 mm. $t_{II} = 3.0 \pm 0.3$ mm

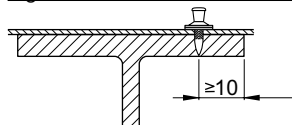


### Espesor de la lámina y tipos de superposiciones

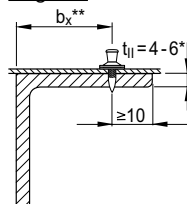


### Distancia al borde (mm)

#### Figuras roladas o con bridas anchas



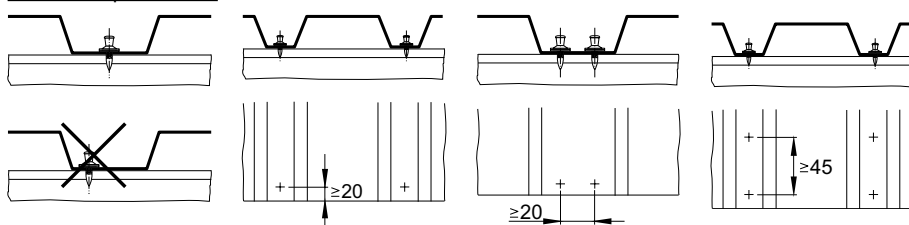
#### Ángulos



\* Para  $t_{f1} = 3$  to  $4$  mm, existen restricciones en la aplicación. Consulte la aprobación o contacte a Hilti.

\*\* Se sugiere  $b_x \leq 8 \times t_{f1}$  como máximo. No obstante, se recomienda realizar una verificación en el área de trabajo.

#### Perfiles trapezoidales



**Fijaciones al centro en nervios**

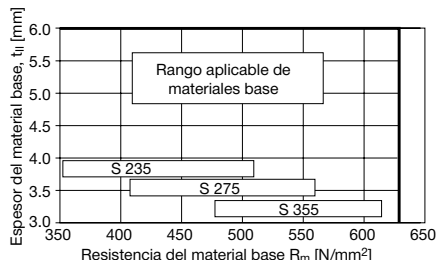
**Área libre hacia el borde de la lámina**

**Fijaciones dobles**

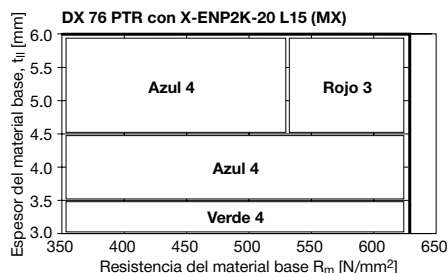
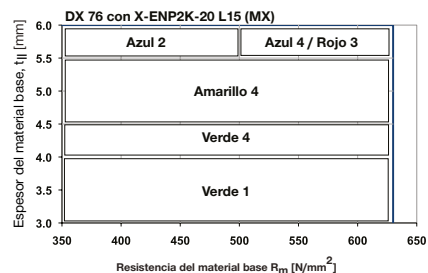
Nota: Reduzca la resistencia a la tracción por fijador a  $0.7 N_{rec}$ .

### Información sobre la corrosión

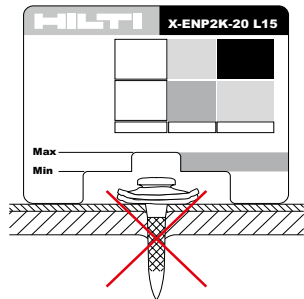
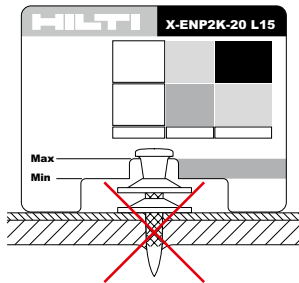
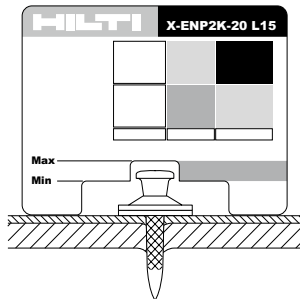
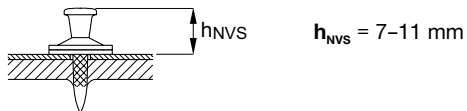
El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

**Límites de aplicación**

**Selección del fijador y recomendaciones del sistema**

Fijadores	Denominación	Artículo no.	Herramientas	Guía del fijador
			Denominación	Denominación
Clavo sencillo:	X-ENP 2K-20 L15	385133	DX 76 PTR	X-76-F15-PTR
			DX 76 MX	X-76-FN15
Clavo de ensamblaje:	X-ENP-2K-20 L15 MX	385134	DX 76 PTR DX 76 MX	
Pistón:	X-76-P-ENP2K-PTR		DX 76 PTR DX 76	
	X-76-P-ENP2K		DX 860-ENP	

**Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta**
**DX 76 PTR**

**DX 76**


Se puede realizar un ajuste más fino por medio de pruebas en sitio.

**Control de calidad de la fijación**
**Inspección de la fijación**


Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.

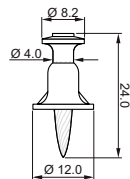


## X-HSN 24, X-EDNK 22 THQ 12, X-EDN 19 THQ 12 Clavos para instalación de cubiertas diafragma

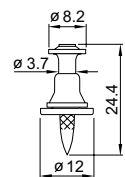
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

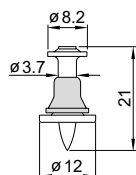
##### X-HSN 24



##### X-EDNK22 THQ12 M



##### X-EDN19 THQ12 M



#### Información general

##### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón:	HRC 55.5
Revestimiento de zinc:	5-13 µm

#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 860-HSN	Clavos de magazin: X-HSN 24 barrilete rojo X-EDNK22 THQ12 M, barrilete gris X-EDN19 THQ12 M, barrilete blanco X-ENP-19 L15 MX, barrilete blanco
------------	---

Para más detalles, consulte la sección **Herramientas y equipo**.

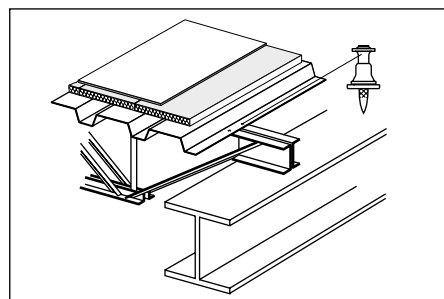
#### Aprobaciones

FM, SDI, UL, ICC, ABS, LR

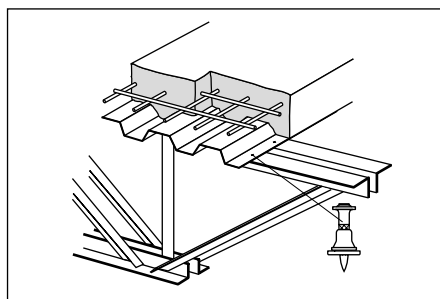
Nota: la información técnica presentada en estas aprobaciones y lineamientos de diseño reflejan condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual.

### Aplicaciones

#### Ejemplos



Cubiertas para techo (diseño de diafragma)



Cubiertas para piso (diseño de diafragma)

## Información de carga

### Información de diseño para uso en EE.UU.

#### Resistencia del diafragma

Las aprobaciones contienen tablas de carga o procedimientos de cálculo para determinar la resistencia permitida (en lbs/ft o kN/m) de un diafragma de cubierta de acero. La resistencia del diafragma permitida depende del tipo, resistencia y espesor de la cubierta con respecto a los fijadores de la estructura (X-HSN24, X-EDNK22 o X-EDN19) y el tipo y espaciado de los conectores con traslape (p. ej., conectores de traslape Hilti S-SLC y S-SLC 02).

Para más detalles, consulte la literatura técnica de Hilti Norteamérica (Guía Técnica de Productos de Hilti Norteamérica) y el “Centro para el Diseño de Cubiertas”, el cual puede encontrarse en [www.hilti.com](http://www.hilti.com), así como las aprobaciones respectivas.

#### Cargas en corte de soporte recomendadas $V_{rec}$

Espesor de la lámina $t_f$ [mm]		X-HSN24, X-EDNK22 y X-EDN19	
[Calibre]	{mm}	$V_{Rec}$ [lbs]	$V_{Rec}$ [kN]
22	0.76	500	2.20
20	0.91	600	2.64
18	1.21	785	3.45
16	1.52	975	4.29

- Válido para láminas de acero con una resistencia a la tracción mínima de 45 ksi (310 N/mm<sup>2</sup>). Los valores aluden a fallas controladas por la lámina de metal sencilla añadida.
- Se permite la interpolación lineal para espesores de lámina intermedios.
- Las cargas recomendadas incluyen un factor de seguridad de 3.0 aplicado a la resistencia al corte promedio  $Q_c$ . Puede consultar una ecuación para  $Q_f$  en el Manual para el Diseño de Diafragma del SDI (Steel Deck Institute), 3ra edición.

#### Cargas de tensión recomendadas $N_{rec}$

Espesor de la lámina $t_f$ [mm]		X-HSN24, X-EDNK22		X-EDN19	
[Calibre]	{mm}	$N_{Rec}$ [lbs]	$N_{Rec}$ [kN]	$N_{Rec}$ [lbs]	$N_{Rec}$ [kN]
22	0.76	355	1.56	340	1.52
20	0.91	435	1.95	340	1.52
18	1.21	435	1.95	340	1.52
16	1.52	435	1.95	340	1.52

- Válido para láminas de acero con una resistencia a la tracción mínima de 45 ksi (310 N/mm<sup>2</sup>). Los valores son controlados ya sea por la resistencia a tensión de la lámina o por el valor mínimo de tensión del fijador del material base.
- Los valores requieren que la punta del fijador penetre a una distancia, para X-EDNK22 y X-EDN19, de 1/4" (12.7 mm). Los valores recomendados más altos son aplicables para X-HSN24 (consulte “Sistemas de Fijación para Cubiertas de Acero” de Hilti Norteamérica).
- Las cargas recomendadas incluyen un factor de seguridad de 3.0 aplicado a la resistencia a tensión promedio, o un factor de seguridad 5.0 aplicado a la resistencia a la tensión promedio.

### Información de diseño para uso en Europa

Actualmente, los fijadores X-HSN24, X-EDNK22 y X-EDN19 se utilizan solo en Norteamérica. Por lo tanto, no se ha publicado información de diseño alguna que haya sido evaluada en cumplimiento estricto de las disposiciones para Aprobaciones Técnicas Europeas.

Para el mercado europeo, se recomienda el uso del fijador X-ENP2K-20 L15 en conjunto con la herramienta de fijación DX 76 PTR para fijar láminas metálicas sobre materiales base delgados (de 3 a 6 mm).

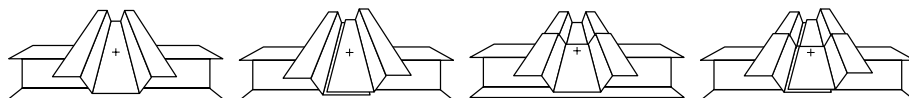
### Límites de aplicación y requerimientos

#### Herramienta de fijación DX 860-HSN

Fijador	Propiedades del material base		Resistencia a la tracción máxima	
	Espesor [pulg]	[mm]	[ksi]	[N/mm <sup>2</sup> ]
<b>X-EDNK22</b>	1/8" a 1/4"	3.2 a 6.35	58 a 91	400 a 630
<b>X-EDN19</b>	3/16" a 5/16"	4.8 a 8.0	58 a 91	400 a 630
	5/16" a 3/8"	8.0 a 9.5	58 a 68	400 a 470

- Comentario sobre la herramienta de fijación DX 460 SM: Se recomienda el uso de esta herramienta de fijación para materiales base con un espesor entre 3/16" a 3/8" (4.8 a 8.0 mm). Se aplican los mismos límites de resistencia que para DX 860-HSN.
- X-HSN24 abarca el rango completo de fijadores X-EDNK22 y X-EDN19.

### Espesor del material fijado, patrones de fijadores, espaciado y distancia al borde



**(a)**  
sencilla

**(b)**  
lateral

**(c)**  
en extremos

**(d)**  
lateral y en extremos

Como parte del diafragma de la cubierta de acero, los cuatro tipos de fijaciones (a), (b), (c) y (d) pueden realizarse con X-EDNK22 y X-EDN19. El espesor del metal de la lámina varía típicamente entre calibre 22 (0.76 mm) y calibre 16 (1.52 mm).

Dependiendo del espesor del material base y el patrón de los fijadores del armazón, pueden aplicar ciertas restricciones con respecto al uso de una cubierta más gruesa. Para más detalles con respecto a estas disposiciones, por favor consulte la literatura técnica publicada por Hilti Norteamérica anteriormente citada. Dicha literatura también contiene detalles con respecto a los patrones de fijadores, espaciados y distancias al borde, y aborda adecuadamente las especificaciones de los componentes del diafragma utilizados en el mercado norteamericano.

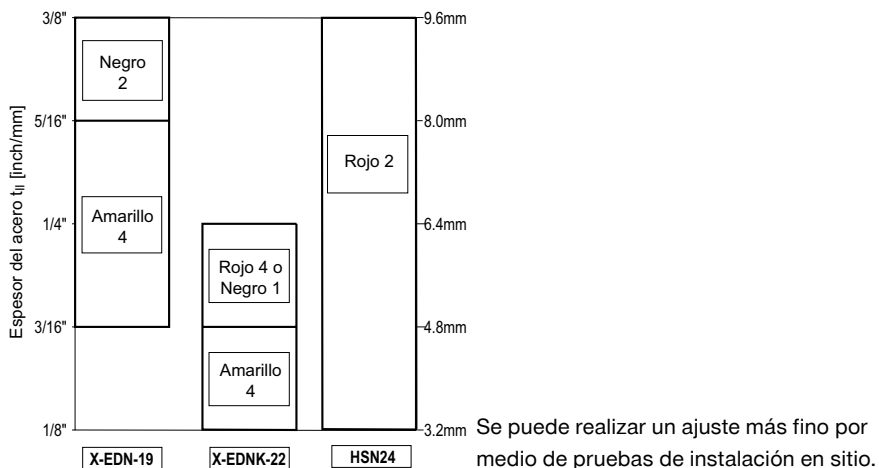
### Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

### Selección del fijador y recomendaciones del sistema

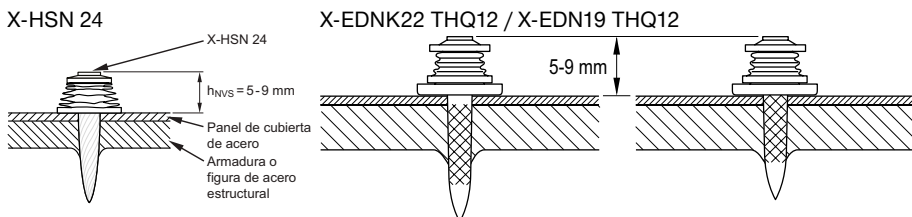
Fijadores	Herramientas		
	Denominación	Artículo no.	Denominación
Clavo de ensamblaje:	X-HSN24	2042971	
	X-EDNK22 THQ12 M, barrilete gris	34133	DX 860-HSN
	X-EDN19 THQ 12 M, barrilete blanco	34134	

### Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta



### Control de calidad de la fijación

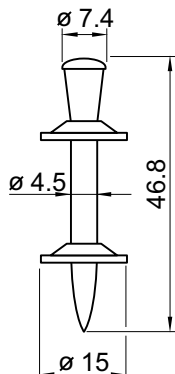
#### Inspección de la fijación



# NPH Clavos para instalación de revestimientos y cubiertas sobre concreto

## Especificaciones del producto

### Dimensiones



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón:	HRC 58
Revestimiento de zinc:	8-16 $\mu\text{m}$

#### Herramientas de fijación recomendadas

	Cartuchos
DX 76 PTR con guía de fijador DX 76-F-Kwik-PTR	6.8/18M azul, amarillo
DX 76 con guía de fijador DX 76-F-Kwik-	

Para más detalles, consulte la sección **Herramientas y equipo**.

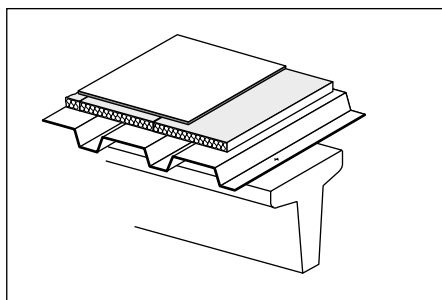
### Aprobaciones

SOCOTEC (Francia), BUtgb (Bélgica)

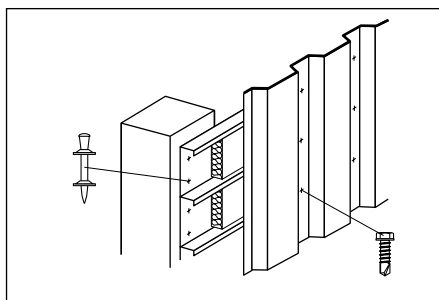
Nota: la información técnica presentada en estas aprobaciones y lineamientos de diseño reflejan condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual.

## Aplicaciones

### Ejemplos



Cubiertas para techo



Revestimientos para muros

## Información de carga

### Cargas recomendadas

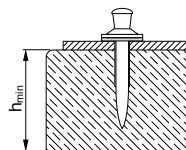
Espesor de la lámina $t_f$ [mm] nominal	Perfil trapezoidal (carga simétrica)		Lámina metálica <sup>1)</sup> (carga asimétrica)	
	Tensión $N_{Rk}$ [kN]	Corte $V_{Rk}$ [kN]	Tensión $N_{Rk}$ [kN]	Corte $V_{Rk}$ [kN]
0.75	1.80	1.20	1.30	1.20
0.88	2.10	1.50	1.50	1.50
1.00	2.40	1.80	1.70	1.80
1.13	2.70	2.20	1.90	2.20
1.25	3.00	2.50	2.10	2.50
1.50	3.00	3.00	2.50	3.00
1.75	3.00	3.00	2.50	3.00
2.00	3.00	3.00	2.50	3.00

- Las cargas de trabajo recomendadas son válidas para láminas de acero con una resistencia mínima a la tracción de  $\geq 360$  N/mm<sup>2</sup>.
- Para espesores de lámina intermedios, utilice la carga recomendada para el espesor anterior.
- Las cargas recomendadas son apropiadas para diseños de carga de viento conforme a EC1 (o similar).
- El factor de seguridad incluido es de al menos 2.0 aplicado al valor fráctil del 5% estático y de 1.3 del valor fráctil del 5% cíclico (5000 ciclos).

## Requerimientos de aplicación

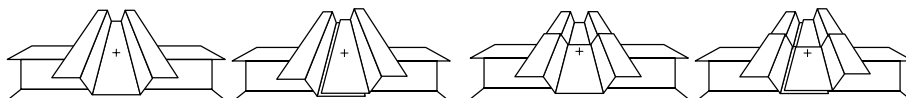
### Espesor del material base

Espesor mínimo del elemento de concreto  $h_{min} = 160$  mm



### Espesor del material fijado

Espesor de la lámina y tipos de superposiciones



(a)  
sencilla

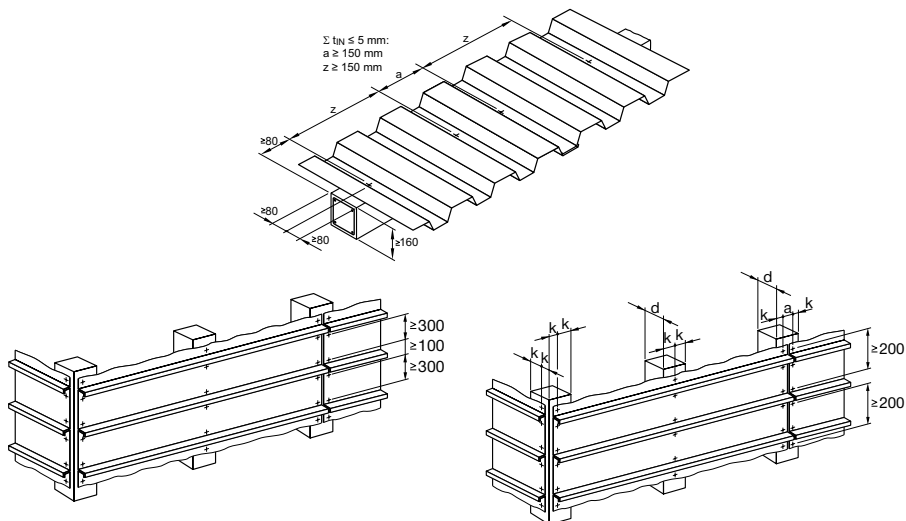
(b)  
lateral

(c)  
en extremos

(d)  
lateral y en extremos

Espesor nominal de la lámina $t_f$ [mm]	Tipos de superposición permitidos
0.63–1.13	a, b, c, d
> 1.13–2.50	a

- Con los espesores de lámina y tipos de superposición recomendados anteriormente, los efectos de las fuerzas de restricción afectadas por la temperatura pueden ignorarse durante la construcción.
- Estas recomendaciones son válidas para láminas de clase hasta S350GD.
- Con otras láminas o tipos de superposición, o cuando se esperan fuerzas de restricción inusualmente altas, analice el sistema estructural para asegurarse de que la fuerza de corte que actúa sobre el clavo no es superior a  $V_{rec}$ .

**Espaciado y distancia al borde (mm)**
Perfiles trapezoidales a vigas maestras o correas de base
Lámina metálica a columnas

 $k \geq 80 \text{ mm} - a \geq 80 \text{ mm} - d \geq 160 \text{ mm}$ 
**Información sobre la corrosión**

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

**Límites de aplicación**

<b>Tipos de concreto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto preformado y concreto pre-esforzado colado en sitio</li> <li>• Concreto pre-vaciado y concreto armado colado en sitio</li> </ul>
<b>Resistencia de diseño del concreto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínima C20/25 (<math>f_c = 20 \text{ N/mm}^2</math>, <math>f_{cc} = 25 \text{ N/mm}^2</math>)</li> <li>• Máxima C45/55 (<math>f_c = 45 \text{ N/mm}^2</math>, <math>f_{cc} = 55 \text{ N/mm}^2</math>)</li> <li>• El sistema <b>NPH/DX-Kwik</b> se ha utilizado exitosamente en concreto con una resistencia cúbica en sitio de <math>70 \text{ N/mm}^2</math></li> </ul>
<b>Resistencia/edad mínima al momento de la fijación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C20/25 el concreto debe haber estado en posición al menos 28 días</li> <li>• C45/55 el concreto debe haber estado en posición al menos 15 días</li> </ul>
<b>Dimensiones mínimas del elemento de concreto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho mínimo = 180 mm</li> <li>• Espesor mínimo = 160 mm</li> </ul>

### Selección del fijador y recomendaciones del sistema

Fijadores		Herramientas	Guía del fijador	Pistón
Denominación	Artículo no.	Denominación	Denominación	Denominación
NPH2-42 L15	40711	DX 76	X-76-F-Kwik	X-76-P-Kwik
		DX 76 PTR	X-76-F-Kwik-PTR	X-76-P-Kwik-PTR

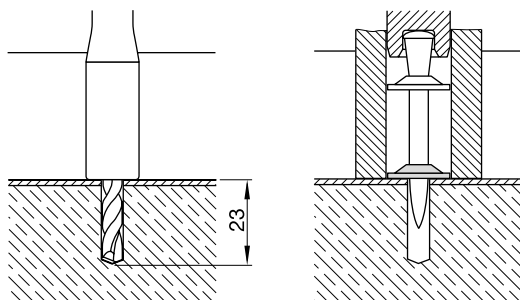
### Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta

Cartuchos 6.8/18 M azul

Se puede ajustar la potencia de la herramienta al realizar pruebas en sitio.

### Control de calidad de la fijación

#### Instalación



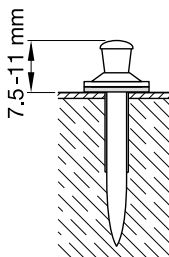
Perfore previamente con broca TX-C-5/23 (Artículo no.: 00061787)

Instale el fijador con DX 76 PTR o DX 76

### Control de calidad de la fijación

NPH2-42 L15

Verifique que se cumplan las recomendaciones (las cuales detallan el espaciado y distancias al borde para las fijaciones)



Revise la separación de la cabeza del clavo en las fijaciones ya instaladas.

Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.

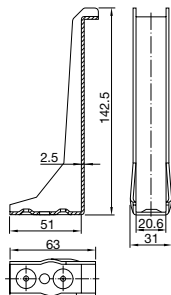


# X-HVB Conectores de Corte

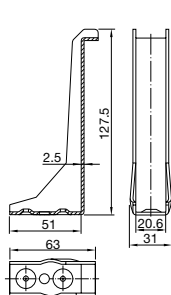
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

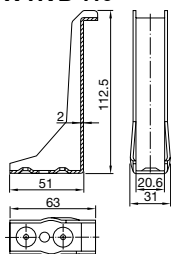
#### X-HVB 140



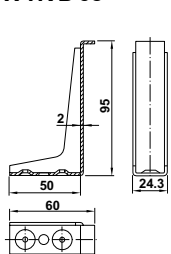
#### X-HVB 125



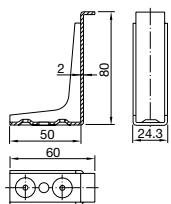
#### X-HVB 110



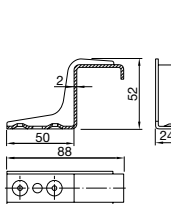
#### X-HVB 95



#### X-HVB 80

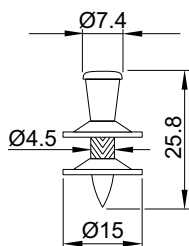


#### X-HVB 50



#### X-HVB 40

#### X-ENP-21 HVB



### Información general

#### Especificaciones materiales

X-HVB

Acero al carbón:  $R_m = 295 - 350 \text{ N/mm}^2$

Revestimiento de zinc:  $\geq 3 \mu\text{m}$

X-ENP-21-HVB

Vástago de acero al carbón: HRC 58

Revestimiento de zinc: 8-16  $\mu\text{m}$

### Herramientas de fijación recomendadas

Herramienta	DX 76	DX 76 PTR
Guía de fijador	X-76-F-HVB	X-76-F-HVB-PTR
Pistón	X-76-P-HVB	X-76-P-HVB-PTR
Cartuchos	6.8/18M negro, rojo (para más detalle consulte el límite de aplicación X-ENP-21-HVB)	

Para más detalles, consulte la sección **Herramientas y equipo**.

### Aprobaciones

ETA-15/0876, diseño según

Eurocode 4 (EN 1994-1-1, EN 1994-1-2) y

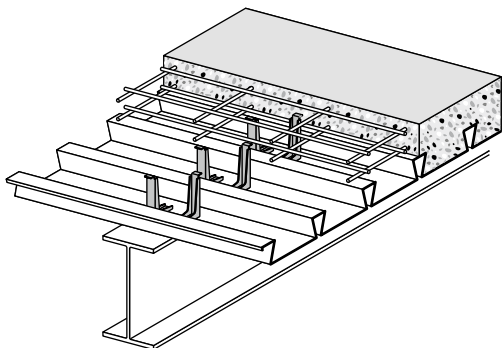
Eurocode 8 (EN 1998-1)

MLIT / BCJ (Japón)

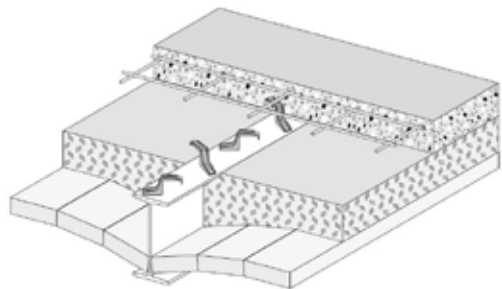
Con respecto al diseño compuesto de acuerdo con AISC (American Institute of Steel Construction), consulte la literatura técnica de Hilti Norteamérica (Guía técnica del producto)

## Aplicaciones

### Ejemplos



Aplicación típica del conector de corte X-HVB con plataforma de acero, p. nueva construcción.



Aplicación típica del conector de corte X-HVB con sistema de arco de gato (sin plataforma de acero), p. e. proyecto de rehabilitación. "Paseo de pato (Duckwalk)"

### Resistencia al corte y de diseño (ETA-15/0876) en vigas compuestas con losas sólidas



Conector de corte	Resistencia al corte $P_{rk}$ [kN]	Resistencia de diseño $P_{rd}$ [kN]	Espesor mínimo del material base [mm]	Posicionamiento X-HVB	Evaluación de ductilidad
X-HVB 40	29	23	6	"Paseo de pato (Duckwalk)"	Dúctil de acuerdo con EN 1994-1-1
X-HVB 50	29	23	6		
X-HVB 80	32.5	26	8 *)	Paralelo con viga	
X-HVB 95	35	28			
X-HVB 110	35	28			
X-HVB 125	37.5	30			
X-HVB 140	37.5	30			

\*) Reducción a 6 mm posible, con respecto a la reducción requerida de la resistencia de diseño, véase el anexo C3 de ETA-15/0876.

#### Condiciones:

- Concreto de peso normal C20 / 25 a C50 / 60
- Concreto ligero LC20 / 22 a LC50 / 55 con una densidad mínima  $\rho = 1750 \text{ kg / m}^3$

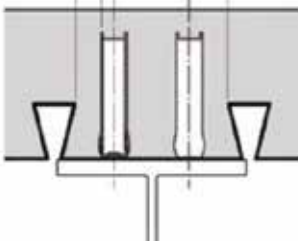
**Resistencia de diseño en vigas compuestas con valles transversales al eje de la viga**

Posicionamiento X-HVB	Resistencia de diseño $P_{rd,t}$ [kN]	Evaluación de ductilidad
 <p>Posicionamiento longitudinal con la viga</p>	$P_{Rd,t,t} = k_{L,t} \cdot P_{Rd}$ $k_{L,t} = \frac{0.66}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left( \frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) \leq 1.0$	Dúctil de acuerdo con EN 1994-1-1
 <p>Posicionamiento transversal con la viga</p>	$P_{Rd,t,t} = 0.89 \cdot k_{L,t} \cdot P_{Rd}$ $k_{L,t} = \frac{1.18}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left( \frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) \leq 1.0$	

Condiciones:

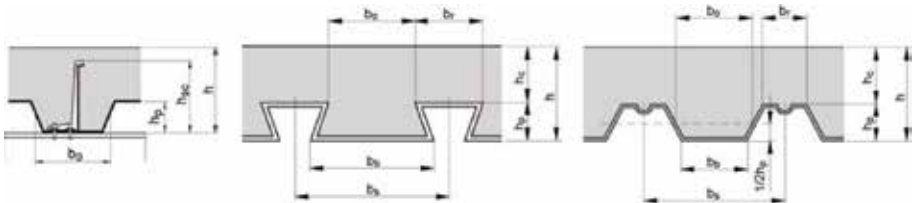
- Aplicable para X-HVB 80, X-HVB 95, X-HVB 110, X-HVB 125, X-HVB 140
- $n_r$  corresponde al número de X-HVB por valle ( $n_r \leq 3$ )

**Resistencia de diseño en vigas compuestas con valles transversales al eje de la viga**

Posicionamiento X-HVB	Resistencia de diseño $P_{rd,t}$ [kN]	Evaluación de ductilidad
 <p>Posicionamiento longitudinal con la viga</p>	$P_{Rd,t} = k_l \cdot P_{Rd}$ $k_l = 0.6 \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left( \frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) \leq 1.0$	Dúctil de acuerdo con EN 1994-1-1

Condiciones:

- Aplicable para X-HVB 80, X-HVB 95, X-HVB 110, X-HVB 125, X-HVB 140
- X-HVB debe colocarse paralelo a la viga

**Parámetros geométricos de cubierta**


## Información de diseño

### Colocación del conector a lo largo de la viga

El X-HVB es un conector de corte dúctil según EN 1994-1-1, sección 6.6, y puede estar uniformemente distribuido entre las secciones críticas. Estas secciones críticas, donde son grandes se producen cambios en el flujo de cortante, pueden estar en puntos de apoyo, puntos de aplicación del punto cargas o áreas con momentos de flexión extrema.

### Conexión de corte parcial

Resistencia:

La conexión mínima depende del código de diseño utilizado:

En el diseño EN 1994-1-1,  $N/N_t$  debe ser al menos 0.4. Esto aumenta dependiendo de la longitud del tramo y la geometría de la cubierta.

### Control de deflexión solo

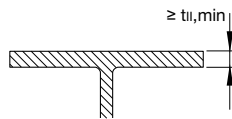
Si la conexión de corte es necesaria solo para control de deflexión, no hay un grado mínimo de conexión. Sin embargo, se aplica un espaciado de conector mínimo permisible y el acero la viga debe tener la fuerza suficiente para soportar el peso propio y todas las cargas impuestas.

### Otros temas de diseño específicos cubiertos en el documento ETA-15/0876

- Cobertura de la carga sísmica según el Eurocódigo 8 (EN 1998-1-1)
- Resistencia de diseño en caso de uso de acero viejo con una resistencia máxima mayor que 300 N/mm<sup>2</sup> y menos de 360 N/mm<sup>2</sup>
- Efecto del espesor del material base reducido inferior a 8 mm para X-HVB 80 a X-HVB 140
- Diseño de fijación final de losas compuestas
- Diseño en caso de incendio

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base



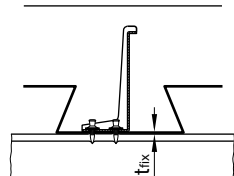
Para vigas con cubierta compuesta:

Espesor mínimo  $t_{II} = 8$  mm

Para vigas con losas de concreto sólido:

Espesor mínimo  $t_{II} = 6$  mm, especialmente relevante en proyectos de renovación para tener en cuenta el espesor de brida delgada de pequeñas secciones en I (por ejemplo, IAO 100, I 100, IPE 100).

### Espesor del material fijado



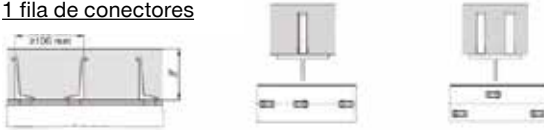
Espesor máximo total de la cubierta  $t_{fix}$ :

- 2.0 mm para X-HVB 80, X-HVB 95 y X-HVB 110
- 1.5 mm para X-HVB 125 y X-HVB 140

**Posicionamiento en losas sólidas**

X-HVB se deben colocar en paralelo con la viga

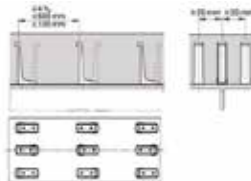
**1 fila de conectores**



**2 filas de conectores**

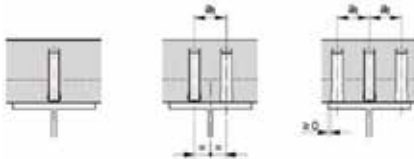


**Máximo 3 filas de conectores**



**Posicionamiento de conectores X-HVB con losa compuesta (losa colocada transversalmente y X-HVB colocado en paralelo con el eje de la viga)**

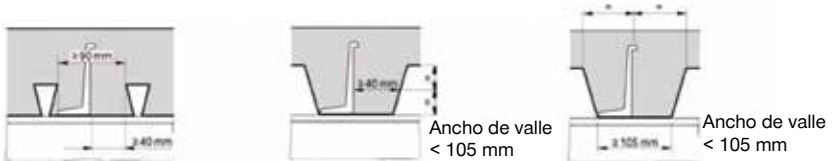
Espaciado y posicionamiento



Espaciado y posicionamiento

- $a_t \geq 50$  mm para losas perfiladas compactas con  $b_o/h_p \geq 1.8$
- $a_t \geq 100$  mm para otras losas

**1 fila de conectores - Ancho mínimo de la valle y espaciado a la losa**

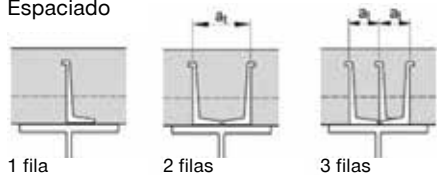


**Varias filas de conector - Ancho mínimo de valle**



**Posicionamiento con losa compuesta (losa y X-HVB posicionados transversalmente al eje de la viga)**

Espaciado



2 filas:

- $a_1 \geq 100 \text{ mm}$  para odas losas

3 filas:

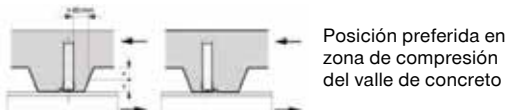
- $a_1 \geq 50 \text{ mm}$  para losas perfiladas compactas con  $b_v/h_p \geq 1.8$
- $a_1 \geq 100 \text{ mm}$  para otras losas

Posicionamiento - 1 fila de conectores

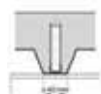
Sin refuerzo de valle



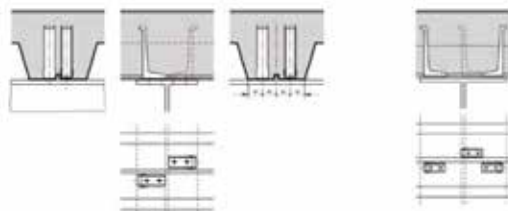
Con refuerzo de valle (X-HVB en contacto con el refuerzo de valle)



Posicionamiento - 2 o 3 filas de conectores



Ancho mínimo del valle de losa

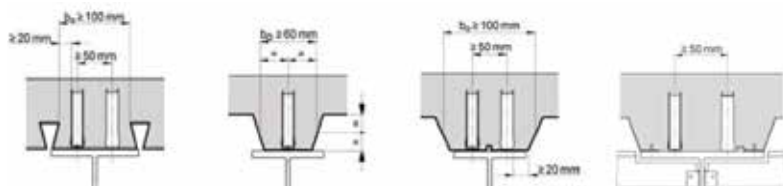


Contacto con refuerzo del valle  
O equi-espaciamento

**Posicionamiento con losa compuesta (losa paralela al eje de la viga)**

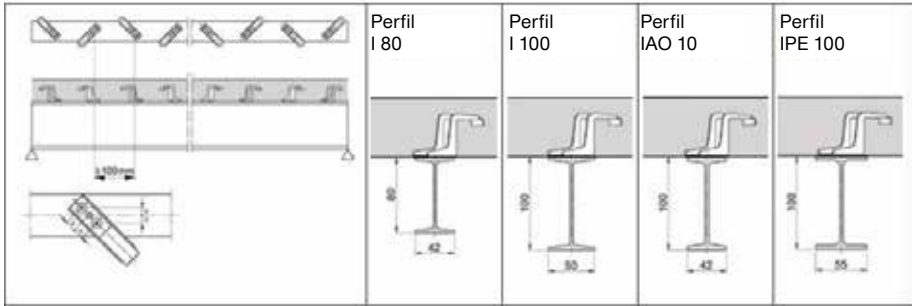
X-HVB se deben colocar en paralelo con la viga

Espaciado y posicionamiento



- Si no es posible un posicionamiento céntrico dentro de la valle de concreto debido a la forma de la losa compuesta, la losa debe dividirse.

**Posicionamiento tipo "Pato" del X-HVB 40 y 50 en combinación con losas delgadas para proyectos de renovación**



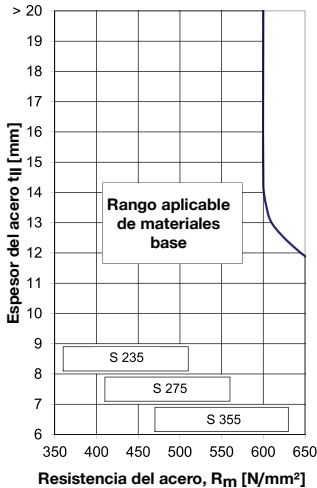
- Ancho mínimo de sección = 40 mm (por ejemplo, sección anterior IAO 100)
- Distancia mínima del centro de las secciones de acero = 400 mm

**Límites de aplicación**

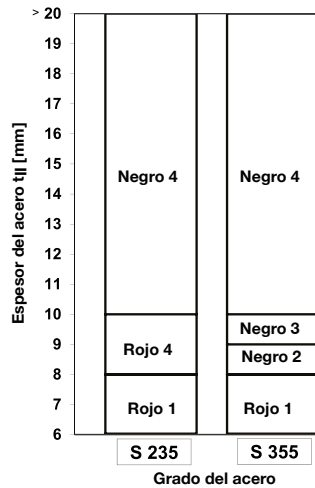
Los límites de aplicación son válidos solamente si se utilizan el cartucho y la potencia correctos

Límites de aplicación de X-ENP-21 HVB

Preselección de cartuchos y potencia



Cuando se usa acero de construcción rolado termo-mecánicamente p.ej., S 355M conforme a EN 10025-4, el límite de aplicación se reduce a 50 N/mm<sup>2</sup>



Se puede realizar un ajuste más fino por medio de pruebas en sitio

- Sección mínima cubierta: IPE 100
- Espesor mínimo del material base para vigas con losa compuesta: 8 mm

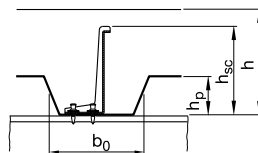
## Selección del fijador

### Espesor mínimo de la losa

X-HVB	Espesor mínimo de la losa h [mm]	
	Sin efecto de corrosión	Con efecto de corrosión
X-HVB 40	50	60
X-HVB 50	60	70
X-HVB 80	80	100
X-HVB 95	95	115
X-HVB 110	110	130
X-HVB 125	125	145
X-HVB 140	140	160

### Altura máxima de la cubierta $h_p$ , depende de la geometría de la cubierta

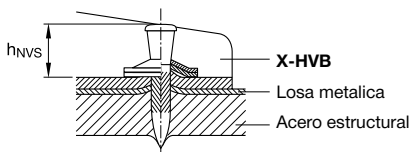
X-HVB	Altura máxima de la cubierta $h_p$ [mm]		
	$\frac{b_0}{h_p} \geq 1.8$	$1.0 < \frac{b_0}{h_p} < 1.8$	$\frac{b_0}{h_p} \leq 1.0$ *)
X-HVB 80	45	45	30
X-HVB 95	60	57	45
X-HVB 110	76	66	60
X-HVB 125	80	75	73
X-HVB 140	80	80	80



\*)  $b_0/h_p \geq 1.0$  para losas compuestas perpendiculares a la viga combinado con orientación X-HVB paralela a la viga

## Control de calidad de la fijación

### Inspección del fijador



$$8.2 \text{ mm} \leq h_{NVS} \leq 9.8 \text{ mm}$$



Marca de pistón claramente visible en la arandela superior

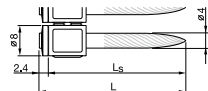


# X-U Clavos de uso general para concreto y acero

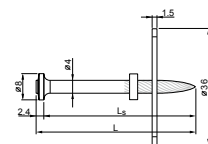
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

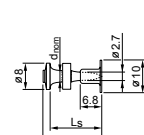
X-U \_\_ MX



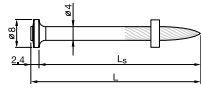
X-U \_\_ P8 S36



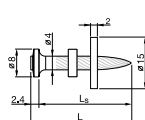
X-U 15 P8TH



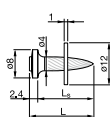
X-U \_\_ P8



X-U \_\_ P8 S15



X-U \_\_ S12



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón:	HRC 58
	HRC 59 (X-U 15)
Revestimiento de zinc:	5-20 µm

#### Herramientas de fijación recomendadas

Para más detalles, consulte el **Programa del fijador X-U** en las páginas siguientes y el capítulo sobre **Herramientas y equipo**.

#### Aprobaciones

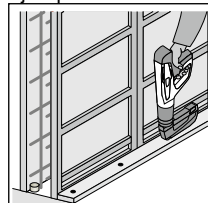
ICC ESR-2269 (EE.UU.), DIBt Z-14.4-517 (Alemania), DNV-GL,

ABS, LR 97/00077, IBMB 2006/2011

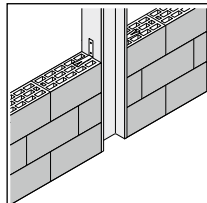
Nota: la información técnica presentada en estas aprobaciones y lineamientos de diseño reflejan condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual.

## Aplicaciones

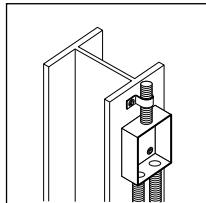
### Ejemplos



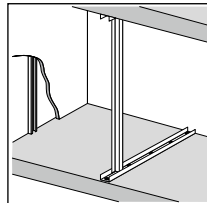
Encofrado del sistema



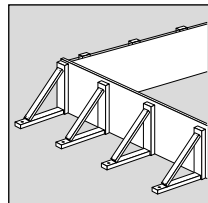
Amarre de muros en acero y concreto



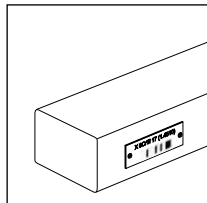
Instalaciones mecánicas y eléctricas



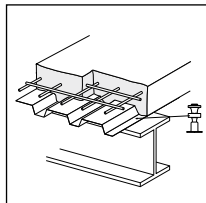
Riel para tabla yeso al concreto y acero



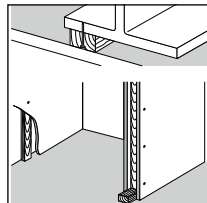
Encofrado convencional



Etiquetado



Fijación de cubiertas de metal con tachuelas

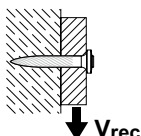
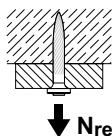


Soleras 2x4 madera sobre concreto y acero

El uso previsto para aplicaciones permanentes en las que la seguridad es fundamental comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas.

## Fijaciones sobre Concreto

### Cargas recomendadas



$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$h_{ET}$ [mm]
0.4	0.4	$\geq 27$
0.3	0.3	$\geq 22$
0.2	0.2	$\geq 18$
0.1	0.1	$\geq 14$

### Condiciones de diseño:

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.
- Toda falla visible debe reemplazarse.
- Válido para concreto con una resistencia  $f_{cc} \leq 45 \text{ N/mm}^2$ .
- Válido para cargas predominantemente estáticas.
- Dentro de las cargas recomendadas, no se considera la falla del material fijado.
- Para limitar la penetración del clavo e incrementar la resistencia a tensión de la carga, utilice clavos con arandelas.

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

Concreto:

$h_{min} = 80 \text{ mm}$

#### Espesor del material base

Madera:

$t_1 = 15 - 57 \text{ mm}$

#### Espaciado y distancia al borde



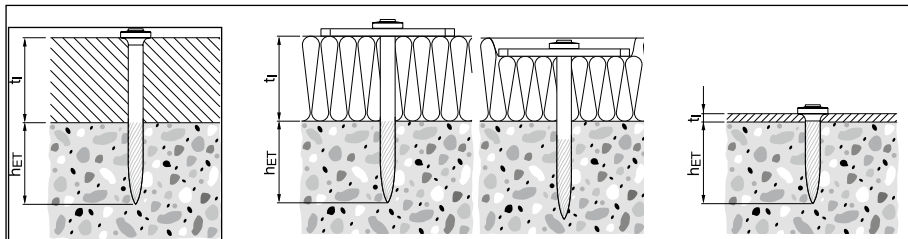
Distancia al borde:  $c \geq 70 \text{ mm}$

Espaciado  $s \geq 100 \text{ mm}$

### Selección del fijador y recomendación del sistema

Longitud del vástago requerida:  $L_S = h_{ET} + t_1$  [mm]

Recomendación:  $h_{ET} = 22 \text{ mm}$



En caso de requerir fijaciones al ras:  $L_S = h_{ET} + t_1 - 5$  [mm]

### Recomendación del cartucho

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

**Fijación sobre concreto:** **6.8/11M cartucho amarillo** para concreto suave y resistente  
**6.8/11M cartucho rojo** para concreto muy resistente

## Fijaciones sobre acero

### Cargas recomendadas

Fijación de láminas de acero y otros elementos de acero con X-U 16 y X-U 19

Cargas recomendadas $t_I$ [mm]	X-U _ P8/MX $N_{rec}$ [kN]	X-U _ S12 $N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]
0.75	1.0	1.4	1.2
1.00	1.2	1.8	1.8
1.25	1.5	2.2	2.6
> 2.00	2.0	2.2	2.6

Fijación de láminas de acero con X-U 15 Conforme a la recomendación N73 de ECCS, "Buenas Prácticas de Construcción para Losas Compuestas"

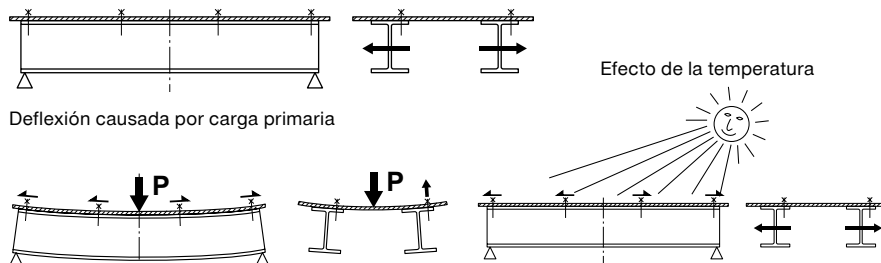
Cargas recomendadas $t_I$ [mm]	$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]
0.75 - 1.25	0.6	0.8

### Condiciones de diseño:

- Las cargas de trabajo recomendadas son válidas para láminas de acero con una resistencia a la tracción mínima  $\geq 360 \text{ N/mm}^2$ .
- Para espesores de lámina intermedios, utilice la carga recomendada para el espesor anterior.
- En caso de diseños basados en la resistencia característica, los valores recomendados deben multiplicarse por dos:  $\Rightarrow N_{Rk} = N_{rec} \cdot 2.0$   $V_{Rk} = V_{rec} \cdot 2.0$
- Para X-U 16 S12: espesor del material base  $t_{II,min} = 8 \text{ mm}$  para  $t_I \geq 1.5 \text{ mm}$  y  $t_{II,min} = 6 \text{ mm}$  para  $t_I \leq 1.25 \text{ mm}$
- Otros elementos a fijar: clips, soportes, etc.
- Debe existir redundancia (fijaciones múltiples).
- Válido para cargas predominantemente estáticas.
- Válido para cargas predominantemente estáticas

### Fuerzas de restricción

Cuando se fijen piezas de acero grandes, debe considerarse la posibilidad de que existan cargas de corte originadas por las fuerzas de restricción. ¡Evite exceder  $V_{rec}$  en el vástago del fijador!



## Fijaciones sobre Acero

Fijación de madera sobre acero



$$N_{rec} = 0.3 \text{ kN}$$

$$V_{rec} = 0.6 \text{ kN}$$

### Condiciones de diseño:

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema.
- En caso de que se fije un material suave, su resistencia ha de determinar las cargas.
- Debe observarse la distancia al borde y el espaciado entre fijadores en cumplimiento con los estándares EN reconocidos (consulte la aprobación).
- Para las especificaciones para fijar madera, aglomerado o tableros de virutas orientadas (OSB) sobre el material base, consulte la aprobación DIBt Z-14.4-517.

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

Acero:

$$t_{II} \geq 6.0 \text{ mm (fijación acero sobre acero)}$$

Madera:

$$t_{II} \geq 4.0 \text{ mm (fijación madera sobre acero)}$$

#### Espesor del material fijado

Acero:

$$t_1 \leq 3 \text{ mm (material fijado sin perforación previa)}$$

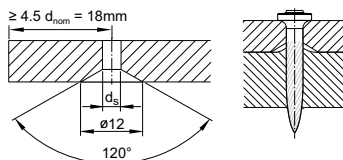
$$3 \text{ mm} < t_1 \leq 6 \text{ mm (material fijado con perforación previa)}$$

Madera:

$$t_1 = 15\text{--}57 \text{ mm}$$

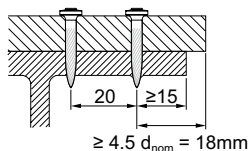
### Condiciones para elementos de acero grueso fijados ( $3 \text{ mm} < t_1 \leq 6 \text{ mm}$ )

Si resulta inaceptable que exista un espacio entre la parte fijada y el material base, las partes fijadas deben pre-perforarse.



### Distancia al borde y espaciado

Elementos rolados:



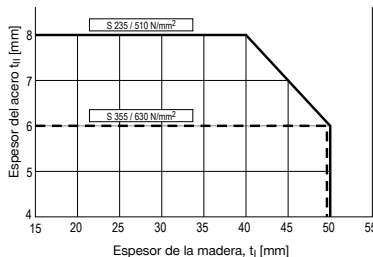
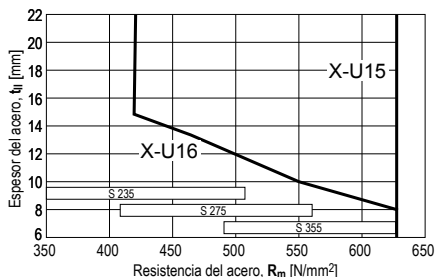
**Distancia al borde:**  $c \geq 15 \text{ mm}$

**Espaciado:**  $a = 20 \text{ mm}$

## Fijaciones sobre Acero

### Límites de aplicación

Fijación de lámina y elementos de acero sobre acero      Fijación de madera y materiales suaves sobre acero



X-U 16 P8, X-U 15 P8TH:

Para revestimientos de acero con láminas de  
 $0.75 \text{ mm} \leq t_1 \leq 1.25 \text{ mm}$

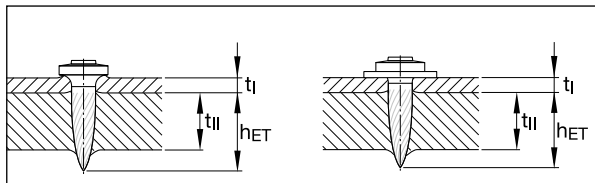
En grados de acero superiores, la fijación con clavos individuales (P8 o P8TH) puede producir mejores resultados (p.ej. menos fallas de corte) que la fijación con magazín clavos (MX o MXSP) debido a una mejor guía de los clavos.

Para X-U 22 P8 hasta X-U 62 P8

### Selección del fijador y recomendación del sistema

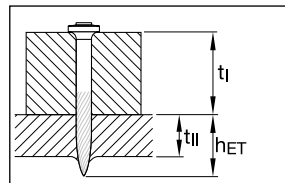
Longitud requerida para el vástago del clavo:  $L_S = h_{ET} + t_1$  [mm]

Fijación acero sobre acero



Recomendado  $h_{ET} = 12 \pm 2 \text{ mm}$

Fijación madera sobre acero



$h_{ET} \geq 8 \text{ mm}$

### Recomendación del cartucho

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

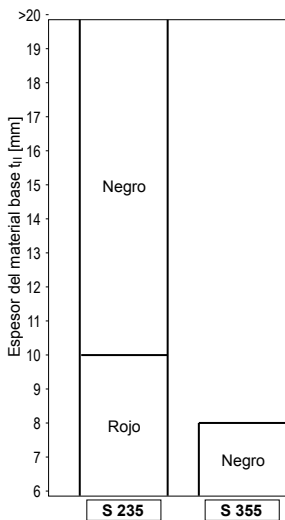
Fijación madera sobre acero:      **6.8/11M cartucho verde o amarillo**  
 para espesor de acero  $t_{II} < 6 \text{ mm}$   
**6.8/11M cartucho amarillo, rojo o negro**  
 para espesor de acero  $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$

Fijación acero sobre acero:

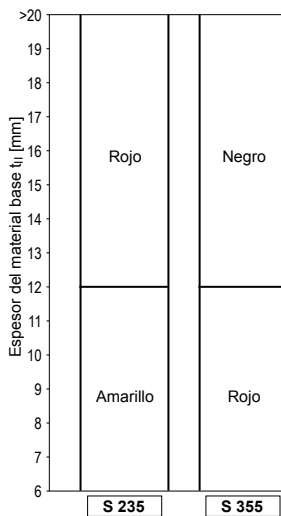
**6.8/11M cartucho amarillo, rojo o negro**

**Fijación sobre Acero**

**X-U 16**



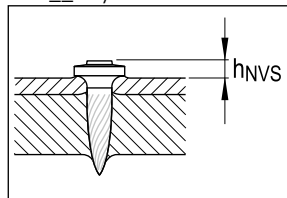
**X-U 15 P8TH**



**Control de calidad de la fijación**

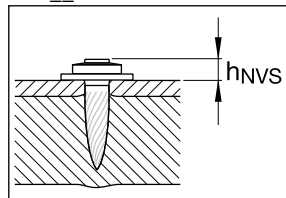
**Inspección de la fijación**

X-U \_\_ P8/MX



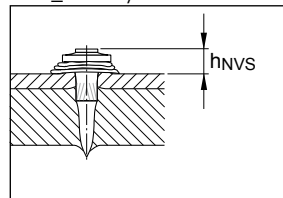
**hNVS = 2.5-4.5 mm**

X-U \_\_ S12



**hNVS = 4.0-5.5 mm**

X-U \_ P8TH / MXSP



**hNVS = 4.0-6.0 mm**

**Programa del fijador**

Fijador	Art. no	Ls [mm]	Herramientas estándar						Herramientas especiales		Aplicaciones clave
			DX 460 MX, DX 5 MX	DX 460 F8, DX 5 F8	DX 36, DX 2	DX 72	DX 351 MX	DX 351 F8	DX 35	DX 462 F8	
<b>X-U 16 MX</b>	237344	16	■				■				Lámina de metal sobre acero
<b>X-U 19 MX</b>	237345	19	■				■				Lámina de metal sobre acero
<b>X-U 22 MX</b>	237346	22	■				■				Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 27 MX</b>	237347	27	■				■				Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 32 MX</b>	237348	32	■								Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 37 MX</b>	237349	37	■								Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 42 MX</b>	237350	42	■								Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 47 MX</b>	237351	47	■								Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 52 MX</b>	237352	52	■								Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 57 MX</b>	237353	57	■								Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 62 MX</b>	237354	62	■								Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 72 MX</b>	237356	72	■								Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 16 P8</b>	237330	16		■	■	■		■	■	■	Lámina de metal sobre acero
<b>X-U 19 P8</b>	237331	19		■	■	■		■	■	■	Lámina de metal sobre acero
<b>X-U 22 P8</b>	237332	22		■	■	■		■	■	■	Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 27 P8</b>	237333	27		■	■	■		■	■	■	Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 32 P8</b>	237334	32		■	■	■		■	■	■	Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 37 P8</b>	237335	37		■	■	■		■	■	■	Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 42 P8</b>	237336	42		■	■	■		■		■	Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 47 P8</b>	237337	47		■	■	■		■		■	Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 52 P8</b>	237338	52		■	■	■			■		Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 57 P8</b>	237339	57		■	■	■			■		Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 62 P8</b>	237340	62		■	■	■					Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 72 P8</b>	237342	72		■	■	■					Madera sobre concreto/acero
<b>X-U 16 P8TH</b>	237329	16		■	■	■		■	■	■	Lámina de metal sobre acero, *)
<b>X-U 19 P8TH</b>	385781	19		■	■	■		■	■	■	Lámina de metal sobre acero, *)
<b>X-U 27 P8TH</b>	385782	27		■	■	■		■	■	■	Lámina de metal sobre acero, *)
<b>X-U 15 MXSP</b>	383466	16	■				■				Lámina de metal sobre acero
<b>X-U 15 P8TH</b>	237328	16		■	■	■		■	■	■	Lámina de metal sobre acero

\*) presionar firmemente

Fijador	Art. no	Ls [mm]	Herramientas estándar						Herramientas especiales		Aplicaciones clave
			DX 460 MX, DX 5 MX	DX 460 F8, DX 5 F8	DX 36, DX 2	DX 72	DX 351 MX	DX 351 F8	DX 35	DX 462 F8	
<b>X-U 27 P8S15</b>	237371	27		■	■	■		■	■	■	Resistencia a tensión alta
<b>X-U 32 P8S15</b>	237372	32		■	■	■		■	■	■	Resistencia a tensión alta
<b>X-U 32 P8S36</b>	237374	32		■	■	■		■	■	■	Material suave en concr./acero
<b>X-U 52 P8S36</b>	237376	52		■	■	■		■		■	Material suave en concr./acero
<b>X-U 72 P8S36</b>	237379	72		■	■	■					Material suave en concr./acero
<b>X-U 16 S12</b>	237357	16								■	Resistencia a tensión alta
<b>X-U 19 S12</b>	237358	19								■	Resistencia a tensión alta
<b>X-U 22 S12</b>	237359	22								■	Resistencia a tensión alta
<b>X-U 27 S12</b>	237360	27								■	Resistencia a tensión alta
<b>X-U 32 S12</b>	237361	32								■	Resistencia a tensión alta

■ = Recomendado

■ = Factible

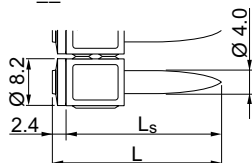


# X-P Clavo de alto rendimiento para concreto y madera a acero

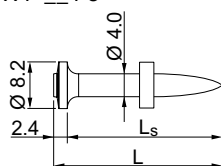
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

X-P \_\_ MX



X-P \_\_ P8



### Características y Beneficios

**Clavo de punta larga y cónica, especialmente endurecido** para aplicaciones de cargas y tasa fijación altas, en madera, acero y concretos suaves o resistentes.

### Información general

#### Herramientas de fijación recomendadas

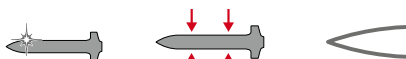
Para más detalles, consulte el **Programa del fijador X-P** el al páginas siguientes y el capítulo sobre **Herramientas y equipo**.

#### Aprobaciones

IBMB (Alemania), VHT (Alemania), ICC-ESR 2269 (EE.UU), COLA RR25675 (EE.UU)

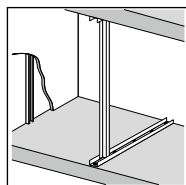
#### Especificaciones materiales

Acero al carbón HRC 59 4mm diám. vástago Punta larga cónica  
 Revestimiento de zinc: 5-20 µm

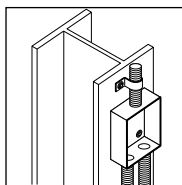


## Aplicaciones

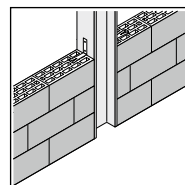
### Ejemplos



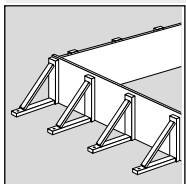
**Riel para tabla yeso al concreto y acero**



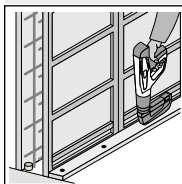
**Instalaciones mecánicas y eléctricas**



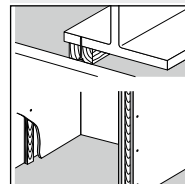
**Sujetamuros en acero y concreto**



**Encofrado convencional**



**Encofrado del sistema**

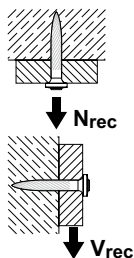


**Soleras 2x4 madera sobre concreto y acero**

El uso previsto para aplicaciones permanentes en las que la seguridad es fundamental comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas.

## Fijaciones de láminas de acero sobre concreto

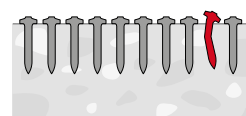
### Cargas recomendadas



h <sub>ET</sub> [mm]	Cargas recomendadas				Recomendación del cartucho tipo 6.8/11	
	Tensión N <sub>rec</sub> [kN]		Corte V <sub>rec</sub> [kN]			
	Ligero	Resistente	Ligero	Resistente	Ligero	Resistente
≥ 25	0.40	0.20	0.80	0.40	Rojo	Negro / Rojo
≥ 20	0.30	0.15	0.60	0.30	Verde / Amarillo	Rojo
≥ 18	0.20	0.10	0.40	0.20		

### Condiciones de diseño:

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.
- La falla de la lámina de metal no se considera en las cargas recomendadas y se debe evaluar por separado
- Concreto ligero hasta  $f_{c,cube} = 45 \text{ N/mm}^2$ , concreto resistente hasta  $f_{c,cube} = 65 \text{ N/mm}^2$ .
- Concreto con agregado como granito o roca de río o más ligero, y diám. hasta 16 mm



Estimación de la tasa de fijación	
Concreto ligero	Concreto resistente
95% - 99%	90% - 95%

- La tasa de fijación indica el porcentaje de clavos que se manejaron correctamente para llevar una carga.

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

Concreto:

$h_{min} = 80 \text{ mm}$

#### Espaciado y distancia al borde



Distancia al borde:  $c \geq 70 \text{ mm}$

Espaciado  $s \geq 100 \text{ mm}$

Para riel en tabla yeso ligera estándar:  $s \leq 60 \text{ cm}$

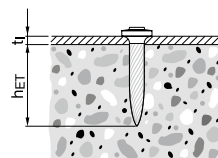
Para riel en tabla yeso clasificados como fuego:  $s \leq 30 \text{ cm}$

#### Espesor del material base

Acero:

$t_1 = 0.6 - 2.00 \text{ mm}$

#### Selección de longitud del mango ( $L_s$ )

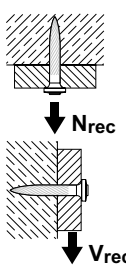


Longitud requerida del vástago:  $L_s = h_{ET} + t_1 \text{ [mm]}$

Recomendación:  $h_{ET} = 20 \text{ mm}$

## Fijaciones de madera sobre concreto

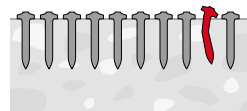
### Cargas recomendadas



$h_{ET}$ [mm]	Cargas recomendadas		Recomendación del cartucho tipo 6.8/11	
	Tensión $N_{rec}$ [kN] = Corte $V_{rec}$ [kN]			
	Dureza del concreto			
	Ligero	Resistente	Ligero	Resistente
$\geq 25$	0.40	0.10	Rojo	Negro / Rojo
$\geq 20$	0.30	-		-
$\geq 18$	0.20	-	Verde / Amarillo	-
$\geq 14$	0.10	-		

### Condiciones de diseño:

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.
- La falla de la madera no se considera en las cargas recomendadas y se debe evaluar por separado
- Concreto ligero hasta  $f_{c,cube} = 45 \text{ N/mm}^2$ , concreto resistente hasta  $f_{c,cube} = 65 \text{ N/mm}^2$ .
- Concreto con agregado como granito o roca de río o más ligero, y diám. hasta 16 mm
- Para limitar la penetración de la cabeza del clavo en la madera o para aumentar la carga de extracción, use una arandela.



Estimación de la tasa de fijación	
Concreto ligero	Concreto resistente
84% - 92%	80% - 90%

- La tasa de fijación indica el porcentaje de clavos que se manejaron correctamente para llevar una carga.

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

Concreto:

$$h_{min} = 80 \text{ mm}$$

#### Espesor del material base madera

Concreto ligero:  $t_1 = 15 - 50 \text{ mm}$

Concreto resistente:  $t_1 = 15 - 40 \text{ mm}$

#### Espaciado y distancia al borde



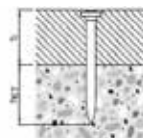
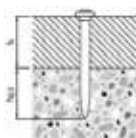
Distancia al borde:

$$c \geq 70 \text{ mm}$$

Espaciado

$$s \geq 100 \text{ mm}$$

#### Selección de longitud del mango ( $L_s$ )



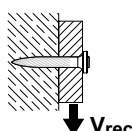
$$L_s = h_{ET} + t_1 \text{ [mm]}$$

Para fijación a ras,

$$L_s = h_{ET} + t_1 - 3 \text{ [mm]}$$

## Fijaciones de madera sobre acero

### Cargas recomendadas



Espesor del material base	Cargas recomendadas [kN]		Recomendación del cartucho tipo 6.8/11
	Tensión $N_{rec}$	Corte $V_{rec}$	
10 mm	0.40	0.60	Rojo / Negro
8 mm			Rojo
6 mm			Amarillo / Rojo
4 mm			Verde/ Amarillo

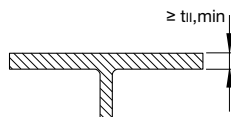
### Condiciones de diseño:

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema.
- Las cargas recomendadas están controladas de forma conservadora por la capacidad de la madera determinada de acuerdo con EN 1995. Para un diseño más detallado del miembro de madera, debe considerarse EN 1995.
- Observe la distancia y el espaciado del borde de la uña en la madera requerida por las normas reconocidas (por ejemplo, EN 1995).
- Para limitar la penetración de la cabeza del clavo en la madera o para aumentar la carga de extracción, use una arandela.

### Requerimientos de aplicación

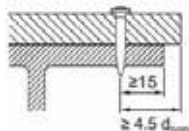
#### Espesor del material base

Acero:



$10 \text{ mm} \geq t_{II} \geq 4 \text{ mm}$

#### Espaciado y distancia al borde

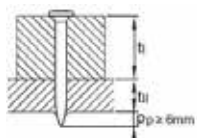


#### Espesor del material base

Madera

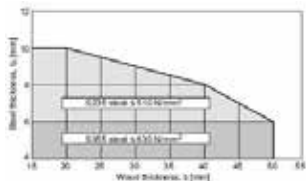
$t_I = 15 - 50 \text{ mm}$

#### Selección de longitud del mango ( $L_s$ )



### Límites de aplicación

Para X-P 22 P8 a X-P 62 P8



$p_p$  = penetración de punta a través del acero base

Longitud del mango del clavo  $L_s \sim t_I + t_{II} + 6 \text{ mm}$

Para la instalación de clavos al ras con la superficie de la madera:

Longitud del mango del clavo  $L_s \sim t_I + t_{II} + 3 \text{ mm}$

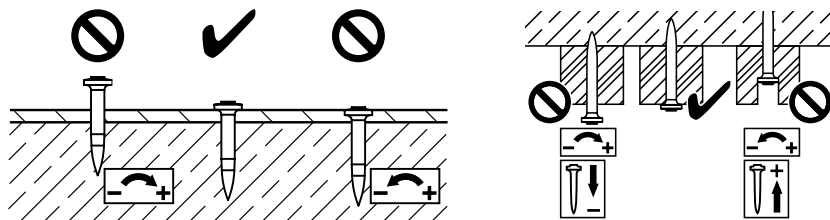
### Información sobre la corrosión

Los fijaciones recubiertas de zinc no son adecuadas para el servicio a largo plazo en exteriores o en ambientes corrosivos.

El uso de ciertas especies de madera como el roble y el abeto Douglas, así como algunos tratamientos de madera pueden requerir el uso de fijaciones de acero inoxidable, independientemente de las condiciones ambientales. El uso de fijadores de acero al carbono no está permitido. Por favor considere las regulaciones locales relevantes.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

### Control de calidad de la fijación



Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.

