

MANUAL TÉCNICO



Tornillo de anclaje de alta resistencia PPM® Conexiones atornilladas para cargas elevadas



Versión: ES 06/2019

Tornillo de anclaje de alta resistencia PPM®

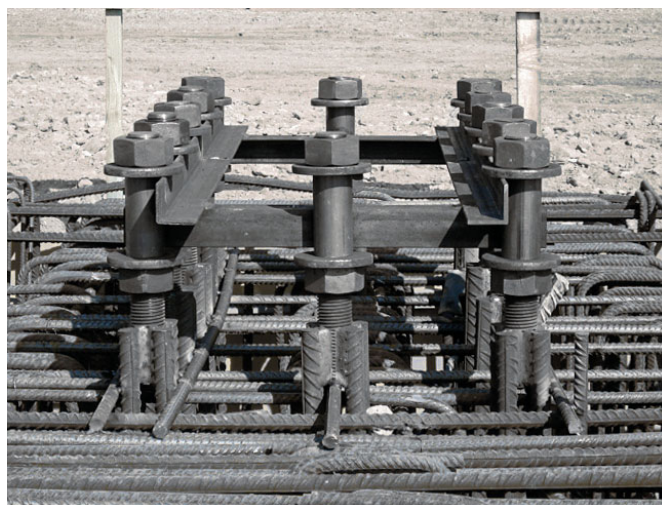
Para conexiones rígidas atornilladas

- Sistema de tornillo de anclaje de acero de alta resistencia estandarizado, probado y certificado
- 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 PPM® 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

ÍNDICE

Sobre los tornillos de anclaje de alta resistencia PPM®	5
1. Propiedades del producto	5
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
2. Capacidades	12
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	17
Selección del tornillo de anclaje PPM®	18
Anexo A – Armadura adicional para resistir la carga de tracción	20
A1: Armadura para el cono de hormigón	20
A2: Armadura de fisuración	21
Anexo B – Armadura adicional para resistir carga cortante	22
B1: Armadura de borde.....	22

ÍNDICE

Anexo C – Armadura adicional para resistir esfuerzos de compresión	23
C1: Armadura del cono de hormigón para punzonamiento	23
C2: Áreas con cargas parciales, armadura perimetral	24
Anexo D – Estribos transversales en la zona de solape	26
Anexo E – Uso alternativo de los tornillos de anclaje de alta resistencia PPM® P.....	27
Anexo F – Métodos alternativos para la transferencia de esfuerzos cortantes	28
Instalación de los tornillos de anclaje de alta resistencia PPM®	29

Sobre los tornillos de anclaje de alta resistencia PPM®

1. Propiedades del producto

Los tornillos de anclaje PPM® se colocan en el hormigón 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 PPM® 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 PPM® L
- Tornillos de anclaje rectos, tipo PPM® P
- Plantillas de instalación

Tornillo de anclaje PPM® L



Tornillo de anclaje PPM® 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 PPM® 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 PPM® 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 PPM® están diseñados para ser compatibles con el pie de pilar PEC®, 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 PPM® 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

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

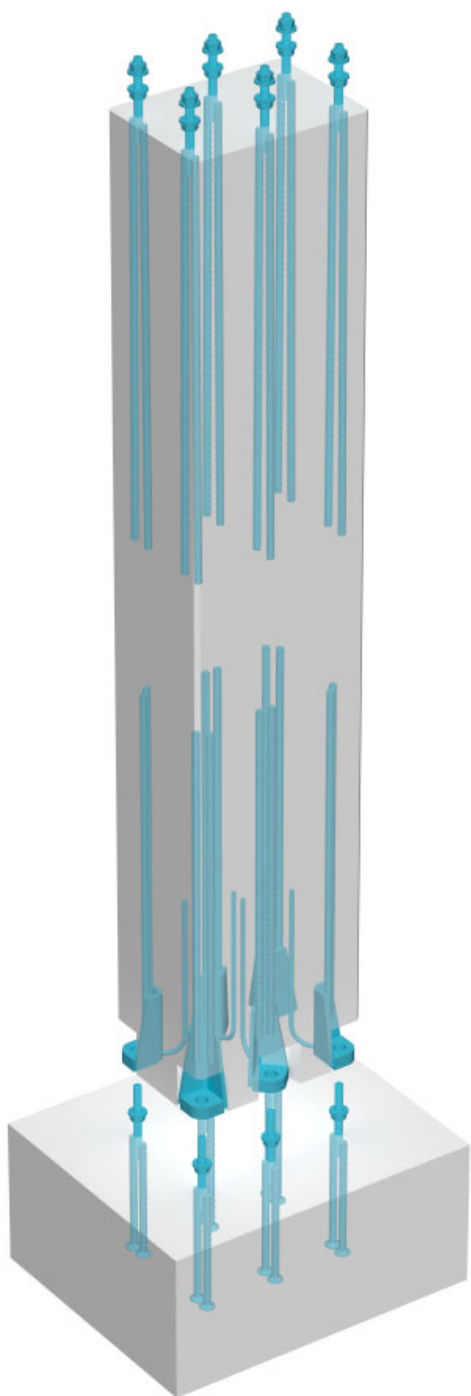
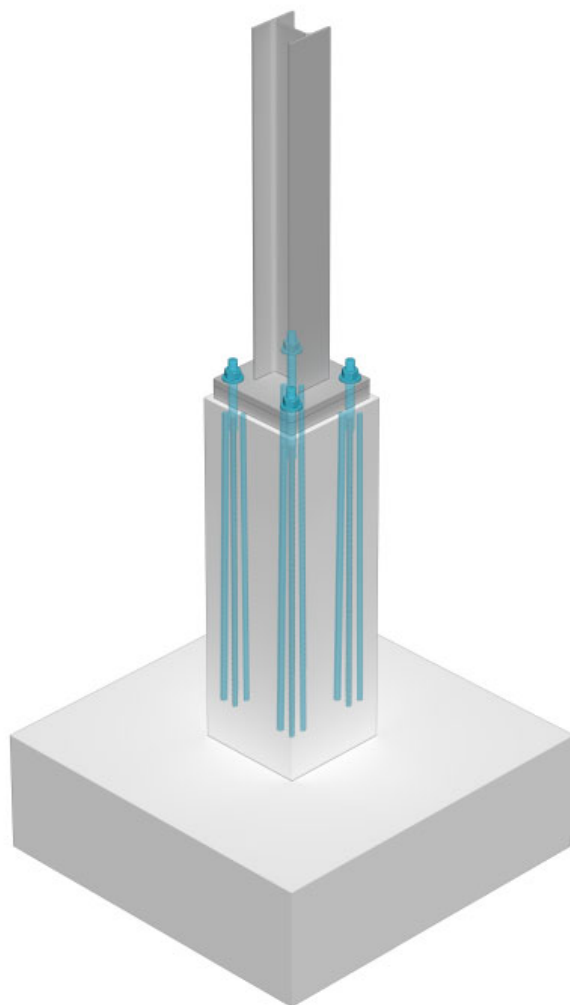


Figura 2. Conexión con tornillos de anclaje PPM® P de pilar metálico a pedestal de cimentación.



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.

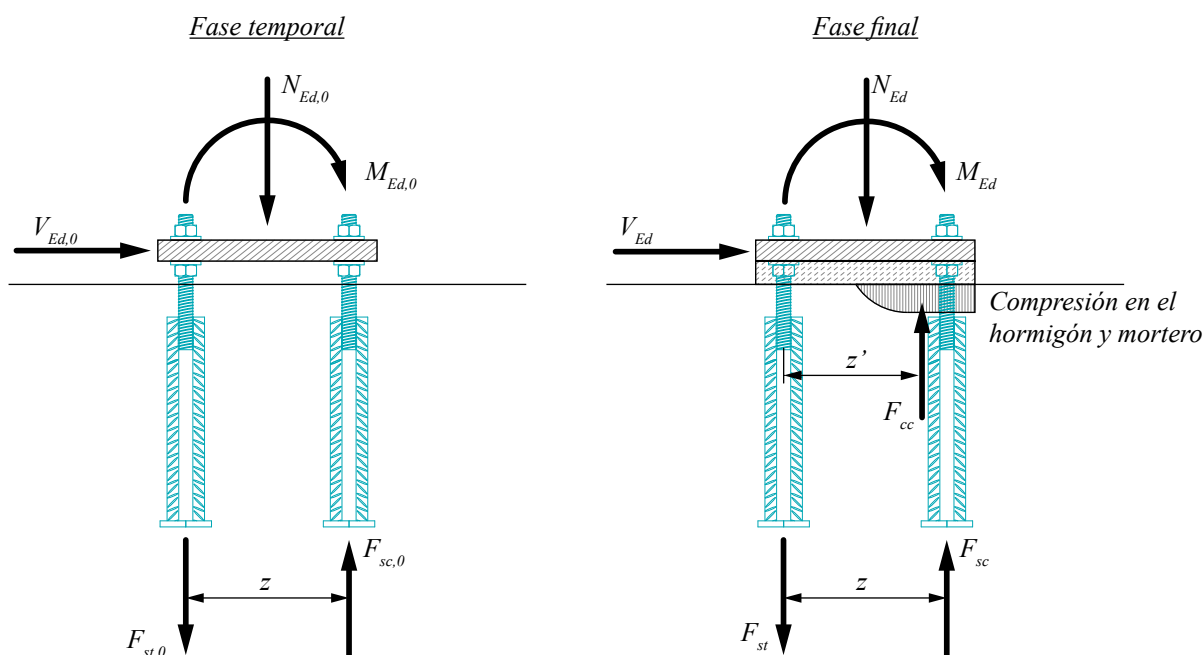
1.1.1 Condiciones temporales

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 PPM® 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 PPM® especiales.

