



# TORNILLOS DE ANCLAJE HPM Y PPM



ISO 9001  
ISO 14001

# TORNILLOS DE ANCLAJE HPM Y PPM



## Beneficios de los tornillos de anclaje HPM y PPM de Peikko®

- Conexiones rígidas atornilladas sin necesidad de realizar soldadura en obra
  - Los tornillos de anclaje HPM/L tienen la Certificación Europea (*European Technical Approval*) ETA-02/0006 (HPM/L). Dicha certificación tiene la equivalencia con el mercado CE
- Los tornillos de anclaje de Peikko® están certificados en toda Europa y no existen limitaciones ni obstáculos para su uso según Normativas Europeas
- Existe una gran variedad de tornillos de anclaje estandar para todos los usos
  - Existe una biblioteca de detalles (ACAD, TEKLA, ALLPLAN) de los productos Peikko que facilitan las tareas de diseño
  - Rápidos plazos de entrega y precio competitivo
- Apoyo técnico permanente desde el Departamento Técnico de Peikko Spain



CONCRETE CONNECTIONS

### Ventajas productos Peikko

- Fiabilidad: amplia experiencia y programas de control de producto
- Competitivos precio y plazo de entrega
- Simplicidad de uso en el diseño, fabricación y colocación de los elementos

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DIMENSIONES Y MATERIALES .....</b>	<b>5</b>
<b>3. PRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Método de producción</b>	6
<b>3.2 Tolerancias de producción</b>	6
<b>3.3 Marcas de producción</b>	6
<b>3.4 Control de Calidad</b>	6
<b>4. CAPACIDADES .....</b>	<b>6</b>
<b>5. APLICACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>5.1 Limitaciones de aplicación</b>	7
<b>5.2 Principios de diseño</b>	7
<b>5.2.1 Principios de aplicación</b>	7
<b>5.2.2 Principios de cálculo</b>	7
<b>5.2.3 Tornillos largos (tipos HPM/P y PPM/P). Mínimas distancias al borde, entre centros y requerimientos de armadura</b>	8
<b>5.2.4 Tornillos cortos (tipos HPM/L y PPM/L). Mínimas distancias al borde, entre centros y requerimientos de armadura</b>	8
<b>5.2.5 Factores de corrección de las capacidades</b>	10
<b>5.2.6 Uniones a cimentación y empalme pilar-pilar</b>	11
<b>6. COLOCACIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>6.1 Plantillas de instalación</b>	11
<b>6.2 Colocación de los tornillos. Tolerancias</b>	12
<b>6.3 Doblado de los tornillos largos tipos HPM/P y PPM/P</b>	13
<b>6.4 Soldadura de los anclajes</b>	13
<b>6.5 Montaje de los pilares</b>	13
<b>7. CONTROL DE COLOCACIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>7.1 Instrucciones para controlar la colocación de los tornillos</b>	14
<b>7.2 Instrucciones para controlar la colocación de los pilares</b>	14
<b>8. CÁLCULO DE LAS CONEXIONES .....</b>	<b>14</b>

# TORNILLOS DE ANCLAJE HPM Y PPM

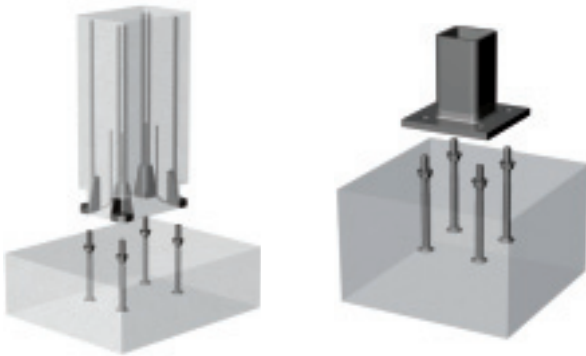
## 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Las fuerzas de tracción, compresión y cortante son transmitidas a la base de hormigón armado mediante los tornillos de anclaje Peikko® HPM y PPM.

Existen dos tipos de tornillos de anclaje Peikko®, según su funcionamiento:

- **tornillos cortos tipo L (HPM-\*/L y PPM-\*/L):** transfieren las fuerzas de compresión y tracción mediante la adherencia de la parte proporcional de barra corrugada y la parte cónica de su parte inferior.
- **tornillos largos tipo P (HPM-\*/P y PPM-\*/P):** transfieren las fuerzas mediante el efecto de la adherencia de las barras corrugadas.

El hormigón que rodea el tornillo de anclaje puede ser la parte más crítica a tener en cuenta en el fallo del tornillo, sobre todo debido a esfuerzos de cortante elevados.



### Ámbito de aplicación:

- conexión de pilares prefabricados con la cimentación, muro o empalme de pilares mediante el producto "Pie de pilar" de Peikko® (ver catálogo "Pies de pilar HPKM, PPKM y PEC").
- conexiones de pilares metálicos con la cimentación, muro, etc.
- conexiones de paredes prefabricadas de hormigón, entre sí o con la cimentación, mediante el producto "Pie de pared PSK" de Peikko® (ver catálogo "Pie de pared PSK").
- conexiones de vigas prefabricadas de hormigón, conexión entre ellas o conexión rígida a los pilares, mediante el producto "Pie de viga RBC" de Peikko®. Posibilidad de ejecutar voladizos, vigas hiperestáticas, etc. (ver catálogo "Pie de viga RBC").
- conexiones de maquinaria a la cimentación o sobre estructura de hormigón, etc.



