

# MANUAL TÉCNICO



## Tornillo de Anclaje HPM®

Conexiones atornilladas rápidas, sencillas y seguras



Versión ES 10/2017  
Certificación Europea (European Technical Approval ETA-13/0603)



# Pie de Pilar HPKM®

## Conexiones atornilladas de pilares

- Sistema de tornillo de anclaje estandarizado y con certificaciones
- Parámetros de diseño según normativa
- Suministros rápidos directamente desde almacén local y fábricas
- Producción certificada y homologada
- Amplia gama de productos para todo tipo de conexiones
- Accesorios para una rápida y fácil instalación
- Fácil de diseñar con el programa de cálculo gratuito Peikko Designer®

Los tornillos de anclaje HPM® se utilizan para fijar estructuras de hormigón o metálicas y maquinaria a una estructura base de hormigón. Los tornillos se colocan en la cimentación y la conexión atornillada se realiza mediante tuercas y arandelas. La junta entre las dos estructuras se tiene que rellenar con mortero antes de que entre en carga.

El sistema consiste en una amplia variedad de tornillos de anclaje, con cabeza cónica o barra recta, accesorios de instalación y diversas herramientas para los diseñadores. Los tornillos cortos con cabeza cónica se utilizan en conexiones con poca profundidad y los largos con barra recta para empalme de pilares, pilares sobre muro o cimentaciones profundas. Además de los tornillos estándar, existen los ECO o los galvanizados en caliente. Para asegurar una fácil y correcta instalación de los tornillos de anclaje se utilizan las plantillas de instalación.



[www.peikko.es](http://www.peikko.es)

# ÍNDICE

<b>Tornillo de anclaje HPM®</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Propiedades del producto</b> .....	<b>5</b>
1.1 Comportamiento estructural .....	7
1.1.1 Condiciones temporales .....	7
1.1.2 Condiciones finales.....	7
1.2 Condiciones de aplicación.....	8
1.2.1 Condiciones de carga y medioambientales .....	8
1.2.2 Interacción con la estructura base.....	9
1.2.3 Posicionamiento del tornillo de anclaje .....	9
1.3 Otras propiedades.....	10
<b>2. Capacidades</b> .....	<b>12</b>
2.1 Capacidades para esfuerzos de tracción, de compresión y de cortante.....	12
2.2 Combinación de carga axial y de cortante.....	16
2.3 Resistencia al fuego .....	16
<b>Selección de tornillo de anclaje HPM®</b> .....	<b>17</b>
<b>Anexo A – Armadura adicional para resistir esfuerzos de tracción</b> .....	<b>19</b>
A1: Armadura para el cono de hormigón.....	19
A2: Armadura de fisuración .....	20
<b>Anexo B – Armadura adicional para resistir esfuerzos de cortante</b> .....	<b>21</b>
B1: Armadura de borde.....	21

# ÍNDICE

<b>Anexo C – Armadura adicional para resistir esfuerzos de compresión</b>	<b>22</b>
C1: Armadura del cono de hormigón para punzonamiento .....	22
C2: Áreas con cargas parciales, armadura perimetral .....	23
<b>Anexo D – Estribos en la zona de solape .....</b>	<b>25</b>
<b>Anexo E – Uso alternativo de los tornillos de anclaje HPM® .....</b>	<b>26</b>
<b>Anexo F – Métodos alternativos para transferir los esfuerzos de cortante .....</b>	<b>27</b>
<b>Instalación de los tornillos de anclaje HPM® .....</b>	<b>28</b>

## Tornillo de anclaje HPM®

### 1. Propiedades del producto

Los tornillos de anclaje HPM® se hormigonan in situ para conectar elementos estructurales y no estructurales al hormigón en cualquier tipo de edificio ya sean centros comerciales, edificios industriales, energéticos, almacenes, infraestructuras o edificios diversos entre otros.

Los tornillos de anclaje HPM® están disponibles en varios modelos estándar que son adecuados para diferentes aplicaciones, condiciones de carga y secciones transversales. Los tornillos de anclaje se colocan en el hormigón y transfieren las cargas desde la conexión a la estructura base.

La gama de productos consiste en:

- Tornillos de anclaje con cabeza cónica, tipo HPM® L
- Tornillos de anclaje rectos, tipo HPM® P
- Plantillas de instalación.

*Tornillo de anclaje HPM® L*



*Tornillo de anclaje HPM® P*



En los tornillos tipo L, el anclaje se consigue con la cabeza cónica. Las cargas se transfieren a través de la cabeza cónica del tornillo a la cimentación. Por su reducida zona de anclaje, los tornillos de anclaje HPM® L son adecuados para un uso en estructuras de reducido espesor (ej. cimentación, losas, vigas).

En los tornillos tipo P, el anclaje se consigue por empalme, para lo cual el tornillo se solapa con la armadura principal. Las cargas se transfieren por la unión de las barras corrugadas. El uso principal del tornillo de anclaje HPM® P es en estructuras con suficiente profundidad (ej. pedestal de cimentación, empalme de pilares, pilares sobre muro). Los usos alternativos se muestran en el Anexo E.

Los tornillos de anclaje HPM® están diseñados para ser compatibles con el pie de pilar HPKM®, pie de pared SUMO® y pies de viga, ofreciendo una solución para la mayoría de las conexiones prefabricadas (ej. pilar-cimentación, pilar a pedestal de cimentación, pilar-pilar, pared a cimentación, viga-pilar, viga-pared), además de servir para resolver las conexiones de estructuras metálicas y anclaje de maquinaria.

Los tornillos de anclaje se hormigonan en la base de la estructura junto con las armaduras principal y adicional, como se indica en los Anexos A, B, C y D de este catálogo. La conexión se consigue atornillando el tornillo a la pletina base utilizando las tuercas y arandelas. Para finalizar la conexión, la junta se rellena de mortero sin retracción autonivelante tipo Grout. Es importante no colocar más elementos encima hasta que el mortero haya fraguado.

Las conexiones atornilladas Peikko se pueden diseñar para resistir esfuerzos axiales, momentos flectores, esfuerzos cortantes, combinación de todos los anteriores y la exposición al fuego. Con el software Peikko Designer® es posible seleccionar el tipo adecuado y la cantidad necesaria de tornillos de anclaje HPM® en una conexión así como verificar la capacidad de todas las conexiones del proyecto. El software se descarga de forma gratuita en [www.peikko.es](http://www.peikko.es)

Figura 1. Conexión con tornillos de anclaje HPM® L de pilar prefabricado a cimentación.

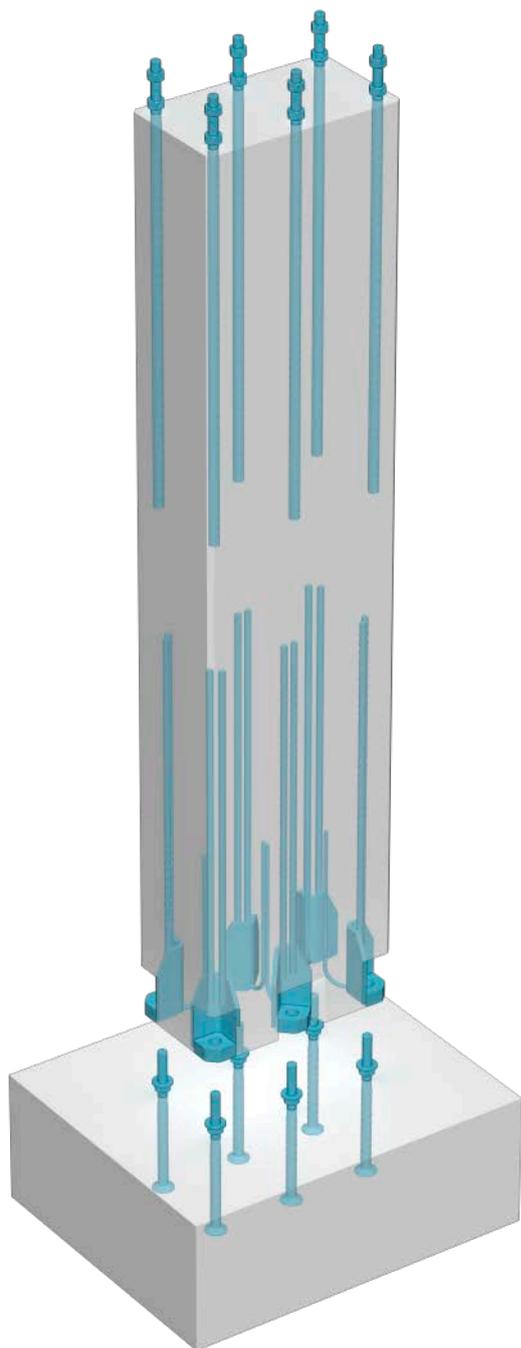
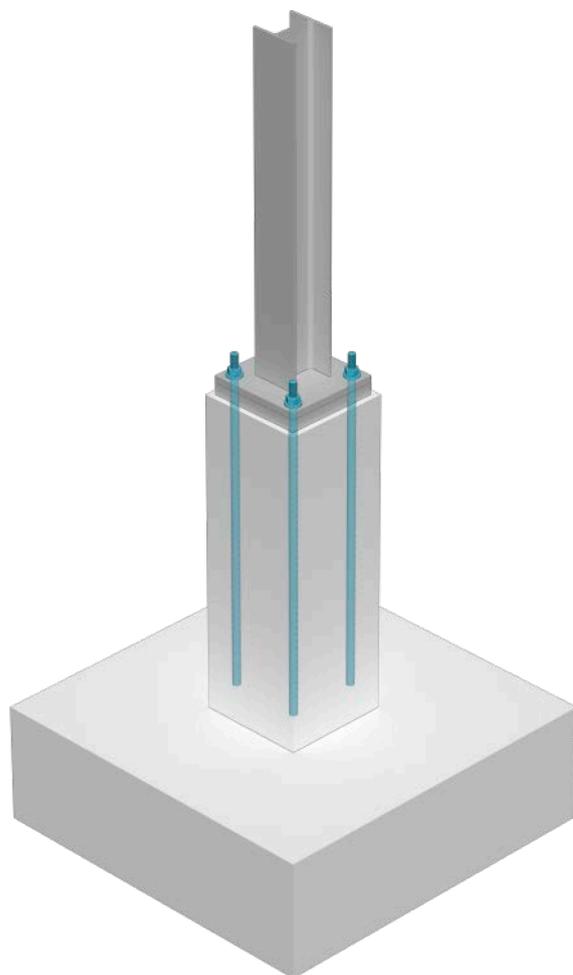


Figura 2. Conexión con tornillos de anclaje HPM® P de pilar metálico a pedestal de cimentación.



## 1.1 Comportamiento estructural

Las cargas en la estructura se transmiten a los tornillos de anclaje mediante esfuerzos equivalentes de tracción, de compresión y de cortante. El momento flector se transmite a los tornillos de anclaje mediante un par de fuerzas de tracción y de compresión. La elección del número y tamaño del tornillo de anclaje debe ser suficiente para las cargas.