### Selección del fijador y recomendaciones del sistema

#### Programa del fijador

Fijador	Art. no	Ls [mm]	DX 460 MX	DX 460 F8	DX 5 MX	DX 5 F8	DX 2, DX 36	DX 351 MX	DX 351 F8	DX 462 F8	Aplicaciones clave
X-P 22 MX	2150380	22	■		■			■			Riel o amarre de muros para concreto
X-P 27 MX	2150381	27	■		■			■			Riel o amarre de muros para concreto
X-P 34 MX	2150382	34	■		■						Riel o amarre de muros para concreto
X-P 40 MX	2150383	40	■		■						Madera en concreto o acero
X-P 47 MX	2173900	47	■		■						Madera en concreto o acero
X-P 52 MX	2173901	52	■		■						Madera en concreto o acero
X-P 57 MX	2173902	57	■		■						Madera en concreto o acero

■ = Recomendado

■ = Factible

Fijador	Art. no	Ls [mm]	DX 460 MX	DX 460 F8	DX 5 MX	DX 5 F8	DX 2, DX 36	DX 351 MX	DX 351 F8	DX 462 F8	Aplicaciones clave
X-P 62 MX	2173903	62	■		■						Madera en concreto o acero
X-P 72 MX	2173904	72	■		■						Madera en concreto o acero
X-P 22 P8	2150366	22		■		■	■		■	■	Riel o amarre de muros para concreto
X-P 27 P8	2150367	27		■		■	■		■	■	Riel o amarre de muros para concreto
X-P 34 P8	2150368	34		■		■	■		■	■	Riel o amarre de muros para concreto
X-P 40 P8	2150369	40		■		■	■		■	■	Madera en concreto o acero
X-P 47 P8	2173875	47		■		■	■		■	■	Madera en concreto o acero
X-P 52 P8	2173876	52		■		■	■		■	■	Madera en concreto o acero
X-P 57 P8	2173877	57		■		■	■		■	■	Madera en concreto o acero
X-P 62 P8	2173878	62		■		■	■		■	■	Madera en concreto o acero
X-P 72 P8	2173879	72		■		■	■		■	■	Madera en concreto o acero

■ = Recomendado

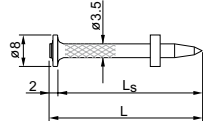
■ = Factible

# X-C Clavos para concreto y mampostería silicocalcárea

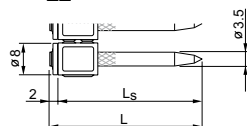
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

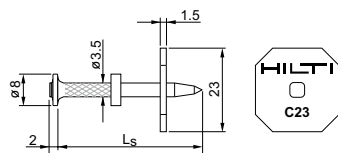
X-C \_\_ P8



X-C \_\_ MX



X-C \_\_ P8S23



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón: HRC 56.5  
HRC 58 \*)

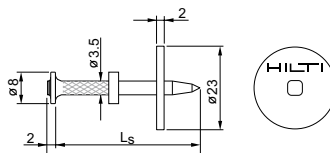
Revestimiento de zinc: 5–20 μm

\*) X-C 82, 97 and 117 P8 (d<sub>nom</sub> = 3.7 mm)

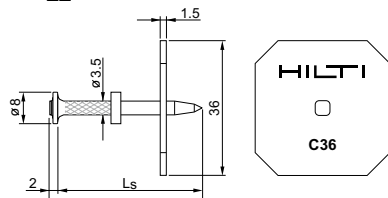
### Herramientas de fijación recomendadas

Consulte el **Programa del fijador X-C** en las páginas siguientes y el capítulo de **Herramientas y equipo**

X-C \_\_ P8S23T (para construcción de túneles)

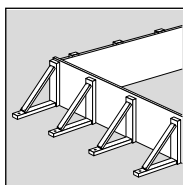


X-C \_\_ P8S36

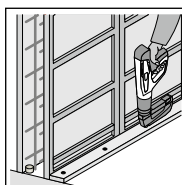


## Aplicaciones

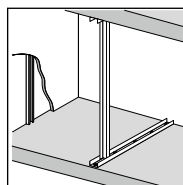
### Ejemplos



Encofrado convencional



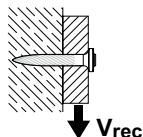
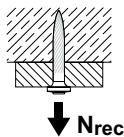
Encofrado del sistema



Riel para tabla yeso al concreto y acero

## Información de carga

### Cargas recomendadas



#### Fijación de madera sobre concreto:

$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$h_{ET}$ [mm]
0.4	0.4	$\geq 27$
0.3	0.3	$\geq 22$
0.2	0.2	$\geq 18$
0.1	0.1	$\geq 14$

#### Fijaciones sobre mampostería silicocalcárea:

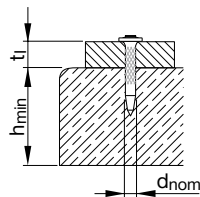
$N_{rec} = V_{rec} = 0.4$  kN para  $h_{ET} \geq 27$  mm

### Condiciones de diseño:

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.
- Toda falla visible debe reemplazarse.
- Válido para concreto con una resistencia  $f_{cc} \leq 45$  N/mm<sup>2</sup>.
- Válido para cargas predominantemente estáticas.
- Dentro de las cargas recomendadas, no se considera la falla del material fijado.
- Para limitar la penetración del clavo e incrementar la resistencia a tensión de la carga, utilice clavos con arandelas.

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base y material fijado

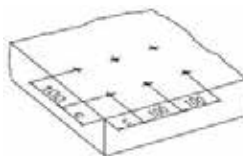


#### Concreto

$h_{min} = 80$  mm

$t_l \leq 50.0$  mm

### Espaciado y distancia al borde [mm]



Distancia al borde:  $c \geq 70$  mm

Espaciado  $s \geq 100$  mm

## Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.



**Selección del fijador y recomendación del sistema**

**Selección del fijador**

Longitud requerida para el vástago del clavo:

$$L_S = h_{ET} + t_i \text{ [mm]}$$

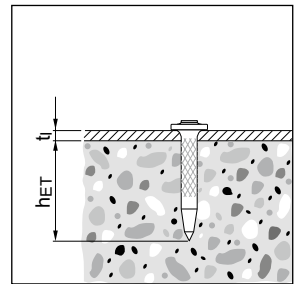
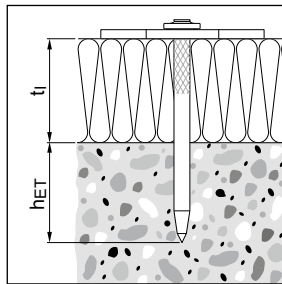
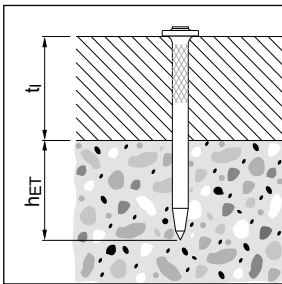
**Recomendación:**

Concreto

$$h_{ET} = 22 \text{ mm}$$

Mampostería silicocalcárea

$$h_{ET} = 27 \text{ mm}$$



En caso de requerir fijaciones al ras:

$$L_S = h_{ET} + t_i - 5 \text{ [mm]}$$

## Programa del fijador

Clavos					Herramientas							Aplicaciones clave
Descripción del fijador	Artículo no.		Especificación		DX 460 MX, DX 5 MX	DX 460 F8, DX 5 F8	DX 2, DX 36	DX E72	DX 351 MX	DX 351 F8	DX 35	
	Paq. de 1000 pzas.	Paq. de 100 pzas.	L <sub>s</sub> (mm)	d <sub>nom</sub> (mm)								
X-C 22 P8	2091378	2091377	22	3.5		■	■	■		■	■	Pieza metálica delgada sobre concreto
X-C 27 P8	2091380	2091379	27	3.5		■	■	■		■	■	Pieza metálica delgada sobre concreto
X-C 32 P8	2091382	2091381	32	3.5		■	■	■		■	■	Pieza metálica delgada sobre concreto
X-C 37 P8	2091384	2091383	37	3.5		■	■	■		■	■	Pieza metálica delgada sobre concreto
X-C 42 P8	2091386	2091385	42	3.5		■	■	■		■		Mat. Suave / madera sobre concreto
X-C 47 P8	2091388	2091387	47	3.5		■	■	■		■	■	Mat. Suave / madera sobre concreto
X-C 52 P8	2091390	2091389	52	3.5		■	■	■				Madera sobre concreto
X-C 62 P8	2091392	2091391	62	3.5		■	■	■				Madera sobre concreto
X-C 72 P8		2091393	72	3.5		■	■	■				Madera sobre concreto
X-C 82 P8		360930	82	3.7		■		■				Madera sobre concreto
X-C 97 P8		360931	97	3.7		■		■				Madera sobre concreto
X-C 117 P8		360933	117	3.7		■		■				Madera sobre concreto
X-C 20 THP	2091373	2091372	20	3.5		■	■	■		■	■	Pieza metálica delgada sobre concreto
X-C 22 P8 S15TH		2091410	22	3.5		■	■	■				Pieza metálica delgada sobre concreto
X-C 22 P8TH	2091374	2091375	22	3.5		■	■	■		■	■	Pieza metálica delgada sobre concreto
X-C 27 P8TH		2091376	27	3.5		■	■	■		■	■	Pieza metálica delgada sobre concreto
X-C 27 P8S23	2091396	2091395	27	3.5		■	■	■		■	■	Alta resist. a tensión sobre concreto
X-C 32 P8S23	2091399	2091397	32	3.5		■	■	■		■	■	Alta resist. a tensión sobre concreto
X-C 37 P8S23	2091401	2091400	37	3.5		■	■	■		■	■	Alta resist. a tensión sobre concreto
X-C 42 P8S23	2091404	2091403	42	3.5		■	■	■		■	■	Alta resist. a tensión sobre concreto
X-C 47 P8S23	2091406	2091405	47	3.5		■	■	■		■	■	Alta resist. a tensión sobre concreto
X-C 37 P8S36	2091407		37	3.5		■	■	■		■	■	Alta resist. a tensión sobre concreto
X-C 52 P8S36	2091408		52	3.5		■	■	■		■		Alta resist. a tensión sobre concreto
X-C 62 P8S36	2091409		62	3.5		■	■	■				Alta resist. a tensión sobre concreto
X-C 32 P8S23T	2091398		32	3.5		■	■	■				Construcción de túneles
X-C 37 P8S23T	2091402		37	3.5		■	■	■				Construcción de túneles

■ recomendado

■ factible

Clavos					Herramientas							Aplicaciones clave
Descripción del fijador	Artículo no.		Especificación		DX 460 MX, DX 5 MX	DX 460 F8, DX 5 F8	DX 2, DX 36	DX E72	DX 351 MX	DX 351 F8	DX 35	
	Paq. de 1000 pzas.	Paq. de 100 pzas.	L <sub>s</sub> (mm)	d <sub>nom</sub> (mm)								
<b>X-C 20 MX</b>	2091264	2091265	20	3.5	■				■			Pieza metálica delgada sobre concreto
<b>X-C 27 MX</b>	2091266	2091267	27	3.5	■				■			Pieza metálica delgada sobre concreto
<b>X-C 32 MX</b>	2091268	2091269	32	3.5	■							Pieza metálica delgada sobre concreto
<b>X-C 37 MX</b>	2091360	2091361	37	3.5	■							Pieza metálica delgada sobre concreto
<b>X-C 42 MX</b>	2091362	2091363	42	3.5	■							Mat. Suave / madera sobre concreto
<b>X-C 47 MX</b>	2091364	2091365	47	3.5	■							Mat. Suave / madera sobre concreto
<b>X-C 52 MX</b>	2091366	2091367	52	3.5	■							Madera sobre concreto
<b>X-C 62 MX</b>	2091368	2091369	62	3.5	■							Madera sobre concreto
<b>X-C 72 MX</b>	2091370	2091371	72	3.5	■							Madera sobre concreto

MX: clavos de magazín

■ recomendado

### Recomendación del cartucho

Concreto verde:	<b>6.8/11M verde</b>
Concreto regular:	<b>6.8/11M amarillo</b>
Concr. antiguo/alta resist.:	<b>6.8/11M rojo</b>
Mampostería silicocalcárea:	<b>6.8/11M verde</b>

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

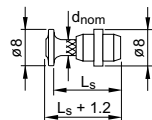


## X-S Fijadores para muro de tabla yeso

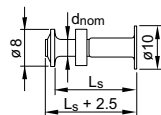
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

X-S13 THP



X-S16 P8TH



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón:

**X-S 16 P8 TH** HRC 55.5

**X-S13 THP/MX** HRC 52.5

Revestimiento de zinc: 5–20 µm

#### Herramientas de fijación recomendadas

**DX 460, DX 460 MX, DX 36, DX 2, DX 351, DX 351 MX, DX-E 72**

Consulte el Programa del fijador **X-S** en las páginas siguientes y el capítulo de

#### Herramientas y equipo

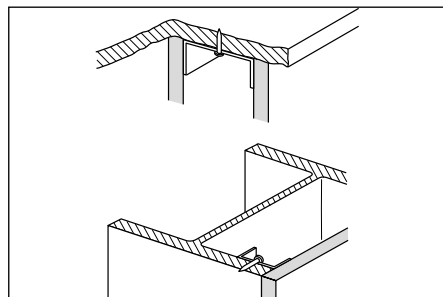
#### Aprobaciones

ICC (EE.UU): X-S (ESR-1752)

Nota: la información técnica contenida en estas aprobaciones y lineamientos de diseño refleja condiciones locales específicas, por lo que puede diferir de las publicadas en este manual.

### Aplicaciones

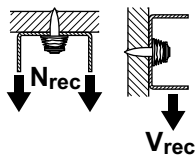
#### Ejemplos



**Raíles en muro falso de yeso sobre acero**

## Información de carga

### Cargas recomendadas



Acero 0.4 kN

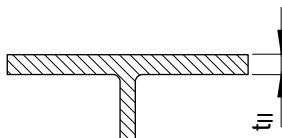
#### Condiciones de diseño:

- Debe existir redundancia (fijaciones múltiples)
- Toda falla visible debe reemplazarse

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

Acero



$t_{II} \geq 4 \text{ mm}$

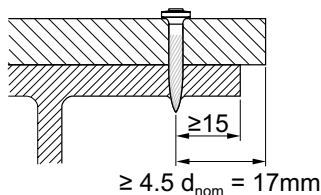
### Espesor del material fijado

Raíl de madera:  $t_1 \leq 24 \text{ mm}$

Raíl de metal:  $t_1 \leq 2 \text{ mm}$

### Distancia al borde

$c \geq 15 \text{ mm}$

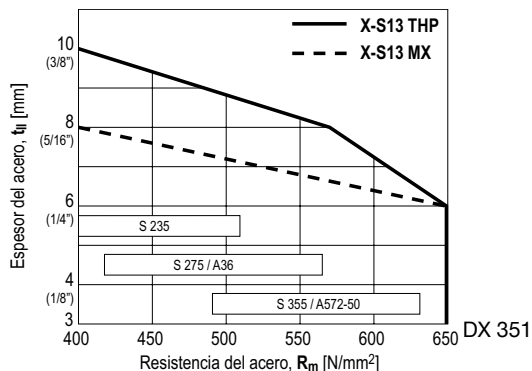


## Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

**Límites de aplicación**

Acero


**Selección del fijador y recomendación del sistema**
**Selección del fijador**

	Aplicación	Material base	
<b>X-S 16</b>	Raíl de metal	Acero	 Incremento de resistencia
<b>X-S 23</b>	Raíl de metal	Acero	

Fijador	Paq. de 1000 pzas.	Paq. de 100 pzas.	Ls (mm)	dnom (mm)	Herramientas						
					DX 460 MX, DX 5 MX	DX 460 F8, DX 5 F8	DX 2, DX 36	DX E72	DX 351 MX	DX 351 F8	DX 35
<b>X-S 13 THP</b>	274061	274059	13	3.7		■	■	■		■	■
<b>X-S 16 P8 TH</b>	388842	2091267	16	3.7		■	■	■		■	■
<b>X-S 13 MX</b>	274062	274060	13	3.7	■				■		

**Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta****Recomendación del cartucho:**

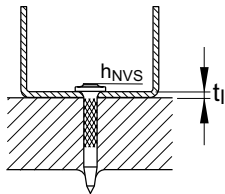
**6.8/11M cartucho amarillo o rojo** para espesor de acero  $t_{II} \geq 6$  mm

**6.8/11M cartucho verde o amarillo** para espesor de acero  $t_{II} < 6$  mm

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio

**Control de calidad de la fijación****Inspección de la fijación**

Fijaciones sobre acero



**X-S:  $h_{NVS} = 2-4$  mm**

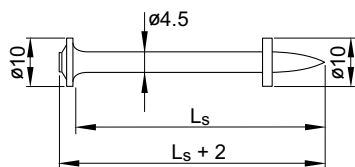


## DS Clavos de alto rendimiento para uso general sobre concreto y acero

### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

DS \_\_ P10



#### Información general

##### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón:

**DS** HRC 54

**DSH** HRC 58

Revestimiento de zinc: 5-20  $\mu$ m

#### Herramientas de fijación recomendadas

**DX 460 F10, DX 5 F10, DX 76, DX 76 PTR**

Consulte el Programa del fijador **DS** en las páginas siguientes y el capítulo de

#### Herramientas y equipo

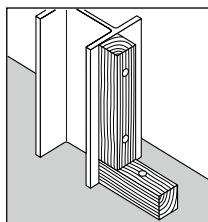
#### Aprobaciones

ICC (EE.UU): LR 97/00077

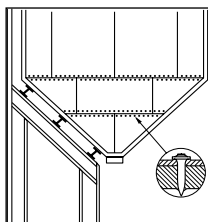
Nota: la información técnica contenida en estas aprobaciones y lineamientos de diseño refleja condiciones locales específicas, por lo que puede diferir de las publicadas en este manual.

### Aplicaciones

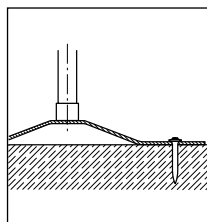
#### Ejemplos



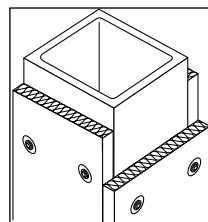
**Madera sobre  
acero y concreto**



**Plástico y caucho  
sobre acero**



**Elementos de metal  
sobre concreto**

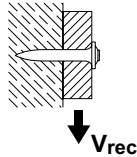
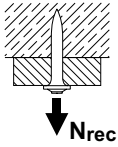


**Materiales suaves  
sobre acero y  
concreto**

## Información de carga

### Cargas recomendadas

#### Fijación de madera sobre concreto, mampostería silicocalcárea o acero



Fijación de madera sobre concreto, mampostería silicocalcárea:

$$N_{rec} = V_{rec} = 0.4 \text{ kN}$$

Fijación de madera sobre acero:

$$N_{rec} = V_{rec} = 0.6 \text{ kN}$$

#### Condiciones de diseño:

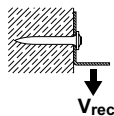
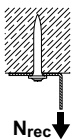
- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: al menos 5 fijaciones por unidad fijada en concreto de peso normal como material base.
- Toda falla visible debe reemplazarse
- Válido para concreto y mampostería silicocalcárea con una resistencia  $f_{cc} < 40 \text{ N/mm}^2$ .
- Material fijado:
 

madera, espesor mínimo	= 24 mm
madera contra laminada, espesor mínimo	= 16 mm

#### Materiales suaves:

- Las cargas de trabajo dependen de la resistencia y espesor del material fijado. No utilice cargas de trabajo que excedan las indicadas para la madera.
- La profundidad de penetración y demás condiciones son las mismas que para las fijaciones de madera.
- Utilice una arandela R23 o R36 (agujero  $\text{Ø}4.5 \text{ mm}$ ) para controlar la penetración e incrementar la resistencia a tensión. Disponibles por separado con su distribuidor Hilti.

#### Perfiles de metal sobre concreto:

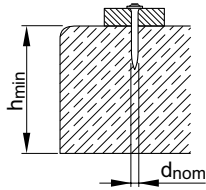


$$N_{rec} = V_{rec} = 0.4 \text{ kN}$$

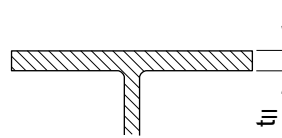
- Al menos 5 fijaciones por unidad fijada (concreto de peso normal)
- Se puede realizar un incremento a 600 N si hay 8 o más fijaciones en cada unidad fijada.
- Toda falla visible debe reemplazarse
- $t_1 = 1-4 \text{ mm}$

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base



Concreto  
 $h_{\min} = 100 \text{ mm}$  ( $d_{\text{nom}} \geq 4.5 \text{ mm}$ )



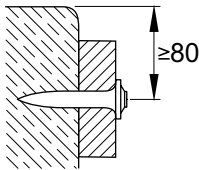
Acero  
 $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$

### Espesor del material fijado

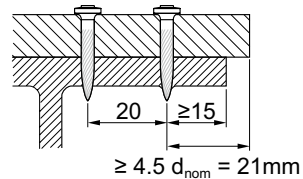
$t_I \leq 50.0 \text{ mm}$

### Espaciado y distancia al borde (mm)

Distancia al borde: concreto



Distancia al borde: acero



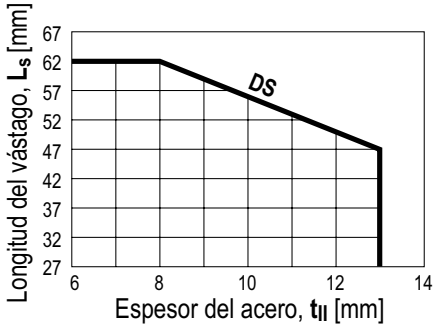
Espaciado  
 $a = 20 \text{ mm}$

### Información sobre la corrosión

El uso previsto para aplicaciones permanentes en las que la seguridad es fundamental comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

## Límites de aplicación

Acero



## Selección del fijador

### Fijaciones sobre concreto

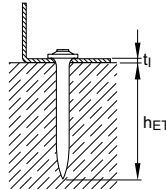
Longitud requerida para el vástago del clavo:

Perfiles de:

madera o metal  $L_s = h_{ET} + t_I$  [mm]

Materiales suaves  $L_s = h_{ET} + t_I - 2 - h_{CS}$  [mm]

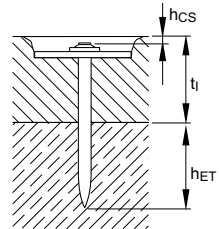
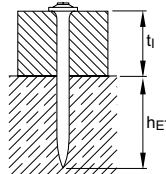
$h_{CS} \cong 3$  mm de ser posible



Profundidad de penetración requerida  $h_{ET}$

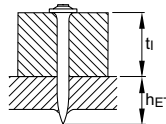
Seleccione  $h_{ET}$

$h_{ET} \geq 27$  mm



### Fijaciones sobre acero

$h_{ET} = 17-27$  mm



## Programa del fijador

Fijadores			
Denominación	Artículo no.	$L_S$ (mm)	$d_{nom}$ (mm)
<b>DS 27 P10</b>	46157	27	4.5
<b>DS 32 P10</b>	46158	32	4.5
<b>DS 37 P10</b>	46159	37	4.5
<b>DS 42 P10</b>	46160	42	4.5
<b>DS 47 P10</b>	46161	47	4.5
<b>DS 52 P10</b>	46162	52	4.5
<b>DSH 57 P10</b>	40591	57	4.5
<b>DS 62 P10</b>	46164	62	4.5
<b>DS 72 P10</b>	46165	72	4.5

) Los límites de la longitud del clavo están considerados para uso sin preinstalación en la madera.  
 Instalar el clavo en la madera a mano y posteriormente posicionar la herramienta sobre la cabeza del clavo extendiendo el rango de longitud del clavo para la herramienta

## Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta

Recomendación del cartucho: DX 460

Acero: 6.8/11M cartucho rojo  
 Concreto: 6.8/11M cartucho amarillo o rojo  
 Mampostería: 6.8/11M cartucho verde

Recomendación del cartucho: DX 76, DX 76 PTR

Acero: 6.8/18M cartucho rojo o negro  
 Concreto: 6.8/18M cartucho amarillo o rojo

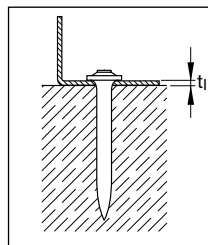
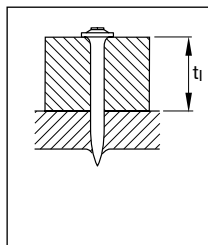
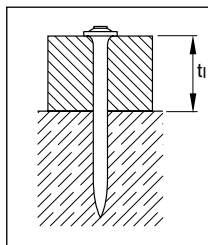
Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

## Control de calidad de la fijación

### Inspección de la fijación

Fijación de madera o materiales suaves

Fijación de perfiles de metal



Instalación de los clavos al ras

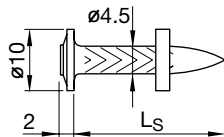


## EDS Clavos para fijar acero sobre acero

### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

EDS \_\_ P10



#### Información general

##### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón:

**EDS 19/22** HRC 55.0

**EDS 27** HRC 53.5

Revestimiento de zinc: 10–25 µm

#### Herramientas de fijación recomendadas

##### DX 76, DX 76 PTR

Consulte el Programa del fijador **EDS** en las páginas siguientes y el capítulo de **Herramientas y equipo**

#### Aprobaciones

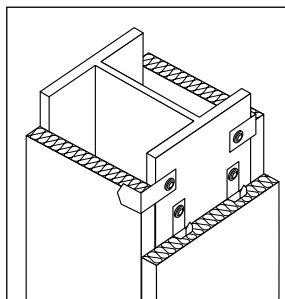
ICC (EE.UU.)  
ABS & LR



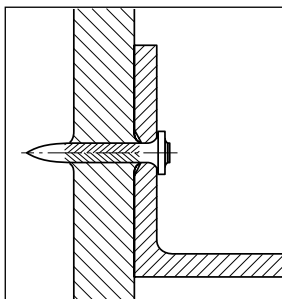
Nota: la información técnica contenida en estas aprobaciones y lineamientos de diseño refleja condiciones locales específicas, por lo que puede diferir de las publicadas en este manual.

### Aplicaciones

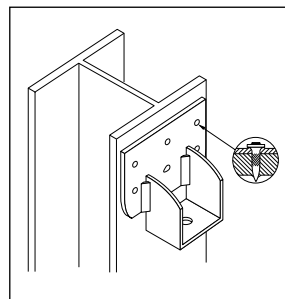
#### Ejemplos



**Clips de metal**



**Ángulos**



**Bases de montaje**

## Información de carga

### Cargas recomendadas (predominantemente estáticas)

#### Fijaciones sobre mampostería silicocalcárea:

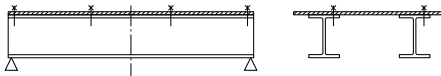
$t_{II}$ [mm]	EDS P10	
	$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]
0.75	1.1	1.5
1.00	1.3	2.3
1.25	1.7	3.2
$\geq 2.00$	2.4	4.0

- Las cargas recomendadas son válidas para láminas de acero con una resistencia a la tracción mínima de  $\geq 360$  N/mm<sup>2</sup>.
- Para espesores de lámina intermedios, utilice la carga recomendada para el espesor anterior.
- $N_{rec}$  and  $V_{rec}$  incluyen un factor de seguridad general de 3.0 aplicado en la información de prueba característica.

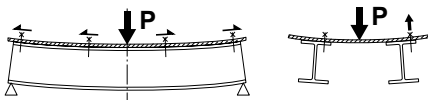
Prueba estática:  $N_{rec} = N_{test,k} / 3.0$ ,  $V_{rec} = V_{test,k} / 3.0$

## Fuerzas de restricción

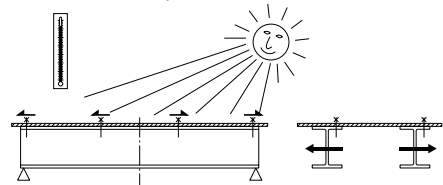
Cuando se fijan piezas de acero grandes, debe considerarse la posibilidad de que existan cargas de corte originadas por las fuerzas de restricción. ¡Evite exceder  $V_{rec}$  en el vástago del fijador!



Deflexión causada por carga primaria

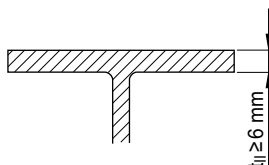


Efecto de la temperatura



## Requerimientos de aplicación

### Esesor del material base



EDS

$t_{II}$  [mm]  $\geq 2.00$

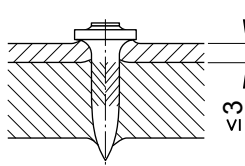


## Espesor del material fijado

$t_f \leq 3 \text{ mm}$

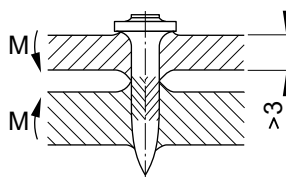
Material fijado: acero  
 $\leq 3 \text{ mm}$  thick, de espesor, usualmente se deforma junto con el material base desplazado para que haya un buen ajuste entre el acero fijado y el material de base sin la necesidad de una perforación previa.

Se recomienda hacer fijaciones de prueba ya que las condiciones pueden variar.

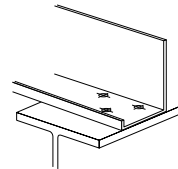


$t_f > 3 \text{ mm}$

Sin perforación previa:  
 El acero fijado de  $> 3 \text{ mm}$  de espesor es demasiado rígido para deformarse por completo junto con el material base desplazado. El espacio, el cual se incrementa junto con  $t_f$ , puede ocasionar la aplicación de momentos flectores al vástago del clavo.

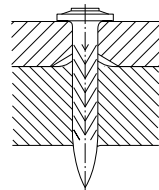
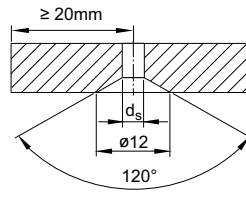


Para prevenir un momento en el vástago del fijador, utilice tres fijadores por grupo.



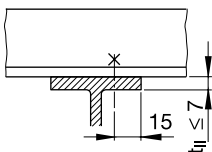
Con perforación previa:

Si resulta inaceptable que exista un espacio entre la parte fijada y el material base, las partes fijadas deben perforarse previamente.

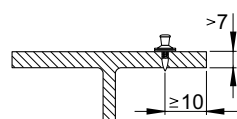
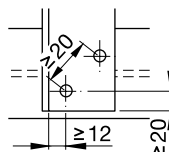


## Espaciado y distancia al borde (mm)

Material base



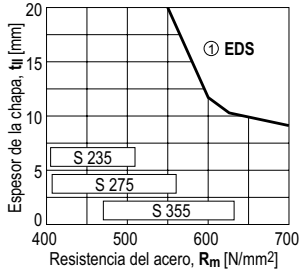
Material fijado



## Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

## Límites de aplicación



① EDS con DX76 y DX 76 PTR

- Línea de límite válida para acero,  $t_j \leq 3$  mm
- Para acero  $t_j > 3$  mm sin perforación previa, realice fijaciones de prueba o ajuste  $t_{II}$  hasta  $t_{II} + t_j$  antes de utilizar la gráfica.

## Programa del fijador

Espesor del material base	Espesor del material fijado									Fijador	Artículo no.	$L_s$ (mm)	$h_{ET}$ (mm)	Herramientas DX
	$\leq 1$	2	3	5	6	7	8	9	13					
$t_{II, min} \geq 6$ mm	■	■	■	■						EDS 19 P10	46554	19	12-17	DX 76 DX 76 PTR
				■	■	■	■			EDS 22 P10	46556	22	12-17	
							■	■	■	EDS 27 P10	46557	27	12-17	

■ Espesor recomendado

$$L_s = h_{ET} + t_j$$

## Recomendación del cartucho

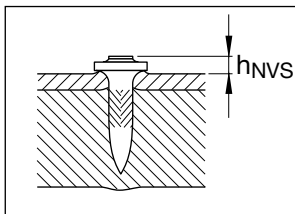
Se puede ajustar la potencia de la herramienta al realizar pruebas en sitio.

EDS Recomendación del cartucho: **6.8/18M rojo o negro**

## Control de calidad de la fijación

### Inspección de la fijación

EDS \_\_ P10



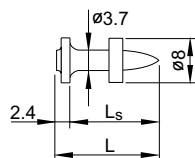
$$h_{NVS} = 3.0 - 4.0 \text{ mm}$$

# X-R Clavos de acero inoxidable para fijaciones sobre acero

## Especificaciones del producto

### Dimensiones

X-R14 P8



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago del clavo: P558 (aleación CrMnMo)

$f_u \geq 2000 \text{ N/mm}^2$

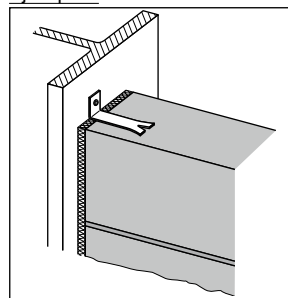
Arandelas de plástico: polietileno

#### Herramientas de fijación recomendadas

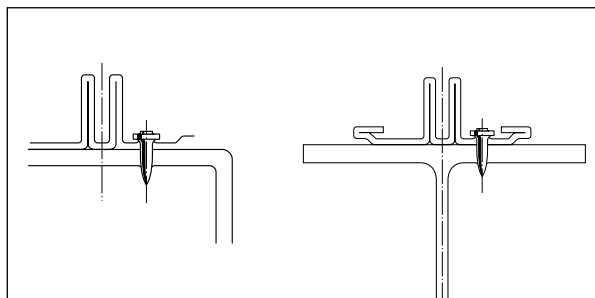
DX 450, DX 460, DX 5

## Aplicaciones

### Ejemplos



Sujetamuros



Fijación de los perfiles de fijación de la fachada de cristal con la DX 450 (125%, acceso estrecho de 8 mm)

## Información de carga

### Cargas recomendadas

Lámina de acero al carbón, $f_u \geq 370 \text{ N/mm}^2$			Lámina de aluminio, $f_u \geq 210 \text{ N/mm}^2$		
$t_f$ [mm] <sup>1)</sup>	$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$t_f$ [mm]	$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]
0.75	1.0	1.1	0.8	0.4	0.4
1.00	1.2	1.4	1.0	0.6	0.6
1.25	1.5	1.7	1.2	0.8	0.9
2.00	2.2	2.0	1.5	1.1	1.4
2.50	2.2	2.0	2.0	1.6	1.7
3.00	2.2	2.0			

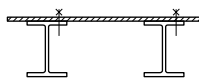
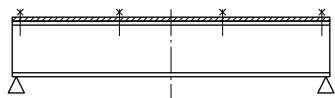
1) Espesor máximo para la fijación de perfiles en aplicaciones de fachadas de vidrio, de acuerdo con la aprobación DIBt Z-14.4-766: 2.5 mm

### Condiciones:

- Las cargas de trabajo recomendadas son válidas para materiales fijados como se muestra arriba.
- Para espesores de lámina intermedios, utilice la carga recomendada para el espesor anterior.
- Rara láminas de acero inoxidable, utilice las mismas cargas que las indicadas para láminas de acero al carbón.
- Las cargas recomendadas incluyen un factor de seguridad general aplicado a la resistencia característica. Prueba estática:  $N_{rec} = N_{test,k} / 3.0$ ,  $V_{rec} = V_{test,k} / 3.0$
- Estas cargas recomendadas son apropiadas para diseños de carga de viento conforme a Eurocode 1 (o similar).
- Las Fuerzas de restricción deben ser contempladas, ver la siguiente sección.
- Resistencias de los perfiles para la fijación de fachadas de vidrio: Consultar aprobación DIBt Z-14.4-766

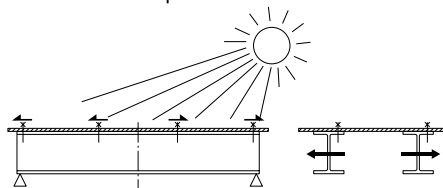
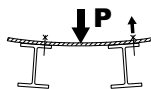
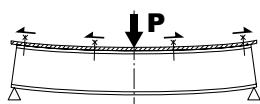
### Fuerzas de restricción

Cuando se fijan piezas de acero o aluminio grandes, debe considerarse en el diseño de fijación la posibilidad de que existan cargas de corte originadas por las fuerzas de restricción. ¡Permita que haya movimiento o evite exceder  $V_{rec}$ !



Deflexión causada por carga primaria

Efecto de la temperatura



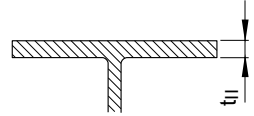
### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

Con herramienta **DX 450**:  $t_{II} \geq 5.0 \text{ mm}$  <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>  $t_{II} \geq 4 \text{ mm}$  posible para algunos tipos específicos de secciones huecas

**Por favor referirse a la aprobación del DIBt para la fijación de perfiles en fachadas de vidrio usando la herramienta DX 450**



Con herramienta **DX 460, DX 5**:  $t_{II} \geq 6.0 \text{ mm}$

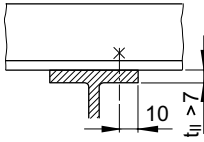
#### Espesor del material fijado

Con herramienta **DX 460, DX 5**:  $t_I \leq 1.0 \text{ mm}$

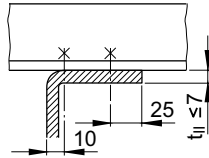
Con herramienta **DX 450**:  $t_I \leq 3.0 \text{ mm}$

#### Espaciado y distancia al borde (mm)

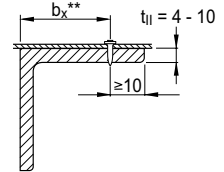
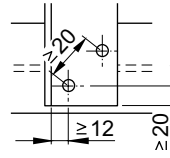
Figuras roladas



Figuras roladas en frío



Material fijado



\*\* máx. permitido  $b_x \leq 8 \times t_{II}$  sin embargo, se recomienda realizar pruebas en área de trabajo.

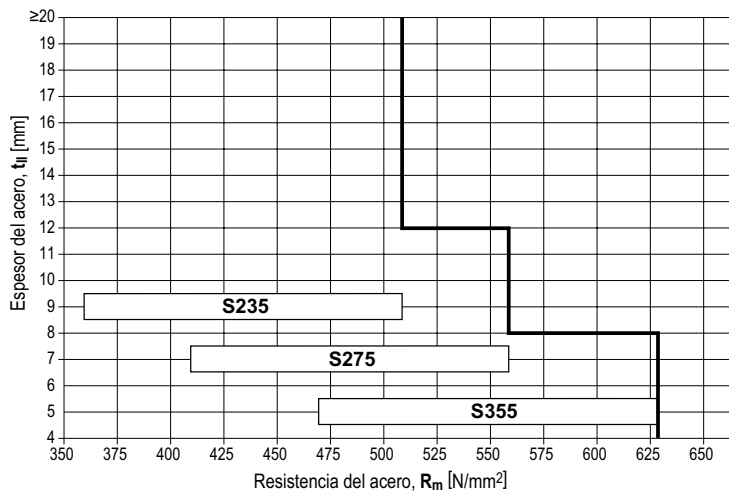
#### Información sobre la corrosión

Para fijaciones expuestas al medio ambiente u otras condiciones corrosivas. No está permitido el uso en ambientes altamente corrosivos, como piscinas o túneles en autopistas.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

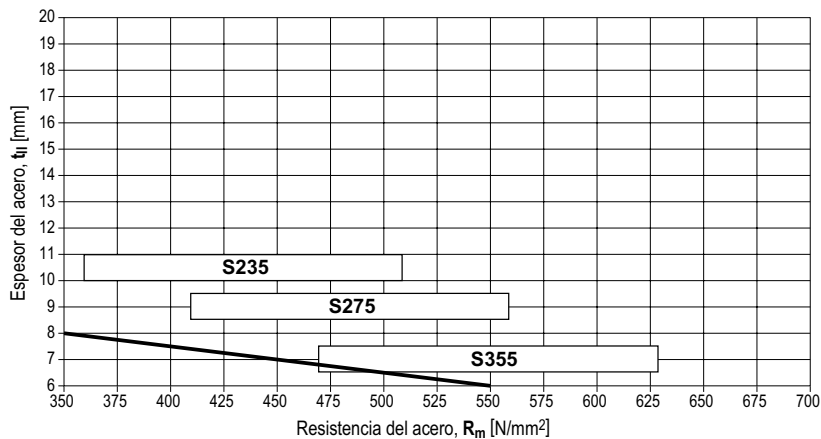
## Límites de aplicación

### DX 450



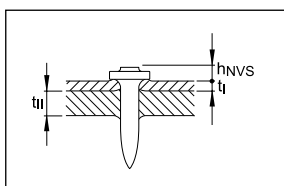
- Espeor del acero 4 – 8 mm: Aplica para acero como material base con resistencia hasta S355
- Espeor del acero 8 – 12 mm: Aplica para acero como material base con resistencia hasta S275
- Espeor del acero > 12 mm: Aplica para acero como material base con resistencia S235

### DX 460, DX 5



**Programa del fijador**

Denominación	Artículo no.	L <sub>s</sub> [mm]	Herramienta
X-R14 P8	2122461	14	DX 450, DX 460, DX 5

**Control de calidad de la fijación**
**Recomendación del cartucho e Inspección de la fijación**

**DX 450**

Espesor del material base [mm] $t_{II}$	4 - 6	6 - 8	> 8
Cartucho, 6.8/11M	Amarillo	Rojo	
Energía	1.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.5 - 3.0
$h_{NVS}$ [mm]	3.0 - 4.5	3.0 - 4.5	2.0 - 3.0

**DX 460, DX 5**

Cartucho, 6.8/11M	Rojo
$h_{NVS}$ [mm]	3.0 - 4.5

Se puede ajustar la potencia de la energía por medio de pruebas en sitio.



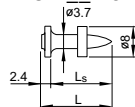


# X-CR Clavos de acero inoxidable para fijaciones sobre acero

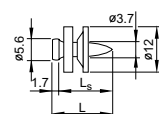
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

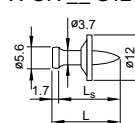
X-CR \_\_ P8



X-CR 14 D12



X-CR \_\_ S12



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago del clavo: CR-500 (aleación CrNiMo)

$f_u \geq 1800 \text{ N/mm}^2$

Arandelas de acero: X2CrNiMo 18143

Arandelas de plástico: polietileno

### Herramientas de fijación recomendadas

#### DX 460, DX 5, DX 450

Consulte el Programa del fijador X-CR en las páginas siguientes y el capítulo de

### Herramientas y equipo

### Aprobaciones

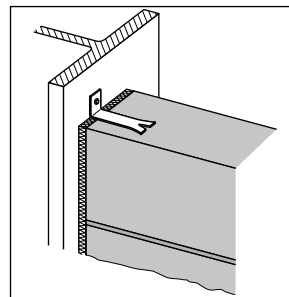
DIBt (Alemania): X-CR 14 P8  
fijación de fachadas de con DX 450 (125%)

ABS, LR, IBMB: todos los tipos

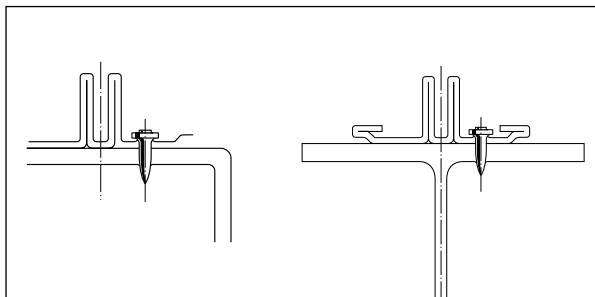


## Aplicaciones (para fijaciones expuestas al medio ambiente u otras condiciones corrosivas)

### Ejemplos



Amarre de muros



Fijación de fachadas de vidrio

## Información de carga

### Cargas recomendadas

#### Fijación de láminas de acero

t <sub>II</sub> [mm]	Lámina de acero al carbón, f <sub>U</sub> ≥ 370 N/mm <sup>2</sup>				Lámina de aluminio, f <sub>U</sub> ≥ 210 N/mm <sup>2</sup>				
	X-CR __ P8		X-CR __ D12/S12		X-CR __ P8			X-CR __ D12/S12	
	N <sub>rec</sub> [kN]	V <sub>rec</sub> [kN]	N <sub>rec</sub> [kN]	V <sub>rec</sub> [kN]	t <sub>II</sub> [mm]	N <sub>rec</sub> [kN]	V <sub>rec</sub> [kN]	N <sub>rec</sub> [kN]	V <sub>rec</sub> [kN]
0.75	1.0	1.1	1.4	1.1	0.8	0.4	0.4	0.6	0.4
1.00	1.2	1.4	1.6	1.4	1.0	0.6	0.6	0.8	0.6
1.25	1.5	1.7	1.8	1.7	1.2	0.8	0.9	1.1	0.9
2.00	2.2	2.0	2.2	2.0	1.5	1.1	1.4	1.6	1.4
					2.0	1.6	1.9	1.9	1.9

- Las cargas de trabajo recomendadas son válidas para materiales fijados como se muestra arriba.
- Para espesores de lámina intermedios, utilice la carga recomendada para el espesor anterior.
- Para láminas de acero inoxidable, utilice las mismas cargas que las indicadas para láminas de acero al carbón.
- Las cargas recomendadas incluyen un factor de seguridad general aplicado a la resistencia característica. Prueba estática:  $N_{rec} = N_{test,k} / 3.0$   $V_{rec} = V_{test,k} / 3.0$
- Estas cargas recomendadas son apropiadas para diseños de carga de viento conforme a Eurocode 1 (o similar).

#### Otras aplicaciones \*

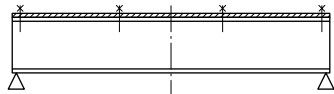
##### X-CR \_\_ P8 / X-CR 14 D12 / X-CR \_\_ D12/S12

N <sub>rec</sub> [kN]	V <sub>rec</sub> [kN]	M <sub>rec</sub> [Nm]
1.6	2.0	3.8

- \* Partes fijadas: componentes de acero grueso (clips, soportes, etc.)
- N<sub>rec</sub> and V<sub>rec</sub> no consideran la falla del material fijado.
- Cargas válidas para cargas predominantemente estáticas.

### Fuerzas de restricción

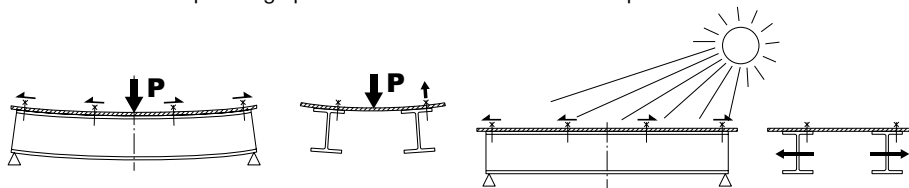
Cuando se fijan piezas de acero o aluminio grandes, debe considerarse en el diseño de fijación la posibilidad de que existan cargas de corte originadas por las fuerzas de restricción. ¡Permita que haya movimiento o evite exceder **V<sub>rec</sub>**!



Deflexión causada por carga primaria



Efecto de la temperatura



**Requerimientos de aplicación**

**Espesor del material base**

Con herramienta **DX 450**:  $t_{II} \geq 5.0 \text{ mm}$  <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>  $t_{II} \geq 4 \text{ mm}$  posible para algunos tipos específicos de secciones huecas

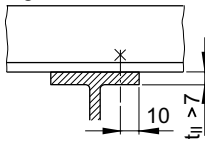
Con herramienta **DX 460, DX 5**:  $t_{II} \geq 6.0 \text{ mm}$

**Espesor del material fijado**

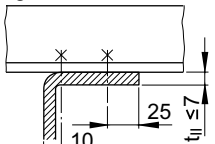
$t_I \leq 12.0 \text{ mm}$  (consulte la selección del fijador para más detalles)

**Espaciado y distancia al borde (mm)**

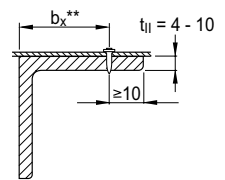
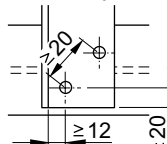
Figuras roladas



Figuras roladas en frío



Material fijado



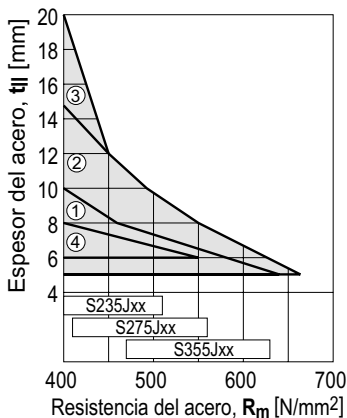
\*\* máx. permitido  $b_x \leq 8 \times t_{II}$  Sin embargo, se recomienda realizar pruebas en área de trabajo.

**Información sobre la corrosión**

Para fijaciones expuestas al medio ambiente u otras condiciones corrosivas. No está permitido el uso en ambientes altamente corrosivos, como piscinas o túneles en autopistas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

**Límites de aplicación**

**DX 450, DX 460, DX 5**



- ① X-CR16 ( $t_I \leq 3 \text{ mm}$ ) con herramienta DX 450
- ② X-CR14 ( $t_I \leq 2 \text{ mm}$ ) con herramienta DX 450
- ③ X-CR14 ( $t_I \leq 1 \text{ mm}$ ) con herramienta DX 450
- ④ X-CR14 ( $t_I \leq 1 \text{ mm}$ ) con herramienta DX 460 y DX 5

**DX 450:** Espesor del acero  $t_{II} \geq 5 \text{ mm}$

**DX 460, DX 5:** Espesor del acero  $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$

## Programa del fijador

### Fijación de láminas de acero

Espesor del material fijado $t_f$ [mm]			Fijador	Artículo no.	$L_s$ (mm)	$h_{ET}$ (mm)	Herramienta
≤1	2	3					
■	■		<b>X-CR 16 P8</b>	247356	16	≥ 9	DX 450, DX 460, DX 5
■			<b>X-CR 14 D12</b>	244601	14	≥ 9	DX 450
	■	■	<b>X-CR 16 S12</b>	298855	16	≥ 9	DX 450

### Fijación de madera o materiales suaves

Espesor del material fijado $t_f$ [mm]					Fijador	Artículo no.	$L_s$ (mm)	$h_{ET}$ (mm)	Herramienta
≤4	5	6	8	9					
	■	■			<b>X-CR 18 P8</b>	247357	18	≥ 9	DX 450, DX 460, DX 5
			■	■	<b>X-CR 21 P8</b>	247358	21	≥ 9	DX 450, DX 460, DX 5
■	■				<b>X-CR 18 S12</b>	298856	18	≥ 9	DX 450
		■	■		<b>X-CR 21 S12</b>	298857	21	≥ 9	DX 450
				■	<b>X-CR 24 S12</b>	298856	24	≥ 9	DX 450

■ Espesor recomendado

$$L_s = h_{ET} + t_f \text{ para X-CR \_\_ P8}$$

$$L_s = h_{ET} + t_f + 1 \text{ para X-CR \_\_ D12/S12}$$

### Recomendación del cartucho

DX 460, DX 5

**6.8/11M cartucho rojo o negro**

DX 450

**6.8/11M cartucho amarillo**

( $t_{II} \geq 5-6$  mm)

**6.8/11M cartucho rojo**

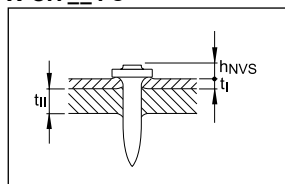
( $t_{II} > 6$  mm)

Se puede ajustar la potencia de la energía por medio de pruebas en sitio.

### Control de calidad de la fijación

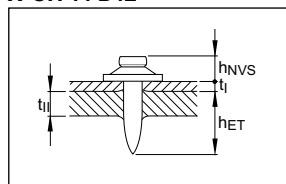
#### Inspección de la fijación

##### X-CR \\_\\_ P8



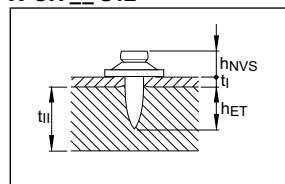
$$h_{NVS} = 3.0-4.5 \text{ mm}$$

##### X-CR 14 D12



$$h_{NVS} = 4-5 \text{ mm}$$

##### X-CR \\_\\_ S12



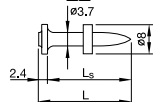
$$h_{NVS} = 4-5 \text{ mm}$$

# X-CR Clavos de acero inoxidable para concreto, mampostería silicocalcárea y acero

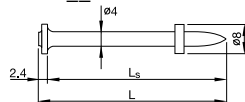
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

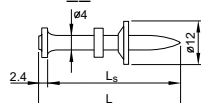
X-CR \_\_ P8



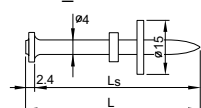
X-CR \_\_ P8



X-CR \_\_ P8 S12



X-CR\_P8 S15



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago del clavo: Aleación CrNiMo  
 $f_u \geq 1800 \text{ N/mm}^2$   
 (49 HRC)

Revestimiento de zinc: X-CR 48 P8S15 con  
 5–13  $\mu\text{m}$

Revestimiento de zinc para un mejor anclaje en el concreto.

#### Herramientas de fijación recomendadas

**DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E72**

Consulte el Programa del fijador X-CR en las páginas siguientes y el capítulo de **Herramientas y equipo**

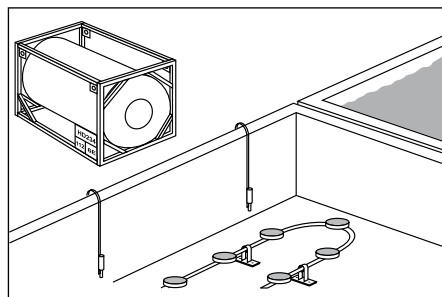
#### Aprobaciones

ABS, LR: todos los tipos

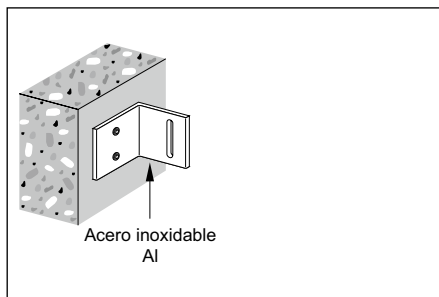


## Aplicaciones

### Ejemplos



**Exposición al medio ambiente u otras condiciones corrosivas**

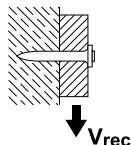
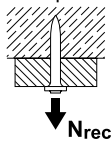


**Material fijado noble o corrosivo**

## Información de cargas

### DX estándar: Cargas recomendadas

Fijación de madera sobre concreto, mampostería silicocalcárea o acero



Fijación de madera sobre concreto, mampostería silicocalcárea:

$$N_{rec} = V_{rec} = 0.4 \text{ kN}$$

Fijación de madera sobre acero:

$$N_{rec} = V_{rec} = 0.6 \text{ kN}$$

### Condiciones de diseño:

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: al menos 5 fijaciones por unidad fijada en concreto de peso normal como material base.
- Toda falla visible debe reemplazarse
- Válido para concreto y mampostería silicocalcárea con una resistencia de  $f_{cc} < 40 \text{ N/mm}^2$
- Válido para cargas predominantemente estáticas.

### Materiales ligeros:

- Las cargas de trabajo dependen de la resistencia y espesor del material fijado. No utilice cargas de trabajo que excedan las indicadas para la madera.
- La profundidad de penetración y demás condiciones son las mismas que para fijaciones de madera.
- Utilice una arandela R23 o R36 (agujero de 4.5 mm) para controlar la penetración e incrementar la resistencia a tensión.

### DX-Kwik (con perforación previa): Cargas recomendadas

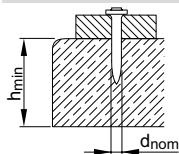
	$N_{rec,1}$ [kN]	$N_{rec,2}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$M_{rec}$ [Nm]
X-CR 39/44	2.0	0.6	2.0	5.5
X-CR 48	3.0	0.9	3.0	5.5

### Condiciones:

- $N_{rec,1}$ : concreto en zona de compresión.
- $N_{rec,2}$ : concreto en zona de tensión.
- Carga estática o cíclica (aplicaciones de 5000 cargas).
- $f_{cc} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ . Para resistencias de concreto más altas, pueden utilizarse cargas mayores siempre y cuando las pruebas lo respalden
- Es necesario asegurarse de que existe una redundancia tal que, si una de las fijaciones llegase a fallar, el sistema completo no colapsaría.
- Las cargas recomendadas se basan en la falla del anclaje del fijador en el concreto. El espesor y la calidad del material fijado pueden reducir las cargas.
- Deben observarse todos los requerimientos de perforación previa, límites de espesor de los materiales fijados y detalles recomendados

## Requerimientos de aplicación

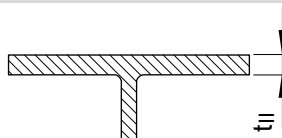
### Espesor del material base



#### Concreto

$h_{\min} = 80 \text{ mm}$  ( $d_{\text{nom}} = 3.7 \text{ mm}$ )

$h_{\min} = 90 \text{ mm}$  ( $d_{\text{nom}} \geq 4.0 \text{ mm}$ )



#### Acero

$t_{II} \geq 5 \text{ mm}$  para fijar madera

### Espesor del material fijado

$t_I \leq 25.0 \text{ mm}$  (vea la selección del fijador para más detalles)

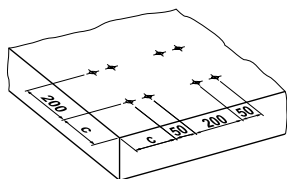
### Espaciado y distancia al borde (mm)

Pares

Fila a lo largo del borde

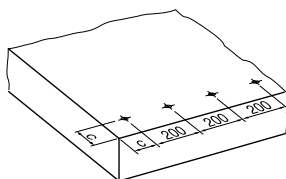
General

(e.g. en un grupo de fijadores)



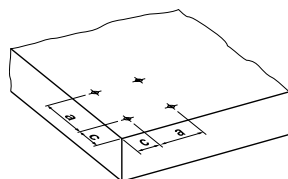
armado\*    no armado

c    100    150



armado\*    no armado

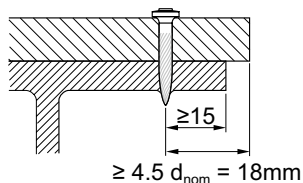
c    80    150



armado\*    no armado

c    80    150  
a    80    100

\* Al menos acero de diametro 6mm para armado de forma continua a lo largo de los bordes y alrededor de las esquinas.



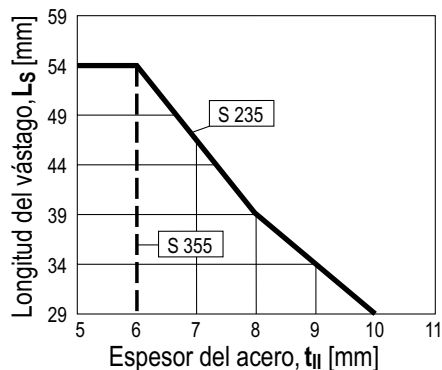
### Información sobre la corrosión

Para fijaciones expuestas al medio ambiente u otras condiciones corrosivas. No está permitido el uso en ambientes altamente corrosivos, como piscinas o túneles en autopistas.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

## Límites de aplicación

### Acero



## Selección del fijador

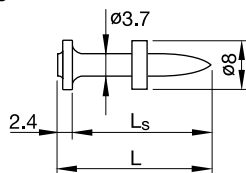
### DX Estándar – fijación de madera o material suave

Longitud requerida para el vástago del clavo

Madera:  $L_s = h_{ET} + t_1$  [mm]

Material suave:  $L_s = h_{ET} + t_1 - 2.4 - h_{cs}$  [mm]

$h_{cs} \approx 3$  mm de ser posible



Profundidad de penetración requerida  $h_{ET}$

Concreto de peso normal NWC

$h_{ET}$  según la resistencia del concreto  $f_{cc}$

$f_{cc}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	15	25	35
-------------------------------	----	----	----

$h_{ET}$ [mm]	32	27	22
---------------	----	----	----

Concreto de peso normal LWC:

$h_{ET} = 32-37$  mm

Mampostería silicocalcárea SLM

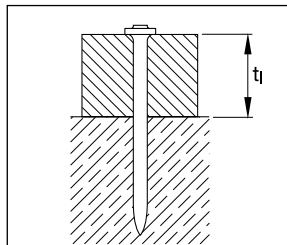
$h_{ET}$  según la resistencia del concreto  $f_{cc}$

$f_{cc}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	15	25	35
-------------------------------	----	----	----

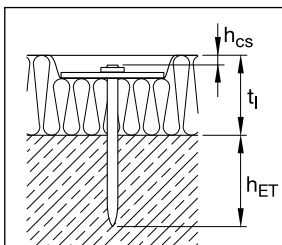
$h_{ET}$ [mm]	32	27	27
---------------	----	----	----

Acero

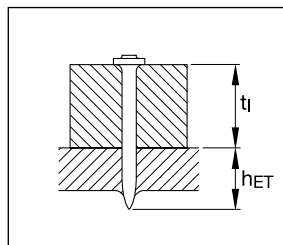
$h_{ET} \geq 10$  mm



Concreto de peso normal NWC



Mampostería silicocalcárea (SLM)



Acero



**Programa del fijador**

Fijadores				Herramienta
Denominación	Artículo no.	L <sub>s</sub> (mm)	h <sub>ET</sub> (mm)	Denominación
<b>X-CR 24 P8</b>	247359	24	3.7	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72 <sup>1)</sup>
<b>X-CR 29 P8</b>	247360	29	3.7	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72 <sup>1)</sup>
<b>X-CR 34 P8</b>	247361	34	3.7	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72 <sup>1)</sup>
<b>X-CR 39 P8</b>	247362	39	4.0	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72 <sup>1)</sup>
<b>X-CR 44 P8</b>	247363	44	4.0	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72 <sup>1)</sup>
<b>X-CR 54 P8</b>	247429	54	4.0	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72 <sup>1)</sup>
<b>X-CR 39 P8 S12</b>	247354	39	4.0	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2 <sup>2)</sup>
<b>X-CR 44 P8 S12</b>	247355	44	4.0	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2 <sup>2)</sup>
<b>X-CR 48 P8 S15</b>	258121	48	4.0	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2 <sup>2)</sup>
<b>X-CR 52 P8 S15</b>	2052687	52	4.0	DX 460, DX 5

Método: <sup>1)</sup> DX Standard (sin perforación previa)

<sup>2)</sup> DX-Kwik (con perforación previa)

**Selección del cartucho**
**DX Estándar**

Acero: **6.8/11M cartucho amarillo, rojo o negro**

Concreto: **6.8/11M cartucho amarillo o rojo**

Mampostería: **6.8/11M cartucho verde**

**DX-Kwik**

Concreto: **6.8/11M cartucho amarillo o rojo o negro**

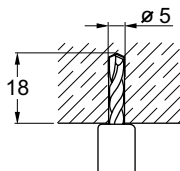
Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

## Control de calidad de la fijación

### Instrucciones de instalación

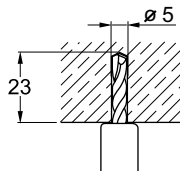
#### DX-Kwik

Detalles de la perforación previa (no a través del material fijado)



#### X-CR 39 / X-CR 44

Fijador	$t_f$ [mm]	Broca	Art. no
X-CR 39	$\leq 2$	TX-C-5/18	61793
X-CR 44	2-7	TX-C-5/18	61793

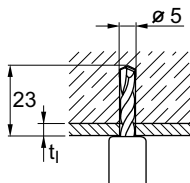


#### X-CR 48

Fijador	$t_f$ [mm]	Broca	Art. no
X-CR 48	$< 5$	TX-C-5/23	61787
X-CR 52	5-9	TX-C-5/3	61787

Detalles válidos para C20/25 - C45/55 ( $f_{cc} = 25-55 \text{ N/mm}^2$  /  $f_c = 20-45 \text{ N/mm}^2$ )

Detalles de la perforación previa (a través del material fijado)



#### X-CR 48

Fijador	$t_f$ [mm]	Broca	Art. no
X-CR 39	$< 2$	TX-C-5/23	61787

Detalles válidos para C20/25 - C50/60

Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

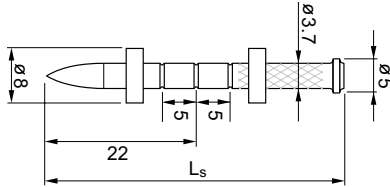
**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto..

## X-CT Clavos para encofrado u otros usos temporales

### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

X-CT \_\_ MX, X-CT \_\_ DP8



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón: HRC 53

Revestimiento de zinc: 5–20  $\mu\text{m}$

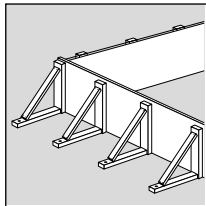
#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460-F8, DX 460 MX, DX 36, DX 2

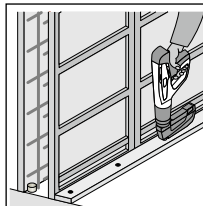
Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-CT en las siguientes páginas y el capítulo de **Herramientas y equipo**

### Aplicaciones

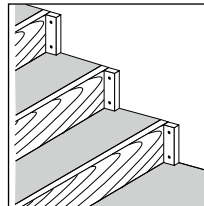
#### Ejemplos



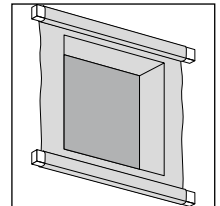
Encofrado convencional



Encofrado de formaletas



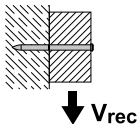
Para posicionar y mantener encofrado de concreto



Fijación de plásticos, mallas, etc.

### Información de carga

#### Cargas recomendadas



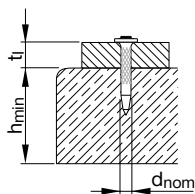
$V_{rec} = 0.3 \text{ kN}$  para  $h_{ET} \geq 22 \text{ mm}$

#### Condiciones:

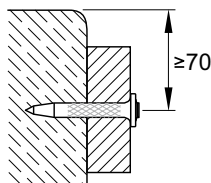
- Solo para cargas estáticas (la ubicación y vibración del concreto no afectan el diseño)
- Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.

**Requerimientos de aplicación**

**Espesor de la base y material fijado      Distancia al borde**



$h_{min} = 80 \text{ mm}$   
 $t_i = 20-50 \text{ mm}$



$c \geq 70 \text{ mm}$

**Selección del fijador y recomendación del sistema**

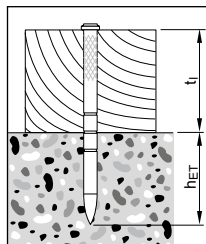
**Selección del fijador**

Longitud requerida para el vástago del clavo:

$L_s = h_{ET} + t_i \text{ [mm]}$

Recomendación:

Concreto  $h_{ET} = 22 \text{ mm}$



**Programa del fijador**

Clavos					Herramientas				Aplicaciones clave
	Artículo no.				DX 460 MX, DX 5 MX	DX 460 F8, DX 5 F8	DX 2, DX 36	DX E72	
Denominación	Paq. de 1000 pzas.	Paq. de 100 pzas.	L <sub>s</sub> (mm)	d <sub>nom</sub> (mm)					
X-CT 47 MX	383588		47	3.7	■				Madera sobre concreto
X-CT 52 MX	383589	383576	52	3.7	■				Madera sobre concreto
X-CT 62 MX	383591	383579	62	3.7	■				Madera sobre concreto
X-CT 72 MX		383580	72	3.7	■				Madera sobre concreto
X-CT 47 DP8		383582	47	3.7		■	■	■	Madera sobre concreto
X-CT 52 DP8		383583	52	3.7		■	■	■	Madera sobre concreto
X-CT 62 DP8		383585	62	3.7		■	■	■	Madera sobre concreto
X-CT 72 DP8		383586	72	3.7		■	■	■	Madera sobre concreto
X-CT 97 DP8		383587	97	3.7		■	■	■	Madera sobre concreto

MX: clavos de magazin

■ recomendado  
 ■ factible

**Recomendación del cartucho:**

Concreto verde: **6.8/11M verde**

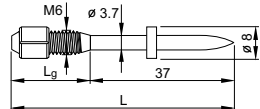
Concreto normal: **6.8/11M amarillo**

# DX-Kwik Pernos roscados X-M 6H, X-M 8H y clavos DNH y X-DKH

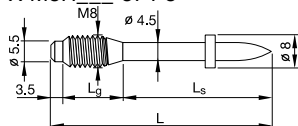
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

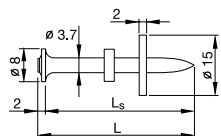
X-M6H-\_-37 FP8



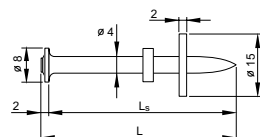
X-M8H-\_-37 P8



DNH 37 P8S15



X-DKH 48 P8S15



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón: HRC 58  
 Revestimiento de zinc: 5-20 µm

### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460, DX 5, DX 36, DXE-72

Para más detalles, consulte el **Programa del fijador DX-Kwik** en las siguientes páginas y el capítulo de **Herramientas y equipo**.

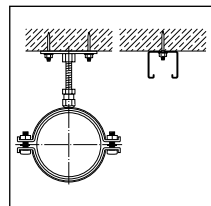
### Aprobaciones

IBMB 3041/8171 X-M8H, X-DKH, X-M6H  
 DIBT X-M8H

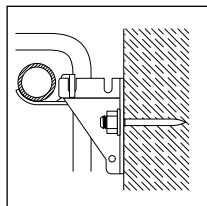
Nota: La información técnica contenida en estas aprobaciones y lineamientos de diseño reflejan condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual.

## Aplicaciones

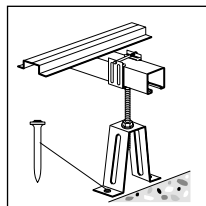
### Ejemplos



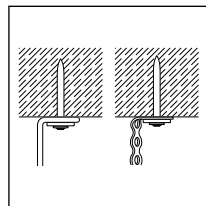
**Placas base, railes para tubería**



**Soportes para radiador**



**Pedestales, accesorios metálicos sobre concreto**



**Cielo raso**

## Información de carga

### Cargas recomendadas

	$N_{rec,1}$ [kN]	$N_{rec,2}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$M_{rec}$ [Nm]
X-M6H, DNH 37	2.0	0.6	2.0	5.5
X-M8H, X-DKH 48CR 48	3.0	0.9	3.0	10.0

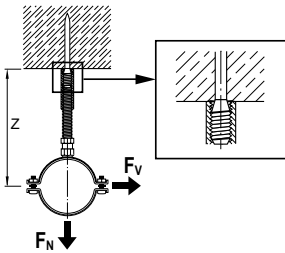
### Condiciones

- **$N_{rec,1}$** : concreto en zona de compresión.
- **$N_{rec,2}$** : concreto en zona de tensión.
- Cargas predominantemente estáticas.
- Concreto C20/25–C50/60.
- Es necesario asegurarse de que existe una redundancia tal que, si una de las fijaciones llegase a fallar, el sistema complete no colapsaría.
- Las cargas recomendadas se basan en la falla del anclaje del fijador en el concreto. El espesor y la calidad del material fijado pueden reducir las cargas.
  - Deben observarse todos los requerimientos de perforación previa, límites de espesor de los materiales fijados y especificaciones recomendadas.
  - Las cargas recomendadas en la tabla aluden a la resistencia de una fijación individual, y pueden no ser iguales a las cargas  $F_N$  y  $F_V$  que actúan sobre la parte fijada.

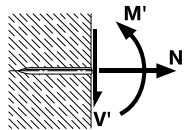
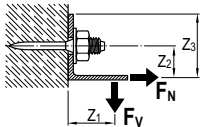
Nota: De ser relevante, las fuerzas de separación deben considerarse en el diseño. Consulte el ejemplo. El momento que actúa sobre el vástago del fijador debe considerarse solo en caso de que exista un espacio entre el material base y el material fijado.

## Disposiciones para prevenir los efectos del momento sobre el vástago:

Acople bien ajustado sobre el concreto



## Disposición no simétrica



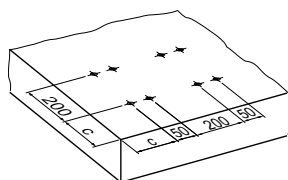
- Momento en una pieza fijada
- El efecto de separación debe considerarse cuando se determinan las cargas que actúan sobre el fijador

Fuerzas resultantes en el clavo

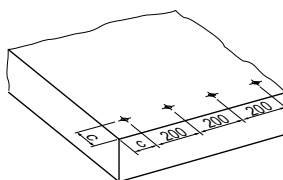
**Requerimientos de aplicación**
**Espesor del material base**
**X-M6H, DNH 37:**  $h_{\min} = 100 \text{ mm}$ 
**X-M8H, X-DKH 48:**  $h_{\min} = 100 \text{ mm}$ 
**Espesor del material fijado**
**X-M6H:**  $t_l \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{nut}} \cong$  hasta 13.5 mm

**X-M8H:**  $t_l \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{nut}} \cong$  hasta 14.0 mm

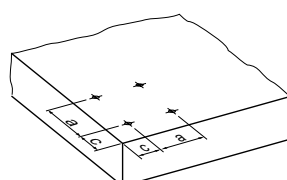
**DNH 37:**  $t_l \leq 2.0 \text{ mm}$ 
**X-DKH 48:**  $t_l \leq 5.0 \text{ mm}$  o  $t_l \leq 2.0$  al hacer una perforación previa a través del material fijado

**Espaciado y distancia al borde (mm)**
Pares


	armado*	no armado
c	100	150

Fila a lo largo del borde


	armado*	no armado
c	80	150

General (p.e. un grupo de fijadores)


	armado*	no armado
c	80	150
a	80	100

**Información sobre la corrosión**

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

**Programa del fijador**

Espesor del mat. $t_{l,\max}$ [mm]	Clavos				
	Denominación	Artículo no.	$L_g$ (mm)	$L_s$ (mm)	L (mm)
-	X-M6H-10-37 FP8	40464	10	37	47
-	X-M8H-10-37 P8	20059	10	37	50.5
5.0	X-M8H/5-15-37 P8	26325	15	37	55.5
15.0	X-M8H/15-25-37 P8	20064	25	37	65.5
2.0	DNH 37 P8S15	44165	-	37	39
5.0*	X-DKH 48 P8S15	40514	-	48	50

 \*) con perforación previa a través del material fijado  $t_{l,\max} = 2.0 \text{ mm}$

## Herramientas, selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta

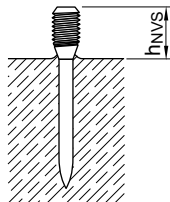
**DX 460, DX 5, DX 36, DX E-72: 6.8/11M cartucho amarillo o rojo**

Se puede ajustar la potencia de la herramienta al realizar pruebas en sitio.