## 2. DIMENSIONES Y MATERIALES

### Materiales y calidades:

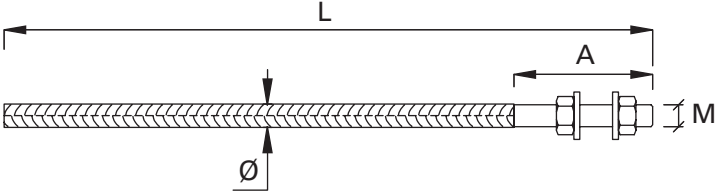
Barra corrugada	BSt500S A500HW	SFS-EN 10080-1:2005 SFS 1215
Barra roscada (PPM)	Acero alta resistencia (Acero Imacro M)	$f_{yk} \geq 770$ MPa ( $\varnothing < 35$ mm) $f_{yk} \geq 700$ MPa ( $\varnothing > 35$ mm)
Arandelas	S355J2 + N	SFS-EN 10025 / DIN 7349
Tuercas	Calidad 8.8	SFS-EN ISO 4032 / SFS-EN 24032 / DIN 934

Tabla 1. Dimensiones [mm], pesos [kg] y áreas efectivas de zona roscada [mm<sup>2</sup>] de tornillos de anclaje HPM y arandelas.

	Métrica M	Longitud de rosca A [mm]	Área efectiva de la zona roscada [mm <sup>2</sup> ]	Barra corrugada $\varnothing$ [mm]	Arandela $\varnothing$ [mm]	HPM P		HPM L		Color
						L [mm]	peso [kg]	L [mm]	peso [kg]	
<b>HPM 16</b>	16	140	157	16	$\varnothing$ 38-6	810	1.7	280	0.9	amarillo
<b>HPM 20</b>	20	140	245	20	$\varnothing$ 46-6	1000	2.9	350	1.4	azul
<b>HPM 24</b>	24	170	352	25	$\varnothing$ 56-6	1160	4.9	430	2.2	gris
<b>HPM 30</b>	30	190	561	32	$\varnothing$ 65-8	1420	9.8	500	4.1	verde
<b>HPM 39</b>	39	200	976	40	$\varnothing$ 90-10	2000	21.8	700	9.2	naranja

HPM P



HPM L

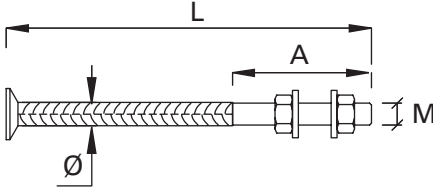
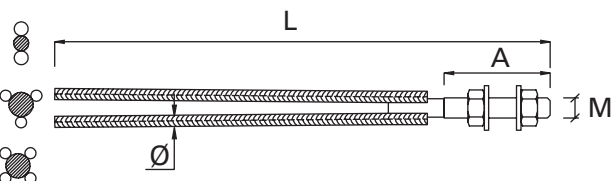


Tabla 2. Dimensiones [mm], pesos [kg] y áreas efectivas de zona roscada [mm<sup>2</sup>] de tornillos de anclaje PPM y arandelas.

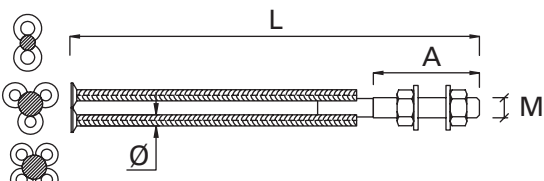
	Métrica M	Longitud de rosca A [mm]	Área efectiva de la zona roscada [mm <sup>2</sup> ]	Barra corrugada $\varnothing$ [mm]	Arandela $\varnothing$ [mm]	PPM P		PPM L		Color
						L [mm]	peso [kg]	L [mm]	peso [kg]	
<b>PPM 22</b>	22	160	303	2 $\varnothing$ 20	$\varnothing$ 56-6	1190	6.2	510	2.9	azul claro
<b>PPM 30</b>	30	190	561	2 $\varnothing$ 25	$\varnothing$ 65-8	1705	14.1	670	6.2	negro
<b>PPM 36</b>	36	190	817	4 $\varnothing$ 20	$\varnothing$ 80-8	1450	16.0	740	9.4	rojo
<b>PPM 39</b>	39	190	976	3 $\varnothing$ 25	$\varnothing$ 90-10	1815	23.5	880	12.7	marrón
<b>PPM 45</b>	45	220	1306	4 $\varnothing$ 25	$\varnothing$ 100-10	1825	31.4	980	18.6	violeta
<b>PPM 52</b>	52	250	1758	4 $\varnothing$ 32	$\varnothing$ 100-12	1930	52.1	1140	32.6	blanco
<b>PPM 60</b>	60	310	2362	4 $\varnothing$ 32	$\varnothing$ 115-15	2490	71.0	1330	42.0	-

PPM P



PPM L



# TORNILLOS DE ANCLAJE HPM Y PPM

## 3. PRODUCCIÓN

### 3.1 Método de producción

Barra corrugada	Corte por máquina
Rosca	Mecanizado por máquina
Soldadura	MAG a mano o con robot
Forja	Forja en caliente o similar
Clase de soldadura	C (SFS-EN 25817)

### 3.2 Tolerancias de producción

Longitud	±10 mm
Longitud de la rosca	+5, -0 mm

### 3.3 Marcas de producción

Los tornillos de anclaje Peikko® HPM y PPM están marcados con el sello de *Inspecta*, el emblema de *Peikko Group*, el tipo de producto y el año y la semana de producción.

Los tornillos de anclaje cortos tienen grabada en la cabeza cónica la marca "PG"; la letra "T" o el emblema de Peikko®.

Los tornillos de anclaje HPM/L (tornillos cortos con cabeza cónica) tienen el certificado equivalente al marcado CE.