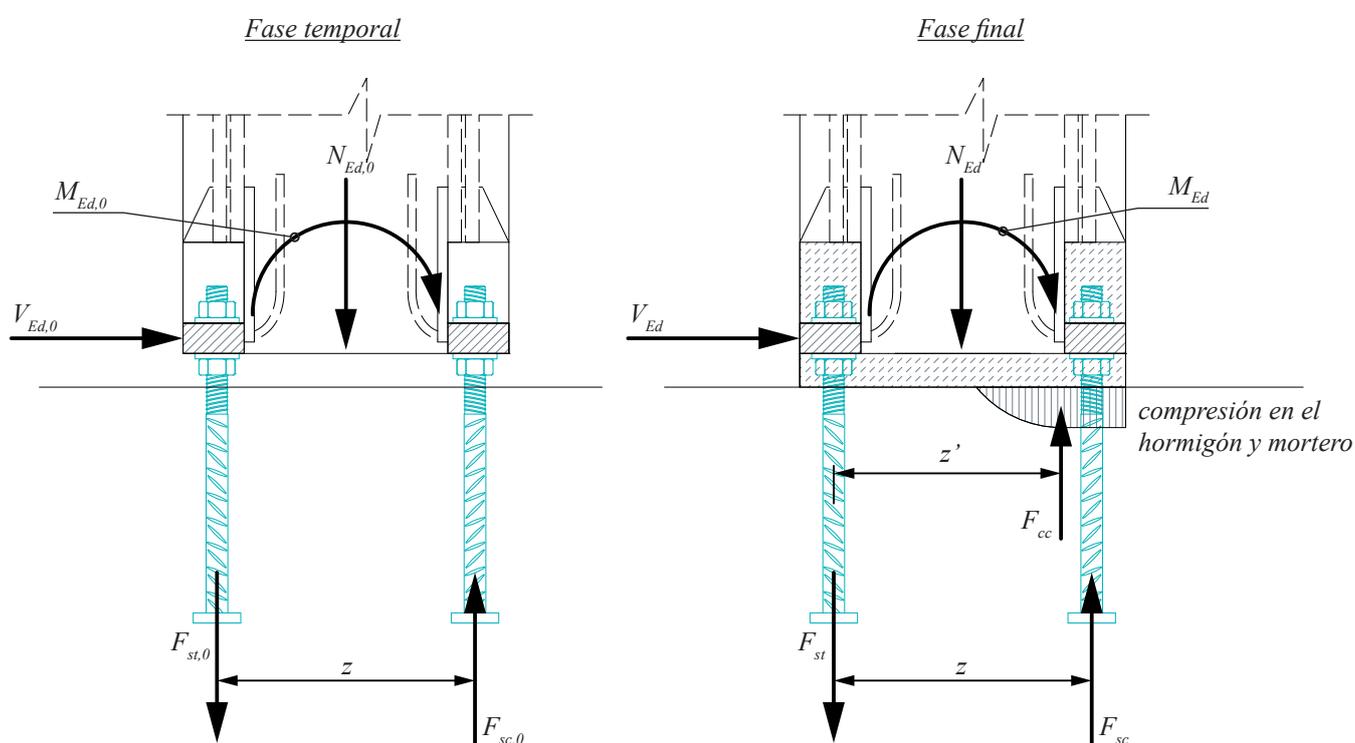
### 1.1.1 Condiciones temporales

En la fase de montaje, los esfuerzos que actúan sobre los tornillos de anclaje son principalmente el peso propio del elemento, así como también el momento flector y esfuerzo cortante causados por la acción del viento. Al no estar la junta rellena de mortero, todos los esfuerzos son soportados únicamente por los tornillos. Además los tornillos deben ser verificados para el pandeo y la flexión. El espacio de la junta que queda entre la base inferior de hormigón y la estructura prefabricada debe ser relleno con mortero sin retracción autonivelante (tipo Grout). El mortero deberá endurecerse antes de seguir colocando más carga sobre la estructura.

### 1.1.2 Condiciones finales

En la fase final, después de que el mortero alcance la resistencia necesaria, la conexión funciona como una estructura de hormigón armado convencional. El mortero actúa como conexión entre la estructura y la base de hormigón, transfiriendo los esfuerzos de compresión y esfuerzos cortantes. El mortero debe tener unas características de resistencia a compresión, al menos igual o superior, que la calidad más alta del hormigón usado en los elementos a conectar.

Figura 3. Comportamiento estructural de la conexión atornillada en su fase temporal y final.



### 1.2 Condiciones de aplicación

Los modelos estándar de los tornillos de anclaje HPM® están diseñados para su uso en las condiciones mencionadas en esta sección. Si estas condiciones no se consiguen, por favor, contactar con el Departamento Técnico de Peikko para consultar otras opciones de tornillos de anclaje HPM® especiales.

#### 1.2.1 Condiciones de carga y medioambientales

Los tornillos de anclaje están diseñados para soportar cargas estáticas. Para asegurar la resistencia a la corrosión, el valor mínimo de recubrimiento de hormigón para el tornillo de anclaje, las arandelas y las tuercas, debe ser determinado según el tipo de exposición medioambiental y la vida útil deseada. Como alternativa al mínimo recubrimiento de hormigón, Peikko dispone de dos tratamientos superficiales: galvanizado ECO y galvanizado en caliente. También, pueden ser utilizados otros métodos anticorrosión tales como imprimación in situ. Para más información, por favor contactar con el Departamento Técnico de Peikko.

El galvanizado ECO es una manera económica y ecológica de proteger el tornillo contra la corrosión, que permite galvanizar, parcial o completamente, el tornillo de anclaje. El método de galvanizado es un cubrimiento de zinc con spray térmico (según normativa EN ISO 2063). El espesor mínimo de protección es 100 µm, que cumple con la clase medioambiental C3 de la normativa EN 9223:2012.

Los tornillos con tratamiento galvanizado en caliente (según normativa EN ISO 1461) se sumergen completamente en material galvanizado. El espesor mínimo de protección es 55 µm, que cumple con la clase medioambiental C3 de la normativa EN 9223:2012.

Ejemplos para el pedido de tornillos galvanizados:

- Galvanizado ECO ⇒ Nombre: **HPM24P-ECO**
- Galvanizado en caliente ⇒ Nombre: **HPM30L-HDG**

Figura 4. Tornillo galvanizado ECO.



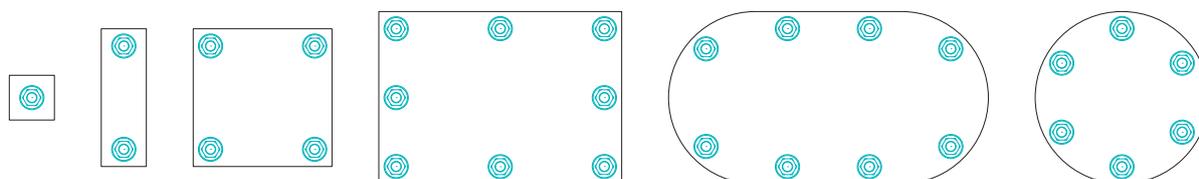
## 1.2.2 Interacción con la estructura base

Los tornillos de anclaje HPM® están diseñados para el uso en estructuras de hormigón armado (ej. cimentación, losas, pedestal de cimentación, pilares, paredes). Las propiedades estándar de los tornillos de anclaje HPM®, son válidas para hormigón de resistencia desde C20/25 a C50/60.

## 1.2.3 Posicionamiento del tornillo de anclaje

Los tornillos de anclaje HPM® se emben en el hormigón hasta la marca que indica la profundidad de anclaje. Siempre que sea posible, los tornillos de anclaje deben estar organizados simétricamente. La disposición de los tornillos también debe tener en cuenta la armadura existente, para asegurar que se pueden colocar en el lugar correcto.

Figura 5. Ejemplos de la disposición de los tornillos de anclaje HPM®.

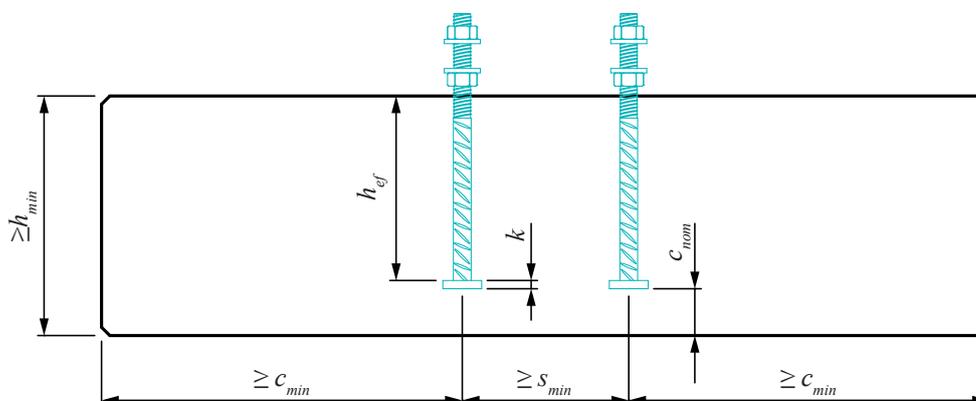


Cuando se colocan los tornillos de anclaje HPM® L, la distancia entre tornillos ( $s_{min}$ ), la distancia al borde ( $c_{min}$ ), y el espesor de cimentación ( $h_{min}$ ) no deben estar por debajo de los valores indicados en la *Tabla 1*. Se debe tener en cuenta que los valores del mínimo espesor de cimentación ( $h_{min}$ ) en la *Tabla 1*, son para estructuras base hormigonadas directamente sobre el terreno,  $h_{min} = h_{ef} + k + c_{nom}$ , jossá  $c_{nom} = 85 \text{ mm}$ .

Tabla 1. Colocación de los tornillos de anclaje HPM® L en cimentación.

Tornillo de anclaje	$c_{min}$ [mm]	$s_{min}$ [mm]	$h_{min}$ [mm]	$h_{ef}$ [mm]	$k$ [mm]
HPM 16 L	50	80	260	165	10
HPM 20 L	70	100	320	223	12
HPM 24 L	70	100	385	287	13
HPM 30 L	100	130	435	335	15
HPM 39 L	130	150	605	502	18

Figura 6. Instalación del tornillo de anclaje HPM® L.



Cuando se empleen los tornillos de anclaje HPM® P, la distancia mínima al borde debe cumplir con el espesor de recubrimiento de hormigón según UNE-EN 1992-1-1, sección 4. Los tornillos deben estar espaciados para no interferir en el armado, y además, cumplir con los requerimientos de los empalmes de barras según UNE-EN 1992-1-1, secciones 8.2 y 8.7.

### 1.3 Otras propiedades

Los tornillos de anclaje HPM® están fabricados con barras corrugadas de acero, con las siguientes propiedades:

Barra corrugada	B500B	EN 10080
-----------------	-------	----------

Cada tornillo de anclaje HPM® se suministra con dos tuercas hexagonales y dos arandelas:

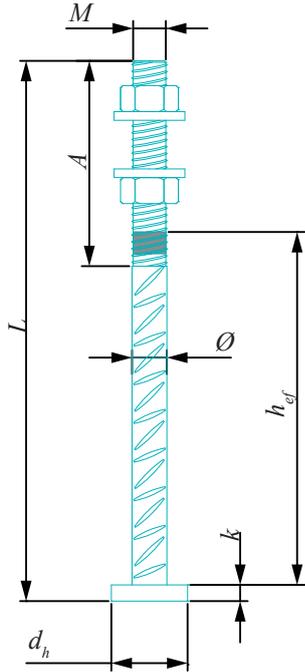
Arandelas	S355J2 + N	EN 10025-2
Tuercas	Calidad 8	EN ISO 4032 / EN 24032

Las fábricas del Grupo Peikko están bajo supervisión externa y se auditan periódicamente para asegurar el control de la calidad por Organismos de Inspección tales como "Inspecta Certification", "VTT Expert Services", "Nordcert", "SLV", TSUS" y "SPSC" entre otros.

Método de fabricación	
Barra corrugada	Corte mecánico
Rosca	Mecanizado
Cabeza cónica del tornillo	Forja

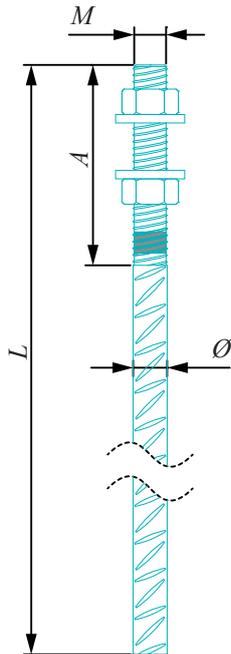
Tolerancias de fabricación	
Longitud	± 10 mm
Longitud zona roscada	+ 5, - 0 mm

Tabla 2. Dimensiones [mm], peso [kg], y código de colores de los tornillos de anclaje HPM® L.



