

NOTA TÉCNICA SOBRE

**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA SOBRE LA ESTRUCTURA
METÁLICA DEL MERCADO CENTRAL QUE SUPONE EL
CIERRE DE LOS HUECOS LATERALES LONGITUDINALES
EXISTENTES A NIVEL DE BAJO CUBIERTA CENTRAL CON
UNA CARPINTERÍA METÁLICA.**

PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

EMPLAZAMIENTO: MERCADO CENTRAL DE ZARAGOZA

AUTOR: JOSÉ ÁNGEL PÉREZ BENEDICTO
Dr., Ingeniero Civil, Ingeniero de Edificación, Arquitecto Técnico

FECHA: ENERO DE 2023

Índice

1. SOLICITANTE Y OBJETO.....	5
2. AUTOR DEL INFORME	5
3. DOCUMENTACIÓN FACILITADA.....	5
4. TRABAJOS REALIZADOS	5
5. HIPÓTESIS CONSIDERADAS Y MODELO DE CÁLCULO	6
5.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA	7
5.2 CARGAS DE VIENTO CONSIDERADAS EN LOS PAÑOS CERRADOS POR LAS NUEVAS VENTANAS	9
6. AFECCIONES A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL MERCADO	14
7. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA AUXILIAR DE VENTANAS.....	17
8. ANÁLISIS DE LAS UNIONES.....	20
8.1 ESFUERZOS MÁXIMOS EN UNIONES.....	20
8.2 TIPOLOGÍAS DE UNIONES A ELEMENTOS METÁLICOS.....	21
8.3 JUSTIFICACIÓN DE LAS UNIONES SOLADAS.....	26
8.4 JUSTIFICACIÓN DE LAS UNIONES ATORNILLADAS.....	26
8.5 UNIONES A MUROS EXTREMOS DE FABRICA.....	29
9. CONCLUSIONES	30
10. ANEJO_LISTADOS DE JUSTIFICACIÓN.....	31
10.1 ENTRADA DE DATOS	32
10.2 JUSTIFICACIÓN TUBO 180.80.5	51
11. FICHAS TORNILLOS HILTI.....	64
11.1 PERNO ROSCADO S-BT-MF M10/15 AN 6.....	65
11.2 TORNILLO AUTOROSCANTE S-MP54S 6,3X63	76
11.3 UNIONES A MUROS EXTREMOS DE FABRICA.....	95

1. SOLICITANTE Y OBJETO

El presente trabajo se realiza a petición del Servicio de Mercados y Promoción del Comercio del Ayuntamiento de Zaragoza con el objeto de analizar la incidencia sobre la estructura metálica del Mercado Central del cierre de los huecos laterales longitudinales existentes a nivel de bajo cubierta central con una carpintería metálica y proponer criterios de actuación si procede.

2. AUTOR DEL INFORME

El autor del informe es D. José Ángel Pérez Benedicto, Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Máster en Técnicas y Sistemas De Edificación por la UPM, Estudios Superiores de la Edificación UPM-UNED, Ingeniero Civil, colegiado nº 22105 C.I.T.O.P.I.C, Ingeniero de Edificación, Arquitecto Técnico, colegiado nº 1.115 C.O.A.T.Z. Profesor Titular en la Escuela Universitaria Politécnica de la Almunia (EUPLA) - Universidad de Zaragoza (UNIZAR), con 34 años de experiencia profesional en temas de edificación y domicilio en Gran Vía nº 11 de Zaragoza.

3. DOCUMENTACIÓN FACILITADA

Para realizar el presente trabajo se nos ha facilitado la siguiente documentación:

- Planos con la propuesta de cierre de los huecos laterales con carpintería metálica.
- Planos de estructura del Mercado Central.
- Fotografías del estado en que se encuentra dicha zona.

4. TRABAJOS REALIZADOS

Para la elaboración de la presente memoria se han realizado los siguientes trabajos:

- Se ha analizado la documentación facilitada.
- Se ha elaborado un modelo de cálculo con la ayuda de la aplicación informática CypeCad siguiendo los criterios del CTE comprobando la estabilidad de esta.

- Con el modelo de cálculo se han obtenido los esfuerzos a nivel de reacciones de la estructura auxiliar de soporte de las nuevas ventanas y se han analizado distintas soluciones de uniones, tanto soldadas como atornilladas. Recordamos en este punto que los perfiles principales de soporte en los que se tiene que apoyar la estructura de las ventanas son de fundición.

5. HIPÓTESIS CONSIDERADAS Y MODELO DE CÁLCULO

Para analizar la incidencia se ha modelado la estructura principal del Mercado Central con la aplicación informática Cype3D. Las imágenes nº 1 y nº 2 muestran el modelo utilizado:

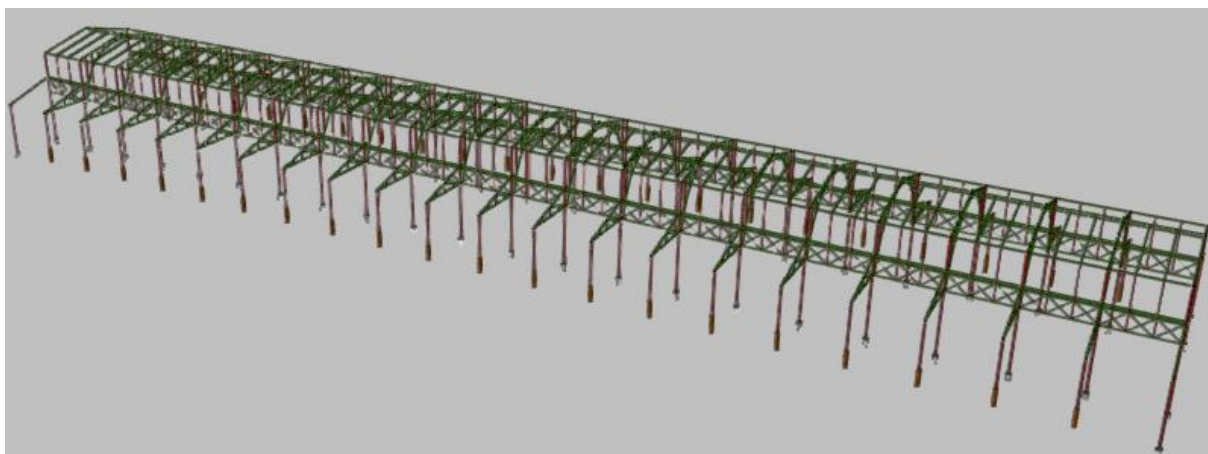


Imagen 1: Vista 3D del modelo de cálculo utilizado.

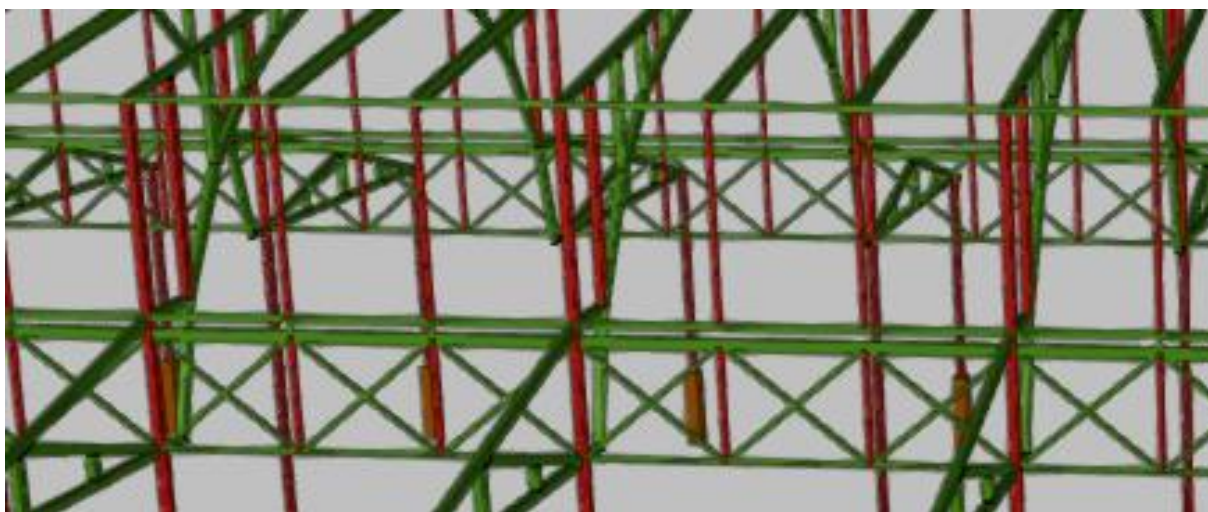


Imagen 2: Vista de detalle de uno de los vanos tipo.

5.1 DATOS GENERALES DE LA OBRA

Como datos de partida en nuestra comprobación se han considerado los siguientes:

- Separación entre pórticos: 6.00 m
- Con cerramiento en cubierta:
 - Peso del cerramiento: 100.00 kg/m²
 - Sobrecarga del cerramiento: 20.00 kg/m²
- Con cerramiento en laterales.

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento:

- Normativa: CTE DB SE-AE (España)
- Zona eólica: B
- Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal
- Periodo de servicio (años): 50
- Profundidad nave industrial: 132.00
 - 1 - V H1: Cubiertas aisladas
 - 2 - V H2: Cubiertas aisladas
 - 3 - V H3: Cubiertas aisladas
 - 4 - V H4: Cubiertas aisladas
 - 5 - V H5: Cubiertas aisladas
 - 6 - V H6: Cubiertas aisladas
 - 7 – V (0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Presión interior
 - 8 – V (0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Presión interior
 - 9 – V (90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior
 - 10 – V (180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior
 - 11 – V (180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Presión interior
 - 12 – V (270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior

Datos de nieve

- Normativa: CTE DB-SE AE (España)
- Zona de clima invernal: 2
- Altitud topográfica: 200.00 m
- Cubierta sin resaltos
- Exposición al viento: Normal

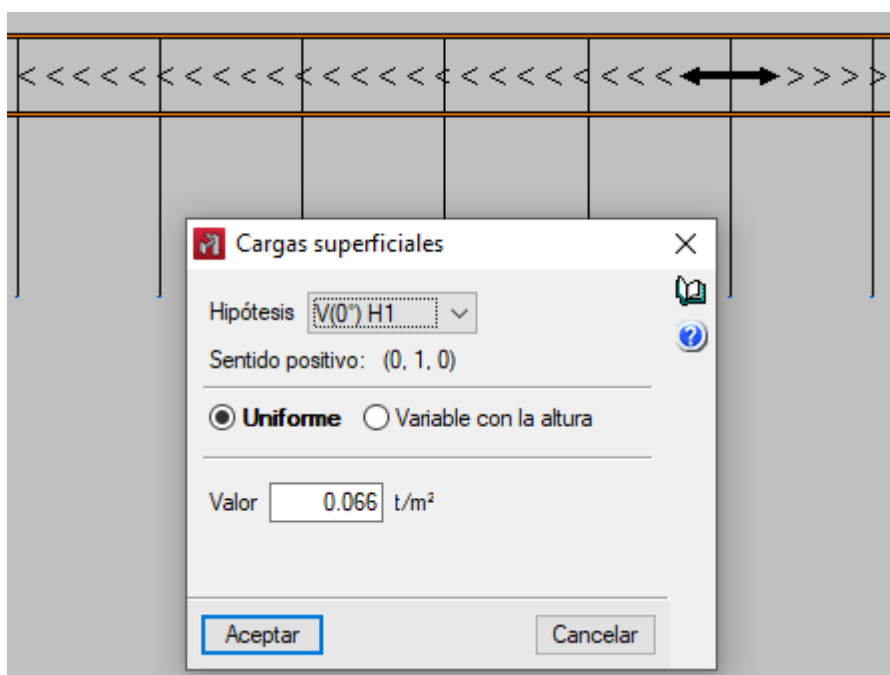
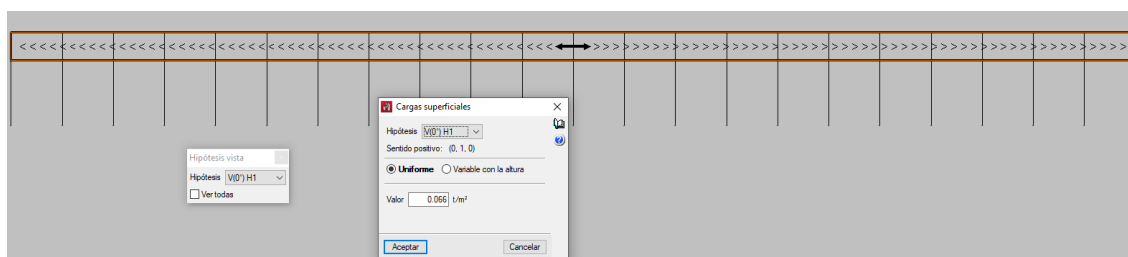
- Hipótesis aplicadas:
 - 1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
 - 2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
 - 3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 5.90 m Alero izquierdo: 6.27 m Alero derecho: 7.64 m	Pórtico rígido
2	Dos aguas	Luz izquierda: 6.52 m Luz derecha: 6.52 m Alero izquierdo: 10.92 m Alero derecho: 10.92 m Altura cumbrera: 12.37 m	Pórtico rígido
3	Un agua	Luz total: 5.90 m Alero izquierdo: 7.64 m Alero derecho: 6.27 m	Pórtico rígido

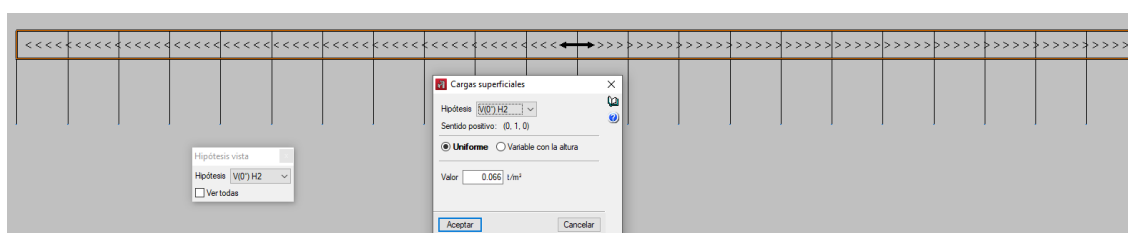
5.2 CARGAS DE VIENTO CONSIDERADAS EN LOS PAÑOS CERRADOS POR LAS NUEVAS VENTANAS

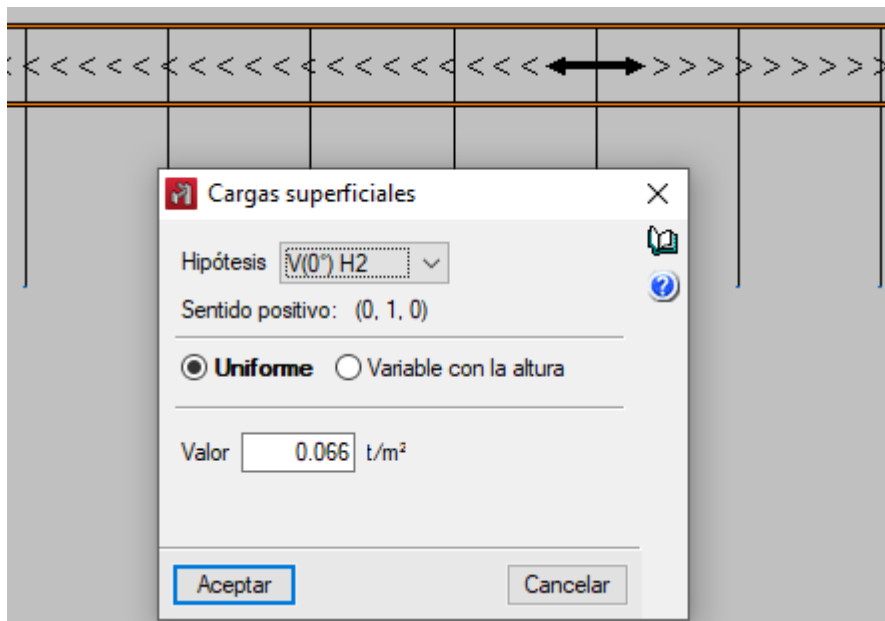
Las imágenes que siguen muestran los valores de las acciones de viento consideradas para analizar la afección sobre la estructura principal del Mercado Central, ordenadas por las distintas hipótesis de viento principales:

○ Hipótesis V (0) H1

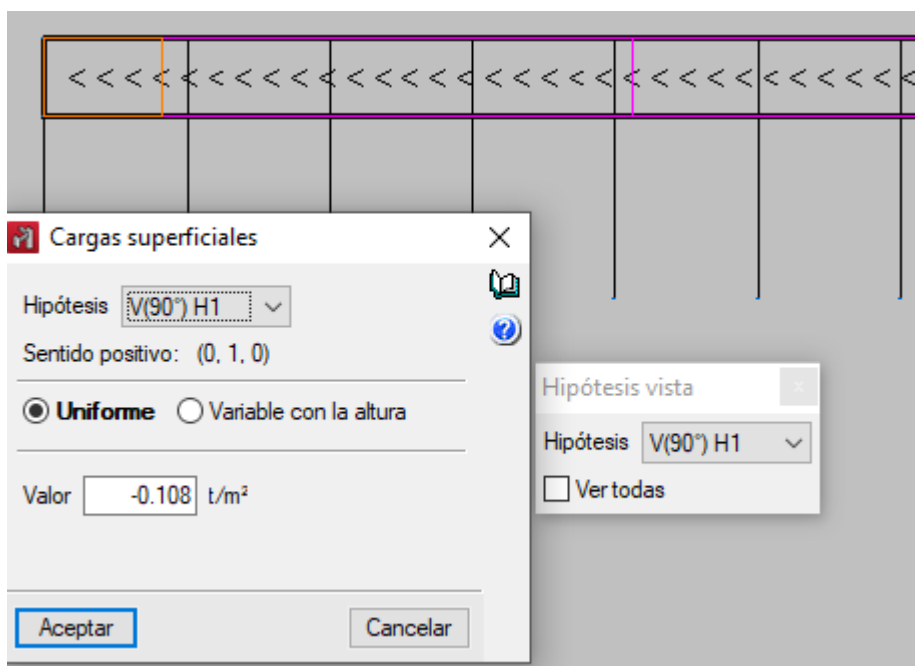
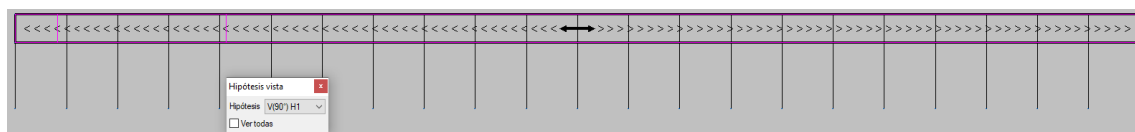


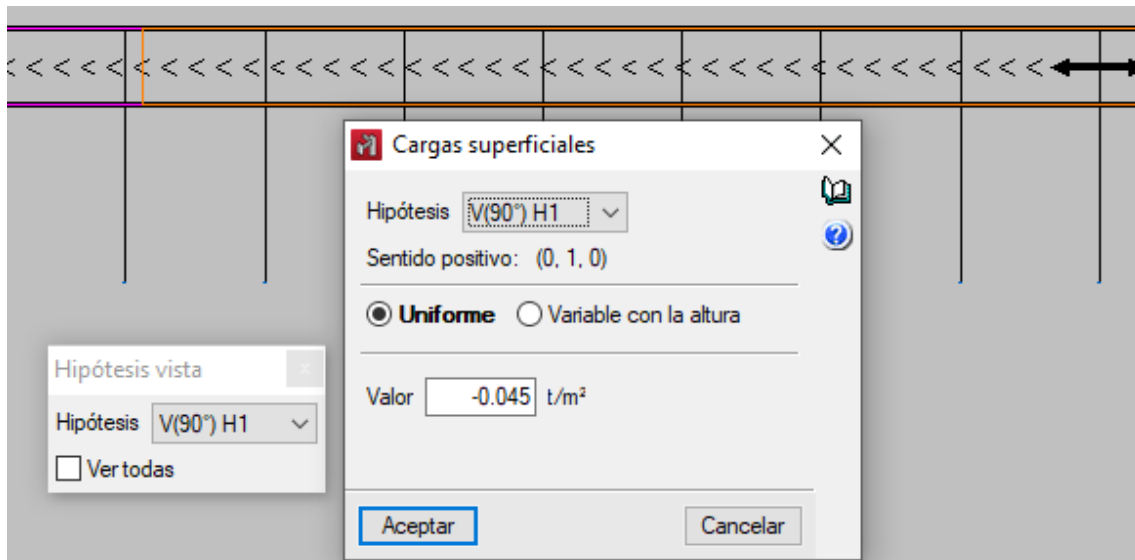
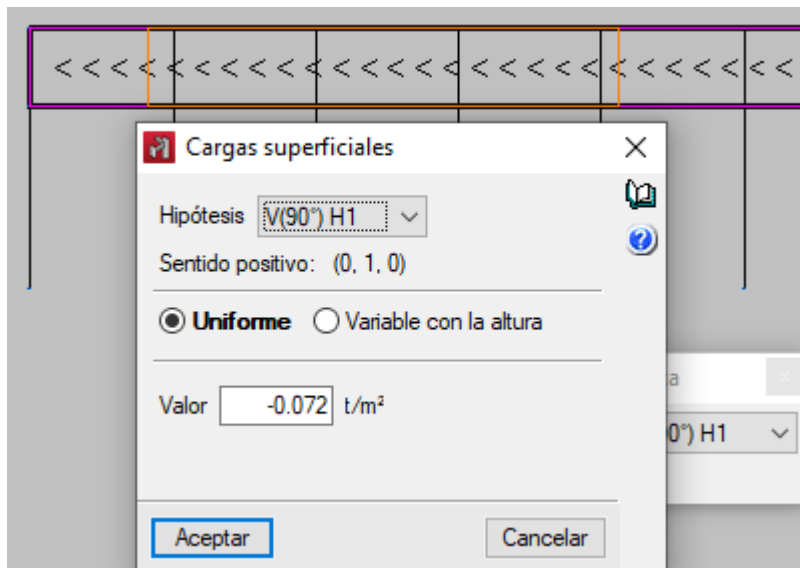
○ Hipótesis V (0) H2