### 3.4 Control de Calidad

El Control de Calidad en la producción de los tornillos de anclaje Peikko® cumple con los requerimientos establecidos por la *Finnish Building Codes (Norma Finlandesa de la Construcción)*. Peikko Finland Oy está bajo supervisión de la *Inspecta Certification* para el Control de Calidad.

Certificados de producto:

- HPM/L: *ETA-02/0006 (European Technical Approval)*; equivalente al Certificado Europeo.
- PPM/L: Certificado de producto en Alemania.

Figura 1. Máquina fabricando un tornillo HPM/L



ETA-02/0006



## 4. CAPACIDADES

Tabla 3. **Capacidades últimas de servicio** para esfuerzos axiales ( $N_{Rd}$ ) y cortantes ( $V_{Rd}$ ) [kN]. Las capacidades que figuran en la tabla son para un hormigón HA-25 en la zona de los anclajes.

Tornillo de anclaje	Capacidades últimas de los tornillos (hormigón HA-25)	
	$N_{Rd}$ (ETA)	$V_{Rd}$
HPM 16	61.7	14.7
HPM 20	96.3	22.9
HPM 24	138.7	33.0
HPM 30	220.4	52.4
HPM 39	383.4	91.1
PPM 22	161.6	35.1
PPM 30	299.2	65.0
PPM 36	435.7	90.2
PPM 39	520.5	107.8
PPM 45	696.5	144.3
PPM 52	937.6	194.2
PPM 60	1259.7	260.9

Las capacidades anteriores son para la comprobación del estado último. Para cargas de servicio dividir las capacidades de la tabla por el factor 1,6.

Cuando fuerzas de tracción y cortante actúen de forma simultánea sobre el tornillo de anclaje, sólo se consideran en verificación a cortante la capacidad de los tornillos comprimidos. Consultar con el Departamento Técnico de Peikko Spain, los casos de valores de esfuerzo cortante elevado o simultaneidad de esfuerzos sobre el tornillo de anclaje.

La capacidad a compresión del tornillo de anclaje hormigonado es la misma que a tracción. El doblado y el pandeo del tornillo de anclaje durante el montaje del pilar, debe ser comprobado mediante el programa de cálculo **PeikCol** de Peikko®, el cual, puede ser descargado de forma gratuita desde la página web [www.peikko.es](http://www.peikko.es).

Las capacidades anteriores son para hormigón HA-25 (C25/30). Mayor calidad de hormigón no aumenta la capacidad de los anclajes. En caso de menor calidad de hormigón consultar con Departamento Técnico de Peikko Spain.

## 5. APLICACIÓN

### 5.1 Limitaciones de aplicación

Las capacidades de los tornillos son válidas para situaciones de cargas estáticas. En casos especiales, como situaciones de fatiga o cargas dinámicas, se tendrían que revisar los coeficientes de seguridad para cada caso.

### 5.2 Principios de diseño

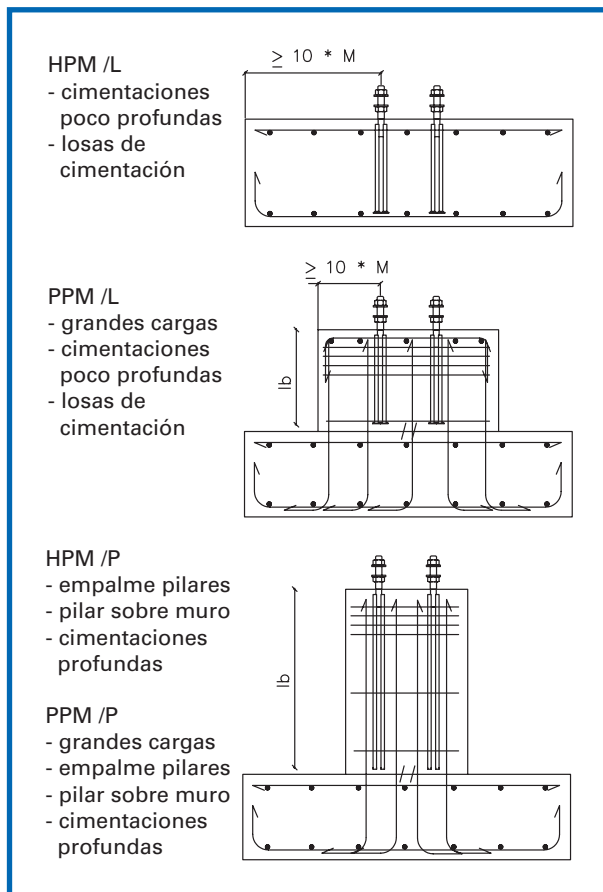
#### 5.2.1 Principios de aplicación

Anclajes cortos (HPM/L y PPM/L): En estado de tracción o compresión y debido a su geometría, generan un cono de hormigón en la estructura donde están ubicados.

Anclajes largos (HPM/P y PPM/P): En estado de tracción o compresión, transfieren los esfuerzos a la estructura donde están ubicados mediante anclaje (y solape) de las barras corrugadas.

En la figura 2 se dan ejemplos de los principales usos de los tornillos de anclaje Peikko distinguiendo entre anclajes cortos y largos.

Figura 2. Principales usos de los tornillos de anclaje Peikko



#### 5.2.2 Principios de cálculo

Anclajes cortos (HPM/L y PPM/L): Para asegurar las capacidades de los tornillos deben cumplirse una serie de requisitos tales como distancia mínima al borde, distancia mínima entre centros de anclajes, recubrimiento mínimo de hormigón y armadura mínima recomendada en el pilar. Estos requisitos aparecen detallados en el apartado 5.2.4.