	HPM 16 L	HPM 20 L	HPM 24 L	HPM 30 L	HPM 39 L
<i>M</i>	M16	M20	M24	M30	M39
<i>A</i>	140	140	170	190	200
Área efectiva de la zona roscada	157	245	352	561	976
$\varnothing$	16	20	25	32	40
<i>L</i>	280	350	430	500	700
Arandela	Ø40-6	Ø44-6	Ø56-6	Ø65-8	Ø90-10
<i>h<sub>ef</sub></i>	165	223	287	335	502
<i>d<sub>h</sub></i>	38	46	55	70	90
<i>k</i>	10	12	13	15	18
Peso	0,7	1,2	2,2	4,1	9,2
Código de color	Amarillo	Azul	Gris	Verde	Naranja

Tabla 3. Dimensiones [mm], peso [kg], y código de colores de los tornillos de anclaje HPM® P.



	HPM 16 P	HPM 20 P	HPM 24 P	HPM 30 P	HPM 39 P
<i>M</i>	M16	M20	M24	M30	M39
<i>A</i>	140	140	170	190	200
Área efectiva de la zona roscada	157	245	352	561	976
$\varnothing$	16	20	25	32	40
<i>L</i>	810	1000	1160	1420	2000
Arandela	Ø40-6	Ø44-6	Ø56-6	Ø65-8	Ø90-10
Peso	1,5	2,8	4,9	9,8	21,8
Código de color	Amarillo	Azul	Gris	Verde	Naranja

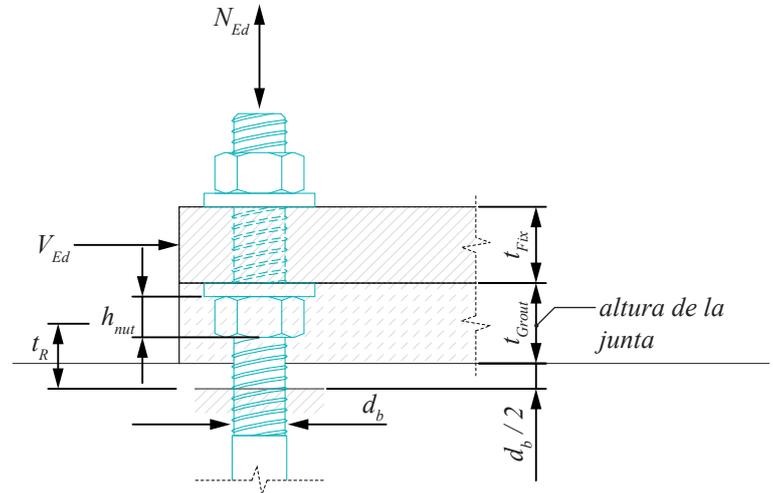
## 2. Capacidades

### 2.1 Capacidades para esfuerzos de tracción, de compresión y de cortante

Las capacidades de los tornillos de anclaje HPM® están determinadas según el concepto de diseño que hace referencia a los siguientes estándares:

- Especificación CEN/TS 1992-4-1:2009
- Especificación CEN/TS 1992-4-2:2009
- UNE-EN 1992-1-1:2010
- UNE-EN 1993-1-1:2008
- UNE-EN 1993-1-8:2011
- ETA-02/0006: Certificado Europeo
- ETA-13/0603: Certificado Europeo

Figura 7. Cargas y parámetros que caracterizan la junta.



$d_b$  = diámetro del área la rosca  
 $h_{mut}$  = espesor de la tuerca  
 $t_R$  = Longitud equivalente del área rosca  
 $= t_{Grout} - h_{mut} + d_b / 2$

La capacidad de la conexión del tornillo de anclaje HPM®, se define por el acero del tornillo y la resistencia de anclaje al hormigón. Las verificaciones necesarias se resumen en esta sección. Si la capacidad de tracción o cortante del acero del tornillo no se puede desarrollar completamente debido al fallo del cono de hormigón, entonces puede ser necesario disponer armadura adicional para transmitir los esfuerzos del tornillo de anclaje. Es recomendable utilizar el programa Peikko Designer® para calcular las capacidades y la armadura adicional de cada conexión atornillada.

Tabla 4. Capacidades últimas de servicio para esfuerzos de tracción y de compresión de cada tornillo de anclaje HPM®. (Resistencia del acero).

		HPM 16	HPM 20	HPM 24	HPM 30	HPM 39
$N_{Rd}$	[kN]	62	96	139	220	383
$N_{Rd,0}$						

Tabla 5. Capacidades últimas de servicio para esfuerzos de cortante de cada tornillo de anclaje HPM®. (Resistencia del acero). Las capacidades están determinadas de acuerdo con la Certificación Europea ETA-13/0603.

Tornillo de anclaje	Fase final $V_{Rd}$ [kN]	Fase de montaje $V_{Rd,0}$ [kN]	$t_{Grout}$ [mm]
HPM 16	20	5	50
HPM 20	31	10	50
HPM 24	45	19	50
HPM 30	72	39	50
HPM 39	125	76	60

NOTA 1: Las capacidades  $V_{Rd}$  y  $V_{Rd,0}$  en Tabla 5, son válidas para la altura de la junta igual a  $t_{Grout}$ .

NOTA 2: Las capacidades mostradas en Tabla 4 y 5, son sin acciones simultáneas de carga axial y de cortante. Para el caso de capacidad de acciones combinadas, ver la sección 2.2 de este catálogo.

El uso del programa Peikko Designer® es recomendable para comprobar las capacidades de las siguientes verificaciones

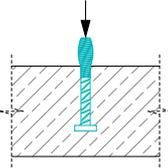
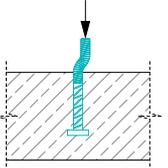
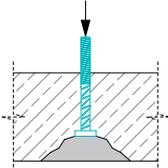
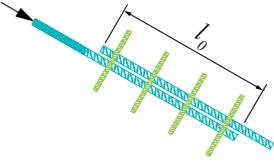
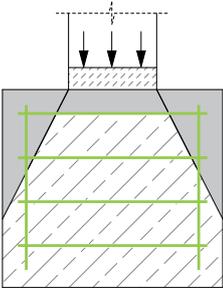
Tabla 6. Verificación que se requiere para los tornillos de anclaje HPM® con carga de tracción.

Modo de fallo	Ejemplo	Tornillo de Anclaje HPM® L	Tornillo de Anclaje HPM® P
Resistencia del acero		Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)
Resistencia de extracción		Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)	No es aplicable
Resistencia del cono de hormigón <sup>1)</sup>		Requerido (para grupo de tornillos)	No es aplicable
Resistencia a la fisuración <sup>2)</sup>		Requerido (para grupo de tornillos)	No es aplicable
Resistencia cono lateral <sup>3)</sup>		Requerido (para grupo de tornillos)	No es aplicable
Longitud de solape <sup>4)</sup>		No es aplicable	Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)

1) No se requiere si tiene armadura de refuerzo adicional según el Anexo 1.  
 2) No se requiere si la distancia al borde en todas las direcciones  $c \geq 1,5h_{ef}$  para un tornillo y  $c \geq 1,8h_{ef}$  para conexiones con más de un tornillo de anclaje o si la armadura adicional se dispone según el Anexo A2.  
 3) No se requiere si la distancia al borde en todas las direcciones  $c \geq 0,5h_{ef}$ .  
 4) Ver Anexo D por si es necesario armadura adicional en la zona de solape.

El uso del programa Peikko Designer® es recomendable para comprobar las capacidades de las siguientes verificaciones

Tabla 7. Verificación que se requiere para los tornillos de anclaje HPM® con carga de compresión.

Modo de fallo	Ejemplo	Tornillo de Anclaje HPM® L	Tornillo de Anclaje HPM® P
Resistencia del acero		Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)
Resistencia al pandeo <sup>1)</sup>		Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)
Resistencia al punzonamiento por la parte inferior del tornillo <sup>2)</sup>		Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)	No es aplicable
Longitud de solape <sup>3)</sup>		No es aplicable	Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)
Zonas parcialmente cargadas <sup>4)</sup> • Aplastamiento local • Fuerzas de tensión transversales		Requerido únicamente en la fase final (para la estructura base)	Requerido únicamente en la fase final (para la estructura base)

1) No se requiere (según Certificado Europeo ETA-13/0603) si la altura de la junta no excede el espesor estipulado en las instrucciones de instalación de este catálogo. Ver Tabla 5 para  $t_{Grou\prime}$

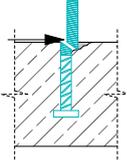
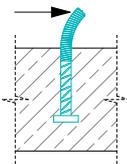
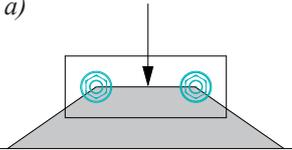
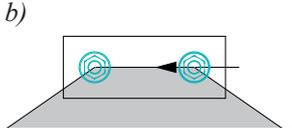
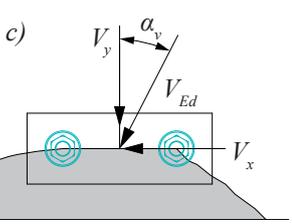
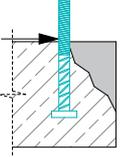
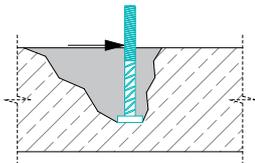
2) No se requiere si el canto de la estructura base dispone de un espesor mínimo de hormigón suficiente debajo del tornillo de anclaje, o si dispone de armadura adicional. Los detalles pueden encontrarse en el Anexo C1.

3) Ver Anexo D para los estribos necesarios en la zona de solape.

4) Ver Anexo C2 para las directrices de diseño y la armadura de refuerzo.

El uso del programa Peikko Designer® es recomendable para comprobar las capacidades de las siguientes verificaciones

Tabla 8. Verificación que se requiere para los tornillos de anclaje HPM® con carga de cortante.

Modo de fallo	Ejemplo	Tornillo de Anclaje HPM® L	Tornillo de Anclaje HPM® P
Resistencia del acero		Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)
Resistencia del acero (brazo de palanca) <sup>1)</sup>		Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de tornillos con carga)
Resistencia al borde del hormigón <sup>2)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortante perpendicular al borde</li> <li>• Cortante paralelo al borde</li> <li>• Cortante inclinado</li> </ul>	<p>a)</p>  <p>b)</p>  <p>c)</p>  	Requerido (para grupo de tornillos)	Requerido (para grupo de tornillos)
Resistencia de rotura del hormigón <sup>3)</sup>		Requerido (para grupo de tornillos)	No es aplicable

<sup>1)</sup> No se requiere (según Certificado Europeo ETA-13/0603) en la fase final, si la altura de la junta no excede el espesor estipulado en las instrucciones de instalación de este catálogo. Ver Tabla 5 para  $t_{Grouit}$ . Se debe tener en cuenta que la comprobación siempre se aplica en la fase de montaje.

<sup>2)</sup> No se requiere si la distancia a los bordes en todas las direcciones  $c \geq \min(10h_{ef}; 60\varnothing)$  o si se dispone de armadura adicional según el Anexo B1.

## 2.2 Combinación de carga axial y de cortante

Cuando los esfuerzos axil y cortante se producen en los tornillos simultáneamente, la interacción se debe comprobar con las ecuaciones para los distintos tipos de fallo y fases de diseño.