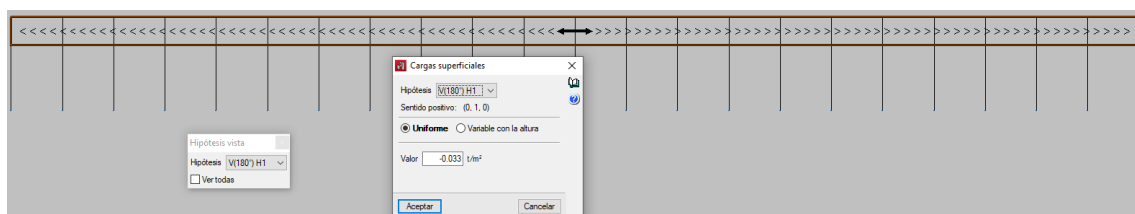


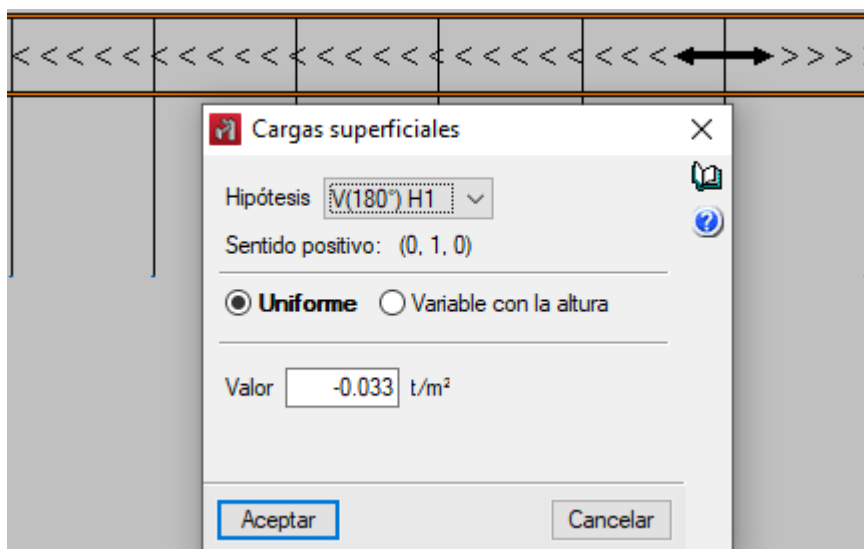
- **Hipótesis V (90°) H1**



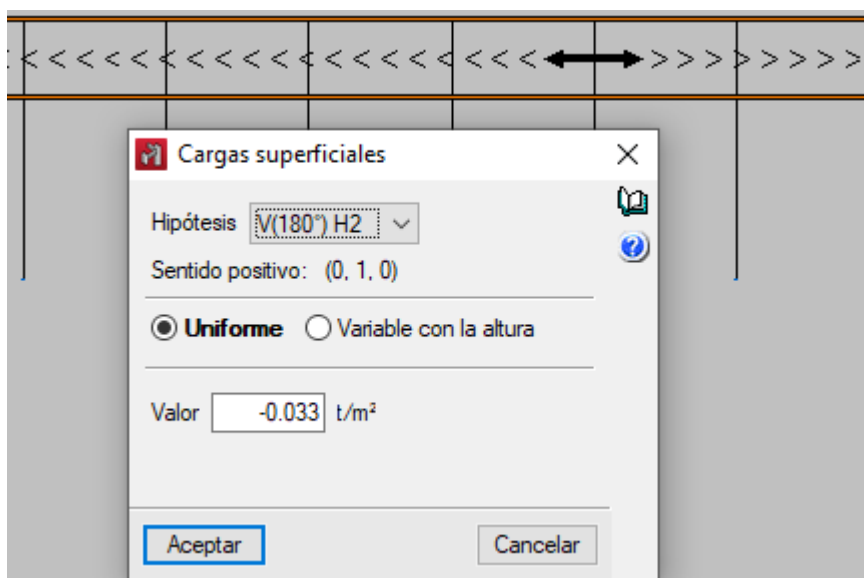
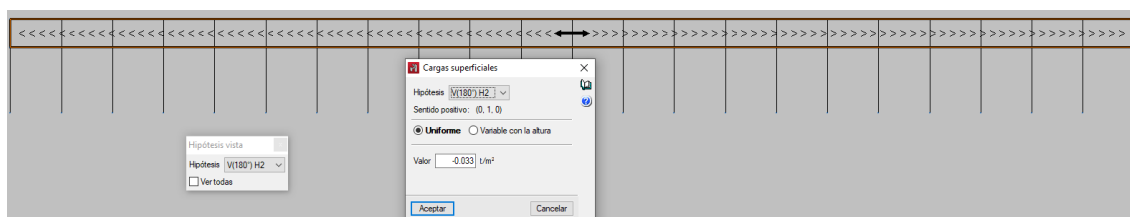


○ **Hipótesis V (180) H1**

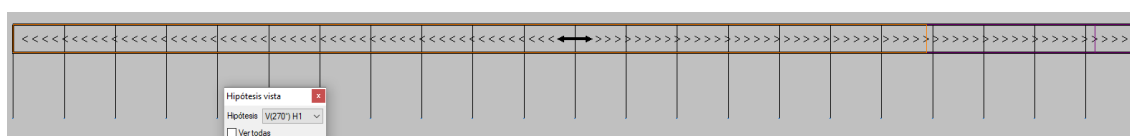


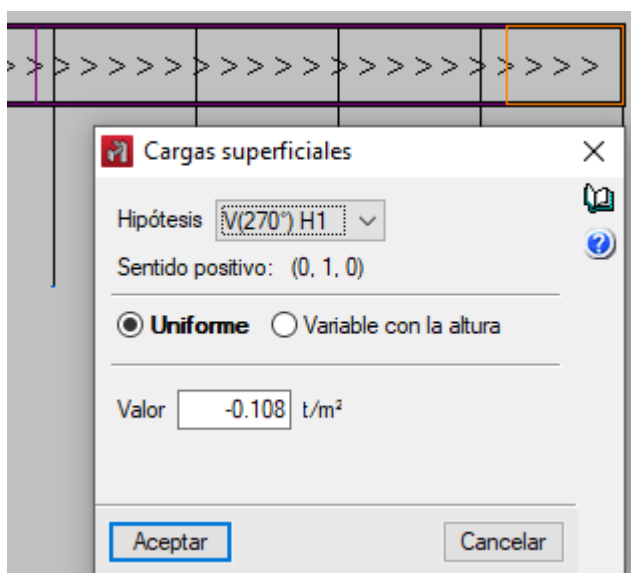
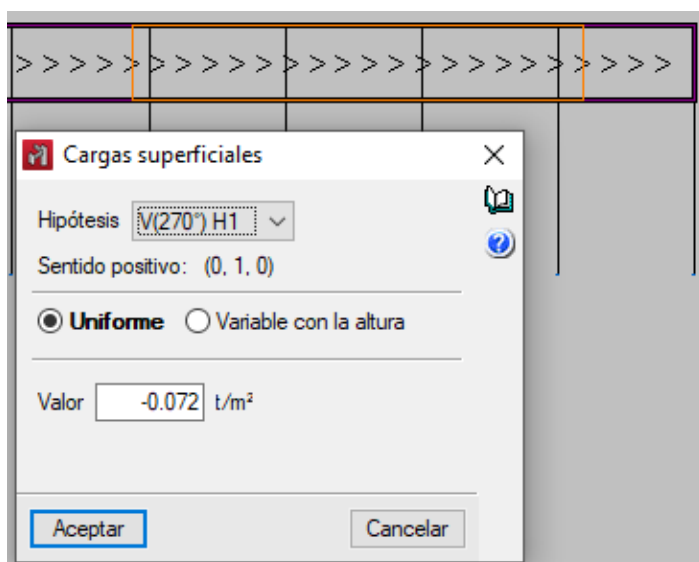
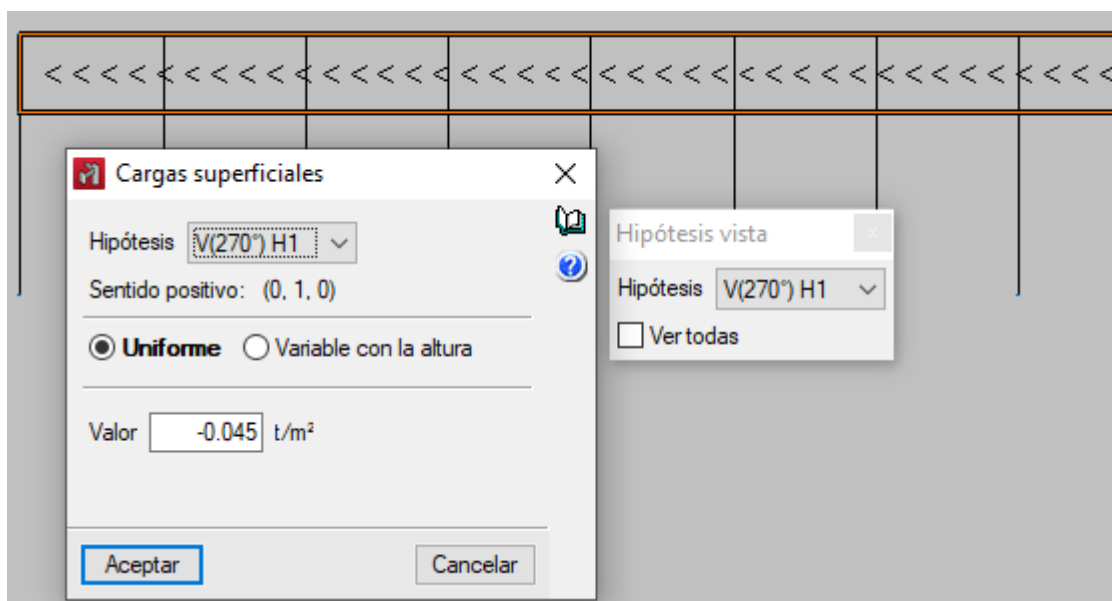


- **Hipótesis V (180) H2**



- **Hipótesis V (270) H1**

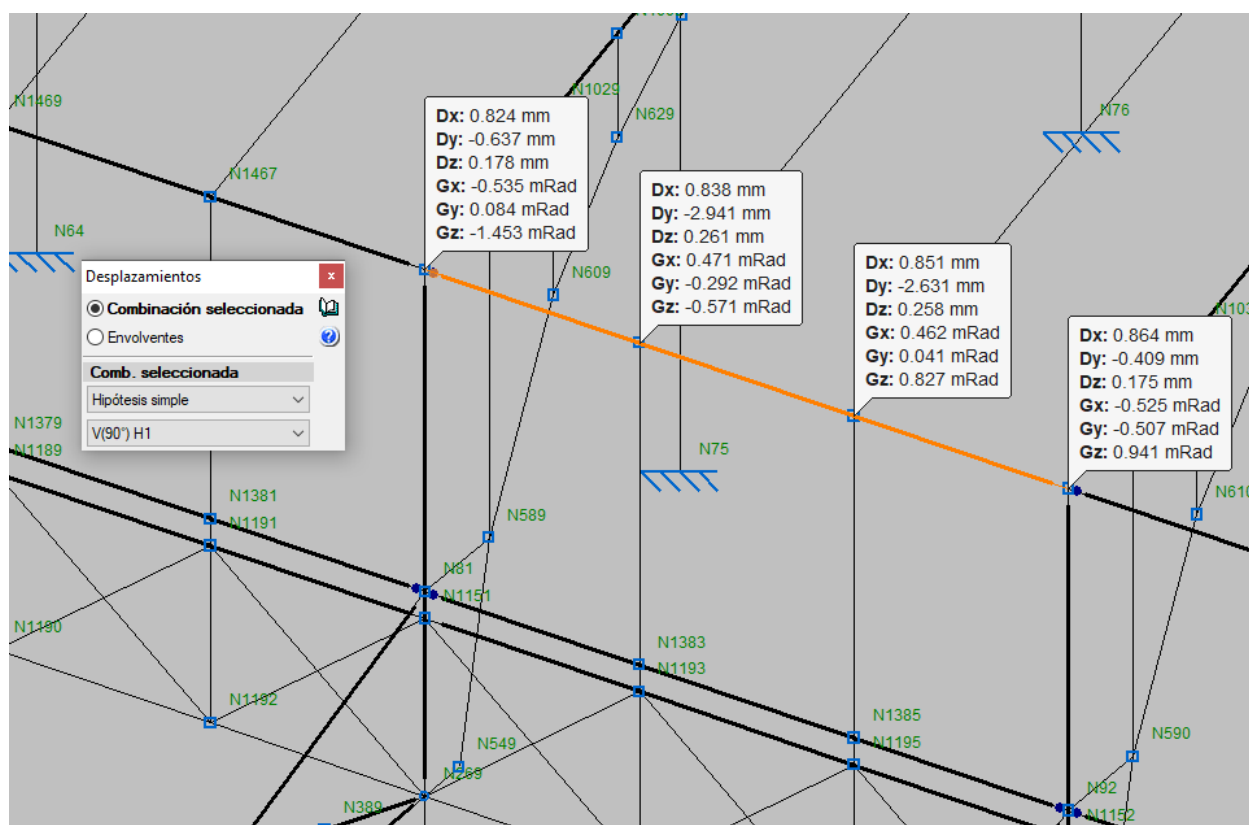




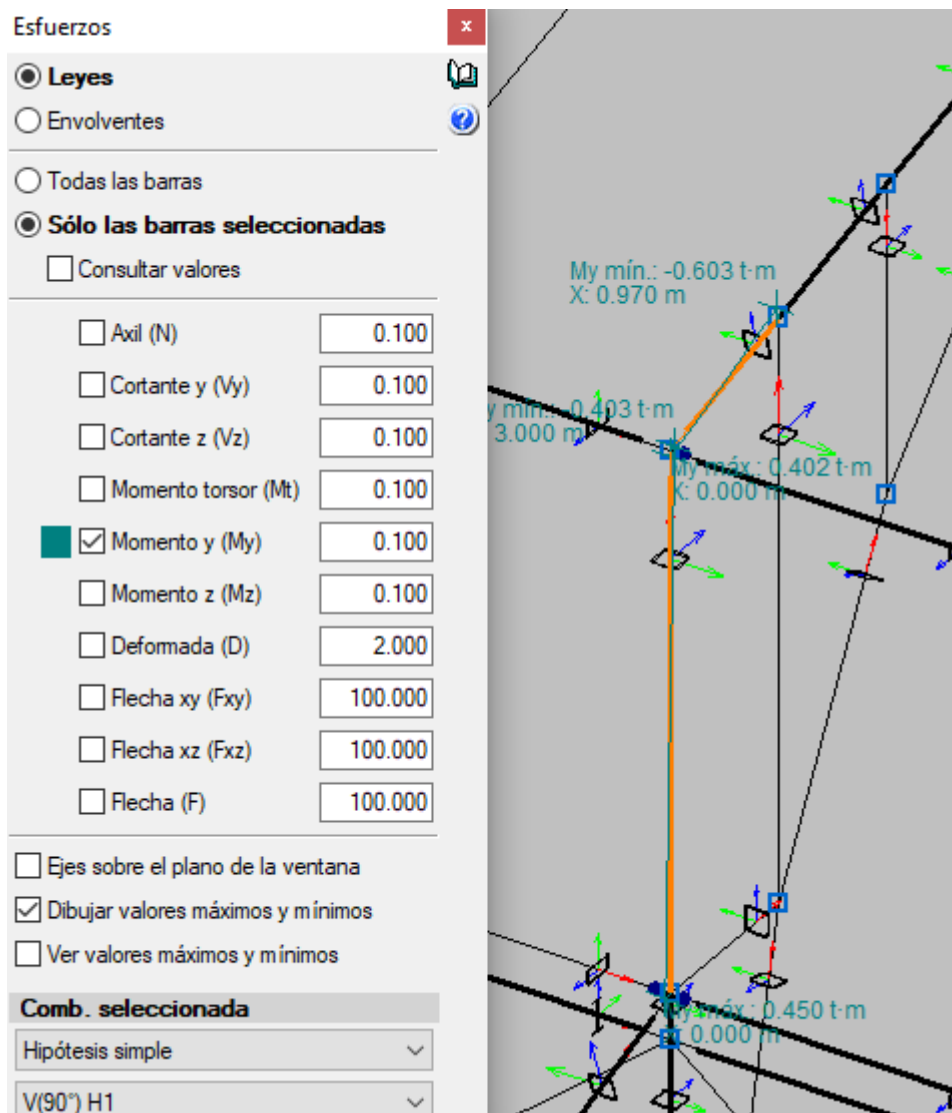
6. AFECCIONES A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL MERCADO

Tal y como puede comprobarse en nuestro punto anterior, la hipótesis de viento que más afección tiene en el paño donde se van a colocar las nuevas ventanas de cierre es la V(90°)H1.

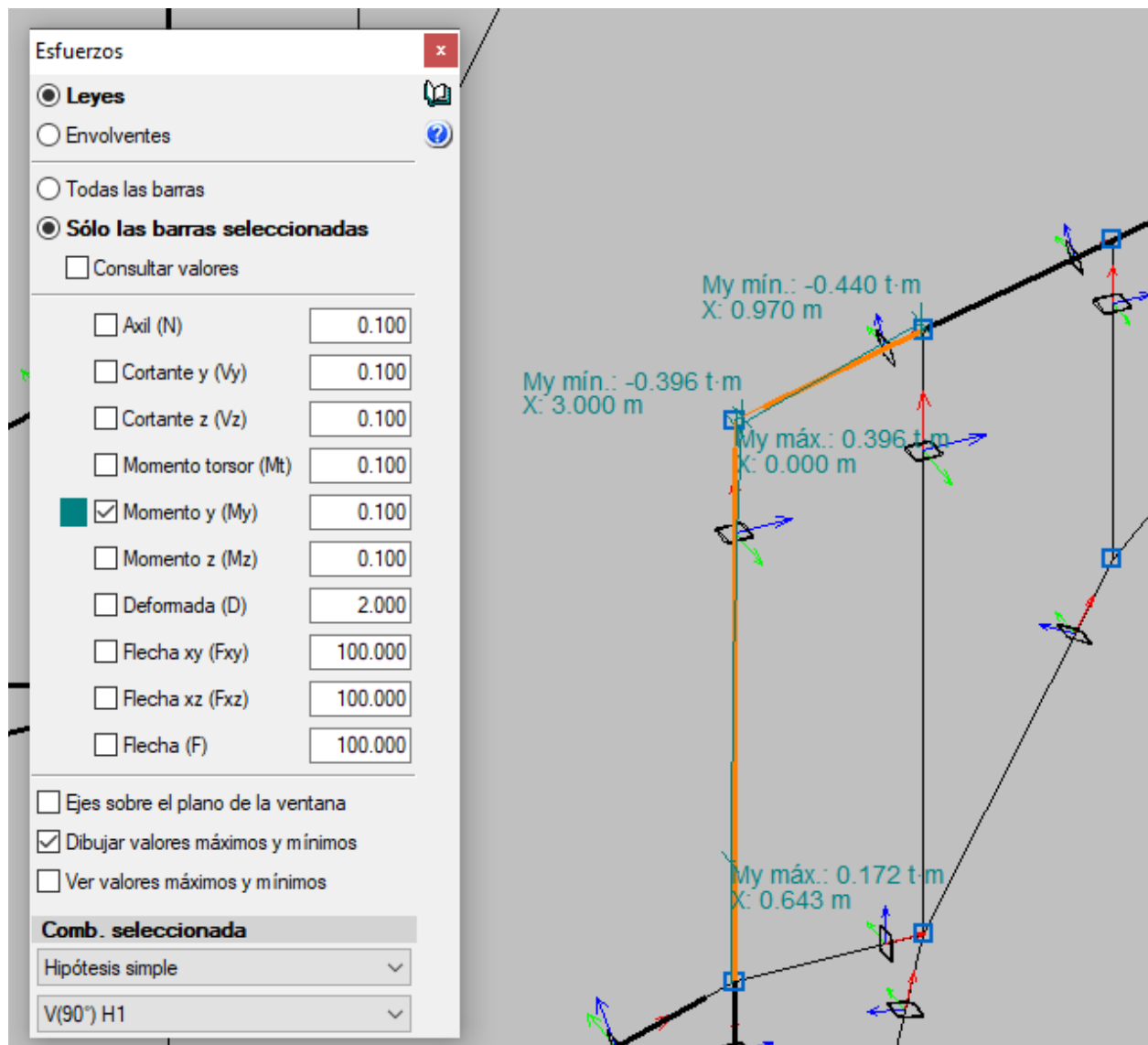
Si analizamos los desplazamientos de uno de los vanos centrales tenemos que los valores máximos encontrados son inferiores a 1 mm, por lo que no tienen especial relevancia sobre el comportamiento general de la estructura.



Si analizamos el valor del momento flector máximo sobre los perfiles más solicitados de esta hipótesis de viento tenemos que el valor máximo encontrado es de 0.60 Tm.



Este valor debemos de aclarar que no es un incremento de momento respecto a la situación sin cerrar dado que, en la misma hipótesis y considerando los huecos abiertos, tenemos un valor máximo de 0.44 T.m



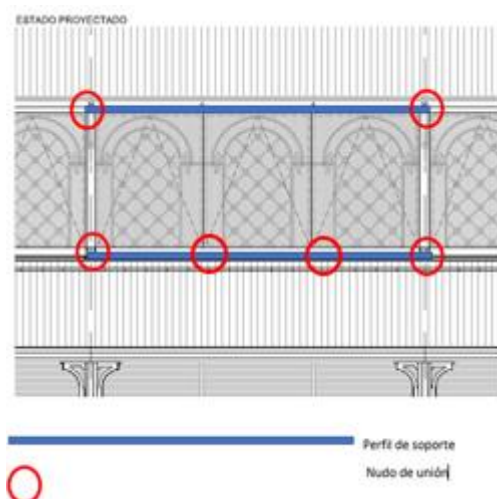
De nuestra comprobación se tiene que el incremento de momento es de 0.16 Tm por lo que no tienen especial relevancia sobre el comportamiento general de la estructura.

7. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA AUXILIAR DE VENTANAS

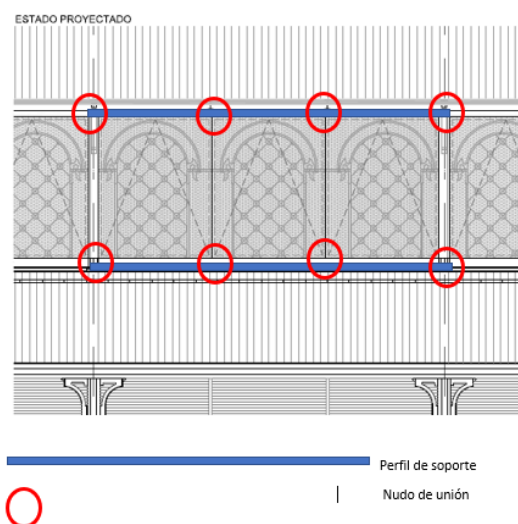
Como estructura soporte de las nuevas ventanas se propone colocar dos perfiles horizontales, uno de cabecero y otro a cota inferior que sirva de apoyo de las ventanas, ambos conformados por un perfil tubular RHS 180x180x5, colocados con el eje principal horizontal. Como peso propio de la carpintería se ha considerado 100 kg/m².

Con estos perfiles se han analizado dos opciones de apoyo sobre la estructura del Mercado Central:

- a) Colocando perfiles apoyados únicamente en los pilares de los pórticos con un intereje de 6 m.



- b) Colocando apoyos intermedios en los montantes metálicos centrales.



Como resultados de nuestras comprobaciones tenemos:

a) Opción A

Estado tensional de los perfiles:

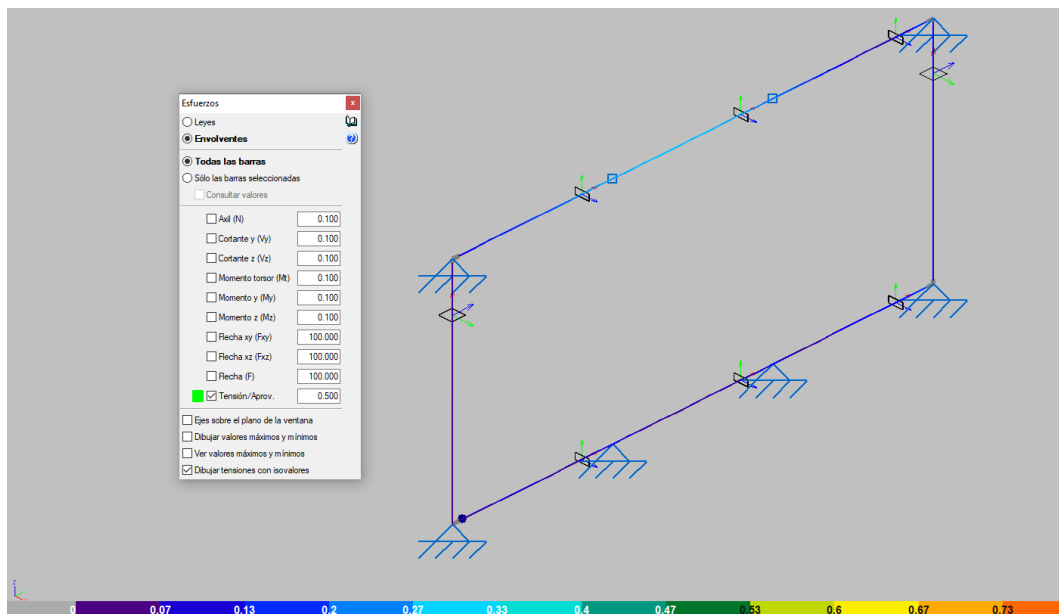


Imagen 3: Todos los perfiles están con tensiones inferiores a las máximas admisibles por el material.