Anclajes largos (HPM/P y PPM/P): A diferencia de los cortos, los tornillos largos no tienen restricciones en distancia mínima entre centros de anclajes y distancia mínima al borde, pero es necesario tener en cuenta a la hora de diseñar las conexiones parámetros como el recubrimiento mínimo de hormigón y la armadura mínima recomendada en el pilar. Los tornillos largos han sido diseñados para el tipo de hormigón HA-25 (C25/30) en posición de adherencia I (buenas condiciones de adherencia). Estos requisitos aparecen detallados en el apartado 5.2.3. Los tornillos largos trabajan siempre por anclaje de barra corrugada, comprobándose a posteriori el estado de solape en función de ese anclaje, no a la inversa. El anclaje de las barras corrugadas varían ligeramente según EHE y EC-2. El factor de solape depende del estado de compresión o tracción de la sección, así como el porcentaje de barras solapadas en dicha sección, y requiere cumplir unos requisitos de distancias mínimas entre grupos de barras solapadas y al borde. Dicho factor de solape multiplica la longitud de anclaje neta. Consultar con el Departamento Técnico de Peikko Spain las longitudes de solape.

Figura 3. Empalme de pilares mediante conexiones Peikko



Para situaciones de esfuerzos cortantes importantes, en los anclajes cortos (HPM/L y PPM/L) y en los largos (HPM/P y PPM/P), deben respetarse unas distancias mínimas al borde. La distancia mínima al borde así como la armadura necesaria para reforzarlo evitando el arranque del hormigón de esa zona viene detallada en el apartado 5.2.5. Consultar con el Departamento Técnico de Peikko Spain las situaciones de esfuerzos cortantes importantes y las situaciones de conexiones próximas al borde.

# TORNILLOS DE ANCLAJE HPM Y PPM

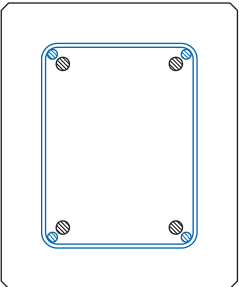
## 5.2.3 Tornillos largos (tipos HPM/P y PPM/P). Mínimas distancias al borde, entre centros y requerimientos de armadura

La disposición de los anclajes largos viene determinada por las características propias de la disposición de las barras corrugadas en función de los recubrimientos (fuego, durabilidad), espacio, etc.

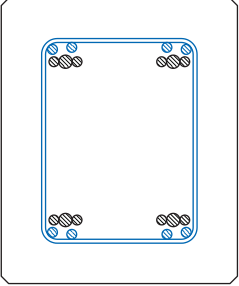
### Armadura equivalente en los pilares

PEIKKO recomienda una mínima continuidad entre la armadura del pilar y los anclajes dispuestos en la sección. Se recomienda verificar el predimensionado final del pilar con el programa de cálculo *PeikCol*.

Tabla 4. Armadura equivalente en el pilar para los tipos de tornillos de anclaje HPM y PPM (versiones /L o /P)

Tornillos HPM (tipos /L o /P)	Tornillo anclaje	Armadura pilar
	HPM 16	1ø12
	HPM 20	1ø16
	HPM 24	1ø20
	HPM 30	1ø25
	HPM 39	1ø32 (1ø20 + 1ø25)

Tornillos PPM (tipos /L o /P)	Tornillo anclaje	Armadura pilar
	PPM 22	2ø16
	PPM 30	2ø20
	PPM 36	2ø25
	PPM 39	2ø20 + 1ø25
	PPM 45	3ø25
	PPM 52	4ø25
	PPM 60	2ø32 + 2ø25

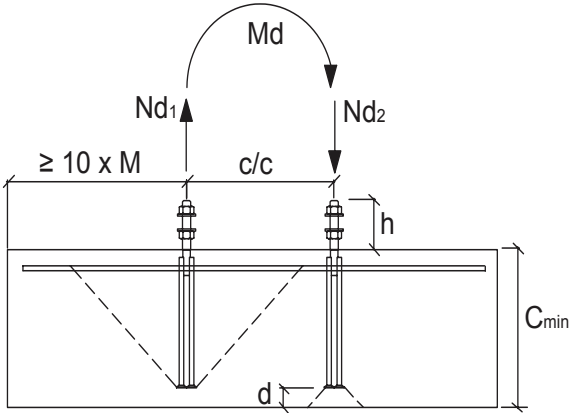
### Esfuerzos cortantes

Cuando existan esfuerzos cortantes a soportar en la unión, la distancia mínima al borde tiene que ser igual o superior al valor  $10xM$  ( $M$ =diámetro de la rosca  $\emptyset M$ ). De lo contrario, el borde tiene que ser reforzado con armadura según los esfuerzos cortantes existentes. (Ej. HPM 24,  $M=24$ ;  $10xM=10x24=240$  mm)

## 5.2.4 Tornillos cortos (tipos HPM/L y PPM/L). Mínimas distancias al borde, entre centros y requerimientos de armadura

Para los anclajes cortos existen una serie de limitaciones que no existen para los anclajes largos (distancias a borde, entre centros, etc...).

Tabla 5. Canto mínimo de cimentación  $C_{min}$  [mm], distancia mínima al borde  $10xM$  [mm], distancia mínima entre centros de anclajes  $c/c$  [mm], altura del tornillo desde la superficie de hormigón  $h$  [mm] y espesor mínimo de hormigón debajo del tornillo  $d$  [mm].