### VERIFICACIONES PARA EL ACERO

#### Tornillos en fase de montaje

La simultaneidad de los esfuerzos axil y cortante en cada tornillo, deben satisfacer la siguiente condición:

$$\frac{|N_{Ed,0}^I|}{N_{Rd,0}} + \frac{|V_{Ed,0}^I|}{V_{Rd,0}} \leq I \quad \text{ETA-13/0603, Ec. (1)}$$

#### Tornillos en fase final

La simultaneidad de los esfuerzos de tracción y cortante en cada tornillo, deben satisfacer la siguiente condición:

$$\frac{|N_{Ed}^I|}{I,4N_{Rd}} + \frac{|V_{Ed}^I|}{V_{Rd}} \leq I \quad \text{ETA-13/0603, Ec. (10)}$$

$$\frac{|N_{Ed}^I|}{N_{Rd}} \leq I \quad \text{ETA-13/0603, Ec. (11)}$$

Donde

- $V_{Rd,0}$  = capacidad a cortante del tornillo, en fase de montaje
- $V_{Rd}$  = capacidad a cortante del tornillo, en fase final
- $N_{Rd,0}$  = capacidad a axil del tornillo, en fase de montaje
- $N_{Rd}$  = capacidad a axil del tornillo, en fase final
- $V_{Ed,0}$  = carga cortante en un único tornillo, en fase de montaje
- $V_{Ed}$  = carga cortante en un único tornillo, en fase final
- $N_{Ed,0}$  = carga axil en un único tornillo, en fase de montaje
- $N_{Ed}$  = carga axil en un único tornillo, en fase final

### Verificaciones para el hormigón (se aplica únicamente a los tornillos de anclaje HPM® L)

#### Tornillos sin armadura adicional

La simultaneidad de los esfuerzos de tracción y cortante deben satisfacer la siguiente condición:

$$|\beta_N|^{1,5} + |\beta_V|^{1,5} \leq I \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, Ec. (48)}$$

#### Tornillos con armadura adicional

La simultaneidad de los esfuerzos de tracción y cortante deben satisfacer la siguiente condición:

$$|\beta_N|^{(2/3)} + |\beta_V|^{(2/3)} \leq I \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, Ec. (49)}$$

Si la armadura adicional está diseñada para transmitir los esfuerzos de tracción y cortante, se aplica Ec. (48).

donde

- $\beta_N$  = mayor grado de utilización del hormigón bajo esfuerzo de tracción
  - $\beta_V$  = mayor grado de utilización del hormigón bajo esfuerzo de cortante
- NOTA:** Los modos de fallo  $\beta_N$  and  $\beta_V$ , no están cubiertos por la armadura adicional

## 2.3 Resistencia al fuego

La verificación de la resistencia al fuego en las conexiones atornilladas se debe verificar según UNE-EN 1992-1-2. El diseño para caso de fuego de las conexiones de pilar está incluido en el software Peikko Designer®, siendo posible realizar una rápida y fácil comprobación del comportamiento de las conexiones de pilares prefabricados con los tornillos de anclaje HPM® cuando están expuestos al fuego. Si la resistencia al fuego en la conexión es insuficiente, se debería incrementar el recubrimiento del hormigón, o usar métodos alternativos para conseguir la resistencia necesaria al fuego. Por favor, contactar con el Departamento Técnico Peikko para ampliar la información.

## Selección de tornillo de anclaje HPM®

Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos cuando se selecciona el tipo de tornillo de anclaje HPM® para las conexiones atornilladas:

- Capacidades
- Propiedades del mortero Grout
- Propiedades de la estructura base de hormigón
- Posición de los tornillos de anclaje en estructura base de hormigón
- Valores de los esfuerzos mayorados.

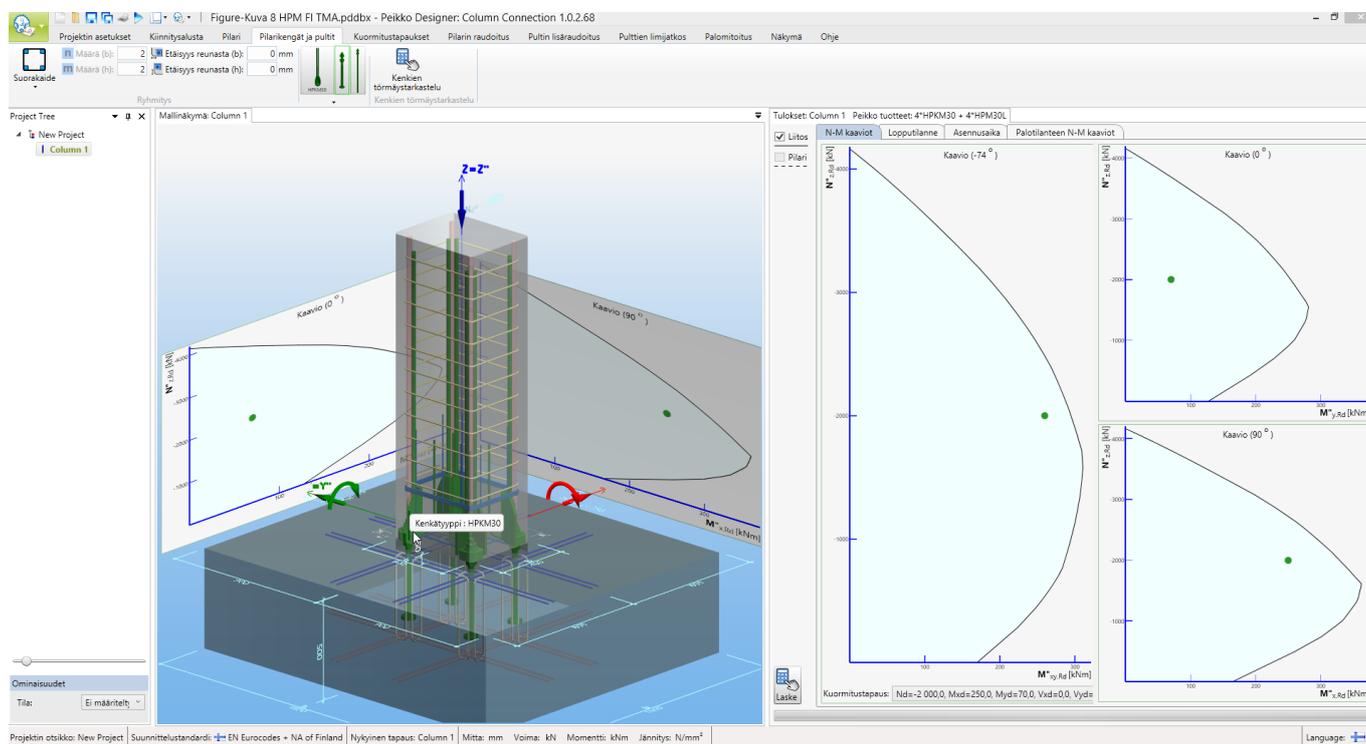
La capacidad de las conexiones atornilladas Peikko se debe verificar para las siguientes situaciones:

- Fase de montaje
- Fase final
- Resistencia al fuego
- Condiciones de exposición medioambiental.

## Software Peikko Designer® para el cálculo de conexiones

El Peikko Designer® es un software para diseñar y calcular las conexiones de pilar con los productos Peikko. Se puede descargar gratuitamente desde [www.peikko.es](http://www.peikko.es). Con el módulo de Conexión de Pilar el usuario puede diseñar las conexiones para resistir las cargas existentes y optimizarlas para cumplir con los requerimientos de todo el proyecto. Es posible generar un informe justificativo de las conexiones Peikko con los resultados de los cálculos realizados. También es posible exportar a programas de diseño los dibujos de las conexiones Peikko del proyecto. El resumen final de los productos Peikko resultantes de los cálculos realizados, ayudan en la planificación del material necesario para el proyecto.

Figura 8. Interfaz de usuario del software Peikko Designer® para el cálculo de conexiones de pilar.



A continuación se establecen los pasos a seguir para la selección:

### DATOS DE ENTRADA

- Materiales para el pilar prefabricado, estructura base del pilar y mortero de relleno
- Geometrías del pilar prefabricado y de la estructura base del pilar
- Esfuerzos mayorados – fase final, fase de montaje y situación de fuego
- **NOTA:** Los efectos de segundo orden deben ser incluidos en los casos de carga
- Tipo de pies de pilar y tornillos de anclaje
- Disposición de los pies de pilar
- Armadura principal del pilar prefabricado (opcional)

### RESULTADOS DEL SOFTWARE PEIKKO DESIGNER

- Diagrama de interacción de la junta N-M (diagrama esfuerzo axial – momento flector) en la fase final y en situación de fuego
- Diagrama de interacción N-M del pilar prefabricado
- Resultados del cálculo para la conexión de pilar en la fase final
- Resultados del cálculo para la conexión de pilar en la fase temporal de montaje
- Detalles de la armadura adicional
- Resumen de los productos en el proyecto

## Anexo A – Armadura adicional para resistir esfuerzos de tracción

### A1: Armadura para el cono de hormigón

Si la capacidad del cono de hormigón se excede, es necesario disponer armadura adicional para las cargas de tracción. Los detalles de esta armadura adicional para los tornillos de anclaje HPM® L se muestran a continuación. La cantidad de estribos y malla de refuerzo, se muestran en la *Tabla 9*. Una disposición alternativa de la armadura se puede calcular utilizando el software Peikko Designer® para conexiones de pilar, de acuerdo con la normativa CEN/TS 1992-4-2.

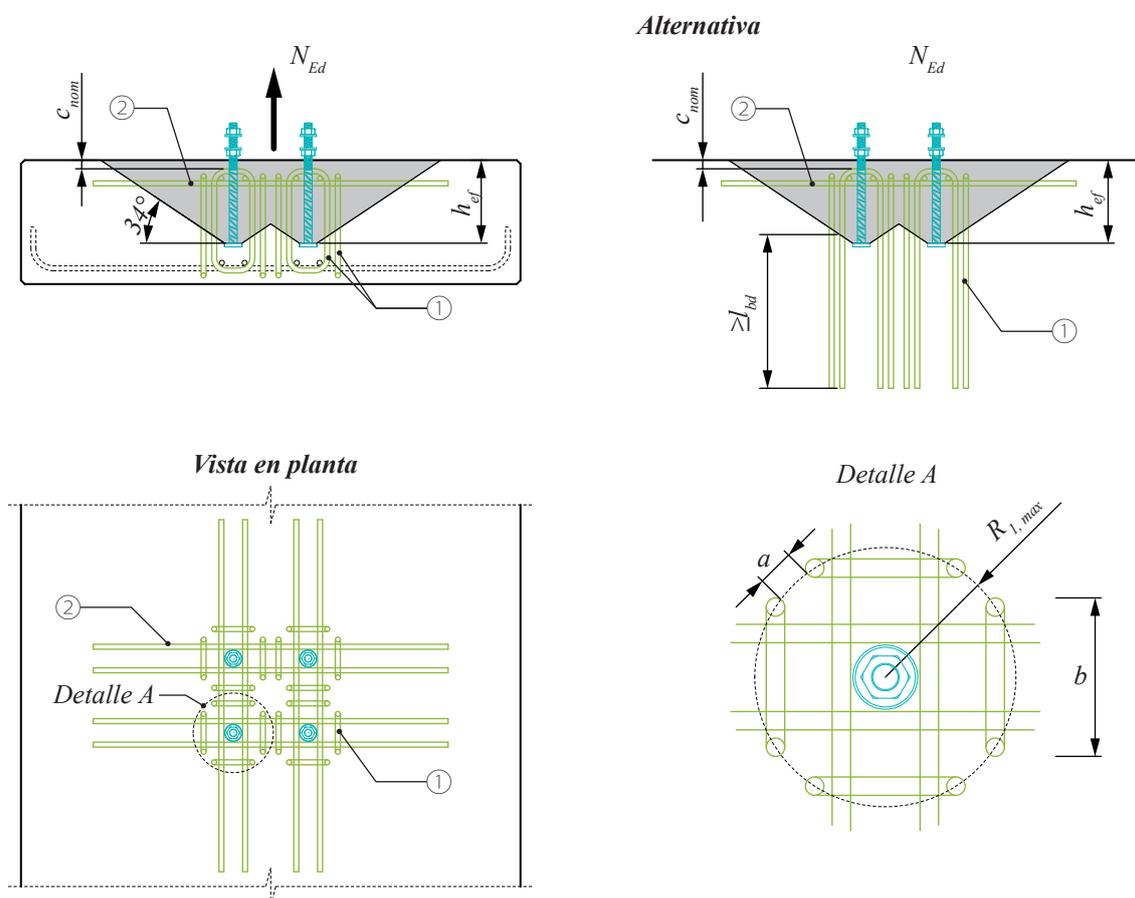
Tabla 9. Armadura adicional para el cono de hormigón (B500B).