1.2.1 Condiciones de carga y medioambientales

Los tornillos de anclaje PPM® 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 9223-1002.

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 9223-1002.

Ejemplos para el pedido de tornillos galvanizados:

- a) Galvanizado ECO ⇒ Nombre: **PPM30P-ECO**
- b) Galvanizado en caliente ⇒ Nombre: **PPM36L-HDG**

Figura 4. Opciones de recubrimiento superficial.

a) Tornillo PPM®
Galvanizado ECO

b) Tornillo PPM®
Galvanizado en caliente



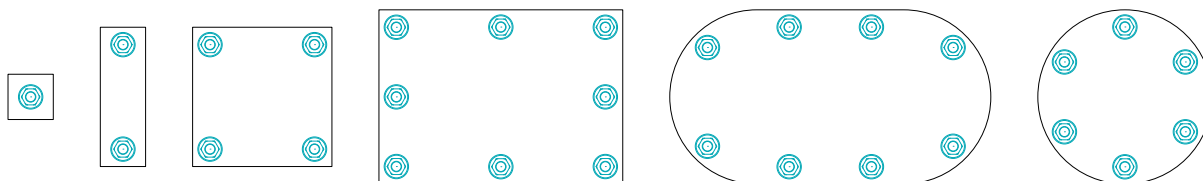
1.2.2 Interacción con la estructura base

Los tornillos de anclaje PPM® 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 PPM® son válidas para hormigón de resistencia desde C20/25 a C50/60. El tornillo de anclaje puede ser utilizado en hormigón fisurado y no fisurado. En general, es conservador suponer que el hormigón se fisurará a lo largo de su vida útil.

1.2.3 Posicionamiento del tornillo de anclaje

Los tornillos de anclaje PPM® 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 PPM®.



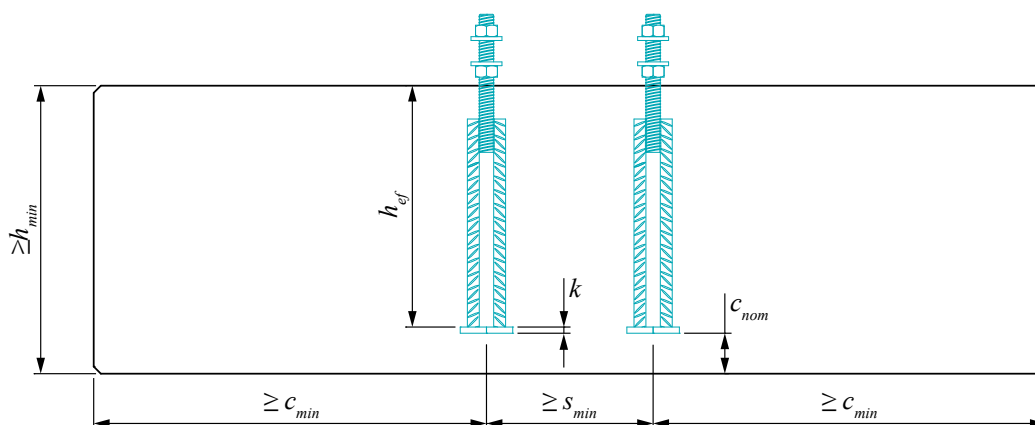
Cuando se colocan los tornillos de anclaje PPM® L, la distancia entre tornillos (s_{min}), la distancia al borde (c_{min}), y el espesor de cimentación (h_{min}) no deben estar por debajo de los valores indicados en la *Tabla 2*. Se debe tener en cuenta que los valores del mínimo espesor de cimentación (h_{min}) en la *Tabla 2*, son para estructuras base hormigonadas directamente sobre el terreno, $h_{min} = h_{ef} + k + c_{nom}$, siendo $c_{nom} = 85$ mm. Adicionalmente puede ser necesario disponer armadura adicional según se indica en el Anexo A.

Por favor, consulte con el Departamento Técnico de Peikko para ampliar esta información.

Tabla 2. Colocación de los tornillos de anclaje PPM® L en cimentación.

Tornillo de anclaje	c_{min} [mm]	s_{min} [mm]	h_{min} [mm]	h_{ef} [mm]	k [mm]
PPM 30 L	120	130	600	502	13
PPM 36 L	140	160	655	558	12
PPM 39 L	150	180	755	677	13
PPM 45 L	160	200	865	767	13
PPM 52 L	180	280	990	890	15
PPM 60 L	180	280	1155	1055	15

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



INFORMACIÓN

Cuando se empleen los tornillos de anclaje PPM® 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 PPM® están fabricados con barras corrugadas, con las siguientes propiedades:

Barras corrugadas	B500B	EN 10080
Barras roscadas	Acero de alta resistencia	$f_{yk} \geq 640$ MPa
	Calidad 8.8	$f_{uk} \geq 800$ MPa
		Propiedades mecánicas según la EN ISO 898-1

Cada tornillo de anclaje PPM® se entrega con dos tuercas hexagonales y dos arandelas:

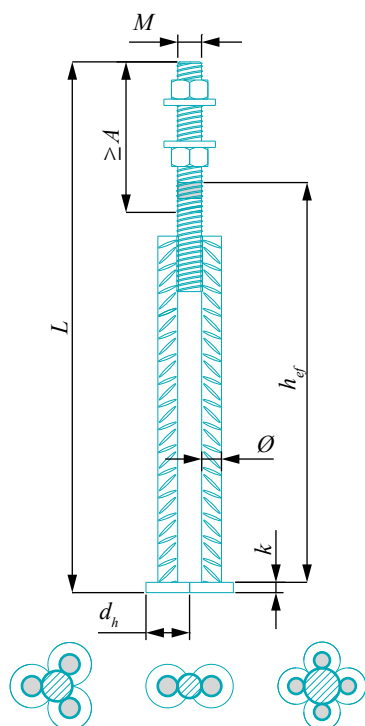
Arandelas	S355J2 + N	EN 10025-2
Tuercas	Calidad 10	EN ISO 4032 / EN ISO 898-2

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”, TSU” y “SPSC” entre otros.

Método de fabricación	
Barras corrugadas	Corte mecánico
Rosca	Mecanizado
Soldaduras	Soldadura MAG
Cabeza cónica del tornillo	Forja

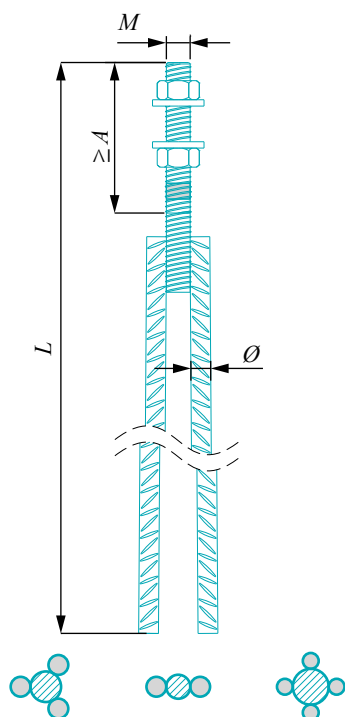
Tolerancias de fabricación	
Longitud	± 10 mm
Longitud zona roscada	+ 5,-0 mm

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



	PPM 30 L	PPM 36 L	PPM 39 L	PPM 45 L	PPM 52 L	PPM 60 L
M Métrica	M30	M36	M39	M45	M52	M60
A Longitud mínima roscada	190	190	190	220	250	310
Área efectiva de la zona roscada	561	817	976	1306	1758	2362
Ø	2Ø25	4Ø20	3Ø25	4Ø25	4Ø32	4Ø32
L	670	740	880	980	1140	1330
Arandela	Ø65-8	Ø80-8	Ø90-10	Ø100-10	Ø100-12	Ø115-15
hef	502	558	677	767	890	1055
dh	55	46	55	55	70	70
k	13	12	13	13	15	15
Peso	6,2	9,4	12,7	18,6	32,6	42,0
Código de color	Negro	Rojo	Marrón	Morado	Blanco	

Tabla 4. Dimensiones [mm], peso [kg], y código de colores de los tornillos de anclaje PPM® P.