	$C_{min}$	$10xM$	$c/c$	$h$	$d$
HPM 16/L	255	160	80	105	80
HPM 20/L	335	200	110	115	100
HPM 24/L	415	240	120	130	115
HPM 30/L	495	300	180	150	145
HPM 39/L	710	390	280	180	190
PPM 22/L	470	220	130	130	90
PPM 30/L	640	300	200	150	120
PPM 36/L	740	360	280	170	170
PPM 39/L	895	390	280	180	195
PPM 45/L	990	450	280	195	205
PPM 52/L	1135	520	280	225	220
PPM 60/L	Consultar con el Departamento Técnico de Peikko Spain				

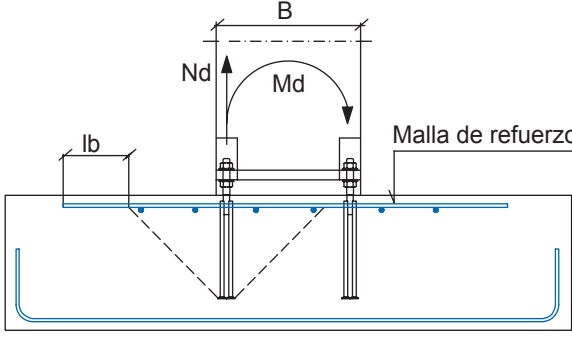
### Esfuerzos de tracción

Un tornillo aislado puede anclarse sin necesidad de armadura de punzonamiento.



Un grupo de anclajes cortos requieren una armadura de refuerzo superficial (malla), ver tabla 6, para evitar la fisuración del hormigón de la zona superior. La armadura se debe distribuir uniformemente en el área del cono de hormigón a tracción de los anclajes.

Tabla 6. Malla superior de refuerzo [mm] y armadura adicional [mm] para grupo de tornillos de anclajes cortos.

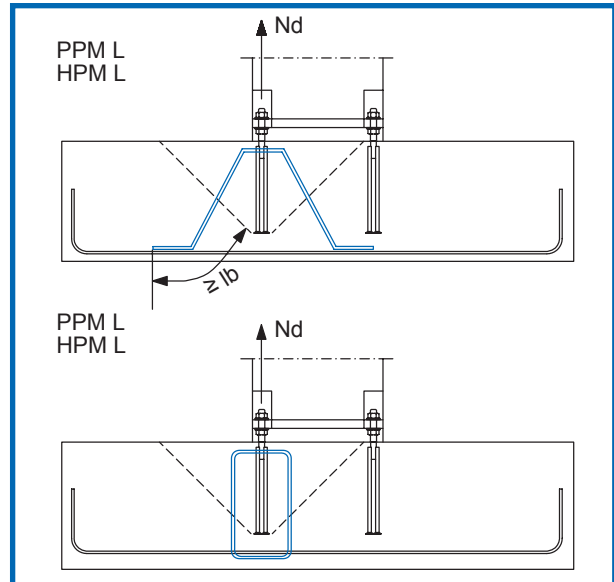


	Malla de refuerzo	Mínima longitud de malla	Armadura refuerzo adicional
<b>HPM 16/L</b>	20x20 Ø8	750 + B	4Ø8 ó 2Ø10
<b>HPM 20/L</b>	20x20 Ø8	870 + B	4Ø10
<b>HPM 24/L</b>	15x15 Ø8	1000 + B	4Ø12 ó 2Ø16
<b>HPM 30/L</b>	15x15 Ø8	1100 + B	6Ø12 ó 4Ø16
<b>HPM 39/L</b>	15x15 Ø10	1540 + B	6Ø16 ó 4Ø20
<b>PPM 22/L</b>	15x15 Ø8	1160 + B	6Ø12 ó 4Ø16
<b>PPM 30/L</b>	15x15 Ø10	1520 + B	4Ø16
<b>PPM 36/L</b>	15x15 Ø10	1640 + B	6Ø16 ó 4Ø20
<b>PPM 39/L</b>	15x15 Ø12	2100 + B	8Ø16 ó 6Ø20
<b>PPM 45/L</b>	15x15 Ø12	2270 + B	6Ø20
<b>PPM 52/L</b>	10x10 Ø12	2530 + B	8Ø20
<b>PPM 60/L</b>	Consultar con el Departamento Técnico de Peikko Spain		

En el caso de que alguna de las dos limitaciones no se cumpla (valores en tabla 5): distancia mínima al borde  $10 \times M$  ó entre centros de anclajes  $c/c$ , se debe disponer una armadura de refuerzo adicional en la cimentación (ver figura 4), según los valores de la tabla 6. En el caso de producirse las dos situaciones simultáneamente, no se debe duplicar la armadura adicional recomendada para cada situación por separado.

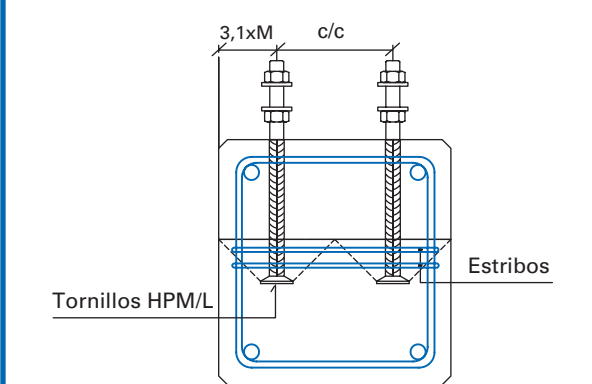
Consultar con el Departamento Técnico de Peikko Spain los casos de situaciones límites.

Figura 4. Armadura de refuerzo adicional. Opciones.