Tornillo de anclaje	Estribos (por tornillo) ①	Barras superficiales ②	$c_{nom}$ [mm]	$R_{1,max}$ [mm]	$h_{ef}$ [mm]	Anchura de estribo $b$ [mm]
HPM 16 L	4 Ø 8	Ø 8	35	75	165	85
HPM 20 L	4 Ø 8	Ø 8	35	85	223	90
HPM 24 L	4 Ø 8	Ø 8	35	100	287	105
HPM 30 L	4 Ø 10	Ø 8	35	100	335	125
HPM 39 L	4 Ø 12	Ø 8	35	200	502	150

La armadura de la *Tabla 9* puede aplicarse directamente cumpliendo las siguientes condiciones:

- El tipo de hormigón de la cimentación es igual o superior a C25/30 (buena adherencia)
- El recubrimiento de hormigón nominal es igual o inferior a 35 mm
- La distancia mínima ( $a$ ) entre las barras de estribos adyacentes no debería ser menor de 21 mm, según UNE-EN 1992-1-1, sección 8.2 (tamaño máximo del árido = 16 mm)

Figura 9. Detalle de la armadura adicional en forma de estribos y horquillas.



**A2: Armadura de fisuración**

Si la resistencia a la fisuración se excede, se necesita armadura adicional en los laterales y en la cara superior cerca de la superficie del hormigón para poder resistir las fuerzas de fisuración y limitar las grietas. Los detalles de la armadura adicional para los tornillos de anclaje HPM® L se muestran a continuación. La cantidad de barras de refuerzo se indican en la *Tabla 10*. Una disposición alternativa de la armadura se puede calcular utilizando el software Peikko Designer® para conexiones de pilar, de acuerdo con la normativa CEN/TS 1992-4-2.

La cuantía de armadura de fisuración  $A_s$  se puede determinar como se muestra a continuación:

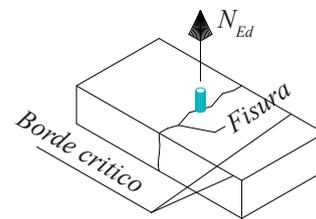
$$A_s = 0,5 \frac{\sum N_{Ed}}{f_{yk} / \gamma_{Ms,re}} [mm^2] \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, kaava (17)}$$

donde

- $\sum N_{Ed}$  = suma de los esfuerzos de tracción en los tornillos sometidos a tracción bajo las acciones de diseño
- $f_{yk}$  = límite elástico nominal del acero de refuerzo  $\leq 500 \text{ N/mm}^2$
- $\gamma_{Ms,re}$  = factor de seguridad parcial del acero de la armadura adicional = 1,15

*Tabla 10. Armadura mínima recomendada de fisuración (B500B) para cada tornillo de anclaje sometido a su capacidad máxima.*

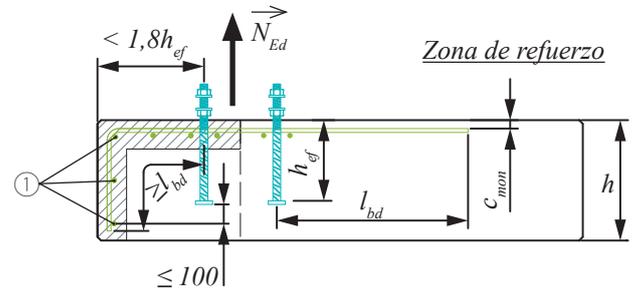
Tornillo de anclaje	$A_s$ ① + ② [mm <sup>2</sup> ]	Armadura seleccionada
HPM 16 L	71	3 Ø 6
HPM 20 L	111	4 Ø 6
HPM 24 L	159	4 Ø 8
HPM 30 L	253	4 Ø 10
HPM 39 L	441	4 Ø 12



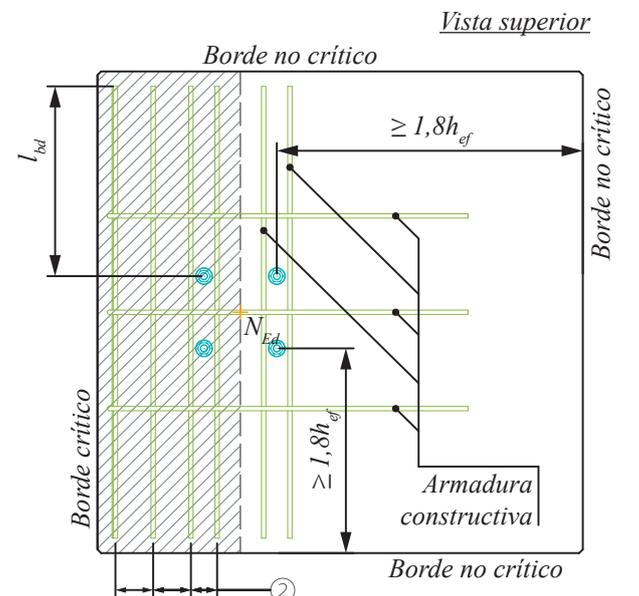
*Figura 10. Detalle para la armadura de fisuración. Un caso con un borde crítico.*

**Colocación de la armadura:**

- La armadura de fisuración debe estar colocada uniformemente por el borde crítico(s)\* en los lados y superficie de la estructura de hormigón.
  - \* Cuando la distancia desde el borde de la estructura de hormigón al tornillo más cercano en tracción sea menor de  $\leq 1,8h_{ef}$ .
- Las armadura para evitar la fisuración deben estar localizadas en la zona efectiva de armado (ej. distancia  $\leq 1,5h_{ef}$  desde los tornillos sometidos a tracción).
- Pos. ① es el armado en la cara lateral del borde o bordes críticos en la misma dirección.
- Pos. ② es el armado en la cara superior del borde o bordes críticos en la misma dirección.
- **NOTA 1:** Los bordes perpendiculares deben ser considerados independientemente (ej. Necesario disponer  $A_s$  por cada dirección).



Área revestida: área de refuerzo efectiva



## Anexo B – Armadura adicional para resistir esfuerzos de cortante

### B1: Armadura de borde

Si la capacidad del cono de hormigón se excede, es necesario disponer armadura adicional para soportar la magnitud del esfuerzo cortante en este borde. La magnitud del esfuerzo cortante sobre el borde en el que actúa depende de la orientación de la carga. La necesidad y cantidad de armadura adicional de cortante debería comprobarse independientemente para cada borde de hormigón. Los detalles de la armadura de borde para los tornillos de anclaje HPM® L y P se muestran en la siguiente tabla. La cantidad de estribos-U se muestra en la *Tabla 11*. Una disposición alternativa de la armadura se puede calcular utilizando el software Peikko Designer® para conexiones de pilar, de acuerdo con la normativa CEN/TS 1992-4-2.

Tabla 11. Armadura de refuerzo del borde de hormigón (B500B) para cada tornillo de anclaje sometido a su capacidad máxima de cortante.

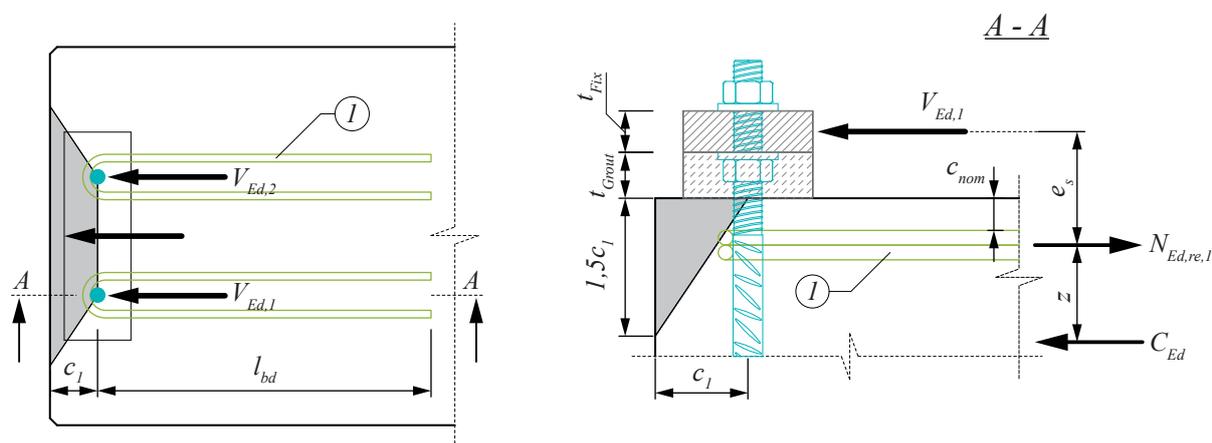
Tornillo de anclaje	Estribos-U (por tornillo)	$c_l$ [mm]	$c_{nom}$ [mm]	$e_s$ [mm]
HPM 16	1 Ø 12	50	35	100...120
HPM 20	1 Ø 14	70	35	105...135
HPM 24	1 Ø 16	70	35	110
HPM 30	2 Ø 14	100	35	125...145
HPM 39	3 Ø 16	130	35	145...240

La armadura adicional de la *Tabla 11* puede aplicarse directamente cumpliendo las siguientes condiciones:

- La distancia entre la armadura y el esfuerzo cortante debe ser igual o menor a  $e_s$
- La distancia al borde debe ser igual o mayor a  $c_l$

Se debe tener en cuenta que la armadura adicional mostrada en la *Tabla 11* es indicada para el caso de borde perpendicular a la carga aplicada, que es el caso menos favorable.

Figura 11. Detalle de la armadura adicional en forma de horquillas en U.



**NOTA:** En la *Figura 11* se supone que los bordes de hormigón paralelos a la carga aplicada tienen suficiente resistencia sin necesidad de armadura adicional.

## Anexo C – Armadura adicional para resistir esfuerzos de compresión

### C1: Armadura del cono de hormigón para punzonamiento

Si la capacidad de punzonamiento debajo de la cabeza del tornillo de anclaje se excede, se debe colocar armadura adicional. Los detalles de la armadura de refuerzo para los tornillos de anclaje HPM® L se muestran en la siguiente tabla. La cantidad necesaria de estribos se muestra en la *Tabla 12*. La armadura se puede omitir si el espesor del hormigón  $h$  debajo de la cabeza del tornillo es igual o mayor a  $h_{req}$  (ver *Figura 12*).

Tabla 12. Armadura del cono de hormigón (B500B).

