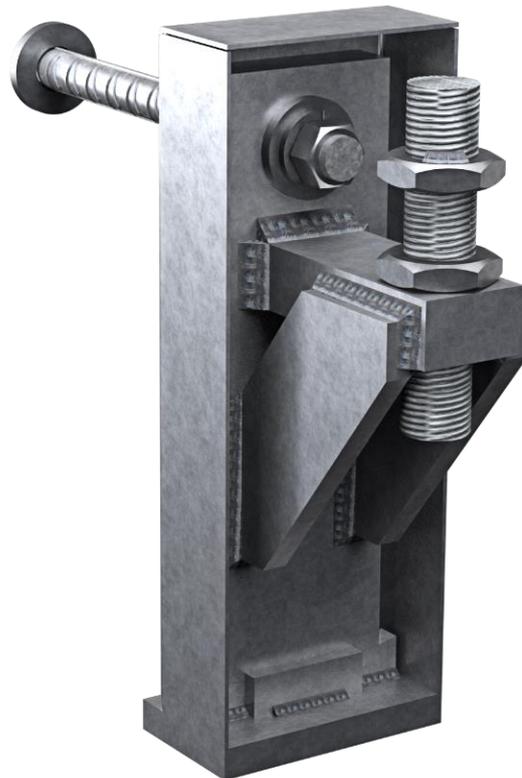


MANUAL DE USO

MÉNSULA INDUSTRIAL MI

Versión 01 (04/2023)



Índice:

1. Introducción	3
2. Descripción del sistema	3
3. Comportamiento estructural.....	5
4. Materiales	6
5. Dimensiones.....	7
5.1. Regulaciones	9
6. Capacidades.....	12
7. Durabilidad	13
8. Instrucciones de uso.....	14
8.1. Identificación de la ménsula MI	14
8.2. Identificación del porta-ménsulas PMI	14
8.3. Identificación de la caja CMI.....	14
8.4. Disposición del porta-ménsulas dentro del pilar.....	15
8.4.1. Posibles disposiciones de los porta-ménsulas dentro de los pilares.....	19
8.5. Disposición de la caja dentro del panel	22
8.6. Montaje	24
9. Guía de referencias	28

1. Introducción

La ménsula industrial MI es un elemento que permite la sustentación de paneles de fachada. **Para las cargas horizontales hay que colocar elementos tipo COFI o UPA de retención.**

2. Descripción del sistema

El sistema se compone de tres piezas. La primera parte se encuentra dentro del elemento prefabricado que recibe la carga. Es el porta-ménsulas PMI y se encarga de fijar la ménsula MI al propio pilar.

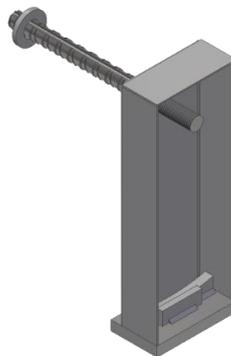


Figura 2.1 Porta-ménsulas PMI

La segunda es la propia ménsula MI y está diseñada para la sustentación y formada por un conjunto de piezas soldadas y un tornillo de regulación vertical.

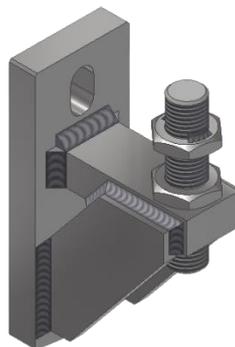


Figura 2.2 Ménsula industrial MI

Por último, la tercera pieza es la caja de panel CMI la función principal de la cual es distribuir la compresión. Esta pieza genera el espacio suficiente en el panel para poder alojar la ménsula.

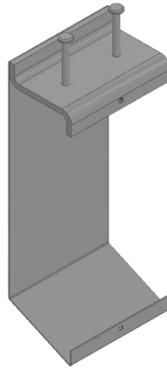


Figura 2.3 Caja de panel CMI

3. Comportamiento estructural

La capacidad de este conjunto de sustentación viene determinada por la resistencia de los elementos que lo envuelven.

Los elementos más limitantes son el tornillo de anclaje del PMI que trabaja a tracción, y la parte de hormigón que queda por debajo del PMI la cual recibe toda la carga de compresión.

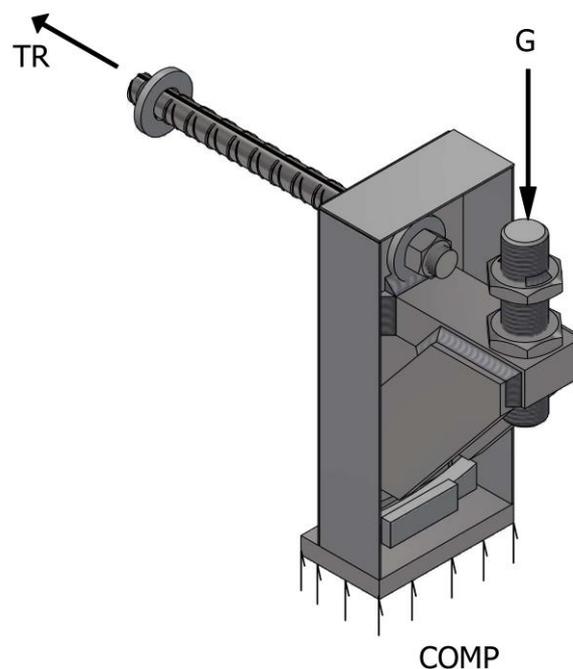


Figura 3.1 Esquema de aplicación de cargas sobre la ménsula

*Este sistema se ha dimensionado partiendo de las características de un hormigón del pilar **HA-35 o superior**. Para el uso de hormigones con menor resistencia póngase en contacto con el departamento técnico de NOXIFER para estudiar la viabilidad de la utilización de este conjunto de sustentación.

4. Materiales

Las ménsulas MI y sus respectivos accesorios están fabricados con acero estructural S235JR, S275JR y S355JR, barras corrugadas B500SD, tuercas de calidad 6 y varillas roscadas calidad 8.8. Las propiedades mecánicas de los elementos están recogidas en el Código Estructural.

Tipo	Espesor nominal t (mm)			
	t ≤ 40		40 < t ≤ 80	
	f _y	f _u	f _y	f _u
S 235	235	360 < f _u < 510	215	360 < f _u < 510
S 275	275	430 < f _u < 580	255	410 < f _u < 560
S 355	355	490 < f _u < 680	335	470 < f _u < 630
S 450	450	550 < f _u < 720	410	530 < f _u < 700

Tabla 4.1 Extracto del Artículo 83 del Capítulo 18 del Código Estructural

Tipo	Tornillos ordinarios			Tornillos de alta resistencia	
	Grado	f _{yb}	f _{ub}	f _{yb}	f _{ub}
Grado	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f _{yb}	240	300	480	640	900
f _{ub}	400	500	600	800	1000

Tabla 4.2 Extracto del Artículo 85 del Capítulo 18 del Código Estructural

Tipo de acero	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad		
	Designación	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f _y (N/mm ²) ⁽¹⁾		≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f _s (N/mm ²) ⁽¹⁾		≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, ε _{u,5} (%)		≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, ε _{máx} (%)	acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
	acero suministrado en rollo ⁽³⁾	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0	≥ 10,0
Relación f _s /f _y ⁽²⁾		≥ 1,08	≥ 1,08	1,20 ≤ f _s /f _y ≤ 1,35	1,15 ≤ f _s /f _y ≤ 1,35
Relación f _{y real} /f _{y nominal}		--	--	≤ 1,20	≤ 1,25

Tabla 4.3 Extracto del Artículo 34 del Capítulo 8 del Código Estructural

5. Dimensiones

NOXIFER dispone de 3 modelos de ménsula industrial MI. A continuación, se muestra un esquema con las cotas genéricas junto con una tabla con las dimensiones específicas de cada uno de los modelos.