### Control de calidad de la fijación

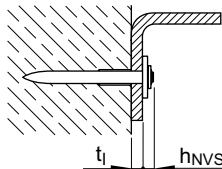
#### Inspección de la fijación

X-M6H, X-M8H



$h_{NVS} = L - h_{ET}$ ,  $h_{ET} = 37-41$  mm

DNH 37, X-DKH 48

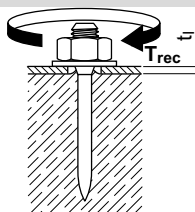
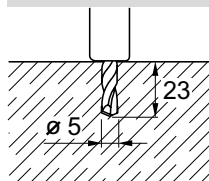


Coloque los clavos de modo que las cabezas y arandelas estén firmemente ajustadas entre sí y sobre el material fijado

$h_{NVS} \cong 4$  mm

### Instalación

X-M6H, X-M8H



Perforación previa con broca

Denominación	Art. no
<b>TX-C-5/23B</b>	28557
<b>TX-C-5/23</b>	61787

Torque de ajuste

Denominación	Trec [Nm]
<b>X-M6H</b>	6.5
<b>X-M8H</b>	10.0

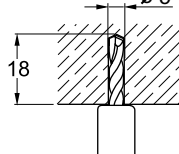
### DNH 37, X-DKH 48

Detalles de perforación previa (no a través del material fijado)

Especificaciones de perforación previa (a través del material fijado)

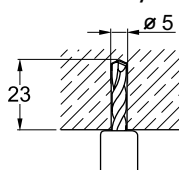
DNH 37

t <sub>1</sub> [mm]	Broca	Artículo no.
≤ 2	<b>TX-C5/18</b>	61793



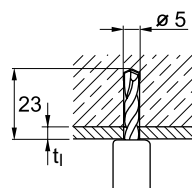
X-DKH 48

t <sub>1</sub> [mm]	Broca	Artículo no.
≤ 5	<b>TX-C-5/23B</b>	28557
	<b>TX-C-5/23</b>	61787



X-DKH 48

t <sub>1</sub> [mm]	Broca	Artículo no.
≤ 2	TX-C5/23 solamente	61787



Especificaciones válidas para C20/25–C50/60

Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.

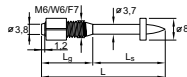


## X-M6, X-W6, X-M8, M10, W10 Pernos roscados para concreto

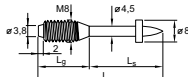
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

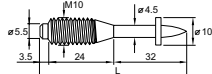
X-M6/W6 \_\_\_\_ FP8



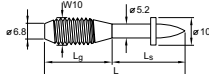
X-M8 \_\_\_\_ P8



M10-24-32 P10



W10 \_\_\_\_ P10



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón: HRC 53.5

Revestimiento de zinc: 5-20 µm

#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460, DX 5, DX 351, DX 36, DX 2, DX E72, DX 76, DX 76 PTR, DX 600 N

Para más detalles, consulte el Programa del fijador **X-M6, X-W6, X-M8, M10, W10** en las páginas siguientes y el capítulo sobre

#### Herramientas y equipo

#### Aprobaciones

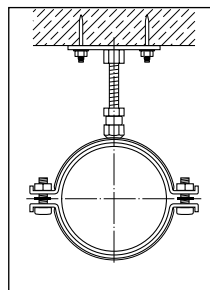
ICC (USA): X-W6, W10

UL, FM: W10

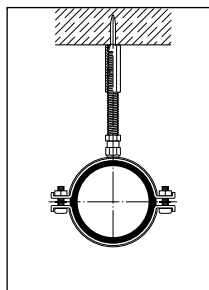
Nota: La información técnica contenida en estas aprobaciones y lineamientos de diseño refleja condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual.

### Aplicaciones

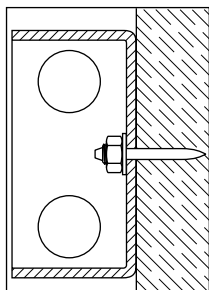
#### Ejemplos



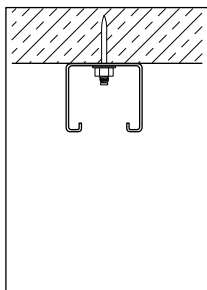
**Placas para anillos de tuberías**



**Soportes con tuberías acoples varios**



**Cajas eléctricas**



**Fijaciones varias**

## Información de carga

### Cargas recomendadas

Denominación del fijador	Diámetro del vástago $d_s$ [mm]	$M_{rec}$ [Nm]
X-M6/W6	3.7	5.0
X-M8, M10	4.5	9.0
W10	5.2	14.0

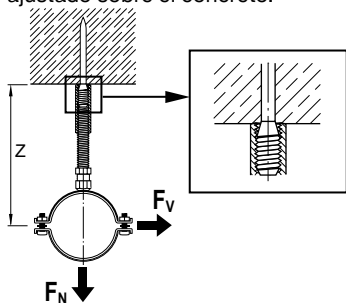
### X-M6/W6, X-M8, M10, W10

$N_{rec} = V_{rec} = 0.4$  kN para  $h_{ET} \geq 27$  mm

$N_{rec} = V_{rec} = 0.3$  kN para  $h_{ET} \geq 22$  mm

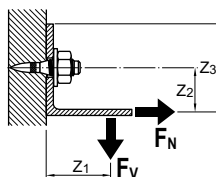
$N_{rec} = V_{rec} = 0.2$  kN para  $h_{ET} \geq 18$  mm

Disposición para prevenir los efectos del momento sobre el vástago: acople bien ajustado sobre el concreto.



Disposición no simétrica:

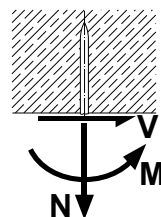
- Momento en la pieza fijada
- El efecto de la separación debe considerarse cuando se determinan las cargas que actúan sobre el fijador.



### Condiciones

- Al menos 5 fijaciones por unidad fijada (concreto de peso normal).
- Toda falla visible debe reemplazarse.
- Utilizando concreto liviano como material base, una carga mayor puede ser posible. Por favor contacte a Hilti.
- Carga predominantemente estática.
- Deben observarse todas las limitaciones de aplicación y recomendaciones. Las cargas recomendadas en la tabla corresponden a la resistencia de una fijación individual y pueden no ser iguales a las cargas  $F_N$  y  $F_V$  que actúan en la parte fijada.

Nota: De ser relevante, las fuerzas de separación deben considerarse en el diseño.



## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

Concreto

$h_{\min} = 80 \text{ mm}$  ( $d_{\text{nom}} = 3.7 \text{ mm}$ )

$h_{\min} = 100 \text{ mm}$  ( $d_{\text{nom}} \geq 4.5 \text{ mm}$ )

### Espesor del material fijado

M6:  $t_f \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{tuerca}}$   $\cong$  hasta 15 mm

W6:  $t_f \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{tuerca}}$   $\cong$  hasta 33 mm

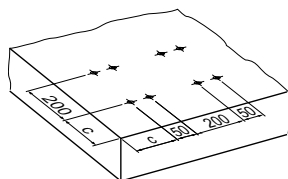
M8:  $t_f \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{tuerca}}$   $\cong$  hasta 15 mm

M10:  $t_f \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{tuerca}}$   $\cong$  hasta 19 mm

W10:  $t_f \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{tuerca}}$   $\cong$  hasta 25 mm

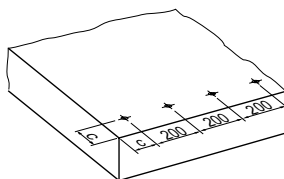
### Espaciado y distancia al borde (mm)

Pares



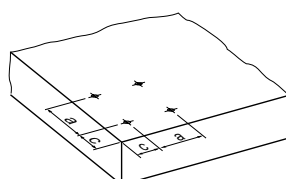
	armado*	no armado
c	100	150

Fila a lo largo del borde



	armado*	no armado
c	80	150

General (p.e. un grupo de fijadores)



	armado*	no armado
c	80	150
a	80	100

\* Al menos acero de diámetro 6 mm para armado de forma continua a lo largo de los bordes y alrededor de las esquinas.

### Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

### Selección del fijador y recomendación del sistema

#### Selección del fijador

Longitud de la rosca requerida

$$L_g \geq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{tuerca}} \text{ [mm]}$$

## Programa del fijador

Fijadores					Herramienta
Grupo <sup>1)</sup>	Denominación	Art no.	Rosca estándar <sup>2)</sup> <b>L<sub>g</sub> [mm]</b>	Longitud del vástago estándar <sup>2)</sup> <b>LS [mm]</b>	<b>Denominación</b>
M6	X-M6-20-27FP8	306079	20	27	DX 460, DX 5, DX 351, DX 36, DX 2, DX E72
W6	X-W6-20-22FP8	306073	20	22	DX 460, DX 351, DX 36, DX 2, DX E72
	X-W6-20-27FP8	306074	20	27	DX 460, DX 351, DX 36, DX 2, DX E72
	X-W6-38-27FP8	306075	38	27	DX 460, DX 36, DX 2, DX E72
M8	X-M8-15-27P8	306092	15	27	DX 460, DX 36, DX 2, DX E72
	X-M8-15-42P8	306094	15	42	DX 460, DX 36, DX 2, DX E72
	X-M8-20-32P8	306096	20	32	DX 460, DX 36, DX 2, DX E72
M10	M10-24-32P10	26413	24	32	DX 76, DX 76 PTR
W10	W10-30-27P10	26472	30	27	DX 600 N
	W10-30-32P10	26473	30	32	DX 600 N
	W10-30-42P10	26476	30	42	DX 600 N

<sup>1)</sup> Tipo de rosca: M = métrica; W6, W10 = Whitworth 1/4"; 3/8"

<sup>2)</sup> Longitudes estándar de rosca y vástago. Longitudes y combinaciones adicionales disponibles sobre pedido.

## Selección del cartucho

### Recomendación del cartucho:

M6, W6, M8: 6.8/11M cartucho amarillo o rojo

M10: 6.8/18M azul o rojo

W10: 6.8/18 amarillo, rojo o negro

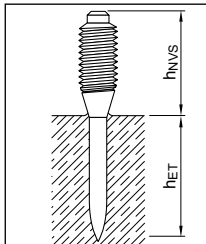
Se puede ajustar la potencia de la herramienta al realizar pruebas en sitio.

## Control de calidad de la fijación

### Inspección de la fijación

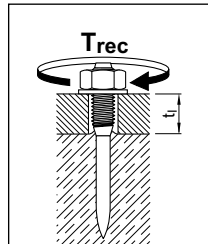
#### X-M6 / W6

Profundidad de penetración



$$h_{ET} = L_s \pm 2$$

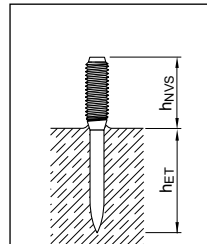
Torque de ajuste



$$T_{rec} \leq 4 \text{ Nm}$$

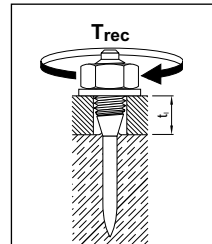
#### X-M8, M10, W10

Profundidad de penetración



$$h_{ET} = L_s \pm 2$$

Torque de ajuste



$$T_{rec} \leq 6 \text{ Nm}$$

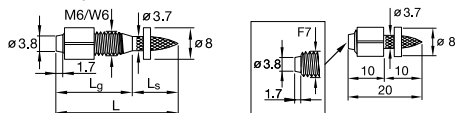
## X-EM6H, X-EW6H, X-EF7H, X-EM8H, X-EM10H, X-EW10H

### Pernos roscados para acero

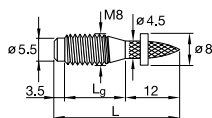
#### Especificaciones de producto

##### Dimensiones

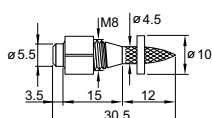
X-EM6H/EW6H-\_\_-9 FP8 X-EF7H-7-9 FP8



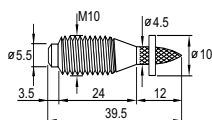
X-EM8H-\_\_-12 P8



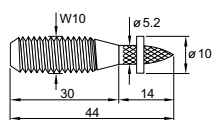
X-EM8H-15-12 FP10



X-EM10H-24-12 P10



X-EW10H-30-14 P10



Para especificaciones sobre las dimensiones,  
consulte el capítulo relativo a la selección del fijador.

##### Información general

##### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón: HRC 56.5

Revestimiento de zinc: <sup>1)</sup> 5–13 µm

<sup>1)</sup> Revestimiento de zinc (electro-plataado para proteger  
contra la corrosión durante la construcción y el  
servicio en un ambiente protegido)

##### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460, DX 76, DX 76 PTR, DX 600 N

Para más detalles, consulte el **Programa del fijador  
X-EM / X-EW** en las páginas siguientes y el capítulo  
sobre **Herramientas y equipo**.

##### Aprobaciones

ICC-ES ESR-2347 **X-EW6H, X-EW10H,**

(EE.UU): **X-EM8H**

FM 3026695: **X-EW6H, X-EW10H**

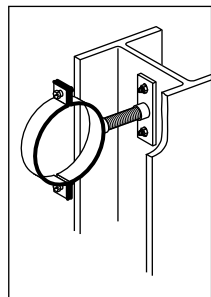
UL: EX2258: **X-EW6H, X-EW10H**

ABS, LR: todos los tipos

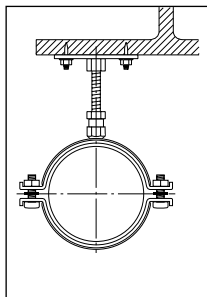


#### Aplicaciones

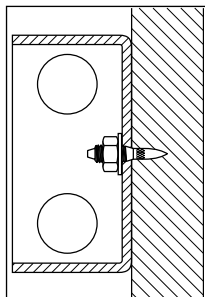
##### Ejemplos



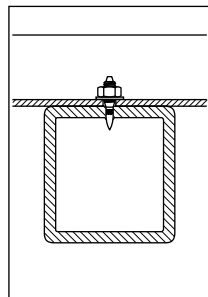
**Placa base para  
anillo de tubería**



**Soportes con  
acoples roscados**



**Cajas eléctricas**



**Fijaciones varias**

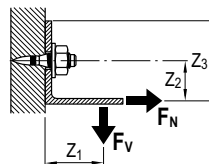
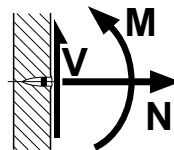
## Información de carga

### Cargas recomendadas

Denominación del fijador	Vástago $d_s \times L_s$ [mm]	$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$M_{rec}$ [Nm]
X-EM6H, X-EW6H, W-EF7H	3.7 x 8.5	1.6	1.6	5.0
X-EM8H, X-EM10H	4.5 x 12.0	2.4	2.4	9.0
X-EW10H-30-14	5.2 x 15.0	3.0	3.0	14.0

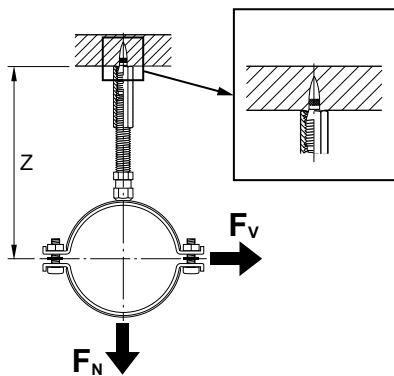
### Condiciones

- Debe existir redundancia (fijaciones múltiples).
- El factor de seguridad global para tensión estático es  $> 3$  (basado en un valor del 5% frágil).
- Carga predominantemente estática.
- Debe considerarse la resistencia del material fijado.
- Deben observarse todas las limitaciones de aplicación y recomendaciones.
- Las cargas recomendadas en la tabla se refieren a la resistencia de una fijación individual, y pueden no ser iguales a las cargas  $F_N$  y  $F_V$  que actúan sobre la parte fijada.



Nota: De ser relevante, las fuerzas de separación deben considerarse en el diseño. Consulte el ejemplo. El momento que actúa en el vástago del fijador debe considerarse solo en caso de que exista un espacio entre el material base y el material fijado

Disposición para prevenir los efectos del momento sobre el vástago: acople bien ajustado sobre el concreto



## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

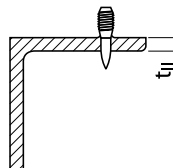
Espesor mínimo del acero:

**X-EM6H/EW6H, X-EF7H**

$$t_{II} \geq 4 \text{ mm}$$

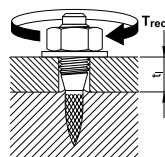
**X-EM8H/EW8H, X-EM10H/EW10H**

$$t_{II} \geq 6 \text{ mm}$$



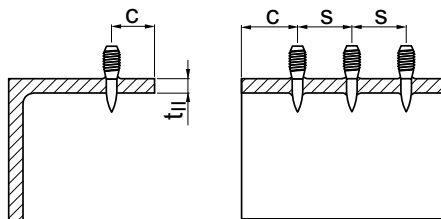
### Espesor del material fijado

$$t_I \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{tuerca}} \cong 1.5 - 33.0 \text{ mm}$$



### Espaciado y distancia al borde

Distancia al borde y espaciado:  $c = s \geq 15 \text{ mm}$

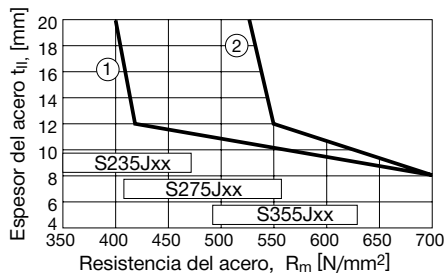


### Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

## Límites de aplicación

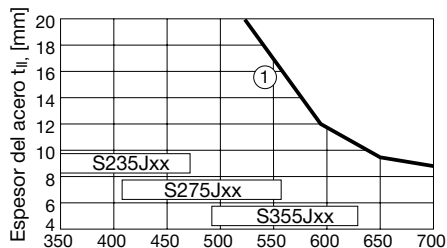
### X-EM6H, X-EW6H, X-EF7H



#### Herramienta DX 460 / DX 5:

- ① X-EF7H-\_\_-9
- ② X-EM6H-\_\_-9,  
X-EW6H-\_\_-9

### X-EM8H



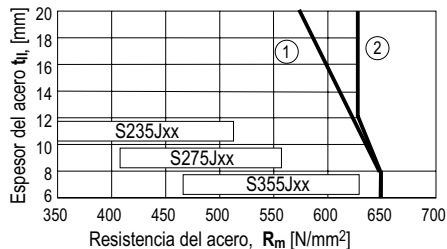
#### Herramienta DX 460 / DX 5:

- ① X-EM8H-\_\_-12

#### Herramienta DX 76 / DX 76 PTR con guía de fijador X-76-F10-PTR:

- ② X-EM8H-15-12

### X-EM10H / EW10H



#### Herramienta DX 76 / DX 76 PTR:

- ① X-EM10H-24-12

#### Herramienta DX 600 N:

- ② X-EW10H-30-14 P10



**Selección del fijador y recomendación del sistema**
**Programa del fijador**

Espesor de material base <b>t<sub>l,min</sub></b> [mm]	Espesor de mat. fijado <b>t<sub>l,max</sub></b> [mm]	Fijador		Longitud de rosca <b>L<sub>g</sub></b> [mm]	Longitud de vástago <b>L<sub>s</sub></b> [mm]	Herramienta DX
		Denominación <sup>1)</sup>	Art no.			
4.0	1.5	X-EM6H-8-9 FP8	271965	8	8.5	DX 460, DX 5
	4.5	X-EM6H-11-9 FP8	271963	11	8.5	DX 460, DX 5
	13.5	X-EM6H-20-9 FP8	271961	20	8.5	DX 460, DX 5
	4.5	X-EW6H-11-9 FP8	271973	11	8.5	DX 460, DX 5
	13.5	X-EW6H-20-9 FP8	271971	20	8.5	DX 460, DX 5
	21.5	X-EW6H-28-9 FP8	271969	28	8.5	DX 460, DX 5
	31.5	X-EW6H-38-9 FP8	271967	38	8.5	DX 460, DX 5
	0.5	X-EF7H-7-9 FS8	271975	7	10	DX 460, DX 5
6.0	2.0	X-EM8H-11-12 P8	271983	11	12	DX 460, DX 5
	6.0	X-EM8H-15-12 P8	271981	15	12	DX 460, DX 5
	6.0	X-EM8H-15-12 FP10	271982	15	12	DX 76 PTR, DX 460
	14.0	X-EM10H-24-12 P10	271984	24	12	DX 76 PTR, DX 460
	20.0	X-EW10H-30-14 P10	271985	30	14	DX 600 N

<sup>1)</sup> Tipo de rosca: **M** = métrica; **W6, W10** = Whitworth 1/4"; 3/8"; **F7** = Francesa 7 mm

**Recomendación del cartucho**

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

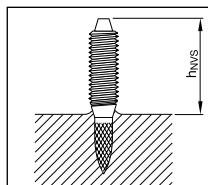
Fijador	Herramienta	Material base	Espesor de mat. base (mm)	Selección de cartucho
<b>X-EM6H, X-EW6H</b>	DX 460, DX 5	S235	4-10	6.8/11M verde
			10-20	6.8/11M amarillo
		S275	4- 6	6.8/11M verde
			6-20	6.8/11M amarillo
<b>X-EF7H</b>	DX 460, DX 5	S235	4- 8	6.8/11M verde
			8-20	6.8/11M amarillo
		S275	4- 6	6.8/11M verde
			6-20	6.8/11M amarillo
<b>X-EM8H</b>	DX 460, DX 5	S235, S275	6- 8	6.8/11M rojo
			8-20	6.8/11M negro
		S355	6-20	6.8/11M negro

Fijador	Herramienta	Material base	Espesor de mat. base (mm)	Selección de cartucho
X-EM8H	DX 76 PTR	S235,	6- 8 8-20	6.8/18M azul 6.8/18M rojo
		S275	6-7 7-12 12-20	6.8/18M azul 6.8/18M rojo 6.8/18M negro
		S355	6-10 10-20	6.8/18M rojo 6.8/18M negro
X-EM10H	DX 76 PTR	S235,	6-20	6.8/18M amarillo
		S275	6-7 7-8 8-20	6.8/18M amarillo 6.8/18M azul 6.8/18M rojo
		S355	6- 8 8-20	6.8/18M rojo 6.8/18M negro
X-EW10H	DX 600 N	S235,	6- 8 8-15 15-20	6.8/18M azul 6.8/18M rojo 6.8/18M negro
		S275	6-8 8-12 12-20	6.8/18M azul 6.8/18M rojo 6.8/18M negro
		S355	6- 7 7-20	6.8/18M rojo 6.8/18M negro

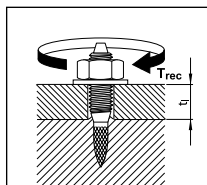
### Inspección de la fijación

X-EM6H, X-EW6H, X-EF7H

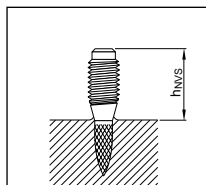
X-EM8H, X-EM10H, X-EW10H



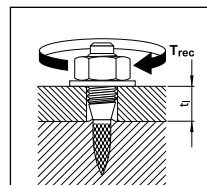
Separación del clavo



Torque de ajuste



Separación del clavo



Torque de ajuste

Fijador	$h_{NVS}$ [mm]	$T_{rec}$ [Nm]
X-EM6H-8-9	8.0-11.0	≤ 4
X-EM6H- / X-EW6H-11-9	9.5-12.5	≤ 4
X-EM6H- / X-EW6H-20-9	18.5-21.5	≤ 4
X-EW6H-28-9	26.5-29.5	≤ 4
X-EW6H-38-9	36.5-39.5	≤ 4
X-EF7H-7-9	9.0-12.0	≤ 4

Fijador	$h_{NVS}$ [mm]	$T_{rec}$ [Nm]
X-EM8H-11-12	11.5-15.5	≤ 10.5
X-EM8H-15-12	15.5-19.5	≤ 10.5
X-EM10H-24-12	26.5-29.5	≤ 10.5
X-EW10H-30-14	28.0-31.0	≤ 15.0

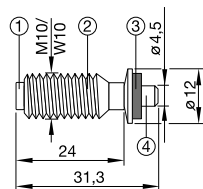
# Pernos roscados de acero inoxidable X-BT

## Especificaciones de producto

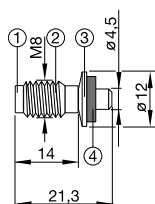
### Dimensiones

X-BT W10-24-6 SN12-R

X-BT M10-24-6 SN12-R

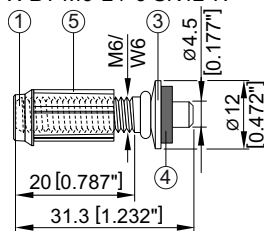


X-BT M8-15-6 SN12-R



X-BT W6-24-6 SN12-R

X-BT M6-24-6 SN12-R



### Información general

#### Especificaciones del material

##### ① Vástago:

CR 500 (aleación CrNiMo) Equivalente a material A4 AISI calibre S31803 (1.4462) 316

N 08926 (1.4529) <sup>1</sup> Disponible bajo pedido

② Camisa roscada: S31609 (1.4401, X5CrNiMo 17-12-2+2H)

③ Arandela SN12-R: S31635 (1.4404, X2CrNiMo 17-12-2)

④ Arandela selladora: Caucho de cloropreno CR 3.1107, negro\*, Resistente a UV, agua salada, agua, ozono, aceites, etc.

<sup>1</sup>) Para material de alta resistencia a la corrosión pregunte a Hilti Designación conforme al Sistema de Numeración Unificado (SNU)

#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 351-BT /BTG

Para mayores detalles, consulte el programa de fijadores **X-BT** en las siguientes páginas y en el capítulo de **herramientas y equipo**.

#### Aprobaciones

ICC ESR-2347 (USA), ABS, LR, UL, DNV,

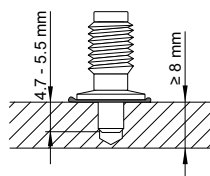
BV 23498/A1, GL 12272-10HH, Registro Marítimo de Rusia



## Aplicaciones

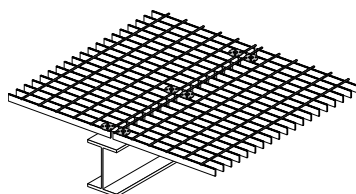
### Ejemplos

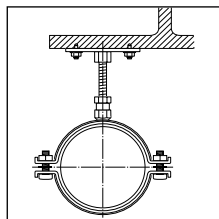
Aplicaciones para los pernos roscados, especialmente para:



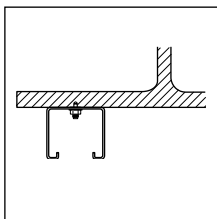
- Acero de alta resistencia
- Estructuras de acero recubierto
- La penetración a través del acero base no está permitida

### Fijación de rejillas con X-FCM-R

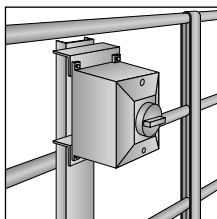




Placas base



Fijación de canal

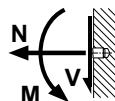


Caja de empalmes, etc.

## Información de carga

### Cargas recomendadas – acero

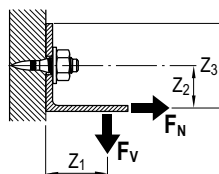
Grado del acero:		S235, A36	S355, calibre 50 y acero de mayor resistencia
Tensión	<b>N<sub>rec</sub></b> [kN/lb]	1.8 / 405	2.3 / 517
Corte	<b>V<sub>rec</sub></b> [kN/lb]	2.6 / 584	3.4 / 764
Momento	<b>M<sub>rec</sub></b> [Nm/lbft]	8.2 / 6	8.2 / 6
Torque	<b>T<sub>rec</sub></b> [Nm/lbft]	8 / 5.9	8 / 5.9



### Cargas recomendadas – hierro de fundición \*

Tensión	<b>N<sub>rec</sub></b> [kN/lb]	0.5 / 115
Corte	<b>V<sub>rec</sub></b> [kN/lb]	0.75 / 170
Momento	<b>M<sub>rec</sub></b> [Nm/lbft]	8.2 / 6

Ejemplo:



### Condiciones para carga recomendada:

- Factor de seguridad global > 3 (con base en un valor fráctil del 5%)
- Distancia mínima al borde = 6 mm [1/4"].
- Efecto de la vibración del metal base y de la tensión considerado.
- Se debe proporcionar redundancia (fijaciones múltiples).
- Las cargas recomendadas en la tabla se refieren a la resistencia de fijaciones individuales y no podrán ser las mismas que las cargas F<sub>N</sub> y F<sub>V</sub> que actúan sobre la parte fijada.

Nota: En caso de ser relevante, en el diseño se deben considerar las fuerzas de palanca, vea ejemplo.

Momento que actúa sobre el vástago del fijador, únicamente en caso de que exista una abertura entre la base y el material sujetado.

### \* Requisitos del material base fundición de grafito esferoidal

Tema	Requisitos
Hierro de Fundición	Fundición de grafito esferoidal según norma EN 1563
Grado de Resistencia	EN-GJS-400 a EN-GJS-600 conforme a EN 1563
Análisis Químico y cantidad al carbón	3.3 – 4.0 porcentaje de masa
Microestructura	Forma IV a VI (esférica) conforme a EN ISO 945-1:2010 Dimensión mínima 7 conforme a Figura 4 del EN ISO 945-1:2010
Espesor de material	t <sub>II</sub> ≥ 20 mm

**Resistencia de diseño – acero**

Grado del acero:		S235	S355
Europa			
Tensión	<b>N<sub>Rd</sub></b> [kN]	2.9	3.7
Corte	<b>V<sub>Rd</sub></b> [kN]	4.2	5.4
Momento	<b>M<sub>Rd</sub></b> [Nm]	18.4	18.4

**Resistencia de diseño – hierro de fundición \***

Tensión	<b>N<sub>Rd</sub></b> [kN]	0.8
Corte	<b>V<sub>Rd</sub></b> [kN]	1.2
Momento	<b>M<sub>Rd</sub></b> [Nm]	13.1

**Fórmula recomendada para la interacción de cargas combinadas**

Situación de cargas combinadas	Fórmula de interacción
--------------------------------	------------------------

**V-N** (corte y tensión)

$$\frac{V}{V_{rec}} + \frac{N}{N_{rec}} \leq 1.2 \text{ con } \frac{V}{V_{rec}} \leq 1.0 \text{ y } \frac{N}{N_{rec}} \leq 1.0$$

**V-M** (corte y flexión)

$$\frac{V}{V_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.2 \text{ con } \frac{V}{V_{rec}} \leq 1.0 \text{ y } \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

**N-M** (tensión y flexión)

$$\frac{N}{N_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

**V-N-M** (corte, tensión y flexión)

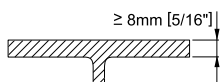
$$\frac{V}{V_{rec}} + \frac{N}{N_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

**Carga cíclica:**

- El perno roscado **X-BT-R** en materiales base de acero no se ve afectado por carga cíclica.
- La resistencia a la fatiga se rige por la fractura del vástago. Consulte a Hilti para información de prueba si requiere considerar grandes ciclos de carga en el diseño.

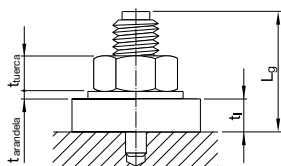
## Requerimientos de la aplicación

### Espesor del material base



Espesor de la capa de protección anticorrosiva del material base  $\leq 0.4$  mm.  
Para recubrimientos de mayor espesor, favor de contactar a Hilti.

### Espesor del material fijado



<b>X-BT M8:</b>	$2.0 \leq t_f \leq 7.0$ mm
<b>X-BT M10 / X-BT W10:</b>	$2.0 \leq t_f \leq 15.0$ mm
<b>X-BT M6 / X-BT W6:</b>	$1.0 \leq t_f \leq 14.0$ mm

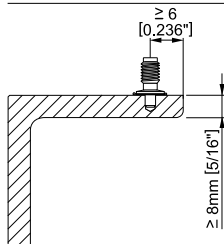
#### Nota:

Para X-BT con arandela de sellado SN 12R  $t_f \geq 2.0$  mm

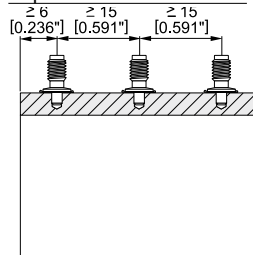
Para X-BT M6 / W6 con arandela de sellado SN 12R  $t_f \geq 1.0$  mm

### Espaciamento y distancias a los bordes

Distancia de los bordes:  $\geq 6$  mm



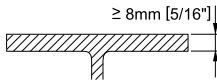
Espaciamento:  $\geq 15$  mm



### Información sobre la corrosión

La resistencia a la corrosión del Hilti CR500 y del material en acero inoxidable S31803 es equivalente al acero grado AISI 316 (A4).

Los pernos fabricados de material N 08926 (HCR) con alta resistencia a la corrosión, por ej., para uso en túneles de carreteras o piscinas, están disponibles bajo pedido.

**Límite de aplicación**


- $t_{II} \geq 8 \text{ mm } [5/16"] \rightarrow$  Sin penetración a través
- Sin límites con respecto a la resistencia del acero

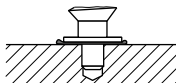
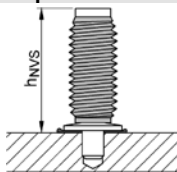
**Selección de fijadores y recomendación del sistema**
**Programa de fijadores**

Designación	Artículo Núm.	Designación de la herramienta
X-BT M8-15-6 SN12-R	377074	DX 351-BTG
X-BT M10-24-6 SN12-R	377078	DX 351-BT
X-BT W10-24-6 SN12-R	377076	DX 351-BT
X-BT W10 sin arandela	377075	DX 351-BT
X-BT M6-24-6 SN12-R	432266	DX 351-BT
X-BT W6-24-6 SN12-R	432267	DX 351-BT

Nota: Para material de alta resistencia a la corrosión pregunte a Hilti

**Selección del cartucho y configuración de la energía de la herramienta**
**6.8/11 cartucho de color café, de alta precisión M**

Ajuste fino conforme a las pruebas de instalación en sitio

**Aseguramiento de la calidad de la fijación**
**Inspección de las fijaciones**


**X-BT M8**

**$h_{NVS} = 15.7-16.8 \text{ mm}$**

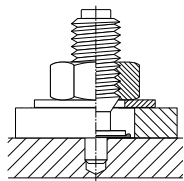
**X-BT M10 / X-BT W10 y**

**X-BT M6 / X-BT W6**

**$h_{NVS} = 25.7-26.8 \text{ mm}$**

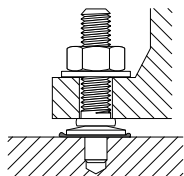
## Instalación

### X-BT con arandela

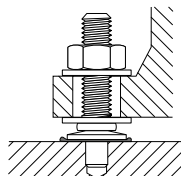


Perforación en material a  
fijar  $\varnothing \geq 13$  mm

### X-BT M6 / X-BT W6

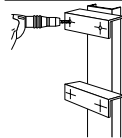


Material fijado con  
diámetro de perforación  
previa  $< 7$  mm



Material fijado con  
diámetro de perforación  
previa  $\geq 7$  mm

Perforación previa con broca de vástago de pasos  
TX-BT 4/7



Pre-barrene hasta que el reborde esmerile un anillo  
brillante (para asegurar una profundidad de  
perforación adecuada)

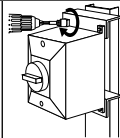


#### Antes de instalar el fijador:

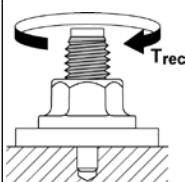
La perforación debe estar libre de líquidos y  
desechos.

El área alrededor de la perforación debe de estar  
libre de líquidos y desechos.

Apriete usando un desarmador con control de  
torque



Torque de apriete:  
**¡Trec  $\leq 8$  Nm (5.9 pies - lb)!**



Atornilladora Hilti:  
SF 144-A  
SF 22-A  
SFC 22-A  
SBT 4-A22

Torque de instalación

	9
	9
	5
	5

Estas instrucciones abreviadas pueden variar dependiendo de la aplicación.

**SIEMPRE** revise/ siga las instrucciones que acompañan al producto.

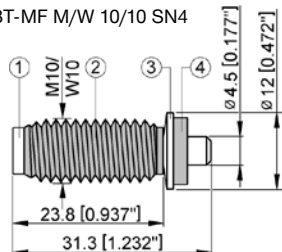


## Pernos roscados compuestos X-BT-MF

### Especificaciones del producto

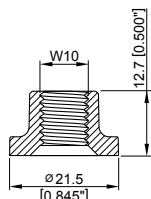
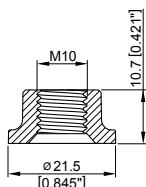
#### Dimensiones

X-BT-MF M/W 10/10 SN4



Tuerca M10

Tuerca W10



W10 = 3/8" UNC 2 rosca

#### Información general

#### Especificaciones del material

- ① Vástago: 1.4362 a de acuerdo a la EN 10088-2 / ASTM A240 UNS S32304
- ② Camisa roscada y tuerca: Material de poliamida reforzada de fibra de vidrio - ISO 1874: PA6T/6I, MH, 12-190, GF50 contenido de fibra de vidrio: 50%, Clasificación de flambilidad: UL94 HB
- ③ Arandela SN12-R: S31635 (1.4404, X2CrNiMo 17-12-2)
- ④ Arandela selladora: Caucho de cloropreno CR 3.1107, negro

#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 351-BT

Para mayores detalles, consulte el programa de fijadores X-BT-MF en las siguientes páginas y en el capítulo de herramientas y equipo.

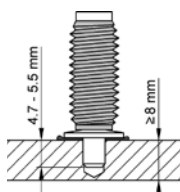
#### Aprobaciones

ICC ESR-2347

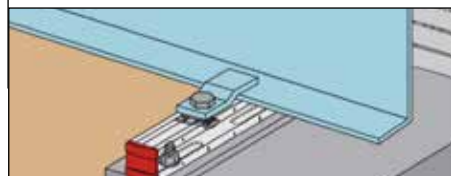
### Aplicaciones

#### Ejemplos

Aplicaciones para los pernos roscados, especialmente para:



- Acero de alta resistencia
- Estructuras de acero recubierto
- No está permitida la penetración pasante a través de material base de acero



Escalerilla para tendido de cables con clip guía de fijación/ expansión



Instalación del canal



Caja de empal-mes, etc.



Escalerillas para tendido de cables



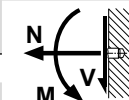
Señalamientos

## Información de carga

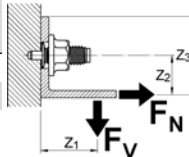
### Cargas recomendadas

Para acero estructural (resistencia máxima del material base  $R_m \geq 350$  MPa)

Temperatura de servicio	-40°C a +60°C -40°F a +140°F	+60°C a +100°C +140°F a 212°F
Tensión <b>N<sub>rec</sub></b> [kN/lb]	1.5 / 340	1.0 / 225
Corte <b>V<sub>rec</sub></b> [kN/lb]	2.2 / 500	1.4 / 315
Momento <b>M<sub>rec</sub></b> [Nm/lbft]	8.2 / 6	8.2 / 6
Torque <b>T<sub>rec</sub></b> [Nm/lbft]	≤ 8 / ≤ 5.9	
Durante la instalación		
<b>Rango de temp. en servicio</b>	-40°C a +100°C / -40°F a +212°F	
<b>Temperatura de la instalación</b>	-10°C a +60°C / 14°F a 140°F	



Ejemplo:



### Condiciones para las cargas recomendadas:

- Úsese con tuercas de material de poliamida reforzada de fibra de vidrio de Hilti, M10 y W10 (☺ conforme a la información general - Especificaciones del material)
- No debe utilizarse con ninguna No está permitida la penetración pasante a través de material base de acero adicional que provea una fuerza axial cuando se deforme; por ejemplo, rondanas de resorte o de fijación, etc.
- Factor de seguridad global > 3 (con base en un valor fráctil del 5%)
- Distancia mínima al borde = 6 mm [1/4"].
- Efecto de la vibración del metal base y de la tensión considerada.
- Se debe proporcionar redundancia (fijaciones múltiples).
- Las cargas recomendadas en la tabla se refieren a la resistencia de las fijaciones individuales, y no pueden ser las mismas que las cargas FN y FV que actúan en la parte del fijador.

Nota: En caso de ser relevante, en el diseño se deben considerar las fuerzas de palanca, vea ejemplo.

Momento que actúa sobre el vástago del fijador, únicamente en caso de que exista una abertura entre la base y el material sujetado.

- **Temperatura mínima para la instalación y los ajustes = -10° C**

### Cargas de diseño

Para acero estructural (resistencia máxima del material base  $R_m \geq 350$  MPa)

Temperatura de servicio	-40°C a +60°C -40°F a +140°F	+60°C a +100°C +140°F a 212°F
Tensión <b>N<sub>rec</sub></b> [kN/lb]	2.0 / 450	1.35 / 300
Corte <b>V<sub>rec</sub></b> [kN/lb]	3.0 / 675	1.9 / 425
Momento <b>M<sub>rec</sub></b> [Nm/lbft]	18.4 / 13.6	18.4 / 13.6
<b>Rango de temp. en servicio</b>	-40°C a +100°C / -40°F a +212°F	
<b>Temperatura de la instalación</b>	-10°C a +60°C / 14°F a 140°F	

**Fórmula recomendada para la interacción de cargas combinadas**

Situación de cargas combinadas

Fórmula de interacción

**V-N** (corte y tensión) 
$$\frac{V}{V_{rec}} + \frac{N}{N_{rec}} \leq 1.2 \text{ con } \frac{V}{V_{rec}} \leq 1.0 \text{ y } \frac{N}{N_{rec}} \leq 1.0$$

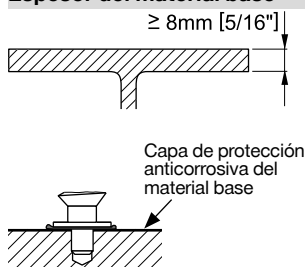
**V-M** (corte y flexión) 
$$\frac{V}{V_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.2 \text{ con } \frac{V}{V_{rec}} \leq 1.0 \text{ y } \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

**N-M** (tensión y flexión) 
$$\frac{N}{N_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

**V-N-M** (corte, tensión y flexión) 
$$\frac{V}{V_{rec}} + \frac{N}{N_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

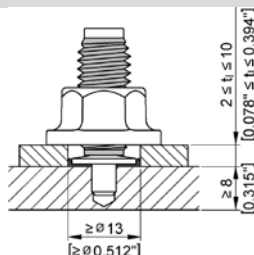
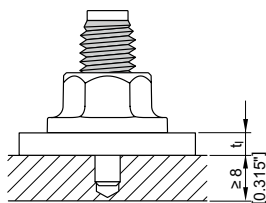
**Carga cíclica:**

- El perno roscado **X-BT-MF** en materiales base de acero no se ve afectado por carga cíclica.
- La resistencia a la fatiga se rige por la fractura del vástago. Consulte a Hilti para información de prueba si requiere considerar grandes ciclos de carga en el diseño.

**Requerimientos de la aplicación**
**Espesor del material base**

**¿En dónde no se permiten penetraciones pasadas / pasante?\***

Espesor de la capa de protección anticorrosiva del material base  $\leq 0.4 \text{ mm}$ . Para recubrimientos de mayor espesor, favor de contactar a Hilti.

\* Nota: La protección anticorrosiva puede verse comprometida si el espesor del material base es de menos de 8 mm. En caso de que el espesor del material base sea de menos de 8 mm y se permitan las penetraciones pasadas, para las recomendaciones de la carga, favor de contactar a Hilti.

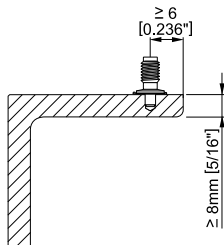
**Espesor del material fijado**


$2.0 \leq t_1 \leq 10.0 \text{ mm (0.08" } \leq t_1 \leq 0.39" )$

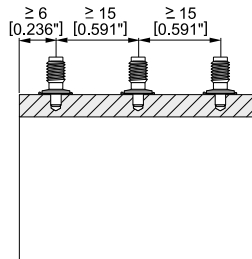
**Orificio del material sujetado  $\varnothing \geq 13 \text{ mm (0.51" )}$**

## Espaciamento y distancias a los bordes

Distancia de los bordes:  $\geq 6$  mm



Espaciamento:  $\geq 15$  mm



## Durabilidad

Desde el punto de vista de la durabilidad, se puede asumir que el sistema X-BT-MF de Hilti tendrá un tiempo de vida de más de 20 años, incluso en ámbitos ligeramente corrosivos (ámbitos C3, de acuerdo con la EN-ISO 12944-2).

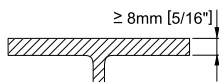
## Información sobre corrosión

Para los fijadores expuestos a ámbitos en exteriores en condiciones ligeramente corrosivas, en donde las partes recubiertas HDG son comúnmente especificadas o utilizadas. No es para utilizarse en atmósferas con cloruros (atmósferas marinas), o en ámbitos altamente contaminados (por ejemplo, dióxido de sulfuro).

## Vibración (Transportación, manejo y vibración del material base)

Cuando se instala de acuerdo con las instrucciones de uso, y se les sujeta con aseguramiento de calidad, el sistema X-BT-MF (perno y tuercas de material de poliamida reforzada con fibra de vidrio Hilti), es resistente al transporte, manejo y vibración del material base. No se requiere del uso de arandela de fijación adicional. La arandela de fijación afectará la integridad y la funcionalidad de las tuercas de material de poliamida reforzada de fibra de vidrio de Hilti. Por lo tanto, la adición de arandelas de fijación o de resorte, no debe ser utilizada en combinación con el sistema X-BT-MF. Para mayor información con respecto a la vibración, favor de referirse a "X-BT-MF Información Técnica Adicional".

## Límite de la aplicación



- $t_{II} \geq 8$  mm [5/16"] → Sin penetración pasante
- Sin límites con respecto a la resistencia del acero

**Selección de fijadores y recomendación del sistema**
**Programa de fijadores**

Designación	Artículo No	Designación de la herramienta
<b>X-BT-MF M10/10 SN4</b>	<b>2083549</b>	DX 351-BT
<b>X-BT-MF W10/10 SN4</b>	<b>2083620</b>	DX 351-BT

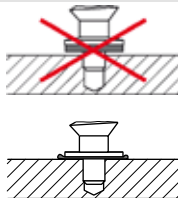
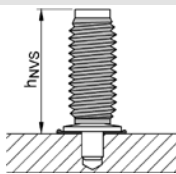
**Accesorios**

Designación	Artículo No	Para el uso con
<b>Enchufe - conector X-NSD 1/4" - 16mm</b>	<b>2097397</b>	X-BT-MF M10/10 SN4 y Manija T o Herramienta de torque
<b>Enchufe - conector X-NSD 1/4" - 9/16"</b>	<b>2107229</b>	X-BT-MF-W10/10 SN4 y Manija T o Herramienta de torque
<b>Manija T X-NSD 1/4"</b>	<b>2115130</b>	Conectores - clavijas X-NSD
<b>Herramienta de torque X-NSD 1/4"</b>	<b>2119272</b>	Conectores - clavijas X-NSD

**Selección del cartucho y configuración de la energía de la herramienta**

**6.8/11** cartucho de color café, de **alta precisión M**

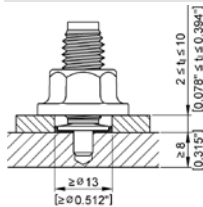
Ajuste fino conforme a las pruebas de instalación en sitio

**Control de calidad de la fijación**
**Inspección de las fijaciones**


**X-BT-MF**

**hNVS = 25.7 – 26.8 mm**

**= 1.012" – 1.055"**

**Instalación**


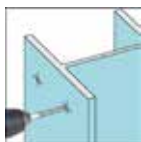
Orificio del material sujetado

$\varnothing \geq 13 \text{ mm (0.51")}$

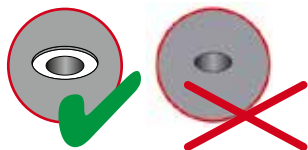
Observación: para los fijadores en grupo sujetos a cargas de corte, el diámetro del orificio del material sujetado no debe exceder de 14 mm

Pre-perforación con broca de vástago de pasos  
TX-BT 4/7

Apriete con atornilladora con clutch de torque

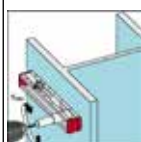


Pre-perfore hasta que el reborde esmerile un anillo  
brillante (Para asegurarse de una profundidad  
correcta de perforación)

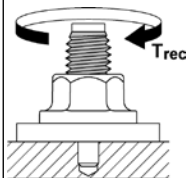


**Antes de instalar el fijador:**

El orificio perforado y el área alrededor del mismo,  
debe estar despejada de líquidos o desechos.



Torque de apriete:  
**¡T<sub>rec</sub> ≤ 8 Nm (5.9 pies - lb)!**



Atornilladora Hilti:

Configuración del torque:

SFC 14-A	6
SFC 18-A	3
SFC 22-A	3

Estas instrucciones abreviadas pueden variar dependiendo de la aplicación.

**SIEMPRE** revise/ siga las instrucciones que acompañan al producto.

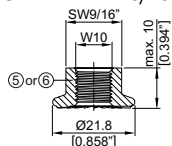
## Pernos roscados de acero al carbono e inoxidable S-BT

### Especificaciones del producto

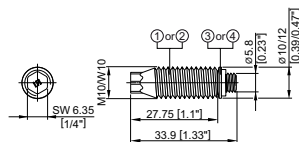
#### Dimensiones

S-BT-MR W10/15 SN 6

S-BT-MR W10/15 SN 6 AL\*\*)

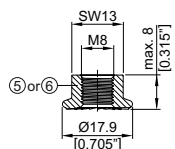


S-BT-MF W10/15 AN 6



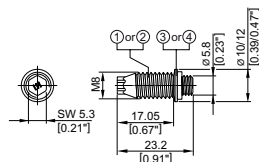
S-BT-GR M8/7 SN 6\*)

S-BT-GR M8/7 SN 6 AL\*)



S-BT-MF M8/7 AN 6

S-BT-GF M8/7 AN 6\*)



#### Información general

#### Especificaciones del material

- ① Vástago: Acero inoxidable (S-BT-\_R)  
"S 31603 (1.4462)"
  - ① Vástago: Acero al carbono (S-BT-\_F)  
"1038 / Doble-coated"
  - ③ Arandela SN12-R: Ø 12 mm [0.47"]  
Acero inoxidable (S-BT-\_R)  
"S 31603 (1.4404)"
  - ④ Arandela AN10-FØ 10 mm [0.39"]  
Aluminio (S-BT-\_F)
  - ⑤ Tuerca con arandela dentada\*): Acero inoxidable (S-BT-MR)  
grado A4 - 70/80
  - ⑥ Tuerca con arandela dentada\*): Acero al carbono (S-BT-MF)  
HDG, grado 8
- Arandela selladora: Elastómero, negro  
Resistente a UV, agua salada,  
agua, ozono, aceites, etc.

#### Herramienta de perforación, herramienta de ajuste, accesorios e insertos

Para mayores detalles, consulte el programa de fijadores **S-BT** en las siguientes páginas y en el capítulo de herramientas y equipo.

#### Aprobaciones

ICC ESR-2347

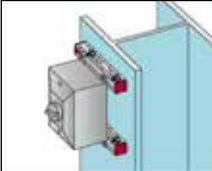
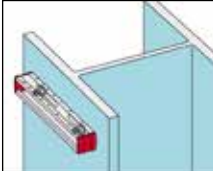

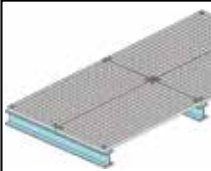


- \*) S-BT-GR y S-BT-GF para fijaciones de rejilla: el empaque no incluye tuerca con arandela dentada

\*\*) Para uso en material base de aluminio

## Aplicaciones

### Ejemplos

Fijaciones multi-propósito			Rejilla con X-FCM *)
S-BT-MR _____ S-BT-MF _____			S-BT-GR _____ S-BT-GF _____
			
Caja de empalmes, etc.	Instalación del carril / canal	Señalamientos	Fijación de rejillas

\*) La información de carga, los requerimientos de aplicación, la Información sobre la corrosión, la selección del fijador, la recomendación del sistema, las especificaciones materiales y revestimiento se refieren a la sección Sistema de fijación de rejillas X-FCM en el Manual de tecnología de fijación directa.

## Información de carga

### Cargas recomendadas

Tipo de perforación y espesor del material base	S-BT-_____6				
	Perforación guía, $t_i \geq 6 \text{ mm}$ [0.24"] Perforación pasante, $5 \text{ mm}$ [0.20"] $\leq t_i < 6 \text{ mm}$ [0.24"]			Perforación pasante, $3 \text{ mm}$ [0.12"] $\leq t_i < 5 \text{ mm}$ [0.20"]	
Material base	Acero S235 A36	Acero S355 Grado 50	Aluminio $f_u \geq 270 \text{ MPa}$	Acero S235 A36	Acero S355 Grado 50
Tensión, $N_{rec}$ [kN/lb]	1.8 / 405	2.3 / 520	1.0 / 225	1.0 / 225	1.3 / 290
Corte, $V_{rec}$ [kN/lb]	2.6 / 585	3.2 / 720	1.5 / 340	1.5 / 340	1.9 / 430
Momento, $M_{rec}$ [Nm/lbft]	7.0 / 5.2	7.0 / 5.2	4.8 / 3.5	7.0 / 5.2	7.0 / 5.2

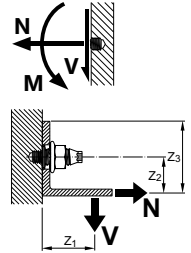
### Resistencia de diseño

Tipo de perforación y espesor del material base	S-BT-_____6				
	Perforación guía, $t_i \geq 6 \text{ mm}$ [0.24"] Perforación pasante, $5 \text{ mm}$ [0.20"] $\leq t_i < 6 \text{ mm}$ [0.24"]			Perforación pasante, $3 \text{ mm}$ [0.12"] $\leq t_i < 5 \text{ mm}$ [0.20"]	
Material base	Acero S235 A36	Acero S355 Grado 50	Aluminio $f_u \geq 270 \text{ MPa}$	Acero S235 A36	Acero S355 Grado 50
Tensión, $N_{des}$ [kN/lb]	2.5 / 560	3.2 / 720	1.4 / 315	1.4 / 315	1.8 / 405
Corte, $V_{des}$ [kN/lb]	3.6 / 810	4.5 / 1010	2.1 / 470	2.1 / 470	2.7 / 610
Momento, $M_{des}$ [Nm/lbft]	9.8 / 7.2	9.8 / 7.2	6.7 / 4.9	9.8 / 7.2	9.8 / 7.2



**Condiciones para carga recomendada:**

- Utilice sólo S-BT-MR y S-BT-MF (fijación multi-propósito) con las tuercas con arandela dentada suministradas M8, M10, W10 (⑤ o ⑥ según la información general - Especificaciones del material)
- Factor de seguridad global > 3 (con base en un valor fráctil del 5%)
- Distancia mínima al borde = 6 mm [1/4"],  
Espaciamiento mínima = 15 mm [0.59"]
- Efecto de la vibración del metal base y de la tensión considerado.
- Se debe proporcionar redundancia (fijaciones múltiples).
- Si existen cargas excéntricas, (por ejemplo al fijar un ángulo), se deben considerar los momentos causados por cargas fuera de centro.


**Fórmula recomendada para la interacción de cargas combinadas – Acero y aluminio**

$$\mathbf{V-N} \text{ (corte y tensión)} \quad \frac{V}{V_{rec}} + \frac{N}{N_{rec}} \leq 1.2 \text{ con } \frac{V}{V_{rec}} \leq 1.0 \text{ y } \frac{N}{N_{rec}} \leq 1.0$$

$$\mathbf{V-M} \text{ (corte y flexión)} \quad \frac{V}{V_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.2 \text{ con } \frac{V}{V_{rec}} \leq 1.0 \text{ y } \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

$$\mathbf{N-M} \text{ (tensión y flexión)} \quad \frac{N}{N_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

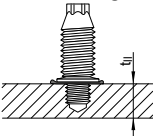
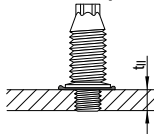
$$\mathbf{V-N-M} \text{ (corte, tensión y flexión)} \quad \frac{V}{V_{rec}} + \frac{N}{N_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

**Carga cíclica:**

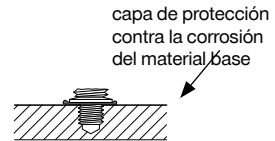
- Los pernos roscados S-BT sólo se deben utilizar para fijar elementos sujetos a carga estática o cuasi-estática.
- Consultar en Hilti los datos de prueba si la carga cíclica tiene que ser considerada en el diseño.

## Requerimientos de la aplicación

### Espesor del material base $t_b$ y tipo de perforación

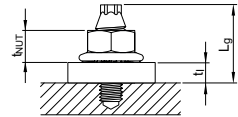
S-BT-MF M8/7 AN 6 S-BT-GR M8/7 SN 6 S-BT-GR M8/7 SN 6 AL*) S-BT-GF M8/7 AN 6	S-BT-MF W10/15 AN 6
<p><b>Perforación guía</b></p>  <p><b>Espesor del material base acero y aluminio: <math>t_b \geq 6</math> mm</b></p>	<p><b>Perforación pasante</b></p>  <p><b>Espesor del material base acero: <math>3 \text{ mm} \leq t_b &lt; 6 \text{ mm}</math> aluminio: <math>5 \text{ mm} \leq t_b &lt; 6 \text{ mm}</math></b></p>
*) Para uso en material base de aluminio	

Espesor de recubrimiento contra la corrosión del material base  $\leq 0.8$  mm [0.0315"]. Para recubrimientos con mayor espesor, póngase en contacto con Hilti.



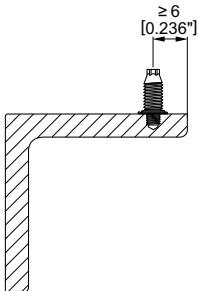
### Espesor del material fijado $t$

S-BT-\_\_\_\_/7\_\_\_\_\_  $1.6 \text{ mm [0.063"]} \leq t \leq 7.0 \text{ mm [0.28"]}$   
 S-BT-\_\_\_\_/15\_\_\_\_\_  $1.6 \text{ mm [0.063"]} \leq t \leq 15.0 \text{ mm [0.59"]}$

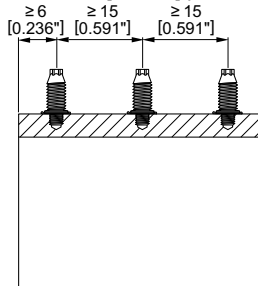


### Espaciamiento y distancias al borde

Distancia al borde:  $\geq 6$  mm [0.236"]



Espaciamiento:  
 $\geq 18$  mm [0.709"] para S-BT M8  
 $\geq 22$  mm [0.866"] para S-BT W10  
 $\geq 6$  [0.236"]    $\geq 15$  [0.591"]    $\geq 15$  [0.591"]



### Información acerca de la corrosión

Los pernos de acero inoxidable S-BT están fabricados en acero inoxidable dúplex de tipo 1.4462, que equivale a la calidad de acero AISI 316 (A4). Este grado de acero inoxidable se clasifica en la clase de resistencia a la corrosión IV según DIN EN 1993-1-4: 2015, lo que hace que el material sea adecuado para ambientes altamente corrosivos como en aplicaciones costeras y costa afuera.

El revestimiento de los elementos de fijación S-BT de acero al carbón consiste en una aleación galvanizada en zinc para protección catódica y una capa superior para resistencia química (recubrimiento dúplex). El grosor máximo del revestimiento es de 35 µm. El uso de este recubrimiento se limita a las categorías de corrosión C1, C2 y C3 de acuerdo con la norma EN ISO 9223. Para las categorías de corrosión más altas deben utilizarse fijadores de acero inoxidable.

En el caso de una **perforación pasante** o una **perforación guía en material base delgado** puede ser necesario volver a trabajar el revestimiento en el lado posterior de la placa / perfil.

Clase de corrosión C	S-BT-_____AN 6		S-BT-_____SN 6	
	Medianamente corrosivo C3		Altamente corrosivo C5	
Tipo de perforación y espesor del material base <sup>1)</sup>	Protección parte superior	Protección parte posterior	Protección parte superior	Protección parte posterior
<b>Perforación pasante</b> 3 mm [0.12"] ≤ t <sub>II</sub> < 6 mm [0.24"]	✓	x <sup>2)</sup>	✓	x <sup>2)</sup>
<b>Perforación guía</b> 6 mm [0.24"] ≤ t <sub>II</sub> < 7 mm [0.28"]	✓	✓	✓	x <sup>2)</sup>
<b>Perforación guía</b> t <sub>II</sub> ≥ 7 mm [0.28"]	✓	✓	✓	✓

1) Espesor real del material base, no espesor nominal del material o espesor del material con recubrimiento.

2) El daño del revestimiento en el lado posterior de la placa / perfil requiere un retrabajo del revestimiento.

## Límite de la aplicación

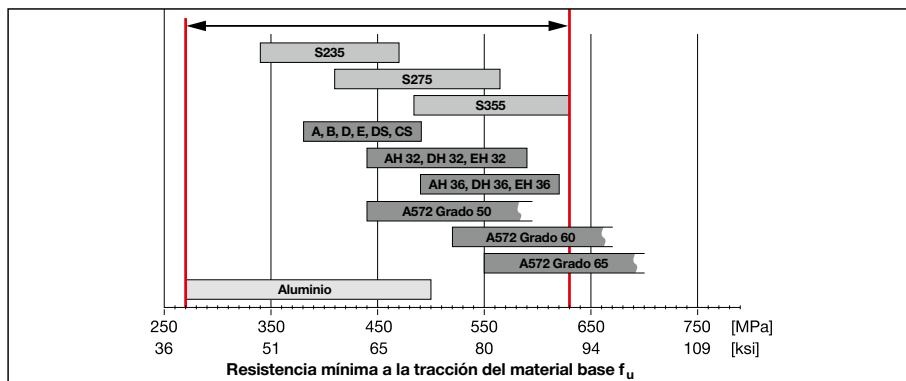
El material base se limita al acero con una resistencia máxima a la tracción  $f_u = 630$  MPa [91 ksi].

La resistencia mínima a la tracción del acero es  $f_u \geq 340$  MPa [49 ksi].

La resistencia mínima a la tracción del aluminio es  $f_u \geq 270$  MPa [39 ksi].

Espesor mínimo del material de base  $t_{i1}$ : consulte la sección "Requerimientos de la aplicación".

Espesor máximo del material base  $t_{i2}$ : sin límites.



## Selección de fijadores y recomendación del sistema

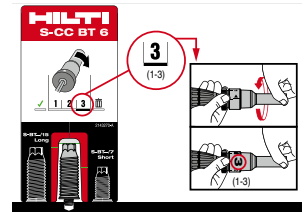
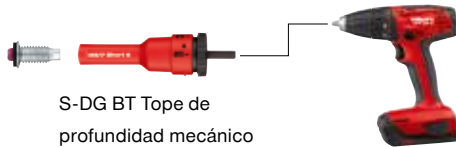
Fijación		Herramienta perforación	Herramienta de ajuste	Broca	Medidor de profundidad
Acero inoxidable	S-BT-GR M8/7 SN 6	SBT 4-A22, SF BT 18-A o SF BT 22-A	SBT 4-A22, SF BT 18-A o SF BT 22-A	TS-BT 5.5-74 S	S-DG BT M8/7 Short 6
	S-BT-GR M8/7 SN 6 AL			TS-BT 5.5-74 AL	
	S-BT-MR W10/15 SN 6			TS-BT 5.5-74 S	S-DG BT M10-W10/15 Long 6
	S-BT-MR W10/15 SN 6 AL			TS-BT 5.5-74 AL	
Acero carbono	S-BT-GF M8/7 AN 6	SBT 4-A22, SF BT 18-A o SF BT 22-A	SBT 4-A22, SF BT 18-A o SF BT 22-A	TS-BT 5.5-74 S	S-DG BT M8/7 Short 6
	S-BT-MF M8/7 AN 6				
	S-BT-MF W10/15 AN 6				S-DG BT M10-W10/15 Long 6

### Aseguramiento de la calidad de la fijación

Para asegurar la exactitud en la profundidad del roscado y una compresión adecuada de la arandela de sellado, los pernos de S-BT deben ser instalados con el tope de profundidad adecuado. Con esta herramienta la profundidad de roscado se puede ajustar en un rango de 0 - 1,5 mm (3 pasos, 0,5 mm por paso).

La tarjeta de calibración S-CC BT es necesaria para comprobar la parada inicial del perno S-BT y para ajustar / calibrar el medidor de profundidad S-DG. Después de encontrar el nivel de ajuste correcto para el medidor de profundidad S-DG, el calibrador se puede ajustar y los pernos se pueden instalar sin control adicional del medidor de profundidad S-DG. El medidor de profundidad debe ser reajustado (calibrado) en los siguientes momentos:

- Inicio del proceso de instalación
- Cambio de la posición de trabajo (hacia arriba, hacia abajo, horizontal)
- Cambio del instalador



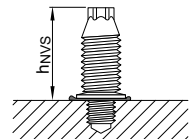
Diseño y funcionalidad de la tarjeta de calibración mecánica S-CC BT

### Inspección de las fijaciones

Comprobar el soporte del perno  $h_{NVS}$  con el medidor de profundidad S-CG BT

**S-BT-\_\_\_/7\_\_\_6**  $h_{NVS} = 18.6 \text{ mm a } 19.1 \text{ mm [0.732" a 0.752"]}$

**S-BT-\_\_\_/15\_\_\_6**  $h_{NVS} = 29.3 \text{ mm a } 29.8 \text{ mm [1.153" a 1.173"]}$



Designación	Nombre del producto	Comentario
S-DG BT M8/7 Corto 6	Tope de profundidad	Para el ajuste exacto de S-BT M8/7 _N 6
S-DG BT M8/15 Largo 6	Tope de profundidad	Para el ajuste exacto de S-BT M8/15 _N 6
S-CC BT 6	Tarjeta de calibración	Para la calibración del medidor de profundidad (pernos cortos / largos)
S-CG BT /7 Short 6	Medidor de profundidad	Para verificar de la proyección de los pernos cortos (7 mm)
S-CG BT /15 Long 6	Medidor de profundidad	Para verificar de la proyección de los pernos largos (15 mm)

## Instalación

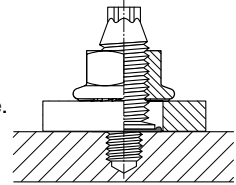
### Fijaciones S-BT en acero inoxidable con arandela- $\varnothing$ 12mm (S-BT-\_R)

Perforación de material a fijar  $\varnothing \geq 13$  mm [0.51"]

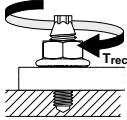
### Fijaciones S-BT en acero al carbón con arandela- $\varnothing$ 10mm (S-BT-\_F)

Perforación de material a fijar  $\varnothing \geq 11$  mm [0.43"]

**Importante:** para grupos de fijaciones sometidos a carga de corte, el diámetro de la perforación del material a fijar no debe exceder 14 mm [0.55 "] (S-BT-\_R) y 12 mm [0,47 "] (S-BT-\_F), respectivamente.



1 Marque la ubicación para cada fijación	2 Pre-perfore con la broca escalonada TS-BT	3 Atornille los pernos S-BT en las perforaciones realizadas	4 Fije el carril/canal al material base	5 Fije el elemento/ accesorio al canal																	
<p>Uso de la SBT 4A-22. Realice una pre-perforación hasta que el tope de la broca deje un anillo brillante que asegure la profundidad de la perforación</p> <p><b>Antes de la instalación del fijador:</b> La perforación y el área alrededor de esta debe estar libres de líquidos e impurezas.</p>	<p>Uso de la SBT 4A-22. En combinación con el tope de profundidad S-DG BT.</p> <p>Verifique la altura del perno <math>h_{NVS}</math> con la tarjeta de verificación S-CG BT</p> <p>La arandela de neopreno debe estar debidamente comprimida.</p>	<p>Posicione el canal sobre el perno S-BT y sosténgalo en su lugar. Realice el apriete de tuerca con el torque <math>T_{rec}</math> recomendado en la siguiente tabla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SBT 4A-22 con el vaso S-NS</li> <li>• Herramienta de torque</li> <li>• X-BT 1/4" (8 Nm) o S-BT 1/4" (5 Nm)</li> <li>• Llave de torque</li> </ul> <table border="1" data-bbox="622 1082 797 1187"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2"><math>T_{rec}</math></th> </tr> <tr> <th></th> <th>5 Nm</th> <th>8 Nm</th> </tr> <tr> <th></th> <th colspan="2">Torque</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SBT 4A-22</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>SFC 18-A</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>SFC 22-A</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		$T_{rec}$			5 Nm	8 Nm		Torque		SBT 4A-22	4	5	SFC 18-A	4	5	SFC 22-A	4	5	<p>Apriete los pernos con el torque apropiado <math>T_{rec}</math>. (Vea el IIIF de las tuercas de presión de Hilti).</p>
	$T_{rec}$																				
	5 Nm	8 Nm																			
	Torque																				
SBT 4A-22	4	5																			
SFC 18-A	4	5																			
SFC 22-A	4	5																			
<p><b>Importante:</b> Estas instrucciones son abreviadas, y por ende, pueden variar entre aplicaciones. SIEMPRE revise/siga las instrucciones de uso (IIIF) que acompañan el producto. Si la perforación marcada es pasante o se realiza en un material base delgado puede ser necesario volver a trabajar el recubrimiento en el lado posterior de la placa / perfil.</p>																					

**Torque de apriete de la tuerca con flanche**


<b>S-BT-_____6</b>					
Tipo de perforación y espesor del material base	Perforación guía, $t_{II} \geq 6 \text{ mm [0.24"]}$ Perforación pasante, $5 \text{ mm [0.20"]} \leq t_{II} < 6 \text{ mm [0.24"]}$			Perforación pasante, $3 \text{ mm [0.12"]} \leq t_{II} < 5 \text{ mm [0.20"]}$	
Material base	Acero S235 A36	Acero S355 Grado 50	Aluminio $f_u \geq 270 \text{ MPa}$	Acero S235 A36	Acero S355 Grado 50
Torque de apriete de la tuerca con arandela dentada $T_{rec}$ [Nm/lbft]	8 / 5.9	8 / 5.9	5 / 3.6	5 / 3.6	5 / 3.6

**Importante:** El torque de apriete ( $T_{rec}$ ) para las tuercas con arandela dentada depende del tipo de perno, el tipo de material base y espesor, y el tipo de perforación. Sobrepasar el torque de apriete ( $T_{rec}$ ) afecta el anclaje del perno, afectando negativamente los valores de carga y el sellado de la arandela.

## Programa de fijadores

Designación	Artículo núm.	Nombre del producto	Comentario	Aplicación
S-BT-GF M8/7 AN 6	2140527	Perno	para uso con disco X-FCM	Rejilla
S-BT-MF M8/7 AN 6	2139174	Perno	empaque incluye tuerca con arandela dentada	Multi propósito
S-BT-MF W10/15 AN 6	2139173	Perno	empaque incluye tuerca con arandela dentada	Multi propósito
S-BT-GR M8/7 SN 6	2140529	Perno	para uso con disco X-FCM	Rejilla
S-BT-GR M8/7 SN 6 AL	2140742	Perno	para uso con disco X-FCM	Rejilla
S-BT-MR W10/15 SN 6	2140741	Perno	empaque incluye tuerca con arandela dentada	Multi propósito
S-BT-MR W10/15 SN 6 AL	2140745	Perno	empaque incluye tuerca con arandela dentada	Multi propósito
TS-BT 5.5-74 S	2143137	Broca	para material base acero	
TS-BT 5.5-74 AL	2143138	Broca	para material base aluminio	
TS-BT 4.3-74 S	2143139	Broca	para material base acero	
S-DG BT M8/7 Corto 6	2143260	Tope de profundidad	para el ajuste exacto de S-BT	
S-DG BT M10-W10/15 Largo 6	2143261	Tope de profundidad	para el ajuste exacto de S-BT	
S-CG BT /7 Short 6	2143262	Tarjeta de verificación	para verificación de la proyección	
S-CG BT /15 Corto 6	2143263	Tarjeta de verificación	para verificación de la proyección	
S-CC BT 6	2143270	Tarjeta de calibración	para la calibración del tope de profundidad	
S-BT 1/4" - 5 Nm	2143271	Herramienta de torque	herramienta de torque manual (5 Nm)	
X-BT 1/4" - 8 Nm	2119272	Herramienta de torque	herramienta de torque manual (8 Nm)	
S-NS 13 C 95/3 3/4"	2149244	Vaso de colocación de la tuerca	para tuerca con arandela dentada de M8	
S-NS 15 C 95/3 3/4"	2149245	Vaso de colocación de la tuerca	para tuerca con arandela dentada de M10	
S-NS 9/16" C 95/3 3/4"	2149246	Vaso de colocación de la tuerca	para tuerca con arandela dentada de W10	

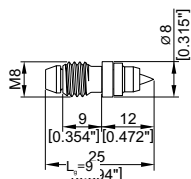


## X-ST-GR Pernos roscados de acero inoxidable para acero

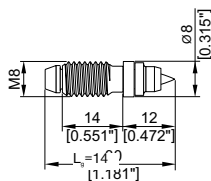
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

a) X-ST-GR M8/5 P8



b) X-ST-GR M8/10 P8



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago: P558  
(aleación CrMnMo)  
 $f_u \geq 2000 \text{ N/mm}^2$

Camisa roscada: A4 (AISI 316)

Arandela: Polietileno

#### Herramientas de fijación recomendadas

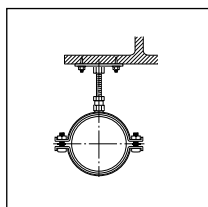
DX 460 con guía del fijador X-5-460-F8N15  
DX 76 PTR con guía X-76-F-8-GR-PTR  
Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-ST-GR en las páginas siguientes y el capítulo sobre Herramientas y equipo.