	PPM 30 P	PPM 36 P	PPM 39 P	PPM 45 P	PPM 52 P	PPM 60 P
M Métrica	M30	M36	M39	M45	M52	M60
A Longitud mínima roscada	190	190	190	220	250	310
Área efectiva de la zona roscada	561	817	976	1306	1758	2362
Ø	2Ø25	4Ø20	3Ø25	4Ø25	4Ø32	4Ø32
L	1705	1450	1815	1825	1930	2490
Arandela	Ø65-8	Ø80-8	Ø90-10	Ø100-10	Ø100-12	Ø115-15
Peso	14,1	16,0	23,5	31,4	52,1	71,0
Código de color	Negro	Rojo	Marrón	Morado	Blanco	

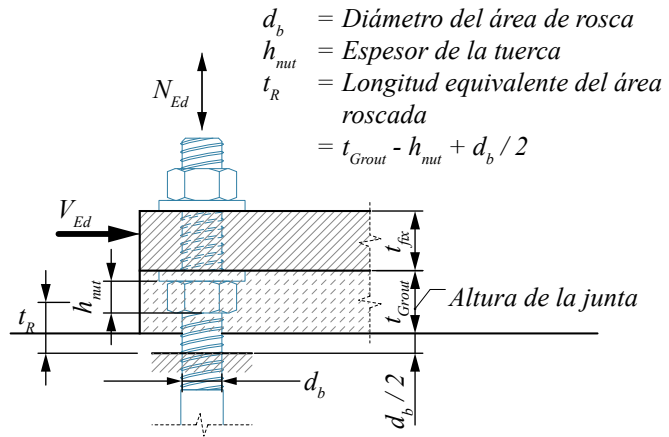
2. Capacidades

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

Las capacidades de los tornillos de anclaje PPM® 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 1992-1-1:2004/AC:2010
- UNE-EN 1993-1-1:2005/AC:2009
- UNE-EN 1993-1-8:2005/AC:2005
- ETAG 001:2010, Anexo C

Figura 7. Cargas y parámetros que caracterizan la junta.



La capacidad de la conexión del tornillo de anclaje PPM®, 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 5. Capacidades últimas de servicio para esfuerzos de tracción y de compresión de cada tornillo de anclaje PPM®. (Resistencia del acero). Las resistencias se determinan de acuerdo con la UNE-EN 1993-1-8, sección 6.2.2 (7).

		PPM 30	PPM 36	PPM 39	PPM 45	PPM 52	PPM 60
N_{Rd}	[kN]	299	436	521	697	938	1260
$N_{Rd,0}$							

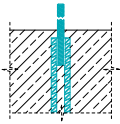
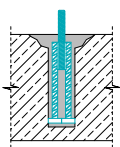
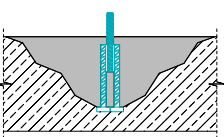
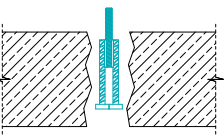
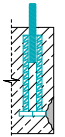
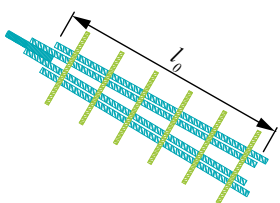
Tabla 6. Capacidades últimas de servicio para esfuerzos de cortante de cada tornillo de anclaje PPM®. (Resistencia del acero). Las resistencias se determinan de acuerdo con la UNE-EN 1993-1-8, sección 6.2.2 (7).

Tornillo de anclaje	V_{Rd} [kN] Fase final	$V_{Rd,0}$ [kN] Fase de montaje	t_{Groul} [mm]
PPM 30	89	53	50
PPM 36	130	88	55
PPM 39	155	104	60
PPM 45	207	144	65
PPM 52	219	215	70
PPM 60	225	225	80

- NOTA 1:** Las capacidades V_{Rd} y $V_{Rd,0}$ en la Tabla 6 son válidas para la altura de la junta igual a t_{Groul} .
- NOTA 2:** El diseño de la placa base debe cumplir los requisitos para la capacidad del tornillo de anclaje.
- NOTA 3:** Las capacidades mostradas en las Tablas 5 y 6, son sin acciones simultáneas de carga axil y de cortante. Para el caso de capacidad de acciones combinadas, ver la sección 2.2 de este catálogo.

Tabla 7. Verificación que se requiere para los tornillos de anclaje PPM® con carga de tracción.

Se recomienda el uso del programa Peikko Designer® para comprobar las capacidades de las siguientes verificaciones

Modo de fallo	Ejemplo	Tornillo de anclaje PPM® L	Tornillo de anclaje PPM® P
Resistencia del acero		Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)
Resistencia de extracción		Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)
Resistencia del cono de hormigón ¹⁾		Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)	No es aplicable
Resistencia a la fisuración ²⁾		Requerido (para grupo de tornillos)	No es aplicable
Resistencia cono lateral ³⁾		Requerido (para grupo de tornillos)	No es aplicable
Longitud de solape ⁴⁾ • Resistencia de la unión		No es aplicable	Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)

¹⁾ No se requiere si tiene armadura de refuerzo adicional según el Anexo 1.

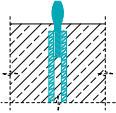
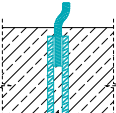
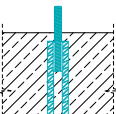
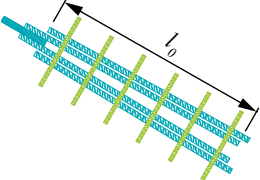
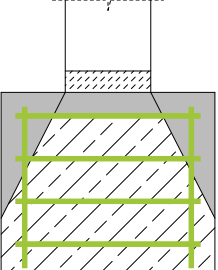
²⁾ No se requiere si la distancia al borde en todas las direcciones $c \geq 1,5 h_{ef}$ para un tornillo y $c \geq 1,8 h_{ef}$ para conexiones con más de un tornillo de anclaje o si la armadura adicional se dispone según el Anexo 2.

³⁾ No se requiere si la distancia al borde en todas las direcciones $c \geq 0,5 h_{ef}$.

⁴⁾ Ver Anexo D por si es necesario armadura adicional en la zona de solape.

Tabla 8. Verificación que se requiere para los tornillos de anclaje PPM® con carga de compresión.

Se recomienda el uso del programa Peikko Designer® para comprobar las capacidades de las siguientes verificaciones

Modo de fallo	Ejemplo	Tornillo de anclaje PPM® L	Tornillo de anclaje PPM® P
Resistencia del acero		Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)
Resistencia al pandeo ¹⁾		Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)
Resistencia al punzonamiento por la parte inferior del tornillo ²⁾		Requerido (para grupo de tornillos)	No es aplicable
Longitud de solape ³⁾ • Resistencia de la unión		No es aplicable	Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)
Zonas parcialmente cargadas ⁴⁾ • Resistencia de la unión		Requerido únicamente en la fase final (para la cimentación)	Requerido únicamente en la fase final (para la cimentación)

¹⁾ No se requiere si la altura de la junta no excede el espesor estipulado en las instrucciones de instalación de este catálogo. Ver *Tabla 6* para t_{Group}
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.

Tabla 9. Verificación que se requiere para los tornillos de anclaje PPM® con carga de cortante.

Se recomienda el uso del programa Peikko Designer® para comprobar las capacidades de las siguientes verificaciones

Modo de fallo	Ejemplo	Tornillo de anclaje PPM® L	Tornillo de anclaje PPM® P
Resistencia del acero		Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)
Resistencia del acero (brazo de palanca) ¹⁾		Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)	Requerido (para la mayoría de los tornillos con carga)
Resistencia al borde del hormigón ²⁾ <ul style="list-style-type: none"> • Cortante perpendicular al borde • Cortante paralelo al borde • Cortante inclinado 		Requerido (para grupo de tornillos)	Requerido (para grupo de tornillos)
Resistencia de rotura del hormigón		Requerido (para grupo de tornillos)	No es aplicable

¹⁾ No se requiere en la fase final, si la altura de la junta no excede el espesor estipulado en las instrucciones de instalación de este manual. Ver *Tabla 6* para t_{Grout} . Se debe tener en cuenta que la comprobación siempre se aplica en la fase de montaje.