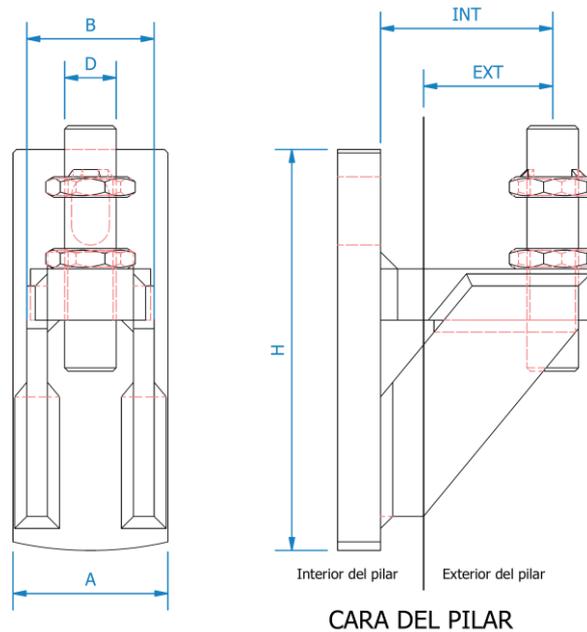


Figura 5.1 Esquema de dimensiones MI

	MI-06	MI-12	MI-16
D	24	30	36
H	198	235	255
A	80	90	120
B	66	74	90
INT	90	100	100
EXT	60	70	70
Peso	5,00kg	8,02kg	13,06kg

Tabla 5.1 Dimensiones modelos MI

Los porta-ménsulas PMI al ser específicos para cada modelo de ménsula tienen la misma tipología, pero variando las dimensiones.

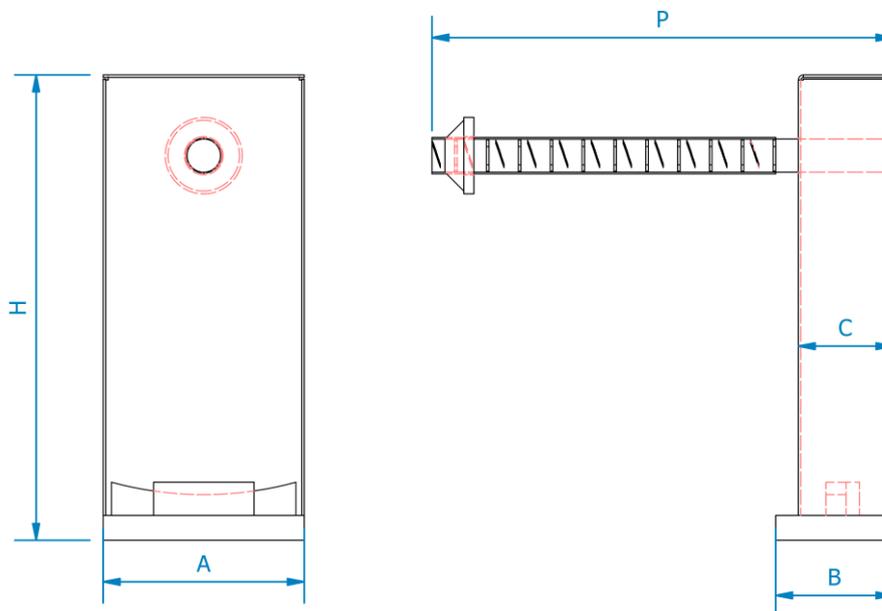


Figura 5.2 Esquema de dimensiones PMI

	MI-06	MI-12	MI-16
H	240	280	300
A	110	120	150
B	70	70	75
C	51,5	56,5	62
P	240	275	310
Anclaje	TN-16	TN-20	TN-24
Tornillería	ATN16 M16 DIN 934	ATN20 M20 DIN 934	ATN24 M24 DIN 934

Tabla 5.2 Dimensiones modelos PMI

5.1. Regulaciones

Los distintos modelos de MI ofrecen una misma regulación en vertical pero horizontalmente y en profundidad esta varia para cada uno de ellos.

	X	Y	Z ⁽¹⁾
MI-06	0-40 mm	±27 (54) mm	±25 mm
MI-12	0-47 mm	±35 (70) mm	±25 mm
MI-16	0-44 mm	±27 (54) mm	±25 mm

⁽¹⁾ Las ménsulas se entregan con el tornillo alzado 20mm con lo que permite llegar des de 0 a 50mm con la regulación

Tabla 5.1.1 Regulaciones en mm de los distintos modelos de ménsulas con su caja CMI correspondiente

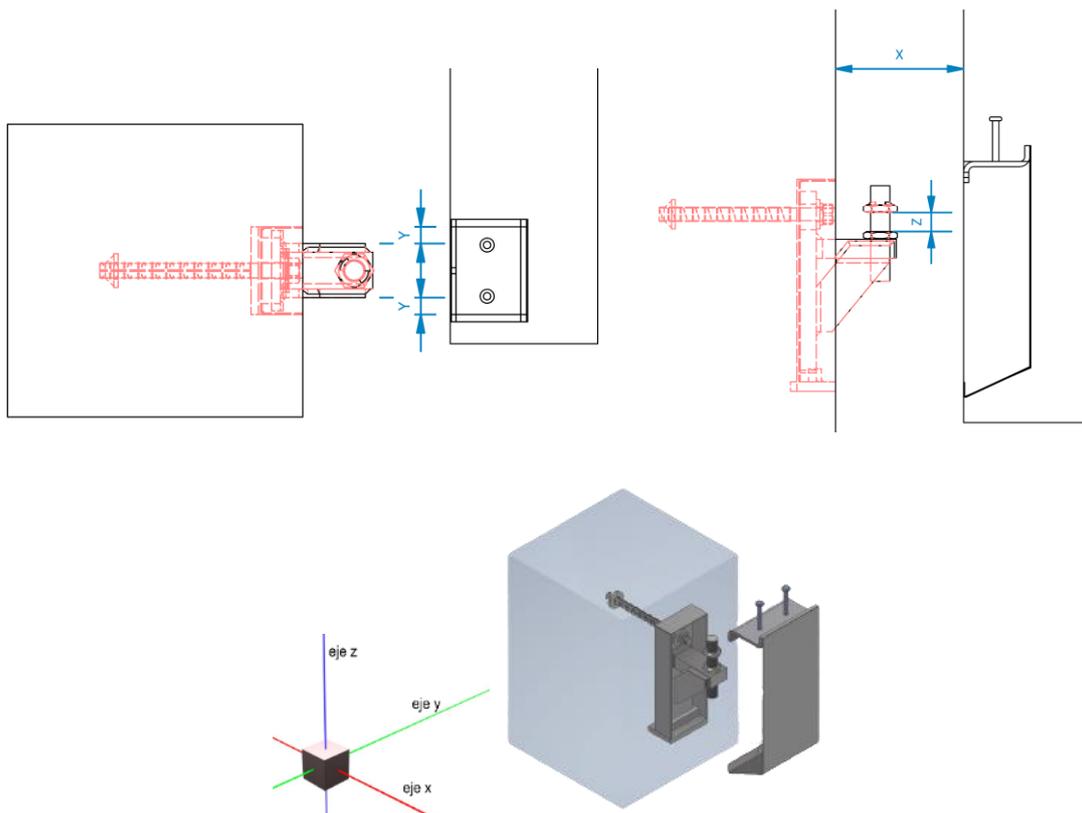
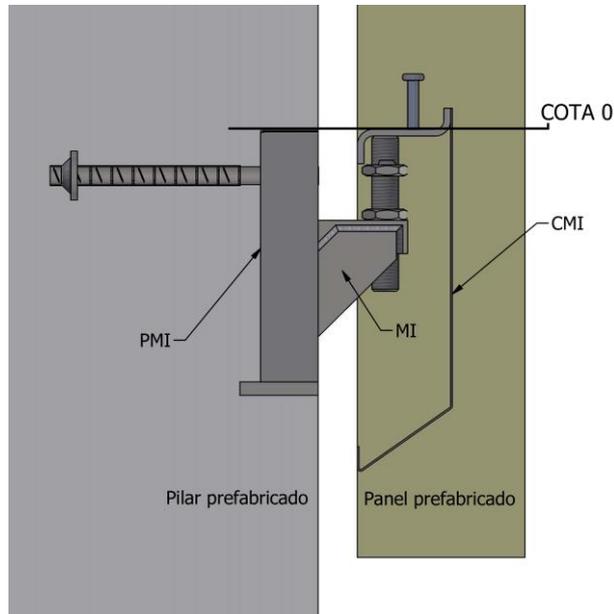