#### Aprobaciones

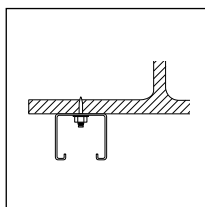
ICC ESR-2347  
ABS

### Aplicaciones

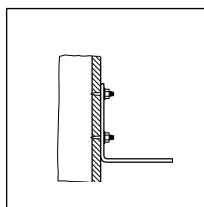
#### Ejemplos



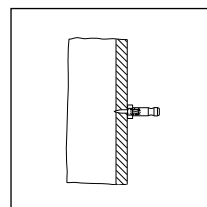
Placa base para abrazaderas para tuberías



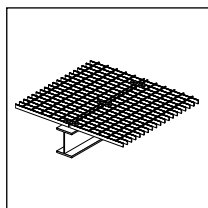
Raíles de instalación



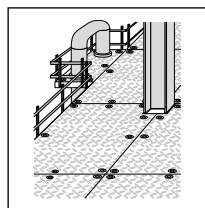
Soportes en fachadas



Conexiones especiales



Fijación de rejillas



Fijación para Plancha diamantada

## Información de carga

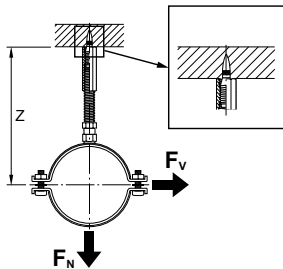
### Cargas recomendadas

$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$M_{rec}$ [Nm]
1.8	1.8	5.5

### Condiciones:

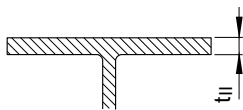
- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema.

Disposiciones para reducir los efectos del momento sobre el vástago:



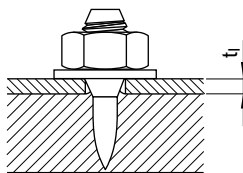
## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base



$$t_{II} \geq 6 \text{ mm}$$

### Espesor del material fijado

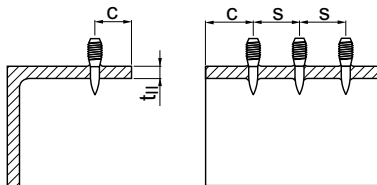


$$t_I \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{tuerca}}$$

$$t_I \leq 10 \text{ mm para X-ST-GR M8/10 P8}$$

$$t_I \leq 5 \text{ mm para X-ST-GR M8/5 P8}$$

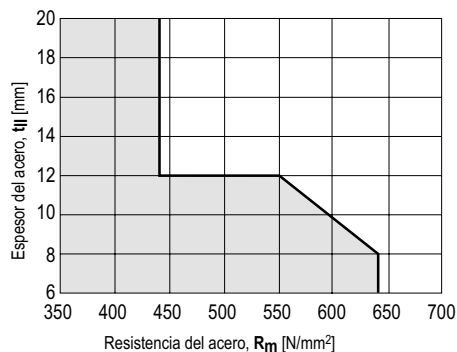
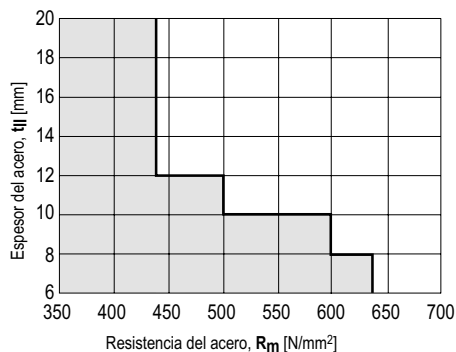
### Espaciado y distancia al borde (mm)



$$c, s \geq 15 \text{ mm}$$

**Información sobre la corrosión**

Para fijaciones expuestas al medio ambiente u otras condiciones corrosivas. No se permite el uso en ambientes altamente corrosivos, como piscinas o túneles en autopistas.

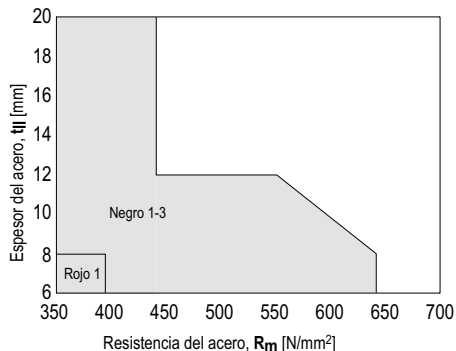
**Límites de aplicación**
**Acero: DX 460, DX 5**

**Acero: DX 76 PTR**

**Selección del fijador y recomendación del sistema**
**Programa del fijador**

Fijador	Art no.	L <sub>g</sub> [mm]
<b>X-ST-GR M8/5 P8</b>	2122209	9
<b>X-ST-GR M8/10 P8</b>	2122460	14

**Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta**

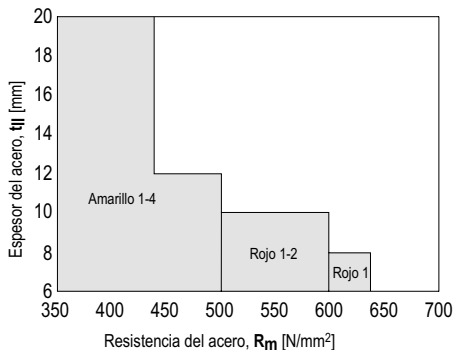
**DX 460, DX 5**

**6.8/11M cartucho rojo o negro**



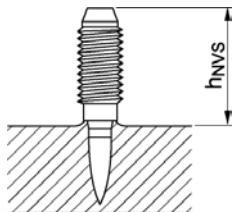
**DX 76 PTR**

**6.8/18M cartucho rojo o amarillo**



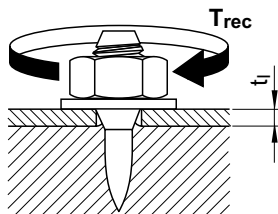
**Control de calidad de la fijación**

**Inspección de la fijación**



Fijador	hNVS [mm]
X-ST-GR M8/5 P8	12.0 - 15.0
X-ST-GR M8/10 P8	17.0 - 20.0

**Instalación**



**Torque de ajuste**

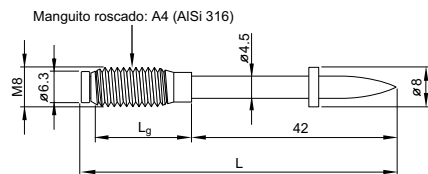
**$T_{rec} = 8.5 \text{ Nm}$**

## X-CRM Pernos roscados de acero inoxidable para concreto y acero

### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

X-CR M8-\_\_-42 P8 (DX-Kwik)



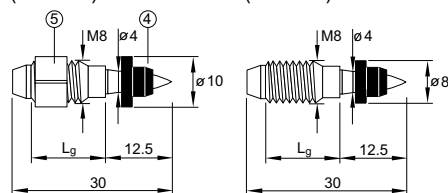
X-CR M8-\_\_-12 FP10 X-CR M8-\_\_-12 P8

Camisa roscada: A4

(AISI 316)

Camisa roscada: A4

(AISI 316)



### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago: aleación CrNiMo

$f_u \geq 1800 \text{ N/mm}^2$

(49 HRC)

Camisa roscada: A4 (AISI 316)

Revestimiento de zinc para facilitar el anclaje en el concreto

(X-CR M8-\_\_-42): 5–13  $\mu\text{m}$

Arandelas/

Camisa guía: polietileno

### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460, DX 5, DX 36, DX 2

DX 76, DX 76 PTR

Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-CR M en las páginas siguientes y el capítulo sobre Herramientas y equipo.

### Aprobaciones

DIBt (Alemania): **X-CR M8-\_\_-42 P8**  
(DX-Kwik)

ICC ESR-2347: **X-CR M8-9-12,**  
**X-CR M8-15-12**

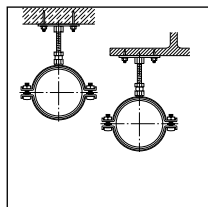
ABS, LR: todos



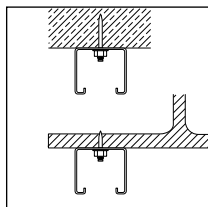
Nota: la información técnica contenida en estas aprobaciones y lineamientos de diseño refleja condiciones locales específicas, por lo que puede diferir de las publicadas en este manual.

## Aplicaciones

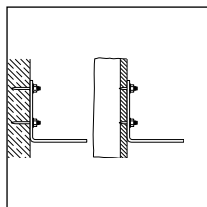
### Ejemplos



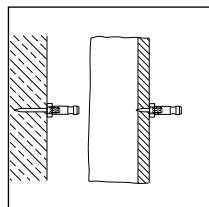
Placa base para anillos para tuberías



Raíles de instalación



Soportes en fachadas



Conexiones especiales

## Información de carga

### Cargas recomendadas

Fijaciones sobre acero	$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$M_{rec}$ [Nm]
X-CR M8	1.8	1.8	5.5

### Condiciones:

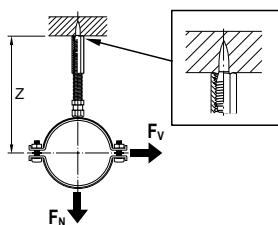
- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema.

### Fijaciones sobre concreto – Método DX-Kwik (perf. previa)

	$N_{rec,1}$ [kN]	$N_{rec,2}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$M_{rec}$ [Nm]
X-CR M8-__-42 P8	3.0	0.9	3.0	5.5

### Condiciones:

- $N_{rec,1}$ : concreto en zona de compresión
- $N_{rec,2}$ : concreto en zona de tensión
- $f_{cc} \geq 20 \text{ N/mm}^2$
- Es necesario asegurarse de que existe una redundancia tal que, si una de las fijaciones llegase a fallar, el sistema completo no colapsaría.
- Deben observarse todos los requerimientos de perforación previa



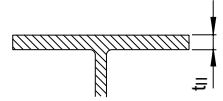
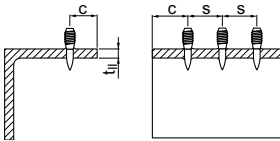
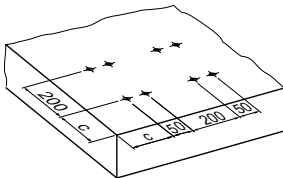
Disposiciones para reducir los efectos del momento sobre el vástago:

**Requerimientos de aplicación**
**Espesor del material base**

Concreto - DX-Kwik

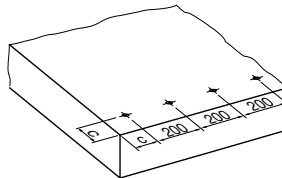
 $h_{\min} = 100 \text{ mm}$ 

Acero

 $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$ 

**Espesor del material fijado**
**X-CR M8**
 $t_I \leq L_g - t_{\text{arandela}} - t_{\text{nut}} \cong \text{hasta } 13.0 \text{ mm}$ 
**Espaciado y distancia al borde (mm)**
**Fijación sobre acero**

 $c, s \geq 15 \text{ mm}$ 
**Fijación sobre concreto**
Pares


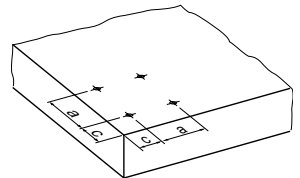
armado\*    no armado

c    100    150

Fila a lo largo del borde


armado\*    no armado

c    80    150

General (ej. en un grupo de fijadores)


armado\*    no armado

 c    80    150  
 a    80    100

\* Al menos acero de diámetro 6 mm para armado de forma continua a lo largo de los bordes y alrededor de las esquinas. La varilla del borde debe estar rodeada por estribos.

**Información sobre la corrosión**

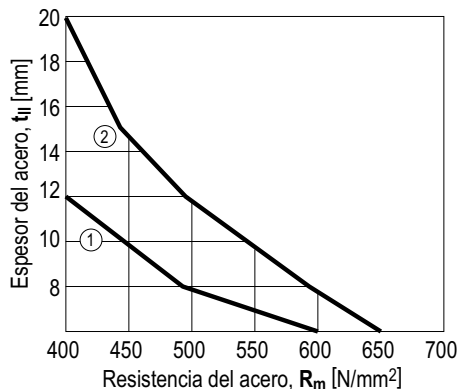
Para fijaciones expuestas al medio ambiente u otras condiciones corrosivas. No se permite el uso en ambientes altamente corrosivos, como piscinas o túneles en autopistas.

## Límites de aplicación

### Concreto:

No existen restricciones en general. Las limitaciones dependen de la aplicación y requerimientos del usuario.

### Acero: DX 76, DX 76 PTR



① X-CRM8-15-12 FP10 / DX 76 (impacto)

② X-CRM8-15-12 FP10 / DX 76 (coacción)

## Selección del fijador y recomendación del sistema

### Programa del fijador

Espesor del material fijado $t_{II,max}$ [mm]	Fijador				Herramientas
	Denominación <sup>1)</sup>	Art no.	$L_g$ [mm]	$L_s$ [mm]	
Concreto como material base, método DX-Kwik					
5.0	X-CR M8-14-42 P8	255911	14	42	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2
13.0	X-CR M8-22-42 P8	255910	22	42	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2
Acero como material base					
6.0	X-CR M8-9-12 FP10	372032	9	12.5	DX 460, DX 5, DX 76, DX 76 PTR
6.0	X-CR M8-15-12 FP10	372 034	15	12.5	DX 460, DX 5, DX 76, DX 76 PTR

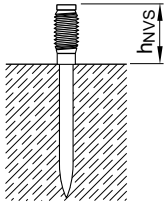
<sup>1)</sup> Tipo de rosca: M = métrica; W6 = Whitworth 1/4"

### Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta

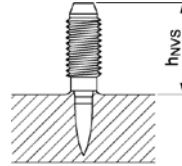
Material base	Denominación	Herramienta
Concreto	6.8/11M cartucho amarillo o rojo	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2
Acero	6.8/11M cartucho rojo	DX 460, DX 5
Acero	6.8/18M cartucho	DX 76, DX 76 PTR

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas de instalación en sitio.

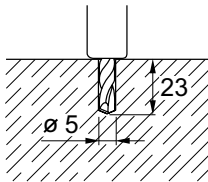


**Control de calidad de la fijación**
**Inspección de la fijación**
**Fijación sobre concreto**

**DX-Kwik (perforación previa)**

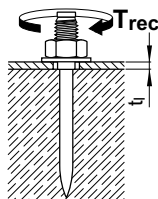
Fijador	hNVS [mm]
X-CR M8-14-42 P8	12.0 – 16.0
X-CR M8-22-42 P8	20.0 – 24.0

**Fijación sobre acero**


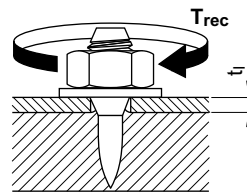
Fijador	hNVS [mm]
X-CR M8-9-12 FP10	12.0 – 15.0
X-CR M8-15-12 FP10	17.0 – 20.0

**Instalación**
**Fijación sobre concreto**
**DX-Kwik (perforación previa)**
**X-CR M8-\_\_-42 P8**


Realice una perforación previa con broca **TE-C-5/23B (28557)** o **TE-C-5/23 (61787)**



Torque de ajuste  
**T<sub>rec</sub> = 10 Nm**

**Fijación sobre acero**


Torque de ajuste  
**X-CR M8 T<sub>rec</sub> = 8.5 Nm**

Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación

**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.



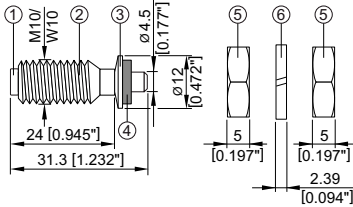
# Pernos roscados de acero inoxidable X-BT-ER para conexiones eléctricas

## Información del producto

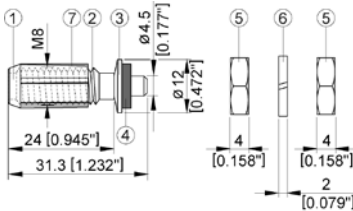
### Dimensiones

X-BT-ER M10/3 SN 4

X-BT-ER W10/3 SN 4

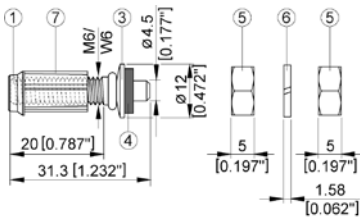


X-BT-ER M8/7 SN 4



X-BT-ER M6/7 SN 4

X-BT-ER W6/7 SN 4



### Información general

#### Especificaciones del material

- ① Vástago: CR 500 (aleación de CrNiMo) Equivalente a material A4 / S31803 (1.4462) / AISI calibre 316
- ② Camisa roscada: X5CrNiMo 17-12-2+2H, 1.4401
- ③ Arandela SN: S 31635 (X2CrNiMo 17-12-2, 1.4404)
- ④ Arandela selladora: Elastómero, negro \*  
\* Resistente a UV, agua salada, agua, ozono, aceites, etc.
- ⑤ Tuercas: Material A4 / AISI calibre 316
- ⑥ Arandelas de fijación: Material A4 / AISI calibre 316
- ⑦ Camisa guía: Plástico

### Herramientas de fijación recomendadas

DX 351-BT - Para mayores detalles, consulte el programa de fijadores X-BT-ER en las siguientes páginas y en el capítulo de **herramientas y equipo**.

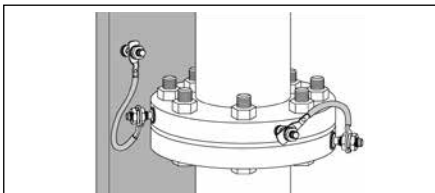
### Aprobaciones para X-BT-ER para aplicaciones eléctricas

UL, ABS, LR, DNV-GL, BV

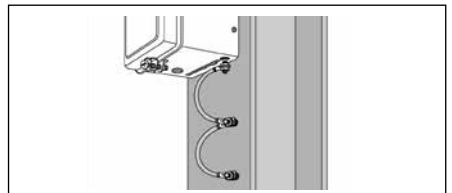


## Aplicaciones

### Ejemplos



Uniones funcionales y protectoras en tuberías (Diámetro externo de la superficie instalada  $\geq 150$  mm)

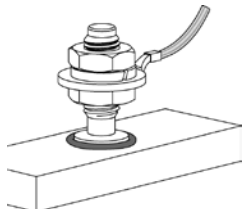


Circuito de protección de enlace - Conexión de doble punto

### Enlace funcional y Conexión de terminal en un circuito

Para corriente permanente baja debido a carga estática acumulada en tuberías, o para corriente permanente baja cuando se cierra un circuito eléctrico

#### Conexión de un solo punto



Pernos roscados eléctricos recomendados:

**X-BT-ER M10/3 SN 4**

**X-BT-ER W10/3 SN 4**

**X-BT-ER M8/7 SN 4**

**X-BT-ER M6/7 SN 4**

**X-BT-ER W6/7 SN 4**

Corriente permanente máxima permisible =40 A

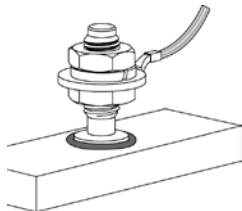
#### Nota:

- Tamaño recomendado para el cable conectado (probado a 40 A) de acuerdo con la IEC/EN 60204-1:  $\leq 10 \text{ mm}^2$  cobre ( $\leq 8 \text{ AWG}$ ). La fijación de cable de mayor espesor es aceptable, siempre que no se exceda la corriente permanente máxima de 40 A, y se observen las disposiciones del espesor de la terminal del cable (orejeta).

### Circuito protector de enlace

Para la descarga de la corriente del corto circuito mientras se protege a equipo eléctrico, o tierra o charolas y escalerillas para tendido de cable enlazadas

#### Conexión de un solo punto



Pernos roscados eléctricos recomendados:

**X-BT-ER M10/3 SN 4**

**X-BT-ER W10/3 SN 4**

**X-BT-ER M8/7 SN 4**

**X-BT-ER M6/7 SN 4**

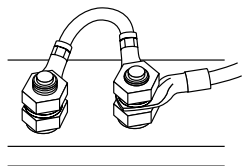
**X-BT-ER W6/7 SN 4**

Corriente máxima de corto circuito para periodos de 1 s = 1250 A

#### Nota:

- Tamaño recomendado para el cable conectado (probado a 1250 A para 1 s) siguiendo la IEC/EN 60947-7-2:  $\leq 10 \text{ mm}^2$  cobre ( $\leq 8 \text{ AWG}$ ). La fijación de cable más grueso es aceptable, siempre que no se exceda la corriente máxima de 1250 A por un periodo de 1 segundo, y que se observen las disposiciones relativas al espesor de la terminal del cable (orejeta).
- Tamaño recomendado para el cable conectado (probado a 750 A para la 4 s) de acuerdo con la UL 467:  $\leq 10 \text{ AWG}$

#### Conexión de doble punto



Pernos roscados eléctricos recomendados:

**X-BT-ER M8/7 SN 4**

**X-BT-ER M6/7 SN 4**

**X-BT-ER W6/7 SN 4**

Corriente máxima de corto circuito para periodos de 1 s = 1800 A

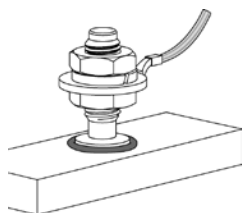
#### Nota:

- Tamaño recomendado para el cable conectado (probado a 1800 A para 1s) siguiendo la IEC/EN 60947-7-2:  $\leq 16 \text{ mm}^2$  cobre ( $\leq 6 \text{ AWG}$ ). La fijación de cable de mayor espesor es aceptable, siempre que no se exceda la corriente máxima de 1800A por un periodo de 1 segundo, y que se observen las disposiciones relativas al espesor de la terminal del cable (orejeta).

### Protección contra relámpagos

Para corriente temporal alta debido a relámpagos.

#### Conexión de un solo punto



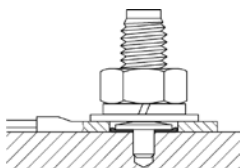
Pernos roscados eléctricos recomendados:

- X-BT-ER M10/3 SN 4**
- X-BT-ER W10/3 SN 4**
- X-BT-ER M8/7 SN 4**
- X-BT-ER M6/7 SN 4**
- X-BT-ER W6/7 SN 4**

Corriente máxima  
(De acuerdo con la EN 50164-1 y EN 50164-1/prA:2005):  
≤ 50 kA para 2 ms

**Cuando se utiliza una tuerca y la terminal del cable (orejeta) se encuentra en contacto con material base.**

- La terminal del cable debe estar en contacto directo con material base no recubierto.
- Arandela adicional M10/W10 SS a ser utilizada e instalada entre la rondana de fijación y la terminal del cable.
- El material base no debe estar en contacto con la arandela X-BT-ER SN, la arandela de fijación y la tuerca.
- Espesor de la terminal del cable (orejeta) = de 2 mm a 12 mm.  
Diámetro del orificio de la terminal del cable ≥ 13 mm.
- **Torque de apriete máx. = 8 Nm.**



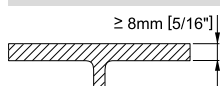
Pernos roscados eléctricos recomendados:

- X-BT-ER M10/3 SN 4**
- X-BT-ER W10/3 SN 4**
- X-BT-ER M8/7 SN 4**

Corriente probada máxima:  
≤ 100 kA para 2 ms

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base



Espesor de la capa de protección anticorrosiva del material base ≤ 0.4 mm. Para recubrimientos de mayor espesor, favor de contactar a Hilti.

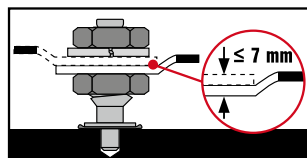
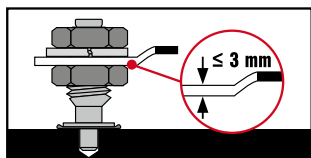
#### Espesores de la terminal del cable (orificio)

**X-BT-ER M10/W10**  $t_{cl} \leq 3 \text{ mm (0.12\"/>$

**X-BT-ER M8**

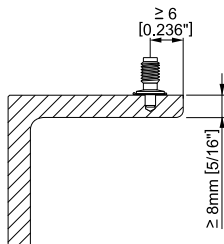
**X-BT-ER M6/W6**

$t_{cl} \leq 7 \text{ mm (0.28\"/>$

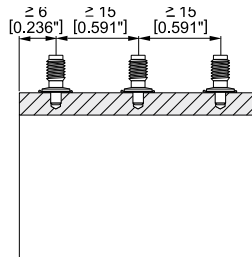


## Espaciamento y distancias a los bordes

Distancia al borde  $\geq 6$  mm



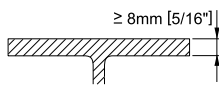
Espaciamento  $\geq 15$  mm



## Información de la corrosión

La resistencia a la corrosión del material de acero inoxidable CR500 y S31803 de Hilti es equivalente a acero AISI (A4) calibre 316.

## Límite de la aplicación



- $t_{II} \geq 8$  mm [5/16"]  $\rightarrow$  Sin penetración pasante
- Sin límites con relación a la resistencia del acero

## Selección de fijador y recomendación del sistema

### Programa de fijadores

Designación	Artículo núm.	Designación de la herramienta	Designación de la guía de fijadores
X-BT-ER M10/3 SN 4	2103094	DX 351-BT	BT FG M1024
X-BT-ER W10/3 SN 4	2103093	DX 351-BT	BT FG W1024
X-BT-ER M8/7 SN 4	2103095	DX 351-BT	BT FG M1024
X-BT-ER M6/7 SN 4	2107275	DX 351-BT	BT FG M1024
X-BT-ER W6/7 SN 4	2103096	DX 351-BT	BT FG W1024

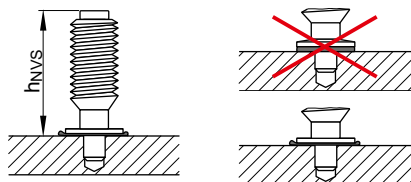
## Selección del cartucho y configuración de la energía de la herramienta

**6.8/11 cartucho** de color café de alta precisión M

Ajuste fino mediante las pruebas de instalación en el sitio

**Control de calidad de la fijación**

**Inspección de la fijación**



**X-BT-ER M/W10, X-BT-ER M8 y**

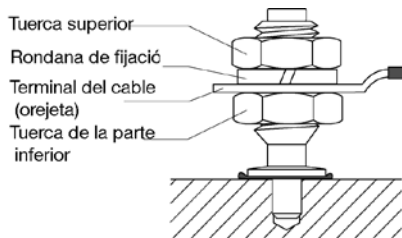
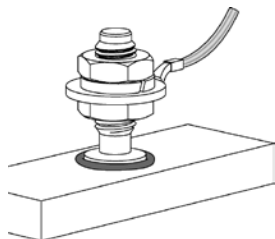
**X-BT-ER M/W6**

$h_{nvs} = 25.7 - 26.8 \text{ mm}$

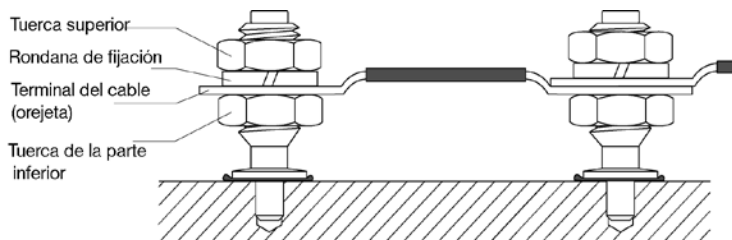
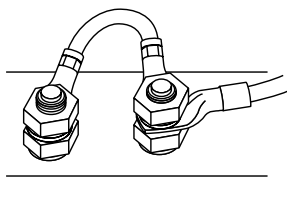
$= 1.01'' - 1.055''$

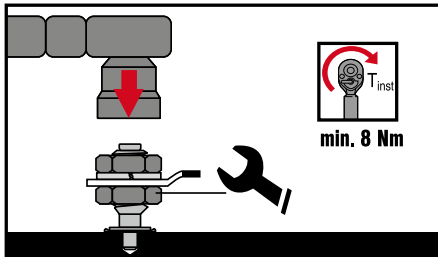
**Instalación de conexiones eléctricas**

Conexión de un solo punto para todas las X-BT-ER



Conexión de doble punto únicamente para X-BT-ER M6/W6 y X-BT-ER M8



Recomendación del torque para la X-BT-ER

Con una llave para tuercas, sujete la tuerca de la parte inferior mientras aprieta la tuerca superior.

Torque de apriete: Min. 8 Nm  
Max. 20 Nm

Estas instrucciones abreviadas, pueden variar dependiendo de la aplicación.

**SIEMPRE** revise/ siga las instrucciones que acompañan al producto.

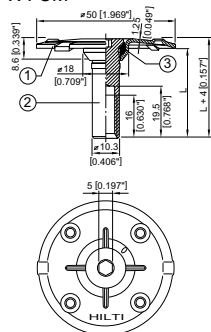


# X-FCM Sistema de Fijación para Rejillas

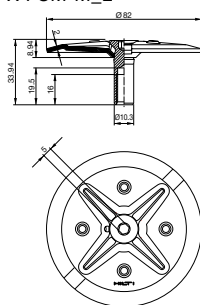
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

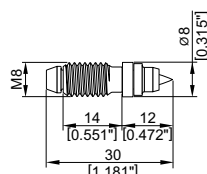
X-FCM



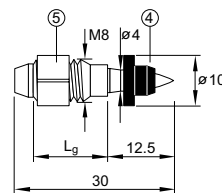
X-FCM-M\_L



X-ST-GR M8/10 P8



X-CRM8-15-12 FP10



### Información general

#### Especificaciones del material

Consulte la información relativa a la selección del fijador para más detalles.

#### Herramientas de fijación recomendadas

Para más detalles, consulte el **Programa del fijador X-FCM** en las siguientes páginas y el capítulo de **Herramientas y equipo**.

#### Aprobaciones

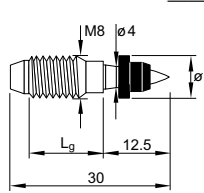
DNV-GL, BV: X-FCM-M, X-FCM-R

ABS, LR: todos los tipos

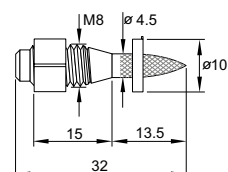
No hay aprobaciones para X-FCM-M\_L



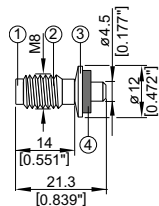
X-CRM8-15-12 P8



X-EM8H-15-12 FP10



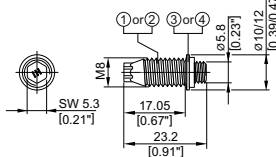
X-BT M8-15-6 SN12-R



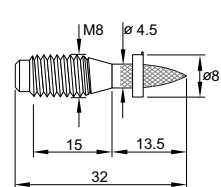
S-BT-GF M8/7 AN 6

S-BT-GR M8/7 SN 6

S-BT-GR M8/7 SN 6 AL

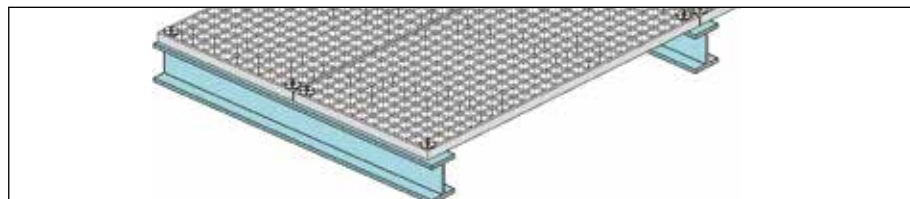


X-EM8H-15-12 P8



### Aplicaciones

#### Ejemplo



## Información de carga

### Carga de tensión recomendada $N_{rec}$ [kN]

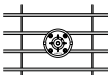
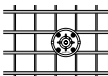
	Tipo de abertura en la rejilla				Tipo de abertura en la rejilla				
	Rectangular		Cuadrado		Rectangular		Cuadrado		
	Espacio entre varillas [mm]				Espacio entre varillas [mm]				
	18	30	18	30	18	30	18	30	
<b>X-FCM</b>	0.8 <sup>2)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>	2.4 <sup>1)3)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>	<b>X-FCM</b>	0.8 <sup>2)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>	2.4 <sup>1)3)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>
<b>X-FCM-M</b>	0.8 <sup>2)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>	1.8 <sup>1)3)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>	<b>X-FCM-M</b>	0.8 <sup>2)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>	1.8 <sup>1)3)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>
<b>X-FCM-R</b>	1.4 <sup>2)3)</sup>	1.0 <sup>2)</sup>	1.8 <sup>1)3)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>	<b>X-FCM-R</b>	1.4 <sup>2)3)</sup>	1.0 <sup>2)</sup>	1.8 <sup>1)3)</sup>	0.8 <sup>2)</sup>

- 1) La carga está limitada por la carga recomendada para el perno roscado
- 2) La carga está limitada por el límite elástico del disco **X-FCM**. Exceder las cargas recomendadas puede ocasionar la deformación plástica del disco.
- 3)  $N_{rec} = 1.0$  kN  
 Para S-BT-GR M8/7 SN 5 en material base en acero S235 (A36) y S-BT-GR M8/7 SN 6 AL en material base en aluminio  
 Para S-BT-GR M8/7 SN 6 en material base en acero  $3 \text{ mm} \leq t_{II} < 5 \text{ mm}$  (perforación pasante)  
 Para S-BT-GR M8/7 SN 6 AL en material base en aluminio  $5 \text{ mm} \leq t_{II} < 6 \text{ mm}$  (perforación pasante).

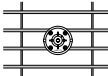
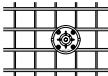
#### Notas:

**X-FCM, X-FCM-M, X-FCM-R, X-FCM-M\_L** son resistentes al corte por fricción, por lo que no son recomendables para diseños de carga de corte explícito, p. ej., diafragmas. Dependiendo de las características superficiales, las cargas de corte de hasta 0.3 kN no ocasionarán una deformación permanente. Por lo tanto, se pueden soportar cargas de corte inesperadas menores sin daño alguno.

### Cargas de tensión características $N_{rk}$

Tipo	Tipo de abertura Espacio entre varillas	X-FCM-R con		
		X-BT (X-BT-GR M8/7 SN 8 para $t_{II} \geq 8 \text{ mm}$ )		X-CRM / X-ST GR
		Acero S235 / Grado A36	Acero > S235 Grado 50	
	Rectangular 18 mm	4,2 kN / 945 lb *	4,2 kN / 945 lb *	4,2 kN / 945 lb *
	Rectangular 30 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *
	Cuadrada 18 mm	5,4 kN / 1215 lb	6,9 kN / 1550 lb	5,4 kN / 1215 lb
	Cuadrada 30 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *

\* La carga está limitada por el límite elástico del disco X-FCM-R

Tipo	Tipo de abertura Espacio entre varillas	X-FCM-R con	
		S-BT-GR M8/7 SN5, perforación guía, $5 \text{ mm} \leq t_{II} < 6 \text{ mm}$	
		Acero S235 / Grado A36	Acero > S235 Grado 50
	Rectangular 18 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,9 kN / 875 lb *
	Rectangular 30 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *
	Cuadrada 18 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,9 kN / 875 lb *
	Cuadrada 30 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *

\* La carga está limitada por el límite elástico del disco X-FCM-R

**Cargas de tensión características  $N_{rk}$ :**

		<b>X-FCM-R con</b>		
		<b>S-BT-GR M8/7 SN 6</b> , perforación guía, $t_{II} \geq 6$ mm		
Tipo	Tipo de abertura Espacio entre varillas	Acero S235 / Grado A36	Acero S355 Grado 50	Aluminio $R_m \geq 270$ N/mm <sup>2</sup>
	Rectangular 18 mm	4,2 kN / 945 lb *	4,2 kN / 945 lb *	3,0 kN / 675 lb *
	Rectangular 30 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *
	Cuadrada 18 mm	5,4 kN / 1215 lb	6,9 kN / 1550 lb	3,0 kN / 675 lb *
	Cuadrada 30 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *	3,0 kN / 675 lb *

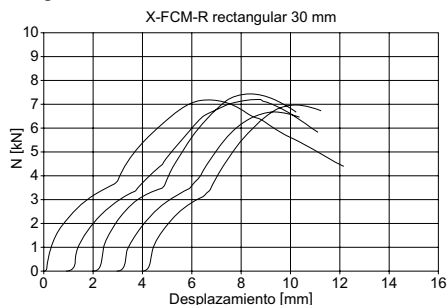
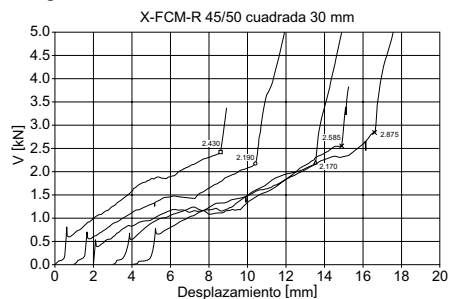
\* La carga está limitada por el límite elástico del disco X-FCM-R

		<b>X-FCM-M con</b>	
		<b>S-BT-GR M8/7 SN5</b> , perforación guía, $5 \text{ mm} \leq t_{II} < 6$ mm	
Tipo	Tipo de abertura Espacio entre varillas	Acero S235 / A36	Acero S355 Grado 50
	Rectangular 18 mm	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *
	Rectangular 30 mm	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *
	Cuadrada 18 mm	3,0 kN / 675 lb *	3,9 kN / 875 lb *
	Cuadrada 30 mm	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *

\* La carga está limitada por el límite elástico del disco X-FCM-R

		<b>X-FCM-M con</b>		
		<b>S-BT-GF M8/7 AN 6</b> , perforación guía, $t_{II} \geq 6$ mm		
Tipo	Tipo de abertura Espacio entre varillas	Acero S235 / Grado A36	Acero S355 Grado 50	Aluminio $R_m \geq 270$ N/mm <sup>2</sup>
	Rectangular 18 mm	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *
	Rectangular 30 mm	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *
	Cuadrada 18 mm	5,4 kN / 1215 lb	6,9 kN / 1550 lb	3,0 kN / 675 lb *
	Cuadrada 30 mm	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *	2,4 kN / 540 lb *

\* La carga está limitada por el límite elástico del disco X-FCM-R

**Comportamiento del desplazamiento de carga - ejemplos:**
**Carga de tensión**

**Carga de corte**


## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

X-BT

S-BT-GF M8/7 AN 6

S-BT-GR M8/7 SN 5

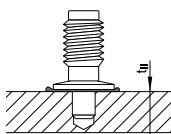
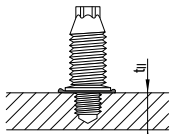
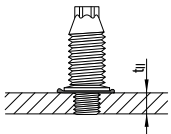
X-CRM,

S-BT-GR M8/7 SN 6

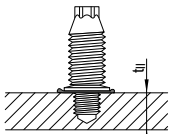
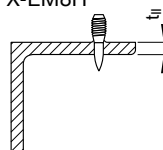
X-ST-GR y

S-BT-GR M8/7 SN 6 AL\*)

X-EM8H

 $t_{II} \geq 8 \text{ mm}$  $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$   
perforación guía

acero:  
 $3 \text{ mm} \leq t_{II} < 6 \text{ mm}$ ,  
 aluminio:  
 $5 \text{ mm} \leq t_{II} < 6 \text{ mm}$   
 perforación pasante

 $5 \text{ mm} \leq t_{II} < 6 \text{ mm}$   
perforación guía $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$ 

\*) para uso en el material base en aluminio

### Espesor del material fijado

**Altura de la rejilla: 25–50 mm** con X-FCM estándar. Para otras dimensiones, diseños especiales de X-FCM están disponibles sobre pedido.

### Espaciamento y distancia al borde

**X-CRM, X-ST-GR, X-EM8H**

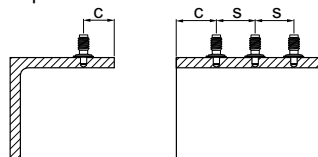
Distancia al borde:  $c \geq 15 \text{ mm}$

Espaciamento:  $s \geq 15 \text{ mm}$

**X-BT, S-BT**

Distancia al borde:  $c \geq 6 \text{ mm}$

Espaciamento:  $s \geq 15 \text{ mm}$



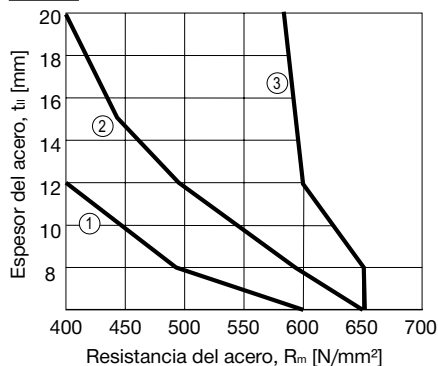
### Información sobre la corrosión

Para aplicaciones costeras y costa afuera, los sujetadores de acero inoxidable X-BT, X-BT-GR o S-BT-GR tienen que ser utilizados, ver selección de cierre.

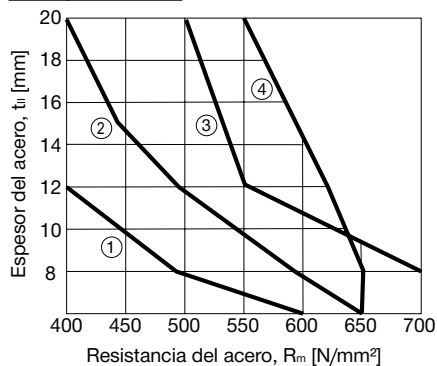
El recubrimiento de los pernos S-BT de acero al carbono consiste en una aleación galvanizada de Zn para la protección catódica y top coat para resistencia química (revestimiento dúplex). El espesor del recubrimiento es de 35  $\mu\text{m}$ . El uso de este recubrimiento está limitado a la categoría de corrosión C1, C2 y C3 de acuerdo con la norma EN ISO 9223. Para categorías de corrosión más altas, se deben usar sujetadores de acero inoxidable. En el caso de un **orificio pasante**, el retrabajo del recubrimiento en la parte posterior de la placa / perfil puede ser necesario.

El uso intencionado de los fijadores X-ST-GR y X-CRM comprende aquellas fijaciones expuestas al exterior en condiciones medianamente corrosivas donde se usan o especifican comúnmente partes con recubrimiento HDG. No para uso en atmósferas con cloruros (ambientes marinos) o en ambientes altamente poluidos (ej. dióxido de sulfuro).

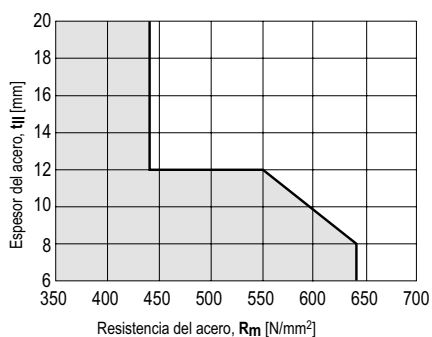
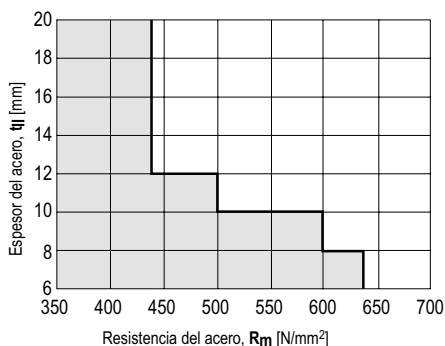
El uso previsto de los sujetadores de acero al carbono X-EM8H solo comprende los sujetadores que no son Exposición directa a condiciones climáticas externas o ambientes húmedos.

**Límites de aplicación**
**DX 460**


- ① **X-CRM8-15-12 P8** /  
DX 460, DX 5 (impacto)
- ② **X-CRM8-15-12 P8** /  
DX 460, DX 5 (coacción)
- ③ **X-EM8H-15-12 P8** /  
DX 460, DX 5 (impacto)

**DX 76, DX 76 PTR**


- ① **X-CRM8-15-12 FP10** /  
DX 76, DX 76 PTR (impacto)
- ② **X-CRM8-15-12 FP10** /  
DX 76, DX 76 PTR (coacción)
- ③ **X-EM8H-15-12 FP10** /  
DX 76, DX 76 PTR (impacto)
- ④ **X-EM8H-15-12 P8** /  
DX 76, DX 76 PTR (impacto)

**X-ST-GR:**
**Acero: DX 460, DX 5**

**Acero: DX 76 PTR**


**X-BT: Sin límites de aplicación → uso en acero de alta resistencia**  
**Sin penetración a través →  $t_{II} \geq 8 \text{ mm}$  [5/8"]**

**S-BT:**

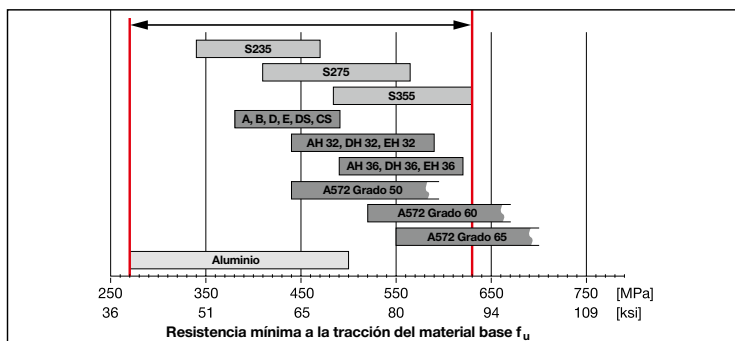
El material base se limita al acero con una resistencia máxima a la tracción  $f_u = 630 \text{ MPa}$  [91 ksi].

La resistencia mínima a la tracción del acero es  $f_u \geq 340 \text{ MPa}$  [49 ksi].

La resistencia mínima a la tracción del aluminio es  $f_u \geq 270 \text{ MPa}$  [39 ksi].

Espesor mínimo del material de base  $t_{II}$ : consulte la sección "Requerimientos de la aplicación".

Espesor máximo del material base  $t_{II}$ : sin límites.



**Selección del fijador y recomendación del sistema**
**Programa del fijador**

<b>Áreas de aplicación</b>									
Interiores, ambientes secos y no corrosivos		Interiores, ambientes medianamente o vida útil limitada		Uso marítimo, costa, afuera, petroquímico, plantas de energía calórica (carbón, aceite, etc.)					
<b>Sistema X-FCM</b>						<b>Dimensiones</b>		<b>Herramientas</b>	
X-FCM Galv. con zinc	Art. no.	X-FCM-M Doble recubrimiento	Art. no.	X-FCM-R Acero inoxidable	Art. no.	L [mm]	Grating altura [mm]		
<b>X-FCM 25/30</b>	26582 o 2117353	<b>X-FCM-M 25/30</b>	378683 o 2117357	<b>X-FCM-R 25/30</b>	247181 o 2117391	<b>23</b>	<b>25-30</b>	')	
<b>X-FCM 1''-1 1/4''</b>	247175 o 2117354	<b>X-FCM-M 1''-1/4''</b>	378686 o 2117358	<b>X-FCM-R 1''-1/4''</b>	247184 o 2117392	<b>27</b>	<b>29-34</b>	')	
<b>X-FCM 35/40</b>	26583 o 2117355	<b>X-FCM-M 35/40</b>	378684 o 2117359	<b>X-FCM-R 35/40</b>	247182 o 2117393	<b>33</b>	<b>35-40</b>	')	
<b>X-FCM 45/50</b>	26584 o 2117356	<b>X-FCM-M 45/50</b>	378685 o 2117360	<b>X-FCM-R 45/50</b>	247183 o 2117394	<b>43</b>	<b>45-50</b>	')	
		<b>X-FCM-M 31/36 L</b>	2042852*			<b>25</b>	<b>31-36</b>	')	
		*Para uso solo con X-BT M8-15-6 SN12-R y X-BT-GR M8/7 SN 8							
		Nota: No adecuado para uso en ambientes marinos o muy contaminados.			Nota: No adecuado para uso en túneles, piscinas o ambientes similares.				

’) SF 100-A, SF 11-A, SF 150-A, SF 121-A, SF 14, SF 14-A, SF 18-A, SFC 18-A, SF 22-A, SFC 22-A; SBT 4-A22  
 Hilti Torque tool X-BT 1/4" 8 Nm

Pernos roscados			Herramienta
		Art. no.	
X-EM8H-15-12 P8		271981	²)
X-EM8H-15-12 FP10		271982	²)
	X-BT M8-15-6 SN12-R	377074	³)
	X-CR M8-15-12 P8	372033	²)
	X-CR M8-15-12 FP10	372034	²)
	S-BT-GF M8/7 AN 6	2140527	⁴), ⁵)
	S-BT-GR M8/7 SN 5	2149240	⁴), ⁵)
	S-BT-GR M8/7 SN 6	2140529	⁴), ⁵)
	S-BT-GR M8/7 SN 6 AL	2140742	⁴), ⁵)
	X-ST-GR M8/M10 P8	2122460	²)

²) DX 76 PTR, DX 460

³) DX 351-BTG

⁴) SF BT 18-A, SF BT 22-A para perforar el taladro

⁵) SFC 18-A, SFC 22-A, SBT 4-A22 para atornillar la fijación

### Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta

**X-BT** 6.8/11M cartucho marrón de alta precisión

**X-CRM** 6.8/11M cartucho amarillo o rojo con DX 460, DX 5

6.8/18M cartucho azul con DX 76 y DX 76 PTR

**X-ST-GR** 6.8/11M cartucho rojo o negro con DX 460, DX 5

6.8/18M cartucho amarillo o rojo con DX 76 PTR

**X-EM8H** 6.8/11M cartucho rojo o negro con DX 460, DX 5

6.8/18M cartucho azul, rojo o negro con DX 76 y DX 76 PTR

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas de instalación en sitio.

### Especificaciones materiales y revestimientos

	X-FCM-R		X-FCM-M+X-FCM-M_L X-FCM				Todos los sistemas
	① Disco	② Vástago roscado	① Disco	② Vástago roscado	① Disco	② Vástago roscado	③ Absorbedor ¹)
Denominación material	X2CrNiMo17122	X2CrNiMo17122	DC 04	11SMNPB30+C	DC 04	11SMNPB30+C	Poliuretano Negro
Recubrimiento	ninguno	ninguno	Doble *	Doble *	≥ 20µm Zn	10-20 µm Zn	-

¹) resistente a: radiación UV, agua salada, ozono, aceite, grasa

\* ) comparación con 45 µm de acero con HDG (480 h de ensayo de niebla salina conforme a DIN 50021)



**Pernos roscados**

	<b>X-BT M8-15-6 SN12-R</b>			<b>X-ST-GR</b>		<b>X-EM8H</b>
	Vástago ①	Camisa roscada ② Arandela SN12-R ③	Arandela de sellado ①) ④	Vástago	Camisa roscada	
Denominación material	Acero inox. 1.4462, CR500 (A4 / AISI316)	X2CrNiMo17132 X5CrNiMo17122+2H (A4 / AISI316)	Elastómero negro	P558 (Aleación CrMnMo)	A4 (AISI316)	Acero al carbón  Ck 67 MOD
Recubrimiento	ninguno	ninguno		ninguno	ninguno	5-13 µm Zn ②)

1) resistente a: rayos UV, agua salada, ozono, aceite, grasa

2) Zinc aplicado por técnica de electro-plateado. Previsto para proporcionar protección contra la corrosión durante el envío, almacenamiento, construcción y servicio en un ambiente protegido. No es apropiado como protección contra la corrosión durante el uso en exteriores u otras aplicaciones corrosivas.

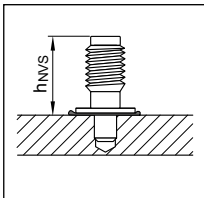
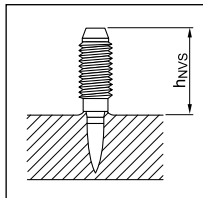
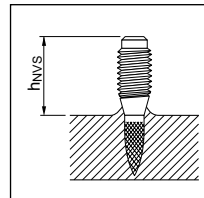
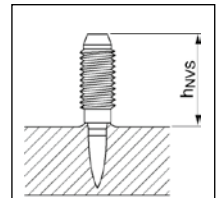
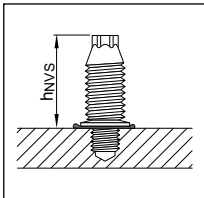
**Pernos roscados**

	<b>X-BT_R</b>			<b>S-BT_F</b>		
	Vástago ①	Camisa roscada ② Arandela SN12-R ③	Arandela de sellado ①) ④	Vástago ①	Camisa roscada ② Arandela SN12-R ③	Arandela de sellado ①) ④
Denominación material	Acero inox. 1.4462 (A4 / AISI316)	Acero inox. 1.4462 (A4 / AISI316)	Elastómero negro	Acero al carbón 1038	Aluminio	Elastómero negro
Recubrimiento	Zinc ③	ninguno	ninguno	Dople	ninguno	HDG

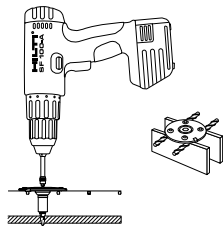
1) resistente a: rayos UV, agua salada, ozono, aceite, grasa

2) La superficie de los fijadores de acero inoxidable S-BT es cincada (revestimiento antifricción) para reducir la torsión de formación de rosca cuando el perno se atornilla en el material base.

3) Solo S-BT está recubierto, X-BT-GR no está recubierto

**Control de calidad de la fijación**
**Inspección de la fijación**
**X-BT M8-15-6 SN12-R**

 **$h_{NVS} = 15.7-16.8 \text{ mm}$** 
**X-CRM8-15-12**

 **$h_{NVS} = 16-20 \text{ mm}$** 
**X-EM8 H-15-12**

 **$h_{NVS} = 15.5-19.5 \text{ mm}$** 
**X-ST-GR M8/10 P8**

 **$h_{NVS} = 17.0-20.0 \text{ mm}$** 
**S-BT-\_\_\_\_/7\_\_\_\_6**

 **$h_{NVS} = 18.6-19.1 \text{ mm}$**

Apriete el disco



### Torque de ajuste

**T<sub>rec</sub>** = max. 8 Nm

**T<sub>rec</sub>** = max 5 Nm <sup>1)</sup>

- 1) Para S-BT-GR M8/7 SN 5 y S-BT-GR M8/7 SN 6 AL  
 Para S-BT-GR M8/7 SN 6 y S-BT-GF M8/7 AN 6 en acero como material base,  
 3 mm ≤ t<sub>ii</sub> < 5 mm con perforación pasante)

### Herramienta de ajuste:

- Atornilladora con acoplamiento de liberación de torque (TRC)
- Broca tipo Allen de 5 mm

Atornilladora Hilti

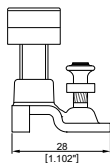
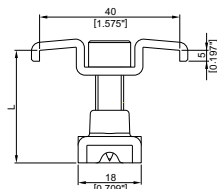
	T <sub>rec</sub>	
	5 Nm	8 Nm
	Config. del torque	
SF 121-A	5	6-10
SF 150-A	4	5-8
SF 14	4	5-8
SF 14-A	5	6-10
SF 18-A	4	5-8
SFC 18-A	4	5-8
SF 22-A	4	5-8
SFC 22-A	4	5-8
SBT 4-A22	4	5-8

## Sistema de fijación de rejilla X-GR

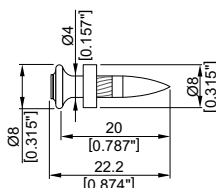
### Información del producto

#### Dimensiones

X-GR



X-R 20-4.0 Zn P8



#### Información general

#### Especificaciones del material

Tornillo:

Acero al carbón

Recubrimiento de zinc: Recubrimiento Doble\*

Clavo:

Acero inoxidable: Aleación de CrMnMo, y recubierto de zinc

Parte superior:

Acero al carbón: DD11

Recubrimiento de zinc: Recubrimiento Doble\*

Parte inferior:

Acero al carbón: S315MC

Recubrimiento de zinc: Recubrimiento Doble\*

\*) Prueba de rocío con sal de 480 h conforme a la DIN 50021, y prueba Kesternich de 10 ciclos conforme a la DIN 50018/2.0 (comparable al acero HDG de 45 µm).

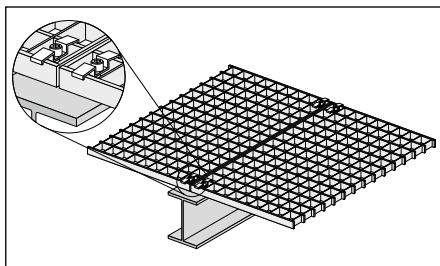
#### Herramientas de fijación recomendadas

**DX 460 GR y DX 5 GR**

con **X-460-F8GR** guía del fijador

Para mayores detalles, consulte el programa de fijadores **X-GR** en las próximas páginas, y el capítulo de **Herramientas y equipo**.

### Aplicaciones



Fijación de rejillas

Para las fijaciones expuestas al clima y a condiciones ligeramente corrosivas.

**¡No es para utilizarse en atmósferas marinas (costa afuera)!**

## Información de cargas

### Cargas de tracción recomendadas $N_{rec}$ [kN] Notas/ Condiciones:

$N_{rec} = 0.8 \text{ kN (180 lb)}$

- Las cargas de tracción están limitadas por la deformación plástica del clip de la silla
- El X-GR resiste el corte por fricción, y no es apropiado para diseños explícitos de carga de corte

## Requerimientos de la aplicación

### Espesor del material base

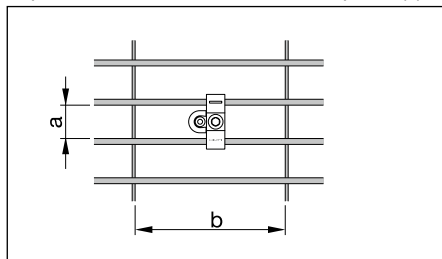
$t_{||} \geq 4 \text{ mm (0.157")}$

### Espesor del material fijado

Alto de la rejilla:  $H_G = 25\text{--}40 \text{ mm (0.98"–1.57")}$

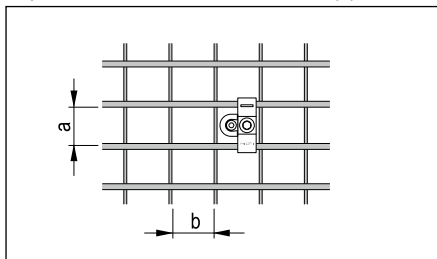
## Tipos de apertura de la rejilla

Espaciamento de las barras de soporte (a)



a de 25 a 32 mm (1" a 1 1/8")

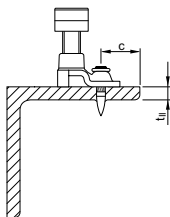
Espaciamento de los travesaños (b)



b  $\geq 30 \text{ mm (1.18")}$

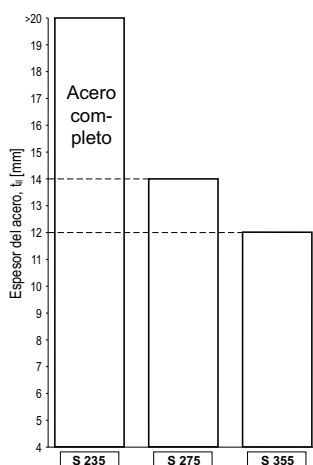
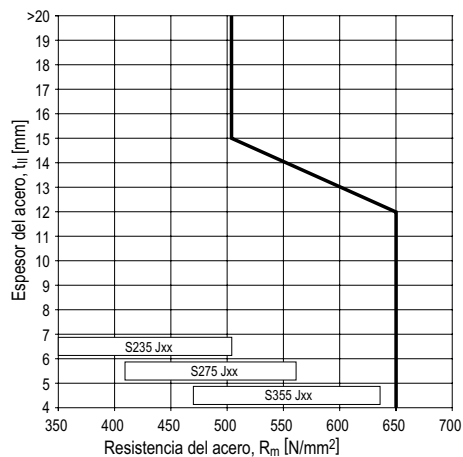
## Distancia al borde

$c \geq 15 \text{ mm (0.59")}$



## Información acerca de la corrosión

Para fijadores expuestos al clima y a condiciones corrosivas leves. **No es para utilizarse en atmósferas marinas (corriente arriba)**, o en ambientes fuertemente contaminados.

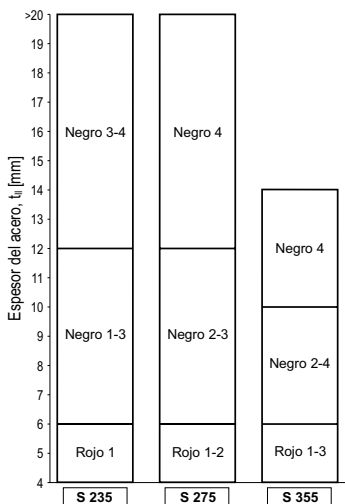
**Límites de aplicación**
**X-GR con DX 460, DX 5**


- S235: Sin límite de aplicación.
- S275: Cobertura total de material base de espesor de calibre de hasta 14 mm.
- S355: Cobertura total de material base de espesor de calibre de hasta 12 mm.

**Selección de los fijadores**

Fijador	Artículo núm.	L mm (pulgada)	Alto de la rejilla mm (pulgada)
X-GR 25/30	2106415	32 (1.26")	25-30 (0.98"-1.18")
X-GR 1 1/2"	2106416	34 (1.34")	27-32 (1.06"-1.26")
X-GR 35/40	2106417	42 (1.65")	35-40 (1.38"-1.57")

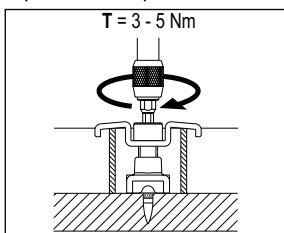
## Selección del cartucho y configuración de la energía de la herramienta



### DX 460, DX 5 con cartuchos 6.8/11M

## Control de calidad de la fijación

Apriete el torque



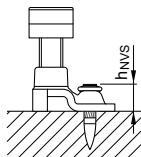
$T_{rec} = 3-5 \text{ Nm}$  (2.2-3.7 ft-lb)

Herramienta de torque:

- Destornillador con acoplamiento de liberación de torque (TRC)
- Broca tipo Allen de 6 mm

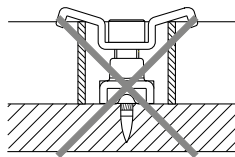
Atornilladoras de Hilti	Configuración del torque
<b>SF 121-A</b>	4-6
<b>SF 150-A</b>	3-5
<b>SF 14</b>	3-5
<b>SFC 14-A</b>	4-6
<b>SF 18-A</b>	3-5
<b>SFC 18-A</b>	3-5
<b>SFC 22-A</b>	3-5
<b>SBT 4-A22</b>	3-5

## Inspección de las fijaciones



$h_{NVS} = 7 - 10.5 \text{ mm}$  (0.28" - 0.41")

La observación de la selección del cartucho y la configuración de la energía de la herramienta normalmente lleva a  $h_{NVS}$  entre 9 y 10 mm.



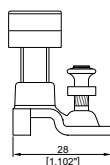
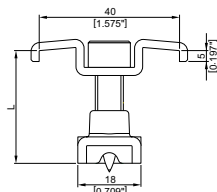
La silleta del fijador no debe doblarse, consulte las instrucciones de instalación arriba mencionadas.

## X- PGR-RU Sistema de fijación para rejillas (con perforación previa)

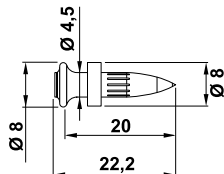
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

X-PGR-RU



X-CR 20-4.5R P8



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Tornillo:

Acero al carbón:

Revestimiento de zinc: Doble\*

Clavo:

Acero inoxidable: Aleación CrNiMo

Parte superior:

Acero al carbón: DD11

Revestimiento de zinc: Doble\*

Parte inferior:

Acero al carbón: S315MC

Revestimiento de zinc: Doble\*

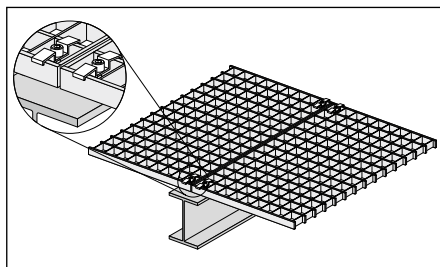
\*) Prueba de niebla salina conforme a DIN 50021 y 10 ciclos en prueba Kesternich DIN 50018/2.0 (comparable a acero con 45 µm HDG)

#### Herramientas de fijación recomendadas

**DX 460 GR** y **DX 5** con **X-460-F8GR** guía de fijador

Para más detalles, consulte el Programa del fijador **X-PGR-RU** en las páginas siguientes y el capítulo sobre **Herramientas y equipo**.

#### Aplicación



Fijación de la rejilla

Para fijaciones expuestas al medio ambiente y otras condiciones corrosivas.

**¡No adecuado para uso en ambientes marinos (upstream)!**

### Información de carga

#### Cargas de tracción recomendadas $N_{rec}$ [kN]

$N_{rec} = 0.8 \text{ kN (180 lb)}$

#### Notas/ Condiciones:

- Las cargas de tracción están limitadas por la deformación plástica del clip de la silla
- El X-PGR-RU resiste el corte por fricción, y no es apropiado para diseños explícitos de carga de corte

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

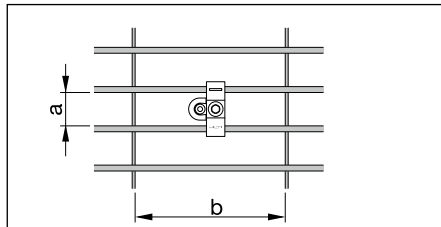
$t_{II} \geq 6 \text{ mm (0.24")}$

#### Espesor del material fijado

Altura de la rejilla:  $H_G = 25\text{--}40 \text{ mm (0.98"--1.57")}$

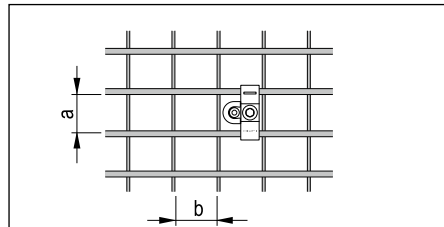
### Tipos de abertura en la rejilla

Espaciado entre varillas de soporte (a)



**a desde 25 a 32 mm (1" hasta 1 1/4")**

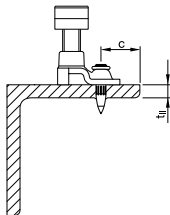
Espaciado entre varillas transversales (b)



**b  $\geq$  30 mm (1.18")**

### Distancia al borde

$c \geq 15 \text{ mm (0.59")}$



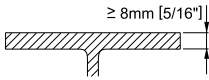
### Información sobre la corrosión

Para fijaciones expuestas al medio ambiente u otras condiciones medianamente corrosivas. **No adecuado para uso en ambientes marinos (upstream) o altamente contaminados.**



**Límites de aplicación**

X-PGR-RU con DX 460, DX 5 (perforación previa)



- $t_{II} \geq 6 \text{ mm [0.24"]}$
- $350 \text{ N/mm}^2 \leq \text{Resistencia del acero, } R_m \leq 630 \text{ N/mm}^2$

**Selección del fijador y recomendación del sistema**
**Programa del fijador**

Fijador	Artículo núm.	L mm (pulgada)	Alto de la rejilla mm (pulgada)
X-PGR-RU 25/30	2061313	32 (1.26")	25-30 (0.98"-1.18")
X-PGR-RU 1 1/8"	2061314	34 (1.34")	27-32 (1.06"-1.26")
X-PGR-RU 35/40	2061315	42 (1.65")	35-40 (1.38"-1.57")

**Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta**

DX 460 con 6.8/11M cartucho rojo, ajuste de potencia 1-2

## Control de calidad de la fijación

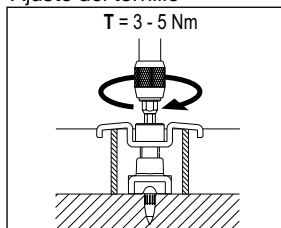
### Instalación

#### Perforación previa



Realice una perforación previa con una broca escalonada TX-PGR-RU-4/10-93 (Artículo no. 2061802) hasta que el hombro forme un anillo brillante por esmerilado (para asegurar una profundidad de perforación apropiada).

#### Ajuste del tornillo



$T_{rec} = 3-5 \text{ Nm}$  (2.2-3.7 ft-lb)

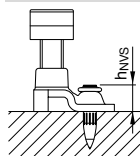
#### Herramienta de ajuste:

- Atornilladora con acoplamiento de liberación de torque (TRC)
- Broca tipo Allen de 6 mm

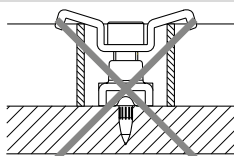
#### Atornilladoras de Hilti Configuración del torque

Atornilladoras de Hilti	Configuración del torque
SF 121-A	4-6
SF 150-A	3-5
SF 14	3-5
SFC 14-A	4-6
SF 18-A	3-5
SFC 18-A	3-5
SFC 22-A	3-5
SBT 4-A22	3-5

## Inspección de la fijación



$h_{NVS} = 8-10 \text{ mm}$  (0.31"-0.39")



La abrazadera del fijador no debe doblarse. Consulte las instrucciones de instalación arriba.

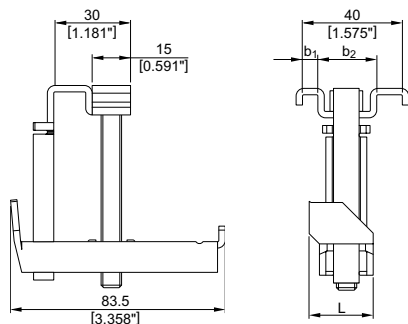
Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.

## X- MGR Sistema de Fijación para Rejillas

### Especificaciones del producto

#### Dimensiones



#### Información general

#### Especificaciones materiales

##### Tornillo:

Acero al carbón

Revestimiento de zinc: 60 µm HDG

Parte superior:

Acero al carbón: SPCC-S

Revestimiento de zinc: 65 µm HDG

Parte inferior:

Acero al carbón: SPCC-S

Revestimiento de zinc: 65 µm HDG

Tuerca:

Acero al carbón

Revestimiento de zinc: 45 µm HDG

Porta-tuerca:

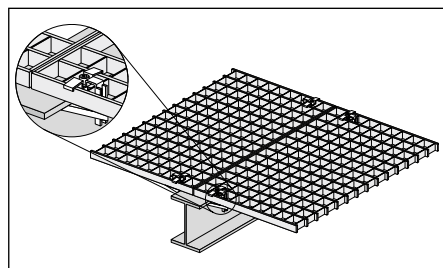
Acero inoxidable: SS304

#### Herramientas de fijación recomendadas

**SF 121-A, SF150-A, SF 14, SFC 14-A ,  
SF 18-A, SFC 18-A, SF 22-A**

Para más detalles, consulte el Programa de fijador **X-MGR** en las páginas siguientes y el capítulo de **Herramientas y equipo**

### Aplicación



Fijación de la rejilla

Para fijaciones expuestas al medio ambiente y otras condiciones medianamente corrosivas. **No adecuado para uso en ambientes marinos (upstream).**

### Información de carga

#### Cargas de tracción recomendadas $N_{rec}$ [kN]

$N_{rec} = 0.6 \text{ kN (135 lb)}$

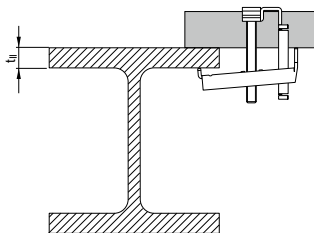
#### Notas / Condiciones:

- Las cargas de tracción están limitadas por la deformación plástica del clip de la silla
- El X-MGR resiste el corte por fricción, y no es apropiado para diseños explícitos de carga de corte

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

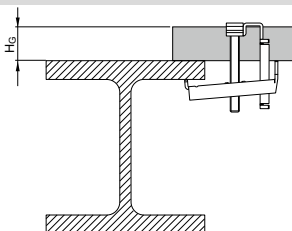
$t_{II} = 3 - 25 \text{ mm (0.118-0.984")}$



#### Espesor del material fijado

#### Altura de la rejilla:

$H_G = 25 - 40 \text{ mm (0.98"-1.57")}$

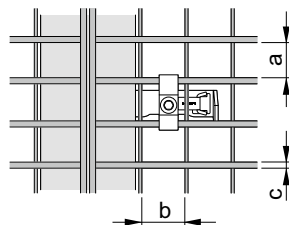


#### Altura total de la rejilla

$H_G + t_{II} \leq 65 \text{ mm (2.56")}$

#### Tipos de abertura en la rejilla

Fijador	a mm (pulg)	b mm (pulg)	c mm (pulg)
X-MGR M60	30 (1.18")	$\geq 30$ (1.18")	$\leq 3$ (0.118")
X-MGR W60	25 (0.98")	$\geq 30$ (1.18")	$\leq 4.8$ (0.19")



#### Espaciado y distancia al borde

No existen restricciones en general.