²⁾ No se requiere si la distancia a los bordes en todas las direcciones $c \geq \min(10 h_{ef}; 60\varnothing)$ 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:

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

Tornillos en fase final

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

$$\frac{|N_{Ed}^I|}{1,4N_{Rd}} + \frac{|V_{Ed}^I|}{V_{Rd}} \leq 1 \quad \text{UNE-EN 1993-1-8, Tabla 3.4}$$

$$\frac{|N_{Ed}^I|}{N_{Rd}} \leq 1 \quad \text{UNE-EN 1993-1-8, Tabla 3.2}$$

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
$V_{Ed,0}^I$	=	Carga cortante en un único tornillo, en fase de montaje
V_{Ed}^I	=	Carga cortante en un único tornillo, en fase final
$N_{Ed,0}^I$	=	Carga axil en un único tornillo, en fase de montaje
N_{Ed}^I	=	Carga axil en un único tornillo, en fase final

VERIFICACIONES PARA EL HORMIGÓN (se aplica únicamente a los tornillos de anclaje PPM® L)

Tornillos sin armadura adicional

La simultaneidad de los esfuerzos de tracción y cortante deben satisfacer una o ambas de las siguientes condiciones:

$$|\beta_N| + |\beta_V| \leq 1,2 \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, Ec. (47)}$$

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

Tornillos con armadura adicional

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

$$|\beta_N|^{2/3} + |\beta_V|^{2/3} \leq 1 \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, Ec. (49)}$$

Si la armadura adicional está diseñada para transmitir los esfuerzos de tracción y cortante, se aplica Ec. (47) y/o Ec. (48).

donde

β_N = Mayor grado de utilización del hormigón bajo esfuerzo de tracción

β_V = Mayor grado de utilización del hormigón bajo esfuerzo de cortante

NOTA: Los modos de fallo β_N and β_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 PPM® 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 de Peikko para ampliar la información.

Selección del tornillo de anclaje PPM®

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

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

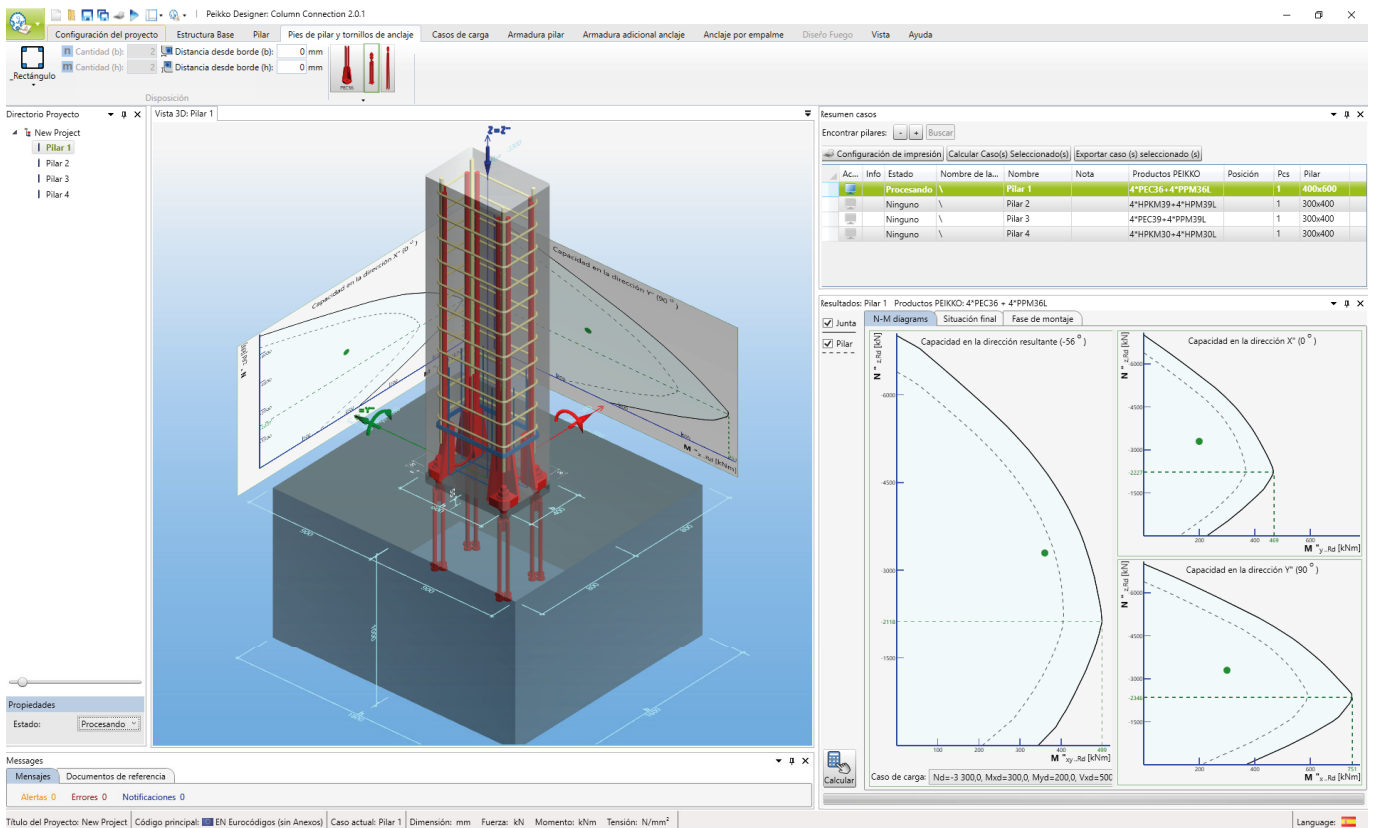
La capacidad de las conexiones atornilladas Peikko se debe verificar para las siguientes situaciones:

- 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. 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 la carga 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 PPM® L se muestran a continuación. La cantidad de estribos y malla de refuerzo, se muestran 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.

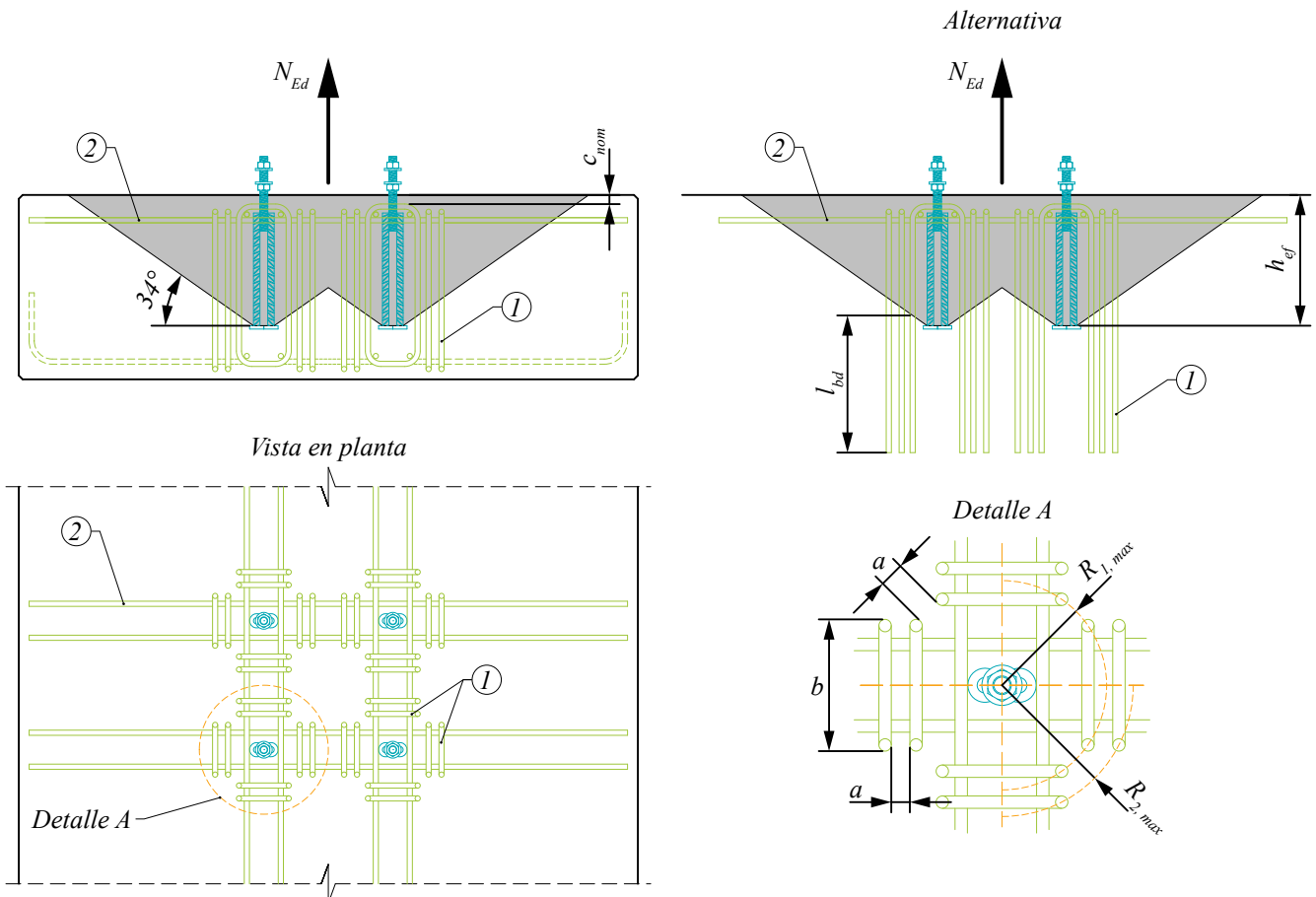
Tabla 10. Armadura adicional para el cono de hormigón (B500B).