Figura 5.1.1 Croquis de regulación

Noxifer ha desarrollado unos modelos extra para ofrecer soluciones a posibles errores de montaje en el caso de que la **diferencia de la COTA 0** del porta-ménsulas (PMI) y la caja de panel (CMI) **sea excesiva**.



Estos modelos se denominan realzada y rebajada y ofrecen una tolerancia extra de $\pm 4\text{cm}$.

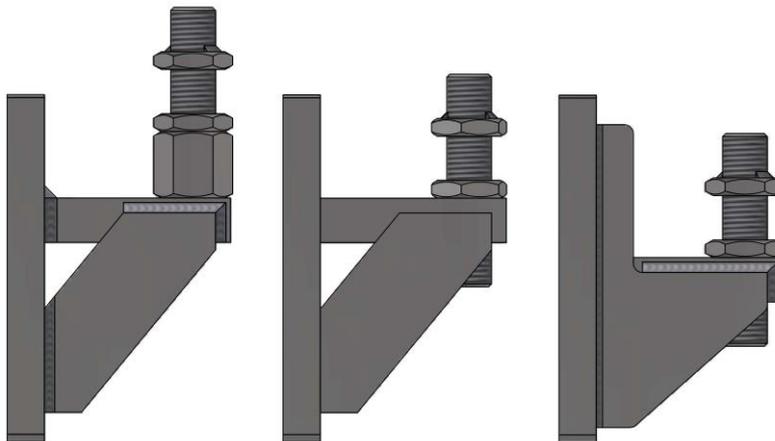


Figura 5.1.2 Esquemas de los modelos de ménsula REALZADA – ESTÁNDAR - REBAJADA

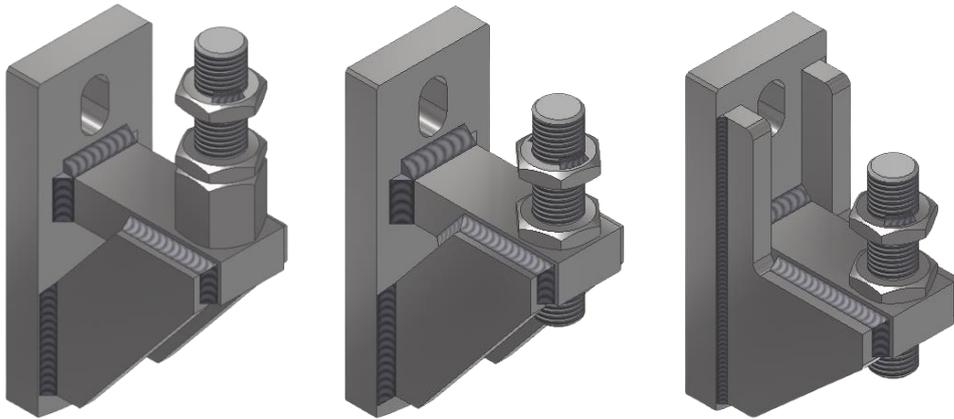


Figura 5.1.3 Vista de los modelos de ménsula REALZADA – ESTÁNDAR - REBAJADA

Cabe remarcar que estos modelos adicionales son solo para cubrir errores graves de montaje y nunca se usaran como modelo inicial para el dimensionamiento del sistema de sustentación que ha desarrollado Noxifer.

El hecho de utilizar el modelo realzado elimina gran parte de la tolerancia de montaje que nos proporciona la caja de panel CMI. Debido a esto al montarse el modelo realzado habrá que ir con mucho cuidado al aproximar el panel a la estructura prefabricada, pues se podrían dar golpes que dañaran el tornillo de la ménsula.

En el caso de utilizar la rebajada las tolerancias de montaje no sufren ningún tipo de reducción.

6. Capacidades

La familia de ménsulas industriales cuenta con 3 modelos que admiten las siguientes cargas:

	Carga de servicio ELS (Tn)	Carga de servicio ELS (kN)	Carga en estado límite último ELU (kN)
MI-06	6,00	60,00	81,00
MI-12	12,00	120,00	162,00
MI-16	16,00	160,00	216,00

Tabla 6.1 Cargas admisibles según el modelo de MI

Las cargas de estas ménsulas se han obtenido partiendo de que los pilares prefabricados son de un hormigón HA-35 o superior.

Si se dispone de un hormigón con resistencia inferior póngase en contacto con el departamento técnico de Noxifer para consultar la viabilidad de la utilización de las ménsulas.

Las ménsulas industriales no se han diseñado ni calculado para soportar cargas horizontales.

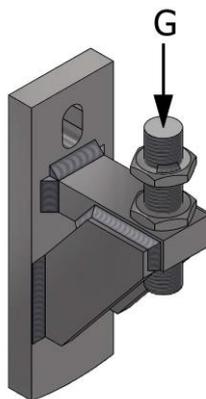


Figura 6.1 Esquema de aplicación de cargas

7. Durabilidad

Las MI pueden ser suministradas en diferentes acabados (imprimación, cincado electrolítico o galvanizado en caliente) según necesidades del cliente.

El acabado estándar de la pieza es pintado en negro.

Para determinar el acabado más óptimo y así aumentar la durabilidad de las ménsulas MI, debe considerarse el grado de exposición a la corrosión que se muestra en la Tabla 80.1.a del Código Estructural.