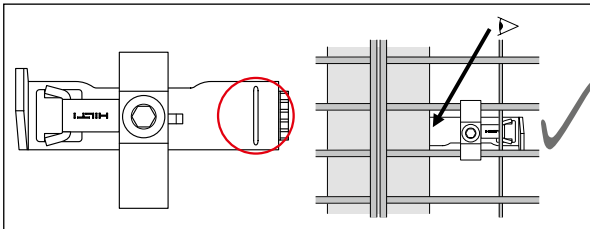
**Información sobre la corrosión**

Para fijaciones expuestas al medio ambiente y otras condiciones medianamente corrosivas.

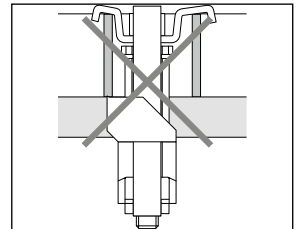
**No adecuado para uso en ambientes marinos (upstream) o altamente contaminados.**

**Selección del fijador y recomendación del sistema**
**Programa del fijador**

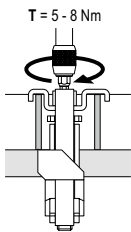
Fijador	Artículo núm.	Espesor de la brida de acero $t_{II}$ mm (pulg)	Alto de la rejilla mm (pulgada)	Herramienta de fijación
X-MRG-M60	384233	3-25 (0.12"-0.98")	25-40 (0.98"-1.57")	<b>SF 121-A, SF 150-A</b>
X-MRG-W60	384234	3-25 (0.12"-0.98")	25-40 (0.98"-1.57")	<b>SF 121-A, SF 150-A</b>

**Control de calidad de la fijación**
**Inspección de la fijación**


El símbolo en el broche tiene que posicionarse bajo la brida de acero



La abrazadera del fijador no debe doblarse. Consulte las instrucciones de instalación arriba.

**Ajuste el tornillo**


$T_{Rec} = 5-8 \text{ Nm (3.7-5.9 ft-lb)}$

Atornilladoras de Hilti	Configuración del torque
<b>SF 121-A</b>	6-10
<b>SF 150-A</b>	5-8
<b>SF 14</b>	5-8
<b>SFC 14-A</b>	6-10
<b>SF 18-A</b>	5-8
<b>SFC 18-A</b>	5-8
<b>SFC 22-A</b>	4-5
<b>SBT 4-A22</b>	4-5

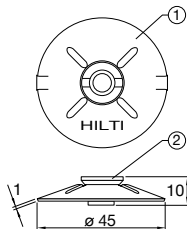


## X-FCP Sistema de Fijación para Plancha diamantada

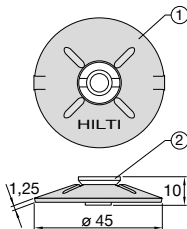
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

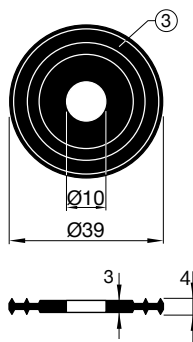
X-FCP-R 5/10



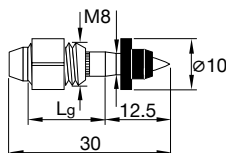
X-FCP-F 5/10



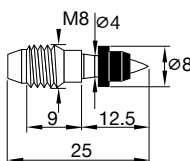
X-FCP Anillo de sellado



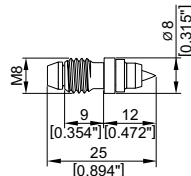
X-CRM8-15-12 FP10



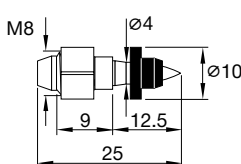
X-CRM8-9-12 P8



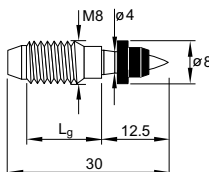
X-ST-GR M8/5 P8



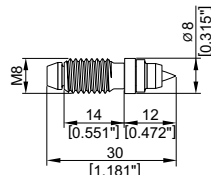
X-CRM8-9-12 FP10



X-CRM8-15-12 P8



X-ST-GR M8/10 P8



### Información general

#### Especificaciones materiales

Consulte la información con respecto a la selección del fijador para más detalles.

#### Herramientas de fijación recomendadas

Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-FCP en las páginas siguientes y el capítulo de Herramientas y equipo.

#### Aprobaciones

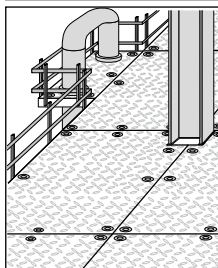
LR: X-FCP

ABS, LR: X-FCP-R

ABS: X-FCP-F



### Aplicación



Plancha diamantada

## Información de carga

### Cargas recomendadas:

$N_{rec} = 1.8$  [kN]

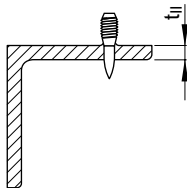
### Condiciones:

- Limitado por la resistencia del perno roscado X-CRM8 y X-ST-GR.
- Las cargas recomendadas son válidas para fijaciones de acero y aluminio en perforaciones previas de 20 mm
- El uso de X-FCP-F y X-FCP-R no está previsto para cargas de corte

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

X-CRM8, X-ST-GR



### Espesor del material fijado

Espesor de la plancha diamantada:

$t_f \cong 5.0-13.0$  mm

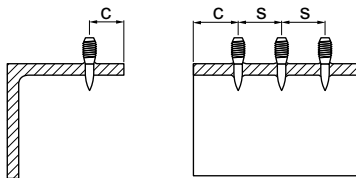
Espesor mínimo del acero  $t_{II} \geq 6$  mm

## Espaciado y distancia al borde

### X-CRM8, X-ST-GR

Distancia al borde:  $c \geq 15$  mm

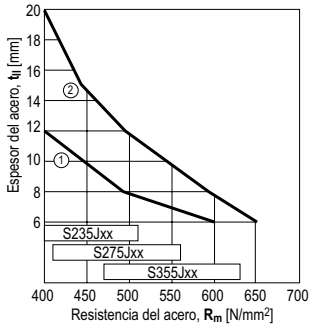
Espaciado:  $s \geq 15$  mm





**Límites de aplicación**

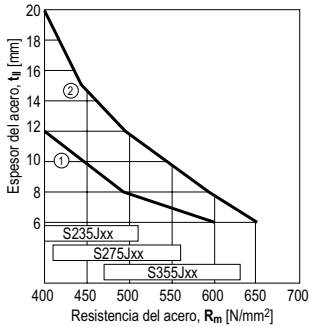
**DX 76, DX 76 PTR**



- ① X-CRM8-\_-12 FP10 / DX 76 (impacto)
- ② X-CRM8-\_-12 FP10 / DX 76 (coacción)

$t_{II} \geq 6$  mm

**DX 460, DX 5**



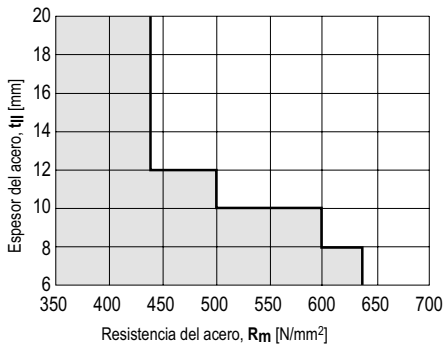
- ① X-CRM8-\_-12 P8 / DX 460, DX 5 (impacto)
- ② X-CRM8-\_-12 P8 / DX 460, DX 5 (coacción)

$t_{II} \geq 6$  mm

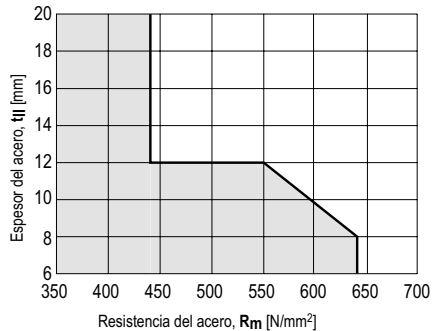
Nota: Para operación en coacción, presione el fijador contra el pistón hasta donde sea posible utilizando una baqueta.

**X-ST-GR:**

**Acero: DX 76 PTR**



**Acero: DX 460, DX 5**



## Selección del fijador y recomendación del sistema

### Programa del fijador

#### Áreas de aplicación

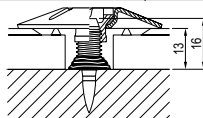
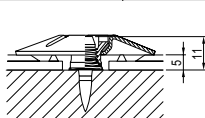
Uso marítimo, costa, afuera, petroquímico, plantas de energía calórica (carbón, aceite, etc.)	Interiores, ambientes medianamente o vida útil limitada
---	---

#### Sistema X-FCP

<b>X-FCM-R</b>	308860	<b>X-FCM-F</b>	308859	<b>Anillo de sellado</b>	<b>Herramientas</b>
Nota: No adecuado para uso en túneles, piscinas o ambientes similares		Nota: No adecuado para uso en ambientes marinos o muy contaminados		Debe prevenirse la filtración de agua/aceite.	<b>SF 120-A, SF 150-A</b>

#### Pernos roscados

Denominación	Espesor de la plancha diamantada	Herramientas
<b>X-CRM8-15-12</b>	9-13 mm	DX 460, DX 5, DX 76, DX 76 PTR
<b>X-CRM8-9-12</b>	5- 8 mm	DX 460, DX 5, DX 76, DX 76 PTR
<b>X-ST-GR M8/10 P8</b>	9-13 mm	DX 460, DX 5, DX 76 PTR
<b>X-ST-GR M8/5 P8</b>	5- 8 mm	DX 460, DX 5, DX 76 PTR



## Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta

Pernos roscados		Herramientas
<b>X-CRM8</b>	6.8/11M cartucho rojo	DX 460, DX 5
	6.8/18M cartucho amarillo	DX 76, DX 76 PTR
<b>X-ST-GR</b>	6.8/11M cartucho rojo o negro	DX 460, DX 5
	6.8/18M cartucho rojo o amarillo	DX 76 PTR

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas de instalación in situ.

## Material y revestimiento

### Sistema X-FCP

	<b>X-FCP-R</b>		<b>X-FCP-F</b>		<b>Todos los sistemas</b>
	① Disco	② Tornillo	① Disco	② Tornillo	③ Anillo de sellado
Denom. del material	X5CrNiMo17122	X2CrNiMo17132	ST2K40 BK	9SMnPb28 K	Neopreno, negro
Revestimiento	ninguno	ninguno	Doble *	Doble *	

\* ) 480 h prueba de niebla salina conforme a DIN 50021 y 10 ciclos en prueba Kesternich DIN 50018/2.0 (comparable a acero con 45 µm HDG)

<b>X-ST-GR</b>		
	Vástago	Camisa roscada
Denominación material	P558 (Aleación CrMnMo)	A4 (AISI316)
Recubrimiento	ninguno	ninguno

<b>Pernos roscados X-CR M8</b>		
	Vástago	Camisa roscada
Denominación material	Alambre de acero inoxidable, CR 500 (A4 / AISI316)	X2CrNiMo17132 X5CrNiMo17122+2H (A4 / AISI316)
Recubrimiento	ninguno	ninguno

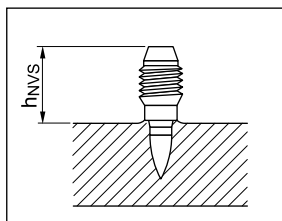
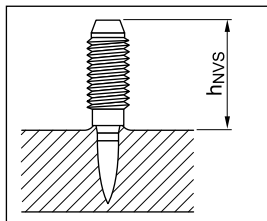
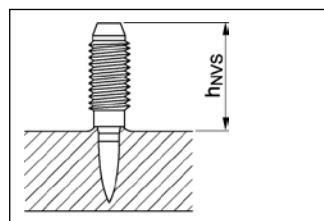
### Control de calidad de la fijación

#### Inspección de la fijación

X-CRM8-9-12

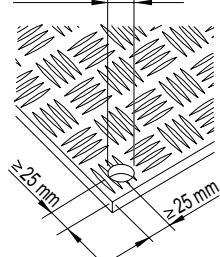
X-CRM8-15-12

X-ST-GR

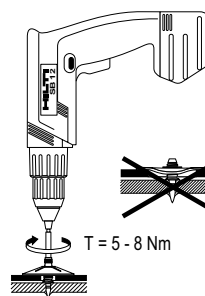

 $h_{NVS} = 12.0 - 15.0 \text{ mm}$ 

 $h_{NVS} = 17.0 - 20.0 \text{ mm}$ 


**X-ST-GR M8/5 P8**,  $h_{NVS} = 12.0 - 15.0 \text{ mm}$   
**X-ST-GR M8/10 P8**,  $h_{NVS} = 17.0 - 20.0 \text{ mm}$

La lámina debe perforarse  
previamente

 $\varnothing 18-20 \text{ mm}$ 


Ajuste el disco



**Torque de ajuste**

**T<sub>rec</sub> = 5-8 Nm**

**Herramienta de ajuste:**

- Atornilladora con acoplamiento de liberación de torque (TRC)
- Broca S-NSX 2.8 x 15

Atornilladora      Config  
Hilti                      de torque.

**SF 120-A**      TRC 5.5-7

**SF 150-A**      TRC 8-9

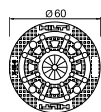


## X-IE, X-IE-E Fijador para aislamiento de muro

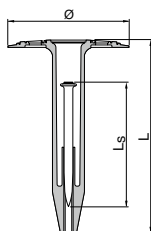
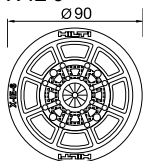
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

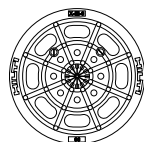
X-IE 6



X-IE 9



HDT 90



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Placa:	X-IE 6 - HDPE, incolora
	X-IE 9 - HDPE, negro (BK)
	X-IE-E 6 - HDPE, incolora
Clavo: Vástago acero al carbón:	HRC 58
Revestimiento de zinc:	5-20 µm

#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460 IE , DX 460 IE XL, DX 5 IE, DX 5 IE XL

Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-IE en las páginas siguientes y el capítulo sobre **Herramientas y equipo**

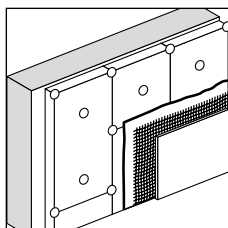
#### Aprobaciones

SOCOTEC WX 1530 (Francia)

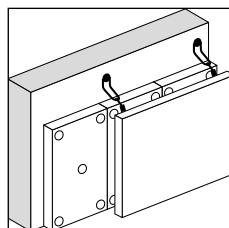
Nota: la información técnica presentada en estas aprobaciones y lineamientos de diseño reflejan condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual.

### Aplicaciones

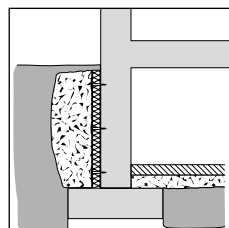
- Lana mineral ✓
- EPS ✓
- PUR ✗
- PIR ✗
- XPS ✗
- Tablero de múltiples capas ✗



**Aislamiento térmico compuesto**



**Aislamiento en parte trasera de muros cortina**

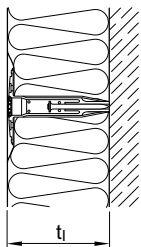


**Barreras contra la humedad/ placas de drenado**

Barreras: Todos los materiales son adecuados.

## Programa del fijador

### Selección del fijador



Seleccione la longitud del fijador  $L = t_1$

#### En general:

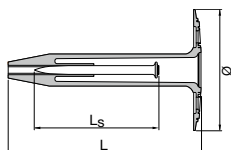
La longitud del fijador  $L$  debe ser igual al espesor  $t_1$  de la lana de roca y el material aislante EPS, como se muestra en la imagen superior.

#### Excepciones:

Para lana de roca con espesor intermedio, utilice el X-IE inmediatamente menor. No adecuado para uso con PUR, PIR, XPS, paneles multicapa o materiales duros similares no especificados en esta página.

#### Nota:

Para lana de roca suave X-IE 9. o X-IE 6 con HDT 90/ HDT 90 BK.



Denominación	Fijador X-PH Ls	Artículo no.	Espesor del aislamiento $t_1$ [mm]
X-IE 6-25	X-PH 47	2041714	25
X-IE 6-30	X-PH 52	2041715	30
X-IE 6-35	X-PH 52	2041716	35
X-IE 6-40	X-PH 52	2041717	40
X-IE 6-50	X-PH 62	2041718	50
X-IE 6-60	X-PH 62	2041719	60
X-IE 6-70	X-PH 62	2041740	70
X-IE 6-75	X-PH 62	2041741	75
X-IE 6-80	X-PH 62	2041742	80
X-IE 6-90	X-PH 62	2041743	90
X-IE 6-100	X-PH 62	2041744	100
X-IE 6-120	X-PH 62	2041745	120
X-IE 6-140	X-PH 62	2041393	140
X-IE 6-150	X-PH 62	2048523	150
X-IE 6-160	X-PH 62	2041394	160
X-IE 6-180	X-PH 62	2041395	180
X-IE 6-200	X-PH 62	2041396	200
X-IE 9-60 BK	X-PH 62	2041746	60
X-IE 9-80 BK	X-PH 62	2041747	80
X-IE 9-90 BK	X-PH 62	2041748	90
X-IE 9-100 BK	X-PH 62	2041749	100
X-IE 9-120 BK	X-PH 62	2041750	120
X-IE 9-140 BK	X-PH 62	2041751	140
X-IE 9-160 BK	X-PH 62	2041752	160
X-IE 9-180 BK	X-PH 62	2041753	180
X-IE 9-200 BK	X-PH 62	2041754	200
X-IE-E 6-40	X-U 42	2143953	40
X-IE-E 6-50	X-U 42	2075810	50
X-IE-E 6-60	X-U 42	2075813	60
X-IE-E 6-80	X-U 42	2143954	80
X-IE-E 6-100	X-U 42	2075814	100
X-IE-E 6-150	X-U 42	2143955	150

## Recomendación del sistema

### Herramienta

DX 460 IE, DX 460 IE XL, DX 5 IE, DX 5 IE XL

## Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta

Recomendación del cartucho:

X-IE	Acero:	6.8/11M cartucho amarillo o rojo
	Concreto	6.8/11M cartucho amarillo o rojo
X-IE-E	Mampostería:	6.8/11M cartucho amarillo o verde
	Acero:	6.8/11M cartucho amarillo o rojo
	Concreto	6.8/11M cartucho amarillo o verde
	Mampostería:	6.8/11M cartucho verde

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

**Concreto:**  $h_{\min} = 80 \text{ mm}$

**Acero:**  $t_{II} \geq 4 \text{ mm}$

### Espesor del material fijado

Espesor del aislamiento:

X-IE:  $t_I = 25\text{--}200 \text{ mm}$

X-IE-E:  $t_I = 40\text{--}1500 \text{ mm}$

## Espaciado y distancia al borde

Para instrucciones de instalación, por favor consulte a su proveedor de material de aislamiento. Si no puede consultarlo, utilice al menos 3 fijadores X-IE por material de aislamiento y  $\geq 5$  pcs X-IE fijadores por  $\text{m}^2$

## Límites de aplicación

Concreto:  $f_{cc} = 15\text{--}45 \text{ *) N/mm}^2$  (tamaño de agregados  $\leq 32 \text{ mm}$ )

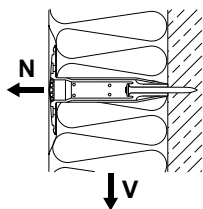
Mampostería silicocalcárea:  $f_{cc} = 15\text{--}45 \text{ N/mm}^2$

Estructura de block:  $f_{cc} = 28\text{--}45 \text{ N/mm}^2$

Acero:  $f_u = 360\text{--}540 \text{ N/mm}^2$  ( $t_{II} = 4\text{--}6 \text{ mm}$ )

\*) para X-IE-E,  $f_{cc,\max} = 35 \text{ N/mm}^2$ . Para X-IE,  $f_{cc,\max} = 45 \text{ N/mm}^2$ .

## Información de carga



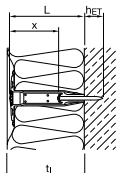
Cargas recomendadas		Espesor de aislamiento $t_i$ [mm]				
		40	50	60-70	75	80-200
<b>X-IE 6, X-IE-E 6</b>		<b>Corte, <math>V_{rec}</math> [N]</b>				
Poliestireno - EPS [30 kg/m <sup>3</sup> ]		150	250	300	325	350
<b>X-IE 6</b>		<b>Tensión, <math>N_{rec}</math> [N]</b>				
Poliestireno - EPS [30 kg/m <sup>3</sup> ]		250	290	300	300	300
<b>X-IE 9, HDT 90</b>		<b>Tensión, <math>N_{rec}</math> [N]</b>				
Lana de roca [ $\geq 7.5$ kN/m <sup>2</sup> ]*		-	-	135	135	135
Lana de roca [ $\geq 15$ kN/m <sup>2</sup> ]*		-	-	250	250	250

\*) Resistencia a la tracción  $\sigma_{mt}$  conforme a DIN EN 1607

Cuando las propiedades del material base son cuestionables, es recomendable evaluar el área de trabajo

## Control de calidad de la fijación

### Inspección de la fijación



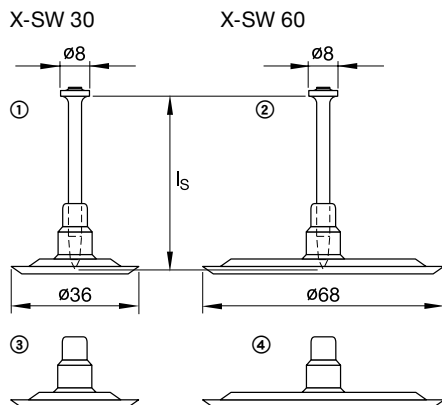
	Espesor del aislamiento $t_i$ [mm] para X-IE													
	40	50	60	70	75	80	90	100	120	140	150	160	180	200
<b><math>h_{ET} = 24-29</math> mm</b>														
$x_{min}$ [mm]	9	9	19	29	34	39	49	59	79	99	109	119	139	159
$x_{max}$ [mm]	14	14	24	34	39	44	54	64	84	104	114	124	144	164
	Espesor del aislamiento $t_i$ [mm] para X-IE-E													
	40	50	60	80	100	150								
<b><math>h_{ET} = 19-24</math> mm</b>														
$x_{min}$ [mm]	13.1	23.1	33.1	53.1	73.5	123.1								
$x_{max}$ [mm]	18.1	28.1	38.1	58.1	78.5	128.1								



## X- SW30, X-SW60 Fijador con arandela suave

### Especificaciones del producto

#### Dimensiones



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Placa: PE  
 Clavo: Vástago de acero al carbón HRC 52.5  
 Revestimiento de zinc: 5-13 µm

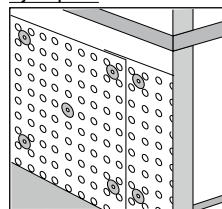
#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460, DX 460 MX, DX 5, DX 5 MX, DX 36, DX 2, DX-E 72, sistema GX 120, sistema GX 2, sistema GX 3

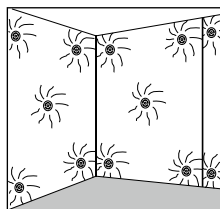
Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-SW en las páginas siguientes y el capítulo de Herramientas y equipo.

### Aplicaciones

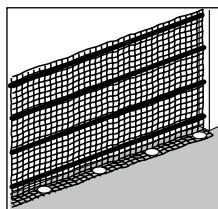
#### Ejemplos



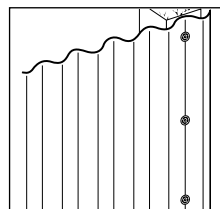
Membranas y placas de drenado



Aislamiento de hasta 30 mm de espesor



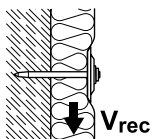
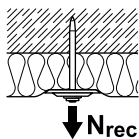
Redes, telas y similares



Láminas de plástico corrugado

## Información de carga

### Cargas recomendadas



### Condiciones de diseño:

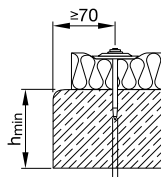
1. Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.
2. Carga predominantemente estática.
3. Cargas de diseño válidas para resistencia a la tensión del clavo.
4. Válido para concreto C 30/37.

	Tensión $N_{rec}$ [kN]	Corte $V_{rec}$ [kN]
DX	0.3	0.3
GX (con X-GN 39 MX, X-C 39 G3 MX)	0.1	0.1

## Requerimientos de aplicación

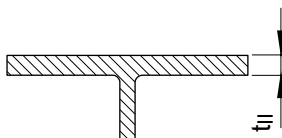
### Espesor del material base

**Concreto:**  $h_{min} = 80 \text{ mm}$



**Acero:**  $t_{II} \geq 4 \text{ mm}$

(No recomendado para X-GN 39 MX,  
X-C 39 G3 MX)



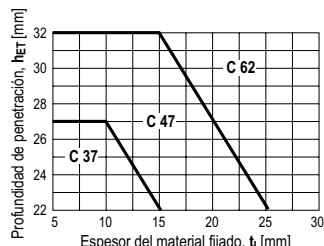
### Espesor del material fijado

Membranas, redes, etc.:  $t_I \leq 25 \text{ mm}$  (X-GN 39 MX, X-C 39 G3 MX)

Aislamiento:  $t_I \leq 30 \text{ mm}$  (No recomendado para X-GN 39 MX, X-C 39 G3 MX)

### Espaciado y distancia al borde

Para instrucciones de instalación, por favor consulte al proveedor del material a fijar.

**Selección del fijador y recomendación del sistema**
**Fijaciones sobre concreto**


- **X-SW 30** para materiales más resistentes y menos propensos a sufrir daños.
- **X-SW 60** para materiales con mayor tendencia a sufrir daños (p. ej., papel de aluminio, redes, etc.)
- Seleccione **C 37**, **C 47** y **C 62** de acuerdo con las condiciones del material base y espesor fijado

**Programa del fijador**

Denominación	Artículo no.		L <sub>s</sub> [mm]	Herramientas
	Paquetes de 100/150	Paquetes de 400/500		Denominación
① X-SW 30-C 37	40643	40614	37	<b>DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72</b>
① X-SW 30-C 47	40644	40615	47	<b>DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72</b>
① X-SW 30-C 62	40645	40616	62	<b>DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72</b>
② X-SW 60-C 37	40617		37	<b>DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72</b>
② X-SW 60-C 47	40618		47	<b>DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72</b>
② X-SW 60-C 62	40619		62	<b>DX 460, DX 5, DX 36, DX 2, DX-E 72</b>
③ X-SW 30	371370			<b>DX 460-MX</b> con clavos de magazín
③ X-SW 60	371371			<b>X-C</b> (diám. Vástago 3.5 mm) <b>GX-120</b> con clavos <b>X-GN 39 MX</b> <b>GX 3</b> con clavos <b>X-C 39 G2 MX</b>

**Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta**

Recomendación del cartucho: Concreto: **6.8/11M amarillo o rojo**  
Mampostería: **6.8/11M verde**

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas de instalación en sitio.

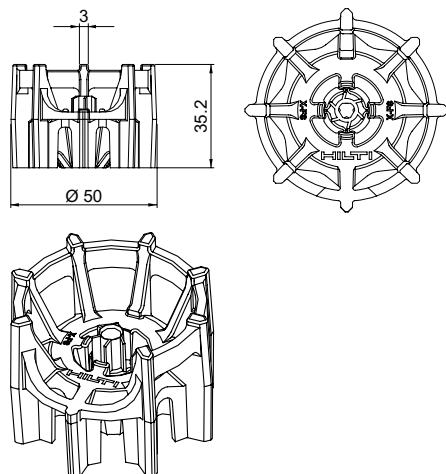
X-SW



## X-FS Espaciador para encofrado

### Especificaciones del producto

#### Dimensiones



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Clavo: revestimiento de zinc: 5–20 µm

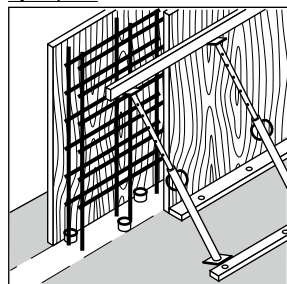
#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460, DX 36, DX 2, DX 460-MX

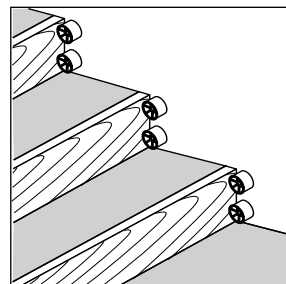
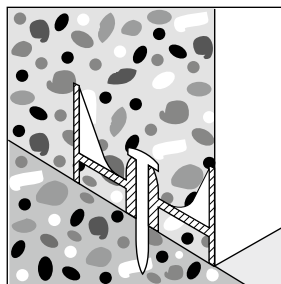
Para más detalles, consulte el Programa del fijador **X-FS** en las páginas siguientes y el capítulo de **Herramientas y equipo**.

### Aplicaciones

#### Ejemplos



Posicionamiento de encofrado de concreto sobre superficies de concreto. Puede dejarlo en su lugar, ya que el polietileno gris es un material que no se oxida, casi invisible y no conduce la electricidad



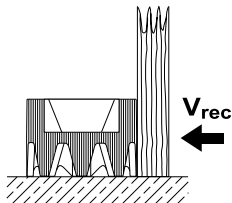
X-FS es adecuado y útil para aplicaciones de encofrado menores.

## Información de carga

### Cargas de trabajo recomendadas

$$V_{rec} = 400 \text{ N}$$

(predominantemente estática; sin embargo, se permite la vibración del concreto al compactarse)



## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

Concreto:  $h_{min} = 80 \text{ mm}$

### Espaciado y distancia al borde

El espaciado y la distancia al borde dependen de los requerimientos del sitio de trabajo.

## Información sobre la corrosión

Para usos temporales, no existen restricciones.

## Programa del fijador

	Artículo no.	Ls [mm]	Diámetro del vástago del clavo [mm]	Herramientas
				Denominación
① X-FS C 52 *	407346	52	3.5	DX 460, DX 5, DX 36, DX 2
② X-FS MX **	408022			DX 460 MX, DX 5 MX

\*Para aplicaciones poco usuales, **X-FS** está disponible en combinación con otros clavos sobre pedido

\*\* **X-FS** sin clavo para fijaciones con clavos de magazzino.

## Selección del cartucho y ajustes de potencia de la herramienta

**Recomendación del cartucho:** Acero: **6.8/11M cartucho rojo**  
 Concreto: **6.8/11M cartucho amarillo o rojo**  
 Mampostería: **6.8/11M cartucho amarillo o verde**

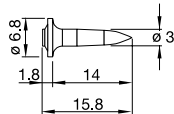
Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas de instalación en sitio.

## X-EGN, X-GHP, X-GN Fijadores GX

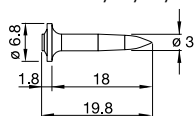
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

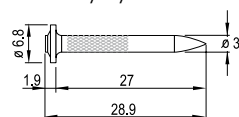
X-EGN 14



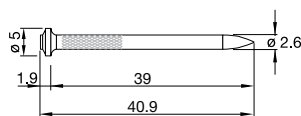
X-GHP 16/18/20/24



X-GN 20/27/32



X-GN 39



#### Información general

#### Especificaciones materiales

Vástago de acero al carbón:	<b>X-EGN</b>	HRC 58
	<b>X-GHP</b>	HRC 58
	<b>X-GN</b>	HRC 53.5
Revestimiento de zinc:	2-13 µm	

#### Herramientas de fijación recomendadas

**GX 120, GX 120-ME**

**GX 100, GX 100 E**

Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-EGN, X-GHP, X-GN en las páginas siguientes y el capítulo sobre Herramientas y equipo.

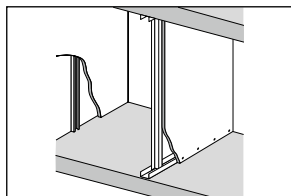
#### Aprobaciones

ICC-ESR 1752 (USA):	<b>X-GN 20/27/32, X-EGN 14,</b> <b>X-GHP 16/18/20/24</b>
IBMB	<b>X-GHP, X-GN</b>

Nota: la información técnica contenida en estas aprobaciones y lineamientos de diseño refleja condiciones locales específicas, por lo que puede diferir de las presentadas en este manual.

### Aplicaciones

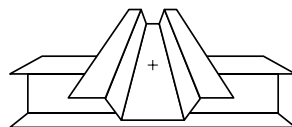
#### Ejemplos



**Riel para tabla yeso al concreto y acero**



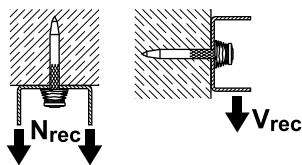
**Aplicaciones eléctricas**



**Fijación temporal de cubierta compuesta a vigas de acero**

**Información de carga**

**Datos de rendimiento para la fijación de la pista de paneles de yeso**



**X-EGN (Material base: Acero)**

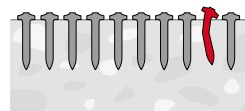
<b>Tensión <math>N_{rec}</math> [kN]</b>	<b>Corte <math>V_{rec}</math> [kN]</b>
0.4	0.4

**X-GHP, X-GN (Material base: Concreto / mampostería)**

Empotramiento	Cargas recomendadas					
	Tensión $N_{rec}$ [kN]		Corte $V_{rec}$ [kN]		Tensión $N_{rec}$ [kN]	Corte $V_{rec}$ [kN]
	Tipo de concreto				Mampostería	
	Ligero	Resistente	Ligero	Resistente		
$\geq 22$	-	-	-	-	0.3	0.3
$\geq 18$	0.2	-	0.2	-	0.2	0.2
$\geq 14$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

**Condiciones de diseño:**

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.
- La falla de la lámina de metal no se considera en las cargas recomendadas y se debe evaluar por separado
- Concreto ligero hasta  $f_{c,cube} = 45 \text{ N/mm}^2$ , concreto resistente hasta  $f_{c,cube} = 60 \text{ N/mm}^2$ .
- Concreto con agregado como granito o roca de río o más ligero, y diám. hasta 16 mm



**Estimación de la tasa de fijación**

	Concreto ligero	Concreto resistente
X-GHP	85% - 98%	70% - 85%
X-GN	75% - 90%	55% - 70%

- La tasa de fijación indica el porcentaje de clavos que se manejaron correctamente para llevar una carga.  
La tasa de fijación puede variar de los valores anteriores según las condiciones del sitio.



## X-EGN 14 MX (Fijación temporal de cubierta compuesta a vigas de acero)

Tensión $N_{rec}$ [kN]	Corte $V_{rec}$ [kN]
0.4	0.4

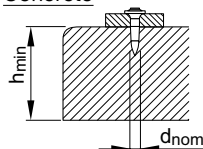
### Condiciones de diseño:

- El uso previsto de las fijaciones es asegurar la posición de la cubierta y garantizar un seguro plataforma de trabajo solo durante el estado de montaje. Los fijadores sirven de fijación temporal hasta que los conectores de corte de las vigas compuestas estén unidos.
- En cada soporte de cubierta compuesto permanente, se recomienda conducir al menos un fijador por canal.
- Cada panel de plataforma debe fijarse al menos con dos fijaciones en cada soporte permanente.
- Lámina de acero sola con un espesor máximo de 1,25 mm.
- Grado de laminado hasta S450 acc. a la norma EN 10346.
- Espesor mínimo del material base: 6 mm.
- Grado mínimo de acero: S235 acc. a EN 10025-2.

### Requerimientos de aplicación

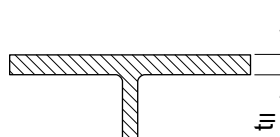
#### Espesor del material base

Concreto



$h_{min} = 60 \text{ mm}$   
 ( $d_{nom} = 3.0 \text{ mm}$ )

Acero



$t_{II} \geq 4 \text{ mm}$

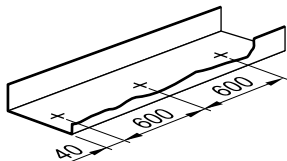
#### Espesor del material fijado

Raíl de madera:  $t_I \leq 25 \text{ mm}$

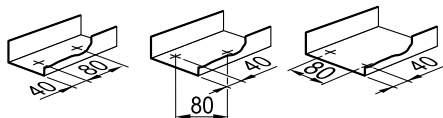
Raíl de metal:  $t_I \leq 2 \text{ mm}$

## Espaciado y distancia al borde (mm)

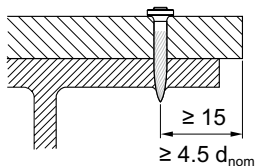
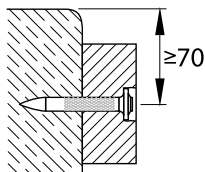
Espaciado a lo largo del riel  
(según el Manual de  
Construcción con Yeso de EE.UU.)



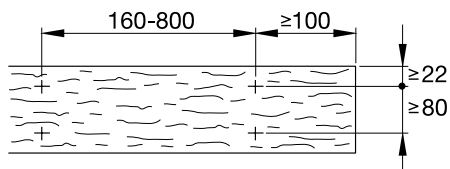
Todos los extremos de los rieles  
(cortes a instalación de puertas)  
deben asegurarse con dos clavos



Distancia al borde de concreto/  
mampostería silicocalcárea

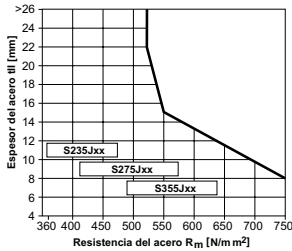
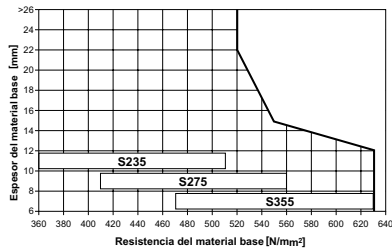


Espaciado de fijadores sobre madera:



## Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas. Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

**Límites de aplicación**
**Acero**

**Para la fijación temporal de cubiertas compuestas**

**X-EGN 14**
**Condiciones de diseño:**

- Lámina de acero sola con un espesor máximo de 1,25 mm.
- Grado de laminado hasta S450 acc. a la norma EN 10346.
- Espesor mínimo del material base: 6 mm.
- Espesor mínimo de acero: S235 acc. a EN 10025-2

**Selección del fijador y recomendación del sistema**
**Selección del fijador**
**Fijaciones sobre concreto / mampostería silicocalcárea**

	Aplicación	Material base	
<b>X-GN 39 MX</b>	Raíl de madera ( $t_f \leq 24$ mm)	Concreto/mamp. silicocalcárea	 Incremento de resistencia
<b>X-GN 27MX</b>	Raíl de metal	Concreto/mamp. silicocalcárea	
<b>X-GN 20 MX</b>	Raíl de metal	Concreto/mamp. silicocalcárea	
<b>X-GHP_MX</b>	Raíl de metal	Concreto/mamp. silicocalcárea	

**Fijaciones sobre acero**

	Aplicación	Material base	
<b>X-EGN 14</b>	Raíl de metal	Acero	

## Programa del fijador

	Artículo no.	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	d <sub>nom</sub> [mm]
<b>X-EGN 14 MX</b>	340231	14	15.8	3.0
<b>X-GHP 16 MX</b>	2071471	16	17.8	3.0
<b>X-GHP 18 MX</b>	340228	18	19.8	3.0
<b>X-GHP 20 MX</b>	285724	20	21.8	3.0
<b>X-GHP 24 MX</b>	438945	24	25.8	3.0
<b>X-GN 20 MX</b>	340232	19	20.9	3.0
<b>X-GN 27 MX</b>	340230	27	28.9	3.0
<b>X-GN 32 MX</b>	340233	32	33.9	3.0
<b>X-GN 39 MX</b>	340234	39	40.9	2.6

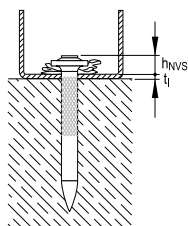
## Herramienta y lata de gas

Denominación	
<b>GX 120 / GX 120 ME</b>	con lata de gas GC 20, GC 21 y GC 22
<b>GX 100 / GX 100 E</b>	con lata de gas GC 11 y GC 12 (para EE.UU)

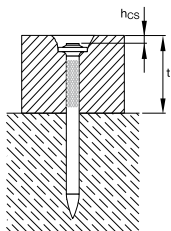
## Control de calidad de la fijación

### Inspección de la fijación

Fijación sobre concreto / mampostería silicocalcárea

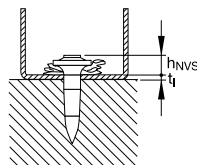


**X-GN/GHP: h<sub>NVS</sub> = 2–5 mm**



**X-GN 39: h<sub>CS</sub> = 2–3 mm**

Fijación sobre acero



**X-EGN 14: h<sub>NVS</sub> = 2–9 mm**

## Sistema GX 3: Fijadores para aplicaciones de acabado de interior, construcción de edificaciones y mecánicas & eléctricas

### Especificaciones del producto

#### Herramienta a gas GX 3

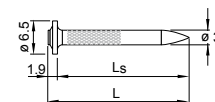
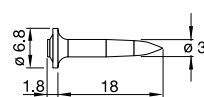


GX 3, GX 3-ME

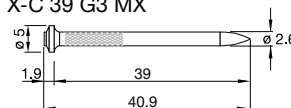
#### Clavos (Para concreto)

X-P 17/20/24 G3 MX

X-C 20/27/32 G3 MX

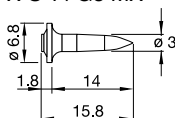


X-C 39 G3 MX



#### Clavos (Para acero)

X-S 14 G3 MX



### Información general

#### Especificaciones del material: Pernos roscados B3

X-P G3 MX, X-S G3 MX

Acero al carbón, HRC 57.5, revestimiento de zinc 2-13  $\mu\text{m}$

X-C G3 MX

Acero al carbón, HRC 56.5, revestimiento de zinc 2-13  $\mu\text{m}$

#### Aprobaciones

ICC-ESR 1752 (USA)

X-P 17/20/24 G3 MX, X-C 20/27/32 G3 MX and X-S 14 G3 MX

IBMB

X-P 17/20/24 G3 MX, X-C 20/27/32/39 G3 MX

ETA-16/0301

X-P 20/24 G3 MX

### Aplicaciones

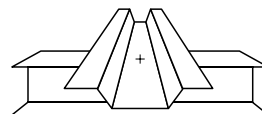
#### Ejemplos



Rieles de metal



Aplicaciones en construcción general con bajo requerimiento de carga



Fijación temporal de chapa metálica para losa colaborante/compuesta a vigas de acero

## Especificaciones del producto

Elementos eléctricos para ser usados con clavos

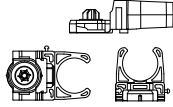
X-ECT MX



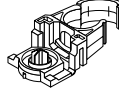
X-UCT MX



X-EKS MX



X-EKSC MX



X-FB MX



X-ECH MX



X-DFB MX



X-EKB MX



X-ECC MX X-EHS MX



X-ET MX



X-TT



X-ECT 40 MX



## Información general

### Especificaciones del material

X-ECT MX, X-EKS MX, X-EKSC MX, Poliamida (libre de halógeno y silicio), gris claro RAL 7035

X-EKB MX, X-ECH MX

X-ECT-FR MX, X-EKB-FR MX

PBT (libre de silicio, resistente al fuego), gris piedra RAL 7030

X-UCT MX, X-ET MX

HDPE (libre de halógeno y silicio), gris claro RAL 7035

X-TT

Poliéster (PES)

X-FB MX, X-DFB MX

Lámina de acero galvanizado,  $f_u = 270-420 \text{ N/mm}^2$ ,  
revestimiento de zinc 10-20  $\mu\text{m}$

X-ECC MX, X-EHS MX

Lámina de acero galvanizado,  $f_u = 270-420 \text{ N/mm}^2$ ,  
revestimiento de zinc  $\geq 10-20 \mu\text{m}$

## Aprobaciones

ICC-ESR 1752 (USA), IBMB, ETA-16/0301

## Aplicaciones



Fijación de tuberías ligeras y conduits

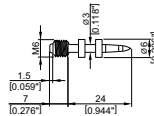
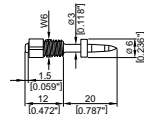


Fijación de cableado

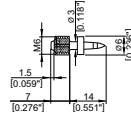
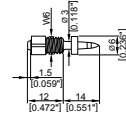
**Especificaciones del producto**
**Herramienta a gas GX 3**

**GX 3, GX 3-ME**
**Pernos Roscados**

(Para concreto)

**X-M6-7-24 G3 P7**

**X-W6-12-20 G3 P7**


(Para acero)

**X-M6-7-14 G3 P7**

**X-W6-12-14 G3 P7**

**Información general**
**Especificaciones del material**

Vástago de acero al carbón

HRC 57.5

Revestimiento de zinc

2-10 µm

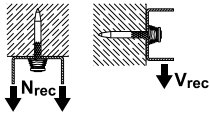
**Aplicaciones**

**Cajas eléctricas, etc.**

**Abrazadera para tubería mecánica ligera**

## Información de carga

### Cargas recomendadas (clavos y pernos solamente)



### X-S 14 G3 MX (Material base: Acero)

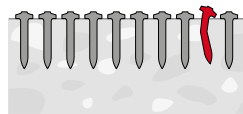
Tensión $N_{rec}$ [kN]	Corte $V_{rec}$ [kN]
0.4	0.4

### X-P G3, X-C G3 (Material base: Concreto / mampostería silicocalcárea)

Empotramiento	Cargas recomendadas					
	Tensión $N_{rec}$ [kN]		Corte $V_{rec}$ [kN]		Tensión $N_{rec}$ [kN]	Corte $V_{rec}$ [kN]
	Tipo de concreto				Mampostería	
	Ligero	Resistente	Ligero	Resistente		
$\geq 22$	-	-	-	-	0.3	0.3
$\geq 18$	0.2	-	0.2	-	0.2	0.2
$\geq 14$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

### Condiciones de diseño:

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.
- La falla de la lámina de metal no se considera en las cargas recomendadas y se debe evaluar por separado
- Concreto ligero hasta  $f_{c,cube} = 45 \text{ N/mm}^2$ , concreto resistente hasta  $f_{c,cube} = 60 \text{ N/mm}^2$ .
- Concreto con agregado como granito o roca de río o más ligero, y diám. hasta 16 mm



### Estimación de la tasa de fijación

	Concreto ligero	Concreto resistente
X-P G3	85% - 98%	70% - 85%
X-C G3	75% - 90%	55% - 70%

- La tasa de fijación indica el porcentaje de clavos que se manejaron correctamente para llevar una carga.  
La tasa de fijación puede variar de los valores anteriores según las condiciones del sitio.



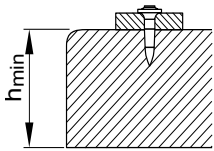
Pernos roscados	N <sub>rec</sub> [kN]	V <sub>rec</sub> [kN]	T <sub>rec</sub> [Nm]	Material base
X-M6-7-24 G3 P7 X-W6-12-20 G3 P7	0.05	0.05	3.0	Concreto, mampostería silicocalcárea
X-M6-7-14 G3 P7 X-W6-12-14 G3 P7	0.2	0.2	3.0	Acero

### Cargas recomendadas (elementos eléctricos con clavos)

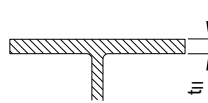
Elementos	Carga de servicio máxima, F <sub>max</sub> [N]
X-ECT (FR) MX	40
X-UCT MX	40
X-EKS MX	11
X-EKSC MX	32
X-FB MX / X-DFB MX	20
X-ECC MX	50
X-EHS MX	80
X-EKB (FR) 4 MX	9
X-EKB (FR) 8 MX	14
X-EKB (FR) 16 MX	18
X-ECH MX	40
	<b>Canaletas para cables</b>
X-ET MX	100 N

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base



Concreto (para clavos y pernos roscados)  
 $h_{min} = 60 \text{ mm}$

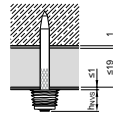


Acero  
 $t_{II} \geq 4.0 \text{ mm}$  (para clavo)  
 $t_{II} \geq 6.0 \text{ mm}$  (para perno roscado)

#### Espesor del material fijado

Madera:  $t_1 \leq 25 \text{ mm}$

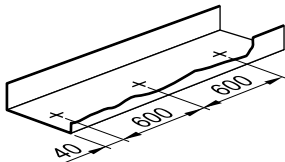
Riel metálico:  $t_1 \leq 2 \text{ mm}$



Cabezal de desviación:  
 $t_{1, tot.} \leq 21 \text{ mm}$  (banda de yeso + pista de metal y sellador)

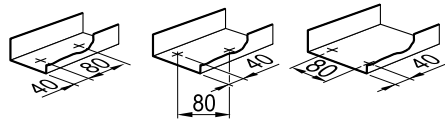
#### Espaciamento y distancia al borde (mm)

##### Espaciamento en el elemento a fijar

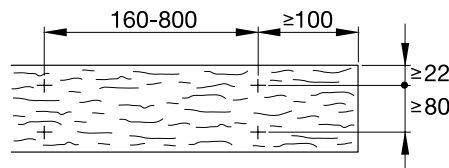
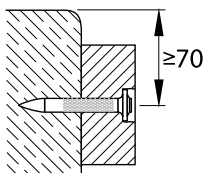


El espaciamento máximo en muros de interiores ligeros de patente con clasificación contrafuego deberá de ser de 30 cm.

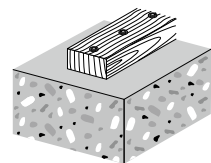
Espaciamento en los extremos del elemento a fijar (cortes a instalación de puertas) deben asegurarse con dos clavos



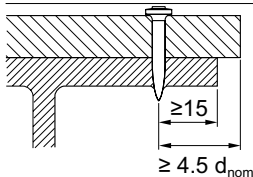
##### Distancia al borde para concreto y mampostería silicocalcárea



##### Espaciamento en madera:

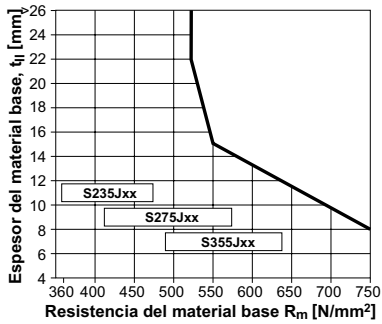


##### Distancia al borde del material fijado (acero material base)

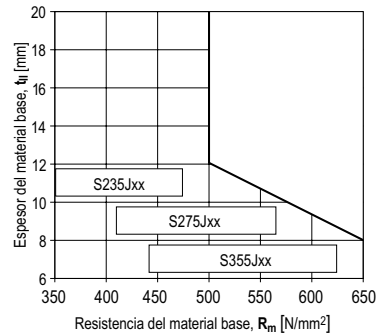


## Límites de aplicación

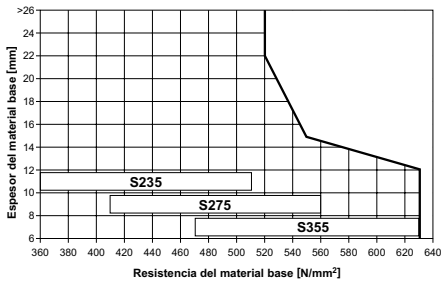
X-S 14 G3 MX



X-M6-7-14 G3 P7, X-W6-12-14 G3 P7



## Fijación temporal de chapa metálica para losa colaborante/compuesta a vigas de acero



### Condiciones:

- Un sola capa de chapa metálica con espesor de 1.25 mm.
- Dureza de la chapa metálica hasta S450 de acuerdo con EN10346.
- Espesor mínimo del material base: 6 mm.
- Dureza mínima del acero: S235 de acuerdo con EN 10025-2.

### Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas.












## Selección del fijador y recomendación del sistema

### Programa del fijador

Clavo	Artículo no.	Longitud vástago (mm)	Diámetro vástago (mm)	Material base	Recomendación de longitud			
X-S 14 G3 MX	2101547	14	3	Acero				
X-P 17 G3 MX	2101046	17	3	Concreto, mampostería silicocalcárea		Aumento de la fuerza de material base		Aumento de espesor de material sujetado
X-P 20 G3 MX	2101047	20	3					
X-P 24 G3 MX	2101048	24	3					
X-C 20 G3 P7	2100955	20	3					
X-C 27 B3 P7	2100956	27	3					
X-C 32 B3 MX	2100957	32	3					
X-C 39 B3 MX	2100958	39	2.8					

Perno roscado	Artículo no.	Tamaño de la rosca	Longitud de la rosca (mm)	Longitud del vástago (mm)	Diámetro del vástago (mm)	Material base
X-M6-7-14 G3 P7	2101052	M6	7	14	3	Acero
X-M6-7-24 G3 P7	2101053	M6	7	24	3	Concreto
X-W6-12-14 G3 P7	2101054	W6	12	14	3	Acero
X-W6-12-20 G3 P7	2101055	W6	12	20	3	Concreto

## Selección del fijador

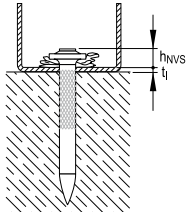
	<b>Selector de clavo para GX 3</b>			
	Mampostería  Ultraestructura	Concreto  Muro / Piso	 Techo	Acero 
	<b>X-C 27 G3 MX</b> X-C 20 G3 MX	<b>X-C 20 G3 MX</b>	<b>X-C 20 G3 MX</b> X-P 17 G3 MX	<b>X-S 14 G3 MX</b>
	<b>X-C 39 G3 MX</b> X-C 32 G3 MX			
	<b>X-C 27 G3 MX</b> X-C 20 G3 MX	<b>X-C 20 G3 MX</b>	<b>X-C 20 G3 MX</b> X-P 17 G3 MX	<b>X-S 14 G3 MX</b>
	<b>X-C 20 G3 MX</b>		<b>X-C 20 G3 MX</b> X-P 17 G3 MX	<b>X-S 14 G3 MX</b>
	<b>X-C 20 G3 MX</b>		<b>X-C 20 G3 MX</b> X-P 17 G3 MX	<b>X-S 14 G3 MX</b>
	<b>X-W6-12-20 G3 P7</b> <b>X-M6-7-24 G3 P7</b>			<b>X-W6-12-14 G3 P7</b> <b>X-M6-7-14 G3 P7</b>
<b>Propulsor</b>	Lata de gas GC 40 / GC 41 / GC 42 - Para todos materiales base			

Guía del fijador	Artículo no.	Use
X-FG G3	2102280	Con clavo o perno solamente
X-FG B3-ME	2102281	Con clavo + elementos o solamente perno

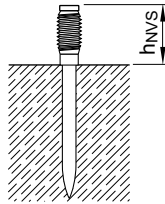
**Control de calidad de la fijación**

Inspección de la fijación

Clavo y perno en concreto / mampostería silicocalcárea

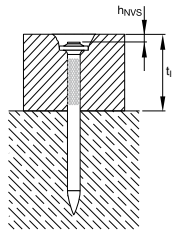


X-P\_G3 MX, X-C\_G3 MX:  
 $h_{NVS} = 2-5 \text{ mm}$



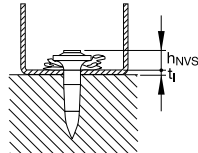
X-M6-7-24 G3 P7  
X-W6-12-20 G3 P7

$h_{NVS} \geq 7 \text{ mm}$   
 $\geq 12 \text{ mm}$

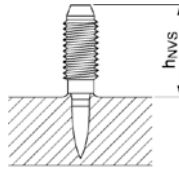


X-P\_G3 MX, X-C\_G3 MX:  
 $h_{NVS} = 2-3 \text{ mm}$

Clavo y perno en acero



X-S 14 G3 MX:  
 $h_{NVS} = 2-9 \text{ mm}$

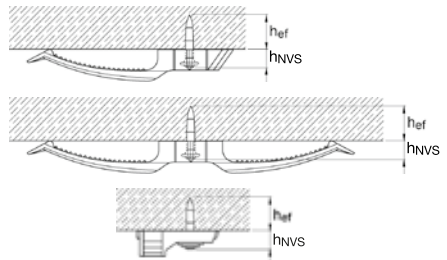


X-M6-7-14 G3 P7  
X-W6-12-14 G3 P7

$h_{NVS} \geq 7 \text{ mm}$   
 $\geq 12 \text{ mm}$

Elemento	$h_{NVS}$ (mm)	
	Concreto	Acero
X-EKB 4/8 MX	6-11	6-9
X-EKB 16 MX	6-11	6-9
X-ECT MX	6-11	6-9
X-UCT MX	6-11	6-9
X-ECH MX	6-11	6-9
X-EKS MX	6-11	6-9
X-EKSC MX	6-11	6-9
X-FB MX	7-11	7-9
X-DFB MX	7-11	7-9
X-ECC MX	7-11	7-9
X-EHS MX	7-11	7-9
X-ET MX*	5-10	5-9

**Ejemplos**



\*) Con el X-ET MX,  $h_{NVS}$  se mide desde cajetín.

# Sistema BX 3: Fijadores para aplicaciones de acabado de interior, construcción de edificaciones y mecánicas & eléctricas

## Especificaciones del producto

### Herramienta de fijación a batería BX 3



### Clavos

(Para concreto)

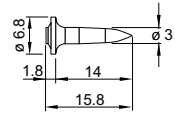
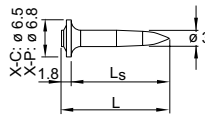
X-P 17/20/24 B3 MX

X-P 30/36 B3 P7

X-C 20/24 B3 MX

(Para acero)

X-S 14 B3 MX



### Elementos eléctricos para ser usados con clavos

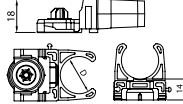
X-ECT MX



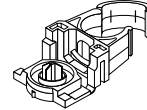
X-UCT MX



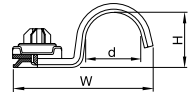
X-EKS MX



X-EKSC MX



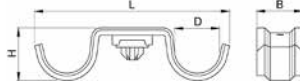
X-FB MX



X-ECH MX



X-DFB MX



X-EKB MX



X-ECC MX



X-EHS MX

X-ET MX



X-TT



X-ECT 40 MX



## Información general

### Especificaciones del material

X-P B3 MX/P7, X-S B3 MX

Acero al carbón, HRC 57.5, revestimiento de zinc 2-8 µm

X-C B3 MX

Acero al carbón, HRC 56.5, revestimiento de zinc 5-13 µm

X-EKSC MX, X-EKB MX, X-ECH MX

X-ECT MX, X-EKS MX,

Poliamida (libre de halógeno y silicio), gris claro RAL 7035

X-ECT-FR MX, X-EKB-FR MX

PBT (libre de silicio, resistente al fuego), gris piedra RAL 7030

X-UCT MX, X-ET MX

HDPE (libre de halógeno y silicio), gris claro RAL 7035

X-TT

Poliéster (PES)

X-FB MX, X-DFB MX

Lámina de acero galvanizado,  $f_u = 270-420$  N/mm<sup>2</sup>, revestimiento de zinc 10-20 µm

X-ECC MX, X-EHS MX

Lámina de acero galvanizado,  $f_u = 270-420$  N/mm<sup>2</sup>, revestimiento de zinc  $\geq 10-20$  µm

## Aprobaciones

ICC-ESR 1752

ETA-16/0301

X-P 20 B3 MX, X-P 24 B3 MX

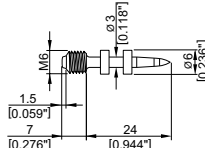
## Especificaciones del producto

### Herramienta de fijación a batería BX 3

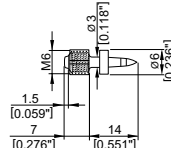


### Pernos roscados

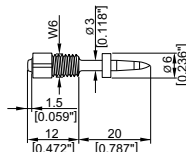
(Para concreto)  
X-M6-7-24 B3 P7



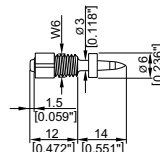
(Para acero)  
X-M6-7-14 B3 P7



X-W6-12-20 B3 P7



X-W6-12-14 B3 P7



## Información general

### Especificaciones del material: Pernos roscados B3

Vástago de acero al carbón

HRC 57.5

Revestimiento de zinc

2-10 µm

## Aplicaciones

### Ejemplos

#### Con clavos y elementos



Fijación con cinchos de tuberías rígidas o flexibles



Fijación de cableado



Tuberías livianas o tuberías para cableado

#### Con pernos roscados



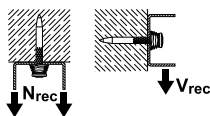
Cajas eléctricas, etc.

#### Con clavos



Canaletas (o canales) para fijación de paneles de yeso sobre concreto o acero



**Información de carga**
**Cargas recomendadas (clavos y pernos solamente)**

**X-S 14 B3 MX (Material base: Acero)**

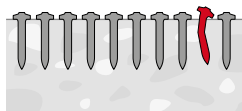
Tensión $N_{rec}$ [kN]	Corte $V_{rec}$ [kN]
0.4	0.4

**X-P B3, X-C B3 (Material base: Concreto / mampostería silicocalcárea)**

Empotramiento	Cargas recomendadas					
	Tensión $N_{rec}$ [kN]		Corte $V_{rec}$ [kN]		Tensión $N_{rec}$ [kN]	Corte $V_{rec}$ [kN]
	Tipo de concreto				Mampostería	
	Ligero	Resistente	Ligero	Resistente		
$\geq 22$	-	-	-	-	0.3	0.3
$\geq 18$	0.2	-	0.2	-	0.2	0.2
$\geq 14$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

**Condiciones de diseño:**

- Para fijaciones en las que la seguridad es fundamental, es necesario que exista redundancia suficiente en el sistema: Al menos 5 fijaciones por unidad fijada.
- La falla de la lámina de metal no se considera en las cargas recomendadas y se debe evaluar por separado
- Concreto ligero hasta  $f_{c,cube} = 45 \text{ N/mm}^2$ , concreto resistente hasta  $f_{c,cube} = 60 \text{ N/mm}^2$ .
- Concreto con agregado como granito o roca de río o más ligero, y diám. hasta 16 mm


**Estimación de la tasa de fijación**

	Concreto ligero	Concreto resistente
X-P B3	85% - 98%	70% - 85%
X-C B3	75% - 90%	55% - 70%

- La tasa de fijación indica el porcentaje de clavos que se manejaron correctamente para llevar una carga. La tasa de fijación puede variar de los valores anteriores según las condiciones del sitio.

### Información de carga

#### Cargas recomendadas (pernos solamente)

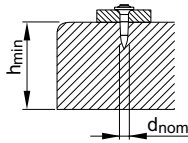
Pernos roscados	N <sub>rec</sub> [kN]	V <sub>rec</sub> [kN]	T <sub>rec</sub> [Nm]	Material base
X-M6-7-24 B3 P7 X-W6-12-20 B3 P7	0.05	0.05	3.0	Concreto, mampostería silicocalcárea
X-M6-7-14 B3 P7 X-W6-12-14 B3 P7	0.2	0.2	3.0	Acero

#### Cargas recomendadas (elementos eléctricos con clavos)

Elementos	Carga de servicio máxima, F <sub>max</sub> [N]
X-ECT (FR) MX	40
X-UCT MX	40
X-EKS MX	11
X-EKSC MX	32
X-FB MX / X-DFB MX	20
X-ECC MX	50
X-EHS MX	80
X-EKB (FR) 4 MX	9
X-EKB (FR) 8 MX	14
X-EKB (FR) 16 MX	18
X-ECH MX	40
	<b>Canaletas para cables</b>
X-ET MX	100 N

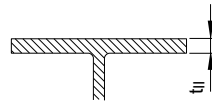
#### Condiciones:

- Espaciado ≤ 100 mm
- Todas las fallas visibles deben ser reemplazadas.

**Requerimientos de aplicación**
**Espesor del material base**


Concreto (para clavos y pernos roscados)

$h_{min} = 60\text{mm}$   
 $d_{nom} = 3.0\text{mm}$



Acero

$t_{ii} \geq 4.0\text{mm}$  (para clavo)  
 $t_{ii} \geq 6.0\text{mm}$  (para perno roscado)

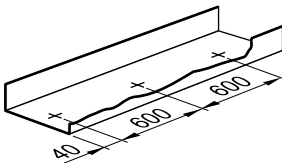
**Espesor del material fijado**

Madera:  $t \leq 27\text{ mm}$

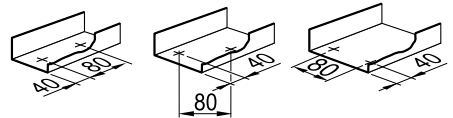
Riel metálico:  $t \leq 2\text{ mm}$

**Espaciamento y distancia al borde (mm)**

Espaciamento en el elemento a fijar

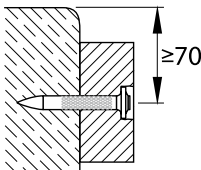


Espaciamento en los extremos del elemento a fijar (cortes a instalación de puertas) deben asegurarse con dos clavos

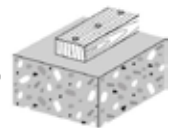
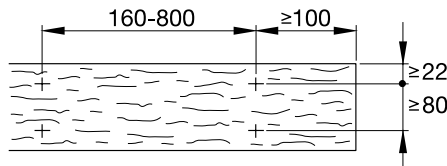


El espaciamento máximo en muros de interiores ligeros de patente con clasificación contrafuego deberá de ser de 30cm

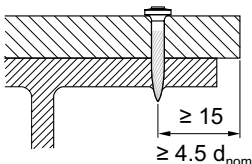
Distancia al borde para concreto y mampostería silicocalcárea



Espaciamento en madera:

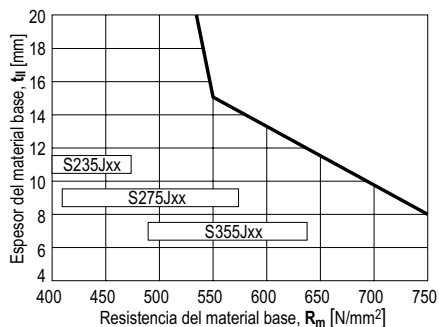


Distancia al borde del material fijado (acero material base)

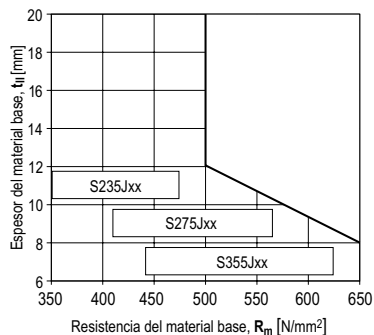


### Límites de aplicación

X-S 14 B3 MX



X-M6-7-14 B3 P7, X-W6-12-14 B3 P7



### Información sobre la corrosión

El uso previsto comprende solamente fijaciones que no están expuestas directamente al medio ambiente o a atmósferas húmedas.

### Selección del fijador y recomendación del sistema

#### Programa del fijador

#### Clavos

Clavo	Artículo no.	Longitud vástago (mm)	Diametro vástago (mm)	Material base	Recomendación de longitud			
X-S 14 B3 MX	2105402	14	3	Acero				
X-P 17 B3 MX	2105403	17	3	Concreto / mampostería silicocalcárea	↑	Aumento de la fuerza de material base	↓	Aumento de espesor de material sujetado
X-P 20 B3 MX	2105404	20	3					
X-P 24 B3 MX	2105405	24	3					
X-P 30 B3 P7	2105406	30	3					
X-P 36 B3 P7	2105407	36	3					
X-C 20 B3 MX	2123993	20	3					
X-C 24 B3 MX	2123994	24	3					

#### Pernos roscados

Perno roscado	Artículo no.		Longitud del rosca (mm)	Longitud del vástago (mm)	Diametro del vástago (mm)	Material base
X-M6-7-14 B3 P7	2105408	M6	7	14	3	Acero
X-M6-7-24 B3 P7	2105409	M6	7	24	3	Concreto
X-W6-12-14 B3 P7	2105800	W6	12	14	3	Acero
X-W6-12-20 B3 P7	2105801	W6	12	20	3	Concreto

**Selección del fijador**

	<b>Selector de clavo para BX 3</b>			
	<b>Mampostería</b> 	<b>Concreto</b> 		<b>Acero</b> 
	<b>X-C 24 B3 MX</b> X-C 20 B3 MX	<b>X-C 20 B3 MX</b>	<b>X-P 20 B3 MX</b> X-P 17 B3 MX	<b>X-S 14 B3 MX</b>
	<b>X-P 30 B3 P7</b> X-P 36 B3 P7			
	<b>X-P/C 20 B3 MX</b> X-P/C 24 B3 MX	<b>X-P/C 20 B3 MX</b> X-P/P 20 B3 MX	<b>X-P 20 B3 MX</b>	<b>X-S 14 B3 MX</b>
	<b>X-P/C 17 B3 MX</b> X-P/C 20 B3 MX	<b>X-P/C 17 B3 MX</b> X-P/C 20 B3 MX	<b>X-P 17 B3 MX</b> X-P 20 B3 MX	<b>X-S 14 B3 MX</b>
	<b>X-P/C 20 B3 MX</b> X-P/C 24 B3 MX		<b>X-P 20 B3 MX</b> X-P 24 B3 MX	<b>X-S 14 B3 MX</b>
	<b>X-W6-12-20 B3 P7</b> <b>X-M6-7-24 B3 P7</b>			<b>X-W6-12-14 B3 P7</b> <b>X-M6-7-14 B3 P7</b>
<b>No se requiere propulsor</b>				

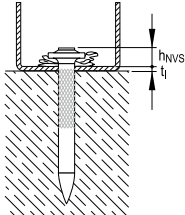
Guía del fijador	Artículo no.	Use
X-FG B3-ME	2101258	Con clavo + elementos o solamente perno
X-FG B3-IF	2116415	Con clavo o perno solamente

**Control de calidad de la fijación**

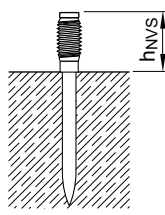
**Inspección de la fijación**

Clavo y perno en concreto / mampostería silicocalcárea

Clavo y perno en acero

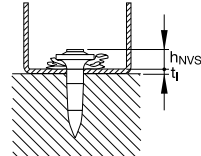


X-C\_BX, X-P\_BX3:  
 $h_{NVS} = 2-5 \text{ mm}$

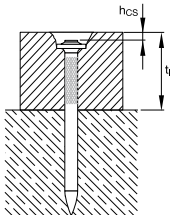


X-M6-7-24 B3 P7  
X-W6-12-20 B3 P7

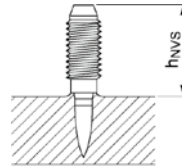
$h_{NVS} \geq 7 \text{ mm}$   
 $\geq 12 \text{ mm}$



X-S\_BX:  
 $h_{NVS} = 2-9 \text{ mm}$



X-C\_BX, X-P\_BX:  
 $h_{CS} = 2-3 \text{ mm}$

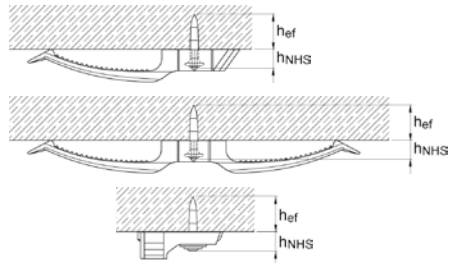


X-M6-7-14 B3 P7  
X-W6-12-14 B3 P7

$h_{NVS} \geq 7 \text{ mm}$   
 $\geq 12 \text{ mm}$

Elemento	$h_{NHS} \text{ (mm)}$	
	Concreto	Acero
X-EKB 4/8 MX	6-11	6-9
X-EKB 16 MX	6-11	6-9
X-ECT MX	6-11	6-9
X-UCT MX	6-11	6-9
X-ECH MX	6-11	6-9
X-EKS MX	6-11	6-9
X-EKSC MX	6-11	6-9
X-FB MX	7-11	7-9
X-DFB MX	7-11	7-9
X-ECC MX	7-11	7-9
X-EHS MX	7-11	7-9
X-ET MX*	5-10	5-9

**Ejemplos**



\*) Con el X-ET MX,  $h_{NVS}$  se mide desde cajetín.