Tornillo de anclaje	Estribos (por tornillo) ①	Barras superficiales ②	c_{nom} [mm]	$R_{1,max}$ [mm]	$R_{2,max}$ [mm]	h_{ef} [mm]	Anchura de estribo b [mm]
PPM 30 L	4 Ø12	Ø 8	35	170	-	502	170
PPM 36 L	4 Ø14	Ø 10	35	195	-	558	180
PPM 39 L	4 Ø14	Ø 10	35	220	-	677	190
PPM 45 L	4 Ø16	Ø 10	35	250	-	767	210
PPM 52 L	4 + 2 Ø16	Ø 14	35	280	315	890	250
PPM 60 L	4 + 4 Ø16	Ø 14	35	300	335	1055	250

La armadura de la *Tabla 10* 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).
- Los estribos se ubican dentro del cono de tracción, con una distancia radial a la barra no mayor que $R_{1,max}$ o $R_{2,max}$ desde el tornillo, y deben anclarse fuera del fallo del cono, con una longitud de anclaje de l_{bd} según UNE-EN 1992-1-1 y de acuerdo con la *Figura 9*.

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 PPM® L, se muestran a continuación. La cantidad de barras de refuerzo se indican 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.

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

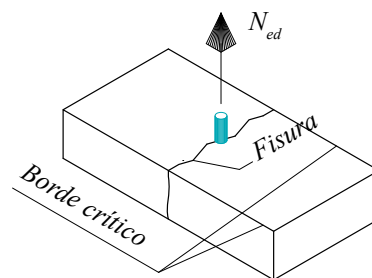
$$A_s = 0,5 \frac{\sum N_{Ed}}{f_{yk} / \gamma_{Ms,re}} [mm^2] \quad \text{CEN/TS 1992-4-2, Ec. (17)}$$

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

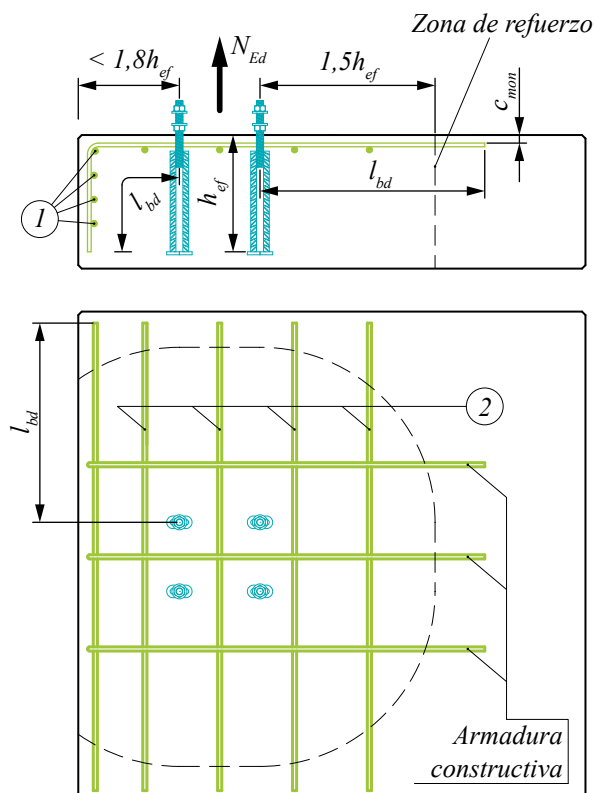
Tornillo de anclaje	① + ② [mm ²]	Armadura seleccionada
PPM 30 L	344	4 Ø 12
PPM 36 L	501	4 Ø 14
PPM 39 L	599	4 Ø 14
PPM 45 L	801	4 Ø 16
PPM 52 L	1078	6 Ø 16
PPM 60 L	1449	8 Ø 16



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 $\leq 1,8 h_{ef}$.
- Las armaduras para evitar la fisuración deben estar localizadas en la zona efectiva de armado (ej. distancia $\leq 1,5 h_{ef}$ 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:** Los bordes perpendiculares deben ser considerados independientemente (ej. Necesario disponer v por cada dirección).

Figura 10. Detalle para el armado de fisuración. Un caso con un borde crítico.



Anexo B – Armadura adicional para resistir carga 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 PPM® L y P se muestran en la siguiente tabla. La cantidad de estribos-U se muestra en la *Tabla 12*. 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 12. Armadura de refuerzo del borde de hormigón (B500B) para cada tornillo de anclaje sometido a su capacidad máxima de cortante.

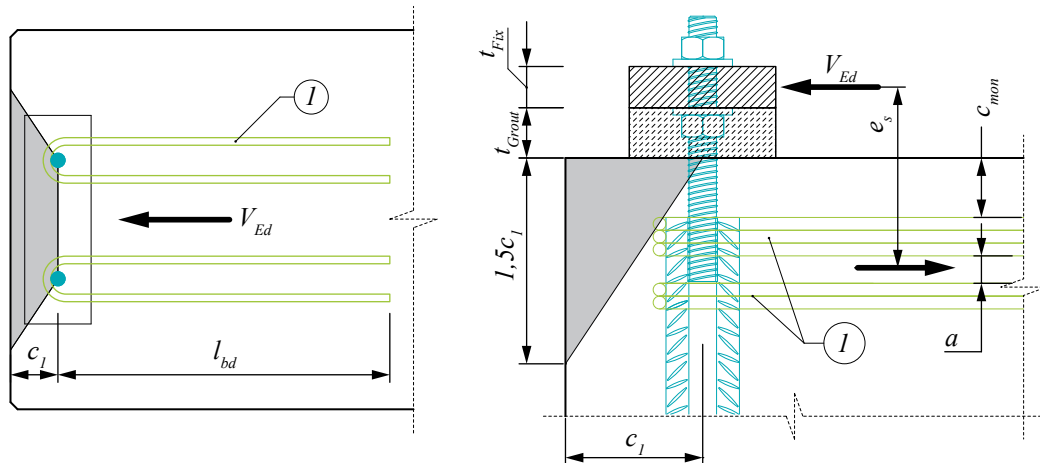
Tornillo de anclaje	Estribos-U (por tornillo) ①	c_l [mm]	c_{nom} [mm]	e_s [mm]	a [mm]
PPM 30	3 Ø 14	120	35	170	-
PPM 36	3 Ø 16	140	35	170	-
PPM 39	3 Ø 16	150	35	180	-
PPM 45	3 + 1 Ø 16	160	35	190	28
PPM 52	3 + 2 Ø 16	180	35	230	28
PPM 60	3 + 2 Ø 16	180	35	270	28

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

- La distancia entre el centro de gravedad del refuerzo de borde (ej. formación de grupos de barras, donde el número de barras por grupo está limitado a 3) y la fuerza de cortante es igual o menor a e_s
- La distancia al borde debe ser igual o mayor a c_l
- La distancia entre grupos de barras no debe ser menor que (a), según UNE-EN 1992-1-1, sección 8.2 (tamaño máximo del árido = 16 mm).

Se deber tener en cuenta que la armadura adicional indicada en la *Tabla 12* 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 PPM® L se muestran en la siguiente tabla. La cantidad necesaria de estribos se muestra en la *Tabla 13*. 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 13. Armadura del cono de hormigón (B500B).

Tornillo de anclaje	h_{req} [mm]	A_s [mm ²]	Estribos (por tornillo) ①
PPM 30 L	90	199	2 Ø 10
PPM 36 L	85	205	2 Ø 10
PPM 39 L	75	171	2 Ø 8
PPM 45 L	50	122	2 Ø 8
PPM 52 L	105	373	2 Ø 12
PPM 60 L	55	175	2 Ø 10

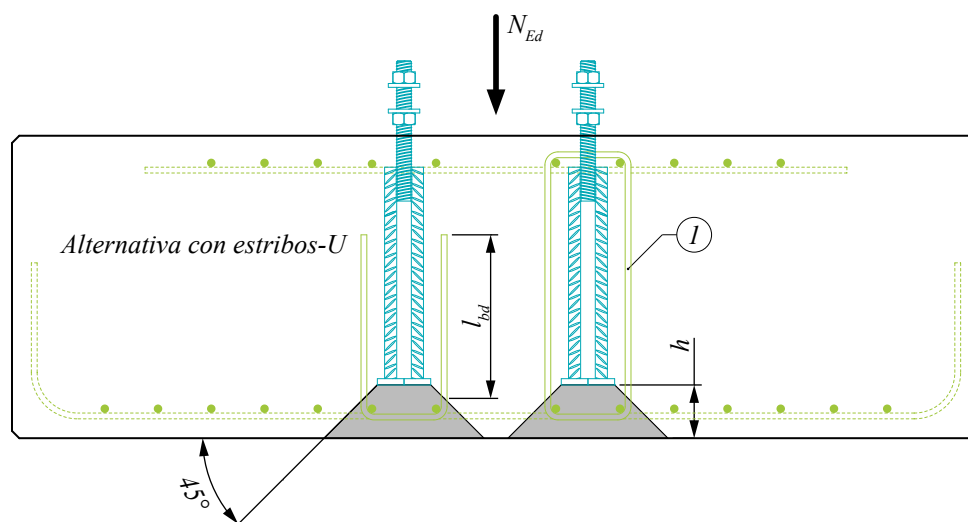
NOTA: El espesor h_{req} es válido únicamente en los casos en que el cono de punzonamiento debajo de la cabeza del tornillo no está limitado por conos adyacentes o por los bordes de la base de la estructura (ver *Figura 12*). El ángulo de inclinación del cono de rotura a compresión es de 45°.