Designación	Clase de exposición (corrosividad)	Pérdida de masa por unidad de superficie/pérdida de espesor (tras el primer año de exposición)				Ejemplos de ambientes típicos en un clima templado	
		Acero de bajo contenido en carbono		Cinc		Exterior	Interior
		Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor µm	Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor µm		
C1	muy baja	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
C2	baja	> 10 y hasta 200	> 1,3 y hasta 25	> 0,7 y hasta 5	> 0,1 y hasta 0,7	Atmósferas con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes, polideportivos.
C3	media	> 200 y hasta 400	> 25 y hasta 50	> 5 y hasta 15	> 0,7 y hasta 2,1	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.	Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesamiento de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas. Interior de puentes-cajón.
C4	alta	> 400 y hasta 650	> 50 y hasta 80	> 15 y hasta 30	> 2,1 y hasta 4,2	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.
C5	muy alta	> 650 y hasta 1.500	> 80 y hasta 200	> 30 y hasta 60	> 4,2 y hasta 8,4	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva y áreas costeras con elevada salinidad	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.
CX	extrema	> 1.500 y hasta 5.500	> 200 y hasta 700	> 60 y hasta 180	> 8,4 y hasta 25	Áreas de ultramar con elevada salinidad y áreas industriales con humedad extrema y atmósfera agresiva y atmósferas subtropical y tropical.	Áreas industriales con humedad extrema y atmósfera agresiva

Tabla 7.1 Extracto del Artículo 80 del Capítulo 17 del Código Estructural

Valores de referencia según el acabado superficial:

- **Cincado electrolítico:** 8-10 µm de recubrimiento de cinc (promedio)
- **Galvanizado en caliente:** 70-80 µm de recubrimiento de cinc (promedio)

8. Instrucciones de uso

8.1. Identificación de la ménsula MI

Las ménsulas MI van grabadas con las siglas que definen cada modelo.

-MI-06 para la ménsula industrial de 6 toneladas

-MI-12 para la ménsula industrial de 12 toneladas

-MI-16 para la ménsula industrial de 16 toneladas

8.2. Identificación del porta-ménsulas PMI

Los porta-ménsulas, igual que las ménsulas, van marcados en la chapa frontal con las siglas del modelo correspondiente.

PMI-06 para el modelo de 6 toneladas

PMI-12 para el modelo de 12 toneladas

PMI-16 para el modelo de 16 toneladas

8.3. Identificación de la caja CMI

Las cajas de panel van marcadas en la parte interior frontal con las siglas de cada modelo.

CMI-06 para las cajas de panel para las ménsulas de 6 toneladas

CMI-12-16 para las cajas de panel para las ménsulas de 12 y 16 toneladas

8.4. Disposición del porta-ménsulas dentro del pilar

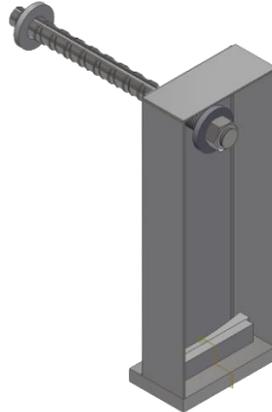
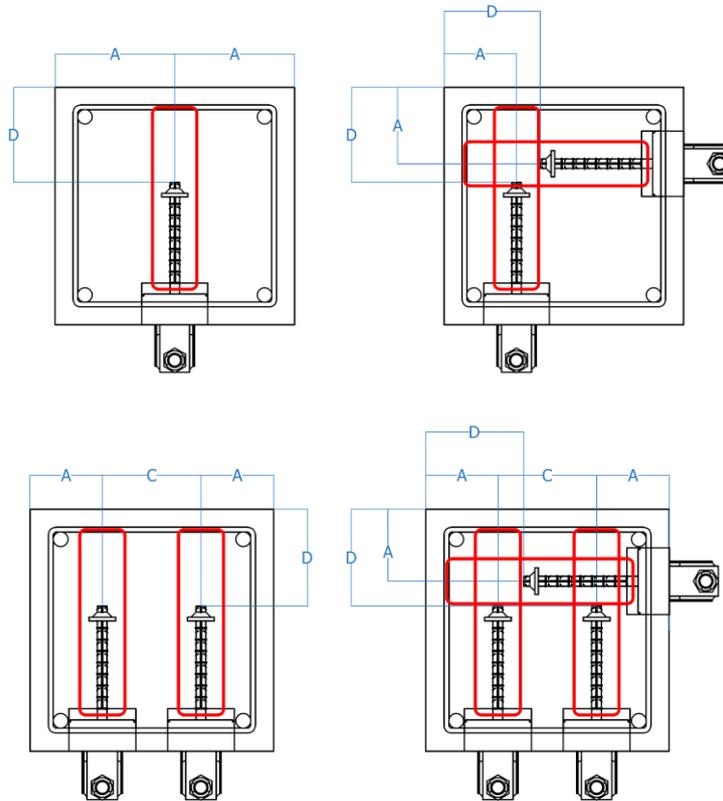


Figura 8.4.1 Porta-ménsulas PMI

Los porta-ménsulas solo requieren la colocación de una armadura adicional si:

- **Distancia a borde de pilar (A) \geq 10 veces la métrica (10xM).**
 - Si la distancia es menor, se requiere de armadura adicional.
 - Por ejemplo, caso del PMI-06 con un TN16C, distancia a referencia es $10 \times 16 = 160 \text{ mm}$.
- **Distancia mínima insalvable a borde (B) \geq 3.1 veces la métrica (3.1xM).**
 - Esta distancia es para alojar el área homotética A_{c1} que genera la carga concentrada del cabezal inferior.
 - Por ejemplo, caso TN16C, mínima distancia de $3.1 \times 16 = 49,6 \text{ mm}$
- **Distancia mínima entre centros de tornillos (C) \geq 6 veces la métrica, (6xM).**
 - Valor que viene definido por el doble de la distancia mínima anterior.
 - Por ejemplo, caso de colocar dos PMI-06 en la misma cada del pilar tendríamos dos TN16C, mínima distancia de $6 \times 16 = 96 \text{ mm}$.
- **Distancia mínima inferior (D) \geq 5 veces la métrica (5xM).**
 - Distancia recubrimiento inferior en el tornillo. En caso de no cumplirse, se debe disponer armadura adicional.
 - Por ejemplo, para TN16C, medida de 80 mm



En estos esquemas se muestran las cotas de las especificaciones anteriores.

De no cumplirse, habrá que disponer armadura adicional en porta-ménsulas PMI. NOXIFER ofrece una solución para armar el anclaje de tracción, pero se puede usar una similar que asegure la correcta sujeción de este.

