



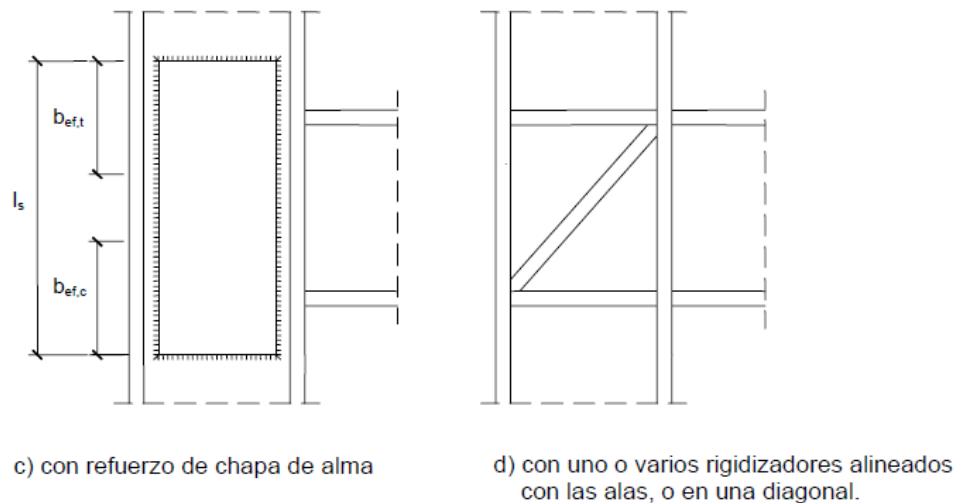
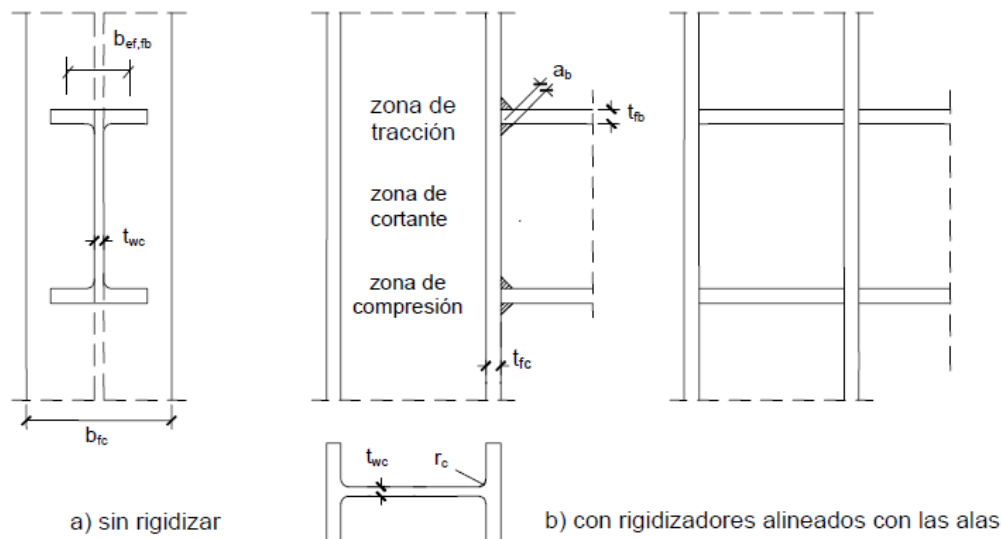
**JORNADA TÈCNICA**  
**Càlcul de nusos amb programes informàtics**