La armadura adicional de la *Tabla 13* puede aplicarse directamente cumpliendo las siguientes condiciones:

- El tipo de hormigón de la cimentación es igual o mayor a C25/30 (buena adherencia).
- El tamaño nominal máximo del árido es igual o menor a 16 mm.
- Los estribos se colocan dentro de la zona del cono de compresión y se anclan con una longitud de anclaje de l_{bd} según UNE-EN 1992-1-1 y de acuerdo con la *Figura 12*.

Se debe tener en cuenta que la armadura de punzonamiento, si se dispone en forma de estribos cerrados, puede ser usada como armadura de refuerzo del cono 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. La compresión local se puede evitar incrementando la cimentación según el valor Δ (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 2Δ .

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

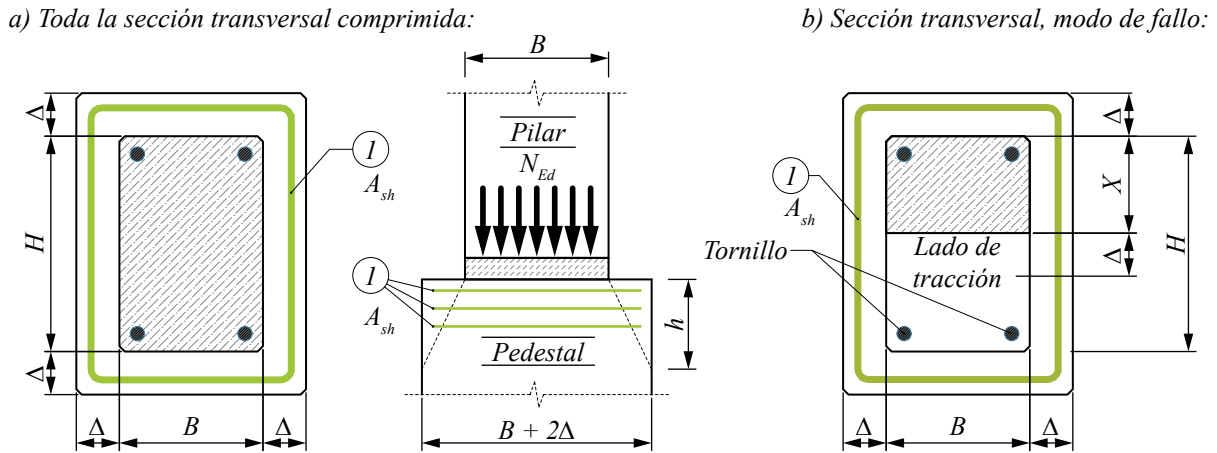


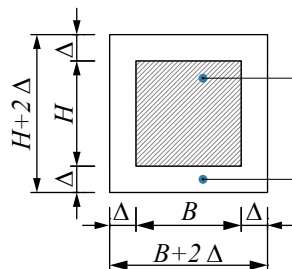
Tabla 14. Valor del incremento Δ para la estructura base y de la armadura perimetral necesaria (B500B).

Tipo de hormigón (Pilar superior)	Tipo de hormigón (Pilar inferior)	a) Toda la sección transversal comprimida Δ [mm]	b) Armadura perimetral en la zona necesaria Δ [mm]	Tornillos en la zona de tracción (modo de fallo) ① A_{sh} [mm ²]
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] (30/37) 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.



$$A_{c0} \\ \text{Column: } f_{cd,0} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{c1} \\ \text{Base: } f_{cd,1} = 13,33 \text{ N/mm}^2$$

La fuerza concentrada en la zona parcialmente con carga:

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd,1} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3,0 \cdot f_{cd,1} \cdot A_{c0}$$

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

donde

A_{c0} es el área con carga

A_{c1} es el área de distribución máxima con una forma similar a A_{c0}

$f_{cd,1}$ es el esfuerzo mayorado de compresión de la estructura base

Sustitución en Ec. (6.63):

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

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

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

$$= A_{c0} \cdot f_{cd,0} = B \cdot H \cdot f_{cd,0} = 160000 \cdot 20 = 3200000 \text{ N} = 3200 \text{ kN}$$

donde

$f_{cd,0}$ es el esfuerzo mayorado de compresión del pilar

$$= A_{c0} \cdot f_{cd,0} = B \cdot H \cdot f_{cd,0} = 160000 \cdot 20 = 3200000 \text{ N} = 3200 \text{ kN}$$

Resolviendo la ecuación:

$$B \cdot H \cdot f_{cd,0} = B \cdot H \cdot f_{cd,1} \cdot \sqrt{\frac{(B + 2 \cdot \Delta) \cdot (H + 2 \cdot \Delta)}{B \cdot H}}$$

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

La sección transversal mínima de la estructura base del pilar:

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

Esfuerzo de hendimiento “splitting” (de acuerdo con UNE-EN 1992-1-1, sección 6.5):

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

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

γ_s = Factor de seguridad parcial de la armadura

Estribos seleccionados: 6Ø8 o 4Ø10

Anexo D – Estribos transversales en la zona de solape

Los tornillos de anclaje largos PPM® 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 cuantía de acero que las barras longitudinales correspondientes a los tonillos. La armadura transversal adecuada, ΣA_{st} , debería colocarse en la zona de solape (ver *Figura 14*). El número de estribos se refleja en la *Tabla 15*. Una disposición alternativa de la armadura se puede calcular utilizando el software Peikko Designer® para conexiones de pilar.

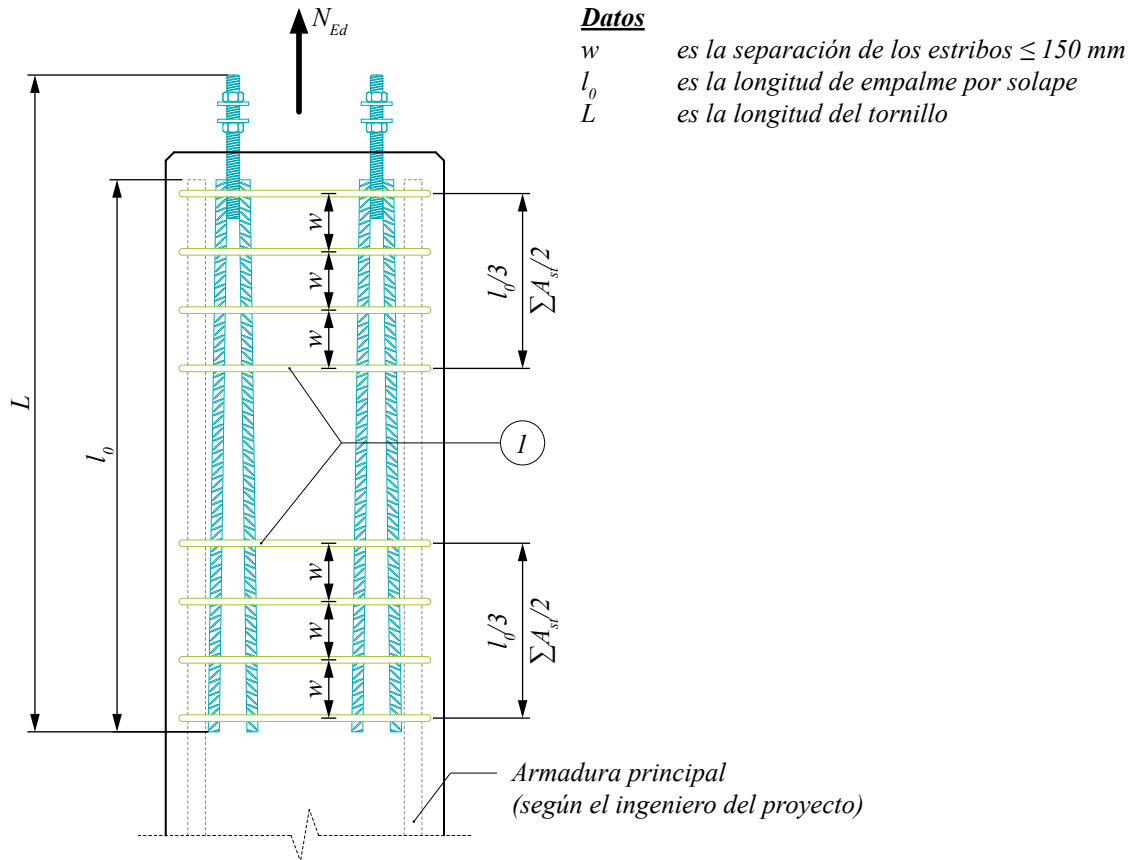
Tabla 15. Armadura transversal en la zona de solape, (B500B).