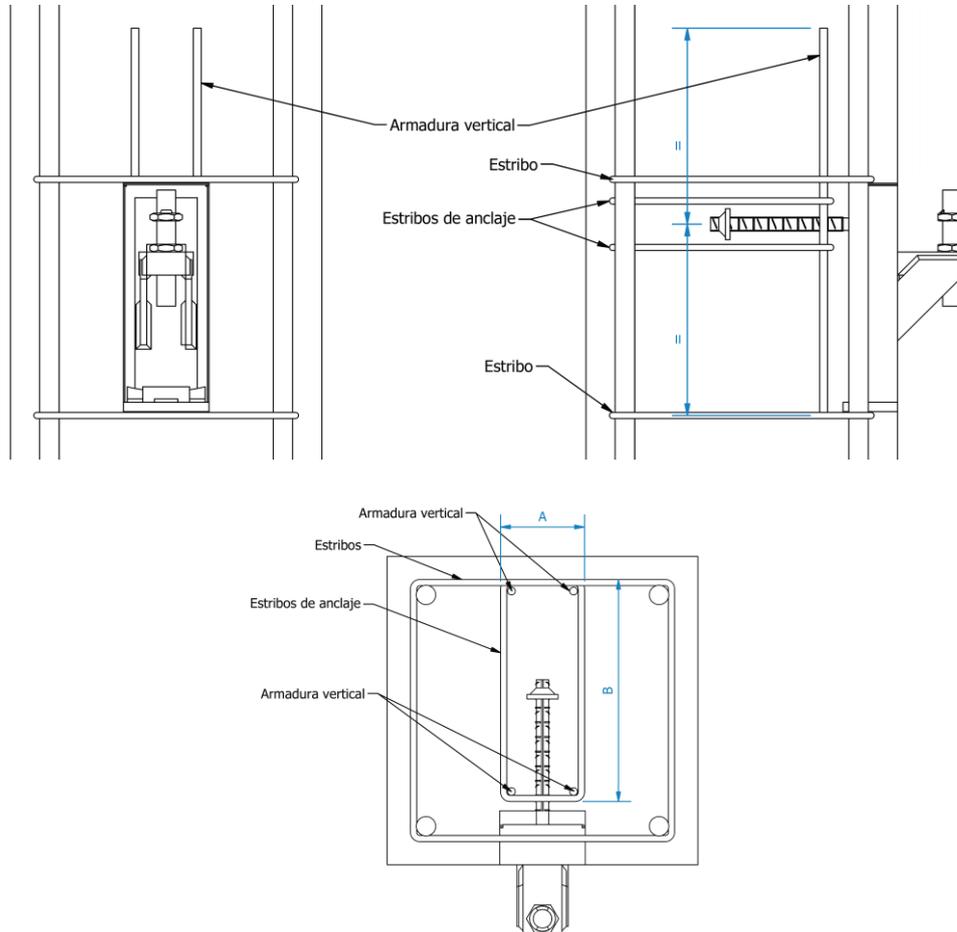
Modelo	Armadura vertical ^{1 2}	Estribos de anclaje ¹
PMI-06	4Ø10 x 500 mm	2 cercos Ø8 mm
PMI-12	4Ø10 x 500 mm	2 cercos Ø8 mm
PMI-16	4Ø10 x 500 mm	2 cercos Ø10 o 4 cercos Ø8 mm

¹ Estas armaduras son para cada unidad de PMI+MI que se vaya a disponer

² La armadura vertical se debe poner lo más centrada posible con el anclaje de la PMI

Tabla 8.4.1 Armadura adicional de la PMI según modelo

***A cada montaje se debe añadir un estribo superior y otro inferior, a la armadura ya existente del pilar, por cada conjunto de MI que se disponga. Estos serán iguales que los del propio pilar.**



-Dimensiones de los cercos de la armadura adicional para la PMI

	Profundidad del pilar (cm)		
	40	50	60
PMI-06	110 x 275 mm	110 x 375 mm	110 x 475 mm
PMI-12	120 x 275 mm	120 x 375 mm	120 x 475 mm
PMI-16	150 x 275 mm	150 x 375 mm	150 x 475 mm

Tabla 8.4.2 Dimensiones de los cercos adicionales (A x B)

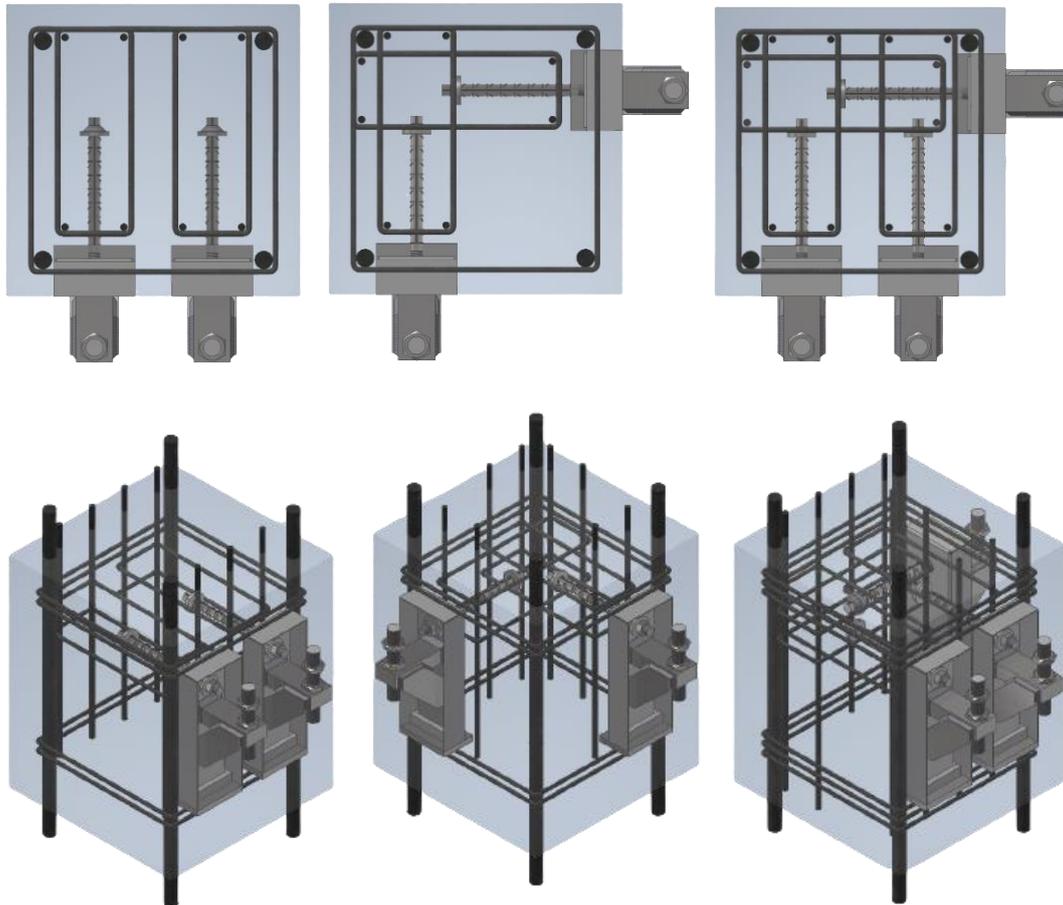


Figura 8.4.2 Ejemplos de disposición de la armadura adicional de los PMI en el caso de ser necesaria

Por la parte superior e inferior de la PMI se colocarán los mismos cercos del pilar. Tanto como unidades de porta-ménsulas se dispongan en una misma sección.

8.4.1. Posibles disposiciones de los porta-ménsulas dentro de los pilares

· Los símbolos de las tablas indican lo siguiente:

✓ - Geométricamente se puede dar

X - Geométricamente NO se puede dar

✓X - Geométricamente se puede dar con un desfase entre ménsulas

✓X o ✓ - Geométricamente se puede dar, pero requiere armadura adicional

- Disposición de 2 unidades de PMI en la misma cara de un pilar.