Los tornillos de anclaje cortos pueden colocarse muy cerca del borde. La distancia mínima insalvable para los anclajes HPM/L y PPM/L respecto al borde es  $3,1 \times M$  ( $M$ =diámetro de la rosca  $\varnothing M$ ) medida desde el eje del tornillo. En estos casos, los anclajes se deberán reforzar con cierta armadura función de las cargas en el tornillo. Esta distancia mínima puede ocurrir en vigas, ciertos pilares, estructuras especiales, etc.

Tabla 7. Mínima distancia al borde y refuerzos para HPM/L



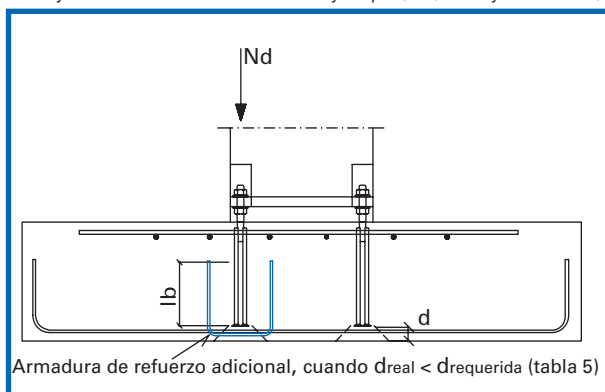
	Ash [mm <sup>2</sup> ]	Estribos
HPM 16/L	52	1Ø8
HPM 20/L	82	2Ø8
HPM 24/L	118	3Ø8
HPM 30/L	187	4Ø8
HPM 39/L	325	5Ø10

# TORNILLOS DE ANCLAJE HPM Y PPM

## Esfuerzos de compresión

En situaciones de tornillos cortos comprimidos (tipos HPM/L y PPM/L) se requiere que haya un espesor mínimo de hormigón debajo del anclaje "d", para evitar que se fracture el hormigón por la parte inferior. Si el espesor real de esta capa de hormigón es menor que el espesor mínimo necesario (valor "d" en la tabla 5), debe disponerse una armadura de refuerzo del cono de hormigón a compresión en cada tornillo de anclaje según figura 5.

Figura 5. Refuerzo del cono de hormigón a compresión debajo de los tornillos de anclaje tipo /L (anclajes cortos)

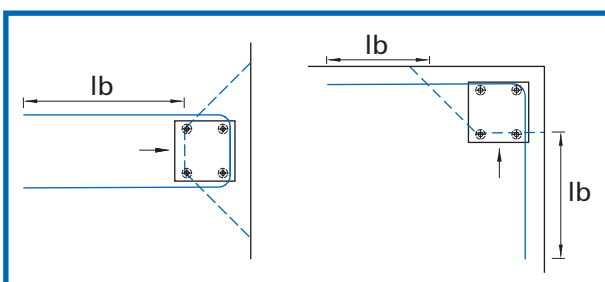


La cuantía de esta armadura de refuerzo adicional depende del tipo de tornillo de anclaje HPM/L o PPM/L y viene detallada en la tabla 6.

## Esfuerzos cortantes

Cuando existan esfuerzos cortantes a soportar en la unión, la distancia mínima al borde para los tornillos cortos (HPM/L y PPM/L) tiene que ser mayor o igual al valor  $10 \times M$  ( $M = \text{diámetro de la rosca } \varnothing M$ ), medida desde el eje del tornillo. De lo contrario, el borde tiene que ser reforzado con armadura según los esfuerzos cortantes existentes (ver figura 6).

Figura 6. Ejemplos de refuerzo del borde para evitar que se fracture el hormigón en zonas próximas a los bordes.



La armadura adicional de refuerzo del borde ante esfuerzos cortantes debe ser dimensionada por el proyectista en función de los esfuerzos cortantes existentes en la conexión. Consultar con el Departamento Técnico de Peikko Spain situaciones de proximidad al borde de los tornillos de anclaje.

## 5.2.5 Factores de corrección de las capacidades

### Factores de corrección según:

Eurocodigo 2 (Tornillos de anclaje largos, tipo /P)

Tipo de hormigón	Factor de Corrección Capacidades		
	HA-20	HA-25	HA-30
Barra corrugada $d_s \leq 32$	0.86	1.00	-
Barra corrugada $d_s > 32$	0.76	0.89	1.00

Los valores se calculan para el valor de diseño de la tensión de adherencia.

### Distancias al borde para esfuerzos cortantes

La distancia mínima recomendada al borde es de  $10 \times M$  ( $M = \text{diámetro de la rosca } \varnothing M$ ), para anclajes largos y cortos indistintamente. En el caso de que la distancia sea menor, se recomienda disponer armadura de cortante en la estructura (zapata, pilar, muro, pared, etc.) donde están ubicados los anclajes.

La armadura de cortante debe garantizar que no falle la estructura (no el anclaje, sino la zapata, muro, etc.) por el esfuerzo horizontal (cortante) en la conexión. El dimensionado de dicha armadura depende de los esfuerzos en la conexión, y debe realizarse por el calculista. Se sugiere disponer armadura de cortante según el croquis de la figura 6.



## 5.2.6 Uniones a cimentación y empalme pilar-pilar

Figura 7. Unión de dos pilares de diferente sección.

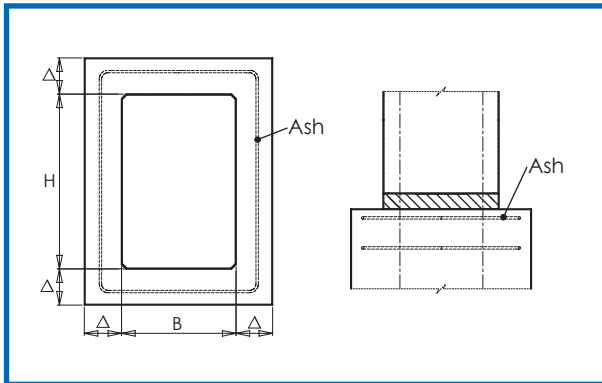


Tabla 8. Dimensiones mínimas ( $\Delta_{min}$ ) cimentación, según tipos de hormigón, por cargas concentradas. Estribos por hendimiento "splitting".