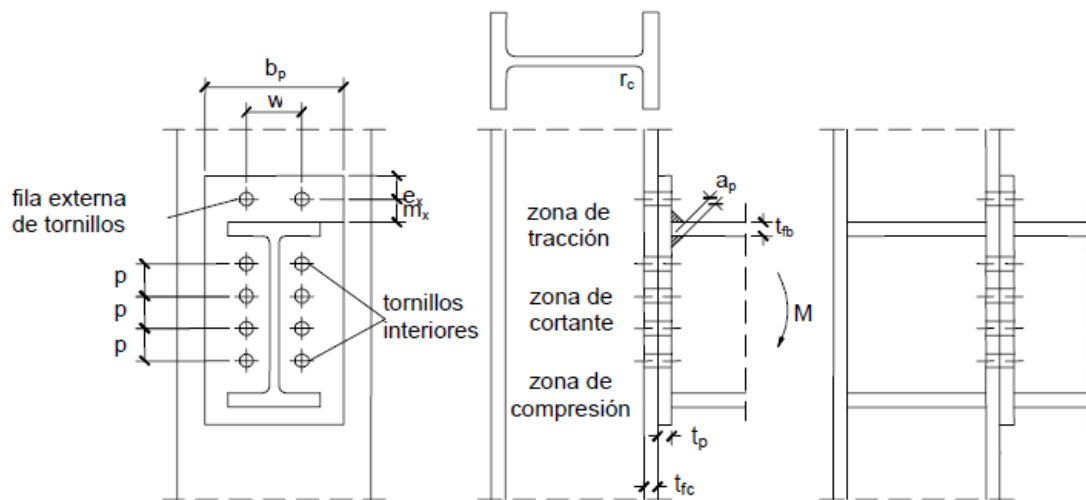
**L'EXPERIÈNCIA DE L'USUARI**

Antoni Blázquez



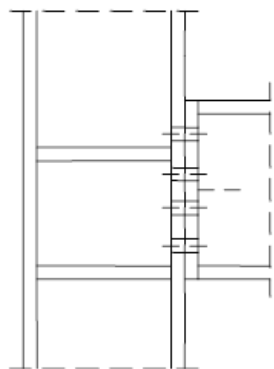
BLAZQUEZ GUANTER SLP  
consultors d'estructures



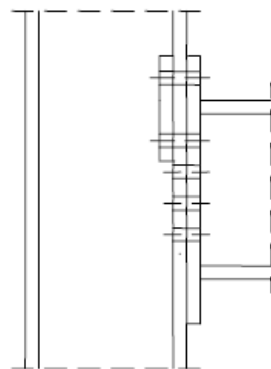


a) sin rigidizadores y chapa frontal prolongada

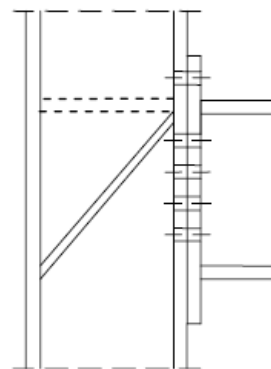
b) con rigidizadores y chapa frontal prolongada



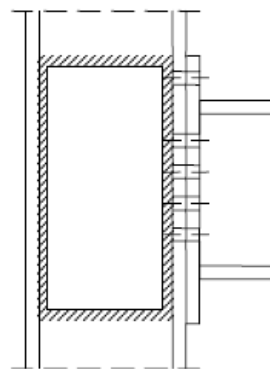
c) con rigidizadores y chapa frontal a tope (también es posible sin rigidizadores)



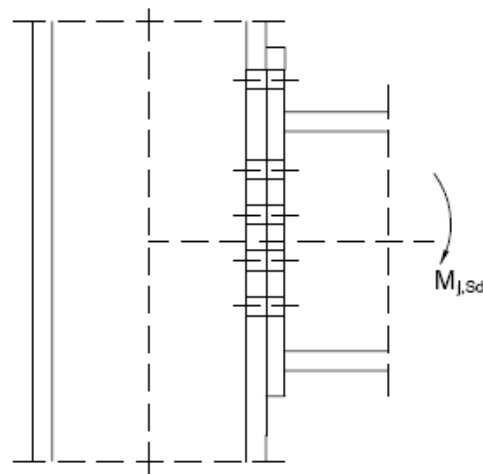
d) sin rigidizadores, con chapa de respaldo



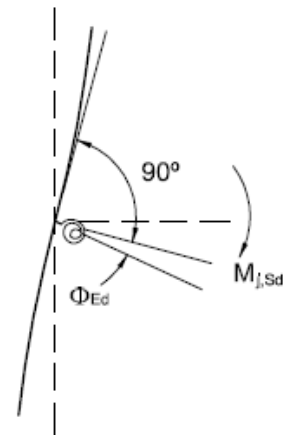
e) con uno o dos rigidizadores diagonales, solos o con uno o dos rigidizadores alineados con las alas



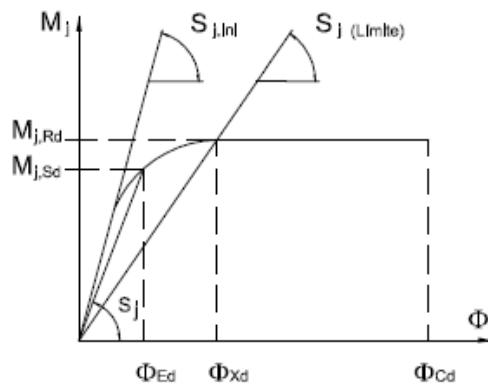
f) sin rigidizadores, con chapa de refuerzo de alma en el pilar