Deformaciones máximas:

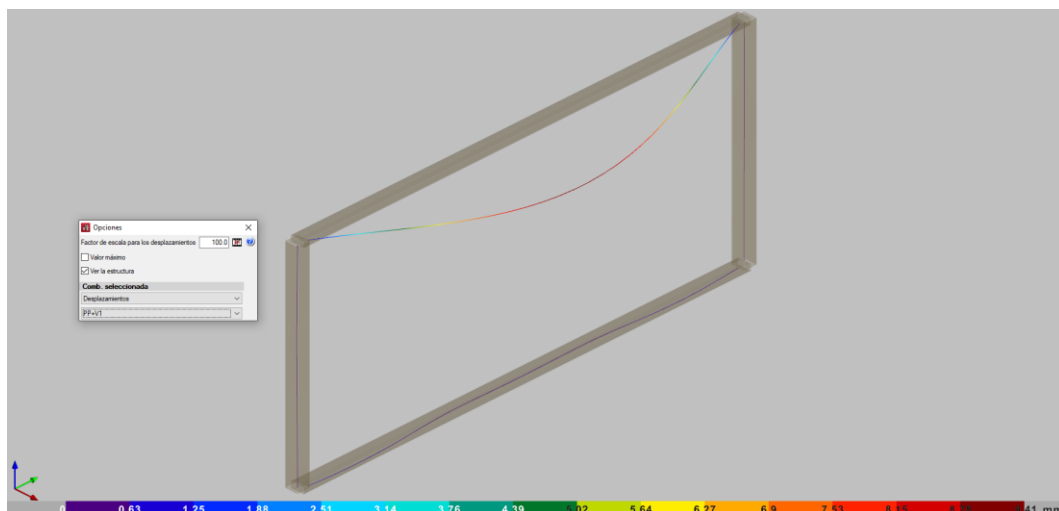


Imagen 4: La deformación máxima obtenida del perfil superior es de 9.41 mm.

b) Opción B

Estado tensional de los perfiles:

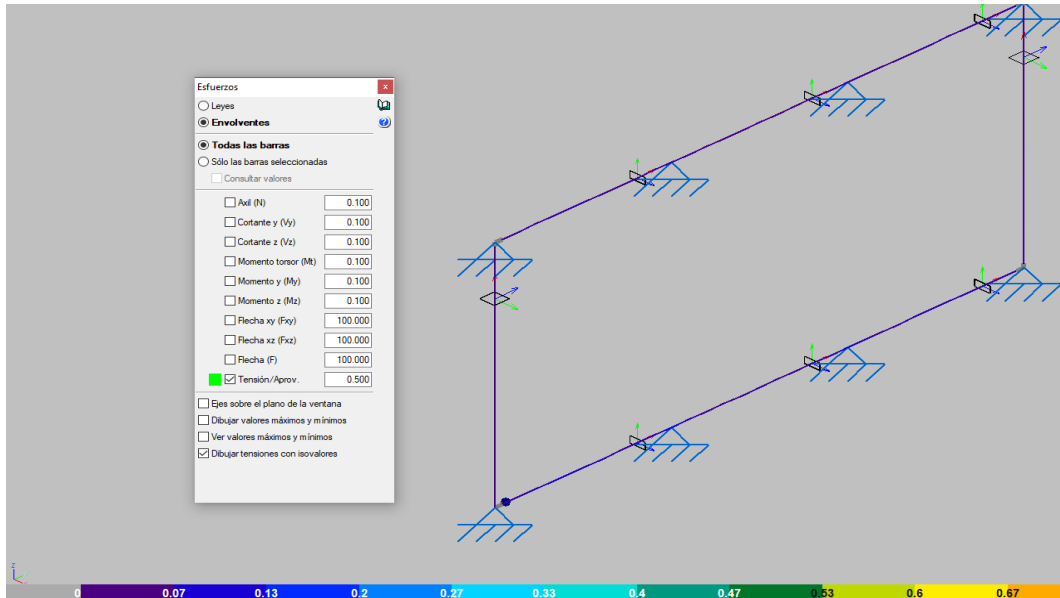


Imagen 5: Todos los perfiles están con tensiones inferiores a las máximas admisibles por el material.

Deformaciones máximas:

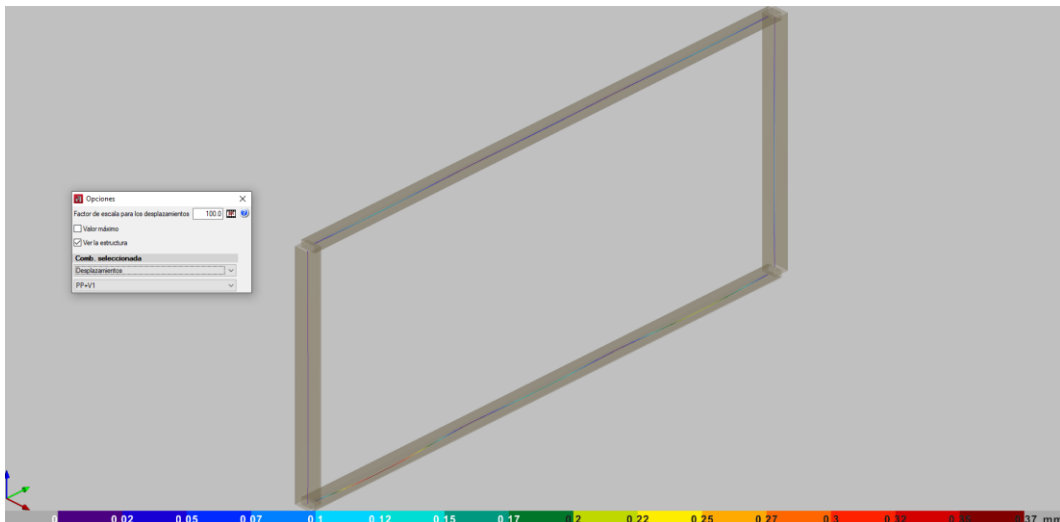


Imagen 6: La deformación máxima obtenida del perfil superior es de 0.37 mm.

Comentarios:

Descartamos la opción de colocar los perfiles con apoyos únicamente sobre los pórticos principales, debido a la excesiva deformación que podría inutilizar los mecanismos de apertura de las ventanas.

8. ANÁLISIS DE LAS UNIONES

8.1 ESFUERZOS MÁXIMOS EN UNIONES

Considerando que los esfuerzos de las uniones los trasladamos a los nudos, situación que está muy del lado de la seguridad, los valores que se obtienen son los que se indican en la imagen nº 7 :

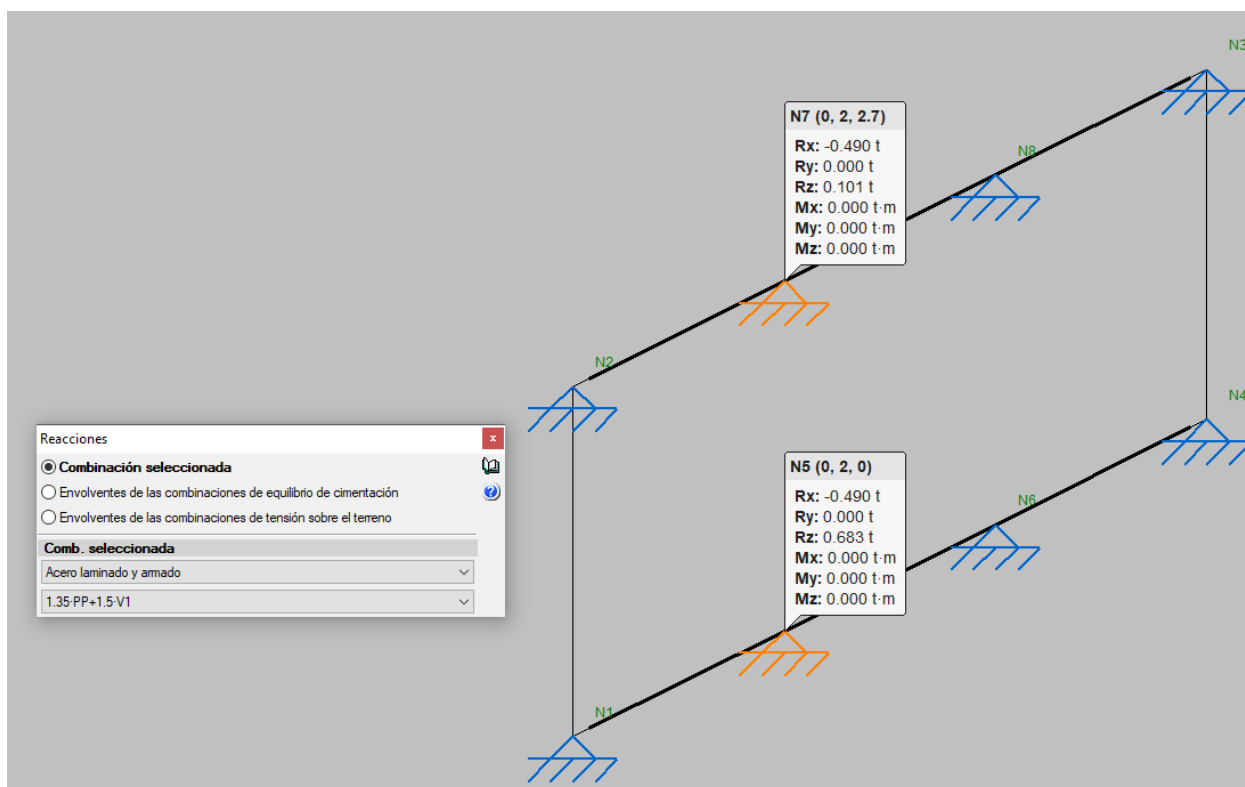


Imagen 7: Valores de las reacciones en los nudos de apoyo en la estructura del Mercado Central.

Dada la singularidad de la estructura existente, ante la posible dificultad de poder realizar soldaduras de los nuevos perfiles de acero sobre los perfiles de fundición, analizaremos distintas opciones de nudos, tanto soldados como atornillados.

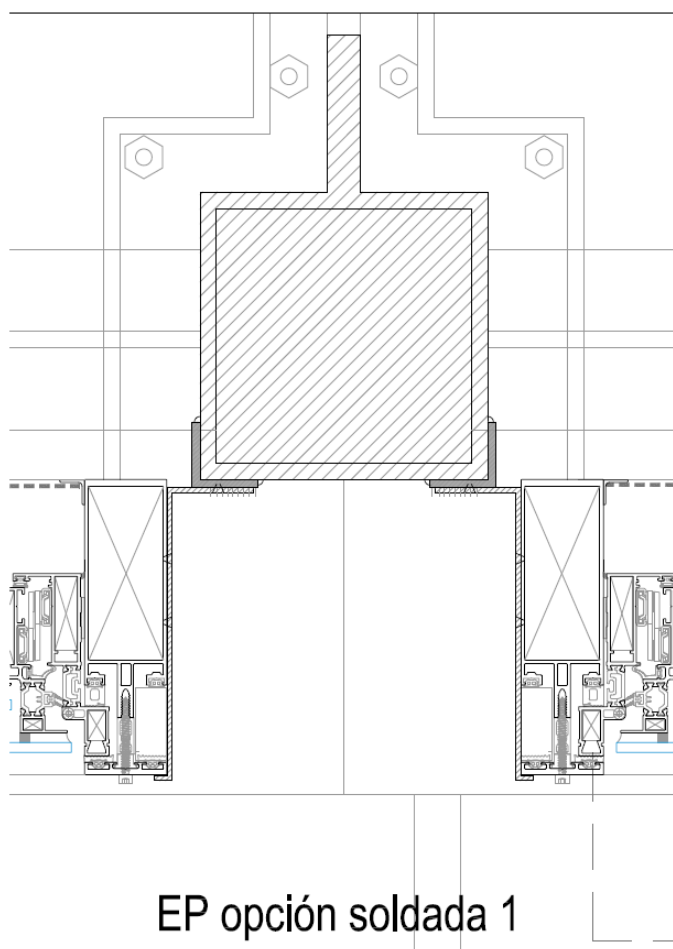
Se propone que uno de los primeros trabajos que se ejecuten en obra sea el análisis del material de los perfiles existentes al objeto de verificar su soldabilidad, así como realizar unos ensayos mecánicos de la unión atornillada donde se compruebe el esfuerzo de tracción que absorben los tornillos propuestos.

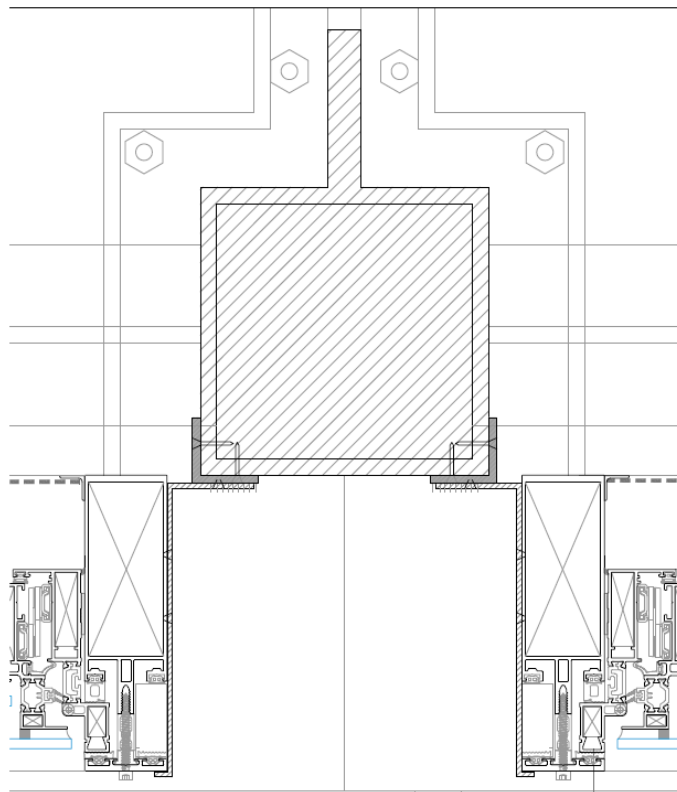
Proponemos estos trabajos previos debido a que la homologación de los tornillos está para uniones a perfiles laminados de acero y no a perfiles de fundición.

8.2 TIPOLOGÍAS DE UNIONES A ELEMENTOS METÁLICOS

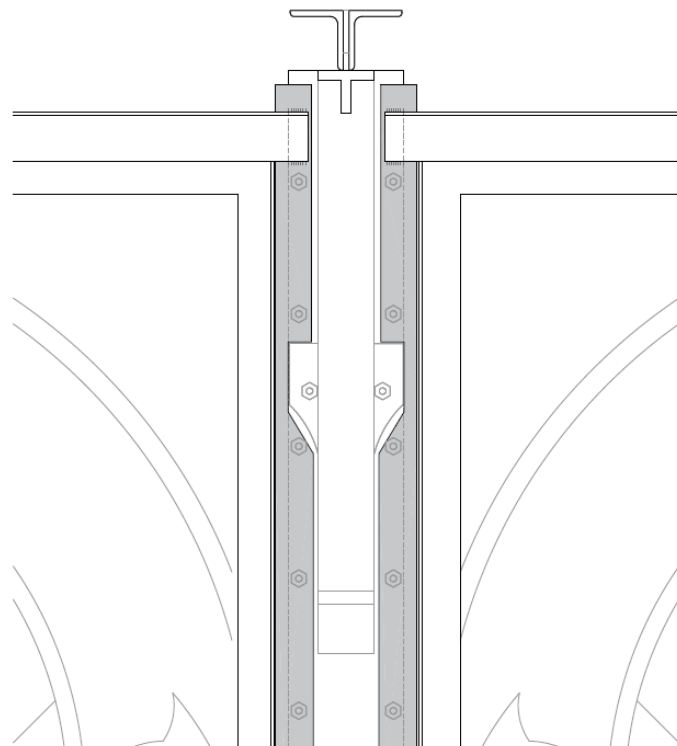
Las imágenes que siguen muestran las distintas opciones que se proponen en Proyecto:

Opción 1: Colocación de un perfil laminado angular vertical en las dos aristas laterales de los montantes, sobre el que se soldarán los perfiles metálicos de la carpintería. Este angular se unirá a los perfiles existentes atornillando un mínimo de 8 tornillos en cada cara del angular repartidos en toda la altura o bien uniendo con soldadura discontinua de 10 cm de cordón y 30 cm sin cordón. Las imágenes que siguen muestran el detalle de la unión:

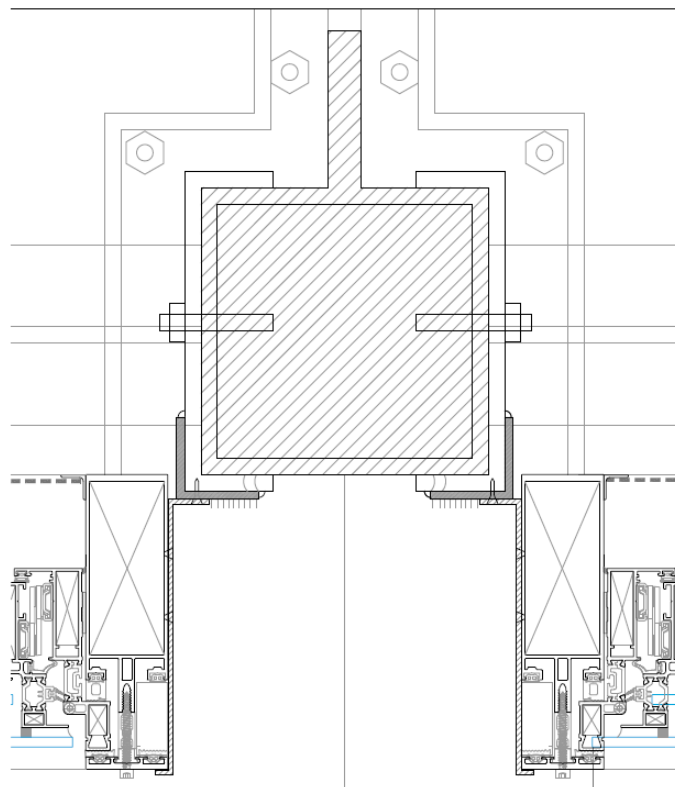




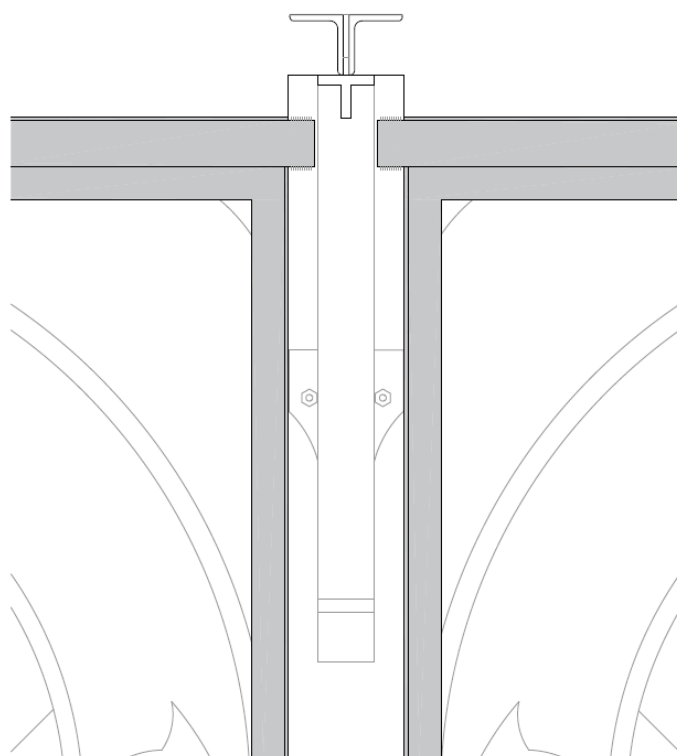
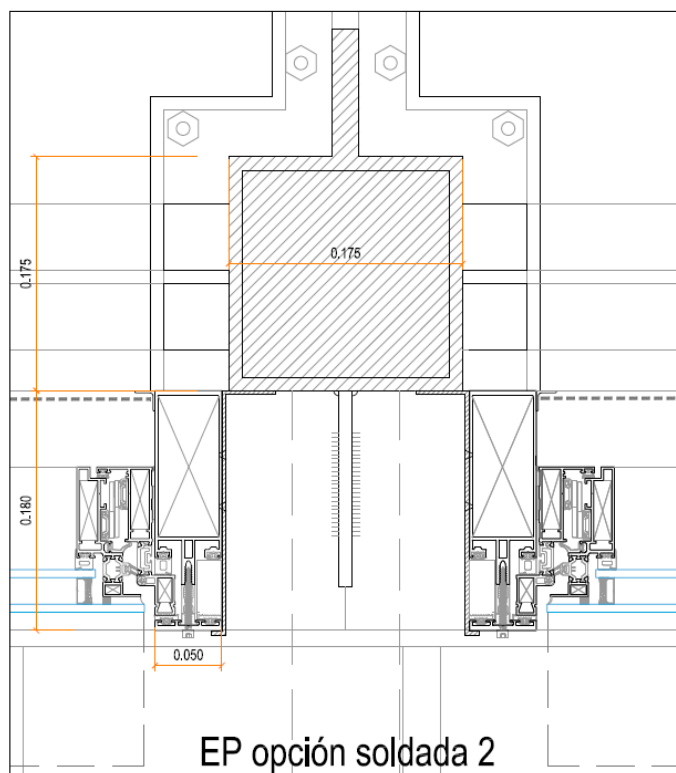
EP opción atornillada 1



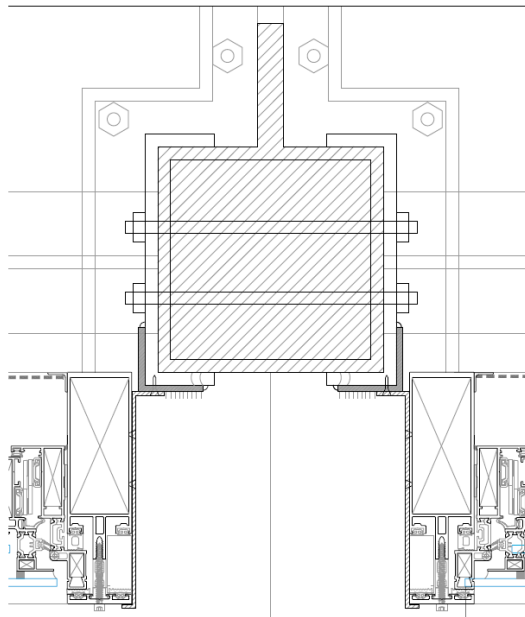
Opción 2: Colocación de dos perfiles laminados en forma de “U” colocados en los dos laterales de los montantes en los que se soldaran los perfiles metálicos de la carpintería. Estas “U” se unirán a los perfiles existentes atornillando, con un mínimo de 8 tornillos en cada cara del angular repartidos en toda la altura, o bien uniendo con soldadura discontinua de 10 cm de cordón y 30 cm sin cordón. Las imágenes que siguen muestran el detalle de la unión:



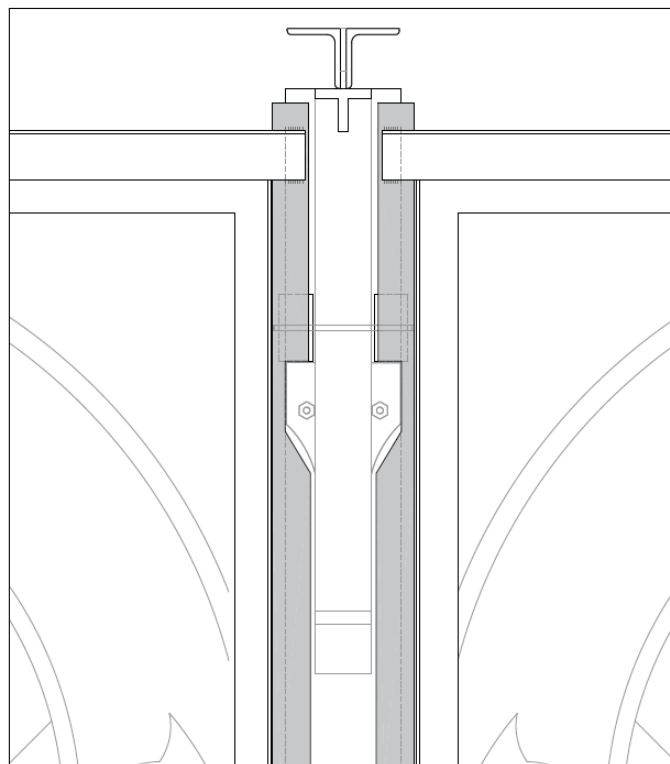
EP opción atornillada 2



Opción 3: Similar a la opción 2, pero en este caso los dos perfiles laminados en forma de “U” colocados en los dos laterales de los montantes se unirán a los perfiles existentes atornillando con un mínimo de 8 tornillos pasantes repartidos en toda la altura. Las imágenes que siguen muestran el detalle de la unión:



EP opción atornillada 3



8.3 JUSTIFICACIÓN DE LAS UNIONES SOLADAS

Se proponen uniones con soldadura a tope en bisel simple con un espesor de garganta de 5 mm. Con estas disposiciones la soldadura genera un cordón cuya resistencia es igual o superior a la resistencia de la pieza a unir, por lo que la unión resulta válida.