Tornillo de anclaje	$h_{req}$ [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	Estribos (por tornillo) ①
HPM 16 L	80	98	2 Ø 6
HPM 20 L	100	140	2 Ø 8
HPM 24 L	115	193	2 Ø 8
HPM 30 L	145	314	2 Ø 10
HPM 39 L	190	523	2 Ø 14

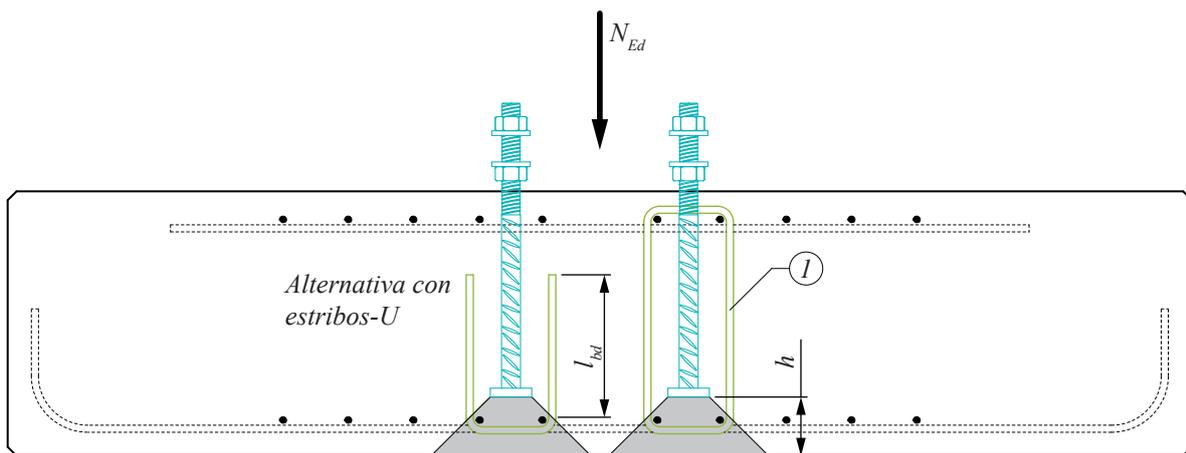
**NOTA 1:** El espesor  $h_{req}$  es válido únicamente en los casos en que el cono de punzonamiento debajo de la cabeza del tornillo no está limitado por conos adyacentes o por los bordes de la base de la estructura (ver *Figura 12*).  
La ángulo de inclinación del cono de rotura a compresión es de 45°.

La armadura adicional de la *Tabla 12* puede aplicarse directamente cumpliendo las siguientes condiciones:

- El tipo de hormigón de la cimentación es igual o mayor a C25/30 (buena adherencia)
- Los estribos se colocan dentro de la zona del cono de compresión y se anclan según la Instrucción de hormigón estructural.

Se debe tener en cuenta que la armadura de punzonamiento, si se dispone en forma de estribos cerrados, puede ser usada como armadura de tracción.

Figura 12. Refuerzo del cono de rotura debajo del tornillo.



## C2: Áreas con cargas parciales, armadura perimetral

Si la capacidad de compresión de la base de la estructura se excede, se deben considerar efectos de compresión local. Por ese motivo, la resistencia del hormigón del pilar inferior, en las conexiones de pilar-pilar, debe ser al menos la misma que el del pilar superior. El compresión local se puede evitar incrementando la cimentación según el valor  $\Delta$  (ver Figura 13). Adicionalmente, debería colocarse una armadura perimetral para resistir las tensiones transversales en la cimentación. Los estribos deberían distribuirse uniformemente en la dirección de las tensiones por toda la altura  $h$ . En caso de no tener más información, la altura  $h$  se debe tomar como  $2\Delta$ .

Figura 13. Empalme de pilares con dos secciones de distintos tamaños.  
Armadura perimetral en el pilar inferior.

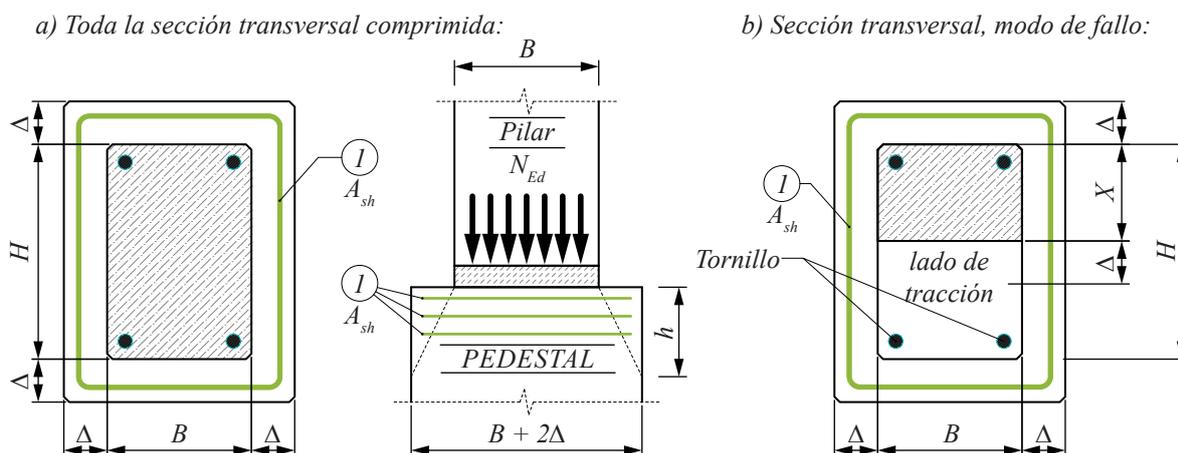


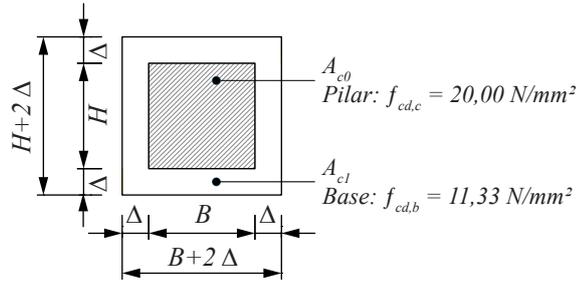
Tabla 13. Valor del incremento  $\Delta$  para la estructura base y de la armadura perimetral necesaria (B500B).

Tipo de hormigón (Pilar superior)	Tipo de hormigón (Pilar inferior)	a) Toda la sección transversal comprimida $\Delta$ [mm]	b) Tornillos en la zona de tracción (modo de fallo) $\Delta$ [mm]	Armadura perimetral en la zona necesaria ① $A_{sh}$ [mm <sup>2</sup> ]
C30/37	C25/30	$\Delta = 0,10 \times H$	$\Delta = 0,06 \times H$	$A_{sh} = B \times H/933$
C35/45	C25/30	$\Delta = 0,20 \times H$	$\Delta = 0,12 \times H$	$A_{sh} = B \times H/474$
C40/50	C25/30	$\Delta = 0,30 \times H$	$\Delta = 0,18 \times H$	$A_{sh} = B \times H/320$
C50/60	C35/45	$\Delta = 0,21 \times H$	$\Delta = 0,13 \times H$	$A_{sh} = B \times H/317$
C60/75	C35/45	$\Delta = 0,36 \times H$	$\Delta = 0,22 \times H$	$A_{sh} = B \times H/193$

EJEMPLO DE DISEÑO

Un pilar de hormigón 400 [mm] x 400 [mm] (C30/37) colocado sobre un pedestal de cimentación (C20/25). Determinar la mínima sección transversal y los estribos perimetrales necesarios de la estructura base para resistir la fuerza máxima de compresión aplicada por el pilar que soporta.

Situación de carga: pilar bajo carga a compresión sin momentos flectores.



La fuerza concentrada en la zona parcialmente con carga:

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd,b} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3,0 \cdot f_{cd,b} \cdot A_{c0}$$

UNE-EN 1992-1-1, Ec. (6.63)

donde

$A_{c0}$  = es la área con carga

$A_{c1}$  = es la área de distribución máxima con una forma similar a  $A_{c0}$

$f_{cd,b}$  = es la resistencia de cálculo del hormigón a compresión de la estructura base

Sustitución en Ec. (6.63):

$$A_{c0} = B \cdot H = 400 \cdot 400 = 160000 \text{ mm}^2$$

$$A_{c1} = (B + 2 \cdot \Delta) \cdot (H + 2 \cdot \Delta) = (400 + 2 \cdot \Delta) \cdot (400 + 2 \cdot \Delta) = (400 + 2 \cdot \Delta)^2$$

$F_{Rdu}$  = esfuerzo máximo aplicado (ej. resistencia última del pilar con carga axial)

$$= A_{c0} \cdot f_{cd,c} = B \cdot H \cdot f_{cd,c} = 160000 \cdot 20 = 3200000 \text{ N} = 3200 \text{ kN}$$

donde

$f_{cd,c}$  = es la resistencia de cálculo del hormigón a compresión del pilar

Resolviendo la ecuación:

$$B \cdot H \cdot f_{cd,c} = B \cdot H \cdot f_{cd,b} \cdot \sqrt{\frac{(B + 2 \cdot \Delta) \cdot (H + 2 \cdot \Delta)}{B \cdot H}}$$

$$\Delta \approx 100 \text{ mm}$$

La sección transversal mínima de la estructura base del pilar:

$$(B + 2 \cdot \Delta) \cdot (H + 2 \cdot \Delta) = 600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$$

Esfuerzo de punzonamiento (de acuerdo con UNE-EN 1992-1-1, sección 6.5):

$$F_{sp} = 0,25 \cdot F_{Rdu} \cdot \left(1 - \frac{B}{B + 2 \cdot \Delta}\right) = 0,25 \cdot 3200 \cdot \left(1 - \frac{400}{600}\right) = 266,7 \text{ kN}$$

Armadura requerida (B500B):

$$A_{sp} = \frac{F_{sp}}{2 \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s}} = \frac{266700}{2 \cdot \frac{500}{1,15}} = 306,7 \text{ mm}^2$$

Donde

$f_{yk}$  = Límite elástico característico de la armadura

$\gamma_s$  = Límite elástico característico de la armadura

Estribos seleccionados: 7Ø8 o 4Ø10

## Anexo D – Estribos en la zona de solape

Los tornillos de anclaje largos HPM® P están diseñados para funcionar por solape con la armadura principal de la estructura base. La estructura base debe reforzarse, como mínimo, con la misma sección que las barras longitudinales correspondientes a los tornillos. La armadura transversal adecuada,  $\sum A_{st}$ , debería colocarse en la zona de solape (ver *Figura 14*). El número de estribos, se reflejan en la *Tabla 14*. Una disposición alternativa de la armadura se puede calcular utilizando el software Peikko Designer® para conexiones de pilar.