Pilar	2 x PMI-06	2 x PMI-12	2 x PMI-16
40x40	✓	X	X
45x45	✓	✓	X
50x50	✓	✓	✓
60x60	✓	✓	✓

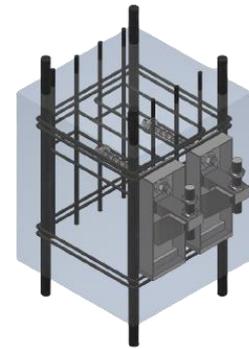


Tabla 8.4.1.1 Disposición geométrica admisible de dos PMI en la misma cara de un pilar

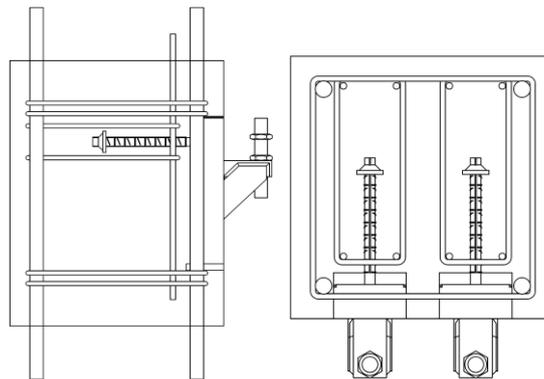


Figura 8.4.1.1 Armadura adicional para dos PMI en la misma cara del pilar en caso de ser necesaria

-Disposición de 2 unidades de PMI en distintas caras de un pilar.

Pilar	2 x PMI-06	2 x PMI-12	2 x PMI-16
40x40	✓	✓X	✓X
45x45	✓	✓	✓X
50x50	✓	✓	✓
60x60	✓	✓	✓

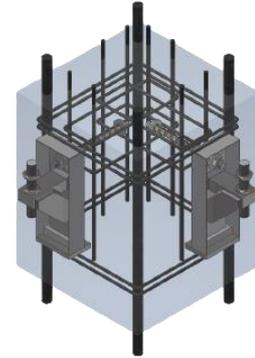


Tabla 8.4.1.2 Disposición geométrica admisible de dos PMI en distintas caras de un pilar

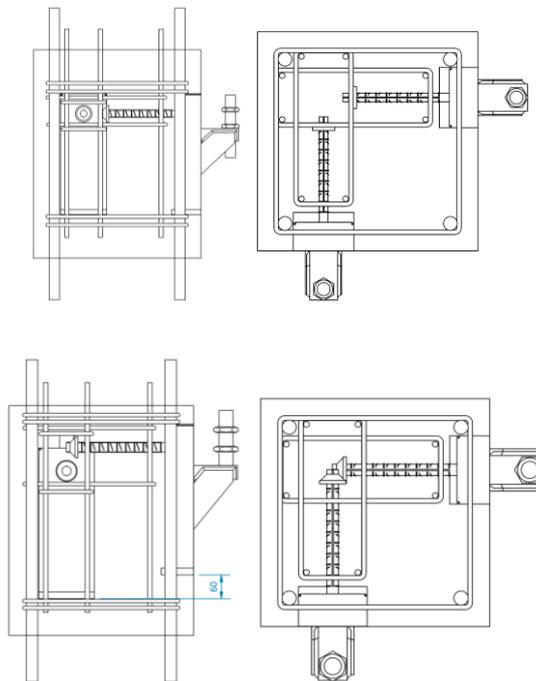


Figura 8.4.1.2 Armadura adicional para dos PMI colocadas en distintas caras en caso de que sea necesaria

En este tipo de casos el uso de armadura adicional dependerá de donde se emplacen las ménsulas. Si estas se colocan centradas en las caras del pilar no será necesaria. Si se disponen en las esquinas si lo será.

-Disposición de 3 unidades de PMI en distintas caras de un pilar.

Pilar	3 x PMI-06	3 x PMI-12	3 x PMI-16
40x40	✓	✓X	X
45x45	✓	✓	✓X
50x50	✓	✓	✓
60x60	✓	✓	✓

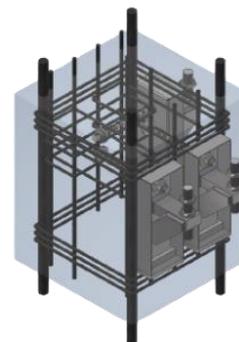


Tabla 8.4.1.3 Disposición geométrica admisible de tres PMI

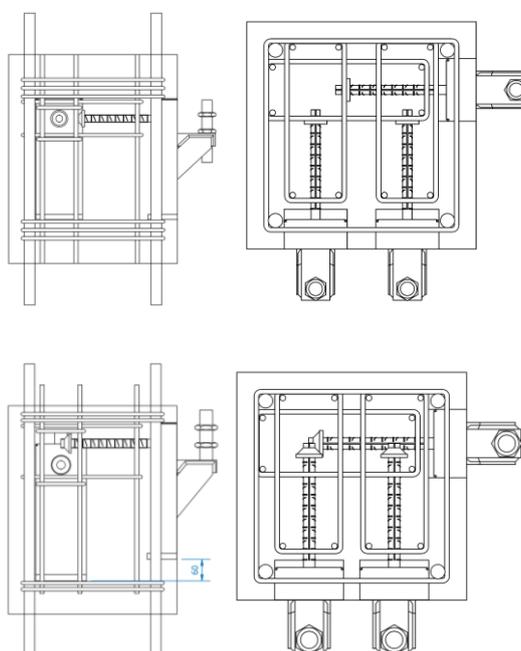


Figura 8.4.1.3 Armadura adicional para tres PMI en el caso de que sea necesaria

8.5. Disposición de la caja dentro del panel

La caja CMI se debe disponer correctamente y con la armadura adicional correspondiente.

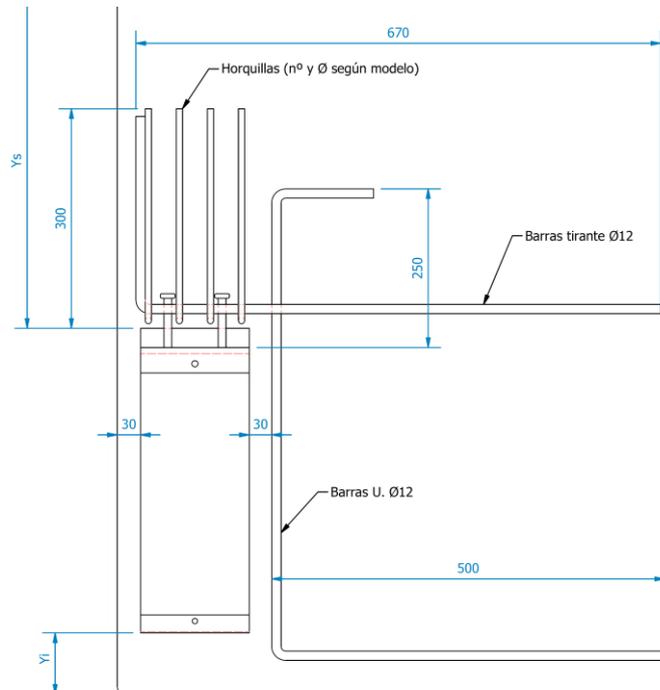


Figura 9.5.1 Armadura adicional de panel (I)

Desglose aproximado de la armadura adicional recomendable en la zona de la caja de registro CMI. Esta distribución es válida para todos los modelos de MI.