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (CTE DB SE-A 8.6.3).

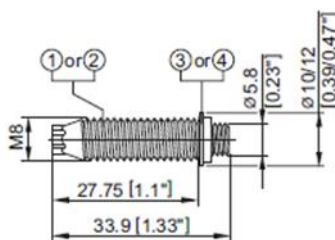
Si la soldadura es de penetración total no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

Comprobaciones geométricas									
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)	
Soldadura a tope en bisel simple		A tope en bisel simple			5			471	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

8.4 JUSTIFICACIÓN DE LAS UNIONES ATORNILLADAS

Se proponen dos tipos de tornillos de la casa Hilti:

- Perno roscado S-BT-MF M10/15 AN 6. Es un perno galvanizado en caliente. La colocación exige colocar el primer perno y calibrar el tope de profundidad, pudiéndose realizar el resto de instalación de manera seguida.

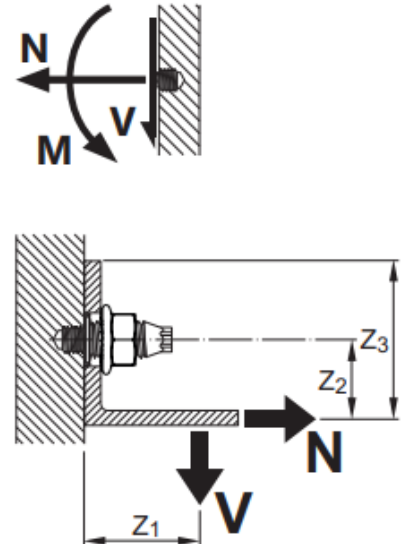


Propiedades mecánicas:

3.2.2 Design loads

S-BT-MR/S-BT-GR made of stainless steel					
Base material thickness	$t_{li} \geq 5 \text{ mm}$ $t_{li} \geq 0.20''$		$3 \text{ mm} \leq t_{li} < 5 \text{ mm}$ $0.12'' \leq t_{li} < 0.20''$		
Base material type	Steel	Steel	Aluminum	Steel	Steel
	S235	S355,	R_m	S235	S355,
	A36	S420	$\geq 270 \text{ N/mm}^2$	A36	S420
		Grade 50			Grade 50
Tension, N_{Rd} [kN/lb]	2.7 / 605	3.2 / 715	2.7 / 605	2.5 / 560	3.0 / 670
Shear, V_{Rd} [kN/lb]					
For edge distance 6 mm [0.24"]	3.5 / 785	3.9 / 875	4.0 / 895	3.4 / 760	3.5 / 785
$\leq c < 15 \text{ mm}$ [0.59"]					
Shear, V_{Rd} [kN/lb]					
For edge distance $c \geq 15 \text{ mm}$ [0.59"]	5.6 / 1255	5.6 / 1255	5.0 / 1120	5.3 / 1190	5.3 / 1190
Moment, M_{Rd} [Nm/lbft]			15.6 / 12.0		

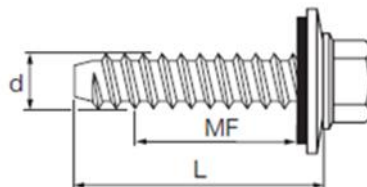
S-BT Screw-in threaded studs



Si tomamos los valores mecánicos, considerando el material base de aluminio por este más conservador, tenemos que para los esfuerzos de cálculo de:

$N_d = 4,90 \text{ kN}$ y $V_d = 68.3 \text{ kN}$, se requieren 2 pernos -BT-MF M10/15 por unión.

- Tornillo autoroscante S-MP54S 6,3x63. Es un tornillo autorroscante de A2, para fijar en espesores de más de 7 mm, se debe de realizar un pretaladro de diámetro 5,7 mm



Propiedades mecánicas:



2.4 Codes and approvals

FAQs (frequently asked questions) about the approvals

Interpreting the load value tables – the connector's characteristic shear load-carrying capacity and transverse tensile strength $V_{R,k}$ and $N_{R,k}$

$t_{N,II}$ [mm]	1,50	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
$M_{t, nom}$	—	$\Sigma t \leq 3,00 \text{ mm: } 7 \text{ Nm}$ $\Sigma t > 3,00 \text{ mm: } 8 \text{ Nm}$				
 Failure of base material (Building component II)	0,50	—	—	—	—	—
	0,55	—	—	—	—	—
	0,63	—	2,60 ac	2,60 ac	2,60 ac	2,60 ac
	0,75	—	3,70 ac	3,70 ac	3,70 ac	3,70 ac
	0,88	—	4,50 —	4,50 —	5,00 ac	5,00 ac
	1,00	—	4,50 —	4,50 —	6,50 ac	6,50 a
	1,13	—	4,90 —	4,90 —	7,00 —	7,90 —
	1,25	—	5,30 —	5,30 —	7,40 —	9,30 —
	1,50	—	6,20 —	6,20 —	8,30 —	9,50 —
	1,75	—	6,20 —	6,20 —	8,30 —	9,50 —
	2,00	—	7,80 —	7,80 —	9,40 —	9,50 —
 Failure of profile metal sheet (Building component I)	0,50	—	—	—	—	—
	0,55	—	—	—	—	—
	0,63	—	1,70 ac	1,70 ac	1,70 ac	1,70 ac
	0,75	—	2,20 ac	2,20 ac	2,20 ac	2,20 ac
	0,88	—	2,90 —	2,90 —	2,90 ac	2,90 ac
	1,00	—	3,09 —	3,50 —	3,50 ac	3,50 a
	1,13	—	3,09 —	4,30 —	4,30 —	4,30 —
	1,25	—	3,09 —	4,35 —	5,10 —	5,10 —
	1,50	—	3,09 —	4,35 —	5,61 —	6,90 —
	1,75	—	3,09 —	4,35 —	5,61 —	6,90 —
	2,00	—	3,09 —	4,35 —	5,61 —	6,90 —
 Sheet metal covering	0,50	—	—	—	—	—
	0,55	—	—	—	—	—
	0,63	—	1,70 ac	1,70 ac	1,70 ac	1,70 ac
	0,75	—	2,20 ac	2,20 ac	2,20 ac	2,20 ac
	0,88	—	2,90 —	2,90 —	2,90 ac	2,90 ac
	1,00	—	3,09 —	3,50 —	3,50 ac	3,50 a
	1,13	—	3,09 —	4,30 —	4,30 —	4,30 —
	1,25	—	3,09 —	4,35 —	5,10 —	5,10 —
	1,50	—	3,09 —	4,35 —	5,61 —	6,90 —
	1,75	—	3,09 —	4,35 —	5,61 —	6,90 —
	2,00	—	3,09 —	4,35 —	5,61 —	6,90 —


Excerpt

Al igual que para el caso anterior se requiere un mínimo de 2 Tornillo autoroscante S-MP54S 6,3x63 por unión.

8.5 UNIONES A MUROS EXTREMOS DE FABRICA

En los extremos la estructura hay que anclarla a los muros existentes. Para este fin proponemos anclajes HIT-HY 270 + HAS-U A4 M12 también de la casa Hilti o de similares características.

1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HIT-HY 270 + HAS-U A4 M12	
Número de artículo:	2223844 HAS-U A4 M12x160 (Insertar) / 2092828 HIT-HY 270 (Resina)	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef, opt} = 100,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 350,0 \text{ mm}$)	
Material:	A4	
Informe de Evaluación:	ETA-22/395	
Establecidos / Válidos:	11/8/2022 -	
Prueba:	método de cálculo EOTA TR054	
Fijación a distancia:	$e_o = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 10,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^R :	$l_x \times l_y \times t = 200,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Espesor de placa recomendado: no calculado)	
Perfil:	Perfil Rectangular, $180 \times 100 \times 4$; ($L \times W \times T$) = $180,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 4,0 \text{ mm}$	

Se dispondrán 4 anclajes en cada una de las uniones del perfil tubular 180x80x5 en el encuentro con los muros.

La placa metálica es la que figura en la documentación gráfica y la justificación de estos anclajes el anejo de esta memoria.

9. CONCLUSIONES

De las comprobaciones realizadas se desprende que el cierre de huecos con ventanas a nivel bajo cubierta produce un incremento de tensiones y desplazamientos en la estructura del Mercado Central que queda dentro de los valores admisibles, por lo que resulta viable.

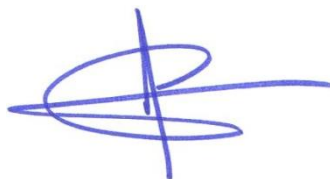
Como estructura soporte de las nuevas ventanas se propone colocar dos perfiles horizontales, uno de cabecero y otro a cota inferior que sirva de apoyo de las ventanas, ambos conformados por un perfil tubular RHS 180x180x5, colocados con el eje principal horizontal.

Dada la singularidad de la estructura existente, ante la posible dificultad de poder realizar soldaduras de los nuevos perfiles de acero sobre los perfiles de fundición, se propone que uno de los primeros trabajos que se realice en obra sea el análisis del material de los perfiles existentes al objeto de verificar su soldabilidad, así como realizar unos ensayos mecánicos de la unión atornillada donde se compruebe el esfuerzo de tracción que absorben los tornillos propuestos.

En esta memoria se han justificado tanto las uniones soldadas como atornillas, quedando ambas con valores admisibles.

Zaragoza, enero de 2023

Firmado:

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

José Ángel Pérez Benedicto
Dr., Ingeniero Civil,
Ingeniero de Edificación, Arquitecto Técnico

10.ANEJO_LISTADOS DE JUSTIFICACIÓN

10.1 ENTRADA DE DATOS

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.2.2. Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
Q	Sobrecarga de uso
V(0°) H1	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
V(0°) H2	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
V(90°) H1	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
V(90°) H2	Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
V(180°) H1	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
V(180°) H2	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
V(270°) H1	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior
V(270°) H2	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior
N(EI)	Nieve (estado inicial)
N(R)	Nieve (redistribución)

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
1	1.000											

NOTA TÉCNICA PARA VERIFICAR LA INCIDENCIA QUE SUPONE EL CIERRE DE LOS HUECOS LATERALES A NIVEL DE
BAJO CUBIERTA CON UNA CARPINTERÍA, EN LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL MERCADO CENTRAL.

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
2	1.600											
3	1.000	1.600										
4	1.600	1.600										
5	1.000		1.600									
6	1.600		1.600									
7	1.000	1.600	0.960									
8	1.600	1.600	0.960									
9	1.000			1.600								
10	1.600			1.600								
11	1.000	1.600		0.960								
12	1.600	1.600		0.960								
13	1.000				1.600							
14	1.600				1.600							
15	1.000	1.600			0.960							
16	1.600	1.600			0.960							
17	1.000					1.600						
18	1.600					1.600						
19	1.000	1.600				0.960						
20	1.600	1.600				0.960						
21	1.000						1.600					
22	1.600						1.600					
23	1.000	1.600					0.960					
24	1.600	1.600					0.960					
25	1.000							1.600				
26	1.600							1.600				
27	1.000	1.600						0.960				
28	1.600	1.600						0.960				
29	1.000								1.600			
30	1.600								1.600			
31	1.000	1.600							0.960			
32	1.600	1.600							0.960			
33	1.000									1.600		
34	1.600									1.600		
35	1.000	1.600								0.960		
36	1.600	1.600								0.960		
37	1.000										1.600	
38	1.600										1.600	
39	1.000		0.960								1.600	
40	1.600		0.960								1.600	
41	1.000			0.960							1.600	
42	1.600			0.960							1.600	
43	1.000				0.960						1.600	
44	1.600				0.960						1.600	
45	1.000					0.960					1.600	
46	1.600					0.960					1.600	
47	1.000						0.960				1.600	
48	1.600						0.960				1.600	
49	1.000							0.960			1.600	
50	1.600							0.960			1.600	
51	1.000								0.960		1.600	
52	1.600								0.960		1.600	
53	1.000									0.960	1.600	
54	1.600									0.960	1.600	
55	1.000	1.600									0.800	
56	1.600	1.600									0.800	

NOTA TÉCNICA PARA VERIFICAR LA INCIDENCIA QUE SUPONE EL CIERRE DE LOS HUECOS LATERALES A NIVEL DE
BAJO CUBIERTA CON UNA CARPINTERÍA, EN LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL MERCADO CENTRAL.

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
57	1.000		1.600								0.800	
58	1.600		1.600								0.800	
59	1.000	1.600	0.960								0.800	
60	1.600	1.600	0.960								0.800	
61	1.000			1.600							0.800	
62	1.600			1.600							0.800	
63	1.000	1.600		0.960							0.800	
64	1.600	1.600		0.960							0.800	
65	1.000				1.600						0.800	
66	1.600				1.600						0.800	
67	1.000	1.600			0.960						0.800	
68	1.600	1.600			0.960						0.800	
69	1.000					1.600					0.800	
70	1.600					1.600					0.800	
71	1.000	1.600				0.960					0.800	
72	1.600	1.600				0.960					0.800	
73	1.000						1.600				0.800	
74	1.600						1.600				0.800	
75	1.000	1.600					0.960				0.800	
76	1.600	1.600					0.960				0.800	
77	1.000							1.600			0.800	
78	1.600							1.600			0.800	
79	1.000	1.600						0.960			0.800	
80	1.600	1.600						0.960			0.800	
81	1.000								1.600		0.800	
82	1.600								1.600		0.800	
83	1.000	1.600							0.960		0.800	
84	1.600	1.600							0.960		0.800	
85	1.000									1.600	0.800	
86	1.600									1.600	0.800	
87	1.000	1.600								0.960	0.800	
88	1.600	1.600								0.960	0.800	
89	1.000											1.600
90	1.600											1.600
91	1.000		0.960									1.600
92	1.600		0.960									1.600
93	1.000			0.960								1.600
94	1.600			0.960								1.600
95	1.000				0.960							1.600
96	1.600				0.960							1.600
97	1.000					0.960						1.600
98	1.600					0.960						1.600
99	1.000						0.960					1.600
100	1.600						0.960					1.600
101	1.000							0.960				1.600
102	1.600							0.960				1.600
103	1.000								0.960			1.600
104	1.600								0.960			1.600
105	1.000									0.960		1.600
106	1.600									0.960		1.600
107	1.000	1.600										0.800
108	1.600	1.600										0.800
109	1.000		1.600									0.800
110	1.600		1.600									0.800
111	1.000	1.600	0.960									0.800

NOTA TÉCNICA PARA VERIFICAR LA INCIDENCIA QUE SUPONE EL CIERRE DE LOS HUECOS LATERALES A NIVEL DE
BAJO CUBIERTA CON UNA CARPINTERÍA, EN LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL MERCADO CENTRAL.

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
112	1.600	1.600	0.960									0.800
113	1.000			1.600								0.800
114	1.600			1.600								0.800
115	1.000	1.600		0.960								0.800
116	1.600	1.600		0.960								0.800
117	1.000				1.600							0.800
118	1.600				1.600							0.800
119	1.000	1.600			0.960							0.800
120	1.600	1.600			0.960							0.800
121	1.000					1.600						0.800
122	1.600					1.600						0.800
123	1.000	1.600				0.960						0.800
124	1.600	1.600				0.960						0.800
125	1.000						1.600					0.800
126	1.600						1.600					0.800
127	1.000	1.600					0.960					0.800
128	1.600	1.600					0.960					0.800
129	1.000							1.600				0.800
130	1.600							1.600				0.800
131	1.000	1.600						0.960				0.800
132	1.600	1.600						0.960				0.800
133	1.000								1.600			0.800
134	1.600								1.600			0.800
135	1.000	1.600							0.960			0.800
136	1.600	1.600							0.960			0.800
137	1.000									1.600		0.800
138	1.600									1.600		0.800
139	1.000	1.600								0.960		0.800
140	1.600	1.600								0.960		0.800

■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
1	0.800											
2	1.350											
3	0.800	1.500										
4	1.350	1.500										
5	0.800		1.500									
6	1.350		1.500									
7	0.800	1.500	0.900									
8	1.350	1.500	0.900									
9	0.800			1.500								
10	1.350			1.500								
11	0.800	1.500		0.900								
12	1.350	1.500		0.900								
13	0.800				1.500							
14	1.350				1.500							
15	0.800	1.500			0.900							
16	1.350	1.500			0.900							
17	0.800					1.500						
18	1.350					1.500						
19	0.800	1.500				0.900						
20	1.350	1.500				0.900						
21	0.800						1.500					

NOTA TÉCNICA PARA VERIFICAR LA INCIDENCIA QUE SUPONE EL CIERRE DE LOS HUECOS LATERALES A NIVEL DE
BAJO CUBIERTA CON UNA CARPINTERÍA, EN LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL MERCADO CENTRAL.

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
22	1.350						1.500					
23	0.800	1.500					0.900					
24	1.350	1.500					0.900					
25	0.800							1.500				
26	1.350							1.500				
27	0.800	1.500						0.900				
28	1.350	1.500						0.900				
29	0.800								1.500			
30	1.350								1.500			
31	0.800	1.500							0.900			
32	1.350	1.500							0.900			
33	0.800									1.500		
34	1.350									1.500		
35	0.800	1.500								0.900		
36	1.350	1.500								0.900		
37	0.800										1.500	
38	1.350										1.500	
39	0.800		0.900								1.500	
40	1.350		0.900								1.500	
41	0.800			0.900							1.500	
42	1.350			0.900							1.500	
43	0.800				0.900						1.500	
44	1.350				0.900						1.500	
45	0.800					0.900					1.500	
46	1.350					0.900					1.500	
47	0.800						0.900				1.500	
48	1.350						0.900				1.500	
49	0.800							0.900			1.500	
50	1.350							0.900			1.500	
51	0.800								0.900		1.500	
52	1.350								0.900		1.500	
53	0.800									0.900	1.500	
54	1.350									0.900	1.500	
55	0.800	1.500									0.750	
56	1.350	1.500									0.750	
57	0.800		1.500								0.750	
58	1.350		1.500								0.750	
59	0.800	1.500	0.900								0.750	
60	1.350	1.500	0.900								0.750	
61	0.800			1.500							0.750	
62	1.350			1.500							0.750	
63	0.800	1.500		0.900							0.750	
64	1.350	1.500		0.900							0.750	
65	0.800				1.500						0.750	
66	1.350				1.500						0.750	
67	0.800	1.500			0.900						0.750	
68	1.350	1.500			0.900						0.750	
69	0.800					1.500					0.750	
70	1.350					1.500					0.750	
71	0.800	1.500				0.900					0.750	
72	1.350	1.500				0.900					0.750	
73	0.800						1.500				0.750	
74	1.350						1.500				0.750	
75	0.800	1.500					0.900				0.750	
76	1.350	1.500					0.900				0.750	

NOTA TÉCNICA PARA VERIFICAR LA INCIDENCIA QUE SUPONE EL CIERRE DE LOS HUECOS LATERALES A NIVEL DE
BAJO CUBIERTA CON UNA CARPINTERÍA, EN LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL MERCADO CENTRAL.

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
77	0.800							1.500			0.750	
78	1.350							1.500			0.750	
79	0.800	1.500						0.900			0.750	
80	1.350	1.500						0.900			0.750	
81	0.800								1.500		0.750	
82	1.350								1.500		0.750	
83	0.800	1.500							0.900		0.750	
84	1.350	1.500							0.900		0.750	
85	0.800									1.500	0.750	
86	1.350									1.500	0.750	
87	0.800	1.500								0.900	0.750	
88	1.350	1.500								0.900	0.750	
89	0.800											1.500
90	1.350											1.500
91	0.800		0.900									1.500
92	1.350		0.900									1.500
93	0.800			0.900								1.500
94	1.350			0.900								1.500
95	0.800				0.900							1.500
96	1.350				0.900							1.500
97	0.800					0.900						1.500
98	1.350					0.900						1.500
99	0.800						0.900					1.500
100	1.350						0.900					1.500
101	0.800							0.900				1.500
102	1.350							0.900				1.500
103	0.800								0.900			1.500
104	1.350								0.900			1.500
105	0.800									0.900		1.500
106	1.350									0.900		1.500
107	0.800	1.500										0.750
108	1.350	1.500										0.750
109	0.800		1.500									0.750
110	1.350		1.500									0.750
111	0.800	1.500	0.900									0.750
112	1.350	1.500	0.900									0.750
113	0.800			1.500								0.750
114	1.350			1.500								0.750
115	0.800	1.500		0.900								0.750
116	1.350	1.500		0.900								0.750
117	0.800				1.500							0.750
118	1.350				1.500							0.750
119	0.800	1.500			0.900							0.750
120	1.350	1.500			0.900							0.750
121	0.800					1.500						0.750
122	1.350					1.500						0.750
123	0.800	1.500				0.900						0.750
124	1.350	1.500				0.900						0.750
125	0.800						1.500					0.750
126	1.350						1.500					0.750
127	0.800	1.500					0.900					0.750
128	1.350	1.500					0.900					0.750
129	0.800							1.500				0.750
130	1.350							1.500				0.750
131	0.800	1.500						0.900				0.750

NOTA TÉCNICA PARA VERIFICAR LA INCIDENCIA QUE SUPONE EL CIERRE DE LOS HUECOS LATERALES A NIVEL DE
BAJO CUBIERTA CON UNA CARPINTERÍA, EN LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL MERCADO CENTRAL.