Tipo de hormigón (pilar)	HA-30	HA-40	HA-50	HA-50	HA-70
Tipo de hormigón (cimentación)	HA-25	HA-25	HA-25	HA-30	HA-30
Tornillos en la zona de tracción $\Delta$ [mm]	0.13 x H	0.26 x H	0.38 x H	0.20 x H	0.38 x H
Sección comprimida $\Delta$ [mm]	0.24 x H	0.43 x H	0.61 x H	0.33 x H	0.61 x H
Armadura perimetral (BSt500S) Ash > A [mm <sup>2</sup> ]	A = B x H / 430	A = B x H / 240	A = B x H / 170	A = B x H / 278	A = B x H / 153

La resistencia del hormigón del pilar inferior, en uniones pilar-pilar, debe ser mayor o igual que la resistencia del hormigón del pilar superior.

## 6. COLOCACIÓN

### 6.1 Plantillas de instalación

La colocación de los grupos de tornillos de anclaje en la base de hormigón se realiza mediante las plantillas de instalación PPK. Dichas plantillas tienen distintas geometrías en función del tipo y número de tornillos del grupo.

Ventajas de usar este tipo de plantilla:

- Protección de la rosca durante el proceso de hormigonado. La misma plantilla puede determinar la correcta altura que se debe dejar el tornillo fuera del hormigón (h).
- La plantilla PPK tiene más rigidez que una simple pletina con agujeros. Garantiza buena colocación evitando desplazamientos. Dicha rigidez evita deformaciones de los tornillos respecto a la verticalidad de los mismos.
- Mejor manipulación para su correcta situación en cimentación (guiado).
- Permite un buen vibrado del hormigón en zona central y lateral de los tornillos, lo cual garantiza una buena ejecución del mismo.
- Es reutilizable para otros pilares (mismas secciones de pilar y grupos de anclajes).

Los tornillos de anclaje se fijan a la plantilla PPK mediante las mismas tuercas y arandelas que con ellos se suministran. Se recomienda engrasar las roscas ligeramente para facilitar la extracción de las plantillas después del fraguado del hormigón.

Figura 8. Ejemplo de plantilla de instalación PPK.



Figura 9. Ejemplo de colocación en obra de la plantilla.



# TORNILLOS DE ANCLAJE HPM Y PPM

Tabla 9. Tamaños de las tuercas y llaves asociadas [mm]

Tuerca	Llave
M16	24
M20	30
M22	34
M24	36
M30	46
M36	55
M39	60
M45	70
M52	80
M60	90

Figura 10. Tipos de llaves de apriete



Figura 11. Tornillos en cimentación nivelados para el montaje



Figura 12. Detalle montaje del pilar y apriete de conexiones



## 6.2 Colocación de los tornillos. Tolerancias

Los tornillos de anclaje deben colocarse cumpliendo con los parámetros que figuran en la tabla 10. El nivel de referencia está tomado desde la superficie de hormigón.

Tabla 10. Tolerancias de colocación [mm], altura de los tornillos [mm] desde la superficie de hormigón y espesor de relleno [mm] de la junta con mortero tipo grout para las conexiones de pilares atornilladas Peikko.

Tomillo de anclaje	Pie de pilar asociado	Espesor de relleno junta (e)	Altura tomillo desde superficie (h)	Tolerancia de colocación (T)
<b>HPM 16</b>	HPKM 16	50	105	± 3
<b>HPM 20</b>	HPKM 20	50	115	± 3
<b>HPM 24</b>	HPKM 24	50	130	± 3
<b>HPM 30</b>	HPKM 30	50	150	± 3
<b>HPM 39</b>	HPKM 39	60	180	± 3
<b>PPM 22</b>	PEC 24	50	130	± 3
<b>PPM 30</b>	PEC 30	50	150	± 3
<b>PPM 36</b>	PEC 36	55	170	± 4
<b>PPM 39</b>	PPKM 39	60	180	± 4
<b>PPM 45</b>	PPKM 45	65	195	± 4
<b>PPM 52</b>	PPKM 52	70	225	± 5
<b>PPM 60</b>		80	260	± 5

La tolerancia de colocación para el grupo de anclajes cuando se emplea la plantilla de instalación PPK aparece en la tabla 10.

La tolerancia del grupo de anclajes con respecto a los ejes del pilar es de ±10 mm., aproximadamente.

## 6.3 Doblado de los tornillos largos tipos HPM/P y PPM/P

Los tornillos de anclaje tipo HPM y las barras de anclaje de los tornillos tipo PPM están fabricados con acero tipo BSt500S (A500HW). El doblado de los anclajes de los tornillos versión larga (HPM/P y PPM/P) debe realizarse según las directrices de la norma correspondiente, EN (EC2) ó EHE.

## 6.4 Soldadura de los anclajes

Se debería **evitar la soldadura** de los tornillos de anclaje, aunque el material usado para la fabricación de los tornillos HPM y PPM es soldable (excepto las tuercas).