La armadura es una propuesta aproximada en tanto que se debe complementar con la armadura general del panel.

Se recomienda que los valores de la cota superior (Y_s) no debería ser inferior a 25cm (250mm).

Se recomienda que los valores de la cota superior (Y_i) no debería ser inferior a 5cm (50mm), para poder disponer alguna armadura de borde y evitar que rompa el hormigón.

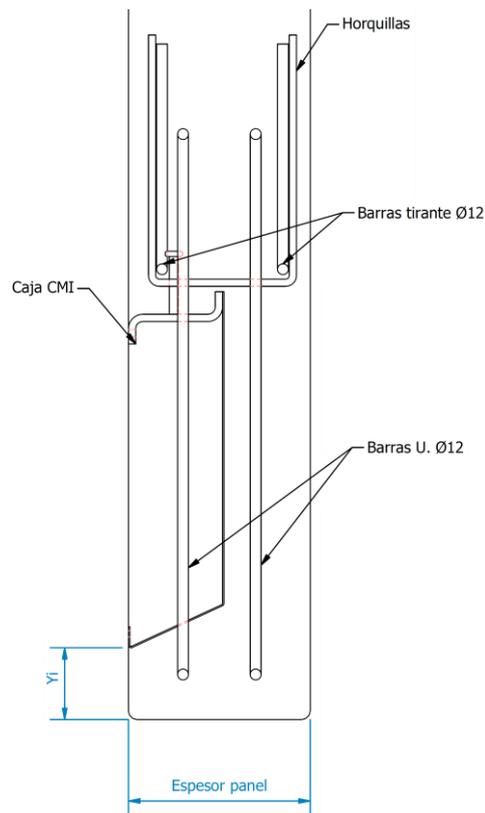


Figura 9.5.2 Armadura adicional de panel (II)

Como se puede observar, existe una excentricidad entre el punto de apoyo del panel y el eje de este. Si el espesor del panel es mayor, mayor será la excentricidad. Dicha excentricidad recomienda cierta armadura (ductilidad) que son las representadas como horquillas.

Para el caso de la ménsula MI-06: **3 horquillas de Ø6 o 2Ø8 mm**

Para el caso de la ménsula MI-12: **4 horquillas de Ø6 o 3Ø8 mm**

Para el caso de la ménsula MI-16: **4 horquillas de Ø8 mm**

ES IMPORTANTE QUE LA ZONA DE COMPRESIÓN SOBRE LA CMI, SEA DE HORMIGÓN (zona sin aislamiento, etc.). También se recomienda una zona lateral de hormigón para la barra en U.

8.6. Montaje

Para el correcto montaje de este conjunto se deben seguir los siguientes pasos:

1-El porta-ménsulas PMI se encuentra embebido en el pilar de hormigón prefabricado y en el tornillo saliente se encuentran la arandela (ATN) y la tuerca (DIN934)

2-Se retira la tuerca y la arandela del porta-ménsulas PMI.

3-Se coloca la ménsula MI apoyándola en la base y acertando la posición del tornillo de anclaje saliente con el coliso de la misma.¹

¹ **IMPORTANTE** Comprobar y asegurarse de que la ménsula queda totalmente apoyada en la base y no sobre la varilla roscada. ¡La varilla roscada solo trabaja a tracción, NO a cortante!

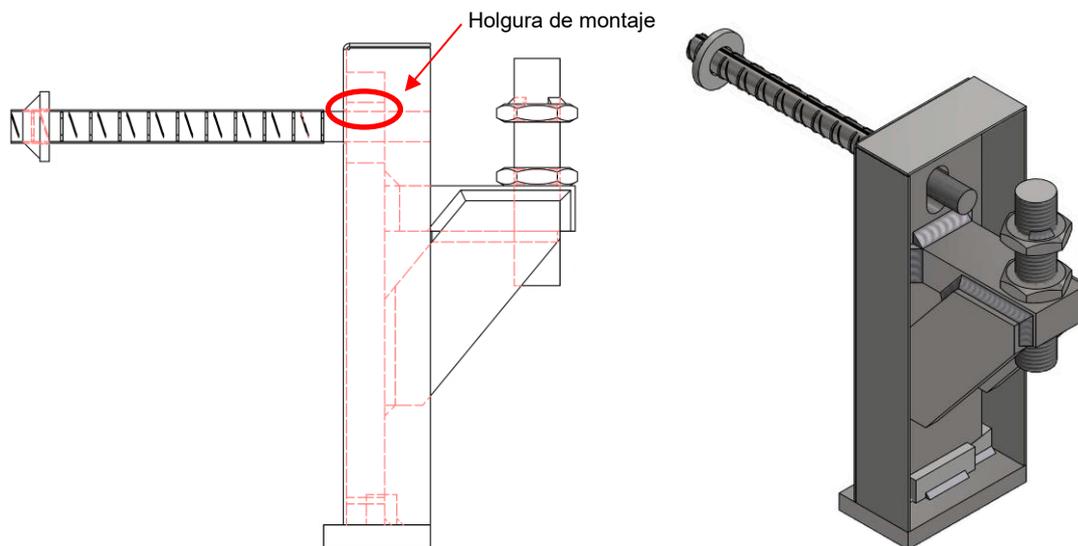


Figura 8.6.1 Representación de la holgura para el correcto montaje

4-Una vez colocada en su posición final, colocar de nuevo la ATN y la tuerca, sin aplicar un excesivo par de apriete.

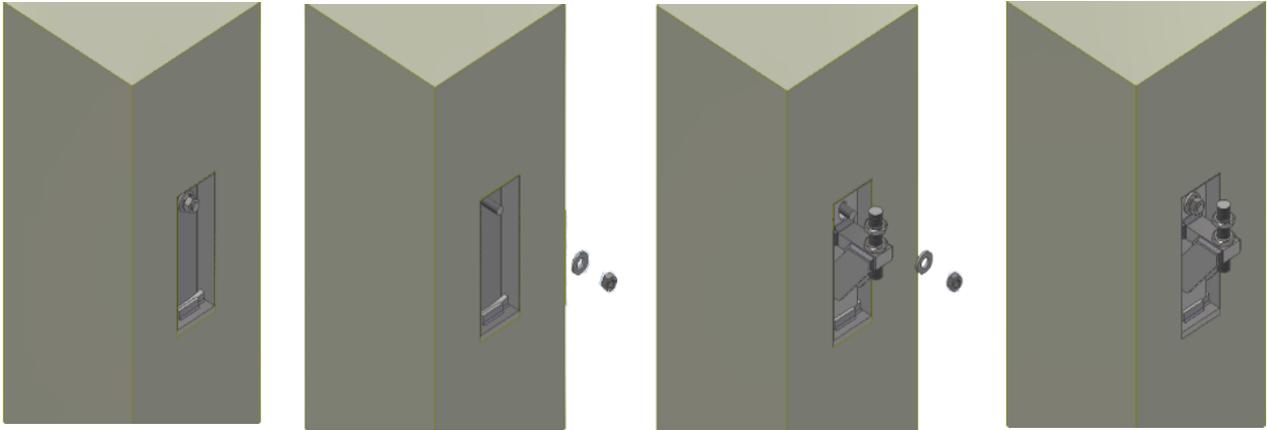


Figura 8.6.1 Representación de los pasos 1-4 de colocación de la ménsula MI

5- Gracias a la geometría de la base se permite una regulación de $\pm 3^\circ$ por lo que antes de apretar la tuerca, se pueden corregir pequeñas desviaciones provocadas durante la fase de hormigonado del pilar.