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
132	1.350	1.500						0.900				0.750
133	0.800								1.500			0.750
134	1.350								1.500			0.750
135	0.800	1.500							0.900			0.750
136	1.350	1.500							0.900			0.750
137	0.800									1.500		0.750
138	1.350									1.500		0.750
139	0.800	1.500								0.900		0.750
140	1.350	1.500								0.900		0.750

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
1	1.000											
2	1.000	1.000										
3	1.000		1.000									
4	1.000	1.000	1.000									
5	1.000			1.000								
6	1.000	1.000		1.000								
7	1.000				1.000							
8	1.000	1.000			1.000							
9	1.000					1.000						
10	1.000	1.000				1.000						
11	1.000						1.000					
12	1.000	1.000					1.000					
13	1.000							1.000				
14	1.000	1.000						1.000				
15	1.000								1.000			
16	1.000	1.000							1.000			
17	1.000									1.000		
18	1.000	1.000								1.000		
19	1.000										1.000	
20	1.000	1.000									1.000	
21	1.000		1.000								1.000	
22	1.000	1.000	1.000								1.000	
23	1.000			1.000							1.000	
24	1.000	1.000		1.000							1.000	
25	1.000				1.000						1.000	
26	1.000	1.000			1.000						1.000	
27	1.000					1.000					1.000	
28	1.000	1.000				1.000					1.000	
29	1.000						1.000				1.000	
30	1.000	1.000					1.000				1.000	
31	1.000							1.000			1.000	
32	1.000	1.000						1.000			1.000	
33	1.000								1.000		1.000	
34	1.000	1.000							1.000		1.000	
35	1.000									1.000	1.000	
36	1.000	1.000								1.000	1.000	
37	1.000											1.000
38	1.000	1.000										1.000
39	1.000		1.000									1.000

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R)
40	1.000	1.000	1.000									1.000
41	1.000			1.000								1.000
42	1.000	1.000		1.000								1.000
43	1.000				1.000							1.000
44	1.000	1.000			1.000							1.000
45	1.000					1.000						1.000
46	1.000	1.000				1.000						1.000
47	1.000						1.000					1.000
48	1.000	1.000					1.000					1.000
49	1.000							1.000				1.000
50	1.000	1.000						1.000				1.000
51	1.000								1.000			1.000
52	1.000	1.000							1.000			1.000
53	1.000									1.000		1.000
54	1.000	1.000								1.000		1.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	2.240	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	0.960	2.240	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	1.000	0.000	2.240	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	1.000	0.960	2.240	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	0.000	0.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	1.000	0.000	0.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.000	0.960	0.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	1.000	0.960	0.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.500	0.960	0.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	0.480	0.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	1.000	0.480	0.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.500	0.000	0.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.000	0.960	1.540	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	1.000	0.960	1.540	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	0.960	0.840	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	1.000	0.960	0.840	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	0.000	1.540	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	1.000	0.000	1.540	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N19	0.000	0.000	0.840	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	1.000	0.000	0.840	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N22	1.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N23	0.000	0.480	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N24	1.000	0.480	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	0.960	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N26	1.000	0.960	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N27	0.500	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N28	0.500	0.960	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm ²)	ν	G (kp/cm ²)	f_y (kp/cm ²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Fundición							
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

2.2. Cargas

2.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeziales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	Q	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	V(0°) H1	Faja	0.001	-	0.500	0.960	Globales	-0.000	-0.000	-1.000
N1/N2	V(0°) H1	Faja	0.007	-	0.100	0.500	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H1	Faja	0.005	-	0.000	0.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Faja	0.018	-	0.200	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H1	Faja	0.001	-	0.000	0.100	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.100	Globales	0.000	-0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.100	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H2	Faja	0.004	-	0.200	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Faja	0.005	-	0.000	0.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(0°) H2	Faja	0.001	-	0.500	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H2	Faja	0.007	-	0.100	0.500	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.100	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.100	Globales	0.000	-0.000	1.000
N1/N2	V(0°) H2	Faja	0.001	-	0.000	0.100	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H1	Faja	0.003	-	0.720	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H1	Faja	0.003	-	0.000	0.240	Globales	0.000	-0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H1	Uniforme	0.000	-	-	-	Globales	-0.000	-0.000	-1.000
N1/N2	V(90°) H1	Faja	0.002	-	0.240	0.720	Globales	0.000	-0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H2	Faja	0.003	-	0.000	0.240	Globales	0.000	-0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H2	Faja	0.002	-	0.240	0.720	Globales	0.000	-0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H2	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H2	Faja	0.003	-	0.720	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H2	Uniforme	0.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(90°) H2	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H1	Faja	0.004	-	0.000	0.760	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H1	Faja	0.006	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(180°) H1	Faja	0.006	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(180°) H1	Faja	0.007	-	0.460	0.860	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(180°) H1	Faja	0.001	-	0.000	0.460	Globales	-0.000	-0.000	-1.000
N1/N2	V(180°) H1	Faja	0.001	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(180°) H1	Faja	0.005	-	0.760	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H2	Faja	0.007	-	0.460	0.860	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(180°) H2	Faja	0.001	-	0.000	0.460	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(180°) H2	Faja	0.005	-	0.760	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	V(180°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.760	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N1/N2	V(180°) H2	Faja	0.001	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(180°) H2	Faja	0.006	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(180°) H2	Faja	0.006	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.001	-	-	-	Globales	-0.000	-0.000	-1.000
N1/N2	V(270°) H1	Faja	0.000	-	0.240	0.720	Globales	0.000	-0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H1	Faja	0.000	-	0.000	0.240	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H1	Faja	0.000	-	0.720	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H1	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H2	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H2	Uniforme	0.001	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H2	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N1/N2	V(270°) H2	Faja	0.000	-	0.720	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H2	Faja	0.000	-	0.000	0.240	Globales	0.000	0.000	1.000
N1/N2	V(270°) H2	Faja	0.000	-	0.240	0.720	Globales	0.000	-0.000	1.000
N1/N2	N(EI)	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	N(R)	Uniforme	0.013	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Q	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	V(0°) H1	Faja	0.001	-	0.500	0.960	Globales	-0.000	-0.000	-1.000
N3/N4	V(0°) H1	Faja	0.007	-	0.100	0.500	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H1	Faja	0.005	-	0.000	0.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(0°) H1	Faja	0.004	-	0.200	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(0°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.100	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H1	Faja	0.001	-	0.000	0.100	Globales	0.000	-0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.100	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H2	Faja	0.004	-	0.200	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(0°) H2	Faja	0.005	-	0.000	0.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(0°) H2	Faja	0.001	-	0.500	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H2	Faja	0.007	-	0.100	0.500	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.100	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H2	Faja	0.001	-	0.000	0.100	Globales	0.000	-0.000	1.000
N3/N4	V(0°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.100	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H1	Faja	0.000	-	0.720	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H1	Faja	0.000	-	0.000	0.240	Globales	0.000	-0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.001	-	-	-	Globales	-0.000	-0.000	-1.000
N3/N4	V(90°) H1	Faja	0.000	-	0.240	0.720	Globales	0.000	-0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H2	Faja	0.000	-	0.000	0.240	Globales	0.000	-0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H2	Faja	0.000	-	0.240	0.720	Globales	0.000	-0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H2	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H2	Faja	0.000	-	0.720	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N3/N4	V(90°) H2	Uniforme	0.001	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(90°) H2	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N3/N4	V(180°) H1	Faja	0.004	-	0.000	0.760	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(180°) H1	Faja	0.001	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H1	Faja	0.006	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H1	Faja	0.007	-	0.460	0.860	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H1	Faja	0.001	-	0.000	0.460	Globales	-0.000	-0.000	-1.000
N3/N4	V(180°) H1	Faja	0.006	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H1	Faja	0.005	-	0.760	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Faja	0.007	-	0.460	0.860	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H2	Faja	0.001	-	0.000	0.460	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H2	Faja	0.005	-	0.760	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.760	Globales	1.000	0.000	0.000
N3/N4	V(180°) H2	Faja	0.006	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H2	Faja	0.006	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(180°) H2	Faja	0.001	-	0.860	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.000	-	-	-	Globales	-0.000	-0.000	-1.000
N3/N4	V(270°) H1	Faja	0.002	-	0.240	0.720	Globales	0.000	-0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H1	Faja	0.003	-	0.000	0.240	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H1	Faja	0.003	-	0.720	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H1	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H2	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H2	Uniforme	0.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H2	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N3/N4	V(270°) H2	Faja	0.003	-	0.720	0.960	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H2	Faja	0.003	-	0.000	0.240	Globales	0.000	0.000	1.000
N3/N4	V(270°) H2	Faja	0.002	-	0.240	0.720	Globales	0.000	-0.000	1.000
N3/N4	N(EI)	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	N(R)	Uniforme	0.013	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N10	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N10	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N10	V(0°) H1	Faja	0.007	-	0.000	0.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N5/N10	V(0°) H1	Faja	0.025	-	0.200	0.480	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N5/N10	V(0°) H2	Faja	0.007	-	0.000	0.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N5/N10	V(0°) H2	Faja	0.006	-	0.200	0.480	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N5/N10	V(90°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N5/N10	V(90°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N5/N10	V(180°) H1	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N5/N10	V(180°) H2	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N5/N10	V(270°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N5/N10	V(270°) H2	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N10/N7	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N7	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N7	V(0°) H1	Uniforme	0.025	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N10/N7	V(0°) H2	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N10/N7	V(90°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N10/N7	V(90°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N10/N7	V(180°) H1	Faja	0.007	-	0.280	0.480	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N10/N7	V(180°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.280	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N10/N7	V(180°) H2	Faja	0.007	-	0.280	0.480	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N10/N7	V(180°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.280	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N10/N7	V(270°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N10/N7	V(270°) H2	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N6/N11	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N11	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N11	V(0°) H1	Faja	0.007	-	0.000	0.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N6/N11	V(0°) H1	Faja	0.006	-	0.200	0.480	Globales	1.000	0.000	0.000
N6/N11	V(0°) H2	Faja	0.007	-	0.000	0.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N6/N11	V(0°) H2	Faja	0.006	-	0.200	0.480	Globales	1.000	0.000	0.000
N6/N11	V(90°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N6/N11	V(90°) H2	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N6/N11	V(180°) H1	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N6/N11	V(180°) H2	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N6/N11	V(270°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N6/N11	V(270°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N11/N8	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N8	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N8	V(0°) H1	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N8	V(0°) H2	Uniforme	0.006	-	-	-	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N8	V(90°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N11/N8	V(90°) H2	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N11/N8	V(180°) H1	Faja	0.007	-	0.280	0.480	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N8	V(180°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.280	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N8	V(180°) H2	Faja	0.007	-	0.280	0.480	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N8	V(180°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.280	Globales	1.000	0.000	0.000
N11/N8	V(270°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N11/N8	V(270°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N7/N9	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N9	V(0°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(0°) H2	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(90°) H1	Faja	0.007	-	0.000	0.192	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(90°) H1	Faja	0.006	-	0.192	0.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(90°) H2	Faja	0.007	-	0.000	0.192	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(90°) H2	Faja	0.006	-	0.192	0.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(180°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N7/N9	V(180°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N7/N9	V(270°) H1	Faja	0.006	-	0.040	0.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(270°) H1	Faja	0.003	-	0.000	0.040	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(270°) H2	Faja	0.006	-	0.040	0.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N7/N9	V(270°) H2	Faja	0.003	-	0.000	0.040	Globales	-0.000	1.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N9/N8	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N8	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N8	V(0°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(0°) H2	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(90°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.460	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(90°) H1	Faja	0.003	-	0.460	0.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(90°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.460	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(90°) H2	Faja	0.003	-	0.460	0.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(180°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N9/N8	V(180°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N9/N8	V(270°) H1	Faja	0.007	-	0.308	0.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(270°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.308	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(270°) H2	Faja	0.007	-	0.308	0.500	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N9/N8	V(270°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.308	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N5/N12	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N12	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N12	V(0°) H1	Uniforme	0.015	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N5/N12	V(0°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N5/N12	V(90°) H1	Faja	0.007	-	0.000	0.192	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(90°) H1	Faja	0.006	-	0.192	0.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(90°) H2	Faja	0.007	-	0.000	0.192	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(90°) H2	Faja	0.006	-	0.192	0.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(180°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(180°) H2	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(270°) H1	Faja	0.006	-	0.040	0.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(270°) H1	Faja	0.003	-	0.000	0.040	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(270°) H2	Faja	0.006	-	0.040	0.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N12	V(270°) H2	Faja	0.003	-	0.000	0.040	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N6	Peso propio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N6	V(0°) H1	Uniforme	0.015	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N12/N6	V(0°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N12/N6	V(90°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.460	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(90°) H1	Faja	0.003	-	0.460	0.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(90°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.460	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(90°) H2	Faja	0.003	-	0.460	0.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(180°) H1	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(180°) H2	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(270°) H1	Faja	0.007	-	0.308	0.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(270°) H1	Faja	0.006	-	0.000	0.308	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(270°) H2	Faja	0.007	-	0.308	0.500	Globales	0.000	-1.000	0.000
N12/N6	V(270°) H2	Faja	0.006	-	0.000	0.308	Globales	0.000	-1.000	0.000
N5/N19	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N17	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N1	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N20	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N20/N18	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N3	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N15	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N13	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N2	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N16	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N14	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N4	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N3	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N3	Peso propio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N3	V(0°) H1	Uniforme	0.011	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N3	V(0°) H2	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N1/N3	V(90°) H1	Faja	0.005	-	0.000	0.192	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(90°) H1	Faja	0.004	-	0.192	0.960	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(90°) H1	Faja	0.002	-	0.960	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(90°) H2	Faja	0.005	-	0.000	0.192	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(90°) H2	Faja	0.004	-	0.192	0.960	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(90°) H2	Faja	0.002	-	0.960	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(180°) H1	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(180°) H2	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(270°) H1	Faja	0.005	-	0.808	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(270°) H1	Faja	0.004	-	0.040	0.808	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(270°) H1	Faja	0.002	-	0.000	0.040	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(270°) H2	Faja	0.005	-	0.808	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(270°) H2	Faja	0.004	-	0.040	0.808	Globales	0.000	-1.000	0.000
N1/N3	V(270°) H2	Faja	0.002	-	0.000	0.040	Globales	0.000	-1.000	0.000
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	V(0°) H1	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(0°) H2	Uniforme	0.002	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(90°) H1	Faja	0.005	-	0.000	0.192	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(90°) H1	Faja	0.004	-	0.192	0.960	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(90°) H1	Faja	0.002	-	0.960	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(90°) H2	Faja	0.005	-	0.000	0.192	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(90°) H2	Faja	0.004	-	0.192	0.960	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(90°) H2	Faja	0.002	-	0.960	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(180°) H1	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N2/N4	V(180°) H2	Uniforme	0.004	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N2/N4	V(270°) H1	Faja	0.005	-	0.808	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(270°) H1	Faja	0.004	-	0.040	0.808	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(270°) H1	Faja	0.002	-	0.000	0.040	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(270°) H2	Faja	0.005	-	0.808	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(270°) H2	Faja	0.004	-	0.040	0.808	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N2/N4	V(270°) H2	Faja	0.002	-	0.000	0.040	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N10/N9	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N9	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N12/N11	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N10	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	V(0°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(0°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H1	Faja	0.011	-	0.000	0.192	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H1	Faja	0.008	-	0.192	0.960	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H1	Faja	0.004	-	0.960	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H2	Faja	0.011	-	0.000	0.192	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H2	Faja	0.008	-	0.192	0.960	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(90°) H2	Faja	0.004	-	0.960	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(180°) H1	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(180°) H2	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N13/N14	V(270°) H1	Faja	0.011	-	0.808	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H1	Faja	0.008	-	0.040	0.808	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H1	Faja	0.004	-	0.000	0.040	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H2	Faja	0.011	-	0.808	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H2	Faja	0.008	-	0.040	0.808	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N13/N14	V(270°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.040	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N13	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N13	Peso propio	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N13	V(0°) H1	Faja	0.011	-	0.000	0.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N17/N13	V(0°) H1	Faja	0.035	-	0.200	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N17/N13	V(0°) H2	Faja	0.011	-	0.000	0.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N17/N13	V(0°) H2	Faja	0.008	-	0.200	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N17/N13	V(90°) H1	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N17/N13	V(90°) H2	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N17/N13	V(180°) H1	Faja	0.011	-	0.760	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N17/N13	V(180°) H1	Faja	0.008	-	0.000	0.760	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N17/N13	V(180°) H2	Faja	0.011	-	0.760	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N17/N13	V(180°) H2	Faja	0.008	-	0.000	0.760	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N17/N13	V(270°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N17/N13	V(270°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N18/N14	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N14	Peso propio	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N14	V(0°) H1	Faja	0.011	-	0.000	0.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N18/N14	V(0°) H1	Faja	0.008	-	0.200	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N18/N14	V(0°) H2	Faja	0.011	-	0.000	0.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N18/N14	V(0°) H2	Faja	0.008	-	0.200	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N18/N14	V(90°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N18/N14	V(90°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N18/N14	V(180°) H1	Faja	0.011	-	0.760	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N18/N14	V(180°) H1	Faja	0.008	-	0.000	0.760	Globales	1.000	0.000	0.000
N18/N14	V(180°) H2	Faja	0.011	-	0.760	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N18/N14	V(180°) H2	Faja	0.008	-	0.000	0.760	Globales	1.000	0.000	0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N18/N14	V(270°) H1	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N18/N14	V(270°) H2	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N17/N18	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	Peso propio	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	V(0°) H1	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N18	V(0°) H2	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N17/N18	V(90°) H1	Faja	0.011	-	0.000	0.192	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(90°) H1	Faja	0.008	-	0.192	0.960	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(90°) H1	Faja	0.004	-	0.960	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(90°) H2	Faja	0.011	-	0.000	0.192	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(90°) H2	Faja	0.008	-	0.192	0.960	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(90°) H2	Faja	0.004	-	0.960	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(180°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(180°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(270°) H1	Faja	0.011	-	0.808	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(270°) H1	Faja	0.008	-	0.040	0.808	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(270°) H1	Faja	0.004	-	0.000	0.040	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(270°) H2	Faja	0.011	-	0.808	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(270°) H2	Faja	0.008	-	0.040	0.808	Globales	0.000	-1.000	0.000
N17/N18	V(270°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.040	Globales	0.000	-1.000	0.000
N15/N16	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	Peso propio	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	V(0°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(0°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(90°) H1	Faja	0.010	-	0.000	0.192	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(90°) H1	Faja	0.008	-	0.192	0.960	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(90°) H1	Faja	0.004	-	0.960	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(90°) H2	Faja	0.010	-	0.000	0.192	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(90°) H2	Faja	0.008	-	0.192	0.960	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(90°) H2	Faja	0.004	-	0.960	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(180°) H1	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N15/N16	V(180°) H2	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N15/N16	V(270°) H1	Faja	0.010	-	0.808	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(270°) H1	Faja	0.008	-	0.040	0.808	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(270°) H1	Faja	0.004	-	0.000	0.040	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(270°) H2	Faja	0.010	-	0.808	1.000	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(270°) H2	Faja	0.008	-	0.040	0.808	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N15/N16	V(270°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.040	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N15	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N15	Peso propio	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N15	V(0°) H1	Faja	0.010	-	0.000	0.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N19/N15	V(0°) H1	Faja	0.035	-	0.200	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N19/N15	V(0°) H2	Faja	0.010	-	0.000	0.200	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N19/N15	V(0°) H2	Faja	0.008	-	0.200	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N19/N15	V(90°) H1	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N19/N15	V(90°) H2	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N19/N15	V(180°) H1	Faja	0.010	-	0.760	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N19/N15	V(180°) H1	Faja	0.008	-	0.000	0.760	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N19/N15	V(180°) H2	Faja	0.010	-	0.760	0.960	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N19/N15	V(180°) H2	Faja	0.008	-	0.000	0.760	Globales	-1.000	-0.000	-0.000
N19/N15	V(270°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N19/N15	V(270°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N20/N16	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N16	Peso propio	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N16	V(0°) H1	Faja	0.010	-	0.000	0.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N16	V(0°) H1	Faja	0.008	-	0.200	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N16	V(0°) H2	Faja	0.010	-	0.000	0.200	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N16	V(0°) H2	Faja	0.008	-	0.200	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N16	V(90°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N20/N16	V(90°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	1.000	0.000	-0.000
N20/N16	V(180°) H1	Faja	0.010	-	0.760	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N16	V(180°) H1	Faja	0.008	-	0.000	0.760	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N16	V(180°) H2	Faja	0.010	-	0.760	0.960	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N16	V(180°) H2	Faja	0.008	-	0.000	0.760	Globales	1.000	0.000	0.000
N20/N16	V(270°) H1	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N20/N16	V(270°) H2	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	-1.000	-0.000	0.000
N19/N20	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N20	Peso propio	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N20	V(0°) H1	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N20	V(0°) H2	Uniforme	0.007	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N19/N20	V(90°) H1	Faja	0.010	-	0.000	0.192	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(90°) H1	Faja	0.008	-	0.192	0.960	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(90°) H1	Faja	0.004	-	0.960	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(90°) H2	Faja	0.010	-	0.000	0.192	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(90°) H2	Faja	0.008	-	0.192	0.960	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(90°) H2	Faja	0.004	-	0.960	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(180°) H1	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(180°) H2	Uniforme	0.005	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(270°) H1	Faja	0.010	-	0.808	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(270°) H1	Faja	0.008	-	0.040	0.808	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(270°) H1	Faja	0.004	-	0.000	0.040	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(270°) H2	Faja	0.010	-	0.808	1.000	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(270°) H2	Faja	0.008	-	0.040	0.808	Globales	0.000	-1.000	0.000
N19/N20	V(270°) H2	Faja	0.004	-	0.000	0.040	Globales	0.000	-1.000	0.000
N21/N5	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N6	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N10	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N11	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N7	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N8	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N12	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N9	Peso propio	Uniforme	0.003	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

10.2 JUSTIFICACIÓN TUBO 180.80.5

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N4/N1171	N4/N1171	RHS 180x80x5.0 (Cold Formed RHS)	2.000	1.00	1.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i>β_{xy}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}</i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}</i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N1171

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	RHS 180x80x5.0, (Cold Formed RHS)	24.34	6.25	14.58	968.83	271.33	703.56
Notación: <i>Ref.</i> : Referencia <i>A</i> : Área de la sección transversal <i>Avy</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' <i>Avz</i> : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' <i>Iyy</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' <i>Izz</i> : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' <i>It</i> : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2. CARGAS

2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeziales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

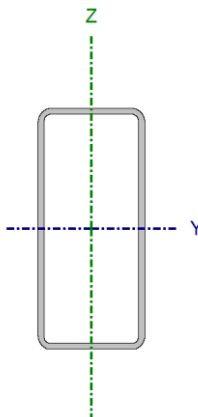
Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N4/N1171	Peso propio	Uniforme	0.019	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N1171	Peso propio	Uniforme	0.150	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N1171	Peso propio	Uniforme	0.349	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N1171	V(0°) H1	Uniforme	0.071	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N4/N1171	V(0°) H1	Uniforme	0.141	-	-	-	Globales	0.000	-0.307	0.952
N4/N1171	V(0°) H1	Uniforme	0.064	-	-	-	Globales	0.000	-0.307	0.952
N4/N1171	V(0°) H2	Uniforme	0.055	-	-	-	Globales	-0.000	0.307	-0.952
N4/N1171	V(0°) H2	Uniforme	0.050	-	-	-	Globales	-0.000	0.307	-0.952
N4/N1171	V(0°) H2	Uniforme	0.071	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N4/N1171	V(90°) H1	Uniforme	0.116	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N4/N1171	V(90°) H1	Uniforme	0.731	-	-	-	Globales	0.000	-0.307	0.952
N4/N1171	V(180°) H1	Uniforme	0.160	-	-	-	Globales	0.000	-0.307	0.952
N4/N1171	V(180°) H1	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N4/N1171	V(180°) H2	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N4/N1171	V(270°) H1	Uniforme	0.048	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N4/N1171	V(270°) H1	Uniforme	0.328	-	-	-	Globales	0.000	-0.307	0.952
N4/N1171	N(EI)	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N1171	N(R) 1	Uniforme	0.102	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N1171	N(R) 1	Uniforme	0.199	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N1171	N(R) 2	Uniforme	0.301	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

3. RESULTADOS

3.1. Barras

3.1.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N4/N1171

Perfil: RHS 180x80x5.0 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm⁴)
	N4	N1171	2.000	24.34	968.83	271.33	703.56
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	2.000	2.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: **0.69** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 24.34 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 143.315 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 511.728 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 143.315 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>968.83</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>271.33</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>703.56</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>0.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>825688</u> kp/cm ²
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>2.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>7.14</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>6.31</u> cm
	i_z : <u>3.34</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$34.00 \leq 472.28 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>170.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>17.00</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>4.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>2803.26</u> kp/cm ²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.026} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.694} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{64.985} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.34} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{1.054} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{64.985} \text{ t}$$

Donde:

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 24.34 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

N_{b,Rd} : 47.495 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 24.34 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{m1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.92

χ_z : 0.73

Siendo:

φ_y : 0.61

φ_z : 0.86

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

α_z : 0.49

λ̄: Esbeltez reducida.