Tornillos de anclaje	Cantidad total de estribos ①	l_0 [mm]
PPM 30 P	5 + 5 Ø 8	1485
PPM 36 P	4 + 4 Ø 8	1230
PPM 39 P	5 + 5 Ø 8	1575
PPM 45 P	5 + 5 Ø 10	1575
PPM 52 P	5 + 5 Ø 10	1650
PPM 60 P	6 + 6 Ø 12	2160

La armadura adicional de la *Tabla 15* puede aplicarse directamente cumpliendo las siguientes condiciones:

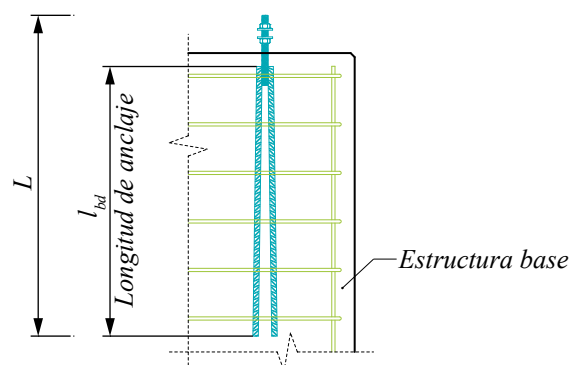
- El tipo de hormigón de la estructura base es igual o mayor a C25/30 (buena adherencia)
- El tamaño nominal máximo del árido es igual o menor a 16 mm
- Los tornillos están sometidos a carga de tracción
- Para grupos de anclaje con más de 4 tornillos, se deben proporcionar estribos internos adicionales

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

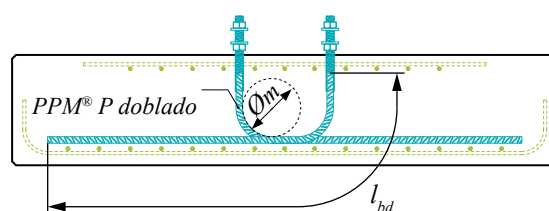


Anexo E – Uso alternativo de los tornillos de anclaje de alta resistencia PPM® P

1. Como alternativa al solape, otro mecanismo de funcionamiento de los tornillos PPM® 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.

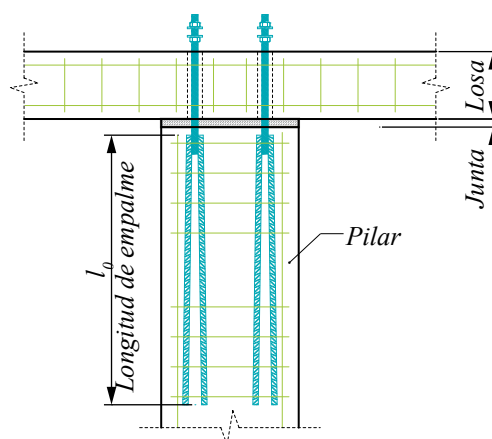


2. Los tornillos de anclaje PPM® P también pueden utilizarse en estructuras poco profundas doblando el tornillo. El mínimo diámetro del mandril $\varnothing_{m,min}$ debe ser comprobado para cada caso concreto (de acuerdo con UNE-EN 1992-1-1, sección 8.3) y así evitar fisuras en el proceso de doblado 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.

3. Si fuera necesario, existen tornillos de anclaje PPM® P extra largos para soluciones estructurales, como puede ser empalme pilar- pilar a través de una losa o de una viga y donde l_0 es la longitud de empalme de acuerdo con UNE-EN 1992-1-1, sección 8.7.3.



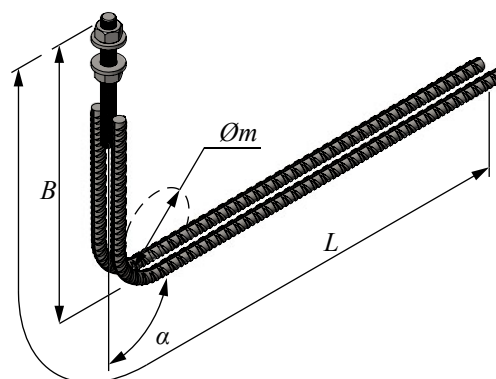
Pedido de tornillos de anclaje PPM® P no estándar:

Todas las dimensiones en [mm]

1. Tornillo de anclaje PPM® P recto \Rightarrow PPM(*)P – L
Ejemplo 1: PPM30P – 2000
2. Tornillo de anclaje PPM® P doblado \Rightarrow PPM(*)S – L –
Ángulo de doblado(α) – B
Ejemplo 2: \Rightarrow PPM30P – 2000 – Ángulo doblado90 – 500
Ejemplo 3: \Rightarrow PPM30P – 2500 – Ángulo doblado90 – 700

donde

- * es la métrica del tornillo
- L es la longitud total del tornillo
- α es el ángulo de doblado [grados]
- B es la posición de doblado



Anexo F – Métodos alternativos para la transferencia de esfuerzos cortantes

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 6*)
- Por la capacidad de fricción entre la base y el mortero Grout:

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

donde

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

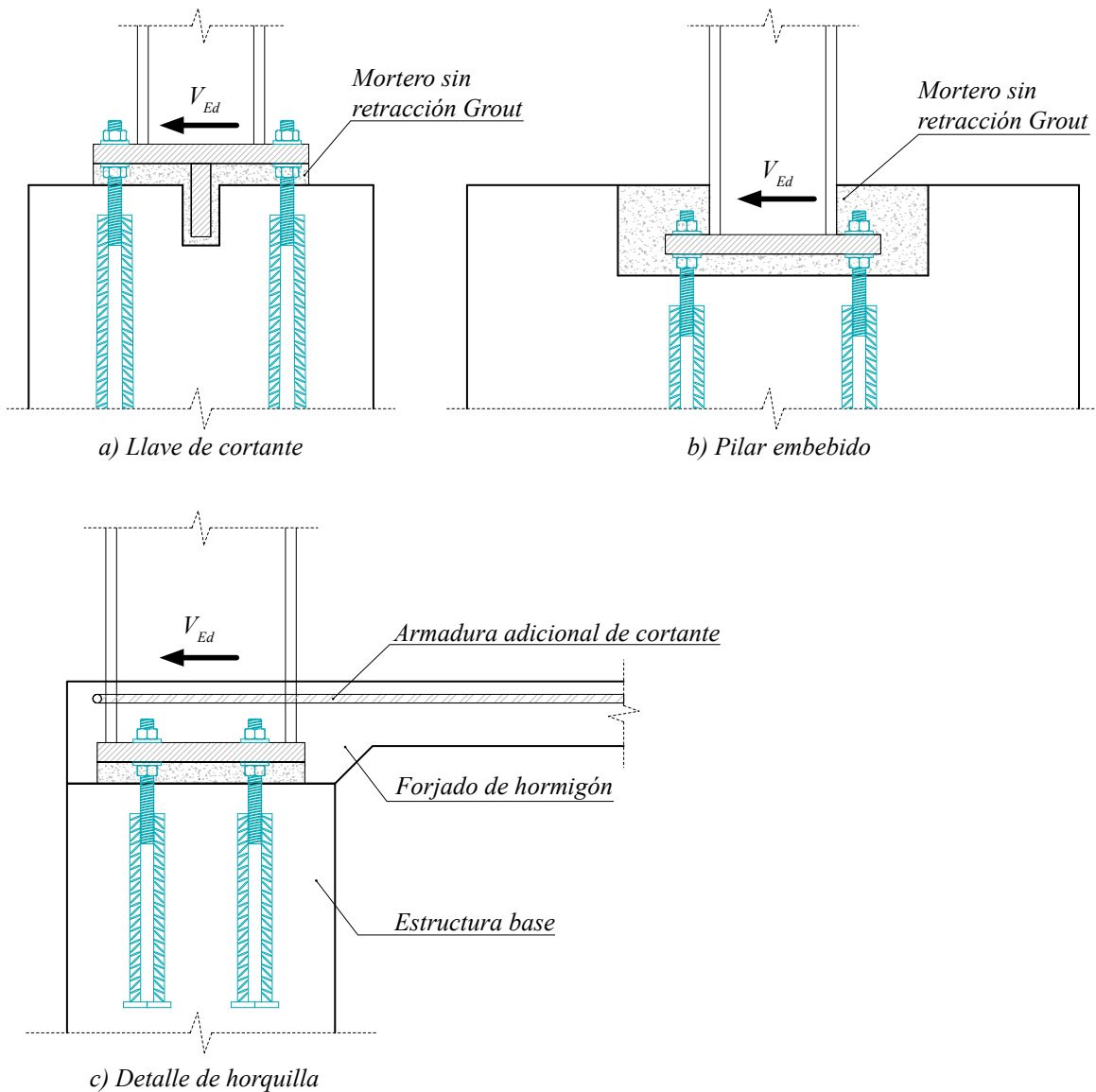
N_{Ed} es el valor total del esfuerzo de compresión mayorado

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.