6-Con la ayuda de una llave de codo (adecuada para cada modelo) se aprieta la tuerca.

-Llave del 24 para la MI-06 (con un DIN934 M16)

-Llave del 30 para la MI-12 (con un DIN934 M20)

-Llave del 36 para la MI-16 (con un DIN934 M24)



Figura 8.6.2 Modelo de llave a utilizar para la fijación

7-Una vez fijados los elementos, se regula el tornillo de la ménsula a la altura deseada. El rango de éste es desde las dos tuercas finas tocándose, hasta una separación entre estas de como máximo 50mm. De esta manera se garantiza una regulación vertical de ± 25 mm.

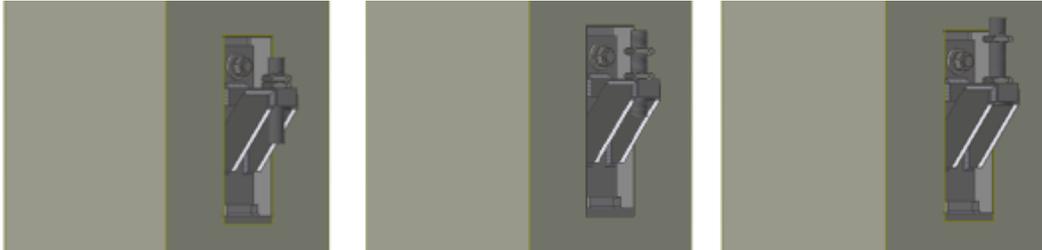


Figura 8.6.3 Regulación del tornillo vertical (0mm / 25mm / 50mm)

En este paso asegurarse de que toda la longitud de la rosca del macizo quede roscada con el tornillo.

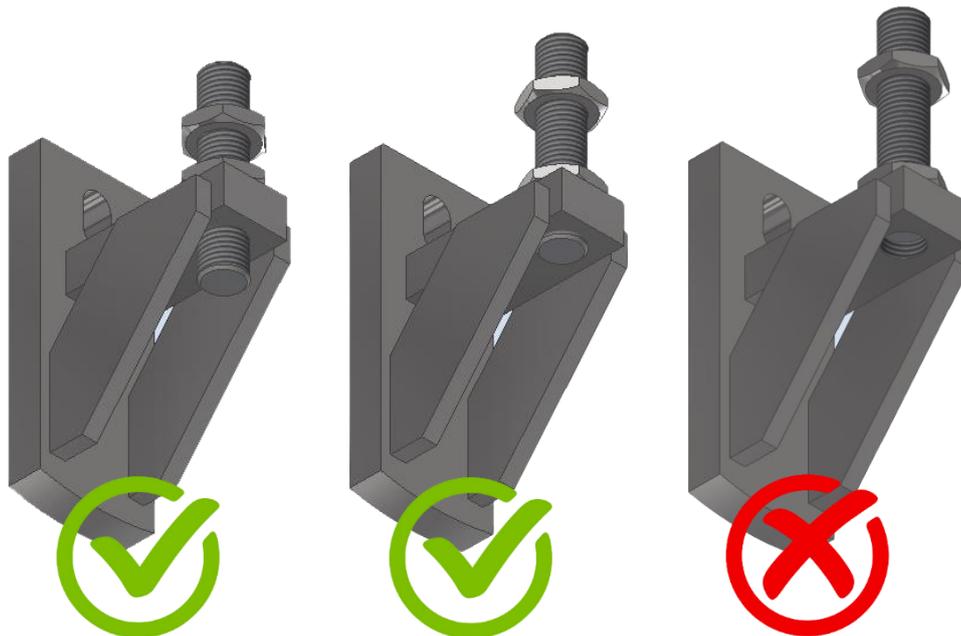


Figura 8.6.4. Correcta regulación con el tornillo

8-Finalmente, se aproxima el panel prefabricado con las cajas CMI instaladas en su interior y se apoyan encima de los tornillos de la MI.

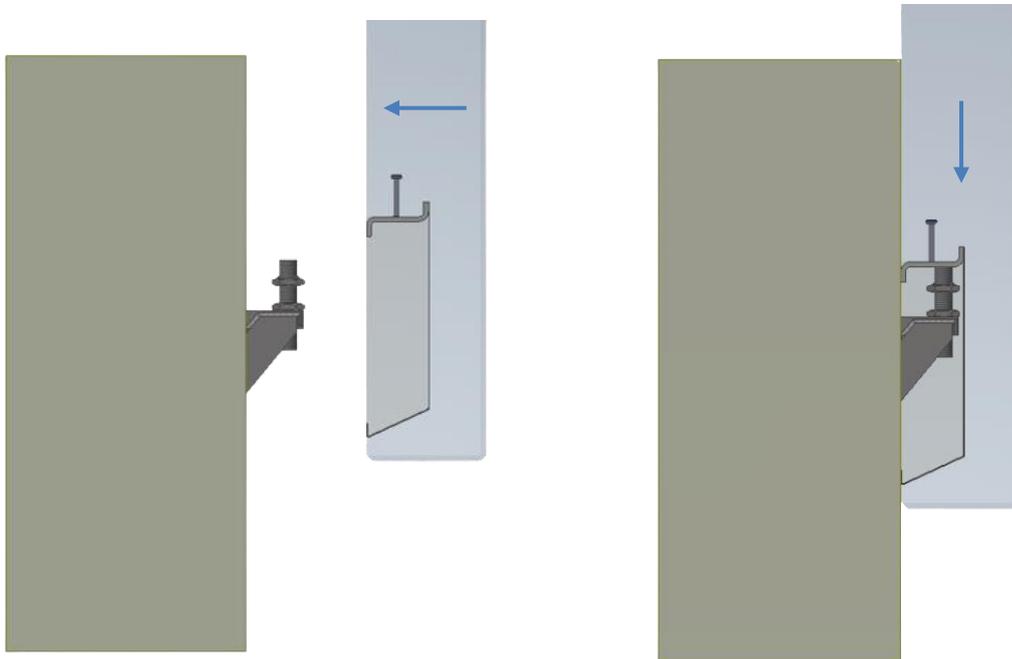


Tabla 8.6.5 Colocación del panel en su posición final

9. Guía de referencias

Código de producto	Descripción
MI-06	Ménsula industrial para cargas en servicio no superiores a 6 toneladas
MI-12	Ménsula industrial para cargas en servicio no superiores a 12 toneladas
MI-16	Ménsula industrial para cargas en servicio no superiores a 16 toneladas
PMI-06	Porta-ménsulas apto para la colocación de la MI-06
PMI-12	Porta-ménsulas apto para la colocación de la MI-012
PMI-16	Porta-ménsulas apto para la colocación de la MI-16
CMI-06-120	Caja de panel para ménsula industrial de 6 toneladas
CMI-12-16-145	Caja de panel para ménsula industrial de 12 y 16 toneladas

Tabla 9.1 Tabla de referenciación de los artículos

**En referencia a las cajas de panel CMI, Noxifer ofrece estos dos modelos como estándar, pero se pueden usar otras con más o menos anchura si el cliente así lo especifica.*