λ̄_y : 0.37

λ̄_z : 0.69

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 143.315 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 511.728 t

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 143.315 t

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.344} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1171, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.112} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1171, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.252} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{3.640} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{136.33} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.248} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1171, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.219} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1171, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)2$.

M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed} : 0.510 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 2.059 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 2

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 77.13 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.043 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.136 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 26.204 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 17.00 cm²

Siendo:

d : Altura del alma.

d : 170.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$34.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 34.00

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.132} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1171, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(R)2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.495 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{C,Rd}$ viene dado por:

$V_{C,Rd}$: 11.316 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 7.34 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 24.34 cm²

d: Altura del alma.

d : 170.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$16.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 16.00

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$1.034 \text{ t} \leq 13.102 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.200 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.034 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 26.204 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.737 \text{ t} \leq 5.658 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.200 m del nudo N4, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.737 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 11.316 \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.452 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.412 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.324 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1171, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 0.784 \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : 1.215 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : 0.219 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : 64.985 \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 3.640 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 2.059 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : 24.34 \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{136.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{77.13} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.92}$$

$$\chi_z : \underline{0.73}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.37}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.69}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.200 m del nudo N4, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$0.737 \text{ t} \leq 5.658 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{0.737} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{11.316} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

11.FICHAS TORNILLOS HILTI

11.1 PERNO ROSCADO S-BT-MF M10/15 AN 6





S-BT

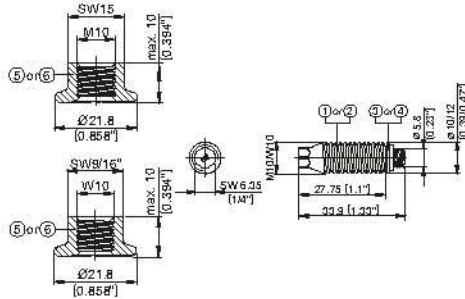
S-BT Screw-in stainless steel and carbon steel threaded stud

Product data

Dimensions

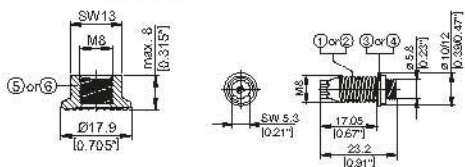
S-BT-MR M10/15 SN 6 S-BT-MF M10/15 AN 6
S-BT-MR M10/15 SN 6 AL**) S-BT-MF W10/15 AN 6
S-BT-MR W10/15 SN 6
S-BT-MR W10/15 SN 6 AL**)

S-BT-MR M10/15 SN 5****)
S-BT-MR W10/15 SN 5****)



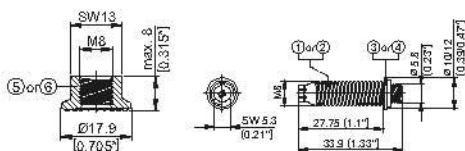
S-BT-MR M8/7 SN 6 S-BT-MF M8/7 AN 6
S-BT-MR M8/7 SN 6 AL**) S-BT-GF M8/7 AN 6*)
S-BT-GR M8/7 SN 6*)
S-BT-GR M8/7 SN 6 AL**)*)

S-BT-MR M8/7 SN 5****)
S-BT-GR M8/7 SN 5****)



S-BT-MR M8/15 SN 6 S-BT-MF M8/15 AN 6
S-BT-MR M8/15 SN 6 AL**)*)

S-BT-MR M8/15 SN 5****)



General information

Material specifications

- ① Threaded shank: Stainless steel (S-BT-_R)
"S 31603 (1.4462)"
zinc-coated
 - ② Threaded shank: Carbon steel (S-BT-_F)
"1038 / duplex-coated"
 - ③ SN12-R washers: Stainless steel (S-BT-_R)
"S 31635 (1.4404)"
 - ④ AN10-F washers: Aluminum (S-BT-_F)
 - ⑤ Serrated flange nut*): Stainless steel (S-BT-MR)
grade A4 - 70/80
 - ⑥ Serrated flange nut*): Carbon steel (S-BT-MF)
HDG, grade 8
- Sealing ring of
sealing washers: Chloroprene rubber CR
3.1107, black
resistant to UV, salt water,
water, ozone, oils, etc.

Drilling tool, setting tool, accessories and inserts

Refer to section "Fastener selection and system
recommendation" for more details.

Reports and type approvals

ICC-ES ESR-4185, ABS: 16-HS1550085-PDA, DNV-
GL: TAS00000N6, LR: 16/00063, BV: 45116/ABV,
Russian Maritime Register of Shipping: 16.40059.250



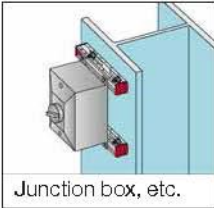
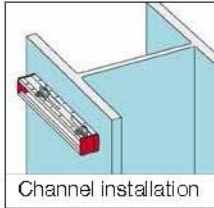

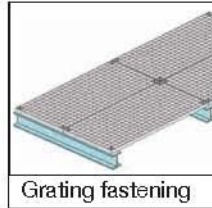
- *) S-BT-GR and S-BT-GF for grating fastening:
package does not include serrated flange nuts
**) for use in aluminum base material
***) this items are not available at the moment



Applications

Examples

Multipurpose Fastening			Grating with X-FCM and X-FCS-R *)
S-BT-MR _____			S-BT-GR _____
S-BT-MF _____			S-BT-GF _____

			
Junction box, etc.	Channel installation	Signage	Grating fastening

*) Load data, application requirements, corrosion information, fastener selection, system recommendation, material specification and coating refer to section X-FCM Grating Fastening System on X-FCS-R Grating Fastening System in the Direct Fastening Technology Manual.

Load data

Recommended loads

	S-BT- 6			S-BT- 5 *)			
Drill hole type and base material thickness	Pilot hole, $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$ [0.24"] Drill through hole, 5 mm [0.20"] $\leq t_{II} < 6 \text{ mm}$ [0.24"]			Drill through hole, 3 mm [0.12"] $\leq t_{II} < 5 \text{ mm}$ [0.20"]			
Base material	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50	Aluminum $f_u \geq 270$ MPa	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50
Tension, N_{rec} [kN/lb]	1.8 / 405	2.3 / 520	1.0 / 225	1.0 / 225	1.3 / 290	1.0 / 225	1.3 / 290
Shear, V_{rec} [kN/lb]	2.6 / 585	3.2 / 720	1.5 / 340	1.5 / 340	1.9 / 430	1.5 / 340	1.9 / 430
Moment, M_{rec} [Nm/lbft]	7.0 / 5.2	7.0 / 5.2	4.8 / 3.5	7.0 / 5.2	7.0 / 5.2	6.2 / 4.6	6.2 / 4.6

Design resistance

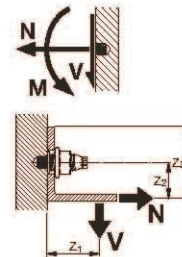
	S-BT- 6			S-BT- 5 *)			
Drill hole type and base material thickness	Pilot hole, $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$ [0.24"] Drill through hole, 5 mm [0.20"] $\leq t_{II} < 6 \text{ mm}$ [0.24"]			Drill through hole, 3 mm [0.12"] $\leq t_{II} < 5 \text{ mm}$ [0.20"]			
Base material	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50	Aluminum $f_u \geq 270$ MPa	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50
Tension, N_{Rd} [kN/lb]	2.5 / 560	3.2 / 720	1.4 / 315	1.4 / 315	1.8 / 405	1.4 / 315	1.8 / 405
Shear, V_{Rd} [kN/lb]	3.6 / 810	4.5 / 1010	2.1 / 470	2.1 / 470	2.7 / 610	2.1 / 470	2.7 / 610
Moment, M_{Rd} [Nm/lbft]	9.8 / 7.2	9.8 / 7.2	6.7 / 4.9	9.8 / 7.2	9.8 / 7.2	8.7 / 6.4	8.7 / 6.4

*) this items are not available at the moment



Conditions for recommended loads:

- Use S-BT-MR and S-BT-MF (multipurpose fastening) only with the supplied Hilti serrated flange nuts M8, M10, W10 (⊗ or ⊗ as per according to General Information – Material specifications)
- Global factor of safety Ω for static pull-out and static shear ≥ 3 (based on 5% fracture ultimate test value)
- Minimum edge distance = 6 mm [0.24"], spacing ≥ 18 mm [0.709"]
- Effect of base metal vibration and stress (e.g. areas with tensile stress) considered.
- Redundancy (multiple fastening) must be provided.
- If eccentric loading exists (e.g. use of an angle clip), moments caused by off-center loading must be considered.



Recommended interaction formula for combined loading – steel and aluminum base material

$$\mathbf{V-N \text{ (shear and tension)}} \quad \frac{V}{V_{rec}} + \frac{N}{N_{rec}} \leq 1.2 \text{ with } \frac{V}{V_{rec}} \leq 1.0 \text{ and } \frac{N}{N_{rec}} \leq 1.0$$

$$\mathbf{V-M \text{ (shear and bending)}} \quad \frac{V}{V_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.2 \text{ with } \frac{V}{V_{rec}} \leq 1.0 \text{ and } \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

$$\mathbf{N-M \text{ (tension and bending)}} \quad \frac{N}{N_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

$$\mathbf{V-N-M \text{ (shear, tension and bending)}} \quad \frac{V}{V_{rec}} + \frac{N}{N_{rec}} + \frac{M}{M_{rec}} \leq 1.0$$

Cyclic loading:

S-BT threaded studs are only to be used for fastenings subject to static or quasi-static loading. Inquire at Hilti for test data if cyclic loading has to be considered in the design.

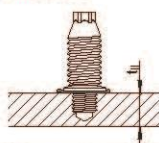


Application Requirements

Base material thickness t_{II} and type of bore hole

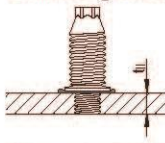
S-BT-MR M8/7 SN 6	S-BT-MR M8/15 SN 6	S-BT-MR M10/15 SN 6	S-BT-MR M8/7 SN 5 **)
S-BT-MR M8/7 SN 6 AL*)	S-BT-MR M8/15 SN 6 AL*)	S-BT-MR M10/15 SN 6 AL*)	S-BT-MR M8/15 SN 5 **)
S-BT-MF M8/7 AN 6	S-BT-MF M8/15 AN 6	S-BT-MF M10/15 AN 6	S-BT-MR M8/7 SN 5 **)
S-BT-MR M8/7 SN 6		S-BT-MR M10/15 SN 6	S-BT-MR M8/7 SN 5 **)
S-BT-MR M8/7 SN 6 AL*)		S-BT-MR W10/15 SN 6	S-BT-MR M10/15 SN 5 **)
S-BT-MR M8/7 SN 6 AL*)		S-BT-MR W10/15 SN 6 AL*)	S-BT-MR W10/15 SN 5 **)
S-BT-MR M8/7 SN 6 AL*)		S-BT-MF W10/15 AN 6	

Pilot hole



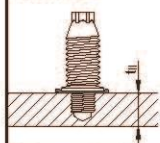
Base material thickness
steel and aluminum:
 $t_{II} \geq 6 \text{ mm}$

Drill through hole



Base material thickness
steel: $3 \text{ mm} \leq t_{II} < 6 \text{ mm}$
aluminum: $5 \text{ mm} \leq t_{II} < 6 \text{ mm}$

Pilot hole



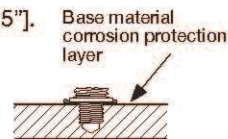
Base material
thickness steel:
 $5 \text{ mm} \leq t_{II} < 6 \text{ mm}$

*) for use in aluminum base material

**) this items are not available at the moment

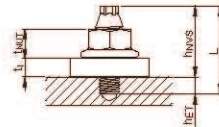
Thickness of base material corrosion protection layer $\leq 0.8 \text{ mm}$ [0.0315"].

For thicker coatings, please contact Hilti.



Thickness of fastened material t_I

S-BT-____/7____ 1.6 mm [0.063"] $\leq t_I \leq 7.0 \text{ mm}$ [0.28"]
S-BT-____/15____ 1.6 mm [0.063"] $\leq t_I \leq 15.0 \text{ mm}$ [0.59"]

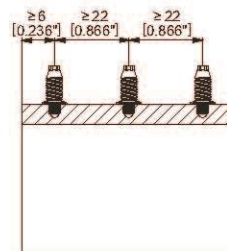
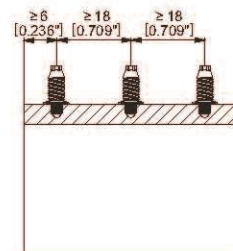
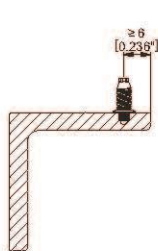


Spacing & edge distances

Edge distance: $\geq 6 \text{ mm}$ [0.24"]

Spacing: $\geq 18 \text{ mm}$ [0.709"] for all S-BT M8

$\geq 22 \text{ mm}$ [0.866"] for all S-BT M10 and S-BT W10





Corrosion information

The S-BT stainless steel fasteners are made from the duplex stainless steel type 1.4462, which is equivalent to AISI 316 (A4) steel grade. This grade of stainless steel is classified in the corrosion resistance class IV according to DIN EN 1993-1-4:2015, which makes the material suitable for aggressive environments like in coastal and offshore applications.

The microstructures of duplex stainless steels consist of a mixture of austenite and ferrite phases. Compared to the austenitic stainless steel grades, duplex stainless steels are magnetic. The surface of the S-BT stainless steel fasteners is zinc-coated (anti-friction coating) in order to reduce the thread forming torque when the stud is screwed in into the base material.

The coating of the carbon steel S-BT fasteners consists of an electroplated Zn-alloy for cathodic protection and a top coat for chemical resistance (Duplex-coating). The thickness of the coating is 35 µm. The use of this coating is limited to the corrosion category C1, C2 and C3 according to the standard EN ISO 9223. For higher corrosion categories stainless steel fasteners should be used.

In case of a **drill through hole or a pilot hole in thin base material**, rework of the coating on the back side of the plate/profile may be needed.

	S-BT-_____AN 6		S-BT-_____SN 6		S-BT-_____SN 5 ⁴⁾	
Corrosivity category C	C3 medium corrosive		C5 very high corrosive		C5 very high corrosive	
Drill hole type and base material thickness t_{II} ¹⁾	Topside protection	Backside protection	Topside protection	Backside protection	Topside protection	Backside protection
Drill through hole $3 \text{ mm } [0.12"] \leq t_{II} < 6 \text{ mm } [0.24"]$	✓	x ²⁾	✓	x ²⁾	n.a.	n.a.
Pilot hole $5 \text{ mm } [0.20"] \leq t_{II} < 6 \text{ mm } [0.24"]$	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	✓	✓ ³⁾
Pilot hole $6 \text{ mm } [0.24"] \leq t_{II} < 7 \text{ mm } [0.28"]$	✓	✓	✓	✓ ³⁾	✓	✓
Pilot hole $t_{II} \geq 7 \text{ mm } [0.28"]$	✓	✓	✓	✓	✓	✓

¹⁾ Real base material thickness, not nominal material thickness or material thickness with coating.

²⁾ Damage of the coating on the back side of the plate/profile require a rework of the coating.

³⁾ Damage of the coating on the back side of the plate / profile require a rework of the coating, if the drilling tools SF BT 22-A or SF BT 18-A were used for drilling the bore hole. If the tool SBT 4-A22 was used for drilling the bore hole, no damage of the coating on the back side of the plate / profile will occur.

⁴⁾ This items are not available at the moment.



S-BT

Application limit

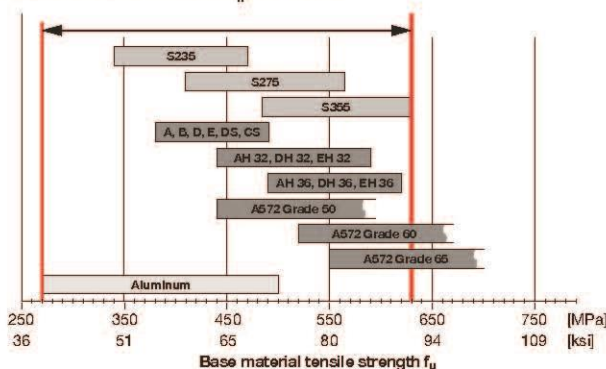
The base material is limited to steel grade with a maximum tensile strength $f_u = 630 \text{ MPa}$ [91 ksi].

The minimum tensile strength of steel is $f_u \geq 340 \text{ MPa}$ [49 ksi].

The minimum tensile strength of aluminum is $f_u \geq 270 \text{ MPa}$ [39 ksi].

Minimum thickness of base material t_{II} : refer to section "Application Requirements".

Maximum thickness of base material t_{II} : no limits.



Fastener selection and system recommendation

Fastener	Drilling tool	Setting tool	Drill bit	Depth gauge
S-BT-MR M8/7 SN 5 *)	SBT 4-A22, SF BT 18-A or SF BT 22-A	SBT 4-A22, SFC 18-A or SFC 22-A	TS-BT 4.3-74 S *)	S-DG BT M8/7 Short 5 *)
S-BT-MR M8/15 SN 5 *)				S-DG BT M8/15 Long 5 *)
S-BT-MR M8/7 SN 5 *)				S-DG BT M8/7 Short 5 *)
S-BT-MR M8/7 SN 6			TS-BT 5.5-74 S	S-DG BT M8/7 Short 6
S-BT-MR M8/7 SN 6 AL			TS-BT 5.5-74 AL	
S-BT-MR M8/15 SN 6			TS-BT 5.5-74 S	S-DG BT M8/15 Long 6
S-BT-MR M8/15 SN 6 AL			TS-BT 5.5-74 AL	
S-BT-MR M8/7 SN 6			TS-BT 5.5-74 S	S-DG BT M8/7 Short 6
S-BT-MR M8/7 SN 6 AL			TS-BT 5.5-74 AL	
S-BT-MR M10/15 SN 5 *)			TS-BT 4.3-74 S *)	S-DG BT M10-W10/15 Long 5 *)
S-BT-MR W10/15 SN 5 *)			TS-BT 4.3-74 S *)	
S-BT-MR M10/15 SN 6			TS-BT 5.5-74 S	
S-BT-MR M10/15 SN 6 AL			TS-BT 5.5-74 AL	
S-BT-MR W10/15 SN 6			TS-BT 5.5-74 S	
S-BT-MR W10/15 SN 6 AL			TS-BT 5.5-74 AL	
S-BT-GF M8/7 AN 6			TS-BT 5.5-74 S	S-DG BT M8/7 Short 6
S-BT-MF M8/7 AN 6				S-DG BT M8/15 Long 6
S-BT-MF M8/15 AN 6				
S-BT-MF M10/15 AN 6				S-DG BT M10-W10/15 Long 6
S-BT-MF W10/15 AN 6				

*) this items are not available at the moment



Fastener quality assurance

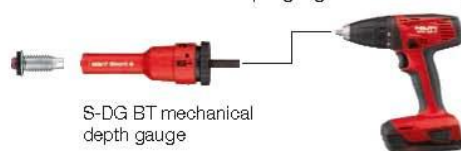
In order to ensure the exact screw-in depth and a proper compressed sealing washer, the S-BT studs have to be installed with the appropriate depth gauge. With this tool the screw-in depth can be adjusted in a range of 0 - 1.5 mm (3 steps, 0.5mm per step).

The S-CC BT calibration card is needed to check the initial stand-off of the S-BT stud and to adjust/calibrate the S-DG depth gauge. After finding the right adjustment level for the S-DG depth gauge, the gauge can be adjusted and the studs can be installed without additional check of the S-DG depth gauge.

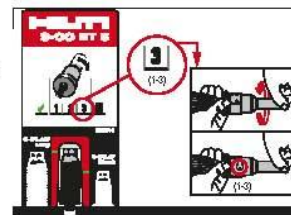
The depth gauge has to be re-adjusted (calibrated) at following times:

- Start of the installation process
- Change of the working position (upwards, downwards, horizontal) and base material (thickness, strength, type)
- Installer change
- After each packaging respectively after the installation of 100 S-BT studs

The lifetime of the S-DG BT depth gauge is ≥ 1000 settings.



S-DG BT mechanical depth gauge



Design and functionality of the mechanical calibration card S-CC BT

Fastening inspection

The installer is responsible for the correct setting of the S-BT studs.

For the periodical verification of the correct stud stand-off the S-CG BT check gauge can be used.

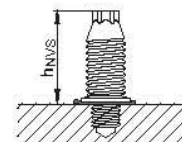
Verify stud stand-off h_{NVS} with check gauge S-CG BT

S-BT-___/7___6 $h_{NVS} = 18.6 \text{ mm to } 19.1 \text{ mm [0.732" to 0.752"]}$

S-BT-___/15___6 $h_{NVS} = 29.3 \text{ mm to } 29.8 \text{ mm [1.153" to 1.173"]}$

S-BT-___/7___5*) $h_{NVS} = 19.6 \text{ mm to } 20.1 \text{ mm [0.772" to 0.791"]}$

S-BT-___/15___5*) $h_{NVS} = 30.3 \text{ mm to } 30.8 \text{ mm [1.193" to 1.213"]}$



*) this items are not available at the moment

Designation	Product name	Comment
S-DG BT M8/7 Short 6	Depth gauge	for exact setting of S-BT M8/7 _N 6
S-DG BT M8/15 Long 6	Depth gauge	for exact setting of S-BT M8/15 _N 6
S-DG BT M10-W10/15 Long 6	Depth gauge	for exact setting of S-BT M10/W10 _N 6
S-CC BT 6	Calibration card	for calibration of the depth gauge (short/long studs)
S-CG BT /7 Short 6	Check gauge	for verification of the stand-off for short studs (7 mm)
S-CG BT /15 Long 6	Check gauge	for verification of the stand-off for long studs (15 mm)



Installation

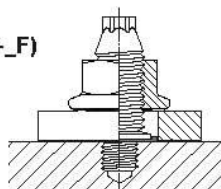
S-BT fasteners made of stainless steel with washer- ϕ 12mm (S-BT_R)

Fastened material hole $\phi \geq 13$ mm [0.51"]

S-BT fasteners made of carbon steel with washer- ϕ 10mm (S-BT_F)

Fastened material hole $\phi \geq 11$ mm [0.43"]

Important: for group fastenings subjected to shear loading the fastened material hole diameter should not exceed 14 mm [0.55"] (S-BT_R) and 12 mm [0.47"] (S-BT_F) respectively.