Instalación de los tornillos de anclaje de alta resistencia PPM®

Identificación del producto

Existen modelos estándar de tornillos de anclaje PPM® (30, 36, 39, 45, 52 y 60) análogos a los tamaños de la rosca métrica M de la rosca 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

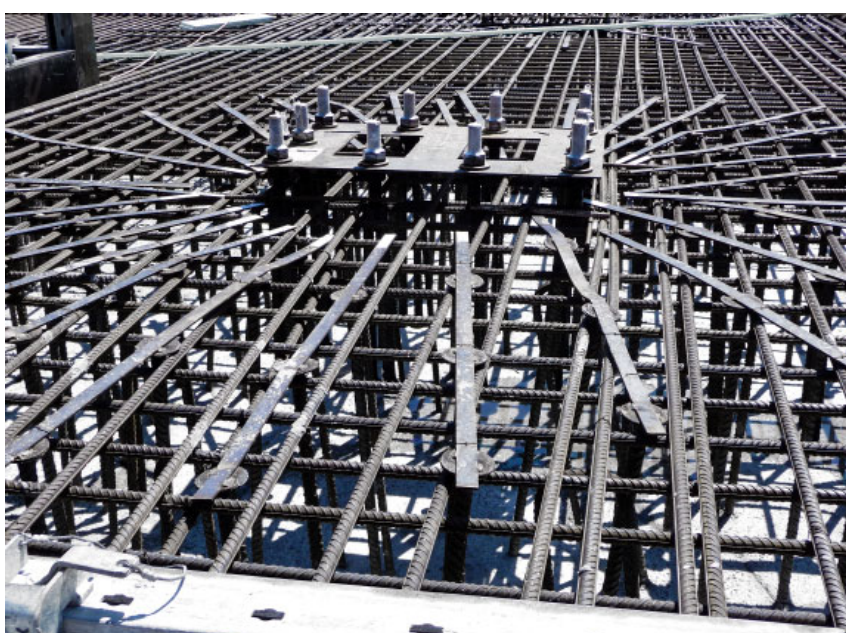
Los tornillos se colocan en su posición correcta, formando grupos de tornillos, utilizando las plantillas de instalación PPL. Las plantillas de instalación permiten que los grupos de tornillos se posicionen en el plano horizontal en el lugar exacto y que sean fácilmente ajustables al nivel correcto.

Identificación del color del tornillo de anclaje PPM®.

Tornillo de anclaje	Diámetro de rosca [mm]	Código de color	Plantilla de instalación
PPM 30	30	Negro	PPL 30
PPM 36	36	Rojo	PPL 36
PPM 39	39	Marrón	PPL 39
PPM 45	45	Morado	PPL 45
PPM 52	52	Blanco	PPL 52
PPM 60	60	-	PPL 60

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.

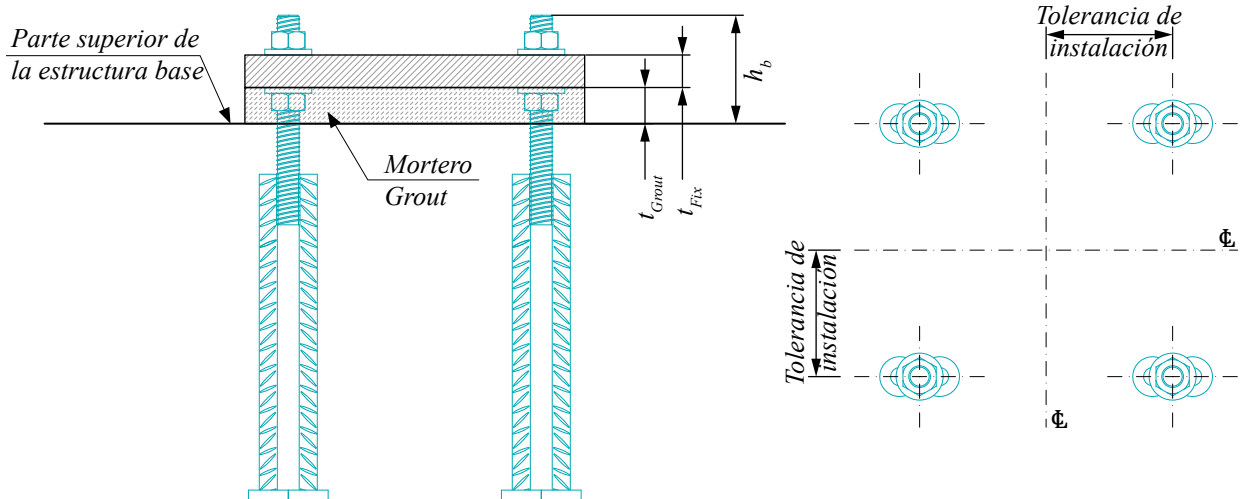
Para prevenir el desplazamiento durante el hormigonado, la plantilla debe fijarse firmemente a la estructura base. Puede ser recomendable que la plantilla tenga un orificio central para que el hormigón se pueda verter fácilmente. Después del hormigonado, la plantilla de instalación se puede recuperar y reutilizar.



La instalación de los tornillos y las 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 ± 20 mm. Cada tornillo está marcado con la profundidad recomendada de anclaje.

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



Tornillo de anclaje	PPM 30	PPM 36	PPM 39	PPM 45	PPM 52	PPM 60
Espesor del mortero Grout t_{Grout} [mm]	50	55	60	65	70	80
Espesor de la placa base t_{Fix} [mm]	≤ 45	≤ 50	≤ 60	≤ 60	≤ 80	≤ 85
Altura del tornillo h_b [mm]	155	170	190	200	235	260
Tolerancia de instalación del tornillo [mm]	± 3	± 4	± 4	± 4	± 5	± 5

Doblado de los tornillos

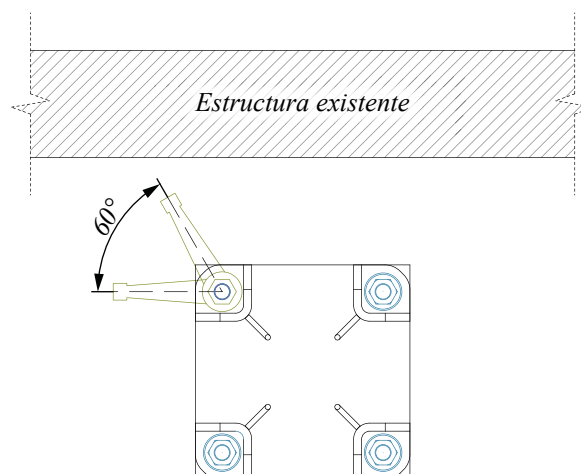
Los tornillos de anclaje PPM® están fabricados de barra corrugada B500B. El doblado debe hacerse de acuerdo con UNE-EN 1992-1-1. Ver Anexo E de este manual con ejemplos de aplicación.

Soldadura de los tornillos

Debería evitarse soldar los tornillos, aunque todos los materiales usados en el tornillo de anclaje PPM® 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.

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 o pletinas 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.



INSTALACIÓN

Apretar la conexión

Las tuercas y arandelas superiores se atornillan a los tornillos de anclaje PPM®. 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 (10-15 impactos) 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.

Tornillo de anclaje	Tamaño de la llave de apriete
PPM 30	46 mm
PPM 36	55 mm
PPM 39	60 mm
PPM 45	70 mm
PPM 52	80 mm
PPM 60	90 mm



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 la 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.)
- Proteger los tornillos durante la fase de construcción ante los posibles riesgos de tráfico en la obra como por ejemplo vehículos, excavadoras, etc.

Instrucciones para controlar el montaje

Es importante respetar el espesor de las juntas inferiores según la información de este manual. Las juntas, incluidas todas las fases de trabajo, como el almacenamiento, la elevación, la manipulación y la instalación, deben realizarse de acuerdo con el plan de instalación elaborado por el diseñador de la estructura. Si es necesario, el Departamento Técnico de Peikko puede proporcionar asesoramiento.

Comprobaciones durante el montaje:

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

Revisiones del Manual Técnico

Versión: ES 06/2019. Revisión: 001

- Primera publicación.

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

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

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

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