## Aprobaciones

SOCOTEC (Francia): X-HS/X-CC con X-DKH

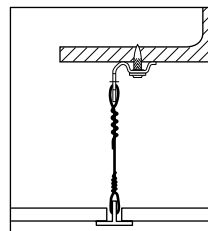
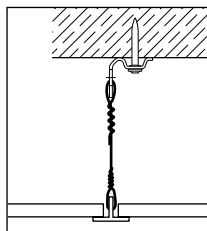
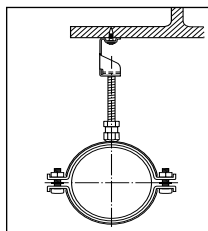
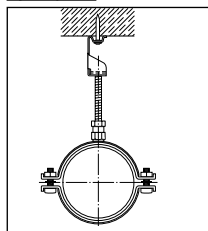
Lloyds Register: X-HS

ICC, UL, FM: X-HS W6/10

Nota: la información técnica presentada en estas aprobaciones y lineamientos de diseño reflejan condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual

## Aplicaciones

### Ejemplos



Fijaciones de varilla roscada en concreto y acero

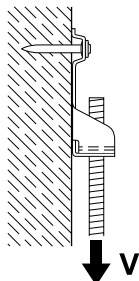
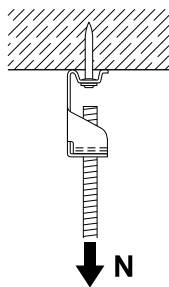
Fijaciones de alambre en concreto y acero

## Información de carga

### Cargas recomendadas

#### Concreto (DX-Kwik con perforación previa) o acero

X-HS

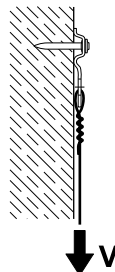
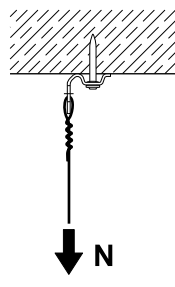


Denominación del fijador	$N_{rec} = V_{rec}$ [kN]	Material base
X-HS __ DKH 48	0.9	Concreto
X-HS __ U19	0.9	Acero
X-CC DKH 48	0.9	Concreto
X-CC U16	0.9	Acero

#### Condiciones:

- Carga predominantemente estática.
- Concreto C20/25–C50/60
- La resistencia del material fijado no representa un límite.
- Deben observarse todos los límites de aplicación y recomendaciones (particularmente los requerimientos de perforación previa).

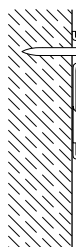
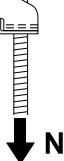
X-CC





**Concreto (DX Estándar sin perforación previa)**

X-HS



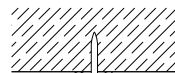
Denominación del fijador	$N_{rec}$ [kN]	$V_{rec}$ [kN]	$h_{Et}$ [mm]
X-HS_U32	0.4	0.4	27
X-HS_U27	0.3	0.3	22
X-HS_U22	0.2	0.2	18
X-CC_U27	0.2*	0.3	22
X-CC_U22	0.15*	0.2	18
X-CC_CS27	0.2	0.3	22
X-CC_CS22	0.15	0.2	18

\*) considerando la carga excéntrica

**Condiciones:**

- Al menos 5 fijaciones por unidad fijada (concreto de peso normal).
- Toda falla visible debe reemplazarse.
- Con concreto liviano como material base y las arandelas apropiadas, es posible sujetar cargas mayores. Por favor, contacte a Hilti
- Carga predominantemente estática.
- Deben observarse todas las limitaciones de aplicación y recomendaciones.

X-CC


**Requerimientos de aplicación**
**Espesor del material base**

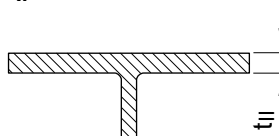
Concreto

**DX-Kwik**

 (c/ perf. previa)  $h_{min} = 100 \text{ mm}$ 
**DX Standard**

 (s/ perf. previa)  $h_{min} = 80 \text{ mm}$ 

Acero

 $t_{II} \geq 4 \text{ mm}$ 

**Espaciado y distancia al borde**

Espaciado y distancia al borde mínimos: Consulte la hoja informativa correspondiente de X-U y X-DKH.

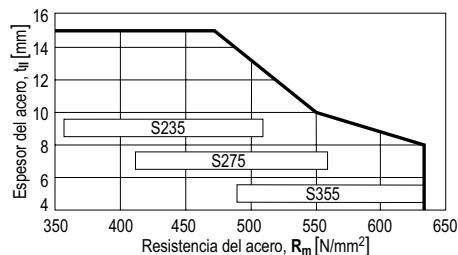
**Información sobre la corrosión**

Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para uso en exteriores a largo plazo o en ambientes corrosivos.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

## Límites de aplicación

### Fijación sobre acero – X-HS U19 con DX351 DX351



El límite de aplicación puede aumentar en el caso de aplicaciones específicas, como la fijación de malla de alambre al acero, que está conectado con los fijadores X-CC U16 P8. Esa malla de alambre actúa como refuerzo para revestimiento ignífugo rociado. En tales casos también diferentes separadores de fijaciones aplican. Pregunte en Hilti relacionado con el uso de X-CC U16 P8 en esa aplicación específica.

## Selección del fijador

### Programa e información técnica

Material base	Fijador Denominación	Ø vástago d <sub>s</sub> [mm]	Long. vástago L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	Herramientas
① Concreto perforado previamente	<b>X-HS _ DKH 48 P8S15</b>	4.0	48	50.0	<b>DX 460-F8, DX 5 F8</b>
② Concreto	<b>X-HS _ U 32 P8S15</b>	4.0	32	34.4	<b>DX 460-F8, DX 5 F8</b>
	<b>X-HS _ U 27 P8S15</b>	4.0	27	29.4	<b>DX 351-F8,</b>
	<b>X-HS _ U 22 P8S15</b>	4.0	22	24.4	<b>DX 36, DX 2</b>
	<b>X-HS _ U 19 P8S15</b>	4.0	19	21.4	
Acero					
③ Concreto perforado previamente	<b>X-CC DKH 48 P8S15</b>	4.0	48	50.0	<b>DX 460-F8, DX 5 F8</b>
③ Concreto	<b>X-CC U 27 P8</b>	4.0	27	29.4	<b>DX 460-F8, DX 5 F8</b>
	<b>X-CC U 22 P8</b>	4.0	22	24.4	<b>DX 351-F8,</b>
	<b>X-CC U 16 P8</b>	4.0	16	18.4	<b>DX 36, DX 2</b>
Acero					

Tipo de rosca: M = métrica; W6, W10 = Whitworth 1/4"; 3/8"

**Información de pedido de X-HS**

Artículo no.	Denominación	Artículo no.	Denominación
361788	X-HS M6 U32 P8 S15	386214	X-HS M8 U19 P8 S15
386223	X-HS M6 U27 P8 S15	386215	X-HS M10 U19 P8 S15
361789	X-HS M8 U32 P8 S15	386217	X-HS W10 U19 P8 S15
386224	X-HS M8 U27 P8 S15	386218	X-HS M6 U22 P8 S15
361790	X-HS M10 U32 P8 S15	386219	X-HS M8 U22 P8 S15
386225	X-HS M10 U27 P8 S15	386222	X-HS W10 U22 P8 S15
386226	X-HS W6 U27 P8 S15	386216	X-HS W6 U19 P8 S15
386227	X-HS W10 U27 P8 S15	386220	X-HS M10 U22 P8 S15
386213	X-HS M6 U19 P8 S15	386221	X-HS W6 U22 P8 S15

Tipo de rosca: M = métrica; W6, W10 = Whitworth 1/4"; 3/8"

**Información de pedido de X-CC**

Artículo no.	Denominación
386229	X-CC U22 P8
386230	X-CC U27 P8
299937	X-CC DKH P8 S15
386228	X-CC U16 P8
2006454	X-CC CS22 P8
2005065	X-CC CS27 P8

**Selección del cartucho**
**Recomendación del cartucho:**

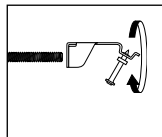
Acero:	<b>6.8/11M cartucho rojo</b>	$t_{  } \geq 6 \text{ mm}$
	<b>6.8/11M cartucho verde</b>	$t_{  } < 6 \text{ mm}$
Concreto:	<b>6.8/11M cartucho amarillo</b>	en concreto verde/fresco y estándar
	<b>6.8/11M cartucho amarillo</b>	en concreto pre-vaciado, antiguo y endurecido

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

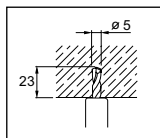
## Control de calidad de la fijación

### Instalación

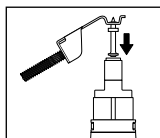
#### X-HS



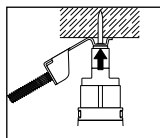
1. Una la varilla roscada a **X-HS** antes de realizar la fijación



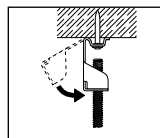
2. Para **DKH 48** Realice una perforación previa ( $\varnothing 5 \times 23$ )



3. Coloque el ensamblaje en el interior de la herramienta

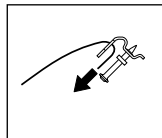


4. Localice el clavo, comprima la herramienta y accione el disparador para completar la fijación.

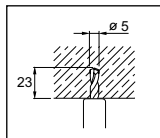


5. Doble el ensamblaje hacia abajo hasta que esté en posición vertical.

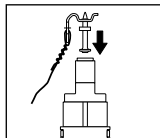
#### X-CC



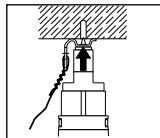
1. Ensamble el alambre y el **X-CC**



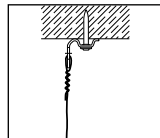
2. Para **DKH 48** Realice una perforación previa ( $\varnothing 5 \times 23$ )



3. Coloque el ensamblaje en el interior de la herramienta



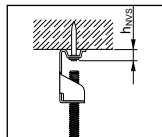
4. Localice el clavo, comprima la herramienta y accione el disparador para completar la fijación.



5. Ajuste el alambre conforme sea necesario.

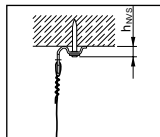
## Control de calidad

#### X-HS



$h_{NVS} = 6-10 \text{ mm}$

#### X-CC



$h_{NVS} = 4-7 \text{ mm}$

Estas son instrucciones abreviadas, por lo que pueden variar según la aplicación.

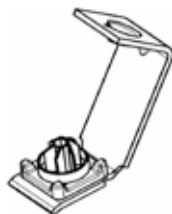
**SIEMPRE** lea/siga las instrucciones que acompañan al producto.

## Sistemas de soporte eléctrico X-EHS MX y X-ECC MX

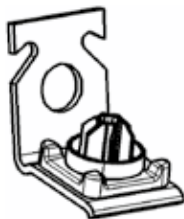
### Especificaciones del producto

#### Dimensiones

X-EHS MX



X-ECC MX



#### Información general

#### Especificaciones materiales

X-EHS MX / X-ECC MX:

Revestimiento de zinc:  $\geq 10 \mu\text{m}$

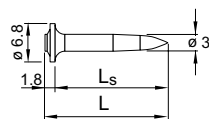
#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460 MX, DX 5 MX, DX 351 MX

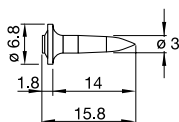
GX 120-ME, GX 3 ME, BX 3 ME

Para más detalles, consulte el **Programa del fijador X-EHS MX y X-ECC MX** en las páginas siguientes y el capítulo de **Herramientas y equipo**

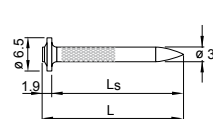
X-GHP 20/24



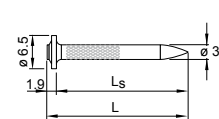
X-EGN 14



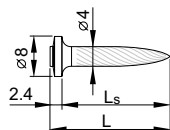
X-P 20/24 G3 MX



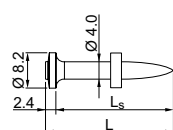
X-P 20/24 B3 MX



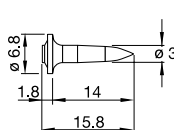
X-U 16/22



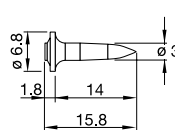
X-P 22



X-S 14 G3 MX

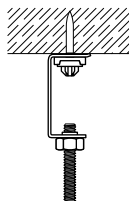


X-S 14 B3 MX



### Aplicaciones

#### Ejemplo



Sistemas de soporte para bandejas para cables ligeras, etc.

- Fijaciones de varilla roscada
- Fijaciones de alambre

No se recomienda el uso de estos fijadores para fijar cielos rasos. Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para servicio en exteriores a largo plazo o ambientes corrosivos.

### Información de carga

#### Cargas recomendadas sobre concreto

Denominación del fijador	$N_{rec} = V_{rec}$ [kN]
<b>X-EHS MX</b>	0.1
<b>X-ECC MX</b>	0.05 ( $N_{rec}^*$ ) 0.1 ( $V_{rec}$ )

\*) considerando la carga excéntrica

#### Condiciones:

- Fijado con X-P 20/24 G3 MX, X-P 20/24 B3 MX, X-GHP 20/24 MX, X-U 22 o X-P 22.
- Al menos 5 fijaciones por unidad fijada (concreto de peso normal).
- Toda falla visible debe reemplazarse.
- Con concreto liviano como material base y las arandelas apropiadas, es posible sujetar cargas mayores. Por favor, contacte a Hilti.
- Carga predominantemente estática.
- Deben observarse todas las limitaciones de aplicación y recomendaciones.

#### Cargas recomendadas sobre concreto

Denominación del fijador	$N_{rec} = V_{rec}$ [kN]
<b>X-EHS MX, X-ECC MX</b>	0.45

- Fijado con X-S 14 G3 MX, X-S 14 B3 MX, X-EGN 14 o X-U 16

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

Concreto

**X-U, X-P:**

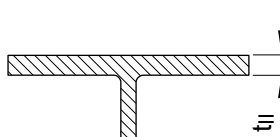
$h_{min} = 80$  mm

**X-P G3 MX, X-P B3 MX, X-GHP:**

$h_{min} = 60$  mm

Clavo

$t_{II} \geq 4$  mm



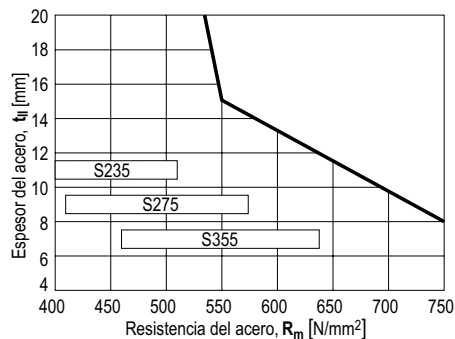
#### Espaciado y distancia al borde

El espaciado y la distancia al borde dependen de los requerimientos del sitio de trabajo.

#### Información sobre la corrosión

Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para uso en exteriores a largo plazo o en ambientes corrosivos.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**

**Límites de aplicación**
Fijaciones sobre acero
**X-EGN 14, X-S 14 G3 MX, X-S 14 B3 MX**

**Programa del fijador**
**Selección del fijador**

Material base	Clavo			
	Denominación	Ø vástago $d_s$ [mm]	Long. vástago $L_s$ [mm]	L [mm]
Concreto	<b>X-P 20 G3 MX</b>	3.0	20	21.8
	<b>X-P 24 G3 MX</b>	3.0	24	25.8
	<b>X-P 20 B3 MX</b>	3.0	20	21.8
	<b>X-P 24 B3 MX</b>	3.0	24	25.8
	<b>X-GHP 20 MX</b>	3.0	20	21.8
	<b>X-GHP 24 MX</b>	3.0	24	25.8
	<b>X-P 22 MX</b>	4.0	22	24.4
	<b>X-U 22 MX</b>	4.0	22	24.4
Acero	<b>X-S 14 G3 MX</b>	3.0	14	15.8
	<b>X-S 14 B3 MX</b>	3.0	14	15.8
	<b>X-EGN 14 MX</b>	3.0	14	15.8
	<b>X-U 16 MX</b>	4.0	16	18.4

### Selección del fijador: Información de pedido

Fijador	Denominación	Artículo no.
Soporte de varilla roscada	X-EHS M4 MX	273367
	X-EHS M6 MX	272073
	X-EHS W6 MX	228341
	X-EHS M8 MX	273368
	X-EHS W10 MX	386468
Pasador de techo	X-ECC MX	228342

### Recomendación del sistema

Herramientas Acero: **6.8/11M cartucho amarillo o rojo**  
 Concreto: **6.8/11M cartucho amarillo** para concreto verde/fresco y estándar  
**6.8/11M cartucho amarillo/rojo** en concreto pre-vaciado, antiguo y endurecido

Herramientas GX 120-ME: **lata de gas GC 20, GC21 y GC22**

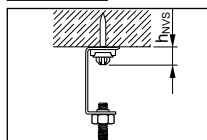
Herramientas GX 3 ME: **lata de gas GC 40, GC 41 y GC 42**

Herramientas BX 3 ME: No se requiere gas

Se puede ajustar la potencia de la herramienta al realizar pruebas en sitio.

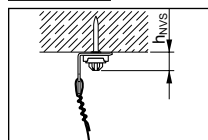
### Control de calidad de la fijación

X-EHS MX



$h_{NVS} = 4-8 \text{ mm}$

X-ECC MX



$h_{NVS} = 4-8 \text{ mm}$

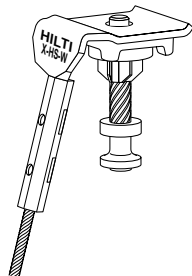


## X-HS-W Sistema de suspensión de cables

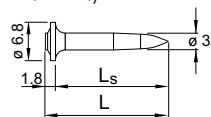
### Especificaciones del producto

#### Generalidades de fijadores y componentes

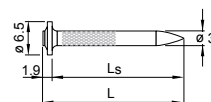
Preensamblado



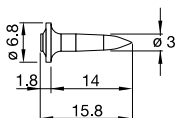
X-GHP 20/24



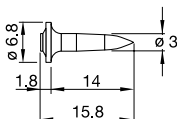
X-P 20/24 G3 MX



X-S 14 G3 MX



X-EGN 14



#### Información general

#### Especificaciones materiales

X-HS-W:

Revestimiento de zinc  $\geq 2.5 \mu\text{m}$

#### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460F8, DX 5 F8, DX 351 F8, GX 120 ME, GX 3 ME, BX 3 ME

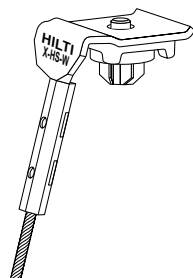
Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-HS-W en las páginas siguientes y el capítulo de Herramientas y equipo.

#### Aprobaciones

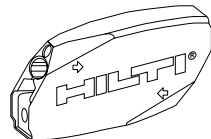
CSTB AT 3/09-639

X-HS-W

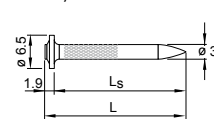
Con barrilete



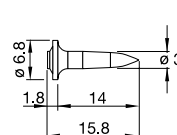
Mecanismo de bloqueo



X-P 20/24 B3 MX



X-S 14 B3 MX



### Aplicaciones

#### Ejemplos



Ductos de ventilación redondos



Ductos de ventilación cuadrados



Bandejas ligeras para cables / iluminación

## Información de carga

### Cargas recomendadas

#### DX Estándar para concreto

Denominación del fijador	N <sub>rec</sub> [kN]	V <sub>rec</sub> [kN]	h <sub>ET</sub> [mm]
X-HS-W U27	0.20	0.3	22
X-HS-W U22	0.15	0.2	18
X-HS-W con X-P 20/24 G3 MX, X-P 20/24 B3 MX, X-GHP 20/24 MX	0.05	0.1	14

#### Condiciones:

- Al menos 5 fijaciones por unidad fijada (concreto de peso normal).
- Toda falla visible debe reemplazarse.
- Carga predominantemente estática
- Deben observarse todas las limitaciones de aplicación y recomendaciones

#### DX Estándar para acero

Denominación del fijador	N <sub>rec</sub>	V <sub>rec</sub>
X-HS-W U16	0.90	0.90
X-HS-W con X-S 14 G3 MX, X-S 14 B3 MX, X-EGN 14 MX	0.45	0.45

#### Condiciones:

- Carga predominantemente estática
- Deben observarse todas las limitaciones de aplicación y recomendaciones

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

#### Concreto

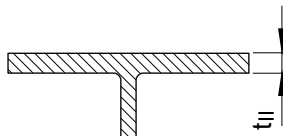
X-U  $h_{\min} = 80 \text{ mm}$

X-P G3 MX, X-P B3 MX

X-GHP MX  $h_{\min} = 60 \text{ mm}$

#### Acero

$t_{\perp} \geq 4 \text{ mm}$



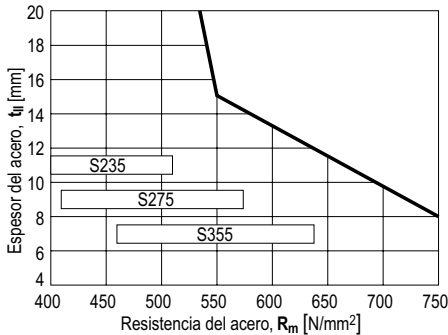
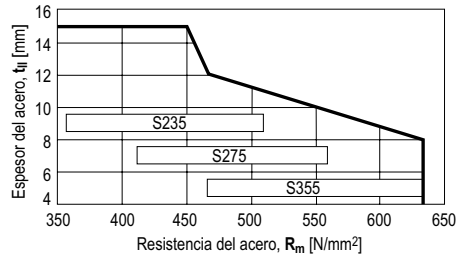
### Espaciado y distancia al borde

El espaciador y la distancia al borde dependen de los requerimientos del sitio de trabajo.

**Información sobre la corrosión**

Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para uso en exteriores a largo plazo o en ambientes corrosivos.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

**Límites de aplicación**
**Acero**
**X-HS-W MX con X-S 14 G3 MX, X-S 14 B3 MX, X-EGN 14 MX**

**X-HS-W U16 P8**

**Selección del fijador: Información del pedido**

Fijador		Denominación	Artículo no.
X-HS-W	Para herramientas DX	<b>X-HS-W U16 P8 1m/3ft</b>	387430
		<b>X-HS-W U22 P8 1m/3ft</b>	387431
		<b>X-HS-W U27 P8 1m/3ft</b>	387432
		<b>X-HS-W U16 P8 2m/7ft</b>	387919
		<b>X-HS-W U22 P8 2m/7ft</b>	387920
		<b>X-HS-W U27 P8 2m/7ft</b>	387921
		<b>X-HS-W U16 P8 3m/10ft</b>	387433
		<b>X-HS-W U22 P8 3m/10ft</b>	387434
		<b>X-HS-W U27 P8 3m/10ft</b>	387435
		X-HS-W	Para herramientas DX y BX
<b>X-HS-W MX 2m/7ft</b>	387922		
<b>X-HS-W MX 3m/10ft</b>	387437		

### Recomendación del sistema

Herramienta DX:	Acero:	<b>6.8/11M cartucho rojo</b>	para $t_{ij} \geq 6$
		<b>6.8/11M cartucho verde</b>	para $t_{ij} < 6$
	Concreto:	<b>6.8/11M cartucho verde o amarillo</b>	en concreto fresco y estándar
		<b>6.8/11M cartucho rojo</b>	en concreto pre-vaciado, antiguo y endurecido

Herramienta GX 120-ME: **lata de gas GC 20, GC21 y GC22**

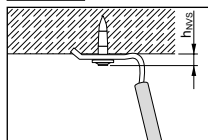
Herramientas GX 3 ME: **lata de gas GC 40, GC 41 y GC 42**

Herramientas BX 3 ME: **No se requiere gas**

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

### Control de calidad de la fijación

X-HS-W



$h_{NVS} = 5.5-8.5 \text{ mm}$

#### NO IZAJE

El soporte no debe utilizarse a modo de grúa o polea para izar objetos.

#### NO MOVIMIENTO

Los soportes Hilti están diseñados para suspender cargas estacionarias solamente. No los utilice para suspender objetos móviles, o para objetos que probablemente estarán sujetos a movimiento.

#### NO UNIONES

Un soporte Hilti no debe cumplir funciones de junta en línea, ya sea utilizando un fijador Hilti o algún otro dispositivo de unión. Un ensamblaje de soporte Hilti debe incluir solo una longitud de cable y un fijador Hilti. En caso de requerir una longitud mayor, no una dos ensamblajes.

# X-EKB, X-ECH Fijadores para cables eléctricos

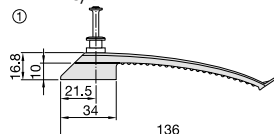
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

#### Fijador sencillo

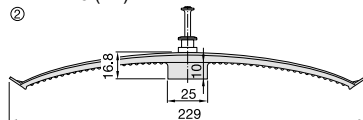
X-EKB 8/4-FR

①



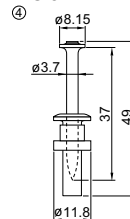
X-EKB 16 (FR)

②



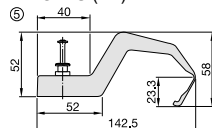
X-U 37 PH

④



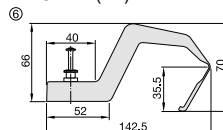
X-ECH-S (FR)

⑤



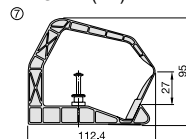
X-ECH-M (FR)

⑥



X-ECH-L (FR)

⑦



#### Fijador de barrilete

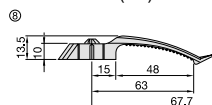
X-EKB 4 / 8 / 16 MX (FR)

⑧

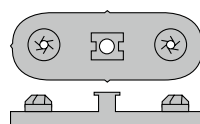


X-EKB 4 MX (FR)

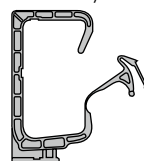
⑨



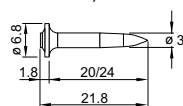
X-ECH-B MX



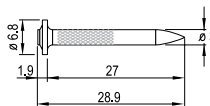
X-ECH-15/30 MX



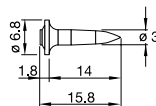
X-GHP 20/24



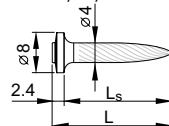
X-GN 27



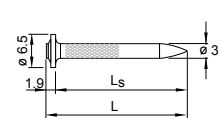
X-EGN 14



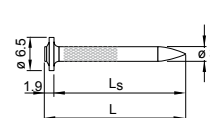
X-U 16/22/27



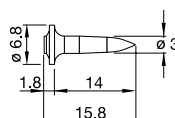
X-P 20/24 G3 MX



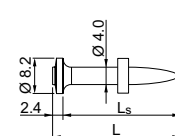
X-C 27 G3 MX



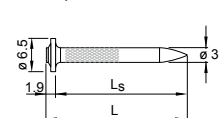
X-S 14 G3 MX



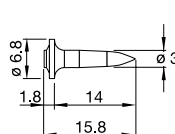
X-P 22



X-P 20/24 B3 MX



X-S 14 B3 MX



## Información general

### Especificaciones materiales

Consulte la sección de Selección del fijador.

### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460-F8, DX 351-F8, GX 120-ME, GX 100-E, DX 460 MX, DX 351 MX, DX36, DX 2

Para más detalles, consulte el **Programa del fijador X-EKB, X-ECH** en las páginas siguientes y el capítulo sobre **Herramientas y equipo**.

### Aprobaciones

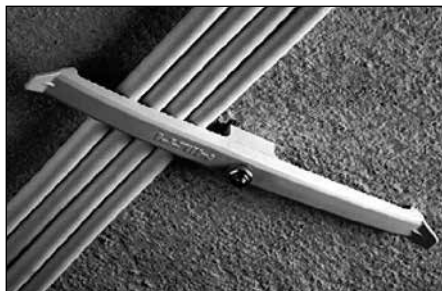
UL (EE.UU): X-EKB MX, X-ECH / FR\_U37

CSTB (Francia): X-EKB\_U 37, X-ECH\_U37

Nota: la información técnica presentada en estas aprobaciones y lineamientos de diseño reflejan condiciones locales específicas, por lo que pueden diferir de las publicadas en este manual.

## Aplicaciones

### Ejemplos



X-EKB para fijar cables



X-ECH para fijar manojos de cables

## Información de carga

### Capacidad del fijador

#### X-EKB: Asegurar cables eléctricos en techos y muros de concreto

Capacidad máxima (número de cables en un X-EKB) considerando un espaciado de 50-100 cm

Denominación	Número de alambres/cables y tamaños	
	<b>NYM 3 x 1.5 mm<sup>2</sup></b> (∅ 8 mm)	<b>NYM 5 x 1.5 mm<sup>2</sup></b> (∅ 10 mm)
<b>X-EKB 4</b> __	4	3
<b>X-EKB 8</b> __	8	5
<b>X-EKB 16</b> __	16	10

## X-ECH: Asegurar cables eléctricos en techos y muros

Capacidad máxima en con espaciado de 60–80 cm

Denominación		No. clavos	Número de cables
X-ECH-S __	y X-ECH/FR-S __		max. 15 x NYM 5 x 1.5' (Ø 10 mm)
X-ECH-M __	y X-ECH/FR-M __		max. 25 x NYM 5 x 1.5' (Ø 10 mm)
X-ECH-L __	y X-ECH/FR-L __		max. 35 x NYM 5 x 1.5' (Ø 10 mm)
X-ECH-15 MX	y X-ECH-B	1 o 2	max. 15 x NYM 3 x 1.5' (Ø 10 mm)
X-ECH-30 MX	y X-ECH-B	1 o 2	max. 30 x NYM 3 x 1.5' (Ø 10 mm)

### Condiciones:

- Para concreto C12/15 a C45/55( $f_{cc} = 15$  hasta 55 N/mm<sup>2</sup>)
- Toda falla de ubicación visible debe sustituirse.
- Los X-ECH dañados deben sustituirse.

### Requerimientos de aplicación

#### Espesor del material base

Concreto

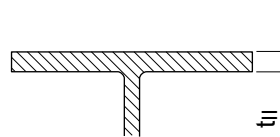
X-U, X-P:  $h_{min} = 80$  mm

X-P G3 MX, X-P B3 MX,

X-GHP MX, X-GN MX:  $h_{min} = 60$  mm

Acero

$t_{ij} \geq 4$  mm



#### Espesor del material fijado

Fijadores recomendados para cable de Ø 8 mm and 10 mm

#### Espaciado y distancia al borde

**X-EKB:** aprox. 50–100 cm (Ajuste conforme sea necesario para evitar que el cable se venza)

**X-ECH:** aprox. 60– 80 cm (Ajuste conforme sea necesario para limitar el vencimiento)

#### Información sobre la corrosión

Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para uso en exteriores a largo plazo o en ambientes corrosivos.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

## Programa del fijador

### Fijador con clavo DX preensamblado: Información técnica

Denominación del fijador	Ø vástago $d_s$ [mm]	Longitud de vástago $L_s$ [mm]	Herramientas
① X-EKB8 U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
② X-EKB16 U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
⑤ X-ECH-S U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
⑥ X-ECH-M U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
⑦ X-ECH-L U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
① X-EKB4-FR U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
① X-EKB8-FR U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
② X-EKB16-FR U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
⑤ X-ECH/FR-S U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
⑥ X-ECH/FR-M U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2
⑦ X-ECH/FR-L U 37	4.0	37	DX460-F8, DX 5 F8, DX351-F8, DX36, DX 2

③, ④ Todos los vástagos de clavo: acero al carbón, HRC 58, galvanizado 2–20 µm

Camisa/guardacabo: acero al carbón, sin endurecer, galvanizado 5–13 µm

⑩–Δ Consulte las especificaciones del producto en las páginas anteriores

### Fijador con clavo DX preensamblado: Información de pedido

Denominación	Artículo no.	Material plástico
X-EKB 4-FR U37	361581	Poliamida <sup>2)</sup>
X-EKB 8 U37	386231	Poliamida <sup>1)</sup>
X-EKB 8-FR U37	386233	Poliamida <sup>2)</sup>
X-EKB 16 U37	386232	Poliamida <sup>1)</sup>
X-EKB 16-FR U37	386234	Poliamida <sup>2)</sup>
X-ECH-S U37	386235	Poliamida <sup>1)</sup>
X-ECH-M U37	386236	Poliamida <sup>1)</sup>
X-ECH-L U37	386237	Poliamida <sup>1)</sup>
X-ECH/FR-S U37	386238	Poliamida <sup>2)</sup>
X-ECH/FR-M U37	386239	Poliamida <sup>2)</sup>
X-ECH/FR-L U37	386240	Poliamida <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Libre de halógeno y silicio, gris claro RAL 7035

<sup>2)</sup> Libre de halógeno y silicio, resistente al fuego, gris piedra RAL 7030



**Fijador sin clavo preensamblado: Información técnica**

Denominación	Portacable	Tecnología de fijación	Clavo
Concreto	X-EKB (FR) 4 MX X-EKB (FR) 8 MX X-EKB (FR) 16 MX X-ECH-15 MX* X-ECH-30 MX*	GX	X-P 20/24 G3 MX
		GX	X-C 27 G3 MX
		GX	X-GHP 20/24 MX
		GX	X-GN 27 MX
		BX	X-P 20/24 B3 MX
		DX	X-U 22/27 MX
		DX	X-P 22/27 MX
		Acero	
GX	X-EGN 14 MX		
BX	X-S 14 B3 MX		
DX	X-U 16 MX		

\* A utilizar SOLO con Tecnología GX o BX

**Fijador sin clavo preensamblado: Información de pedido**

Fijador	Material plástico	Denominación	Artículo no.
Portacables Eléctricos	Poliamida <sup>1)</sup>	<b>X-EKB 4 MX</b>	285712
	Poliamida <sup>1)</sup>	<b>X-EKB 8 MX</b>	285713
	Poliamida <sup>1)</sup>	<b>X-EKB 16 MX</b>	285714
	Poliamida <sup>2)</sup>	<b>X-EKB FR 4 MX</b>	285715
	Poliamida <sup>2)</sup>	<b>X-EKB FR 8 MX</b>	285716
	Poliamida <sup>2)</sup>	<b>X-EKB FR 16 MX</b>	285717
	Poliamida <sup>1)</sup>	<b>X-ECH-15 MX</b>	2018247
	Poliamida <sup>1)</sup>	<b>X-ECH-30 MX</b>	2018248
	Poliamida <sup>1)</sup>	<b>X-ECH-15/B MX</b>	2018729 (juego)
	Poliamida <sup>1)</sup>	<b>X-ECH-30/B MX</b>	2018891 (juego)
	Poliamida <sup>1)</sup>	<b>X-ECH-B MX</b>	2018391

<sup>1)</sup> Libre de halógeno y silicio, gris claro RAL 7035

<sup>2)</sup> Libre de halógeno y silicio, resistente al fuego, gris piedra RAL 7030

### Recomendación del sistema

Herramienta DX: Acero:	<b>6.8/11M cartucho rojo</b>
Concreto:	<b>6.8/11M cartucho amarillo</b> en concreto verde/fresco y estándar <b>6.8/11M cartucho rojo</b> en concreto pre-vaciado, antiguo y endurecido
Mampostería	<b>6.8/11M cartucho amarillo o verde, verde para fijador MX</b>

Herramienta GX 120-ME: **lata de gas GC 20, GC21 y GC22**

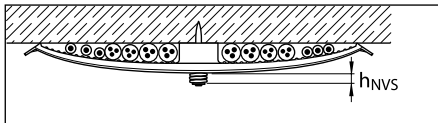
Herramientas GX 3 ME: **lata de gas GC 40, GC 41 y GC 42**

Herramientas BX 3 ME: **No se requiere gas**

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

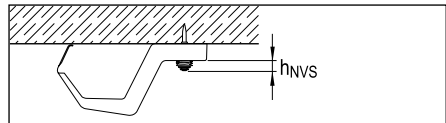
### Control de calidad de la fijación

#### Calidad de fijación X-EKB



$h_{NVS} = 7 \pm 2 \text{ mm}$

#### Calidad de fijación X-ECH



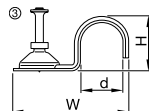
$h_{NVS} = 7 \pm 2 \text{ mm}$

# X-FB (X-DFB / X-EMTC) Fijadores para tuberías eléctricas

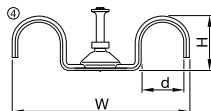
## Especificaciones de producto

### Dimensiones

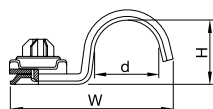
X-FB / X-EMTC



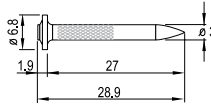
X-DFB



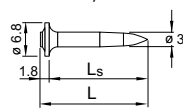
X-FB MX (X-BX/X-EMTC)



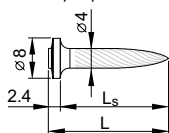
X-GN 27



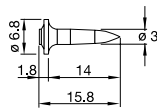
X-GHP 20/24



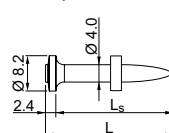
X-U 16/22/27



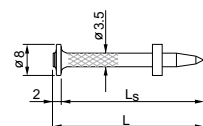
X-EGN 14



X-P 22/27



X-C 27



### Información general

#### Especificaciones materiales

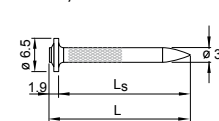
Consulte la información sobre la selección del fijador para más detalles.

#### Herramientas de fijación recomendadas

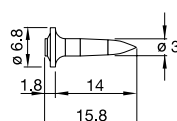
DX 460 F8, DX 460 MX, DX 5 F8,  
DX 5 MX, DX 351 F8, DX 351 MX,  
GX 120 ME, GX 3 ME, BX 3 ME

Para más detalles, consulte el Programa del fijador **X-FB (X-DFB/X-EMTC)** en las páginas siguientes y el capítulo de **Herramientas y equipo**.

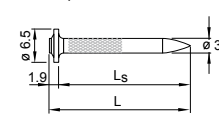
X-P 20/24 G3 MX



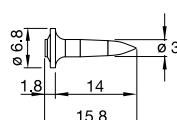
X-S 14 G3 MX



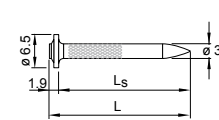
X-P 20/24 B3 MX



X-S 14 B3 MX

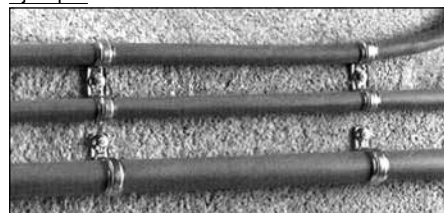


X-C 27 G3 MX



## Aplicaciones

### Ejemplo



**X-FB para tuberías rígidas**

## Información de carga

### Cargas recomendadas

Fijador	Concreto <b>N<sub>rec</sub> [kN]</b>	Roca silicocalcárea <b>N<sub>rec</sub> [kN]</b>	Acero <b>N<sub>rec</sub> [kN]</b>
X-FB / X-DFB (preensamblado)	0.06	0.06	-
X-FB MX con X-U, X-C o X-C (L <sub>S</sub> = 22 o 27 mm)	0.06	0.06	-
X-FB MX con X-U 16 MX	-	-	0.06
X-FB MX con X-P B3 MX, X-P G3 MX o X-GHP (L <sub>S</sub> = 20 o 24 mm)	0.02	-	-
X-FB MX con X-C 27 G3 MX o X-GN 27 MX	-	0.06	-
X-FB MX con X-S 14 B3 MX, X-S 14 G3 MX, X-EGN 14 MX o X-U 16 MX	-	-	0.06

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

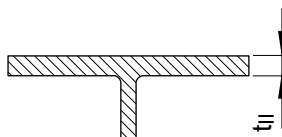
Concreto

X-U, X-P, X-C:  $h_{\min} = 80 \text{ mm}$

X-GHP, X-C 27 G3 MX,  
X-GN 27 MX:  $h_{\min} = 60 \text{ mm}$

Acero

$t_{II} \geq 4 \text{ mm}$



### Espesor del material fijado

X-FB (X-BX, X-EMTC) Para fijar tuberías, tuberías y tubos con  $\varnothing 8 \text{ mm}$  a  $50 \text{ mm}$

### Espaciado y distancia al borde

Posicione las fijaciones a la distancia que sea necesaria la una de la otra para controlar el vencimiento y conservar la alineación.

### Información sobre la corrosión

Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para servicio en exteriores a largo plazo o en ambientes corrosivos.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

**Programa del fijador**
**Información técnica**

	Con clavo premontado	Sin clavo premontado	d [mm]	W [mm]	H [mm]
	Denominación	Denominación			
③		<b>X-FB 5 MX</b>	5		7
③		<b>X-FB 6 MX</b>	6		8
③		<b>X-FB 7 MX</b>	7		9
③	<b>X-FB 8-C27</b>	<b>X-FB 8 MX</b>	8	31	10
③	<b>X-EMTC <sup>3/8</sup>-C27/-U22</b>	<b>X-BX <sup>3/8</sup> MX</b>	10 ( <sup>3/8</sup> )	33	12
③	<b>X-FB 11-C27</b>	<b>X-FB 11 MX</b>	11	34	13
③	<b>X-EMTC <sup>1/2</sup>-C27/-U22</b>		13 ( <sup>1/2</sup> )		
③	<b>X-FB 13-C27</b>	<b>X-EMTC <sup>1/2</sup> MX</b>	13 ( <sup>1/2</sup> )	42	15
③	<b>X-FB 16-C27</b>	<b>X-FB 16 MX</b>	16	44	18
③	<b>X-FB 18-C27</b>		18	46	20
③	<b>X-EMTC <sup>3/4</sup>-C27/-U22</b>	<b>X-EMTC <sup>3/4</sup> MX</b>	19 ( <sup>3/4</sup> )	47	21
③	<b>X-FB 20-C27</b>	<b>X-FB 20 MX</b>	20	48	22
③	<b>X-FB 22-C27</b>	<b>X-FB 22 MX</b>	22	50	24
③	<b>X-FB 24-C27</b>		24	52	26
③	<b>X-FB 25-C27</b>	<b>X-FB 25 MX, X-EMTC 1" MX</b>	25 (1")	53	27
③	<b>X-EMTC 1"-C27/-U22</b>		25 (1")		
③	<b>X-FB 28-C27</b>	<b>X-FB 28 MX</b>	28	56	30
③	<b>X-FB 32-C27</b>	<b>X-FB 32 MX</b>	32	58	34
③	<b>X-FB 35-C27</b>		35	64	37
③	<b>X-FB 40-C27</b>	<b>X-FB 40 MX</b>	40	69	42
③	<b>X-FB 50-C27</b>		50	77	52
④		<b>X-DFB 5 MX</b>	5	47	7
④		<b>X-DFB 6 MX</b>	6	50	8
④		<b>X-DFB 7 MX</b>	7	52	9
④	<b>X-DFB 8-C27</b>	<b>X-DFB 8 MX</b>	8		9.5
④	<b>X-DFB 11-C27</b>	<b>X-DFB 11 MX</b>	11		12.5
④	<b>X-DFB 16-C27</b>	<b>X-DFB 16 MX</b>	16	66	15
④	<b>X-DFB 18-C27</b>		18	70	18
④	<b>X-DFB 20-C27</b>	<b>X-DFB 20 MX</b>	20	75	20
④	<b>X-DFB 22-C27</b>	<b>X-DFB 22 MX</b>	22	79	22
④	<b>X-DFB 24-C27</b>	<b>X-DFB 25 MX</b>	24	83	24
④	<b>X-DFB 25-C27</b>		25		
④	<b>X-DFB 28-C27</b>	<b>X-DFB 28 MX</b>	28	91	28
④	<b>X-DFB 35-C27</b>		35	106	30
④	<b>X-DFB 40-C27</b>		40	116	37

### Especificaciones materiales:

① + ④ Lámina de acero galvanizado,  $f_u = 270-420 \text{ N/mm}^2$ , revestimiento de zinc 10–20  $\mu\text{m}$

### Herramientas:

**DX 460 F8, DX 5 F8, DX 351 F8** para todos **X-FB/DFB/EMTC** con clavos premontados

y

**DX 460 MX, DX 5 MX, DX 351 MX, GX 120 ME, GX 3 ME, BX 3 ME** para **X-FB/DFB/EMTC \_\_MX**

### Recomendación del sistema

Herramienta DX: Acero:	<b>6.8/11M cartucho amarillo o rojo</b>
Concreto:	<b>6.8/11M cartucho amarillo</b> en concreto verde/fresco y estándar <b>6.8/11M cartucho rojo</b> en concreto pre-vaciado, antiguo y endurecido
Mampostería	<b>6.8/11M cartucho verde</b>

Herramienta GX 120-ME: **lata de gas GC 20, GC21 y GC22**

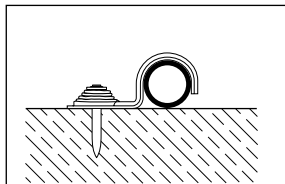
Herramientas GX 3 ME: **lata de gas GC 40, GC 41 y GC 42**

Herramientas BX 3 ME: **No se requiere gas**

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

### Control de calidad de la fijación

La cabeza del clavo no debe sobresalir.



# X-ECT MX Amarre de muros para cables eléctricos, X-UCT MX Amarre de muros para cables eléctricos, X-EKS MX Fijador de broche para tubería

## Información de producto

### Dimensiones

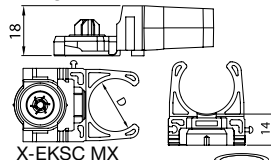
X-ECT MX



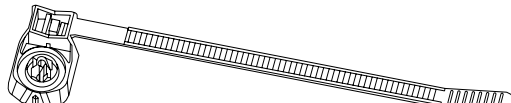
X-UCT MX



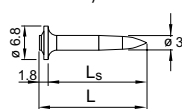
X-EKS MX



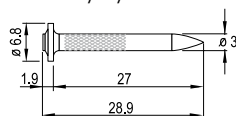
X-ECT 40 MX



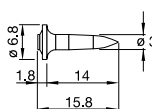
X-GHP 20/24



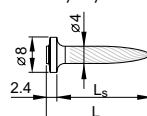
X-GN 20/27/32



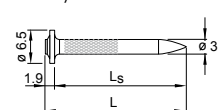
X-EGN 14



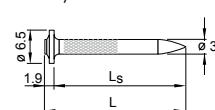
X-U 16/22/27



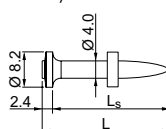
X-P 20/24 G3 MX



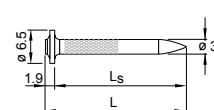
X-P 20/24 B3 MX



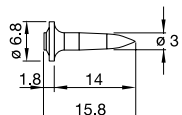
X-P 22/27



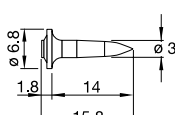
X-C 27 G3 MX



X-S 14 G3 MX



X-S 14 B3 MX



## Información general

### Especificaciones materiales

- X-ECT y X-EKS: Poliamida (libre de halógeno y silicio), gris claro RAL 7035  
PBT (libre de silicio, resistente al fuego), gris piedra RAL 7030
- X-UCT MX: HDPE (libre de halógeno y silicio), gris claro RAL 7035

### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460 MX, DX 5 MX, DX 351 MX, GX 120 ME, GX 3 ME, BX 3 ME

Para más detalles, consulte el Programa del fijador X-ECT MX, X-UCT MX y X-EKS MX en las páginas siguientes y el capítulo de Herramientas y equipo

### Aprobaciones

- CSTB (Francia) X-ECT MX, X-EKS MX, X-EKSC MX (todos con clavo X-U22 MX)
- UL (EE.UU) X-ECT MX

## Aplicaciones

### Ejemplos



Tuberías para cables rígidos o flexibles, con sujetacables



Tuberías rígidas



Tuberías para cables o tuberías livianas

## Información de carga

### Cargas recomendadas

Fijador	Carga de servicio <sup>1)</sup>
X-ECT MX / X-ECT 40 MX, X-UCT MX	0.04
X-EKS MX	0.011

<sup>1)</sup> La carga de servicio recomendada es determinada por la funcionalidad del elemento de plástico.

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

Concreto	
X-U, X-P:	$h_{\min} = 80 \text{ mm}$
X-P B3 MX, X-P G3 MX, X-GHP, X-C 27 G3 MX, X-GN 27 MX:	$h_{\min} = 60 \text{ mm}$

Acero
$t_{\perp} \geq 4 \text{ mm}$

## Espaciado

50–100 cm a lo largo del sujetacables. Modifique el espaciado conforme sea necesario para lograr que el sujetacables se mantenga estable.

## Información sobre la corrosión

Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para uso en exteriores a largo plazo o en ambientes corrosivos.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.



**Selección del fijador**
**Cables apropiados para uso con fijadores X-ECT MX, X-ECT 40 MX y X-UCT MX**

Tipo de tubería	Medida del cable [∅ mm]	No. de cables
NYM 3x1.5	8	14
NYM 5x1.5	10	10

**Tuberías apropiadas para uso con fijador X-EKS / X-EKSC MX**

Tipo de tubería	Tamaño de la tubería [mm]	No. de tuberías
Tubería de plástico	16-40	1

**Programa del fijador**

Denominación	Portacable	Tecnología de fijación	Clavo
Concreto o mampostería	X-ECT MX X-EKS MX X-UCT MX	GX 3 ME	X-P 20/24 G3 MX X-C 27 G3 MX
		GX 120 ME	X-GHP 20/24 MX X-GN 27 MX
		BX 3 ME	X-P 20/24 B3 MX
	X-ECT MX X-EKS MX	DX 460 MX, DX 5 MX, DX 351 MX	X-U 22/27 MX X-P 22/27 MX
	Acero	X-ECT MX	GX 3 ME
X-EKS MX		GX 120 ME	X-EGN 14 MX
X-UCT MX		BX 3 ME	X-S 14 B3 MX
X-ECT MX X-EKS MX		DX 460 MX, DX 5 MX, DX 351 MX	X-U 16 MX

X-EKS

Artículo no.	Denominación
285719	X-EKS 16 MX
2105391	X-EKS 19 MX
285720	X-EKS 20 MX
285721	X-EKS 25 MX
285722	X-EKS 32 MX
285723	X-EKS 40 MX

X-ECT

Artículo no.	Denominación
285709	X-ECT MX
285710	X-ECT UV MX
285711	X-ECT FR MX
432947	X-ECT 40 MX

X-EKSC

Artículo no.	Denominación
274083	X-EKSC 16 MX
274086	X-EKSC 20 MX
274087	X-EKSC 25 MX
386469	X-EKSC 32 MX
386470	X-EKSC 40 MX

X-UCT MX

Artículo no.	Denominación
2095183	X-UCT MX

**Recomendación del sistema**

Herramienta DX: Acero:	<b>6.8/11M cartucho amarillo o rojo</b>
Concreto:	<b>6.8/11M cartucho amarillo</b> en concreto verde/fresco y estándar <b>6.8/11M cartucho rojo</b> en concreto pre-vaciado, antiguo y endurecido
Mampostería:	<b>6.8/11M cartucho verde</b>
Herramienta GX 120-ME:	<b>lata de gas GC 20, GC21 y GC22</b>
Herramientas GX 3 ME:	<b>lata de gas GC 40, GC 41 y GC 42</b>
Herramientas BX 3 ME:	<b>No se requiere gas</b>

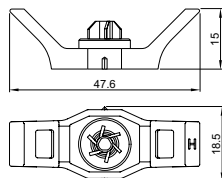
Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.

# X-UCT-E MX Amarre de muros para cables eléctricos

## Especificaciones de producto

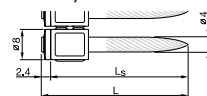
### Dimensiones

X-UCT-E MX

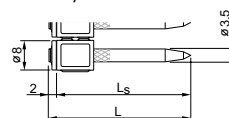


Fijador para X-UCT-E MX **en concreto**

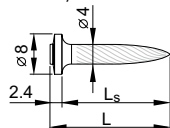
X-U 22/27 MX



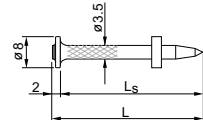
X-C 20/27 MX



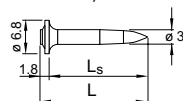
X-U 22/27 P8



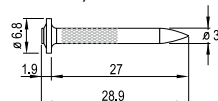
X-C 27 P8



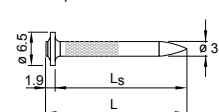
X-GHP 20/24 MX



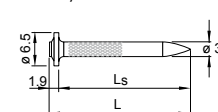
X-GN 20/27 MX



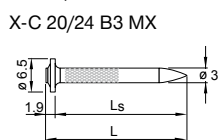
X-P 20/24 G3 MX



X-C 20/27 G3 MX



X-P 20/24 B3 MX



X-C 20/24 B3 MX

### Información general

#### Especificaciones materiales

X-UCT-E MX PE, gris claro RAL 7035

X-U P8, X-U MX Acero al carbono, HRC 58.0, recubrimiento de zinc 5-20 µm

X-C P8, X-C MX Acero al carbono, HRC 56.5, recubrimiento de zinc 5-20 µm

X-U P8, X-U MX Acero al carbono, HRC 58.0, recubrimiento de zinc 5-20 µm

X-GHP, X-EGN Acero al carbono, HRC 57.5, recubrimiento de zinc 2-13 µm

X-GN Acero al carbono, HRC 53.5, recubrimiento de zinc 2-13 µm

X-P G3 MX Acero al carbono, HRC 57.5, recubrimiento de zinc 2-13 µm

X-S G3 MX Acero al carbono, HRC 56.5, recubrimiento de zinc 2-13 µm

X-C G3 MX Acero al carbono, HRC 56.5, recubrimiento de zinc 2-13 µm

X-P B3 MX Acero al carbono, HRC 57.5, recubrimiento de zinc 2-13 µm

X-S B3 MX Acero al carbono, HRC 56.5, recubrimiento de zinc 2-13 µm

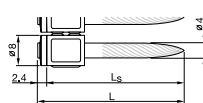
X-C B3 MX Acero al carbono, HRC 56.5, recubrimiento de zinc 2-13 µm

#### Herramientas de fijación recomendadas

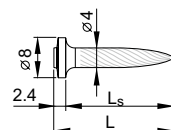
DX 351 MX, DX 351 F8, GX 120 ME, GX 3 ME, BX 3 ME

Fijador para X-UCT-E MX **en acero**

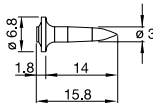
X-U 16 MX



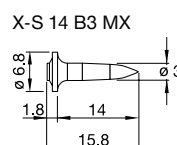
X-U 16 P8



X-EGN 14



X-S 14 G3 MX



X-S 14 B3 MX

## Aplicaciones

### Ejemplos



UCT-E MX con sujetacables para dos tubos



X-UCT-E MX con sujetacables para un solo tubo

## Información de carga

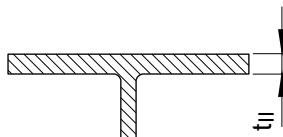
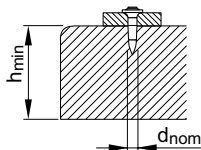
### Cargas recomendadas

Fijador	Carga de servicio <sup>1)</sup> [kN]
X-UCT-E MX	0.04
X-UCT-E MX con 1 sujetacable blanca	
X-UCT-E MX con 1 sujetacable azul Y 1 sujetacable rojo	
X-UCT-E MX con YA SEA 1 sujetacable azul Q 1 sujetacable rojo	0.02

<sup>1)</sup> La carga de servicio recomendada es determinada por la funcionalidad del elemento de plástico.

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base



Concreto		Acero	
X-U MX, X-U P8, X-C MX, X-C P8	$h_{\min} = 80 \text{ mm}$	X-U 16 MX X-U 16 P8	$t_{II} \geq 6.0 \text{ mm}$
X-GHP MX, X-GN MX X-P G3 MX, X-C G3 MX X-P B3 MX, X-C B3 MX	$h_{\min} = 60 \text{ mm}$	X-EGN 14 MX X-S 14 G3 MX X-S 14 B3 MX	$t_{II} \geq 4.0 \text{ mm}$

## Espaciado

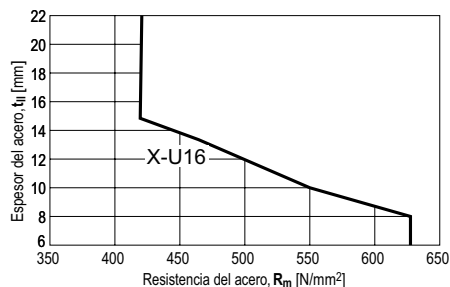
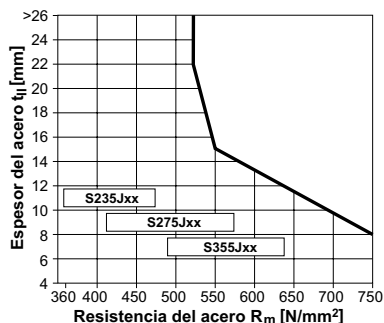
50-100 cm a lo largo del sujetacables según sea necesario para controlar el pandeo y mantener la alineación de los conductos.

### Información sobre la corrosión

Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para uso en exteriores a largo plazo o en ambientes corrosivos.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.

### Límite de aplicación



#### Para fijadores en acero

- X-EGN 14 MX
- X-S 14 B3 MX
- X-S G3 MX

#### Para fijadores en acero

- X-U 16 MX

### Selección de fijadores y recomendación de sistema

#### Programa de fijadores

Denominación	Artículo no.	
X-UCT-E MX	2149226	Elemento X-UCT-E MX

### Selección de la herramienta

X-U MX, X-C MX:

DX 351 MX

X-U P8, X-C P8:

DX 351-F8

X-GHP MX, X-GN MX, X-EGN 14 MX :

GX 120-ME

X-P G3 MX, X-S G3 MX, X-C G3 MX:

GX 3-ME

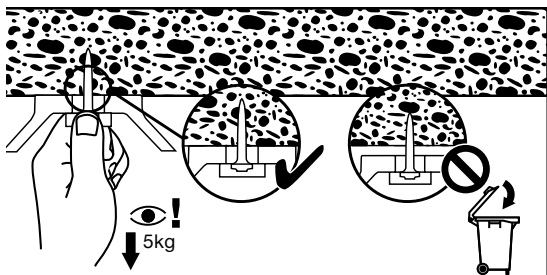
X-P B3 MX, X-C B3 MX, X-S B3 MX:

BX 3-ME

### Recomendación de sistema

DX 351 MX, DX 351-F8	Concreto suave:	6.8/11M verde,
	Concreto resistente:	6.8/11M amarillo,
	concreto muy resistente:	6.8/11M rojo
GX 120-ME	Lata de gas GC 20, GC 21 y GC 22	
GX 3-ME	Lata de gas can GC 40, GC 41 y GC 42	
BX 3-ME	No se requiere gas	

### Control de calidad de la fijación

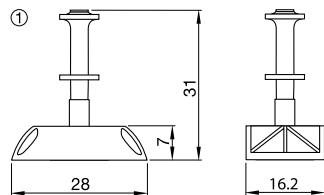


# X-ET para fijar bandejas de cables eléctricos y cajas de conexión de plástico

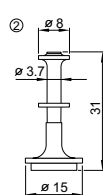
## Especificaciones del producto

### Dimensiones

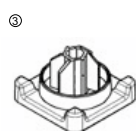
X-ET UK-H27



UK-H27

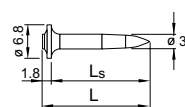


X-ET MX

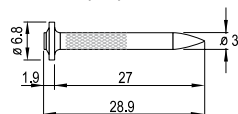


w x l x h = 16.5 x 16.5 x 12 mm

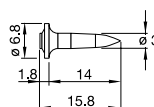
X-GHP 20/24



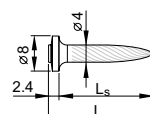
X-GN 20/27/32



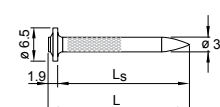
X-EGN 14



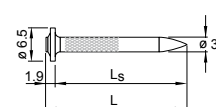
X-U 16/22/27



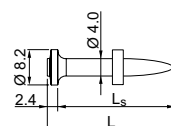
X-P 20/24 G3 MX



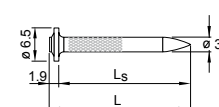
X-P 20/24 B3 MX



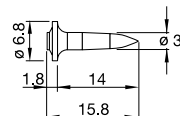
X-P 22/27



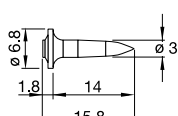
X-C 27 G3 MX



X-S 14 G3 MX



X-S 14 B3 MX



## Información general

### Especificaciones materiales

X-ET

Polietileno

X-ET MX

Poliamida (libre de halógeno y silicio), gris claro RAL 7035 y  
PBT (libre de silicio, resistente al fuego), gris piedra RAL 7030

### Herramientas de fijación recomendadas

DX 460 MX, DX 5 MX, DX 351 MX, GX 120 ME, GX 3 ME, BX 3 ME

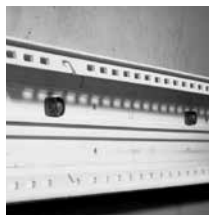
Para más detalles, consulte el Programa del fijador **X-ET** en las páginas siguientes y el capítulo de **Herramientas y equipo**

## Aplicaciones

### Ejemplos



Cableado



Cableado



Cajas eléctricas



Tuberías y tuberías con cintas metálicas o textiles

## Información de carga

### Carga recomendada

Fijador	Carga de servicio <sup>1)</sup> [kN]
X-ET MX	0.1

<sup>1)</sup> La carga de servicio recomendada está determinada por la funcionalidad del elemento de plástico.

## Requerimientos de aplicación

### Espesor del material base

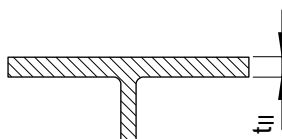
#### Concreto

X-U, X-P:  $h_{\min} = 80 \text{ mm}$

X-P B3 MX, X-P G3 MX, X-GHP,  
X-C 27 G3 MX, X-GN 27 MX:  $h_{\min} = 60 \text{ mm}$

#### Acero

$t_{II} \geq 4 \text{ mm}$



## Información sobre la corrosión

Estos fijadores con revestimiento de zinc no son apropiados para uso en exteriores a largo plazo o en ambientes corrosivos.

Para información más detallada con respecto a la corrosión, consulte el capítulo correspondiente en la sección **Métodos y Técnicas de Fijación Directa**.



**Programa del fijador**

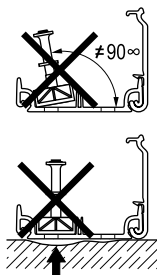
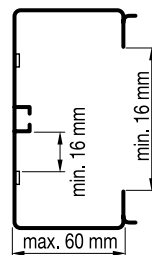
Denominación	Portacable	Tecnología de fijación	Clavo
Concreto o mampostería	X-ET MX	GX 3 ME	X-P 20/24 G3 MX X-C 27 G3 MX
		GX 120 ME	X-GHP 20/24 MX X-GN 27 MX
		BX 3 ME	X-P 20/24 B3 MX
	X-ET UK-H27	DX 460 MX, DX 5 MX, DX 351 MX	X-U 22/27 MX X-P 22/27 MX
Acero	X-ET MX	GX 3 ME	X-S 14 G3 MX
		GX 120 ME	X-EGN 14 MX
		BX 3 ME	X-S 14 B3 MX
	X-ET UK-H27	DX 460 MX, DX 5 MX, DX 351 MX	X-U 16 MX

**Información de pedido**

Fijación	Artículo no.	Denominación
X-ET	251705	X-ET UK-H27
	285718	X-ET MX

**Condiciones de uso:**

- No sujetar en el nervio
- El inferior de la canaleta debe ser liso.
- X-ET MX solo en perforaciones hechas previamente


**Dimensiones de la canaleta**
 $t_1 \leq 2 \text{ mm PVC}$ 


**Recomendación del sistema**

Herramienta DX: Acero:	<b>6.8/11M cartucho amarillo o rojo</b>
Concreto:	<b>6.8/11M cartucho amarillo</b> en concreto verde/fresco y estándar <b>6.8/11M cartucho rojo</b> en concreto pre-vaciado, antiguo y endurecido
Mampostería	<b>6.8/11M cartucho verde</b>

Herramienta GX 120-ME: **lata de gas GC 20, GC21 y GC22**

Herramientas GX 3 ME: **lata de gas GC 40, GC 41 y GC 42**

Herramientas BX 3 ME: **No se requiere gas**

Se puede ajustar la potencia de la herramienta por medio de pruebas en sitio.



**Sección 4:**

## **Métodos y técnicas de fijación directa**



# 1. Introducción

## 1.1 Definiciones y terminología general

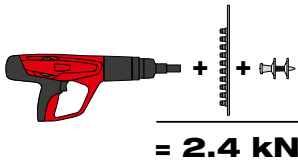
La tecnología de fijación directa de Hilti es una técnica que consiste en instalar clavos o pernos especialmente endurecidos en acero, concreto o mampostería utilizando una herramienta tipo pistón. Los materiales que pueden fijarse con este método son el acero, la madera, materiales aislantes y algunos tipos de plástico.

La potencia de instalación del fijador es generada por una carga de energía (un cartucho con pólvora propulsora combustible, gas combustible o aire comprimido). Durante el proceso de instalación, el material base no es removido, sino que es desplazado. En la terminología de Hilti, **DX** corresponde a sistemas “a pólvora” y **GX** a sistemas “a gas”.

## 1.2 Razones para utilizar fijación a pólvora, gas o batería

Las siguientes imágenes ilustran algunas de las razones principales por las que muchos contratistas aprovechan los beneficios de la fijación directa a pólvora, gas o batería.

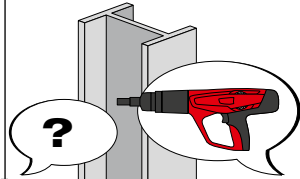
<p>La velocidad es importante.</p>	<p>Se requiere de un sistema de fijación fácil de usar, sin complicaciones.</p>	<p>Se requiere de un sistema de fijación que no se vea afectado por el medio ambiente.</p>
<p>No se puede hacer uso de energía eléctrica, o los cables eléctricos dificultarían el trabajo.</p>		



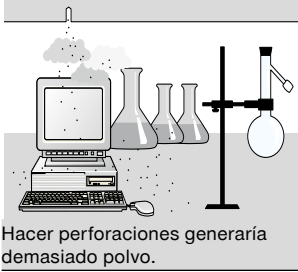
Se requiere de un sistema de fijación completo cuya resistencia esté garantizada.



No es factible hacer perforaciones a causa del ruido.



Hacer perforaciones resultaría muy complicado.



Hacer perforaciones generaría demasiado polvo.

Además, hay razones específicas por las que los contratistas pueden usar una fijación accionada por batería:

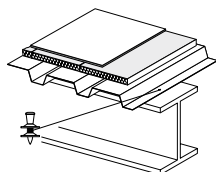


No se permiten latas de gas o sistemas de combustión.

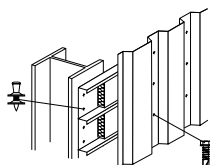
### 1.3 Aplicaciones de la fijación directa

En las ilustraciones siguientes, se muestran las aplicaciones típicas de las fijaciones a pólvora o a gas:

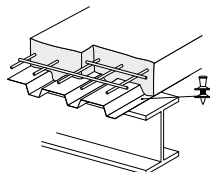
- Fijación de láminas metálicas delgadas: instalación de cubiertas para techo, revestimientos de muros y cubiertas para pisos.
- Fijación de elementos de acero grueso: p.ej., soportes metálicos, clips
- Fijación de materiales suaves tales como listones de madera o materiales aislantes sobre acero, concreto o mampostería.
- Pernos roscados para cielo raso, instalación de servicios, rejillas de varillas o pisos de plancha diamantada.
- Conexiones para estructuras compuestas: fijación de conectores de corte compuestos con clavos.



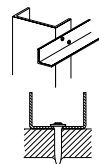
Cubiertas para techos



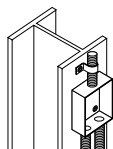
Revestimientos para muros



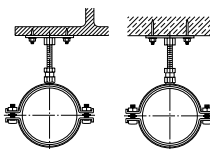
Cubiertas para pisos



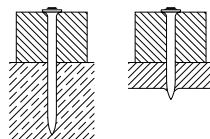
Soportes, clips y railes de metal



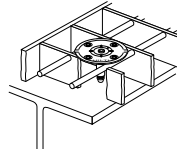
Fijaciones para instalaciones mecánicas y eléctricas



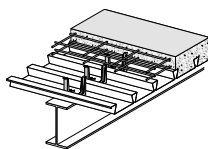
Soportes con conectores roscados



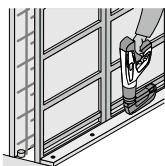
Listones de madera fijados sobre acero o concreto



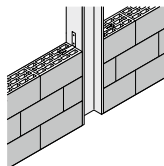
Fijaciones para rejillas



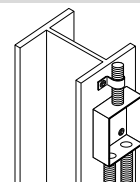
Conectores de Corte



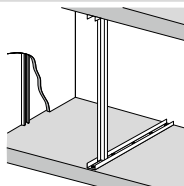
Encofrado del sistema



Amarre de muros en acero y concreto



Instalaciones mecánicas y eléctricas






Riel para tabla yeso al concreto y acero

## 2. El sistema de fijación directa

Conjuntamente, el fijador, la herramienta y la fuente de energía constituyen un sistema de fijación con características propias específicas.

Se muestran ejemplos de los componentes del sistema de fijación directa de Hilti a continuación.

Fijadores	Herramientas de fijación	Fuente de energía
		
Herramienta a pólvora		
		
Herramienta a gas		
		
Herramienta a batería		



## 2.1 Fijadores

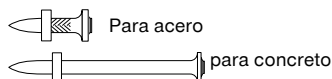
Los fijadores pueden clasificarse en tres categorías generales: clavos, pernos roscados y fijadores compuestos.

### Clavos

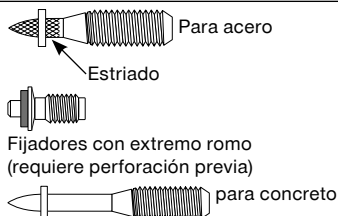
Clavos de revestimientos metálicos y cubiertas



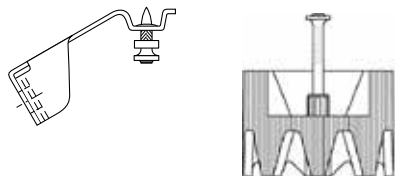
Clavos de uso general



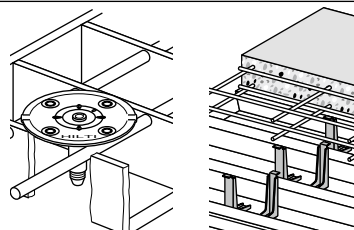
### Pernos roscados



### Fijadores compuestos



### Fijadores con múltiples partes



Los clavos utilizados (también conocidos como pasadores de instalación) son de una clase especial, y están equipados con arandelas para cumplir con las necesidades de la aplicación y para servir como guía durante su instalación. Los pernos roscados son básicamente clavos con una sección superior roscada en vez de cabeza. Los fijadores compuestos son un ensamblaje compuesto por un clavo y un componente de fijación específico según la aplicación, tal como un broche, placa o disco de metal o plástico.

Los clavos para instalación de revestimientos metálicos y cubiertas pueden reconocerse gracias a sus arandelas, las cuales están especialmente diseñadas para sostener las láminas metálicas en su lugar y para absorber potencias de instalación excesivas.

Los fijadores diseñados para instalarse en acero usualmente están provistos de vástagos estriados, lo cual incrementa su resistencia a la tensión. Los fijadores para uso en concreto tienen vástagos más largos que los fijadores para uso en acero. Los pernos roscados pueden tener una rosca métrica (M6, M8 o M10) o imperial (Whitworth) (1/4", 5/16" o 3/8").

Los clavos y pernos roscados usualmente poseen un revestimiento de zinc para protegerlos de la corrosión durante su transporte, almacenamiento y construcción. Ya que este grado de protección resulta insuficiente para proporcionar protección contra la corrosión a largo plazo, el uso de estos fijadores con revestimiento de zinc está limitado a aplicaciones en las que no estarán expuestos al medio ambiente o a atmósferas corrosivas durante su vida útil. De hecho, la capa de zinc en los fijadores instalados en acero constituye una desventaja ya que reduce la resistencia a la tensión.

Por esta razón, se debe optimizar el espesor del zinc en el fijador para asegurar tanto una protección contra la corrosión efectiva como un grado de fijación alto. Durante la producción, es necesario controlar estrictamente el proceso de galvanización para prevenir espesores de zinc excesivos y, a su vez, fijaciones deficientes. Los fijadores deben ser de 2 a 3 veces más duros que el material en el cual se han de instalar.

La resistencia a la tracción del acero estructural comúnmente se ubica entre 400 y 600 MPa. Por ende, los fijadores para uso en acero requieren una resistencia de aproximadamente 2000 MPa. Ya que la dureza Rockwell es mucho más fácil de medir que la resistencia, y existe una buena correlación entre la dureza y la resistencia, esta característica se utiliza como parámetro en la especificación y fabricación de fijadores. En la tabla posterior, se determina la dureza HRC para un rango dado de resistencias a la tracción (DIN 50150).