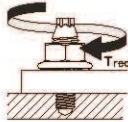


Installation

1 Mark location for each fastening	2 Pre-drill with TS-BT stepped drill bit	3 Screw-in S-BT studs into drilled hole	4 Fasten channel on base material	5 Fasten accessory on channel														
	<p>Usage of SBT 4-A22, SFC 18-A or SFC 22-A. Pre-drill until the shoulder grinds a shiny ring to assure proper drilling depth.</p> <p>Before fastener installation: The drilled hole and the area around the drilled hole must be clear of liquids and debris.</p>	<p>Usage of SBT 4-A22, SFC 18-A or SFC 22-A in combination with the calibrated depth gauge S-DG BT.</p> <p>Verify stud stand-off h_{NWS} with check gauge S-CG BT.</p> <p>Sealing washer must be properly compressed!</p>	<p>Position channel on S-BT studs and hold in place. Tighten the nuts with the suited tightening torque T_{rec}.</p> <p>T_{rec} ref. to table below. Tighten the nuts using:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SBT 4-A22, SFC 18-A / 22-A with socket S-NS • Torque tool X-BT 1/4" (8 Nm) or S-BT 1/4" (5 Nm) • Torque wrench <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Hilti screw-driver:</th> <th colspan="2">T_{rec}</th> </tr> <tr> <th>5 Nm</th> <th>8 Nm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SBT 4-A22</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>SFC 18-A</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>SFC 22-A</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Torque setting:</p>	Hilti screw-driver:	T_{rec}		5 Nm	8 Nm	SBT 4-A22	4	5	SFC 18-A	4	5	SFC 22-A	4	5	<p>Tighten the bolts with the suited tightening torque T_{rec} (see IFU of the Hilti wing nuts).</p>
Hilti screw-driver:	T_{rec}																	
	5 Nm	8 Nm																
SBT 4-A22	4	5																
SFC 18-A	4	5																
SFC 22-A	4	5																
<p>Important: These are abbreviated instructions which may vary by application. ALWAYS review / follow the instructions for use (IFU) accompanying the product. In case of a drill through hole, rework of the coating on the back side of the plate / profile may be needed.</p>																		



Tightening torque serrated flange nut



	S-BT- 6			S-BT- 5 *)			
Drill hole type and base material thickness	Pilot hole, $t_{H1} \geq 6 \text{ mm}$ [0.24"] Drill through hole, 5 mm [0.20"] $\leq t_{H1} < 6 \text{ mm}$ [0.24"]			Drill through hole, 3 mm [0.12"] $\leq t_{H1} < 5 \text{ mm}$ [0.20"]			
Base material	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50	Aluminum $f_u \geq 270 \text{ MPa}$	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50	Steel S235 A36	Steel S355 Grade 50
Tightening torque serrated flange nut T_{rec} [Nm/lbf·ft]	8 / 5.9	8 / 5.9	5 / 3.6	5 / 3.6	5 / 3.6	5 / 3.6	5 / 3.6

Important: The tightening torque (T_{rec}) for the serrated flange nut is dependent on the stud type, the base material type and thickness, and the drill hole type. Exceeding the tightening torque (T_{rec}) leads to damage of the S-BT stud's anchorage with negative impact on the load values and the sealing function.

*) this items are not available at the moment







Fastener program

Designation	Item no.	Product name	Comment	Application
S-BT-GF M8/7 AN 6	2140527	Threaded stud	use with X-FCM grating disc	Grating
S-BT-MF M8/7 AN 6	2139174	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MF M8/15 AN 6	2148618	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MF M10/15 AN 6	2140528	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MF W10/15 AN 6	2139173	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-GR M8/7 SN 5 *)	2149240	Threaded stud	use with X-FCM grating disc	Grating
S-BT-GR M8/7 SN 6	2140529	Threaded stud	use with X-FCM grating disc	Grating
S-BT-GR M8/7 SN 6 AL	2140742	Threaded stud	use with X-FCM grating disc	Grating
S-BT-MR M8/7 SN 5 *)	2139171	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR M8/7 SN 6	2139172	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR M8/7 SN 6 AL	2140743	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR M8/15 SN 5 *)	2148622	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR M8/15 SN 6	2148612	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR M8/15 SN 6 AL	2148614	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR M10/15 SN 5 *)	2148623	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR M10/15 SN 6	2140740	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR M10/15 SN 6 AL	2140744	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR W10/15 SN 5 *)	2148624	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR W10/15 SN 6	2140741	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
S-BT-MR W10/15 SN 6 AL	2140745	Threaded stud	package includes serrated flange nut	Multipurpose
TS-BT 5.5-74 S	2143137	Stepped drill bit	for base material steel	
TS-BT 5.5-74 AL	2143138	Stepped drill bit	for base material aluminum	
TS-BT 4.3-74 S *)	2143139	Stepped drill bit	for base material steel	
S-DG BT M8/7 Short 6	2143260	Depth gauge	for exact setting of the S-BT	
S-DG BT M10-W10/15 Long 6	2143261	Depth gauge	for exact setting of the S-BT	
S-DG BT M8/15 Long 6	2148575	Depth gauge	for exact setting of the S-BT	
S-DG BT M8/7 Short 5 *)	2149241	Depth gauge	for exact setting of the S-BT	
S-DG BT M10-W10/15 Long 5 *)	2149242	Depth gauge	for exact setting of the S-BT	
S-DG BT M8/15 Long 5 *)	2149243	Depth gauge	for exact setting of the S-BT	
S-CC BT 6	2143270	Calibration card	for calibration of the depth gauge	
S-BT 1/4" - 5 Nm	2143271	Torque tool	manual torque tool (5 Nm)	
X-BT 1/4" - 8 Nm	2119272	Torque tool	manual torque tool (8 Nm)	
S-NS 13 C 95/3 3/4"	2149244	Nut setter	for serrated flange nut M8	
S-NS 15 C 95/3 3/4"	2149245	Nut setter	for serrated flange nut M10	
S-NS 9/16" C 95/3 3/4"	2149246	Nut setter	for serrated flange nut W10	

*) this items are not available at the moment

11.2 TORNILLO AUTOROSCANTE S-MP54S 6,3X63

 <p>Deutsches Institut für Bautechnik</p> <p>DIBt</p> <p>Approval body for construction products and types of construction</p> <p>Bautechnisches Prüfamt</p> <p>An institution established by the Federal and Laender Governments</p>	 <p>Member of ETA www.eta.eu</p>
 <p>Designated according to Article 29 of Regula- tion (EU) No 305/2011 and member of EOTA (European Organi- sation for Technical Assessment)</p>	
	
European Technical Assessment	ETA-10/0182 of 6 April 2018
English translation prepared by DIBt - Original version in German language	
General Part	
Technical Assessment Body issuing the European Technical Assessment:	Deutsches Institut für Bautechnik
Trade name of the construction product	Hilti S-MD; Hilti S-MP; Hilti S-MS
Product family to which the construction product belongs	Fastening screws for metal members and sheeting
Manufacturer	Hilti AG Feldkircherstraße 100 9494 Schaan FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN
Manufacturing plant	Hilti AG, Plant 2855 Hilti AG, Plant 4330 Hilti AG, Plant 6522 Hilti AG, Plant 7855
This European Technical Assessment contains	100 pages including 88 annexes which form an integral part of this assessment
This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of	EAD 330046-01-0602

Deutsches Institut für Bautechnik

Kolonnenstraße 30 B | 10829 Berlin | GERMANY | Phone: +49 30 78730-0 | Fax: +49 30 78730-320 | Email: dibt@dibt.de | www.dibt.de

Z52929.17

8.06.02-26/15

The European Technical Assessment is issued by the Technical Assessment Body in its official language. Translations of this European Technical Assessment in other languages shall fully correspond to the original issued document and shall be identified as such.

Communication of this European Technical Assessment, including transmission by electronic means, shall be in full. However, partial reproduction may only be made with the written consent of the issuing Technical Assessment Body. Any partial reproduction shall be identified as such.

This European Technical Assessment may be withdrawn by the issuing Technical Assessment Body, in particular pursuant to information by the Commission in accordance with Article 25(3) of Regulation (EU) No 305/2011.

Specific part

1 Technical description of the product

The fastening screws are self-drilling, self-piercing or self-tapping screws made of austenitic stainless steel or carbon steel with anticorrosion coating (listed in Table 1). The fastening screws are normally completed with sealing washers consisting of metal washer and EPDM-seal.

Table 1 – Fastening screws of the corresponding ETA and their field of application

Annex	Product	Component I	Component II	Description
6	Hilti S-MD 01 Z 4,2 x L Hilti S-MD 01 C 4,2 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
7	Hilti S-MD 51 Z 4,2 x L Hilti S-MD 51 C 4,2 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
8	Hilti S-MD 01 Z 4,8 x L Hilti S-MD 01 C 4,8 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
9	Hilti S-MD 01 LZ 4,8 x L Hilti S-MD 01 LC 4,8 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
10	Hilti S-MD 51 Z 4,8 x L Hilti S-MD 51 C 4,8 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
11	Hilti S-MD 01 Z 5,5 x L Hilti S-MD 01 C 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
12	Hilti S-MD 51 Z 5,5 x L Hilti S-MD 51 C 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
13	Hilti S-MD 01 Z 6,3 x L Hilti S-MD 01 C 6,3 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
14	Hilti S-MD 51 Z 6,3 x L Hilti S-MD 51 C 6,3 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
15	Hilti S-MD 01 S 4,8 x L Hilti S-MD 01 SS 4,8 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head
16	Hilti S-MD 51 S 4,8 x L Hilti S-MD 51 SS 4,8 x L Hilti S-MD 61 S 4,8 x L Hilti S-MD 61 SS 4,8 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm and Ø19 mm

Table 1 – continued

Annex	Product	Component I	Component II	Description
17	Hilti S-MD 01 S 5,5 x L Hilti S-MD 01 SS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head
18	Hilti S-MD 51 S 5,5 x L Hilti S-MD 51 SS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
19	Hilti S-MD 51 S 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 51 SS 5,5 x L - 390	Steel ≥ S320GD	Steel ≥ S320GD ≥ S275	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
20	Hilti S-MD 51 S 5,5 x L Hilti S-MD 51 SS 5,5 x L Hilti S-MD 61 S 5,5 x L Hilti S-MD 61 SS 5,5 x L Hilti S-MD 71 S 5,5 x L Hilti S-MD 71 SS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Steel ≥ S280GD Structural timber	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
21	Hilti S-MD 01 LS 5,5 x L Hilti S-MD 01 LSS 5,5 x L	Steel ≥ S320GD	Steel ≥ S320GD ≥ S275	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head
22	Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
23	Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L - 390	Steel ≥ S320GD	Steel ≥ S320GD ≥ S275	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
24	Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
25	Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L - 390	Steel ≥ S320GD	Steel ≥ S320GD ≥ S275	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm

Table 1 – continued

Annex	Product	Component I	Component II	Description
26	Hilti S-MD 41 LS 5,5 x L Hilti S-MD 41 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm, Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
27	Hilti S-MD 41 LS 5,5 x L Hilti S-MD 41 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm, Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
28	Hilti S-MD 41 LS 5,5 x L Hilti S-MD 41 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm, Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
29	Hilti S-MD 03 Z 4,8 x L Hilti S-MD 03 C 4,8 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
30	Hilti S-MD 53 Z 4,8 x L Hilti S-MD 53 C 4,8 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
31	Hilti S-MD 03 Z 5,5 x L Hilti S-MD 03 C 5,5 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
32	Hilti S-MD 23 Z 5,5 x L Hilti S-MD 23 C 5,5 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and pressed on flange
33	Hilti S-MD 53 Z 5,5 x L Hilti S-MD 53 C 5,5 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
34	Hilti S-MD 03 Z 6,3 x L Hilti S-MD 03 C 6,3 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
35	Hilti S-MD 23 Z 6,3 x L Hilti S-MD 23 C 6,3 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and pressed on flange

Table 1 – continued

Annex	Product	Component I	Component II	Description
36	Hilti S-MD 53 Z 6,3 x L Hilti S-MD 53 C 6,3 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
37	Hilti S-MD 05 Z 5,5 x L Hilti S-MD 05 C 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
38	Hilti S-MD 55 Z 5,5 x L Hilti S-MD 55 C 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
39	Hilti S-MD 05 GZ 5,5 x L Hilti S-MD 05 GC 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
40	Hilti S-MD 55 GZ 5,5 x L Hilti S-MD 55 GC 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
41	Hilti S-MD 03 S 5,5 x L Hilti S-MD 03 SS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head
42	Hilti S-MD 53 S 5,5 x L Hilti S-MD 53 SS 5,5 x L Hilti S-MD 63 S 5,5 x L Hilti S-MD 63 SS 5,5 x L Hilti S-MD 73 S 5,5 x L Hilti S-MD 73 SS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
43	Hilti S-MD 53 S 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 53 SS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 63 S 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 63 SS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 73 S 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 73 SS 5,5 x L - 390	Steel ≥ S320GD	Steel ≥ S320GD ≥ S275	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
44	Hilti S-MD 43 S 5,5 x L Hilti S-MD 43 SS 5,5 x L Hilti S-MD 53 S 5,5 x L Hilti S-MD 53 SS 5,5 x L Hilti S-MD 63 S 5,5 x L Hilti S-MD 63 SS 5,5 x L Hilti S-MD 73 S 5,5 x L Hilti S-MD 73 SS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$ Steel ≥ S280GD	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm, Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
45	Hilti S-MD 43 S 5,5 x L Hilti S-MD 43 SS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm
46	Hilti S-MD 43 S 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 43 SS 5,5 x L - 390	Steel ≥ S320GD	Steel ≥ S320GD ≥ S275	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm

Table 1 – continued

Annex	Product	Component I	Component II	Description
47	Hilti S-MD 03 S 6,3 x L Hilti S-MD 03 SS 6,3 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head
48	Hilti S-MD 53 S 6,3 x L Hilti S-MD 53 SS 6,3 x L Hilti S-MD 63 S 6,3 x L Hilti S-MD 63 SS 6,3 x L Hilti S-MD 73 S 6,3 x L Hilti S-MD 73 SS 6,3 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
49	Hilti S-MD 53 S 6,3 x L - 390 Hilti S-MD 53 SS 6,3 x L - 390 Hilti S-MD 63 S 6,3 x L - 390 Hilti S-MD 63 SS 6,3 x L - 390 Hilti S-MD 73 S 6,3 x L - 390 Hilti S-MD 73 SS 6,3 x L - 390	Steel ≥ S320GD	Steel ≥ S320GD ≥ S275	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
50	Hilti S-MD 05 S 5,5 x L Hilti S-MD 05 SS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head
51	Hilti S-MD 55 S 5,5 x L Hilti S-MD 55 SS 5,5 x L Hilti S-MD 65 S 5,5 x L Hilti S-MD 65 SS 5,5 x L Hilti S-MD 75 S 5,5 x L Hilti S-MD 75 SS 5,5 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD ≥ S235	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
52	Hilti S-MD 55 S 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 55 SS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 65 S 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 65 SS 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 75 S 5,5 x L - 390 Hilti S-MD 75 SS 5,5 x L - 390	Steel ≥ S320GD	Steel ≥ S320GD ≥ S275	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
53	Hilti S-MS 01 Z 4,8 x L Hilti S-MS 01 C 4,8 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD	Self-piercing screw, Carbon steel, with hexagon head
54	Hilti S-MS 41 Z 4,8 x L Hilti S-MS 41 C 4,8 x L Hilti S-MS 51 Z 4,8 x L Hilti S-MS 51 C 4,8 x L	Steel ≥ S280GD	Steel ≥ S280GD	Self-piercing screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm
55	Hilti S-MS 41 Z 4,8 x L Hilti S-MS 41 C 4,8 x L Hilti S-MS 51 Z 4,8 x L Hilti S-MS 51 C 4,8 x L	Aluminium alloy R _m ≥ 215 N/mm ²	Aluminium alloy R _m ≥ 215 N/mm ²	Self-piercing screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm
56	Hilti S-MS 41 Z 4,8 x L Hilti S-MS 41 C 4,8 x L Hilti S-MS 51 Z 4,8 x L Hilti S-MS 51 C 4,8 x L	Aluminium alloy R _m ≥ 165 N/mm ²	Aluminium alloy R _m ≥ 165 N/mm ²	Self-piercing screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm
57	Hilti S-MS 41 Z 4,8 x L Hilti S-MS 41 C 4,8 x L Hilti S-MS 51 Z 4,8 x L Hilti S-MS 51 C 4,8 x L	Aluminium alloy R _m ≥ 215 N/mm ²	Steel ≥ S280GD	Self-piercing screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm

Table 1 – continued

Annex	Product	Component I	Component II	Description
58	Hilti S-MS 41 Z 4,8 x L Hilti S-MS 41 C 4,8 x L Hilti S-MS 51 Z 4,8 x L Hilti S-MS 51 C 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq \text{S280GD}$	Self-piercing screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm
59	Hilti S-MS 01 S 4,8 x L Hilti S-MS 01 SS 4,8 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head
60	Hilti S-MS 01 S 4,8 x L Hilti S-MS 01 SS 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head
61	Hilti S-MS 01 S 4,8 x L Hilti S-MS 01 SS 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head
62	Hilti S-MS 01 S 4,8 x L Hilti S-MS 01 SS 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq \text{S280GD}$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head
63	Hilti S-MS 01 S 4,8 x L Hilti S-MS 01 SS 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq \text{S280GD}$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head
64	Hilti S-MS 41 S 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS 4,8 x L Hilti S-MS 41 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 S 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS 4,8 x L Hilti S-MS 51 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS-A 4,8 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm
65	Hilti S-MS 41 S 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS 4,8 x L Hilti S-MS 41 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 S 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS 4,8 x L Hilti S-MS 51 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS-A 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm
66	Hilti S-MS 41 S 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS 4,8 x L Hilti S-MS 41 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 S 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS 4,8 x L Hilti S-MS 51 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS-A 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm
67	Hilti S-MS 41 S 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS 4,8 x L Hilti S-MS 41 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 S 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS 4,8 x L Hilti S-MS 51 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS-A 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq \text{S280GD}$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm

Table 1 – continued

Annex	Product	Component I	Component II	Description
68	Hilti S-MS 41 S 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS 4,8 x L Hilti S-MS 41 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 41 SS-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 S 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS 4,8 x L Hilti S-MS 51 S-A 4,8 x L Hilti S-MS 51 SS-A 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq S280GD$	Self-piercing screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm and Ø16 mm
69	Hilti S-MP 52 S 6,3 x L Hilti S-MP 52 SS 6,3 x L Hilti S-MP 62 S 6,3 x L Hilti S-MP 62 SS 6,3 x L Hilti S-MP 72 S 6,3 x L Hilti S-MP 72 SS 6,3 x L	Steel $\geq S280GD$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$	Self-tapping screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
70	Hilti S-MP 54 S 6,3 x L Hilti S-MP 54 SS 6,3 x L Hilti S-MP 64 S 6,3 x L Hilti S-MP 64 SS 6,3 x L Hilti S-MP 74 S 6,3 x L Hilti S-MP 74 SS 6,3 x L	Steel $\geq S280GD$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$	Self-tapping screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
71	Hilti S-MP 53 S 6,5 x L Hilti S-MP 53 SS 6,5 x L Hilti S-MP 63 S 6,5 x L Hilti S-MP 63 SS 6,5 x L Hilti S-MP 73 S 6,5 x L Hilti S-MP 73 SS 6,5 x L	Steel $\geq S280GD$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$ Structural timber	Self-tapping screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
72	Hilti S-MP 53 S 6,5 x L Hilti S-MP 53 SS 6,5 x L Hilti S-MP 63 S 6,5 x L Hilti S-MP 63 SS 6,5 x L Hilti S-MP 73 S 6,5 x L Hilti S-MP 73 SS 6,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq S280GD$ Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$ Structural timber	Self-tapping screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
73	S-MD 31 PS 4,8 x L S-MD 31 PSS 4,8 x L	Steel $\geq S280GD$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$ Structural timber	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
74	S-MD 31 PS 4,8 x L S-MD 31 PSS 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$ Structural timber	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
75	S-MD 31 PS 5,5 x L S-MD 31 PSS 5,5 x L	Steel $\geq S280GD$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
76	S-MD 31 PS 5,5 x L S-MD 31 PSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
77	S-MD 31 PS 5,5 x L S-MD 31 PSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm

Table 1 – continued

Annex	Product	Component I	Component II	Description
78	S-MD 33 PS 5,5 x L S-MD 33 PSS 5,5 x L	Steel $\geq S280GD$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
79	S-MD 33 PS 5,5 x L S-MD 33 PSS 5,5 x L	Steel $\geq S280GD$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
80	S-MD 33 PS 5,5 x L S-MD 33 PSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
81	S-MD 33 PS 5,5 x L S-MD 33 PSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
82	S-MD 35 PS 5,5 x L S-MD 35 PSS 5,5 x L	Steel $\geq S280GD$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
83	S-MD 35 PS 5,5 x L S-MD 35 PSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq S280GD$ $\geq S235$	Self-drilling screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
84	Hilti S-MS 31 PS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PS-A 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS-A 4,8 x L	Steel $\geq S280GD$	Steel $\geq S280GD$	Self-piercing screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
85	Hilti S-MS 31 PS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PS-A 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS-A 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Self-piercing screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
86	Hilti S-MS 31 PS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PS-A 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS-A 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Self-piercing screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
87	Hilti S-MS 31 PS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PS-A 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS-A 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 215 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq S280GD$	Self-piercing screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm
88	Hilti S-MS 31 PS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS 4,8 x L Hilti S-MS 31 PS-A 4,8 x L Hilti S-MS 31 PSS-A 4,8 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 165 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq S280GD$	Self-piercing screw, Stainless steel, with pan head and sealing washer Ø12 mm

2 Specification of the intended use in accordance with the applicable European Assessment Document 330046-01-0602

The fastening screws are intended to be used for fastening metal sheeting to metal or timber substructures. The sheeting can either be used as wall or roof cladding or as load bearing wall and roof element. The fastening screws can also be used for the fastening of any other thin gauge metal members. The intended use comprises fastening screws and connections for indoor and outdoor applications. Fastening screws which are intended to be used in external environments with $\geq C2$ corrosion according to the standard EN ISO 12944-2 are made of stainless steel. Furthermore the intended use comprises connections with predominantly static loads (e.g. wind loads, dead loads). The fastening screws are not intended for re-use.

The performances given in Section 3 are only valid if the fastening screws are used in compliance with the specifications and conditions given in Annex (1-88).

The verification and assessment methods on which this European Technical Assessment is based lead to the assumption of a working life of the fastening screws of at least 25 years. The indications given on the working life cannot be interpreted as a guarantee given by the manufacturer, but are to be regarded only as a means for choosing the right products in relation to the expected economically reasonable working life of the works.

3 Performance of the product and references to the methods used for its assessment

3.1 Mechanical resistance and stability (BWR 1)

Essential characteristic	Performance
Shear Resistance of the Connection	see Annexes to this ETA
Tension Resistance of the Connection	see Annexes to this ETA
Design Resistance in case of combined Tension and Shear Forces (interaction)	see Annexes to this ETA
Check of Deformation Capacity in case of constraining forces due to temperature	No performance assessed
Durability	No performance assessed

3.2 Safety in case of fire (BWR 2)

Essential characteristic	Performance
Reaction to fire	Performance Class A1

4 Assessment and verification of constancy of performance (AVCP) system applied, with reference to its legal base

In accordance with EAD No. 330046-01-0602, the applicable European legal act is: Commission Decision 1998/214/EC, amended by 2001/596/EC.

The system to be applied is: 2+

5 Technical details necessary for the implementation of the AVCP system, as provided for in the applicable EAD

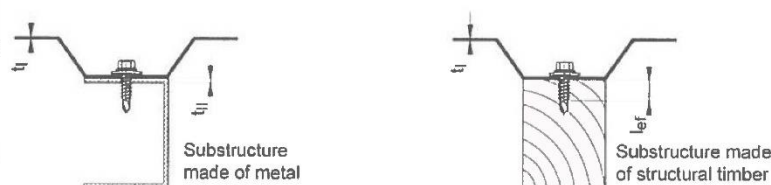
Technical details necessary for the implementation of the AVCP system are laid down in the control plan deposited with Deutsches Institut für Bautechnik.