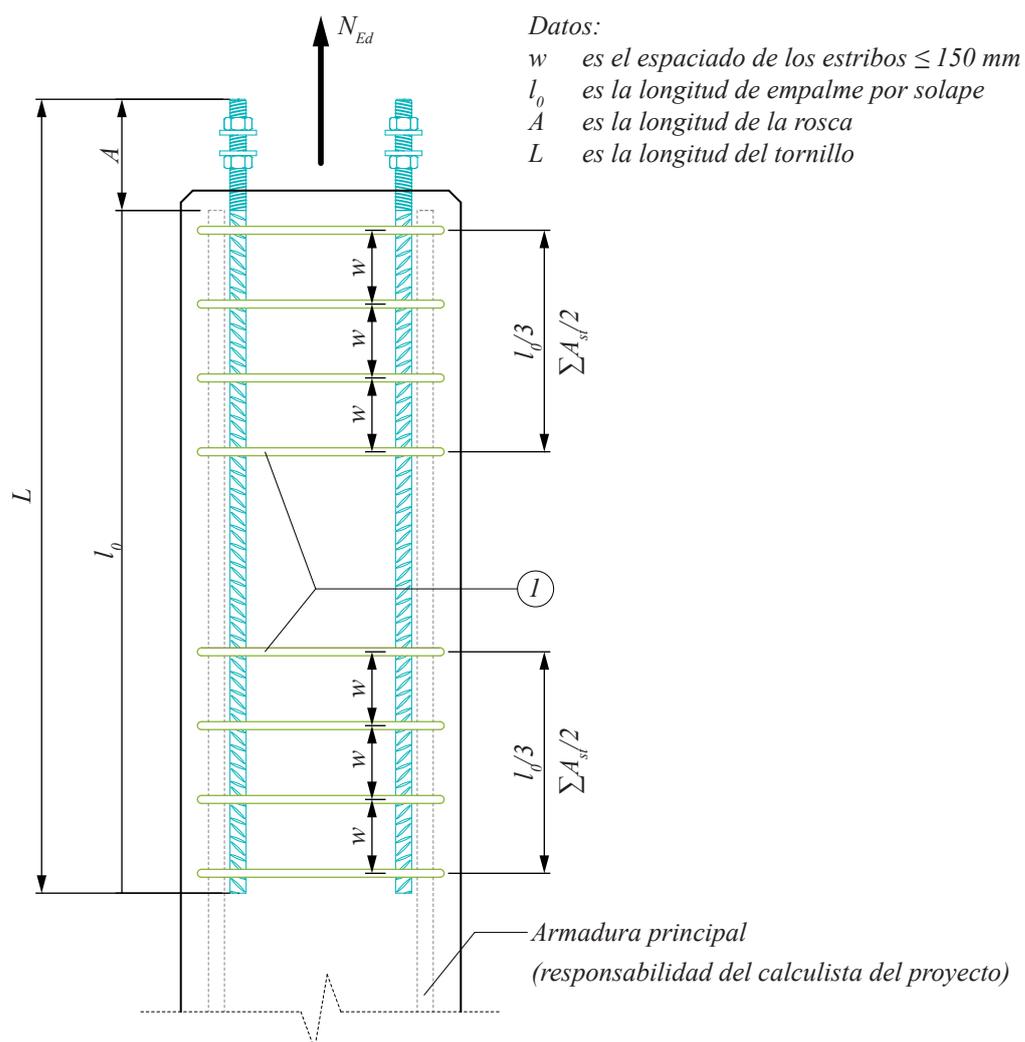
Tabla 14. Armadura transversal en la zona de solape, (B500B).

Tornillos de anclaje	Cantidad total de estribos ①	$l_0$ [mm]
HPM 16 P	4+4 Ø 6	670
HPM 20 P	3+3 Ø 8	860
HPM 24 P	4+4 Ø 8	990
HPM 30 P	4+4 Ø 10	1230
HPM 39 P	6+6 Ø 12	1800

La armadura adicional de la *Tabla 14* puede aplicarse directamente cumpliendo las siguientes condiciones:

- El tipo de hormigón de la estructura base es igual o mayor a C25/30 (buena adherencia)
- Los tornillos están sometidos a carga de tracción.

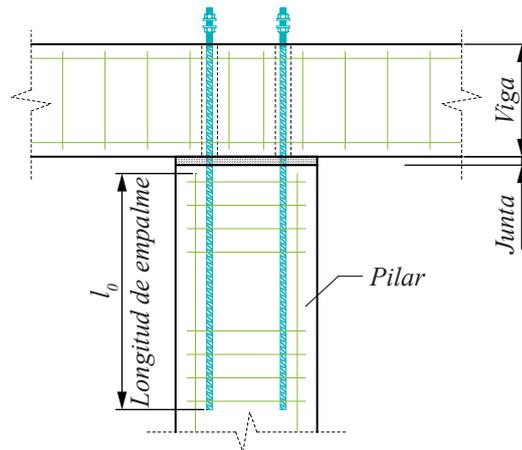
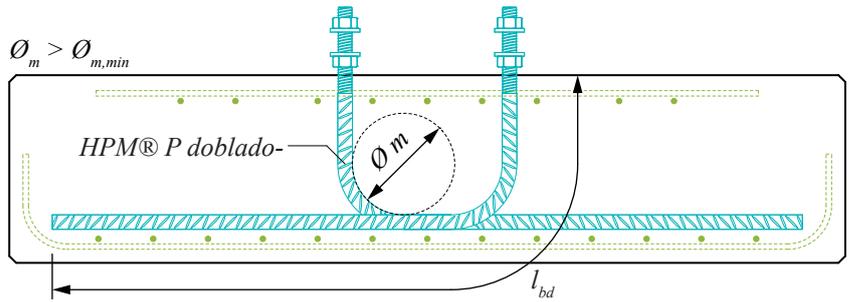
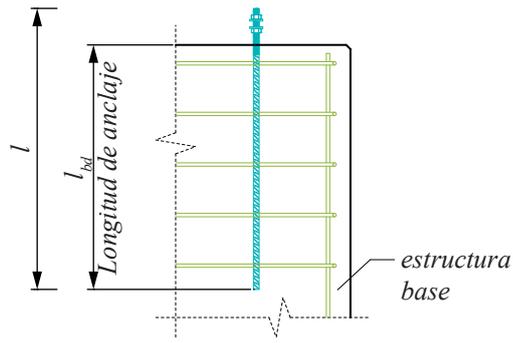
Figura 14. Armadura transversal para empalme por solape. Detalle del armado cuando las barras están en tracción.



## Anexo E – Uso alternativo de los tornillos de anclaje HPM®

- Como alternativa al solape, otro mecanismo de funcionamiento de los tornillos HPM® P puede ser mediante el anclaje como armadura longitudinal proporcionando suficiente longitud para que se desarrollen los esfuerzos de tracción/compresión. Se debe tener en cuenta que esta solución puede requerir verificaciones adicionales y armadura de refuerzo en la estructura base. El diseño de la longitud de anclaje  $l_{bd}$ , para anclar la fuerza  $N_{Ed}$  actuando en el tornillo, debe comprobarse según la UNE-EN 1992-1-1, sección 8.4.
- Los tornillos de anclaje HPM® P también pueden utilizarse en estructuras poco profundas doblando el tornillo. El mínimo diámetro del mandril  $\varnothing_{m,min}$  debe ser comprobado para cada caso concreto (de acuerdo con UNE-EN 1992-1-1, sección 8.3), y así evitar fisuras en el proceso de doblado del tornillo de anclaje y el fallo del hormigón en dicha zona.

Los tornillos de anclaje doblados son productos especiales y se fabrican según especificaciones.
- Si es necesario, existen tornillos de anclaje HPM® P extra largos para soluciones estructurales, como puede ser empalme pilar- pilar, a través de una viga, donde  $l_0$  es la longitud de empalme, de acuerdo con UNE-EN 1992-1-1, sección 8.7.3.



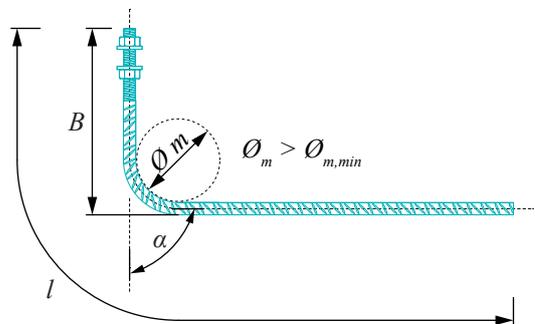
**Pedido de tornillos de anclaje HPM® P no estándar:**

Todas las dimensiones en [mm]

- Tornillo de Anclaje HPM® P recto  $\Rightarrow$  HPM(\*)P – l  
Ejemplo 1) HPM30P – 2000
- Tornillo de Anclaje HPM® P doblado  $\Rightarrow$  HPM(\*)P – l – Ángulo doblado( $\alpha$ )- B  
Ejemplo 2) HPM30P – 2000 – Ángulo doblado 90 – 500  
Ejemplo 3) HPM30P – 2500 – Ángulo doblado 45 – 700

donde

- \* es la métrica del tornillo
- l es la longitud total del tornillo
- $\alpha$  es el ángulo de doblado [grados]
- B es la posición de doblado



## Anexo F – Métodos alternativos para transferir los esfuerzos de cortante

Existen dos formas principales para traspasar las cargas de cortante del pilar a la estructura base:

- Por la capacidad a cortante del propio tornillo de anclaje (ver *Tabla 5*)
- Por la capacidad de fricción entre la base y el mortero Grout:

$$F_{f,Rd} = \mu \cdot N_{Ed}$$

donde

$\mu$  = es el coeficiente de fricción entre la base y el Grout = 0,20 (sin necesidad de ensayos adicionales)

$N_{Ed}$  = es el valor total del esfuerzo de compresión mayorado

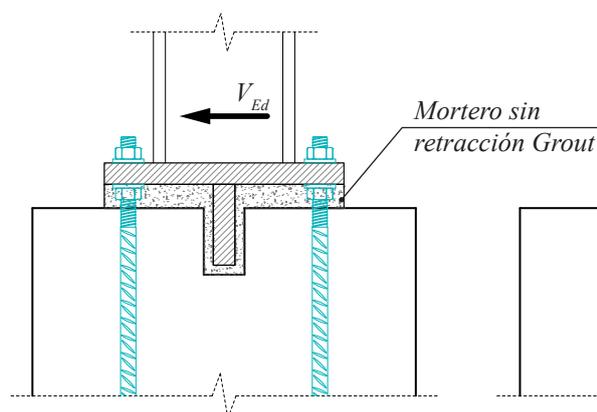
**NOTA:** Si el pilar está sometido a esfuerzo de tracción  $\mu \cdot N_{Ed} = 0$ .

**Métodos alternativos para resistir grandes esfuerzos cortantes:**

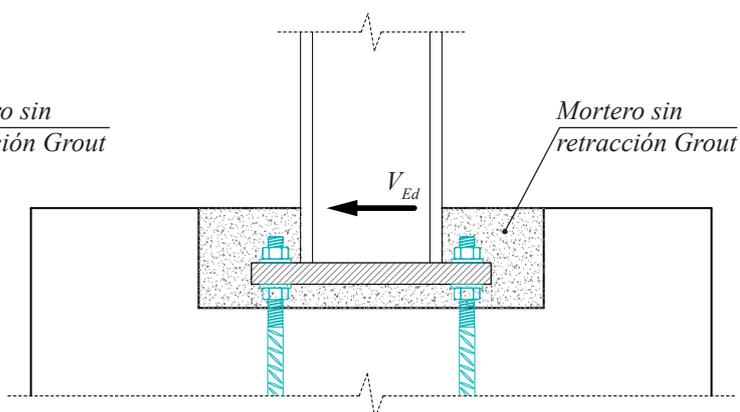
- Llave de cortante (ver *Figura 15a*)
- Pilar embebido en la estructura base (ver *Figura 15b*)
- Traspasar las cargas al forjado utilizando armadura adicional de cortante (ver *Figura 15c*)

Figura 15. Detalles de métodos alternativos para traspasar las cargas de cortante..

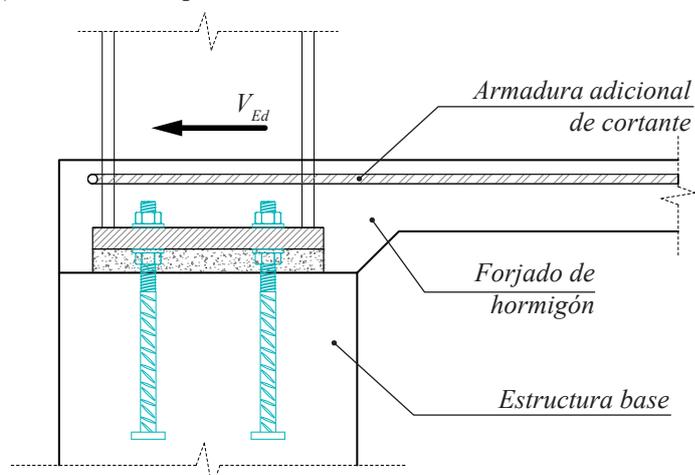
a) Llave de cortante



b) Pilar embebido



c) Detalle de horquilla



# Instalación de los tornillos de anclaje HPM®

### Identificación del producto

Existen modelos estándar de tornillos de anclaje HPM® (16, 20, 24, 30 y 39) análogos a los tamaños de la rosca métrica M del tornillo. El modelo del tornillo de anclaje puede ser identificado por el nombre en la etiqueta del producto, el diámetro de la rosca y el código de color del producto.