<b>Resistencia a la tensión</b>								
<b>MPa</b>	770	865	965	1810	1920	1995	2070	2180
<b>HRC</b>	20.5	25.5	30	52.5	54	55	56.5	58

## 2.2 Proceso de fabricación

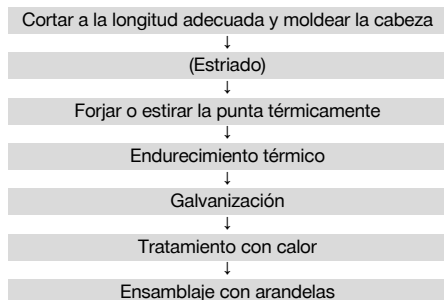
### Fijadores de acero endurecidos estándar

Casi todos los fijadores a pólvora y a gas utilizados alrededor del mundo se fabrican con alambre de acero al carbón, el cual es posteriormente endurecido térmicamente para darle la resistencia que necesita para ser instalado en acero o concreto. En la fabricación de clavos, el diámetro del vástago es determinado por el diámetro de alambre utilizado. Los pernos roscados se fabrican con el alambre correspondiente según el diámetro de rosca requerido. El proceso de fabricación, el cual se resume en el diagrama siguiente, consiste en cortar el alambre a la longitud requerida, moldear la cabeza, moletearlo, forjar o estirar la punta térmicamente, endurecerlo, galvanizarlo y ensamblarlo junto con las arandelas. El proceso de endurecimiento del acero a más de HRC 50 en combinación con el revestimiento de zinc conlleva el riesgo de fragilización por hidrógeno. Este riesgo puede mitigarse al tratar el producto galvanizado con calor, a la temperatura óptima y por el periodo de tiempo apropiado. Los

fijadores galvanizados y tratados con calor son sometidos a pruebas de deformación por impacto para verificar la efectividad del proceso. Dependiendo de la aplicación prevista, algunos fijadores son además probados bajo tensión y corte.

#### Proceso de fabricación

Fijadores revestidos con zinc estándar



### Fijadores de acero inoxidable

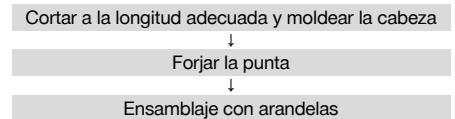
Hilti introdujo el primer fijador de acero inoxidable a pólvora en 1994.

Estos fijadores, los cuales no se endurecen térmicamente, se fabrican con alambre de acero inoxidable especial con una resistencia a la tracción máxima de 1850 MPa. Uno de los efectos de utilizar como materia prima acero con una resistencia tan alta es que los procesos de moldeado y forjado presentan mayores dificultades técnicas. Por otra parte,

estos fijadores no corren el riesgo de sufrir fragilización por hidrógeno, y su resistencia disminuye muy ligeramente cuando se someten a temperaturas altas, como en caso de un incendio.

#### Proceso de Fabricación

Fijadores de Acero Inoxidable

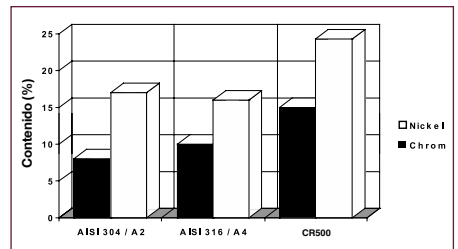


### 2.3 Materias primas para el fijador

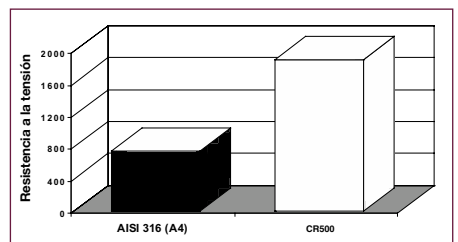
Los fijadores estándar con revestimiento de zinc de Hilti se fabrican con alambre de acero carbón con una resistencia a la tracción máxima de 590 a 760 MPa.

Los fijadores de acero inoxidable Hilti **X-CR / X-CRM / X-BT** están fabricados con alambre de acero inoxidable aleado con nitrógeno de alta resistencia (denominación Hilti CR500).

El níquel y el cromo son los componentes del acero inoxidable que lo hacen resistente a la corrosión. Puede observar una comparación del acero CR500 con aceros inoxidables comúnmente utilizados como AISI 304 y 316 (A2 y A4 Europeo) en el gráfico de la derecha. Observe que el acero CR500 contiene una cantidad considerablemente mayor de níquel y cromo que el 304 y el 316.



Otra comparación que resulta relevante es la diferencia en la resistencia a la tracción máxima, la cual se muestra en el gráfico de la derecha.



## 2.4 Tipos de herramientas Hilti de fijación directa

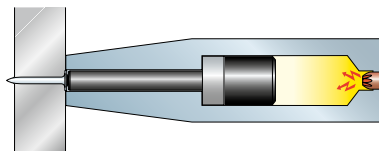
Actualmente, Hilti ofrece tres tipos de herramientas de fijación directa: accionadas por pólvora, accionadas por gas y activadas por batería.

### 2.4.1 Herramientas a pólvora



Estas herramientas se basan en cartuchos de diferentes niveles de potencia como propelente. Cuando se enciende, el cartucho transfiere energía a un pistón que, a su vez, impulsa el sujetador hacia el material base.

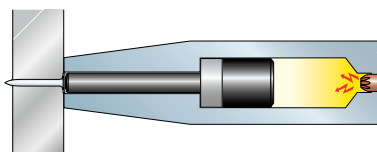
Tipo de herramienta a pólvora	Velocidad de prueba promedio		Velocidad de prueba sencilla máxima	
	m/s	[fps]	m/s	[fps]
Velocidad baja	100	[328]	108	[354]
Velocidad media	150	[492]	160	[525]
Velocidad alta	>150	[492]	>160	[525]



### 2.4.2 Herramientas de gas



Estas herramientas dependen del gas como propelente. La expansión del gas transfiere energía a un pistón que, a su vez, impulsa el cierre hacia el material base.



Hilti fabrica herramientas accionadas por gas utilizando dos tecnologías distintas. El primero (usado especialmente en los modelos GX 90 WF) usa un ventilador para mezclar el propelente con el aire ambiente. El segundo (utilizado principalmente en el GX 120 y GX 3) utiliza un mecanismo diseñado por Hilti que no requiere alimentación externa para mezclar el gas y el aire en la cámara de combustión.

### 2.4.3 Herramientas de batería



Esta herramienta es libre de propelente. La energía que mueve el pistón es generada por un motor eléctrico, dos resortes y una correa. La única fuente de energía requerida es una batería de 22V que sea intercambiable con otras herramientas de la familia de plataformas Hilti 22V.



## 2.5 Principios de operación

Todas las herramientas de fijación directa de Hilti tienen un pistón. Hay tres formas en que el pistón puede entrar en contacto con el fijador cuando un operador dispara una herramienta, lo que se conoce como principios operativos. Se describen en el diagrama a continuación.

Es importante tener en cuenta que el principio de funcionamiento utilizado para un punto de fijación determinado modifica el límite de la aplicación, especialmente cuando se sujeta en acero.

Principio operativo	Características	
Operación en coacción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>X &gt; 0</math> ; <math>Y = 0</math></li> <li>• Límite de aplicación máximo</li> <li>• Retroceso mínimo</li> </ul>	
Operación de impacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>X = 0</math> ; <math>Y &gt; 0</math></li> <li>• Límite de aplicación menor</li> <li>• Retroceso mayor</li> </ul>	
Operación por contacto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>X = 0</math> ; <math>Y = 0</math></li> <li>• Límite de aplicación mínimo</li> <li>• Retroceso máximo</li> </ul>	

Cabe notar que se puede lograr una operación en coacción del 100% presionando el fijador contra el pistón hasta donde sea posible con una baqueta o, si el diseño de la herramienta lo incluye, con el mecanismo de baqueta interno. Las herramientas con barriletes de clavos no logran un 100% de coacción debido a que se necesita de un espacio libre entre el extremo del pistón y la banda de clavos de magazín. Algunas herramientas de disparo único permiten al operador utilizar una herramienta tipo impacto como si fuera una herramienta de coacción, por medio de una baqueta.

## 2.6 Cartuchos (cargas de energía, elevadores de potencia)

Los cartuchos para herramientas de actuación indirecta están disponibles en diversos tamaños estándar, y cada tamaño está disponible en hasta 6 niveles de potencia distintos. En los Estados Unidos, la potencia del cartucho, la sensibilidad del imprimador y las dimensiones del cartucho son reguladas por la información técnica publicada por el Powder-Actuated Tool Manufacturers Institute, Inc. (Instituto de Fabricantes de Herramientas a Pólvora, PATMI por sus siglas en inglés). El PATMI determina el nivel de potencia de acuerdo con la velocidad medida en una prueba estándar, en el cual un proyectil cilíndrico grano 350 [22.7 gram] estandarizado es disparado con un aparato estandarizado. La identificación y limitaciones de uso se tratan en ANSI A10.3-2006.

### Códigos de color, niveles de potencia y definición de cartuchos según PATMI

Tamaño	Código de color	Nivel de potencia	Velocidad de proyectil grano 350		Energía calculada (Joules)		
			ft./sec.	[m/sec.]	mínima	promedio	máxima
6.8 / 11 [Cal. 27 largo]	Gris	1	370 ± 45	[113 ± 13.7]	111	144	182
	Marrón	2	420 ± 45	[128 ± 13.7]	148	186	228
	Verde	3	480 ± 45	[146 ± 13.7]	200	243	291
	Amarillo	4	560 ± 45	[171 ± 13.7]	280	331	386
	Rojo	5	610 ± 45	[186 ± 13.7]	337	392	452
	Púrpura / negro	6	660 ± 45	[201 ± 13.7]	399	459	524
6.8 / 18 [Cal. 27 largo]	Verde	3	550 ± 45	[168 ± 13.7]	269	319	373
	Amarillo	4	630 ± 45	[192 ± 13.7]	361	419	480
	Azul	4.5	725 ± 45	[221 ± 13.7]	488	554	625
	Rojo	5	770 ± 45	[235 ± 13.7]	554	625	700
	Púrpura / negro	6	870 ± 45	[265 ± 13.7]	718	798	883

El estándar alemán DIN 7260 especifica dimensiones de cartucho, códigos de color y niveles de potencia, los cuales se definen en función de la energía generada al disparar un cartucho en un aparato estandarizado. DIN 7260 especifica un proyectil de 3.66 gramos con una geometría algo más compleja que la del proyectil de PATMI.

### Códigos de color, niveles de potencia y definición de cartuchos según DIN 7260

Tamaño	Código de color	Nivel de potencia	Energía especificada (Joules)
6.8 / 11	Blanco	Más débil	120 ± 50
	Verde	Débil	200 ± 50
	Amarillo	Medio	300 ± 50
	Azul	potente	400 ± 50
	Rojo	Muy potente	450 ± 50
	Negro	Más potente	600 ± 50
6.8 / 18	Verde	Débil	200 ± 50
	Amarillo	Medio	400 ± 50
	Azul	potente	500 ± 50
	Rojo	Muy potente	600 ± 100
	Negro	Más potente	800 ± 100

Con el fin de permitir la combinación de herramientas y cartuchos de diferentes fabricantes, PATMI proporciona los lineamientos con respecto a las dimensiones de los cartuchos. Los fabricantes optimizan las características de los cartuchos para sus herramientas con el fin de obtener fiabilidad funcional y una vida útil prolongada.

**La combinación de componentes se menciona en ANSI A10.3-2006, sección 7.10: “Solo deben utilizarse los tipos de fijadores y cargas de energía recomendados por el fabricante de la herramienta para una herramienta dada, o bien aquellos que proporcionen el mismo nivel de seguridad y desempeño”.**

Es responsabilidad del usuario de productos a pólvora el cumplir con este requerimiento.



### 3. Salud y Seguridad

La seguridad de los sistemas de fijación a pólvora puede evaluarse en función de tres características de seguridad generales:

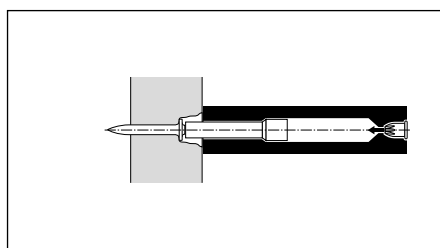
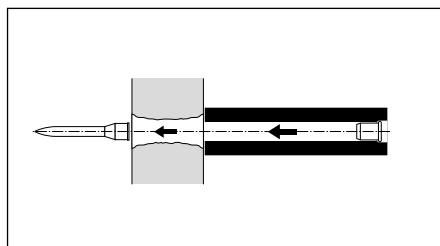
- **Seguridad del operador** se refiere a la protección del operador y de espectadores.
- **Seguridad de fijación** es una medida de la idoneidad de las fijaciones en sitio.

#### 3.1 Seguridad del operador

Los sistemas a pólvora de Hilti incorporan cinco características de diseño importantes que garantizan máxima seguridad para el operador - el principio del pistón DX, el mecanismo de seguridad contra caídas, el mecanismo de seguridad de presión de contacto, el mecanismo de seguridad del disparador y el mecanismo de seguridad contra disparos accidentales.

#### Principio del pistón DX/GX Hilti

Uno de los principales problemas que plantea el uso de cartuchos rellenos de pólvora explosivos para instalar fijadores es lo que puede suceder si el fijador no llega a fijarse en el material base. El principio del pistón asegura que la energía del propulsor en el cartucho se transfiere al pistón, cuya masa acelerada le da impulso al fijador. Ya que el pistón está captivo en el interior de la herramienta, la herramienta absorbe alrededor del 95% de la energía de impulso en caso de que el fijador no se fije en el material base. Por ende, la velocidad de un fijador que no llega a fijarse en el material base es considerablemente menor que las velocidades asociadas con fijadores de herramientas de alta velocidad (herramientas que no operan bajo el principio del pistón).



#### Mecanismos de seguridad de herramientas

Para minimizar los peligros potenciales durante el uso de la herramienta, Hilti ha implementado los siguientes mecanismos de seguridad en todas sus herramientas de fijación directa.

### Seguridad contra caídas

El mecanismo de seguridad contra caídas evita que la herramienta se dispare en caso de una caída no intencional. Este mecanismo está diseñado de tal modo que la herramienta, amortillada o no, no se dispare cuando caiga sobre una superficie dura en cualquier ángulo.



### Seguridad del disparador

Este mecanismo ayuda a asegurar que accionar el disparador por sí mismo no hará que el cartucho se dispare. El disparador en las herramientas DX y GX de Hilti permanece desconectado del mecanismo del percutor hasta que la herramienta se presiona completamente contra la superficie del trabajo.



### Seguridad de presión de contacto

Para que una herramienta Hilti esté lista para disparar, esta debe presionarse contra la superficie de trabajo. Esto requiere una fuerza de al menos 50 N [11.2 libras]. Las herramientas con placa base grande que pueden tomarse con la mano fácilmente, por ejemplo, la herramienta DX 76, DX 460 SM, GX 120 tienen un pasador de contacto superficial adicional que también debe presionarse para poder dispararse. El propósito de este diseño es evitar que la herramienta se dispare cuando la boquilla no está en contacto con la superficie de trabajo.



### Seguridad contra disparos accidentales

Las herramientas DX de Hilti no pueden dispararse si se acciona el gatillo y posteriormente se presiona la herramienta contra la superficie de trabajo (también conocido como “disparo de rebote”).

Estas herramientas pueden dispararse solamente cuando (1) están presionadas contra la superficie de trabajo y (2) el disparador es accionado.



### Cartuchos de pólvora y seguridad del operador

EN16264 requiere enviar cada cartucho a las pruebas de sobrepresión en cada una de las herramientas para las que está destinado. Esto asegura que la tira de plástico de colada tenga la resistencia adecuada.

EN16264 también define la cantidad máxima de polvo sin quemar que un cartucho puede dejar después de la combustión, ya que este residuo puede explotar y causar lesiones a los operadores y transeúntes. El cumplimiento de este requisito es un requisito previo para la conformidad CE.

Los cartuchos Hilti vienen en paquetes que abordan todas las normas mencionadas anteriormente. Cada paquete muestra el nivel de energía del cartucho a través de un punto de color, con qué herramientas está asociado y aprobado (conocido como "aprobaciones del sistema"), una marca a escala de EE. UU. Y otra a escala europea, además de la CE y Logotipos CIP, como se ilustra en la siguiente imagen en la parte "negra" del paquete.



La identificación y las limitaciones del uso del cartucho se tratan en la norma ANSI / ASSE A10.3. Finalmente, también es importante que, sea cual sea el cartucho, el operador siga la ventilación instrucciones previstas en las Instrucciones de operación incluidas en cada caja de cartucho.

## Latas de gas y seguridad del operador

Las normas y estándares relevantes para las latas de gas incluyen EN12205 e ISO 11118 a partir de 2018, que regulan la estructura física de las latas de gas. También incluyen la norma ONU 1950 o la norma ONU 3150, que definen las condiciones bajo las cuales el gas puede enviarse y distribuirse. Se considera seguro las regulaciones regionales también se aplican dependiendo de la ubicación del operador: ADR / RID para Europa y ORM-D para los Estados Unidos. Todas las latas de gas Hilti cumplen estrictamente estas normas. Para garantizar que las latas de gas de Hilti se utilicen en las condiciones adecuadas, cada una de ellas cuenta con información de seguridad en formato de texto y pictograma. En particular, muestra su fecha de caducidad, la temperatura máxima a la que puede estar expuesto, su nivel de presión y el "Extremadamente inflamable" logo. El paquete adjunto también muestra esta información, además de los recomendados condiciones de almacenaje. Y el folleto adjunto proporciona la lista completa de potenciales Los peligros asociados con el gas pueden.

GC 42 for use with the Hilti GX 3 tool.

For professional use only. Strictly for intended use only. Read the operating instructions and the safety regulations. Keep out of reach of children. See edge of can for expiration date and lot number. Extremely flammable gas. Contains pressure; may explode if heated. Contains: Isobutane, Propene. Pressurized container. Do not pierce or burn, ever use. Protect from sunlight. Do not expose to temperatures exceeding 50°C/122°F. Do not spray on an open flame source. Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. — No smoking. Store the container in a well-ventilated recommended storage temperature: 5°C to 25°C (41°F to 77°F).

GC 42 Gasdose zur Verwendung im Gerät Hilti GX 3.

Nur für professionellen Gebrauch. Benutzung ausschliesslich gemäss Verwendungszweck. Vor der Inbetriebnahme lesen und die Sicherheitsvorschriften lesen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Abfüll-Los siehe Dosenrand. Extrem entzündbares Gas. Enthält: Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explosionsgefährlich werden. Behälter steht unter Druck; nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach der Verbrennung bestrahlung schützen und nicht Temperaturen von mehr als 50 °C/122 °F aussetzen. Nicht gegen offene andere Zündquelle sprühen. Von Hitze/Funken/offener Flamme/heißen Oberflächen fernhalten - Nicht rauch gelüfteten Bereichen verwenden. Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren. Empfohlene Lagertemperatur: (41°F bis 77°F).

GC 42 pour système Hilti GX 3.

Usage réservé aux professionnels, uniquement dans le cadre d'une utilisation normale. Lire le manuel D'utilisation et les instructions de sécurité avant utilisation. Tenir hors de portée des enfants. Date d'expiration sur la bordure de la cartouche extrêmement inflammable. Contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur. Contient: Isobutane/Propène sous pression: ne pas perforez, ni brûler, même après usage. Protéger du rayonnement solaire. Exposer à une température supérieure à 50 °C/122 °F. Ne pas vaporiser sur une flamme nue ou sur toute autre source de chaleur. Tenir à l'écart de la chaleur/des étincelles/des flammes nues/des surfaces chaudes. - Ne pas fumer. Stocker les cartons dans un endroit bien ventilés. Température recommandée pour le stockage: 5°C à 25°C (41°F à 77°F).

81 ml

(2.74 fl. oz.)

Made in Germany

www.hilti.com

Hilti Corporation, FL-9494 Schaan, Tel. ++423/234 21 11

Hilti = registered trademark of Hilti Corporation, Schaan, LI



Danger  
Gefahr

210861 3/10.2014

Para habilitar el seguimiento eficiente de cualquier problema, el número de lote de producción también se imprime en cada lata y paquete de gas.

La ilustración lateral muestra el diseño gráfico típico de una lata de gas Hilti.

Las herramientas Hilti solo funcionan con latas de gas Hilti. Esto asegura que la herramienta reciba gas en la cantidad y composición correctas, minimizando los riesgos de seguridad

**Seguridad del operador relacionada con el ruido.**

Hilti mide el ruido que emiten sus herramientas de sujeción directa según la norma internacional EN 15895 para ayudar a los operadores e ingenieros de seguridad a planificar el trabajo de manera que minimice los riesgos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que otros ruidos de la construcción ambiental frecuentemente se combinan con el ruido de la herramienta, lo que garantiza precauciones adicionales para proteger a los operadores. Como regla general, los operadores siempre deben usar protección auditiva al operar las herramientas.

**Seguridad del operador relacionada con la vibración**

No se considera que las herramientas de sujeción directa de Hilti produzcan vibraciones cómo se define en los estándares internacionales. Sin embargo, como medida de precaución, se recomienda utilizar los cartuchos más débiles posibles para realizar cualquier tarea determinada, así como seguir las instrucciones contenidas en los IFU.

**Fomentando la seguridad del operador**

La seguridad del operador y espectadores se fomenta al utilizar el equipo de seguridad apropiado y al seguir las instrucciones del manual del operador. Al entregar la herramienta a pólvora dentro de un empaque vitalicio con protectores oculares, un manual del operador, etc., se mejora considerablemente la conservación y el uso del equipo de seguridad.

La información de compatibilidad de herramientas y los lineamientos de instalación impresos en los cartuchos y los empaques de los fijadores complementan el manual de operaciones.



Hilti organiza cursos de capacitación para los operadores, los cuales abarcan desde medidas de seguridad general al trabajar con herramientas a pólvora hasta las medidas específicas para cada modelo de herramienta a utilizar. En algunos países, al terminar el curso de capacitación se otorgan certificados o identificaciones para los operadores con el fin de fomentar la atención dada a la seguridad y permitir a los responsables de la seguridad cumplir con las regulaciones concernientes al requisito de capacitación.

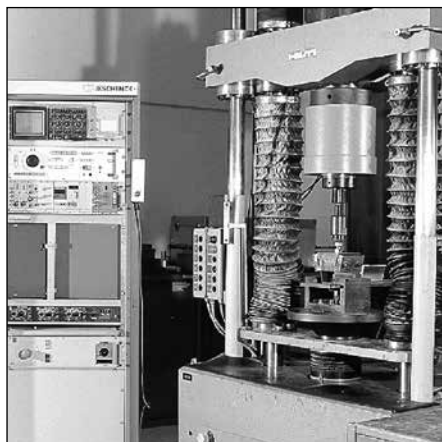
### 3.2 Seguridad de la fijación

La seguridad de la fijación depende de que las cargas y las condiciones a las que estará sometido el fijador puedan predecirse correctamente, así como el rendimiento de la fijación. Las condiciones necesarias para poder predecir el rendimiento de la fijación son las siguientes:

1. El sistema de fijación debe haber sido diseñado y probado para la aplicación prevista.
2. La calidad de los componentes del sistema de la fijación usados debe corresponder a la calidad de los componentes probados originalmente.
3. Las fijaciones deben hacerse como se contempló durante el diseño del sistema, o bien, en la misma forma en la que se probó el sistema.

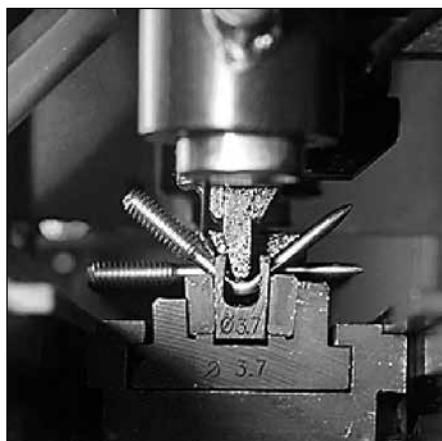
#### Diseño y pruebas

La literatura técnica del fabricante, los informes de las pruebas, las aprobaciones oficiales y las publicaciones en revistas técnicas constituyen fuentes de información sobre el diseño y prueba del sistema de fijación. Si la especificación contiene la fórmula “o su equivalente”, entonces la aprobación de un sistema de fijación alternativo debe estar sujeto a las disposiciones de la documentación que determinan que el sistema de fijación propuesto ha sido diseñado y probado para la aplicación prevista.



#### Calidad de producción

Resulta claro que los materiales a utilizar en el sitio de trabajo deben corresponder al diseño del producto y ser de la misma calidad que los materiales probados. Esto que el fabricante lleve un sistema de control de calidad, lo cual es necesario para la certificación ISO 9001.



### 3.3 Calidad de Instalación

Hilti contribuye a la calidad del trabajo de sujeción de las cuatro formas siguientes:

- Proporciona pautas de aplicación.
- Proporciona servicios de asesoría técnica.
- Cada caja de clavos diseñada y/o aprobada para aplicaciones específicas viene con una tarjeta de plástico que permite al operador verificar si el separador del clavo en el material base está dentro del margen aceptable
- Fabrica dispositivos que permiten la prueba de tracción de los sujetadores. Los pernos roscados y ciertos fijadores de cubierta se pueden probar en su posición final en un lugar de trabajo. Otros fijadores pueden probarse utilizando una herramienta de prueba de extracción



Verificando la separación de una fijación X-EDN en una cubierta de techo con una plantilla de plástico.



Prueba de tensión de una fijación X-ENP con un extractor HAT 28 y un acople ENP.

Los profesionales de la construcción exigen el uso de sistemas de fijación confiables incluso bajo las condiciones de trabajo más severas. La fiabilidad funcional como meta debe integrarse en el desarrollo, fabricación, venta y servicio del sistema de fijación. Al desarrollar un nuevo sistema de fijación, deben considerarse las condiciones operativas y el grado de fiabilidad requerido.

Durante el desarrollo, los componentes del sistema y los prototipos son sometidos a pruebas para determinar si funcionarán de forma confiable.

Los lotes de producción piloto son probados por los contratistas en sus sitios de trabajo, para asegurarse de que el diseño puede producirse con una calidad que resulte funcional. El control de calidad debe integrarse en el proceso de fabricación para garantizar que todos los componentes son fabricados conforme a las especificaciones.

Los vendedores deben estar capacitados para aconsejar a sus clientes con respecto al sistema más adecuado para su aplicación prevista.

La capacitación con respecto a la reparación y mantenimiento de las herramientas ayuda a mantener los sistemas de fijación en operación.



Prueba de vida útil de la herramienta a pólvora DX con barrilete de clavos.





## 4. Corrosión

Por décadas, Hilti se ha preocupado por solucionar el problema de la corrosión en los sistemas de fijación y ha adquirido una vasta experiencia en el área con base en pruebas de laboratorio y de campo. El Departamento de Investigación Corporativa de Hilti ha desarrollado extensas pruebas e investigaciones en sus instalaciones en diversas partes del mundo en distintos medios ambientes. Hilti se esfuerza por proporcionar el mejor soporte a sus clientes para seleccionar el producto adecuado para soluciones de fijación seguras y confiables.

Este capítulo contiene un resumen de las soluciones de protección contra la corrosión existentes para elementos de fijación directa Hilti. Puede obtener más detalles sobre la corrosión en el folleto.

"Aspectos generales sobre la corrosión en sistemas de fijación 2010".

### 4.1 Protección contra la corrosión de los sistemas de fijación directa

Los sujetadores de acero al carbono están sujetos a corrosión (óxido rojo) cuando se exponen a la humedad.

El zinc es el recubrimiento más comúnmente aplicado en los sujetadores. La humedad lo ataca antes que él ataca el núcleo de acero al carbono. Gracias a las propiedades electroquímicas de Zinc, esto produce óxido blanco en el recubrimiento, pero retrasa la formación de óxido rojo en el material del núcleo.

El zinc tiene diferentes tasas de eliminación dependiendo del ambiente circundante. La vida útil de la protección contra la corrosión a base de zinc es una función de dos parámetros: la agresividad del medio ambiente y el espesor del zinc. Dependiendo del grado de anticorrosión se requiere protección, se pueden aplicar capas adicionales de zinc a través de la pasivación o capa orgánica.

Se pueden utilizar diferentes variantes de sistemas de recubrimiento para evitar que los sujetadores se oxiden. Ellos se describen en los siguientes párrafos:

#### **Galvanizado con zinc**

Este tipo de recubrimiento es generalmente adecuado para ambientes sin potencial corrosivo. Es se aplica típicamente a través de un proceso electroquímico. Espesores de hasta 20 micras son posibles, incluyendo la capa de pasivación.

#### **Galvanizado en caliente (HDG):**

El HDG se aplica sumergiendo las piezas a proteger contra la corrosión en un baño de zinc líquido. El espesor del recubrimiento puede alcanzar hasta 80-100 micrones, ofreciendo una protección adicional en comparación al zinc galvanizado.

### Revestimiento Doble

Una alternativa al galvanizado por inmersión en caliente es el recubrimiento doble, es decir, la combinación de un zinc galvánico capa con una capa superior orgánica que protege el zinc en un primer período. La equivalencia en la protección ofrecido por el revestimiento doble y por HDG se ha demostrado en numerosas ocasiones en las instalaciones de pruebas de Hilti en todo el mundo, así como en laboratorios externos independientes. El recubrimiento Doble se aplica a muchos clavos y pernos Hilti utilizados en la fijación directa.

### Galvanizado mecánico

Otra alternativa al galvanizado por inmersión en caliente es el enchapado mecánico. En este proceso, la capa de zinc está hecha de polvo de zinc que se presiona mecánicamente sobre la superficie de las piezas para proteger. La equivalencia en la protección ofrecida por el cincado mecánico y por HDG se ha demostrado en numerosas ocasiones en las instalaciones de prueba de Hilti en todo el mundo, así como en laboratorios externos independientes. El chapado mecánico se aplica en algunos clavos Hilti y pasadores utilizados en la fijación directa.

### Fragilización por hidrógeno

Un fenómeno de corrosión específico de los elementos de fijación DX con revestimiento de zinc es la fragilización por hidrógeno, la cual tendrá lugar si se presentan las tres condiciones siguientes de forma simultánea:

- Alta resistencia del acero ( $\geq 1000$  MPa)
- Presencia de hidrógeno
- Tensiones traccionales

La combinación de estos tres parámetros conduce a una disminución de la ductilidad del material, lo que puede causar una falla repentina del sujetador incluso bajo una carga estática muy baja.

La resistencia de los fijadores es una función de su diseño y de la carga aceptable en cada solicitud. Por lo tanto, es importante controlar la presencia de hidrógeno en los sujetadores. para evitar que se produzca la fragilidad. Existen dos fuentes principales de hidrógeno para los fijadores chapados de zinc.

- El proceso de producción (fragilidad primaria de hidrógeno): los fijadores accionados por potencia de Hilti se prueban y controlan a fondo durante el proceso de producción para evitar la fragilidad primaria de hidrógeno.
- El proceso de corrosión en la aplicación (fragilización por hidrógeno secundario): cuando se utilizan placas de zinc, se utilizan fijadores de alta resistencia en atmósfera húmeda, el hidrógeno se forma por la reacción química del zinc y el agua y se difunde en el material. Para evitar la fragilidad secundaria del hidrógeno durante la vida útil de un elemento de fijación, es esencial seguir las condiciones de aplicación recomendadas para cada clavo en los documentos técnicos de Hilti.

### Acero inoxidable

Existe un amplio rango de tipos de acero inoxidable, y cada uno de ellos posee propiedades de resistencia a la corrosión distintas. Utilizar cierto material de acero inoxidable en el ambiente incorrecto puede conducir a la corrosión por picaduras, y consecuentemente, a la falla repentina del fijador. En tal situación, es imposible predecir la vida útil del fijador.

Los fijadores a pólvora de Hilti están fabricados con material CR500 y 1.4462, similares a A4 (AISI grado 316).

Para requerimientos anticorrosión más altos, se utiliza material HCR (1.4529). El material HCR (Alta Resistencia a la Corrosión) puede utilizarse en piscinas y en túneles, sitios donde el material A4 resulta insuficiente.

Acero inoxidable con corrosión por picaduras, p. ej., Material A4 utilizado en un túnel












Acero inoxidable apropiado, p. ej., material HCR en un túnel



## 4.2 Selección del fijador

La siguiente tabla proporciona los lineamientos generales de aplicaciones comúnmente aceptadas en ambientes atmosféricos típicos. La idoneidad de los sistemas de fijación para cierta aplicación puede verse afectada de forma significativa por las condiciones propias de la ubicación, incluyendo, pero sin limitarse a:

- Temperaturas y humedad elevada
- Altos niveles de contaminantes en el aire
- Contacto directo con productos corrosivos, encontrados usualmente en maderas tratadas químicamente, aguas residuales o agua salada, aditivos de concreto, agentes de limpieza, etc.
- Corrosión no atmosférica, como contacto directo con el suelo, agua estancada.
- Humedecimiento cíclico
- Corriente eléctrica
- Contacto con materiales diferentes
- Daño físico o desgaste

Revestimiento / material	Acero al carbón		Acero inoxidable		
	Electro-cincado	Acero al carbono Doble	A4 AISI 316	HCR, Ejemplo 1.4529	
<b>Ejemplos</b>	X-ENP <sup>1)</sup> , X-U, X-GHP	X-FCM-M, X-GR	X-BT, X-CR, X-FCM-R	Bajo demanda	
<b>Condiciones ambientales</b>	<b>Elemento a fijar</b>				
 Ambiente interior seco	Acero (galvanizado, pintado), aluminio, acero inoxidable, madera	■	■	■	■
 Ambiente interior con posibilidad de condensación	Acero (galvanizado, pintado), aluminio, acero inoxidable, madera	--	■	■	■
 Exterior no relevante para la seguridad <sup>2)</sup>	Acero (galvanizado, pintado), aluminio, madera	■	■	■	■
 Exterior, rural o urbano con baja contaminación.	Acero (galvanizado, pintado)	--	■	■	■
	Aluminio, acero inoxidable	--	■	■	■
 Exterior rural o urbano (1 - 10 km del mar)	Acero (galvanizado, pintado)	--	■	■	■
	Aluminio, acero inoxidable	--	■	■	■
 Regiones costeras 0-1km	Acero (galvanizado, pintado) aluminio y acero inoxidable, madera	--	--	■	■
 Ambientes exteriores con contaminación industrial importante	Acero (galvanizado, pintado) aluminio y madera	--	--	■	■
 Cercano a carreteras	Acero (galvanizado, pintado) aluminio y madera	--	--	■	■
 Aplicaciones especiales	Acero (galvanizado, pintado) aluminio y madera	--	--	--	■

■ = la vida útil esperada del fijador realizado en este material es habitualmente satisfactoria en el ambiente especificado para la vida útil de la construcción. En la ETA (Evaluación técnica europea) se asume una vida útil de 25 años.

-- = fijaciones hechas de este material no son adecuadas en el entorno especificado. Excepciones necesitan una evaluación específica.

<sup>1)</sup> Exposición exteriores de más de 6 meses durante la construcción son admisibles para revestimientos de alta resistencia electrogalvanizados y fijaciones de cubierta como los clavos X-ENP (ver instrucciones de uso para detalles).

<sup>2)</sup> La referencia a "no relevante para la seguridad" está destinada a distinguir las aplicaciones donde la falla del accesorio no creará ningún riesgo potencial de seguridad o daño significativo.

**Observaciones:**

- La decisión final con respecto a la protección contra la corrosión requerida debe ser tomada por el cliente. Hilti no asumirá responsabilidad alguna con respecto a la idoneidad de un producto para una aplicación específica, incluso si recibe información sobre las condiciones de aplicación.
- Esta tabla está basada en la vida útil promedio en aplicaciones típicas.
- Para recubrimientos metálicos (p.ej., sistemas con capa de zinc), el fin de la vida útil es el punto en el que se puede observar óxido rojizo sobre un gran porcentaje del producto, y en el que se puede dar una deterioración estructural generalizada (el comienzo de la corrosión sucederá mucho antes).
- Los códigos nacionales e internacionales, estándares o regulaciones, y lineamientos específicos del cliente y/o la industria deben evaluarse por separado.
- Estos lineamientos aplican solamente a la corrosión atmosférica. Otros tipos de corrosión, como la corrosión por grieta o el agrietamiento por corrosión y esfuerzo, deben evaluarse por separado.

## 5. Acero como material base

### 5.1 Mecanismos de anclaje

Los siguientes cuatro mecanismos ayudan a que el fijador DX / GX se sostenga al instalarlo en el acero:

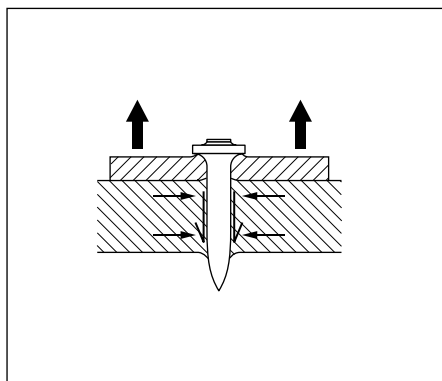
- prensado
- enclavamiento
- fundido (soldadura)
- soldadura blanda

Estos mecanismos fueron identificados y estudiados por medio del análisis de la información obtenida en la prueba de tensión y la examinación microscópica de las muestras de fijación.



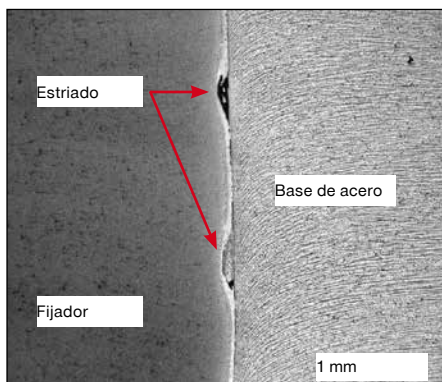
#### Prensado

Cuando se instala un fijador, el acero se desplaza radialmente hacia la superficie de entrada y la superficie opuesta. Esto ejerce presión residual en la superficie del clavo, lo cual conduce a su vez a fricción o prensado. El prensado es el mecanismo de anclaje principal para fijadores que penetran a través del material. Esto puede apreciarse gracias al hecho de que, al extraer los fijadores que penetran a través del material, la fuerza de tensión disminuye gradualmente en varios milímetros de desplazamiento.



#### Acuñaado

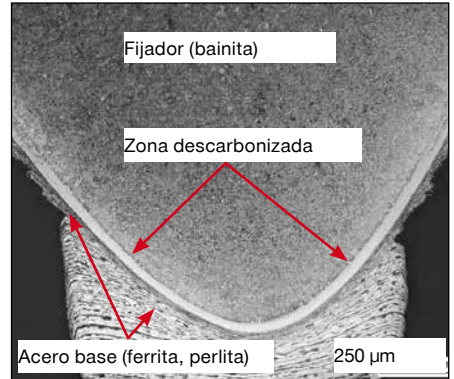
El mecanismo de acuñaado solo es posible cuando el fijador está estriado, es decir, cuando tiene muescas finas a lo largo del vástago en las cuales se acumula zinc y partículas la base de acero durante el proceso de instalación. La examinación microscópica de las muestras ha demostrado que las muescas no se llenan por completo. El acuñaado es un mecanismo de anclaje particularmente importante para fijadores que no penetran a través del.



### Fundido (soldadura)

El fundido completo del fijador sobre la base de acero está indicado por porciones del material base adherido al fijador extraído, así como la zona descarbonizada. Se puede observar el fundido o la soldadura principalmente en la punta del fijador, área donde durante la instalación se espera que la temperatura alcance los niveles más altos.

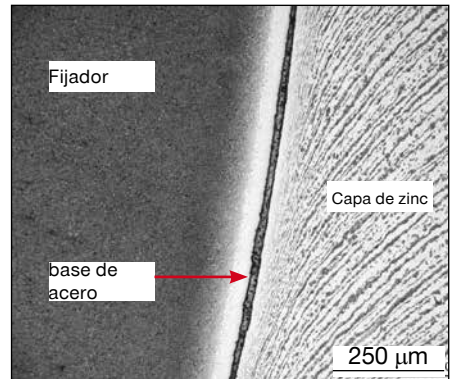
Este constituye un mecanismo de anclaje importante para los fijadores que no penetran a través del material base. No obstante, solo resulta confiable si la punta del fijador no tiene fisuras de fábrica y fue manufacturada con la geometría adecuada. El proceso de estiramiento térmico es ideal para lograr una geometría



optimizada. Es necesario controlar todos los pasos del proceso de producción para evitar que se formen fisuras en la punta

### Soldadura blanda

En la zona más alejada de la punta, hay una capa de zinc prominente que separa el fijador de la base de acero. Este zinc, el cual está soldado a la base de acero, también contribuye a mejorar la resistencia a la tensión del fijador.



### Fijador de punta roma X-BT

El fijador X-BT con un diámetro de vástago de 4.5 mm se instala en una perforación de 4.0 mm de diámetro hecha previamente. Esto provoca el desplazamiento del material base. Parte de la base de acero es empujada al interior de la perforación, generando temperaturas altas y soldadura por fricción. Debido a la elasticidad de la base, el efecto de prensado se presenta también.

En la fotografía, se puede observar claramente el material base desplazado. La adhesión del material base al vástago del fijador indica la presencia de un efecto de soldadura.



## 5.2 Factores que influyen en la resistencia a la tensión

Los sistemas de fijación a pólvora deben diseñarse y fabricarse de modo que garanticen que su resistencia a la tensión será la adecuada para las aplicaciones previstas. Gracias a la comprensión del funcionamiento de los mecanismos de anclaje, la experiencia y pruebas, ha sido posible identificar los factores que influyen en la resistencia a la tensión.

- Profundidad de penetración en el material base
- Características superficiales del fijador
- Recubrimientos en el material base de acero
- Velocidad de instalación
- Diámetro del vástago del fijador

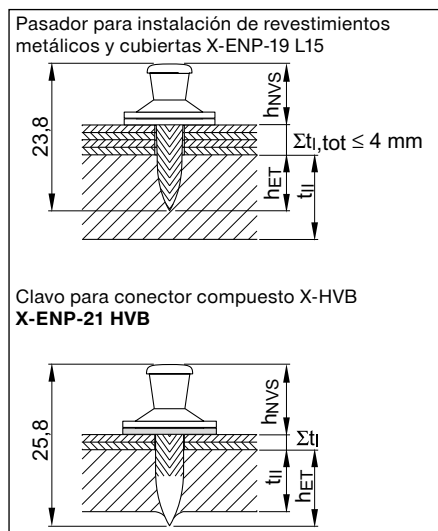
Conocer estos factores es esencial para el diseño de los sistemas de fijación, y resulta útil para que los operadores puedan comprender los diversos lineamientos y restricciones de aplicación a los que un sistema de fijación está sujeto. Algunos de los factores que influyen en la resistencia a tensión se abordan en la siguiente sección

### Profundidad de penetración en el material base

La profundidad de penetración de los fijadores en el acero se considera como la distancia que se desplaza la punta por debajo de la superficie de la base de acero, independientemente del espesor del acero. En otras palabras, la profundidad de penetración  $h_{ET}$  puede ser mayor, igual o menor que el espesor del acero.

La resistencia a la tensión se incrementa a una mayor profundidad de penetración. Esto también es cierto para fijaciones a través en las que  $h_{ET}$  es mayor que el espesor del acero.

El diseño de un fijador a pólvora debe tomar en cuenta la profundidad de penetración necesaria para garantizar la resistencia a la tensión que la aplicación requiere. Los lineamientos de aplicación publicados para cualquier fijador incluyen la separación requerida para la cabeza del clavo  $h_{NVS}$ , la cual corresponde a la profundidad de penetración.





Los valores guía para determinar la profundidad de penetración para tipos de fijadores específicos son los siguientes:

Fijador galvanizado con vástago estriado:

$h_{ET} = 12$  hasta  $18$  mm (diámetro del vástago 4.5 mm)

$h_{ET} = 10$  hasta  $14$  mm (diámetro del vástago 3.7 mm)

Fijador galvanizado con punta moleteada:

$h_{ET} = 9$  hasta  $13$  mm (diámetro del vástago 4.5 mm)

Fijador galvanizado con vástago liso:  $h_{ET} = 15$  hasta  $25$  mm

Fijador galvanizado con vástago liso:  $h_{ET} = 9$  hasta  $14$  mm

Fijador con extremos romos:  $h_{ET} = 4$  hasta  $5$  mm

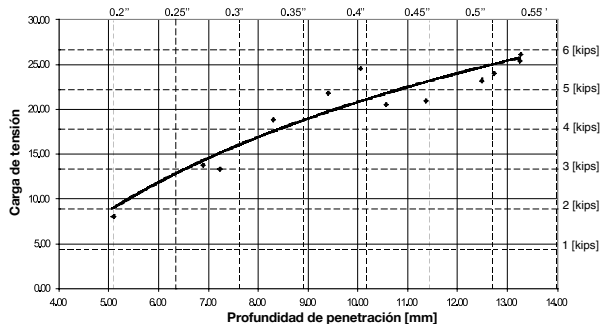
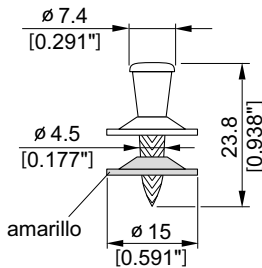
Los efectos de la profundidad de penetración en la resistencia a la tensión pueden comprobarse por medio de experimentos en los que se varía la potencia de instalación para producir penetraciones diversas. Los resultados de este tipo de prueba se resumen más adelante. Las recomendaciones de aplicación para fijadores se basan en pruebas de este tipo, y muestran claramente la importancia de llevar a cabo el trabajo de fijación conforme a las recomendaciones del fabricante.

Acero:  $t_{II} = 20$  mm (0.787")

$f_u = 630$  N/mm<sup>2</sup> (91.000 psi)

Herramienta: **DX 76 / DX 76PTR y DX 860-ENP**

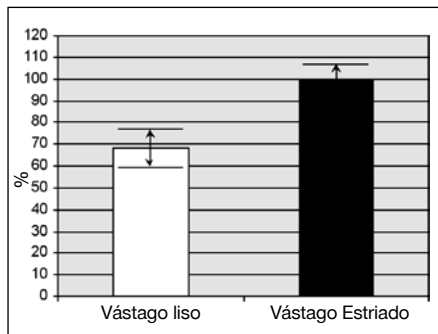
Fijador: **X-ENP-19 L15**



### Estriado en el vástago del fijador

Los fijadores diseñados para uso en acero como material base usualmente tienen vástagos estriados para incrementar la resistencia a la tensión. Los efectos del estriado se han comprobado en pruebas con fijadores con vástagos estriados y no estriados; a excepción de esto, los resultados fueron los mismos.

Los beneficios del estriado pueden observarse claramente en los resultados de las pruebas. Con prácticamente la misma penetración (del 106%, en realidad), el fijador con vástago liso presentó solamente 68% de la resistencia a la tensión que presentó el fijador con vástago estriado. Incluso al incrementar la penetración a 137%, la resistencia a la tensión fue de solamente 81% del fijador con vástago estriado. En esta prueba, el espesor del acero de 10 mm (0.394") permitió que el acero fuera penetrado a través. Si el acero es demasiado grueso para permitir una penetración a través, los efectos positivos del estriado sobresalen aún más.



### Revestimiento de zinc en el vástago del fijador

El zinc en el vástago del fijador aparentemente actúa como un lubricante que reduce su resistencia a la penetración en el acero. Como consecuencia de esto, se reduce la resistencia a la tensión ya que una menor resistencia a la penetración se traduce en menos calor generado, lo cual disminuye el efecto de soldadura entre el vástago y la base de acero. Esto ha sido demostrado en experimentos con fijadores idénticos salvo en el espesor del revestimiento de zinc.

Material base de acero:  $t_{II} = 20 \text{ mm [0.787"]}$ ,  
 $f_u = 440 \text{ MPa [63,817 psi]}$

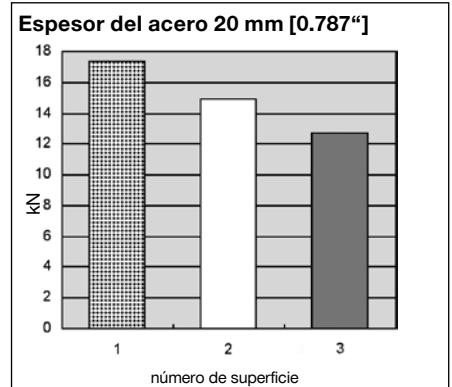
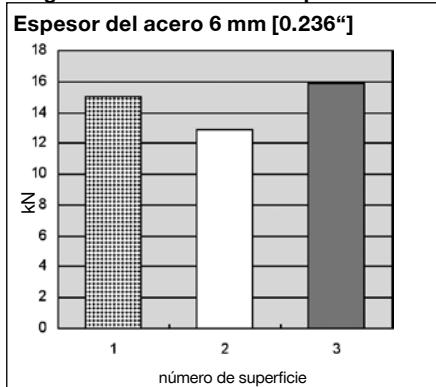
Espesor del zinc en mm	Penetración promedio		Carga de tensión máxima		Variación
	$h_{ET}$ mm / [in.]	%	$N_{u,m}$ kN / [kip]	%	$CV$ %
ca. 10	12.12 [0.477]	100	8.53 [1.918]	67	25.6
2-5	11.86 [0.470]	98	12.82 [2.882]	100	9.3

Si bien la instalación del fijador a través de una lámina metálica, como cuando se fijan revestimientos metálicos y cubiertas, reduce los efectos negativos del revestimiento de zinc en la resistencia a la tensión, resulta evidente el por qué el proceso de galvanización debe controlarse estrictamente.

### Superficie del acero como material base

A menudo, el acero estructural es protegido contra la corrosión por medio de un proceso de galvanización en caliente. Las pruebas han demostrado que si el fijador penetra a través del acero completamente, la galvanización no tiene efectos significativos en la resistencia a la tensión. En el caso de fijadores que no penetran a través, la resistencia a la tensión se reduce alrededor del 25%. A continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos en una prueba, con el fin de ilustrar estos efectos.

#### Cargas de tensión máximas promedio



Resistencia a la tracción máxima del acero:  
Superficie del acero:

- $f_u = 430 \text{ MPa [62,366 psi]}$
1. Rugosa, con algo de escoria y óxido (referencia)
  2. Con chorreado abrasivo
  3. Decapado + HDG (min. 60  $\mu\text{m}$  zinc)

Con base en estos resultados, pueden hacerse varias observaciones importantes: Las cargas de tensión en acero de 6 mm (1/4") como material base se ven mucho menos afectadas por las condiciones de superficie del acero que en acero de 20 mm (3/4"). Esto se debe a que el mecanismo principal de anclaje de las fijaciones con penetración a través es el prensado, el cual no se ve afectado por las condiciones de superficie del acero.

- La galvanización en caliente aparentemente reduce la resistencia a la tensión de las fijaciones que no penetran a través en casi 30%. Cabe notar, no obstante, que incluso con galvanización en caliente, la resistencia a la tensión  $f_{ue}$  de 12.5 kN (2.8 kips).
- Los efectos negativos de la galvanización en caliente se explican gracias a la tendencia del zinc en el fijador a actuar como un lubricante que reduce la generación de calor durante la instalación. Esto a su vez reduce la tendencia de la punta del fijador a soldarse con la base de acero. El zinc del revestimiento de la base de acero aparentemente se adhiere al fijador conforme este entra a la base de acero.

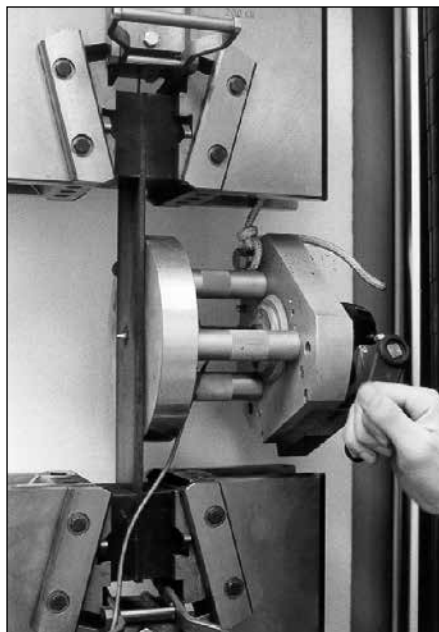
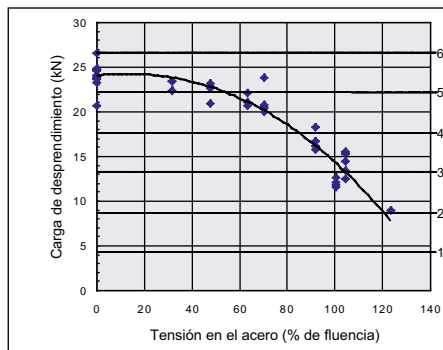
Para aplicaciones en las que la resistencia a la tracción de la fijación es crítica y el acero tiene un revestimiento espeso, el sistema de fijación puede evaluarse por medio de pruebas de tensión in situ. Si la resistencia a la tensión no es adecuada, se puede incrementar la profundidad de penetración para mejorar la situación.

### Tensión a tracción en el acero

La integridad de una fijación a pólvora depende de que un pasador relativamente liso permanezca anclado en el acero estructural. Actualmente, está disponible una gran cantidad de información obtenida de pruebas, evaluaciones técnicas, aprobaciones y experiencia práctica en el uso de fijaciones a pólvora, la cual resulta útil como apoyo en el empleo de las mismas. El rendimiento de los fijadores anclados en acero bajo tensión ha sido investigado por medio de la instalación de fijadores en placas de acero sin tensión, para después extraerlos con las placas bajo tensión. Las placas de acero median 6 x 80 x 455 mm [0.236" x 3.15" x 17.9"] y tenían dos tensiones de fluencia distintas - 328.6 MPa [47.7 ksi] y 411.7 MPa [59.7 ksi].

Al expresar la tensión del acero en función del % de fluencia real, fue posible combinar la información para ambos grados del acero y obtener un ajuste de curvas razonable.

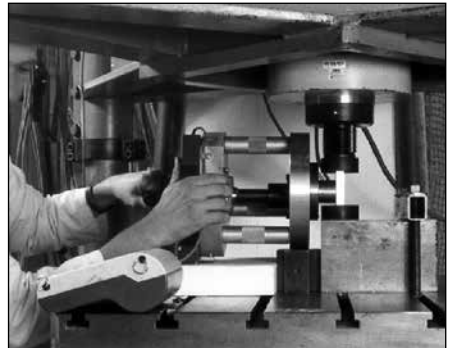
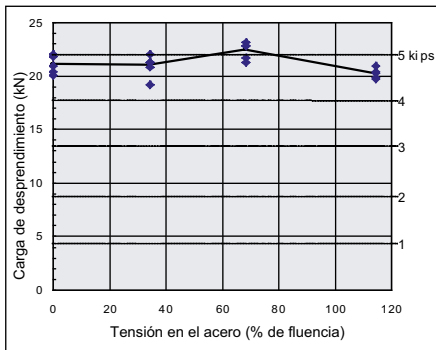
El diseñador debe considerar la importancia de la reducción esperada de la resistencia a la tensión del fijador con una tensión de diseño permitida máxima de 60 a 70% de fluencia. Con esta tensión, la reducción de la resistencia a la tensión es menor al 15%. El valor absoluto en el experimento fue superior a 2 toneladas.



### Tensión de compresión en el acero

La tensión de compresión en la base de acero no influye en la resistencia a la tensión del fijador. Esto fue comprobado al colocar fijadores en placas de acero de 15 mm [0.59"] de espesor sin tensión con un esfuerzo de fluencia de 259.3 MPa [37.6 ksi] y extrayéndolos mientras las placas eran comprimidas por una máquina.

La variación mínima en la carga de tensión corresponde a variaciones aleatorias experimentadas durante la prueba.



### 5.3 Idoneidad del acero para fijaciones

Existen tres factores principales que determinan la idoneidad de un elemento de acero con grado de construcción para una fijación DX:

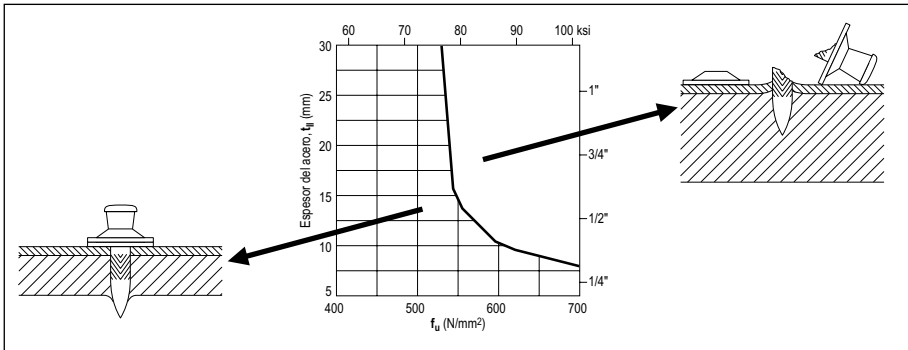
- Espesor del acero
- Resistencia a la tracción máxima
- Flexibilidad del elemento de base de acero.

### 5.4 Diagramas de límite de aplicación

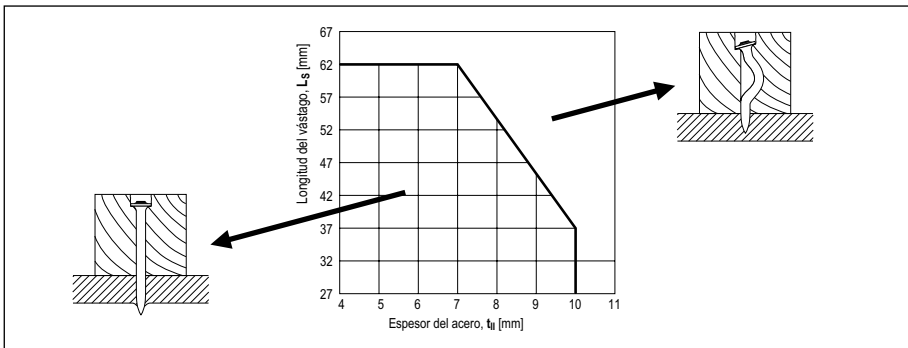
El límite de aplicación de un sistema de fijación es un término que se aplica a la combinación de espesor máximo  $t_{II}$  y resistencia a la tracción máxima  $f_u$  del acero en la cual se pueden hacer fijaciones. Existen dos tipos generales de diagramas de límite de aplicación:

- Fijadores cortos (p. ej., clavos para instalación de revestimientos metálicos y cubiertas y pernos roscados)
- Fijadores largos (p. ej., clavos utilizados para fijar madera sobre acero)

La línea del límite de aplicación para un fijador corto es un gráfico del espesor del acero vs. la resistencia a la tracción máxima. En las situaciones representadas por las combinaciones de espesor del acero / resistencia a la tracción máxima sobre y a la derecha de la línea, algunos fijadores pueden estar sujetos al corte durante la instalación. La superficie de falla estará a un ángulo de aproximadamente 45° de la longitud del vástago.

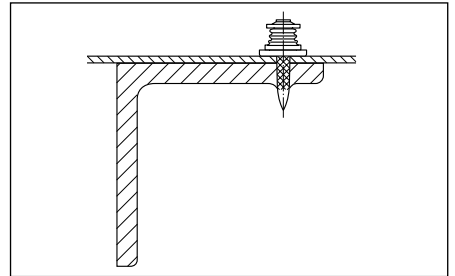
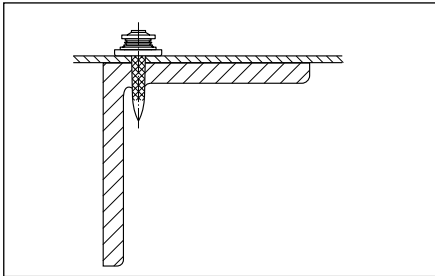


Las líneas del límite de aplicación para clavos largos utilizados para fijar madera sobre acero son gráficos de la longitud del vástago del clavo  $L_S$  vs. el espesor del acero  $t_{II}$ . Cada línea es válida solamente para una resistencia a la tracción máxima del acero  $f_u$ . Trabajar en el lado derecho de la línea del límite causará que el vástago se tuerza.



### 5.5 Acero delgado como material base

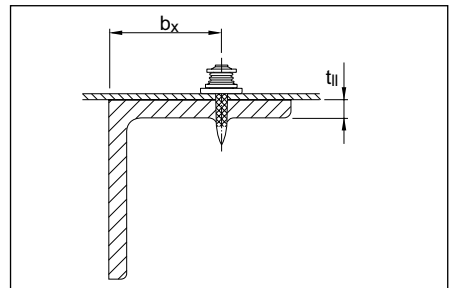
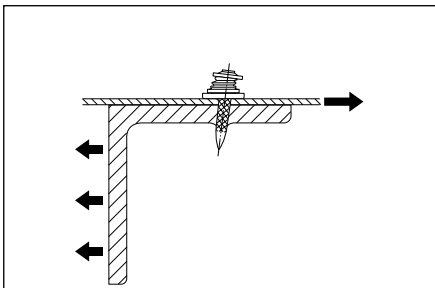
En la industria de las fijaciones a pólvora, el acero se considera delgado cuando, en el diseño del fijador, la deformación de la brida influye de forma preponderante. Cuando el espesor de la brida de acero es menor a 6 mm [0.25"], la deformación de la brida hace que el uso de fijadores con un diámetro de vástago de 4.5 mm [0.177"] sea más complicado, por lo que cambiar a fijadores con vástago de 3.7 mm [0.145"] tiene mejores resultados. El uso de fijadores con vástagos ahusados y arandelas absorbedoras de energía incrementa el rendimiento y la fiabilidad.



Un fijador puede penetrar el acero solo cuando el acero (la brida) desarrolla una resistencia mayor a la fuerza que se requiere para la penetración. Esto implica el uso de energía adicional a la requerida para penetrar el acero. De hecho, si la Fuente de energía permanece constante, los fijadores que estén más cerca de la estructura se instalarán a mayor profundidad. Todos los fijadores para instalación de revestimientos metálicos y cubiertas deben tener un mecanismo para prensar las láminas firmemente dentro del rango completo de separaciones permitidas. Esto es especialmente crítico para fijadores utilizados para fijar acero delgado.

Evidentemente, bajo cargas de corte, es mucho más probable la falla del material base cuando se trabaja con acero delgado que con acero grueso. Cuando se aprueban los sistemas de fijación para un proyecto determinado, es importante considerar si el sistema ha sido probado con acero delgado como base o no.

La recomendación general de Hilti con respecto a fijadores en acero delgado como base es instalar las fijaciones a  $b_x = 8 \cdot t_{II}$  de la estructura.



## 5.6 Tipos de carga y modos de falla

### 5.6.1 Cargas de corte

Las cargas de corte que actúan en fijadores para revestimientos metálicos y cubiertas provienen de:

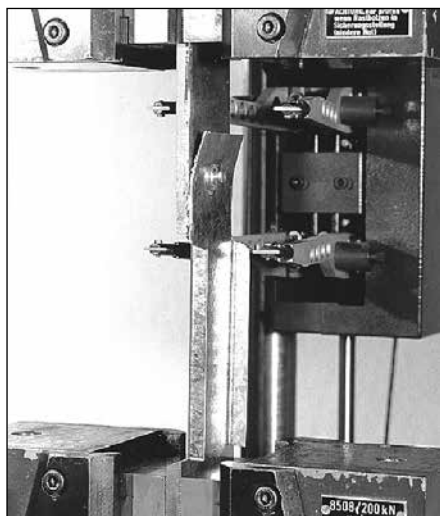
- La acción del diafragma de las láminas fijadas.
- Fuerzas de restricción (por ejemplo, las originadas por cambios de temperatura)
- El peso propio del material de revestimiento

### Pruebas

Las pruebas de corte de las fijaciones para revestimientos metálicos y cubiertas se realizan utilizando muestras compuestas por una banda de la lámina de metal sujeta a una placa de metal. Se deben utilizar fijaciones antiderrapantes adecuados en alguno de los extremos. En algunos casos, pueden doblarse los lados de las muestras para impedir la excentricidad.

### Falla del material sujetado

Las curvas de carga-deformación de las pruebas de corte con fijadores a pólvora muestran un comportamiento casi ideal. Después de una fase elástica inicial durante la cual la fuerza de prensado de las arandelas contra la lámina de metal es superada, la lámina alcanza su tensión de fluencia en el área en la que el fijador se sostiene contra la misma. Entonces, el vástago del fijador corta a través de la lámina de metal hasta llegar al final de la misma. El área grande debajo de la curva de carga-deformación representa la energía absorbida, y esto es lo que hace a este método de fijación ideal para diafragmas.



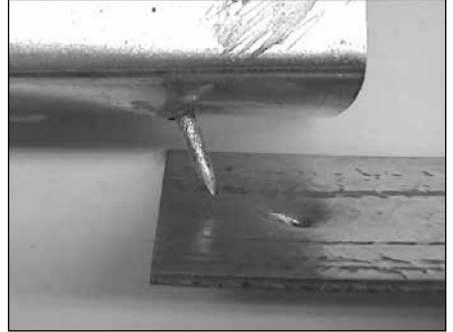


### Falla de base de acero

Si el espesor de la lámina metálica fijada es considerable en comparación con el espesor de la base de acero, la falla del material base es posible.

### Tensión de la base de acero

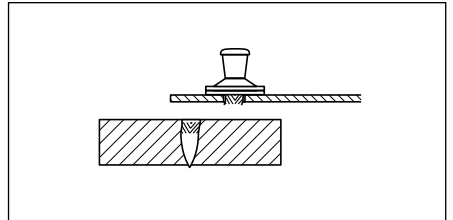
La excentricidad que no puede evitarse en la muestra bajo prueba de corte conduce a un componente de carga de tensión en el fijador. El espesor del material base fijado y el material base delgado tienen efecto también en este modo de fallo. Este modo de fallo en general no afecta espesores de material base de  $t_{II} > 6$  mm.



### Fractura del fijador

Se requieren aproximadamente 20 kN (4.5 kips) de fuerza para cortar el vástago de  $\varnothing$  4.5 mm (0.177") de un fijador

**X-ENP-19 L15**. Con una lámina de acero de 2.5 mm (calibre 12) de espesor como material fijado, puede lograrse una fuerza de esta magnitud. La fuerza necesaria para fracturar el vástago de  $\varnothing$  3.7 mm (0.145") de un fijador **X-EDNK22 THQ12** es de alrededor de 13 kN (2.9 kips). Esta fuerza puede generarse con una lámina de acero de 1.5 mm (calibre 16). En la práctica, este modo de fallo es más probable, solo cuando no se implementan juntas de expansión para liberar a las fuerzas de restricción de diferencias en la temperatura.



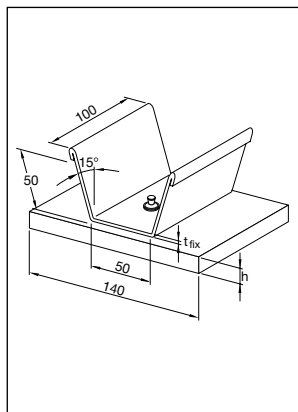
## 5.5.2 Cargas de tensión

La fuente más común de cargas de tensión en fijadores para revestimientos metálicos y cubiertas es la succión del viento que actúa en el recubrimiento del techo o muro. En los diafragmas, los fijadores pueden someterse a cargas de tensión en casos en los que la combinación de la geometría y el espesor de las cubiertas fijadas conlleven la separación. En diseños con cubiertas muy rígidas y vigas anchas o arcadas no balanceadas, la separación también puede originarse debido a cargas concentradas.

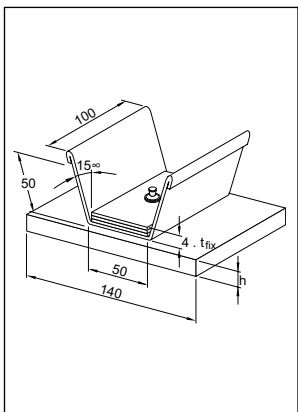
## Pruebas

Las pruebas de tensión de las fijaciones para revestimientos metálicos y cubiertas se realizan utilizando muestras compuestas por una pieza de lámina de metal con forma trapezoidal sujeta a una placa de metal. Se utilizan fijaciones apropiadas, tipo torno, para sujetar la muestra. Esta prueba también se conoce como prueba de tensión ya que el modo de fallo común consiste en que la lámina es halada sobre las arandelas o la cabeza del fijador. Si el espesor de la lámina fijada se incrementa para que dichas tensiones no tengan efecto alguno, el modo de fallo será a tensión.

Algunos fijadores como X-ENP de Hilti poseen una cabeza que puede tomarse y desprenderse utilizando una fijación apropiada. Con estos fijadores, la prueba de tensión todavía puede realizarse incluso si el modo de fallo original es el de tensión. Este tipo de fijador tiene la ventaja adicional de permitir que los fijadores en un sitio de trabajo sean probados.



Muestra bajo prueba de tensión



Muestra bajo prueba de tensión con 3 capas adicionales para simular superposición en extremos - superposición



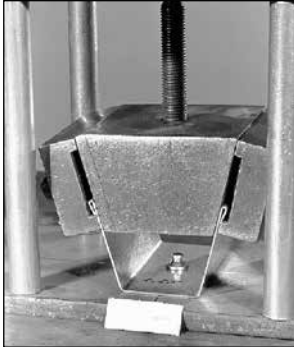
Equipo de prueba

### Tirón de la lámina

En este modo de fallo, la lámina se rasga y se levanta sobre la cabeza del fijador y las arandelas. Dependiendo del espesor de la lámina y la resistencia a la tracción, puede que las arandelas se doblen.

### Tirón de la arandela

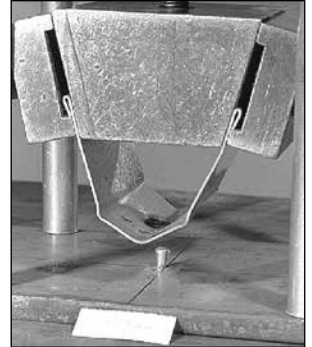
Otro modo de fallo posible consiste en que las arandelas sean haladas sobre la cabeza del clavo. Evidentemente, esto sucede cuando la lámina es de algún modo más resistente y/o más gruesa que cuando sucede el tirón. Este modo de fallo depende también en gran medida del diseño del fijador.



Muestra bajo prueba de tensión al comienzo de la prueba



Tirón de la lámina



Tirón de la arandela

### Tensión de la base de acero

Conforme se incrementa el espesor de la lámina y el número de capas, este modo de fallo se vuelve más probable. Cuando el **X-ENP-19 L15** se instala correctamente, la tensión de la base de acero no constituye un modo de fallo probable. El diseño de la cabeza y arandela de los fijadores **HSN24** o **X-EDNK22 THQ12** pueden llegar a permitir este modo de fallo, especialmente cuando la lámina posee múltiples capas.

### Fractura del fijador

Se requiere una fuerza superior a 30 kN [6.7 kips] para fracturar el vástago de  $\varnothing 4.5$  mm [0.177"] de un fijador **X-ENP-19 L15**, e incluso si la lámina y la arandela no están sujetos a tensión, las resistencias a la tensión de esta magnitud no son muy comunes. Por ende, este modo de fallo ocurrirá muy rara vez con estos fijadores reforzados. El vástago de  $\varnothing 3.7$  mm [0.145"] de un fijador **X-HSN 24** o **X-EDNK22 THQ12** podría fracturarse bajo una tensión de 20 kN [4.5 kips]. Ya que estos fijadores más pequeños se desprenden con una fuerza de 8 a 15 kN [1.8-3.3 kips], las fracturas causadas por cargas de tensión son muy raras. Si en el sitio de trabajo se encuentran fijadores de este tipo fracturados, la causa más probable es que el límite de aplicación ha sido excedido (la base de acero es demasiado dura y/o gruesa para el pasador).

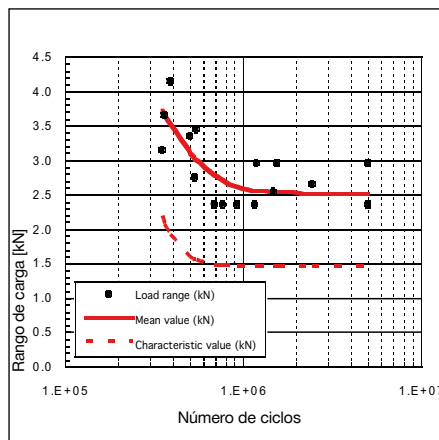
### Cargas cíclicas

Los clavos para instalación de revestimientos metálicos y cubiertas utilizados en la construcción de muros y techos están sujetos a cargas cíclicas originadas por la succión del viento. Deben efectuarse pruebas de carga cíclica para determinar la resistencia característica y las cargas permitidas (recomendadas). Los requerimientos de aprobación de ETA (European Technical Approval, Aprobación Técnica Europea) preparados por DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) rigen el número de repeticiones de carga importantes para el diseño (5000) y los factores de seguridad necesarios. Puede encontrar notas

al respecto en las especificaciones del producto correspondientes. Si el fijador estará sujeto a un gran número de repeticiones de carga y fatiga, recomendamos realizar una verificación del diseño conforme a los requerimientos del Eurocode 3 (o uno similar). El Eurocode 3 establece la resistencia a la fatiga característica y concepto de seguridad para la construcción con acero. Para hacer la verificación conforme al Eurocode 3, es necesario contar con un análisis estadístico de la información obtenida de la prueba bajo las condiciones de aplicación. A excepción de los fijadores para instalación de revestimientos metálicos y cubiertas, las especificaciones del producto aplicables limitan la validez de las cargas recomendadas a cargas predominantemente estáticas. En caso de que sea necesario realizar un análisis de diseño para las cargas de fatiga reales, puede solicitar la información de la prueba a Hilti. Más adelante puede observar ejemplos de dicha información.