Issued in Berlin on 6 April 2018 by Deutsches Institut für Bautechnik

BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow
Head of Department

beglaubigt:
Schult

Examples of execution of a connection



Materials and dimensions

Design relevant materials and dimensions are indicated in the Annexes of the fastening screws:

Fastener	Material of the fastening screw
Washer	Material of the sealing washer
Component I	Material of the metal member or sheeting
Component II	Material of the substructure

t_I	Thickness of component I
t_{II}	Thickness of component II made of metal
l_{ef}	Effective screw-in length in component II made of structural timber (without drill point)
d_{dp}	Predrill diameter of component I and component II
$d_{dp,I}$	Predrill diameter of component I

The thickness t_{II} corresponds to the load-bearing screw-in length of the fastening screw in component II, if the load-bearing screw-in length does not cover the entire component thickness.

Performance characteristics

The design relevant performance characteristics of a connection are indicated in the Annexes of the fastening screws:

$N_{R,k}$	Characteristic value of tension resistance
$V_{R,k}$	Characteristic value of shear resistance

In some cases component-specific performance characteristics are indicated for an individual calculation of the design relevant performance characteristics of a connection:

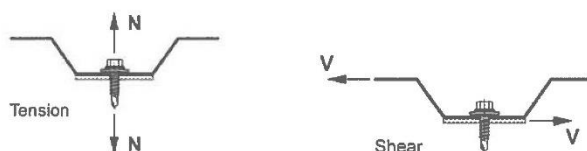
$N_{R,I,k}$	Characteristic value of pull-through resistance for component I
$N_{R,II,k}$	Characteristic value of pull-out resistance for component II
$V_{R,I,k}$	Characteristic value of hole bearing resistance for component I
$V_{R,II,k}$	Characteristic value of hole bearing resistance for component II
$M_{y,Rk}$	Characteristic value of yield moment of the fastening screw (for component II made of structural timber)
$f_{ax,k}$	Characteristic value of withdrawal strength for component II made of structural timber
$f_{h,k}$	Characteristic value of embedding strength for component II made of structural timber

Terms and explanations

Fastening screws for metal members and sheeting

Annex 1

Occurred loadings of a connection



Design values

The design values of tension and shear resistance of a connection have to be determined as follows:

$$N_{R,d} = \frac{N_{R,k}}{\gamma_M}$$

$$V_{R,d} = \frac{V_{R,k}}{\gamma_M}$$

$N_{R,d}$ Design value of tension resistance

$V_{R,d}$ Design value of shear resistance

γ_M Partial safety factor

The recommended partial safety factor γ_M is 1,33, provided no partial safety factor is given in national regulations or national Annexes to Eurocode 3.

Special conditions

If the component thickness t_1 or t_2 lies in between two indicated component thicknesses, the characteristic value may be calculated by linear interpolation.

For asymmetric components II made of metal (e.g. Z- or C-shaped profiles) with component thickness $t_{II} < 5$ mm, the characteristic value $N_{R,k}$ has to be reduced to 70%.

In case of combined loading by tension and shear forces the following interaction equation has to be taken into account:

$$\frac{N_{S,d}}{N_{R,d}} + \frac{V_{S,d}}{V_{R,d}} \leq 1,0$$

$N_{S,d}$ Design value of the applied tension forces

$V_{S,d}$ Design value of the applied shear forces

Types of connection

For the types of connection (a, b, c, d) given in the Annexes of the fastening screws, it is not necessary to take into account the effect of constraints due to temperature. For other types of connection the effect of constraints have to be taken into account, unless they do not occur or are not significant (e.g. sufficient flexibility of the substructure).



Single connection



Side lap connection



End overlap connection



Side lap + end overlap connection

Installation conditions

The installation is carried out according to manufacturer's instruction.

The load bearing screw-in length of the fastening screw specified by the manufacturer has to be taken into account.

The fastening screws have to be processed with suitable drill driver (e.g. cordless drill driver with depth stop). The use of impact wrench is not allowed.

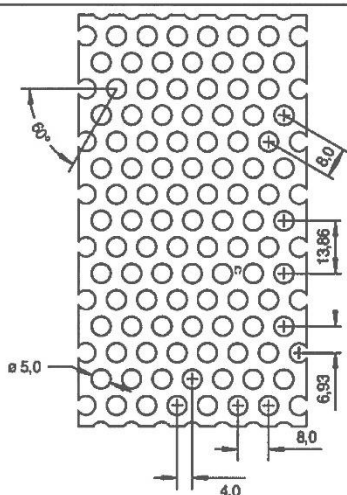
The fastening screws have to be fixed rectangular to the surface of the component.

Component I and component II have to be in direct contact to each other. The use of compression resistant thermal insulation strips up to a thickness of 3 mm is allowed.

Design and installation	
Fastening screws for metal members and sheeting	Annex 2

Table 1 – continued

Annex	Product	Component I	Component II	Description
26	Hilti S-MD 41 LS 5,5 x L Hilti S-MD 41 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm, Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
27	Hilti S-MD 41 LS 5,5 x L Hilti S-MD 41 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm, Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
28	Hilti S-MD 41 LS 5,5 x L Hilti S-MD 41 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LS 5,5 x L Hilti S-MD 51 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LS 5,5 x L Hilti S-MD 61 LSS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LS 5,5 x L Hilti S-MD 71 LSS 5,5 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Aluminium alloy $R_m \geq 185 \text{ N/mm}^2$	Self-drilling screw, Stainless steel, with hexagon head and sealing washer Ø14 mm, Ø16 mm, Ø19 mm and Ø22 mm
29	Hilti S-MD 03 Z 4,8 x L Hilti S-MD 03 C 4,8 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
30	Hilti S-MD 53 Z 4,8 x L Hilti S-MD 53 C 4,8 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
31	Hilti S-MD 03 Z 5,5 x L Hilti S-MD 03 C 5,5 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
32	Hilti S-MD 23 Z 5,5 x L Hilti S-MD 23 C 5,5 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and pressed on flange
33	Hilti S-MD 53 Z 5,5 x L Hilti S-MD 53 C 5,5 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and sealing washer Ø16 mm
34	Hilti S-MD 03 Z 6,3 x L Hilti S-MD 03 C 6,3 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head
35	Hilti S-MD 23 Z 6,3 x L Hilti S-MD 23 C 6,3 x L	Steel $\geq \text{S280GD}$	Steel $\geq \text{S280GD}$ $\geq \text{S235}$	Self-drilling screw, Carbon steel, with hexagon head and pressed on flange



**Fastening
screws:**

Self tapping screws from Ø 6,3 mm to Ø 6,5 mm
and
Self drilling screws from Ø 5,5 mm to Ø 6,3 mm

Materials:

Fastener: Stainless steel – EN 10088 or similar
Washer: Stainless steel – EN 10088
with EPDM sealing washer
Component I: S280GD to S450GD – EN 10346
Component II: According to Annex of the fastening screw

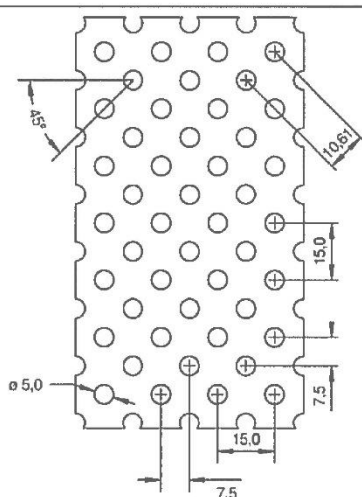
Sheet Ø washer	Perforated sheets S280GD with $R_{m,min} = 360 \text{ N/mm}^2$				Perforated sheets S320GD with $R_{m,min} = 390 \text{ N/mm}^2$				Perforated sheets $\geq \text{S350GD}$ with $R_{m,min} \geq 420 \text{ N/mm}^2$			
	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm
$V_{R,k}$ [kN] for t_i [mm]												
0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,75	2,16	2,22	2,24	2,38	2,34	2,40	2,44	2,58	2,54	2,60	2,62	2,78
0,88	2,56	2,64	2,64	2,78	2,78	2,86	2,86	3,02	3,00	3,10	3,10	3,26
1,00	2,92	3,04	3,02	3,16	3,16	3,30	3,26	3,42	3,42	3,65	3,52	3,68
1,13	3,32	3,48	3,42	3,56	3,60	3,76	3,70	3,86	3,88	4,10	4,00	4,16
1,25	3,70	3,88	3,80	3,94	4,00	4,20	4,10	4,26	4,32	4,54	4,42	4,60
1,50	4,46	4,74	4,56	4,72	4,84	5,12	4,96	5,10	5,22	5,54	5,34	5,50
$N_{R,k}$ [kN] for t_i [mm]												
0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,75	1,40	1,94	2,14	2,22	1,52	2,08	3,32	2,42	1,64	2,26	2,50	2,60
0,88	1,82	2,34	2,62	2,70	1,96	2,54	2,82	2,92	2,12	2,74	3,04	3,14
1,00	2,24	2,74	3,06	3,14	2,44	2,96	3,32	3,42	2,62	3,20	3,58	3,68
1,13	2,74	3,18	3,58	3,64	2,98	3,44	3,88	3,96	3,20	3,70	4,18	4,26
1,25	3,24	3,58	4,08	4,12	3,52	3,88	4,40	4,46	3,78	4,18	4,76	4,80
1,50	4,36	4,46	5,12	5,12	4,74	4,84	5,56	5,56	5,10	5,22	5,98	5,98

The characteristic values $N_{R,k}$ and $V_{R,k}$ can be determined according to Annex 3.
The thickness t_i shall be at least 1,00 mm if component I is exposed to wind loads.

Steel sheeting with hole pattern I

Fastening screws for perforated steel sheeting

Annex 4



**Fastening
screws:**

Self tapping screws from $\varnothing 6,3$ mm to $\varnothing 6,5$ mm
and
Self drilling screws from $\varnothing 5,5$ mm to $\varnothing 6,3$ mm

Materials:

Fastener: Stainless steel – EN 10088 or similar
Washer: Stainless steel – EN 10088
with EPDM sealing washer
Component I: S280GD to S450GD – EN 10346
Component II: According to Annex of the fastening screw

Sheet		Perforated sheets S280GD with $R_{m,min} = 360 \text{ N/mm}^2$				Perforated sheets S320GD with $R_{m,min} = 390 \text{ N/mm}^2$				Perforated sheets $\geq S350GD$ with $R_{m,min} \geq 420 \text{ N/mm}^2$			
\varnothing washer		16 mm	19 mm	22 mm	25 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm
$V_{R,k}$ [kN] for t_i [mm]	0,50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,55	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,63	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,75	2,38	2,52	2,84	2,76	2,58	2,73	3,08	2,99	2,78	2,94	3,31	3,22
	0,88	3,02	3,12	3,42	3,32	3,27	3,38	3,70	3,60	3,52	3,64	3,99	3,87
	1,00	3,56	3,70	3,84	3,84	3,86	4,01	4,16	4,16	4,15	4,31	4,48	4,48
	1,13	4,14	4,26	4,40	4,40	4,48	4,61	4,77	4,77	4,83	4,97	5,13	5,13
	1,25	4,68	4,84	4,92	4,94	5,07	5,24	5,33	5,35	5,46	5,64	5,74	5,76
	1,50	5,76	6,04	5,90	6,10	6,24	6,54	6,39	6,61	6,72	7,04	6,88	7,11
$N_{R,k}$ [kN] for t_i [mm]	0,50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,55	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,63	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,75	2,86	3,16	3,24	3,14	3,10	3,42	3,51	3,40	3,33	3,68	3,78	3,66
	0,88	3,40	3,72	3,76	3,70	3,68	4,03	4,07	4,01	3,96	4,34	4,38	4,31
	1,00	3,90	4,28	4,28	4,20	4,22	4,64	4,64	4,55	4,55	4,99	4,99	4,90
	1,13	4,44	4,86	4,88	4,72	4,81	5,26	5,29	5,11	5,18	5,67	5,69	5,50
	1,25	4,94	5,42	5,42	5,26	5,35	5,87	5,87	5,70	5,76	6,32	6,32	6,13
	1,50	6,00	6,60	6,60	6,38	6,50	7,15	7,15	6,91	7,00	7,70	7,70	7,44

The characteristic values $N_{R,k}$ and $V_{R,k}$ can be determined according to Annex 3.
The thickness t_i shall be at least 1,00 mm if component I is exposed to wind loads.

Steel sheeting with hole pattern II

Fastening screws for perforated steel sheeting

Annex 5

Material:

Fastener: stainless steel (1.4301, 1.4401, 1.4404, 1.4567) - EN 10088

Washer: stainless steel (1.4301) - EN 10088

Component I: S280GD, S320GD, S350GD - EN 10346

Component II: S235, S275, S355 - EN 10025-1
S280GD, S320GD, S350GD - EN 10346

Predrill diameter: see Table below

Timber substructures:

no performance determined

t_i [mm]	1,25	1,50	2,00	3,00	4,00	6,00	$\geq 7,00$	—
$V_{R,k}$ [kN]	1,65 ac	1,72 ac	1,78 abcd	1,78 abcd	1,78 abcd	1,78 abcd	1,78 abcd	— —
0,50	2,08 ac	2,21 ac	2,34 abcd	2,34 abcd	2,34 abcd	2,34 abcd	2,34 abcd	— —
0,55	2,50 ac	2,70 ac	2,90 abcd	3,00 abcd	3,10 abcd	3,10 abcd	3,10 abcd	— —
0,63	2,60 ac	3,10 ac	3,30 ac	3,60 ac	3,70 abcd	3,70 abcd	3,70 abcd	— —
0,75	2,80 ac	3,20 ac	3,80 ac	4,10 ac	4,30 ac	4,40 ac	4,40 ac	— —
0,88	3,20 —	3,60 ac	4,10 ac	4,80 ac	4,90 ac	5,10 ac	5,10 ac	— —
1,00	3,40 —	4,00 —	4,60 ac	5,40 ac	5,60 ac	5,80 ac	5,80 ac	— —
1,13	3,60 —	4,20 —	5,00 ac	6,10 ac	6,30 ac	6,50 ac	6,50 ac	— —
1,25	3,70 —	4,40 —	5,70 —	6,80 —	7,10 —	7,30 —	7,30 —	— —
1,50	3,70 —	4,70 —	6,20 —	7,60 —	7,70 —	8,10 —	8,10 —	— —
1,75	5,00 —	6,30 —	7,90 —	8,30 —	8,40 —	9,40 —	9,40 —	— —
2,00	0,97 ac	1,35 ac	1,51 abcd	1,51 abcd	1,51 abcd	1,51 abcd	1,51 abcd	— —
$N_{R,k}$ [kN]	1,23 ac	1,71 ac	1,91 abcd	1,91 abcd	1,91 abcd	1,91 abcd	1,91 abcd	— —
0,50	1,80 ac	2,50 ac	2,80 abcd	2,80 abcd	2,80 abcd	2,80 abcd	2,80 abcd	— —
0,55	2,00 ac	2,60 ac	3,10 ac	3,60 ac	3,60 abcd	3,60 abcd	3,60 abcd	— —
0,63	2,00 ac	2,70 ac	3,30 ac	3,80 ac	3,80 ac	3,80 ac	3,80 ac	— —
0,75	2,00 —	2,70 ac	3,40 ac	4,00 ac	4,00 ac	4,00 ac	4,00 ac	— —
0,88	2,00 —	2,70 —	3,60 ac	4,40 ac	4,40 ac	4,40 ac	4,40 ac	— —
1,00	2,00 —	2,70 —	3,60 ac	4,80 ac	4,90 ac	4,90 ac	4,90 ac	— —
1,13	2,00 —	2,70 —	3,60 —	5,60 —	5,90 —	5,90 —	5,90 —	— —
1,25	2,00 —	2,70 —	3,60 —	5,80 —	6,90 —	7,10 —	7,10 —	— —
1,50	2,00 —	2,70 —	3,60 —	6,00 —	7,30 —	7,60 —	7,60 —	— —
1,75	2,00 —	2,70 —	3,60 —	6,00 —	7,30 —	7,60 —	7,60 —	— —
2,00	5 Nm							
$M_{t,nom}$ [Nm]								
d_{pd} [mm]	$t_i \leq 1,50$ mm $d_{pd} = \varnothing 5,0$ mm		$1,50$ mm $< t_i \leq 4,0$ mm $d_{pd} = \varnothing 5,3$ mm		$4,0$ mm $< t_i < 7,0$ mm $d_{pd} = \varnothing 5,5$ mm		$t_i \geq 7,0$ mm $d_{pd} = \varnothing 5,7$ mm	

No additional regulations.

Self tapping screw

Hilti S-MP 54 S 6,3 x L / Hilti S-MP 54 SS 6,3 x L
Hilti S-MP 64 S 6,3 x L / Hilti S-MP 64 SS 6,3 x L
Hilti S-MP 74 S 6,3 x L / Hilti S-MP 74 SS 6,3 x L
with hexagon head and sealing washer $\geq \varnothing 16$ mm

Annex 70

11.3 UNIONES A MUROS EXTREMOS DE FABRICA



Hilti PROFIS Engineering 3.0.83

www.hilti.es

Empresa:

Dirección:

Teléfono / Fax:

Diseño:

Sub Proyecto / Pos. No.:

Mampostería - 2 de feb. de 2023

Página:

Proyectista:

Correo electrónico:

Fecha:

1

2/2/2023

Comentarios del especificador:

1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:

HIT-HY 270 + HAS-U A4 M12

Número de artículo:

2223844 HAS-U A4 M12x160 (Insertar) / 2092828

Profundidad efectiva de anclaje:

HIT-HY 270 (Resina)
 $h_{ef, reqd} = 100,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 350,0 \text{ mm}$)

Material:

A4

Informe de Evaluación:

ETA-22/395

Establecidos / Válidos:

11/8/2022 | -

Prueba:

método de cálculo EOTA TR054

Fijación a distancia:

$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 10,0 \text{ mm}$

Placa de anclaje^R:

$l_x \times l_y \times t = 200,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Espesor de placa recomendado: no calculado)

Perfil:

Perfil Rectangular, $180 \times 100 \times 4$; ($L \times W \times T$) = $180,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 4,0 \text{ mm}$

Material Base:

Disposición de ladrillo (Aparejo): Inglés; Ladrillo: Rosso Classico A6R55 / Rosso Vivo A6R55W (ladrillo macizo), Arcilla, $L \times W \times H$: $250,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 55,0 \text{ mm}$;

$f_{b,v} = 18,00 \text{ N/mm}^2$; $E_{mod} = 4.159,62 \text{ N/mm}^2$

Resina: $f_{rt} = 10,00 \text{ N/mm}^2$, M10 - M20; Relleno de juntas verticales: SI; vertical: $10,0 \text{ mm}$; horizontal: $6,0 \text{ mm}$

Instalación/Uso:

Condición de instalación: seco; condiciones de uso: seco;

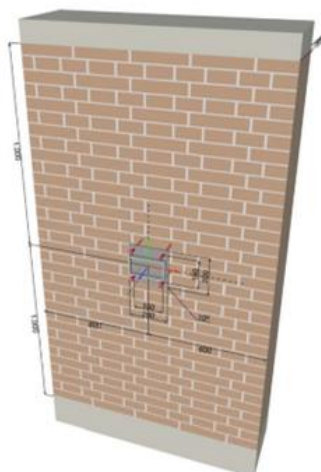
Limpieza: aire comprimido

Temp. corto/largo: $40/24 \text{ }^\circ\text{C}$



^R - El cálculo del anclaje se basa en una hipótesis de la placa de anclaje rígida.

Geometría [mm]



(La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud)
PROFIS Engineering (c) 2003-2023, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



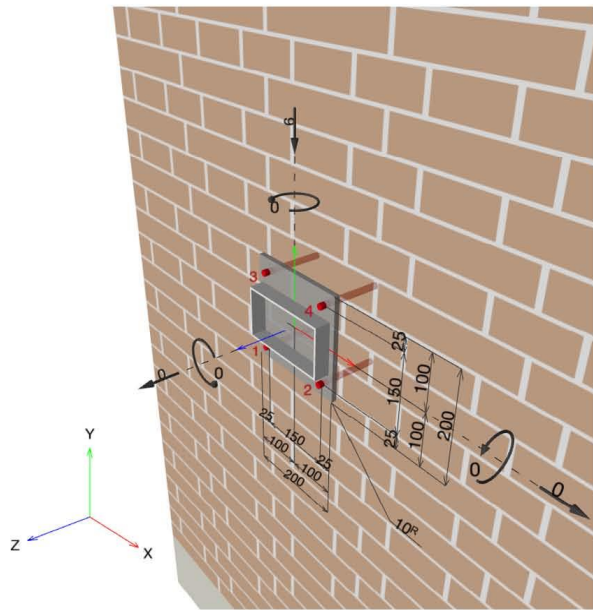
Hilti PROFIS Engineering 3.0.83

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: | Mampostería - 2 de feb. de 2023
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 2
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 2/2/2023

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Caso de carga: Cargas de diseño	$N = 0,000$; $V_x = 0,000$; $V_y = -6,000$; $M_x = 0,000$; $M_y = 0,000$; $M_z = 0,000$;	no	no	69



Hilti PROFIS Engineering 3.0.83

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	Mampostería - 2 de feb. de 2023	Fecha:	2/2/2023
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2 Prueba / Utilización (Casos gobernantes)

Carga	Prueba	Valores de cálculo [kN]		Utilización	
		Carga	Capacidad	β_N / β_V [%]	Estado
Tracción	-	-	-	- / -	N/A
Cortante	Fallo por borde de ladrillo en dirección x-	-	-	- / 69	OK

Carga	β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
Cargas combinadas de tracción y cortante	-	-	-	-	N/A

3 Avisos

- Para más detalles, mensajes o avisos, mirar la nota de cálculo detallada.

¡La fijación cumple los criterios de diseño!



Hilti PROFIS Engineering 3.0.83

www.hilti.es

Empresa:		Página:	4
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	Mampostería - 2 de feb. de 2023	Fecha:	2/2/2023
Sub Proyecto I Pos. No.:			

4 Observaciones; comentarios

- Toda la información y los datos contenidos en el software se refieren exclusivamente al uso de los productos Hilti y se basan en los principios, las fórmulas y las normas de seguridad de acuerdo con las indicaciones técnicas de Hilti y las instrucciones de funcionamiento, montaje y ensamblaje, etc., que deben ser estrictamente respetadas por el usuario. Todas las cifras contenidas en ellas son cifras promedio, por lo que deben realizarse pruebas específicas de uso antes de utilizar el producto Hilti correspondiente. Los resultados de los cálculos realizados mediante el Software se basan esencialmente en los datos que usted introduzca. Por lo tanto, usted es el único responsable de la ausencia de errores, la integridad y la relevancia de los datos que introduzca. Además, usted es el único responsable de que los resultados del cálculo sean comprobados y autorizados por un experto, especialmente en lo que respecta al cumplimiento de las normas y permisos aplicables, antes de utilizarlos para su instalación específica. El software sólo sirve de ayuda para interpretar las normas y permisos, sin que se garantice la ausencia de errores, la corrección y la pertinencia de los resultados o la idoneidad para una aplicación específica.
- Debe tomar todas las medidas necesarias y razonables para evitar o limitar los daños causados por el Software. En particular, debe organizar una copia de seguridad periódica de los programas y datos y, en su caso, llevar a cabo las actualizaciones del Software ofrecidas por Hilti de forma regular. Si no utiliza la función AutoUpdate del Software, deberá asegurarse de que utiliza la versión actual y, por tanto, actualizada del Software en cada caso, realizando actualizaciones manuales a través de la página web de Hilti. Hilti no se responsabiliza de las consecuencias, como la recuperación de datos o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento culposo por su parte.