### Formación de un grupo de tornillos

Los tornillos se colocan en su posición correcta, formando grupos de tornillos, utilizando las plantillas de instalación PPL. Las plantillas de instalación permiten que los grupos de tornillos se posicionen en el plano horizontal en el lugar exacto y que sean fácilmente ajustables al nivel correcto.

*Identificación del color del tornillo de anclaje HPM®.*

Tornillo de anclaje	Diámetro de rosca [mm]	Código de color	Plantilla de instalación
HPM 16	16	Amarillo	PPL 16
HPM 20	20	Azul	PPL 20
HPM 24	24	Gris	PPL 24
HPM 30	30	Verde	PPL 30
HPM 39	39	Naranja	PPL 39

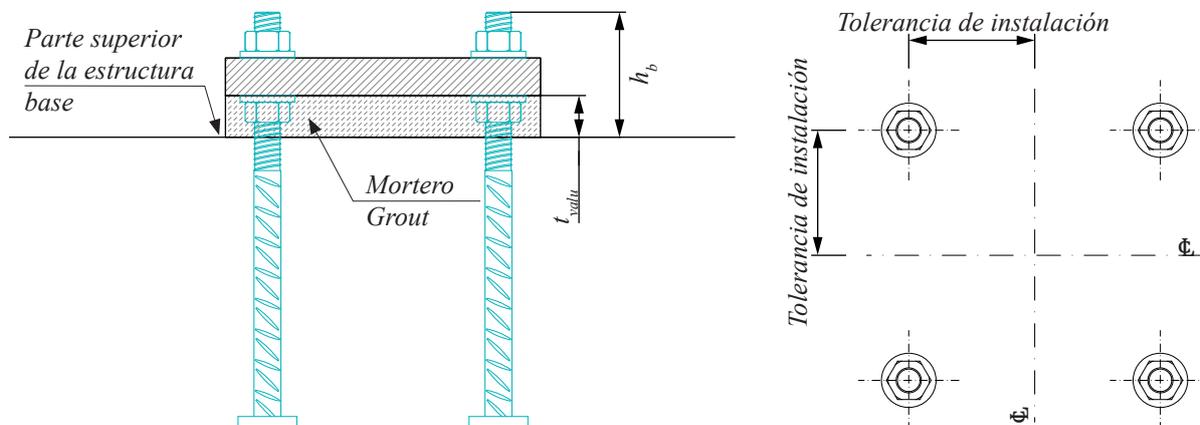
La plantilla de instalación recomendada está fabricada de acero (chapa perforada, angulares y tubos soldados, etc.). Los tornillos de anclaje se fijan mediante las tuercas y arandelas a la plantilla a través de los agujeros. Es conveniente que la plantilla de instalación PPL tenga marcas de alineación para la correcta colocación del grupo de tornillos de anclaje. Los tornillos de anclaje también tienen marcas en la parte superior para distintas formas de posicionamiento. Para prevenir el desplazamiento durante el hormigonado, la plantilla debe fijarse firmemente a la estructura base. Puede ser recomendable que la plantilla tenga un orificio central para que el hormigón se pueda verter fácilmente. Después del hormigonado, la plantilla de instalación se puede recuperar y reutilizar.



## Instalación de los tornillos y tolerancias de instalación

Los tornillos de anclaje se deben colocar a la altura  $h_b$  desde la superficie de hormigón según las dimensiones indicadas en la siguiente tabla. La altura del tornillo se mide desde la superficie del hormigón y su tolerancia es  $\pm 20$  mm. Cada tornillo está marcado con la profundidad recomienda para el anclaje.

La tolerancia de instalación y altura del tornillo de anclaje desde la superficie de hormigón.



Tornillo de anclaje	HPM 16	HPM 20	HPM 24	HPM 30	HPM 39
Espesor del mortero Grout $t_{Grout}$ [mm]	50	50	50	50	60
Altura del tornillo $h_b$ [mm]	105	115	130	150	180
Tolerancia de instalación del tornillo [mm]	$\pm 3$				

## Doblado de los tornillos

Los tornillos de anclaje HPM® están fabricados de barra corrugada B500B. El doblado debe hacerse de acuerdo con EN 1992-1-1. Ver Anexo E de este catálogo con ejemplos de aplicación.

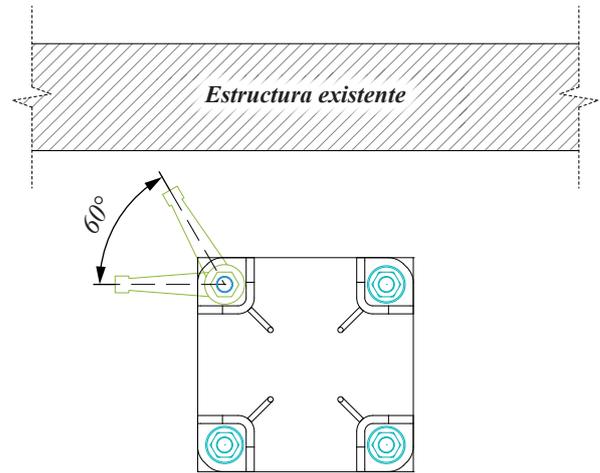
## Soldadura de los tornillos

Debería evitarse soldar los tornillos, aunque todos los material usados en el tornillo de anclaje HPM® son soldables (excepto tuercas y arandelas). Los requerimientos y las instrucciones de la normativa EN 17660-1: Soldadura de armaduras de acero, Parte 1: uniones soldadas que soportan carga, debería tenerse en cuenta cuando se sueldan barras corrugadas.

## INSTALACIÓN

### Edificios existentes

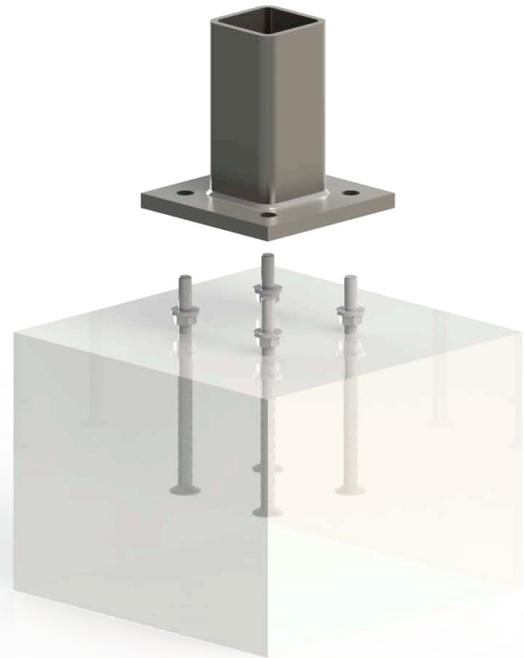
Cuando se colocan tornillos de anclaje adyacentes a estructura existentes como paredes u otros obstáculos, se deben tener en consideración las secuencias de construcción. Es necesario asegurarse que se tiene acceso suficiente para poder apretar todas las tuercas. Si se requieren configuraciones especiales, por favor, contactar con el Departamento Técnico de Peikko.



### Montaje de la estructura

Antes del montaje, se deben quitar las tuercas y arandelas superiores de los tornillos de anclaje. Las tuercas y arandelas inferiores se deben ajustar al nivel correcto. El pilar se apoya directamente sobre las tuercas y arandelas, ya niveladas.

Un método alternativo cuando los pilares son muy pesados, para que el montaje sea más fácil y rápido, es utilizar cuñas de nivelación colocadas entre los tornillos de anclaje. Las tuercas inferiores deben estar niveladas al menos 5 mm por debajo del nivel de las cuñas para asegurar que el pilar apoya completamente sobre ellas.



## Apretar la conexión

Las tuercas y arandelas superiores se atornillan a los tornillos de anclaje HPM®. El pilar se aploma y alinea en su posición vertical mediante las tuercas inferiores de nivelación. Se recomienda usar dos teodolitos desde distintas direcciones para asegurar la verticalidad. Cuando el pilar está aplomado se tienen que apretar todas las tuercas a tope. No es necesario aplicar ningún par de apriete, únicamente se recomienda golpear la llave varias veces con un martillo para garantizar que la conexión queda bien apretada. Los tipos de llaves de apriete adecuadas son las llaves de estrella de golpe (DIN 7444) o las llaves fijas (DIN 133).

*Tipos de llaves de apriete recomendadas.*



## Llenado de la junta

Antes de colocar más elementos sobre el pilar, como por ejemplo vigas o más pilares, la junta entre el pilar y los tornillos así como también los huecos inferiores se deben rellenar completamente con mortero tipo Grout siguiendo las instrucciones del fabricante del mortero. Debe ser un mortero sin retracción autonivelante y de alta resistencia. Para evitar que quede aire en la junta es recomendable verter el mortero por un único lado del pilar. El encofrado empleado en la junta deberá garantizar que el recubrimiento de hormigón es adecuado para cubrir los pies de pilar y tornillos de anclaje.

Una vez que el mortero ha conseguido la dureza suficiente, la conexión se puede dar por finalizada y ya se puede continuar con el montaje.



### Instrucciones para controlar la instalación de los tornillos:

#### Antes del hormigonado:

- Asegurarse que la plantilla de instalación PPL es la correcta (comprobar las distancias entre ejes, diámetro de rosca, etc.)
- Verificar la posición del grupo de tornillos
- Asegurarse que la armadura requerida por los tornillos ha sido instalada
- Asegurarse que los tornillos están al nivel correcto
- Asegurarse que plantilla de instalación y el grupo de tornillos no están girados
- Asegurarse que el grupo de tornillos estén fijados correctamente para que no se muevan durante el hormigonado.

#### Después del hormigonado:

- Asegurarse que la posición del grupo de tornillos está dentro de la tolerancia permitida. Grandes variaciones deben ser notificadas al calculista de la estructura
- Señalizar y proteger las roscas hasta que se inicie el proceso de montaje (cintas, tubos de plástico, etc.)

### Instrucciones para controlar el montaje:

Es importante respetar el espesor de las juntas inferiores según la información de este catálogo así como seguir las instrucciones de montaje facilitadas por Peikko. Por favor, contactar con el Departamento Técnico de Peikko para aclaraciones adicionales.

#### Comprobaciones durante el montaje:

- Secuencia y limitaciones del montaje
- Instrucciones para apretar las tuercas
- Instrucciones para el hormigonado de la junta.









## Revisiones

**Versión: ES 10/2017. Revisión: 001+**

- Añadido nuevo diseño de portada para 2018

# Recursos

## HERRAMIENTAS DE DISEÑO

Utilice nuestro potente software todos los días para que su trabajo sea más rápido, más fácil y más fiable. Las herramientas de diseño de Peikko incluyen software de cálculo, componentes 3D para programas de diseño, instrucciones de instalación, manuales técnicos y certificaciones de calidad de todos los productos de Peikko.

[peikko.es/herramientas-de-diseno](https://peikko.es/herramientas-de-diseno)

## SOPORTE TÉCNICO

Nuestros departamentos de asistencia técnica por todo el mundo están disponibles para ayudarle localmente con todas sus preguntas relacionadas con el diseño, la instalación, etc.

[peikko.es/contactenos](https://peikko.es/contactenos)

## CERTIFICACIONES

Los certificados de calidad y los documentos relacionados con el marcado CE (DoP, DoC) se pueden encontrar en nuestros sitios web en la página de cada producto.

[peikko.es/productos](https://peikko.es/productos)

## DAP Y CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN

Las declaraciones ambientales de productos (DAP) y los certificados del sistema de gestión se pueden encontrar en la sección de calidad de nuestros sitios web.

[peikko.es/qehs](https://peikko.es/qehs)