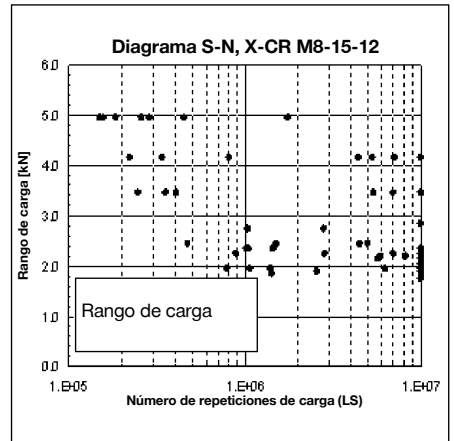
**X-EM8-15-14**  
**(fijador estándar con revestimiento de zinc)**

El X-EM8-15-14 tiene un diámetro de vástago de 4.5 mm y una dureza de HRC 55.5 ( $f_u = 2,000$  MPa). El diagrama  $\Delta F$ -N muestra el rango de carga  $\Delta F$  para una carga menor de 0.05 kN. Los resultados de las pruebas individuales se muestran como puntos, y las curvas representan los valores promedios y característicos (95% probabilidad de supervivencia). El modo de fallo fue la fractura del vástago o fractura de la rosca M8. La carga recomendada para cargas predominantemente estáticas es de 2.4 kN. Al comparar este valor con el diagrama  $\Delta F$ -N, se puede concluir que las fijaciones X-EM8-15-14 diseñadas para cargas estáticas de 2.4 kN sobrevivirán a un gran número de repeticiones. Las fijaciones pueden considerarse como sólidas, incluso cuando la carga real resulta ser cíclica en parte.



**X-CRM8-15-12 (fijador de acero inoxidable)**

El X-CRM8-15-12 tiene un diámetro de vástago de 44.0 mm y una resistencia a la tracción mínima máxima de 1,850 MPa. El diagrama  $\Delta F-N$  muestra el rango de carga  $\Delta F$  para una carga menor de 0.05 kN. Los resultados de las pruebas individuales se muestran como puntos. El modo de fallo fue la fractura del vástago o la fractura justo debajo de la cabeza del perno. La carga recomendada para cargas predominantemente estáticas es 1.8 kN. Al comparar este valor con el diagrama  $\Delta F-N$ , se puede concluir que las fijaciones X-CRM8-15-12 diseñadas para cargas estáticas de 1.8 kN sobrevivirán a un gran número de repeticiones. Las fijaciones pueden considerarse como sólidas, incluso cuando la carga real resulta ser cíclica en parte.



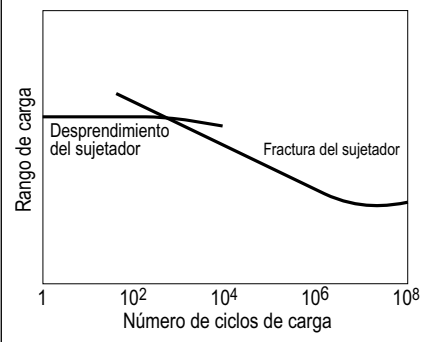
**Modo de fallo bajo carga cíclica**

Un hallazgo importante de las pruebas de carga cíclica es que la resistencia de la fijación DX sujeta a cargas cíclicas no se ve limitada por la falla del anclaje. Solo se observa la tensión del clavo cuando el número de ciclos es muy bajo, es decir, en cargas predominantemente estáticas. Los dos diagramas esquemáticos siguientes muestran la relación entre el modo de falla y el número de ciclos. Todas las pruebas muestran que el anclaje de fijadores DX en acero y en concreto es extremadamente sólido con respecto a la resistencia a cargas cíclicas. Los fijadores que están sujetos a un gran número de repeticiones de carga

presentan fracturas en el vástago, la cabeza o la rosca. Una condición para que se dé este comportamiento es que los fijadores estén correctamente instalados. Los fijadores que no se instalan a profundidad suficiente presentan una baja resistencia a la tensión, y durante las pruebas de carga cíclica puede que no necesariamente presenten una falla por fractura.

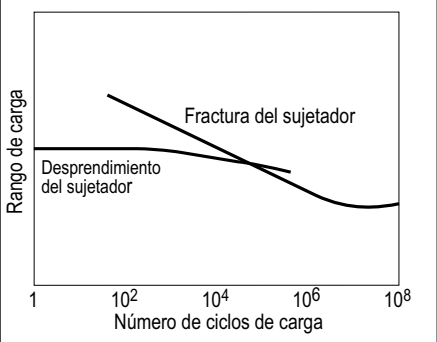
### Efectos del número de ciclos en el modo de fallo

Fijador DX sobre acero (instalado correctamente)



### Efectos del número de ciclos en el modo de fallo

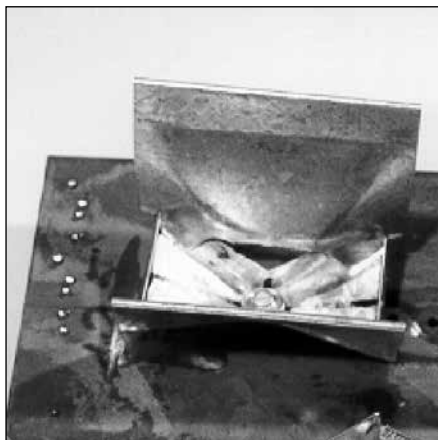
Fijador DX sobre acero (instalado incorrectamente)



En ediciones anteriores de las especificaciones del producto y hojas informativas, esta idoneidad básica de los fijadores DX para cargas cíclicas se enfatizaba al definir las cargas recomendadas como cargas cíclicas recomendadas. Al momento de integrar esta información del producto, no existe un concepto de seguridad real para poder realizar una verificación estricta de las fijaciones DX sujetas a cargas de fatiga. Hoy en día, esto está disponible en el Eurocode 3. Si se lleva a cabo un análisis de diseño de fatiga, es importante, así como en el diseño estático, que exista una redundancia adecuada.

### Falla de la lámina

En las pruebas de carga cíclica, el fallo de la lámina en sí es común.



### 5.7 Efecto de los fijadores en acero estructural

Instalar fijadores a pólvora o a gas en un elemento de acero no elimina el acero de la muestra, sino que lo desplaza en el interior de la misma. Por lo tanto, no resulta sorprendente que pruebas como las descritas en las siguientes secciones muestren que las perforaciones y los tornillos, ya sean auto-perforantes o auto-roscantes, reducen la resistencia de la muestra más que los fijadores a pólvora.

Los resultados de las pruebas también pueden servir para demostrar que considerar un fijador a pólvora como un agujero resulta conservador. Esto permite que los efectos de los fijadores en un elemento de acero sujeto a cargas estáticas sean tomados en consideración. La fatiga rara vez necesita considerarse en el diseño de la construcción ya que los cambios en la carga son generalmente menores en cuanto a frecuencia y magnitud. Las cargas de diseño de viento y terremoto completas son tan poco frecuentes que no es necesario considerar la fatiga. Sin embargo, puede que sea necesario considerar la fatiga en el diseño de carrileras de grúas, soportes para maquinaria, etc. Se muestran también las curvas S-N obtenidas de las pruebas de fatiga de las muestras de acero con fijadores instalados.

#### 5.7.1 Efecto en el comportamiento tensión-esfuerzo del acero estructural

Los efectos de los fijadores a pólvora (SAP) sobre el comportamiento tensión-esfuerzo del acero estructural fueron investigados durante un programa de pruebas sistemático utilizando muestras provistas de SAP, tornillos auto-roscantes y perforaciones. Se efectuó una prueba de control utilizando especímenes sin perforaciones o fijadores.

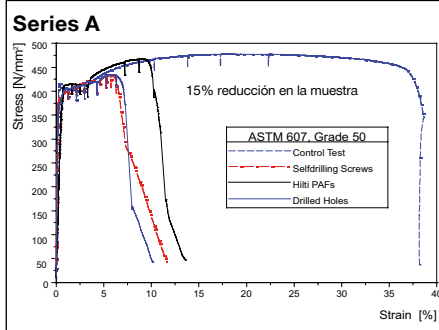
##### **Serie A:**

- ASTM 607, grado 50
- Muestra 3.42 x 74 mm [0.135 x 2.913"]
- Fijadores a pólvora X-EDNK22, diámetro de vástago 3.7 mm [0.145"]
- Perforaciones, diámetro 3.7 mm [0.145"]
- Tornillos auto-roscantes, diámetro de vástago 5.5 mm [0.216"]

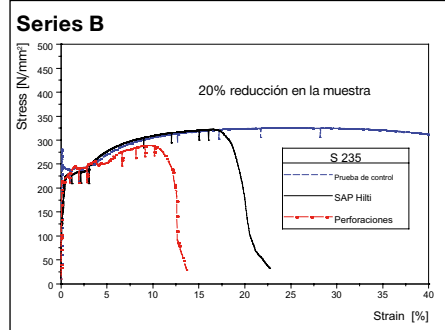
##### **Serie B:**

- Acero S235 y S355
- Muestra 6 x 45 mm [0.236 x 1.772"]
- Fijadores a pólvora, diámetro de vástago 4.5 mm [0.177"]
- Perforaciones, diámetro 4.5 mm [0.177"]

Las figuras siguientes muestran las curvas de tensión-efuerzo representativas de las pruebas (la tensión representada en la gráfica se basa en la muestra total). Observe que la línea de los fijadores a pólvora sigue la línea de control con más precisión que las líneas de las perforaciones o tornillos auto-roscantes.

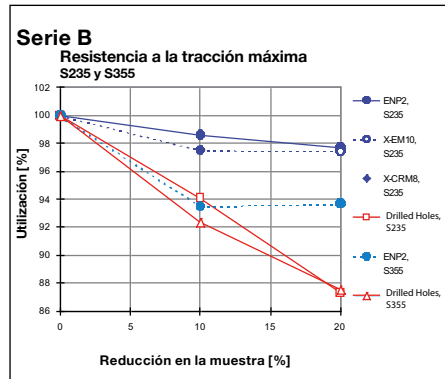
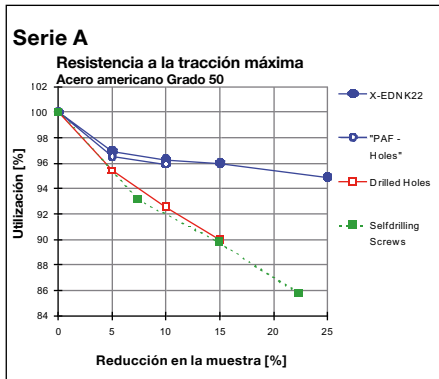


DEFORMACIÓN DE CARGA, SERIE A



DEFORMACIÓN DE CARGA, SERIE B

Los resultados de las pruebas fueron evaluados en función de la utilización como medida de la resistencia máxima. La utilización es la carga máxima de una muestra, expresada como un porcentaje de la carga máxima de la prueba de control.



Las gráficas de utilización vs. las reducciones en la muestra evidencian que:

- La utilización de SAP es claramente mejor que la de las perforaciones o los tornillos auto-roscantes.
- El agujero dejado al remover un SAP tiene el mismo efecto que cuando el SAP permanece en su lugar.
- Incrementar el número de SAP en una sección de uno a dos o más tiene un efecto proporcionalmente menor en la utilización que la instalación del primer fijador.



Puede encontrar más información detallada sobre el programa de pruebas y hallazgos en el documento **Fijadores a pólvora en la construcción con acero** (y la literatura referenciada), publicado en el STAHLBAU-Kalender 2011 (Editorial Ernst & Sohn, 2011, ISBN 978-3-433-02955-8). La distribución de versiones en inglés del documento puede hacerse bajo solicitud.

### 5.7.2 Efectos en la resistencia a la fatiga del acero estructural

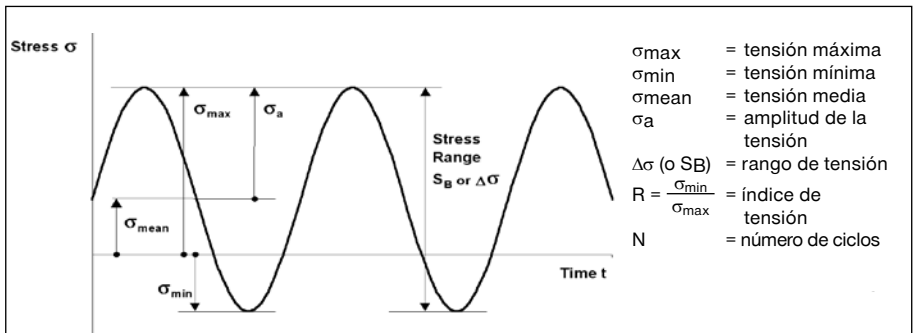
A finales de los años 70 y principios de los 80, se llevó a cabo un programa de pruebas de fatiga conformada por 58 pruebas en más de 1,100 muestras en la Universidad de Darmstadt en Alemania. En ese entonces, el propósito de la investigación era fungir como apoyo en el uso de fijadores a pólvora para fijar recubrimientos de muro para amortiguación de ruido en puentes de vías férreas en Alemania.

Los parámetros investigados en dichas pruebas se muestran en la siguiente tabla:

Grado del acero	Espesor del acero	Índice de tensión R	Desperfectos
S 235 (St 37) / A36	6, 10, 15, 20, 26.5, 40, 50 mm	0.8, 0.5, 0.14, -1.0, -3.0	Fijador: - instalado y desprendido - instalado de forma inclinada y desprendido - instalado en forma inclinada
S 355 (St 52) / grado 50	[0.236, 0.394, 0.591, 1.043, 1.575, 1.969"]		

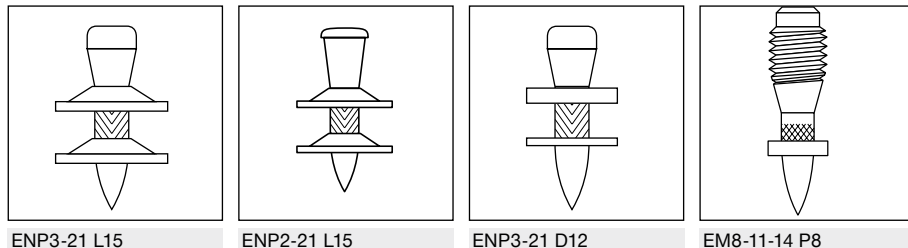
#### Condiciones de carga

La siguiente imagen muestra la terminología y notación utilizada.

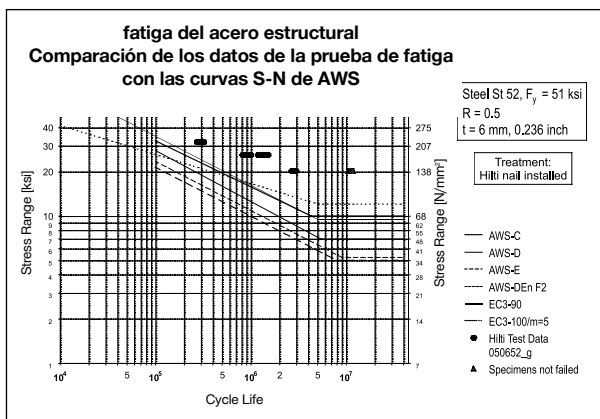


### Fijadores probados

El fijador primario utilizado en estas pruebas fue ENP3-21 L15 de Hilti, el predecesor de ENP2-21 L15. La diferencia radica en la forma de la cabeza, la cual no tiene efecto alguno en la interacción con la base de acero. También se hicieron pruebas con ENP2-21 L15, ENP3-21 D12 y el perno roscado EM8-11-14, los cuales tienen vástagos estriados de 4.5 mm de diámetro.



Los resultados de las pruebas fueron evaluados por Niessner y el Prof. T. Seeger de la Universidad de Darmstadt de acuerdo con las disposiciones del Eurocode 3. A la derecha, puede encontrar un ejemplo de una de las series de pruebas. La gráfica permite hacer la comparación con las categorías de fatiga europeas 90 ( $m = 3$ ) y 100 ( $m = 5$ ), así como las categorías americanas conforme a las disposiciones del AWS.



### Conclusiones

- Los efectos de instalar un fijador a pólvora de Hilti sobre la resistencia a la fatiga son conocidos y predecibles.
- La especificación de construcción “Efectos de los fijadores a pólvora en materiales base” (acero al carbón sin alear) fue evaluado por Niessner y Seeger de la Universidad de Darmstadt conforme al Eurocode 3.
- La categoría 90 de la especificación EC3 con  $m = 3$  o la categoría 100 de la especificación con  $m = 50$  son aplicables también.
- Se abarca la instalación incorrecta de fijadores, como fijadores saltados o inclinados.
- Las marcas del pistón en el material base causadas por el uso incorrecto de una herramienta sin un fijador, o las muescas debidas a la falla del fijador durante la instalación deben eliminarse utilizando las medidas adecuadas.

Puede encontrar información más detallada sobre la evaluación de la información de las pruebas y el programa de pruebas en el documento “Resistencia a la fatiga del acero estructural con fijadores a pólvora conforme al Eurocode 3”, por Niessner M. y Seeger T. (Stahlbau 68, 1999, núm. 11, pp. 941-948).

La distribución de versiones en inglés del documento puede hacerse bajo solicitud.

## 6. Concreto como material base

### 6.1 Mecanismos de anclaje

Un fijador DX/GX se mantiene anclado en el concreto por medio de los siguientes tres mecanismos:

- Adhesión / sinterizado
- Acuñaado
- Prensado

Estos mecanismos fueron identificados y estudiados por medio del análisis de la información obtenida en la prueba de tensión y la examinación microscópica de los fijadores desprendidos y la conexión entre concreto y fijador.

#### Adhesión / sinterizado

Cuando se instala un fijador en concreto, el concreto se compacta. El calor intenso generado durante la instalación provoca que el concreto se sinterice en el fijador. La resistencia de esta unión sinterizada es, en realidad, superior a la del efecto de prensado debido a las fuerzas reactivas del concreto sobre el fijador.

Se puede comprobar la existencia de esta unión sinterizada al examinar los fijadores desprendidos. La superficie del fijador, especialmente en el área de la punta, se vuelve rugosa debido al concreto sinterizado sobre ella, el cual solo puede removerse utilizando una fresa. Cuando se realizan pruebas de tensión, el modo de fallo más común es el rompimiento de la unión sinterizada entre el concreto y el fijador, especialmente en y cerca de la punta.

#### Acuñaado

El material sinterizado forma rugosidades en la superficie del fijador. Estas rugosidades conforman un micro-acuñaado entre el fijador y el concreto. El mecanismo de anclaje puede estudiarse examinando los fijadores desprendidos con un microscopio. Como en el caso del sinterizado, el acuñaado se da principalmente en el área de la punta del fijador.



Punta limpiada mecánicamente de un  
fijador DX desprendido

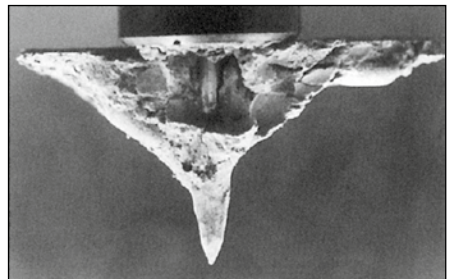
**Prensado**

La compresibilidad del concreto limita la acumulación de tensión compresiva alrededor del fijador instalado. A su vez, esto limita la efectividad del prensado como mecanismo de anclaje.

La tendencia del concreto tensionado a relajarse reduce la tensión compresiva y por ende, el efecto de prensado. Por estas razones, el prensado en el vástago del fijador contribuye mínimamente en la resistencia total a la tensión.

**Falla de concreto**

Ocasionalmente, se puede observar la falla del cono de concreto cuando se utiliza un dispositivo de prueba con soportes muy espaciados entre sí. El hecho de que la falla de concreto ocurra indica que la unión del fijador con el concreto era más resistente que el concreto.



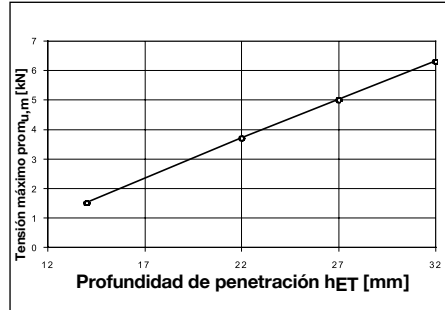
## 6.2 Factores que influyen en la resistencia a la tensión

Los factores que pueden afectar la resistencia a la tensión de las fijaciones sobre concreto incluyen:

- Profundidad de penetración en el concreto
- Parámetros del concreto (resistencia a la compresión, estructura granular, dirección del posicionamiento del concreto)
- Distancia al borde de concreto y espaciado entre fijadores

### Profundidad de penetración $h_{ET}$

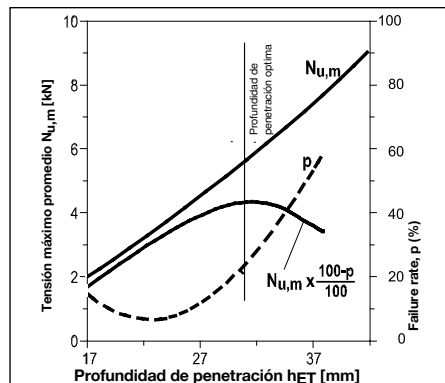
Los fijadores que se instalan a mayor profundidad presentan típicamente una mayor resistencia a la tensión. Esta relación puede apreciarse mejor al instalar grupos de fijadores utilizando diferentes potencias y comparando los resultados obtenidos para cada grupo con los demás. El resultado de una de estas pruebas se muestra en la gráfica de la derecha. Cabe notar que las fallas de instalación del fijador no fueron consideradas en el cálculo de la carga máxima promedio,  $N_{u,m}$ .



El valor correspondiente al incremento de la profundidad de penetración con el fin de aumentar la resistencia a la tensión está limitado por el incremento del índice de falla de instalación del fijador. Siempre y cuando la profundidad de penetración sea la misma, las fijaciones sobre concreto con una resistencia a la compresión mayor se sostienen mejor que las fijaciones en concreto con una resistencia menor. una resistencia a la compresión mayor se sostienen mejor que las fijaciones en concreto con una resistencia menor. La capacidad para aprovechar esta característica también se ve limitada

por el incremento del índice de falla de instalación del fijador en concreto con una resistencia mayor. Como es de esperarse, la profundidad de penetración a la que el índice de falla es mínimo se reduce conforme se incrementa la resistencia del concreto.

$$= N_{u,m} \cdot \left( \frac{100 - p}{100} \right)$$



**Parámetros del concreto**

Los parámetros del concreto (como el tipo y tamaño de los agregados del concreto, tipo de cemento y ubicación en la superficie superior o inferior del piso de concreto) influyen en el índice de falla de instalación del fijador, a veces de forma significativa.

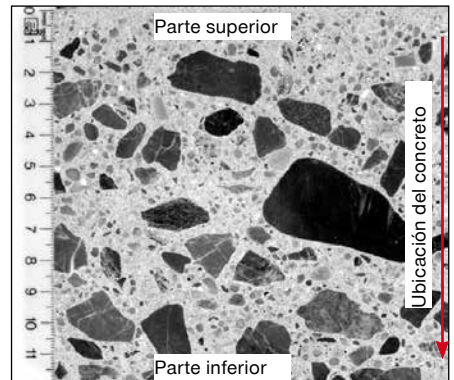
Las fallas de instalación del fijador surgen cuando el fijador encuentra un agregado duro, como el granito, ubicado cerca de la superficie de concreto. Un agregado duro puede desviar el fijador, y en casos extremos, el fijador puede deformarse de forma excesiva, lo cual conduce a la fractura del concreto en forma

Las fijaciones aéreas usualmente se asocian con un índice de falla de instalación del fijador más alto que las fijaciones en el suelo. Esto se debe a la distribución de los agregados en el concreto. Los agregados más grandes tienden a acumularse en la parte inferior de la losa del suelo. En la parte superior hay una mayor concentración de agregados pequeños y finos.

cónica, y causa que el fijador no tenga ningún soporte.

En caso de que el fijador se deforme solo ligeramente, el concreto puede resquebrajarse en la superficie. No obstante, ya que la resistencia a la tensión se logra principalmente en el área de la punta del fijador, el resquebrajamiento del concreto no afecta la carga permisible para el fijador DX/GX.

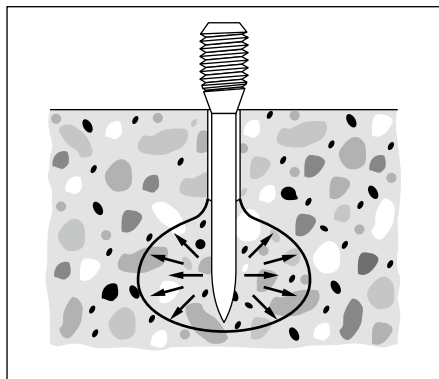
Algunos agregados más suaves, como la caliza, arenisca o el mármol, pueden resultar completamente penetrados cuando son alcanzados por el fijador.



Existen diversas maneras de reducir el índice de falla cuando se utilizan fijadores a pólvora sobre concreto. Estas involucran dos conceptos básicos: uno consiste en reducir las tensiones a tracción del concreto cerca de la superficie, y el otro en retrasar los efectos de dichas tensiones.

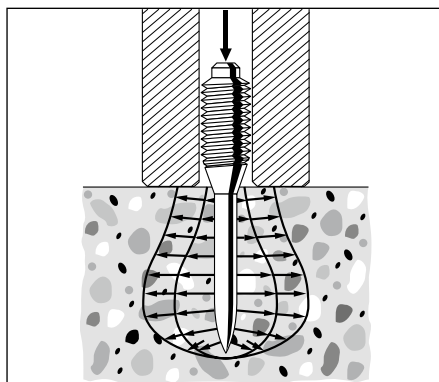
### Perforación previa del concreto (DX-Kwik)

Al hacer una perforación previa muy pequeña (5 mm de diámetro, 18 o 23 mm de profundidad), las tensiones se reubican a una mayor profundidad en el concreto. Los fijadores instalados con DX-Kwik se ven rodeados por un “bulbo” de tensión, ubicado en la parte profunda del concreto. Con este método, prácticamente no ocurren fallas de instalación del concreto.



### Guía del fijador anti-resquebrajamiento

Este elemento consiste en una guía de fijador pesada hecha de acero. Su peso e inercia contrarrestan las tensiones en la superficie por un periodo de tiempo muy corto. Esto permite la redistribución de las tensiones en otras secciones del concreto.



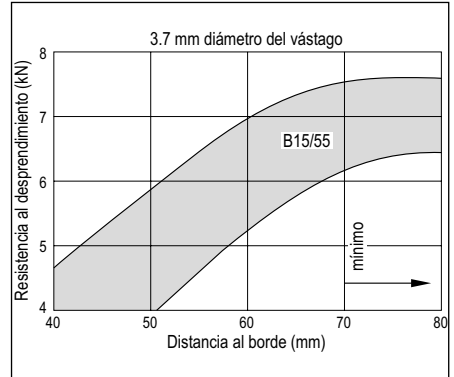
**La transición de un fijador largo a uno corto reduce la magnitud de las tensiones y por lo tanto, el índice de falla de instalación del fijador.**



### Distancia al borde y espaciado de los fijadores

Si los fijadores se colocan muy cerca del borde de concreto, la capacidad de carga de tensión se verá reducida. Por lo tanto, las distancias al borde mínimas se publican con el fin de reducir los efectos de los bordes sobre la resistencia a la tensión.

La información correspondiente fue obtenida por medio de pruebas y análisis y se muestra en la parte 2 de este manual. Existen además provisiones para el espaciado 4 de los fijadores cuando se instalan en pares o 40 cuando los fijadores se instalan en filas a lo largo del borde de concreto. Estas distancias al borde y espaciados también tienen como propósito ayudar a prevenir el resquebrajamiento y/o la fisura del concreto debido a la

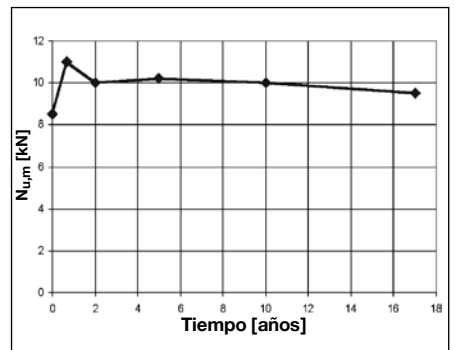


fijación. No obstante, el resquebrajamiento generalmente influye insignificamente en la resistencia a la tensión.

### 6.3 Efectos del paso del tiempo en la resistencia a la tensión

Los efectos del paso del tiempo en la resistencia a la tensión han sido investigados en pruebas exhaustivas. El principal problema es, de hecho, el efecto del relajamiento del concreto en el área alrededor del fijador instalado.

Este gráfico proporciona un resumen de las pruebas hechas con fijadores DX-Kwik. Ya que las fijaciones DX estándar poseen el mismo mecanismo de anclaje, esta afirmación es también válida para fijaciones DX estándar. Los resultados de la prueba indican que el relajamiento del concreto no tiene ningún efecto negativo en la resistencia a la tensión de las fijaciones DX. La información de la prueba también muestra que el sinterizado y el acuñado constituyen los mecanismos de anclaje principales, ya que no dependen de la fricción entre el fijador y el concreto.



## 6.4 Efecto en componentes de concreto

Las fijaciones en la zona de compresión de la estructura no tienen efecto alguno en la resistencia a la compresión del concreto, siempre y cuando se cumplan a detalle las disposiciones con respecto a la distancia al borde y el espaciado.

Las fijaciones en la zona de tensión están sujetas a las siguientes disposiciones:

- a. **Las instalaciones en componentes sencillos de soporte de carga, tales como muros o techos de concreto, son generalmente posibles de hacer sin restricciones ya que el comportamiento de soporte de carga de estos componentes se ve afectado de forma mínima por los fijadores.** La condición predominante es la carga estática. Esta afirmación se basa en investigaciones experimentales llevadas a cabo en la Universidad Técnica de Braunschweig, Alemania.
- b. Fijaciones en vigas de concreto armado: debe asegurarse que el acero de armadura principal no sea alcanzado o penetrado por los fijadores DX. Esta medida precautoria se fundamenta principalmente en la reducción del esfuerzo máximo de la armadura de acero. Consulte al ingeniero estructural responsable del diseño para posibles excepciones.
- c. Fijaciones en elementos de concreto pre-esforzados: debe asegurarse que la armadura o cables de acero de pre-esfuerzo no sean alcanzados o penetrados por los fijadores DX.

Si el concreto es demasiado delgado, se resquebrajará en la superficie posterior. El espesor mínimo del concreto depende del diámetro del vástago del fijador utilizado.

Diámetro del vástago $d_{nom}$ (mm)	Espesor mínimo del concreto $h_{min}$ (mm)
3.0	60
3.5 / 3.7	80
4.5	100
5.2	100

## 7. Mampostería como material base

### 7.1 Idoneidad general

La tecnología de fijación directa también puede utilizarse sobre mampostería. Las juntas entre ladrillos o bloques y la capa de revoque sobre prácticamente cualquier tipo de mampostería (a excepción de bloques de concreto aireado liviano) proporcionan un excelente sustrato para fijaciones livianas y secundarias.

**Tabla de idoneidad: Fijación DX sobre mampostería**

Material de mampostería	Mampostería sin revoque		Mampostería con revoque
	Fijaciones en juntas de mortero* (ancho de la junta $\geq 10$ mm)	Fijaciones en bloques o ladrillo de mampostería	Fijación en revoque (espesor $\geq 20$ mm)
<b>Ladrillo de arcilla</b>			
sólido	++	+	++
perforación vertical	++	--	++
perforación horizontal	++	--	++
<b>Bloque de arcilla</b>			
sólido	++	+	++
perforación vertical	++	--	++
<b>Bloque Sand-lime</b>			
sólido	++	++	++
perforado	++	++	++
hueco	++	++	++
<b>Concreto aireado</b>	--	--	--
<b>Concreto liviano</b>			
sólido	++	-	++
hueco	++	-	++
<b>Concreto hueco</b>	++	+	++
<b>Agregado de escoria</b>			
sólido	++	-	-
perforado	++	-	++
hueco	++	-	++
++ adecuado	+ idoneidad limitada	- no se ha investigado a profundidad	-- no adecuado

\*) las juntas deben estar completamente rellenas con mortero.

La tabla anterior está basada en resultados de laboratorio y experiencia de campo. Debido a la amplia variedad de tipos y formas de mampostería utilizadas alrededor del mundo, se aconseja a los usuarios realizar pruebas en sitio o utilizando mampostería del tipo y forma en la que se harán las fijaciones.

## 8. Efectos de la temperatura en la fijación

### 8.1 Efectos de las temperaturas bajas en los fijadores

El acero tiende a hacerse más frágil conforme desciende la temperatura. El crecimiento del desarrollo de recursos naturales en regiones árticas ha conducido al surgimiento de aceros menos susceptibles a la falla de fragilidad a temperaturas bajo cero. La mayoría de los fijadores para instalación de revestimientos metálicos y cubiertas se utilizan para sujetar las láminas de revestimiento en una estructura aislada y no se exponen directamente a temperaturas extremadamente

- Fijaciones para fijar recubrimientos de muro en construcciones de una sola capa.
- Sitios de construcción abandonados durante los meses de invierno
- Láminas de revestimiento en almacenes fríos.

#### Fragilización por temperaturas bajas

La susceptibilidad de los fijadores a volverse frágiles a temperaturas bajas puede comprobarse por medio de pruebas de deformación por impacto efectuadas dentro de cierto rango de temperatura. La capacidad de los pernos de instalación de Hilti de seguir siendo dúctiles en un rango de temperatura de +20°C a -60°C es demostrada por el hecho de que la energía de impacto requerida permanece casi constante en todo este rango de temperatura.

#### Prueba de deformación por impacto -DSH57 (4.5 mm diámetro, HRC 58 ± 1)

Temperatura		Energía de impacto (pies-libras)			Energía de impacto (Joules)		
°F	°C	mínima	máxima	media	mínima	máxima	media
68	20	35.1	>36.1	>36.1	47.6	>48.9	>48.9
32	0	35.8	>36.1	36.0	48.5	>48.9	48.8
- 4	-20	31.4	>36.1	34.3	42.6	>48.9	46.5
-40	-40	34.4	36.5	35.7	46.6	49.4	48.4
-76	-60	35.6	36.2	35.9	48.2	49.0	48.7

#### Prueba de deformación por impacto - X-CR (4.0 mm diámetro)

Temperatura		Energía de impacto (pies-libras)			Energía de impacto (Joules)		
°F	°C	mínima	máxima	media	mínima	máxima	media
68	20	14.8	17.0	15.9	20	23	21.6
32	0	17.7	15.5	18.3	24	21	24.8
- 4	-20	14.8	15.9	15.5	20	21.6	21.0
-40	-40	16.2	17.9	16.8	21.9	24.2	22.8
-76	-60	14.2	15.6	15.1	19.2	21.1	20.5

**Prueba de deformación por impacto - X-CR (3.7 mm diámetro)**

Temperatura		Energía de impacto (pies-libras)			Energía de impacto (Joules)		
°F	°C	mínima	máxima	media	mínima	máxima	media
68	20	11.5	14.8	13.2	15.6	20.0	17.9
32	0	12.9	16.3	15.1	17.5	22.1	20.4
- 4	-20	13.1	15.8	14.7	17.8	21.4	19.9
-40	-40	14.2	15.8	14.8	19.2	21.4	20.1
-76	-60	12.3	15.0	13.7	16.7	20.3	18.6

Pruebas realizadas conforme a DIN EN 10045 secciones 1-4

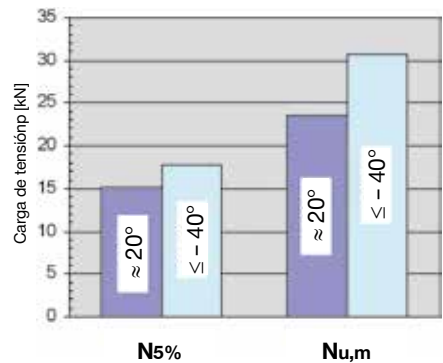
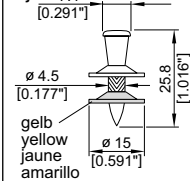
Distancia entre soportes = 22 mm

El símbolo ">" indica que las muestras no presentaron roturas. En los otros casos, alrededor del 50% de las muestras presentaron rotura.

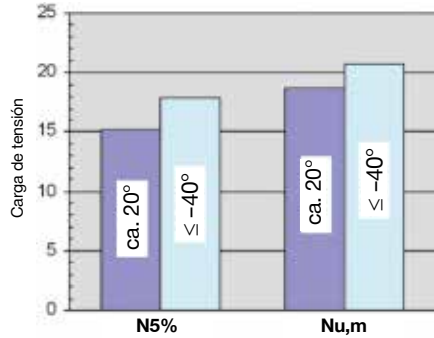
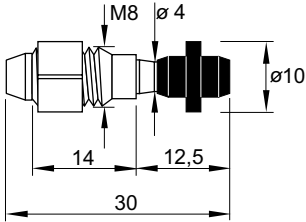
**8.2 Efectos de las temperaturas bajas en las fijaciones sobre acero**
**Efectos de las temperaturas bajas en la resistencia a la tensión**

Las pruebas muestran que las temperaturas extremadamente bajas tienden a incrementar la resistencia a la tensión con fijadores revestidos con zinc estándar y de acero inoxidable. Más adelante, se resumen los resultados de ambas pruebas. Los fijadores fueron instalados a temperatura ambiente y probados en un rango de -40°C a -70°C. Se probó una muestra de control a 20°C. La resistencia incrementada a temperaturas bajas puede explicarse por el incremento de la resistencia del zinc desplazado dentro del estriado, así como por el incremento de la resistencia del fundido en la punta del fijador.

Acero de base: S355K2G3  
 $h = 25 \text{ mm}$   
 $f_y = 402 \text{ MPa}$   
 $f_u = 538 \text{ MPa}$   
 Material fijado: lámina de acero, 2 x 1 mm  
 Herramienta: DX 750  
 Fijador: ENPH2-21 L15



Acero de base:  $h = 20 \text{ mm}$   
 $f_u = 450 \text{ MPa}$   
 Material fijado: ninguno  
 Herramienta: DX 750 G  
 Fijador: X-CRM8-15-12 FP10



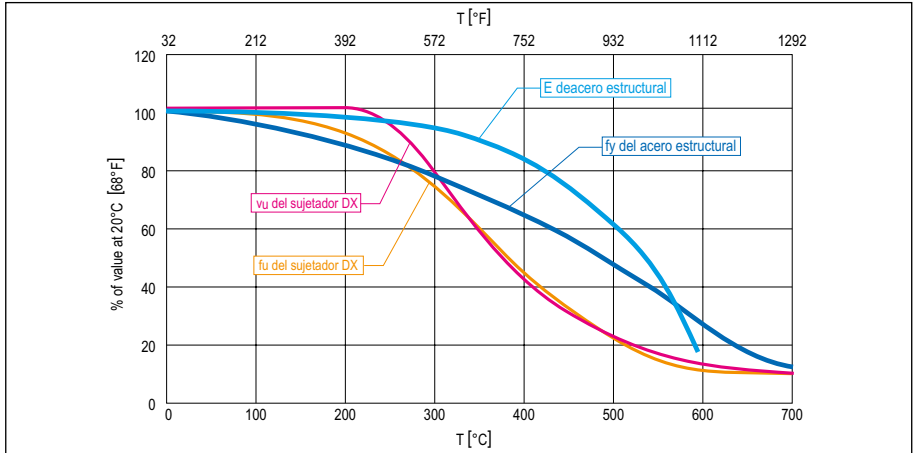
Hay dos factores que sobresalen en esta prueba:

- **La resistencia a la tensión se incrementó conforme disminuyó la temperatura.**
- **La tensión de la base de acero fue el único modo de fallo observado. No se presentaron fracturas.**

### 8.3 Resistencia al fuego de las fijaciones sobre acero

#### Fijadores de acero estándar endurecidos térmicamente con revestimiento de zinc

Cuando están sometidos a altas temperaturas, como en caso de un incendio, tanto los fijadores a pólvora como el acero estructural pierden resistencia. En la gráfica siguiente, se muestran los datos para fijadores endurecidos térmicamente con revestimiento de zinc y acero estructural.

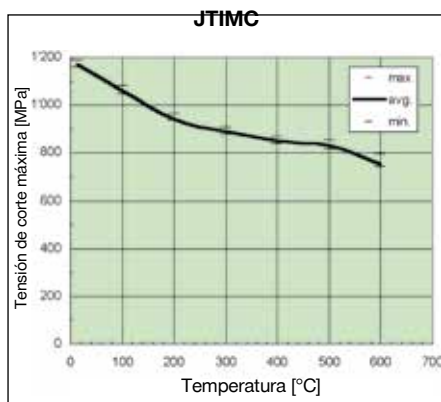
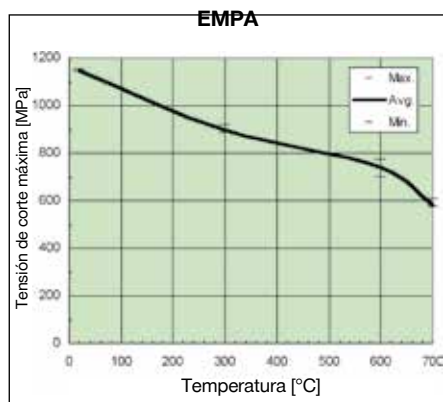


Hasta alrededor de 300 °C [572 °F], la pérdida de resistencia de los fijadores DX es relativamente proporcional a la pérdida de tensión de fluencia del acero estructural. A 600° °C [1112 °F], los fijadores DX conservan alrededor del 12% de su resistencia a 20 °C [68 °F], y el acero estructural, alrededor del 26%. Ya que los fijadores DX obtienen su alto nivel de resistencia a través de un proceso de endurecimiento térmico, la pérdida de resistencia a temperaturas elevadas es proporcionalmente mayor a la del acero estructural. La relevancia de las diversas pérdidas de resistencia deben evaluarse según la proporción de las resistencias del material que son realmente aprovechadas en el diseño. En un cálculo de diseño, puede concebirse que ciertas porciones de acero alcancen realmente su tensión de fluencia. Las resistencias materiales de un fijador X-ENP-19 L15 es de 30 kN [6.74 kips] bajo tensión y de 18.6 kN [4.18 kips] bajo corte. La carga de trabajo bajo tensión y corte recomendada para una fijación X-ENP-19 L15 calibre 16 (1.5 mm) es de 4.7 kN [1.057 kips] en tensión y 4.6 kN [1.034 kips] en corte. Por lo tanto, el aprovechamiento de la resistencia de X-ENP-19 L15 a una temperatura de alrededor de 600° es solo del 16 al 25% comparado con el 74% aproximado del acero estructural.

En un incendio, las fijaciones a pólvora no serán el factor determinante. Si los requerimientos de protección contra incendios permiten el uso de acero estructural, las fijaciones a pólvora pueden utilizarse también sin que haya un impacto negativo en la protección contra incendios

### Fijadores de acero inoxidable CR500

Los fijadores X-CR/X-CRM de Hilti son mucho más resistentes a la pérdida de resistencia a temperaturas altas que los fijadores estándar. El efecto de la temperatura sobre tensiones de corte máximas de los fijadores X-CR/X-CRM/X-BT pudo ser determinado por medio de pruebas de corte de junta solapada sencilla realizadas por el Laboratorio Federal Suizo para Investigación y Prueba de Materiales (EMPA). Los resultados se muestran en el diagrama a continuación. Para realizar la prueba, se cortaron fijadores con diámetro de 4.5 mm insertados en placas de acero con perforaciones de 4.6 mm de diámetro.



En Japón, JTICM ejecutó algunas pruebas similares.

Dichas pruebas consistieron en instalar un clavo X-CR de 4.5 mm de diámetro a través de una placa de acero de 6 mm y en una segunda placa de acero de 6 mm de diámetro, para después cortar ambas placas. Con base en la gráfica, puede concluirse que los resultados son casi los mismos.

A 600 °C, el material CR500 conserva 64% de su resistencia al corte a 20°C. En comparación, los fijadores estándar poseen solo el 12% y el acero estructural, alrededor del 26%. La excelente resistencia al fuego del material CR500 justifica por sí mismo su uso en algunas aplicaciones.



### 8.4 Resistencia al fuego de las fijaciones sobre concreto

El concreto se ve debilitado y dañado por el fuego, pero no tan velozmente como el acero. En pruebas de resistencia al fuego conforme a ISO realizadas con fijaciones DX-Kwik en la Universidad Técnica de Braunschweig, Alemania, el único modo de fallo observado fue la fractura de los clavos.

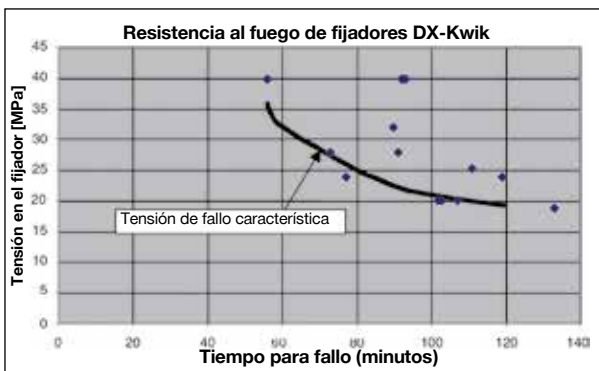
La siguiente tabla muestra la información obtenida durante las pruebas:

#### X-DKH 48 P8S15 DX-Kwik, vástago 4.0

Pruebas con ancho de fisura $\Delta W$ (mm)	Carga de tensión, F (N)	Resistencia al fuego / tiempo para fallo (minutos)	Modo de fallo
0.2	250	103	Fractura del clavo
0.2	250	107	Fractura del clavo
0.2	350	73	Fractura del clavo
0.2	350	91	Fractura del clavo
0.2	500	56	Tirón de la arandela
0.2	500	92	Fractura del clavo
0.2	500	93	Fractura del clavo

La tensión de los fijadores al momento del fallo fue calculada y graficada para obtener una gráfica de tensión vs. tiempo.

La curva de la tensión de fallo característica de la gráfica anterior puede utilizarse para calcular la carga de falla para varios diámetros de vástago expuestos al fuego por periodos distintos de tiempo. Las cargas de falla calculadas para fijadores con vástago de 3.7, 4.0 y 4.5 mm de diámetro tras una exposición al fuego de 60, 90 y 120 minutos se muestran en la siguiente tabla.



**Cargas de falla para diversos diámetros de vástago y periodos de exposición al fuego**

Diámetro del vástago (mm)	Tiempo de exposición al fuego y tensión de fallo		
	60 minutos 32.1 MPa	90 minutos 22.3 MPa	120 minutos 19.1 MPa
3.7	340 N	240 N	200 N
4.0	400 N	280 N	240 N
4.5	510 N	350 N	300 N

Esta tabla puede utilizarse para determinar las cargas recomendadas según la resistencia requerida al fuego conforme a ISO.

## 9. Conceptos de diseño

Las cargas de trabajo recomendadas  $N_{rec}$  y  $V_{rec}$  son apropiadas para uso en diseños de carga de trabajo típicos. Si se utiliza un método de diseño con factor parcial de seguridad, los valores de  $N_{rec}$  y  $V_{rec}$  son conservadores cuando se utilizan como  $N_{Rd}$  and  $V_{Rd}$ . Alternativamente, la resistencia de diseño puede calcularse a partir de las cargas recomendadas multiplicándola por el factor 1.4, el cual considera las incertidumbres de la carga en los fijadores. Los valores exactos para  $N_{Rd}$  y  $V_{Rd}$  pueden determinarse utilizando los factores de seguridad (cuando estén dados) y/o por el análisis de la información de las pruebas. Con base en las pruebas cíclicas, las fijaciones pueden considerarse como sólidas, incluso cuando la carga real resulta ser cíclica en parte. Las cargas de diseño (resistencia característica, resistencia de diseño y cargas de trabajo) para el conector de corte **X-HVB** se enlistan y ordenan según los lineamientos de diseño.

Alrededor del mundo, el diseñador puede encontrar dos conceptos principales para el diseño de fijaciones:

### Concepto de carga de trabajo

$$N_S \leq N_{rec} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_{GLOB}}$$

donde:

$\gamma_{GLOB}$  es un factor general de seguridad que incluye un margen para:

- errores en el cálculo de la carga
- desviaciones en los materiales y en los trabajos

y  $N_S$  es, en general, una carga actuante característica.

$$N_S \cong N_{Sk}$$

### Factores parciales de seguridad

$$N_{Sk} \cdot \gamma_F = N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk}}{\gamma_M} = N_{Rd}$$

donde:

$\gamma_F$  es un factor de seguridad parcial con un margen de error para el cálculo de la carga actuante,

$\gamma_M$  es un factor de seguridad parcial con un margen de error para las desviaciones en materiales y trabajos



La resistencia característica se define como un 5% fráctil:

$$N_{Rk} = N_{u,m} - k \cdot s$$

El factor  $k$  es una función del tamaño de la muestra y la precisión requerida. La resistencia característica de las fijaciones en concreto se determina con base en una probabilidad del 90%, mientras que las fijaciones sobre acero están basadas en una probabilidad del 75%.

El análisis estructural de la parte fijada (p. ej., un panel de cubierta de un techo o tubería sostenida por varias fijaciones) permite calcular la carga que actúa en una sola fijación, la cual se compara con la carga recomendada (valor de diseño de la resistencia) para el fijador. A pesar de este concepto de diseño que involucra un solo punto, es necesario asegurarse de que existe una redundancia tal que, si una de las fijaciones llegase a fallar, el sistema completo no colapsaría. El viejo dicho de “un perno no es ninguno” aplica también a las fijaciones DX.

Para fijaciones DX estándar en concreto, se aplica **un concepto de diseño basado en probabilidad** considerando fijaciones múltiples con el fin de permitir fallos en la instalación del fijador y la dispersión de la potencia de retención observada. Este concepto aplica a cargas de tensión y de corte, y se describe en el siguiente capítulo.

## 10. Determinación de la información técnica para el diseño de fijación

La determinación de la información técnica se basa en las siguientes pruebas:

- Límites de aplicación
- Pruebas de tensión para determinar la resistencia a la tensión y a tracción.
- Pruebas de corte para determinar la capacidad de soporte del material fijado y material base.

Estas pruebas se describen a detalle en las secciones “Acero y otros materiales base metálicos” y “Concreto como material base”.

### 10.1 Fijaciones sobre Acero

Las cargas de falla en tensión y en corte normalmente se distribuyen, y su coeficiente de variación es  $<20\%$ . La información de prueba para cada condición de la prueba se evalúa en función de los valores promedio y característico. El valor característico se basa en el 5% fráctil para una probabilidad del 75%.

El rango de aplicación del fijador se determina conforme a la prueba de límites de aplicación, en la cual los fijadores se instalan en placas de acero cuyo espesor varía desde el espesor mínimo recomendado  $t_{ll,min}$  al acero total ( $<20$  mm) y diversas resistencias de placa.

Se alcanza el límite de aplicación cuando se da 1 falla de corte en 30 fijadores probados, o si se observa un efecto negativo en los valores de carga (resistencia), o si se observa un efecto negativo en los valores de carga (resistencia) [sic.].

Debido a la dispersión menor en las cargas de falla, las fijaciones sobre acero pueden diseñarse para que funjan como puntos únicos. No obstante, deben tenerse en cuenta las buenas prácticas de ingeniería. Siempre debe asegurarse la redundancia del sistema.

## 10.2 Fijaciones de lámina perfilada

Además de las fijaciones generales en acero, existen datos específicos que aplican a las fijaciones de láminas perfiladas:

### Cargas cíclicas

Las fijaciones de láminas perfiladas son sometidas a cargas repetidas para simular los efectos del viento. Adicionalmente, pueden realizarse pruebas de atravesamiento cíclicas en las que se determina la carga de falla a los 5,000 ciclos.

El valor de diseño de la resistencia al atravesamiento para cargas de viento repetidas es el valor de diseño de la resistencia al atravesamiento estática multiplicada por un factor de reducción de  $\alpha_{cycl}$ .

- Si se llevan a cabo pruebas cíclicas:

$$\alpha_{cycl} = 1.5 (NRk_{cycl} / NRk_{sta}) \leq 1$$

(El factor 1.5 considera los diferentes niveles de seguridad para fatiga y diseño predominantemente estático).

- Si no se llevan a cabo pruebas cíclicas:

$$\alpha_{cycl} = 0.5$$

### Capacidad de soporte de la lámina

Las fijaciones para láminas perfiladas pueden estar sujetas a tensiones de corte provenientes de los movimientos de la construcción o la dilatación térmica de las láminas. Por ende, se efectúan pruebas para comprobar si las fijaciones son adecuadas para soportar las deformaciones impuestas.

Para ello, se llevan a cabo pruebas de corte utilizando un sustrato con el espesor mínimo y máximo y 2 capas de la lámina perfilada con el espesor especificado.

La fijación se considera adecuada si se logra un estiramiento de 2 mm sin que la lámina se perciba suelta o muestre una reducción excesiva en su capacidad de carga de tensión. En este caso, no se necesita considerar las fuerzas de restricción, ya que la fijación proporciona ductilidad suficiente gracias al estiramiento de la perforación.

### Estandarización

Se proporciona la resistencia a tensión de las fijaciones en láminas perfiladas con relación al espesor de la capa de núcleo. Los datos con respecto a la carga máxima se estandarizan conforme al espesor mínimo de la lámina y la resistencia, según el estándar relevante para la lámina. La corrección aplicable es la siguiente:

$$F_{U'} = F_U \cdot \frac{t_{min}}{t_{act}} \cdot \frac{f_{u,min}}{f_{u,act}}$$



### 10.3 Fijaciones sobre concreto (DX / GX estándar)

Las cargas de falla en tensión y corte muestran una gran dispersión con un coeficiente de variación de hasta 60%. Para aplicaciones específicas, las fallas de instalación del fijador pueden detectarse y los fijadores, reemplazarse (p. ej., en el caso de los pernos roscados). Para otras, sin embargo, no es posible detectarlas (p. ej., cuando se fijan listones de madera), por lo que es necesario tomar esto en consideración.

Por ende, la resistencia de diseño se determina para:

- cargas de falla sin considerar las fallas de instalación del fijador.
- cargas de falla considerando un índice de falla de instalación del fijador del 20%

Evaluar la información técnica y diseño según el diseño de punto único basándose en frágiles y un factor de seguridad no resulta factible para dichos sistemas. El valor característico sería cero con un coeficiente de variación de alrededor del 50%.

La evaluación de la información y la determinación de la resistencia de diseño está por lo tanto basada en fijaciones múltiples, es decir, en un diseño redundante, en el cual se calcula la probabilidad de que falle no un solo fijador, sino varios que sujetan la estructura. Por este sistema, puede transferirse la carga entre fijadores en caso de que uno de los fijadores sufra una falla, resbalamiento, etc.

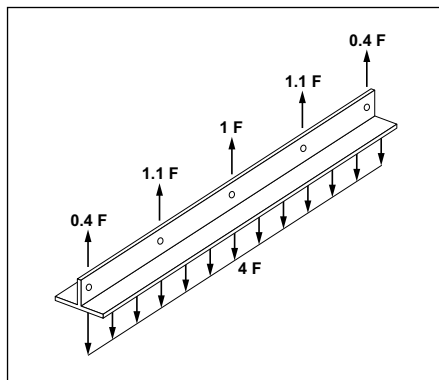
#### Información de la prueba

La información obtenida de la prueba del fijador se combina para formar una distribución de carga de tensión maestra.

#### Sistema estático

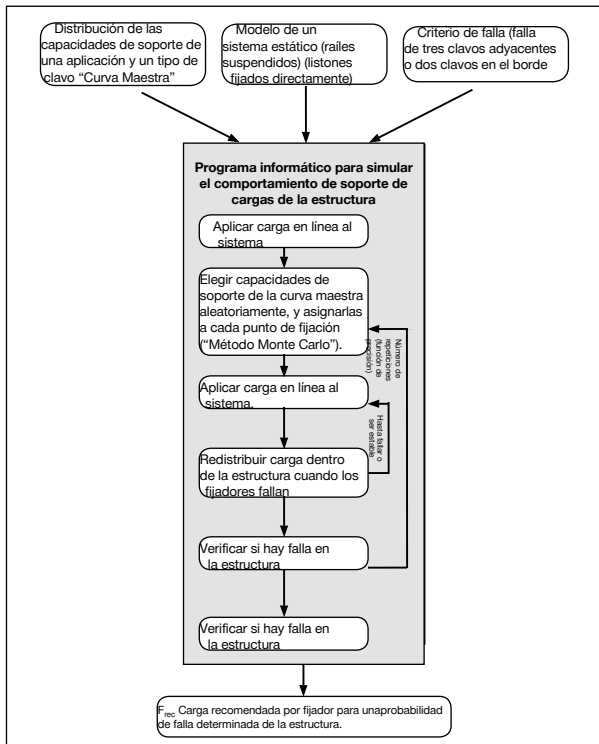
##### Se examinan dos sistemas estáticos

- Una viga suspendida que permite curvatura sin restricciones.
- Una viga directamente fijada en la superficie, la cual presenta curvatura restringida.



### Método de cálculo

El método de cálculo utilizado es el método Monte Carlo, en el cual se atribuyen valores de soporte tomados estocásticamente de la distribución maestra a los fijadores individuales del sistema, y el sistema es verificado para determinar si puede sostener la carga en línea impuesta. Al llevar a cabo un número elevado de simulaciones, se puede obtener información estadística con respecto a la probabilidad de falla del sistema bajo una carga en línea determinada.



### Parámetros de diseño

El diseño se basa en los siguientes parámetros:

- Probabilidad de falla:  $1 \cdot 10^{-6}$
- Número de fijadores: 5
- Carga en línea distribuida uniformemente
- Criterio de falla: 2 fijaciones en borde o 3 centrales.

El resultado se expresa como **carga recomendada por fijación**.

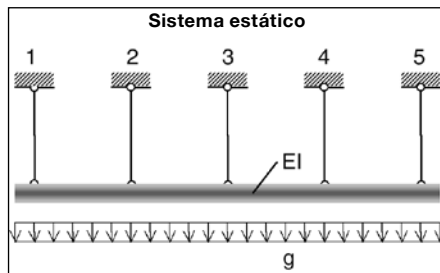


### Efectos sobre un diseño de fijación

En la práctica, la condición general para un diseño de fijación es que debe existir redundancia total en el sistema. El efecto del enfoque Monte Carlo en un diseño puede observarse en los siguientes ejemplos.

#### Ejemplo:

Fijación de tubería con cinco soportes de techo.



1. Debido a la rigidez (EI) de la tubería, la carga permanente (g) debe redistribuirse entre los soportes restantes en caso de que dos soportes adyacentes fallen. (Es suficiente con sujetar cada soporte utilizando un clavo).
2. La tubería no es lo suficientemente rígida para redistribuir la carga permanente hacia los soportes adyacentes en caso de que un soporte falle. (Cada soporte debe sujetarse con cinco clavos).

### 10.4 Fijaciones DX sobre concreto (DX-Kwik)

Las cargas de falla en tensión y en corte se distribuyen de forma log-normal y su coeficiente de variación es <20%. La información de prueba es evaluada para obtener el 5% fráctil con base en una probabilidad del 90%. Las cargas de trabajo recomendadas se obtienen al aplicar un factor de seguridad global de 3 para tensión y corte.

La determinación de la información técnica para concreto fisurado (zona de tensión) se basa en las pruebas de tensión. Las pruebas de corte en concreto fisurado y no fisurado arrojan resultados similares, por lo que no es necesario efectuarlas.

Las cargas de falla en concreto fisurado presentan un coeficiente de variación mayor.

La información de prueba también es evaluada para obtener el 5% fráctil. La carga recomendada para la zona de tensión se considera como el menor de los siguientes valores:

- $N_{rec} = N_{Rk} / \gamma_{GLOB}$   $\gamma_{GLOB} = 3.0$  para ancho de fisura de 0.2 mm
- $N_{rec} = N_{Rk} / \gamma_{GLOB}$   $\gamma_{GLOB} = 1.5$  para ancho de fisura de 0.4 mm

El rango de aplicación del fijador se determina por medio de la prueba de límite de aplicación, durante la cual se hacen fijaciones sobre concreto con una resistencia y antigüedad variable conforme a las condiciones de aplicación especificadas (perforación previa e instalación). La altura de fijación se mantiene en el extremo más bajo del rango especificado. Se dice que se alcanza el límite de aplicación si el índice de falla supera el 3% o si los valores de tensión se desvían considerablemente de la distribución log-normal. El tamaño de la muestra es de 30 por condición.

### 10.5 Diseño del fijador para Estados Unidos y Canadá

Las fijaciones a pólvora son puestas a prueba conforme a los criterios de aceptación de ICC-ES AC 70 y los métodos de prueba estándar de ASTM E 1190. El procedimiento de prueba abarca pruebas de tensión y de corte sobre acero, concreto y mampostería. A continuación se muestra la determinación de la carga permitida (recomendada). La carga de trabajo recomendada se deriva de la información obtenida en la prueba al dividir la carga de falla promedio o la carga característica calculada entre un factor de seguridad global.

Se deben distinguir tres opciones diferentes:

$$P_a = V_a = F_{aII} = \frac{F \cdot R \cdot R_f}{\Omega} \quad (3-1)$$

where:

$F$  = Average ultimate load [lbf (N)] of the test series.

$\Omega$  = Safety factor determined in accordance with Section 3.3.2.

$R$  = Most severe base material reduction factor determined in accordance with Section 3.3.3.1, 3.3.3.2, or 3.3.3.3, as applicable.

$R_f$  = Fastener based reduction factor, determined in accordance with Section 3.3.3.4, as applicable.

**Exception:** When testing satisfies the alternate sample size described in Section 8.1 of ASTM E1190 (the COV from ten tests is 15 percent or greater),  $F$  shall be taken as the lowest ultimate load of the ten tests and  $\Omega$  shall be taken as 5.

**3.3.2 Safety Factor,  $\Omega$ :** The safety factor shall be determined using Equation 3-2.

$$\Omega = \frac{3.5}{(1 - 2COV)} \geq 5 \quad (3-2)$$

## Aprobaciones ⇒ Clavos

Aprobaciones	Seg-mento	Producto	País	Aplicación
ABS 15-HS1456396-PDA	PS	X-FCM, X-FCP	Int.	Fijaciones sobre acero
ABS 15-HS1456396-PDA-DUP	PS	X-FCM, X-FCP	Int.	Fijaciones sobre acero
ABS 16-HS1545445-PDA	PS	EDS, X-U, X-ENP2K, X-ENP-19, X-HSN 24, X-EM, X-EW, X-EF, X-FCM	Int.	Fijaciones sobre acero
ABS 16-HS1545447-PDA	PS	X-CR, X-R, X-CRM, X-CRW, X-ST, X-FCM-R, X-FCM-M, X-FCP-R, X-FCP-F	Int.	Fijaciones sobre acero
ABS 16-HS1545448-PDA	PS	X-BT, X-BT-ER, X-BT-MR-N M8, X-FCM-R(M)	Int.	Fijaciones sobre acero
ABS 16-HS1545448-PDA-DUP	PS	X-BT, X-BT-ER, X-BT-MR-N M8, X-FCM-R(M)	Int.	Fijaciones sobre acero
ABS 16-HS1550085-PDA	PS	S-BT	Int.	Fijaciones sobre acero
BUTgb ATG 13/1824	SM	NPH2, X-ENP2K	B	Lámina de metal
BV 23498/B0	PS	X-BT, X-BT-ER, X-FCM-R(M)	Int.	Fijaciones sobre acero, construcción de embarcaciones
BV 45116/A0	PS	S-BT	Int.	Fijaciones sobre acero, construcción de embarcaciones
Canadian Navy	PS	X-BT	Can	Fijaciones sobre acero, construcción de embarcaciones
COLA RR 25296	SM	X-ENP, X-EDN19, X-EDNK22, X-HSN 24	EE.UU	Cubiertas
COLA RR 25646	BC	EDS, DS, X-C, X-CR, W6, W10	EE.UU	Fijaciones sobre Acero y concreto
COLA RR 25651	IF	X-CC27 C27/32, U22/27, ALH22/27, X-CW	EE.UU	Falsos techos
COLA RR 25662	IF	X-GN, X-EGN, X-GHP, X-C, X-S	EE.UU	Muro falso de yeso
COLA RR 25675	BC	X-U, X-U15, X-P	EE.UU	Fijaciones sobre acero y concreto
COLA RR 25684	ME	X-EW6H, X-EW10H, X-CRM8, X-BT, X-BT-MF	EE.UU	Fijaciones sobre acero
COLA RR 25708	BC	X-CF72, X-CP72	EE.UU	Solera
COLA RR 25826	ME	X-HS U19/32	EE.UU	Lámina de metal
COLA RR 25839	IF	X-CW	EE.UU	Falsos techos
COLA RR 25877	SM	X-ENP-19, X-EDN-19, X-EDNK22, X-HSN 24	EE.UU	Lámina de metal
COLA RR 25921	IF	X-GPN	EE.UU	Madera contralaminada
COLA RR 25974	IF	X-GPN	EE.EU	Madera contrachapada
CSTB AT 3/16-844	ME	X-EKB, X-ECH, X-ECT, X-EKS, X-EKSC, X-CC, X-HS, X-HS-W	F	Fijaciones eléctricas
DIBt Z-14.4-456	SM	X-CR14	D	Fachada de vidrio
DIBt Z-14.4-517	BC	X-U	D	Fijaciones sobre Acero
DIBt Z-14.4-766	SM	X-R 14	D	Fachada de vidrio
DIBt Z-21.7-1512	SM	X-CR M8, X-CR48 (DX-Kwik)	D	Fijaciones redundantes

Approbaciones	Seg-mento	Producto	País	Aplicación
DIBt Z-21.7-2016	SM	X-CR 48, X-CR 52 (DX-Kwik)	D	Fijaciones redundantes
DIBt Z-21.7-670	IF	M8H, X-CR M8, X-DKH48, X-CR48 (DX-Kwik)	D	Falsos techos
DIBt Z-26.4-46	SM	X-HVB	D	Conectores de corte
DIN EN 1993-1-3/NA	SM	X-ENP-19 Pandeo lateral	D	Lámina de metal
DNV-GL 12272-10HH	E&I	X-BT, X-BT-ER, X-FCM-R(M)	Int.	Fijaciones sobre acero
DNV-GL 42222-15HH	E&I	X-U, EDS	Int.	Fijaciones sobre acero
DNV-GL TAS00000N6	PS	S-BT	Int.	Fijaciones sobre acero
ETA-03/0004	BC	XI-FV	EEA	ETICS
ETA-04/0101	SM	X-ENP-19	EEA	Cubierta
ETA-13/0172	SM	X-ENP2K, DX 76 PTR	EEA	Cubierta
ETA-14/0426	SM	X-CR 48, X-CR 52 (DX-Kwik)	EEA	Fijaciones redundantes
ETA-15/0876	SM	X-HVB	EEA	Conectores de corte
ETA-16/0082	SM	X-U16 S12	EEA	Cubierta
ETA-16/0301	ME	Fijadores para aplicaciones eléctricas, p. ej. cable, para X-P B3 y X-P G3	EEA	Fijaciones de cables
ETA-17/0304	BC	XI-FV	EEA	ETICS
FM 3026695	ME	X-EW6H, X-EW10H	EE.UU	Fijaciones sobre acero
FM 3029102	SM	X-ENP-19, X-EDN-19, X-EDNK22	EE.UU	Cubierta de encofrado-concreto liviano
FM 3031301	ME	X-HS W6/10 U19	EE.UU	Irrigador
FM 3054498	SM	X-ENP, X-HSN 24	EE.UU	Cubierta
FM Listados de rociadores	ME	W10, EW10	EE.UU	Rociadores
IAPMO ER 217, Verco Co-listing	SM	X-EDNK22, X-ENP-19, X-HSN 24	EE.EU	Cubierta
IAPMO ER 161, Verco Co-listing	SM	X-EDN19, X-EDNK22, X-ENP-19, X-HSN 24	EE.EU	Cubierta
IBMB 16930/2013	IF	X-GN, X-GHP, X-C	D	Resistencia al fuego
IBMB 2006/2011	IF	X-U, X-P	D	Resistencia al fuego
IBMB 3041/8171	IF	DX-Kwik, X-CR, X-DKH, X-M6H, X-M8H	D	Resistencia al fuego
IBMB 4708/2014	IF	X-GN, X-EGN, X-C, X-U, Rigips-Trockenbauwände	D	Resistencia al fuego
IBMB 6536/8173	IF	X-GN, X-EGN, X-C, X-U, Knauf-Trockenbauwände	D	Resistencia al fuego
IBMB 6537/8174	IF	X-GN, X-EGN, X-C, X-U, Siniat-Trockenbauwände	D	Resistencia al fuego
IBMB Gutachten 1498/166/13	ME	DX-Kwik X-HS	D	Soporte de techo
ICC-ES ESR-1169	SM	X-ENP-19, X-HSN 24, S-SLC-01, S-SLC-02	EE.UU	Fijaciones sobre acero
ICC-ES ESR-1414	SM	X-EDN-19, X-EDNK22, X-ENP-19	EE.UU	Fijaciones sobre acero
ICC-ES ESR-1663	BC	EDS, DS, X-C, X-CR, X-ALH, W6, W10	EE.UU	Fijaciones sobre acero y concreto
ICC-ES ESR-1752	IF	X-GN, X-GHP, X-EGN, X-S, X-C, X-P G3, X-S G3, X-C G3, X-C B3, X-S B3, X-P B3	EE.UU	Muro falso de yeso

Approbaciones	Segmento	Producto	País	Aplicación
ICC-ES ESR-2184	IF	X-CX ALH, X-CX C27	EE.UU	Soporte de techo
ICC-ES ESR-2197	SM	X-ENP-19, X-EDN-19, X-EDNK22	EE.UU	Lámina de metal
ICC-ES ESR-2269	BC	X-U, X-U15, X-P	EE.UU	Fijaciones sobre acero y concreto
ICC-ES ESR-2347	ME	X-EW6H, X-EM8H, X-EW10H; X-CRM, X-BT	EE.UU	Fijaciones sobre acero
ICC-ES ESR-2379	BC	X-CF72, X-CP72	EE.UU	Solera
ICC-ES ESR-2776	SM	X-ENP-19, X-HSN 24, X-EDN-19, X-EDNK22, S-SLC-01, S-SLC-02	EE.UU	Lámina de metal
ICC-ES ESR-2795	ME	X-HS U19/32	EE.UU	Soporte de techo
ICC-ES ESR-3059	IF	X-GPN, X-PN 37 G3	EE.UU	Madera contralaminada
LR 03/00070	PS	X-BT, X-BT-ER, X-BT-MR-N M8, X-FCM-R	Int.	Fijaciones sobre acero
LR 97/00077	PS	X-U, EDS, DS, X-ENP-19, X-ENP2K, X-EDN, X-EDNK, X-EM, X-EW, X-EF, X-HS, X-CC, X-FCM, X-FCP	Int.	Fijaciones sobre acero
LR 97/00078	PS	X-CR, X-CRM, X-FCM-R, X-FCP-R, X-HS-R	Int.	Fijaciones sobre acero
MLIT / BCJ	SM	X-HVB	Jap	Conexión de corte
MLIT 2005	SM	X-ENP-19	Jap	Cubierta de madera
Russian Maritime Register	PS	X-BT	Int.	Fijaciones sobre acero
Russian Maritime Register	PS	S-BT	Int.	Fijaciones sobre acero
SDI	SM	X-ENP-19	EE.UU	Fijaciones sobre Acero
SDI	SM	X-HSN 24, X-EDN19, X-EDNK22	EE.UU	Fijaciones sobre Acero
Socotec 1601601R0000003	BC	X-IE	F	Aislamiento
Socotec 1601601R0000004	SM	NPH2	F	Lámina de metal
U.S. Navy 61/09-220	PS	X-BT para LPD-17	EE.UU	Fijaciones sobre acero
UL E 257069	ME	X-BT-M6/W6, X-BT-M/W10-SN12- R, X-BT ER	EE.UU	Aterrizaje
UL E201485	ME	X-ECH/FR-L/-M/-S with X-U37, XEKB MX, X-ECT MX, X-EKSC MX	EE.UU	Fijaciones eléctricas
UL E217969	ME	X-HS W6/10 U19/22/27, X-RH, X-EMTSC, X-BX	EE.UU	Fijaciones mecánicas
UL EX 2258	ME	W10, EW10, X-EW6H, X-EW10H	EE.UU	Irrigador
UL R 13203	SM	X-EDN-19, X-EDNK-22, XENP- 19, X-HSN 24	EE.UU	Lámina de metal
VHT PZ-809-15	IF	X-U, X-P	D	Muro falso de yeso



Hilti Latin America