Especificaciones e instrucciones en caso de tener que realizar alguna soldadura:

EN 17660-1: *Soldadura de acero reforzado.*

*Parte 1: deden tenerse en cuenta las cargas soportadas en las uniones soldadas cuando se sueldan barras corrugadas.*

## 6.5 Montaje de los pilares

La secuencia de montaje del pilar con anclajes Peikko® se detalla en la figura 14. Se deben tener en cuenta una serie de parámetros importantes:

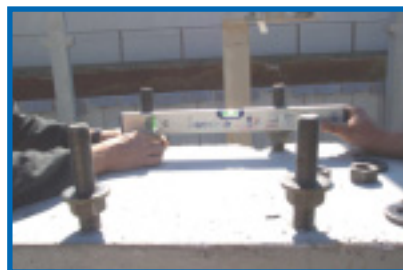
- Comprobar la correcta posición y altura desde la superficie de hormigón de los tornillos
- No es necesario aplicar ningún par de apriete, únicamente golpear la llave con un martillo para garantizar que la conexión está bien apretada
- Rellenar la junta con mortero Grout tan pronto como sea posible después de que todas las conexiones se hayan apretado. No colocar más elementos encima del pilar hasta que el mortero haya fraguado
- El llenado de la junta debe realizarse hasta rellenar las tuercas y espacios superiores

Figura13. Correcto llenado de la junta con mortero Grout



Figura 14. Detalle de montaje de un pilar prefabricado mediante tornillos de anclaje y pies de pilar de Peikko.

1.- Colocar las tuercas y arandelas inferiores según el valor **e** de la tabla 10.



2.- Nivelar las tuercas y arandelas inferiores. Tomar una de ellas como punto de referencia.

3.-Presentar el pilar encima de las arandelas y tuercas inferiores. Una vez presentado colocar arandelas y tuercas superiores.



4.- Descargar parte del peso del pilar, entre un 10%-20%, para poder nivelarlo. El resto del peso lo mantiene la grúa.

5.- Nivelar el pilar usando solo los 4 anclajes de esquina. Apretar a tope una conexión para no perder el nivel.



6.- Aplomado el pilar y apretadas todas las conexiones a tope (sin par de apriete), se procederá a descargar el peso del pilar

# TORNILLOS DE ANCLAJE HPM Y PPM

## 7. CONTROL DE COLOCACIÓN

### 7.1 Instrucciones para controlar la colocación de los tornillos

#### Antes del hormigonado

- Asegurarse que se usa la plantilla PPK correcta (comprobación distancias entre centros de tornillos, medidas generales, etc.). La sección del pilar, como mínimo debe ser 100 mm mayor que la distancia entre centros de tornillos en los casos de utilizar anclajes HPM16 a HPM30 y 120 mm en caso de utilizar los restantes.
- Asegurar que la posición del grupo de tornillos de anclaje (centro del grupo) coincide con la posición del eje del pilar.
- Asegurar que la armadura de refuerzo necesaria se ha colocado correctamente.
- Asegurar que la altura de los tornillos desde el nivel de cimentación (h) es la correcta.
- Fijar la posición de la plantilla de instalación para evitar que se gire o incline durante el proceso de hormigonado.

#### Después del hormigonado

- Se recomienda realizar una comprobación posterior de la posición del grupo de tornillos antes de iniciar el montaje de los pilares. Si existen grandes desviaciones se le deben comunicar al diseñador de la estructura.
- Proteger la rosca saliente de los tornillos de anclaje (mediante tapones, tubos de plástico, etc.) y señalar la zona para evitar accidentes o deformaciones de los mismos por maquinaria pesada.



### 7.2 Instrucciones para controlar la colocación de los pilares

La colocación de los pilares prefabricados debe hacerse según el plan de montaje realizado por el diseñador del proyecto (ingeniero,..). El Departamento Técnico de Peikko Spain le ofrecerá asesoramiento para este proceso en caso de necesitarlo.

En particular se recomienda comprobar los siguientes puntos:

- orden de colocación de los pilares
- necesidades de montaje específicas
- instrucciones para apretar las tuercas (llaves necesarias, orden de apriete, etc.). Tener en cuenta que no es necesario aplicar par de apriete en las conexiones, es suficiente con apretar a tope las tuercas.
- instrucciones para llenar la junta con el mortero sin retracción y autonivelante tipo Grout correctamente.

## 8. CÁLCULO DE LAS CONEXIONES

El cálculo de las conexiones rígidas empleando los tornillos de anclaje HPM y PPM y los pies de pilar HPKM, PPKM y PEC de Peikko se realizan con el programa de cálculo **PeikCol**, descargable de forma gratuita en la web [www.peikko.es](http://www.peikko.es).

Para la realización del cálculo de las conexiones Peikko, el Departamento Técnico de Peikko Spain necesita los siguientes **datos del proyecto**:

- tipo de conexión rígida: pilar-cimentación, pilar-muro, pilar-pilar, etc...así como posibles restricciones a bordes en caso de haberlas
- número de pilares con conexiones Peikko
- altura máxima de los pilares
- tipo de hormigón de los elementos a conectar (pilar, cimentación, muro, etc.)
- secciones de todos los pilares prefabricados y disposición de la armadura principal de los mismos (4 puntos, 8 puntos, etc..)
- recubrimiento de hormigón a la armadura principal de los pilares prefabricados
- listados de los **esfuerzos mayorados** en las conexiones Peikko (necesaria identificación de esfuerzos en cada pilar)
- **plano / croquis** de la obra (planta y alzado) detallando conexiones, secciones de pilares, numeración de pilares, etc..





- VENTAS, ALMACÉN Y PRODUCCIÓN
- VENTAS Y ALMACÉN
- VENTAS

**PEIKKO SPAIN S.L.**  
 Apartado correos 67  
 C/Oro 32, Nave 7  
 28770 Colmenar Viejo  
 MADRID  
 ESPAÑA  
 Tel. +34 91 846 7473  
 Fax. +34 91 845 3050

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