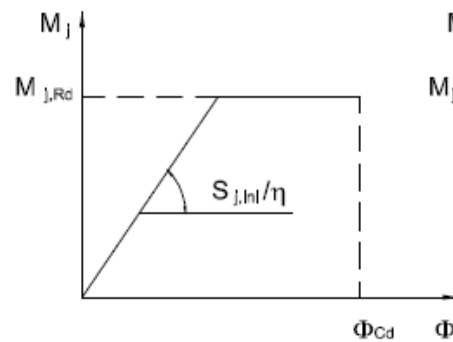
a) nudo



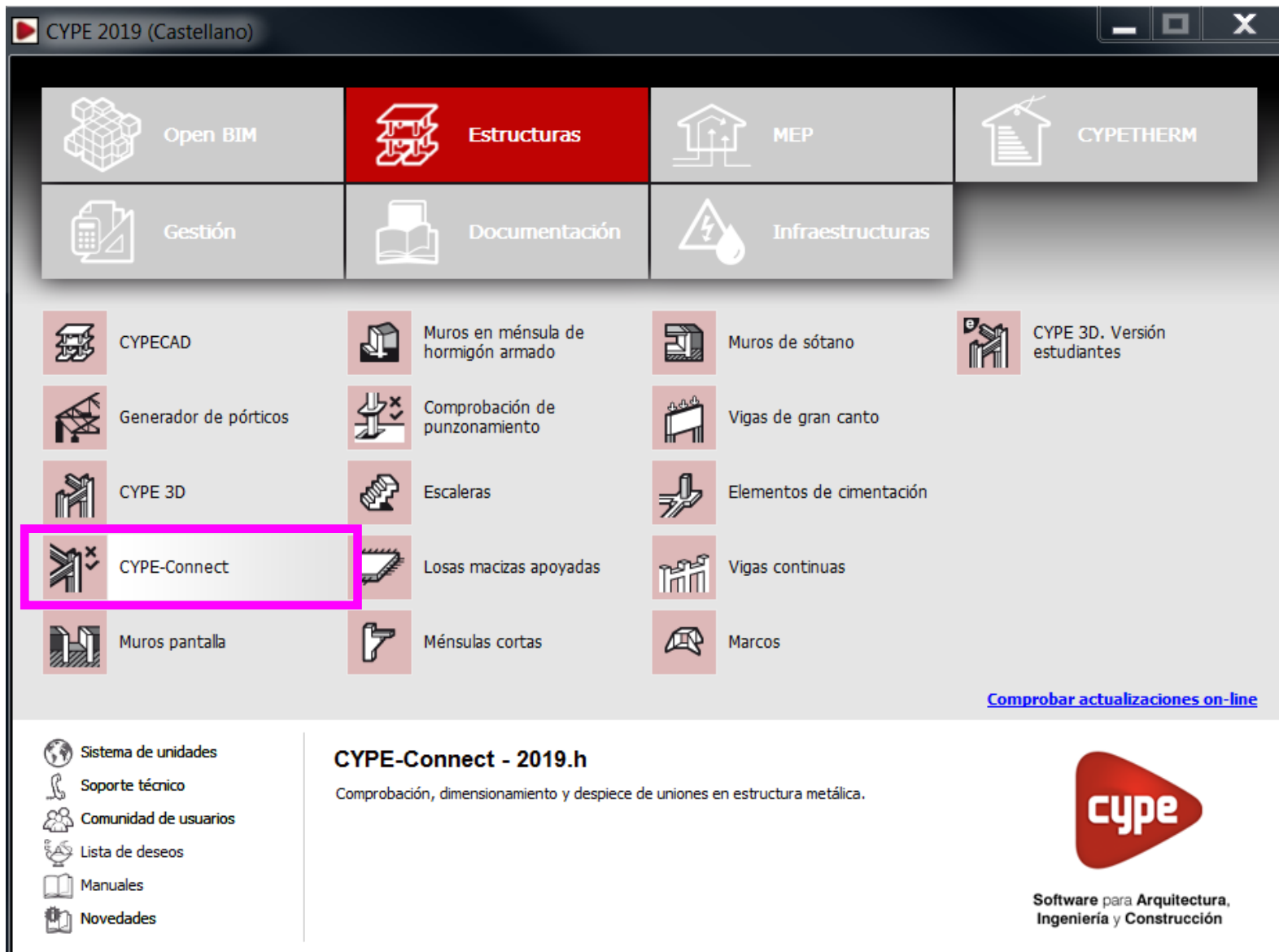
b) modelo de nudo

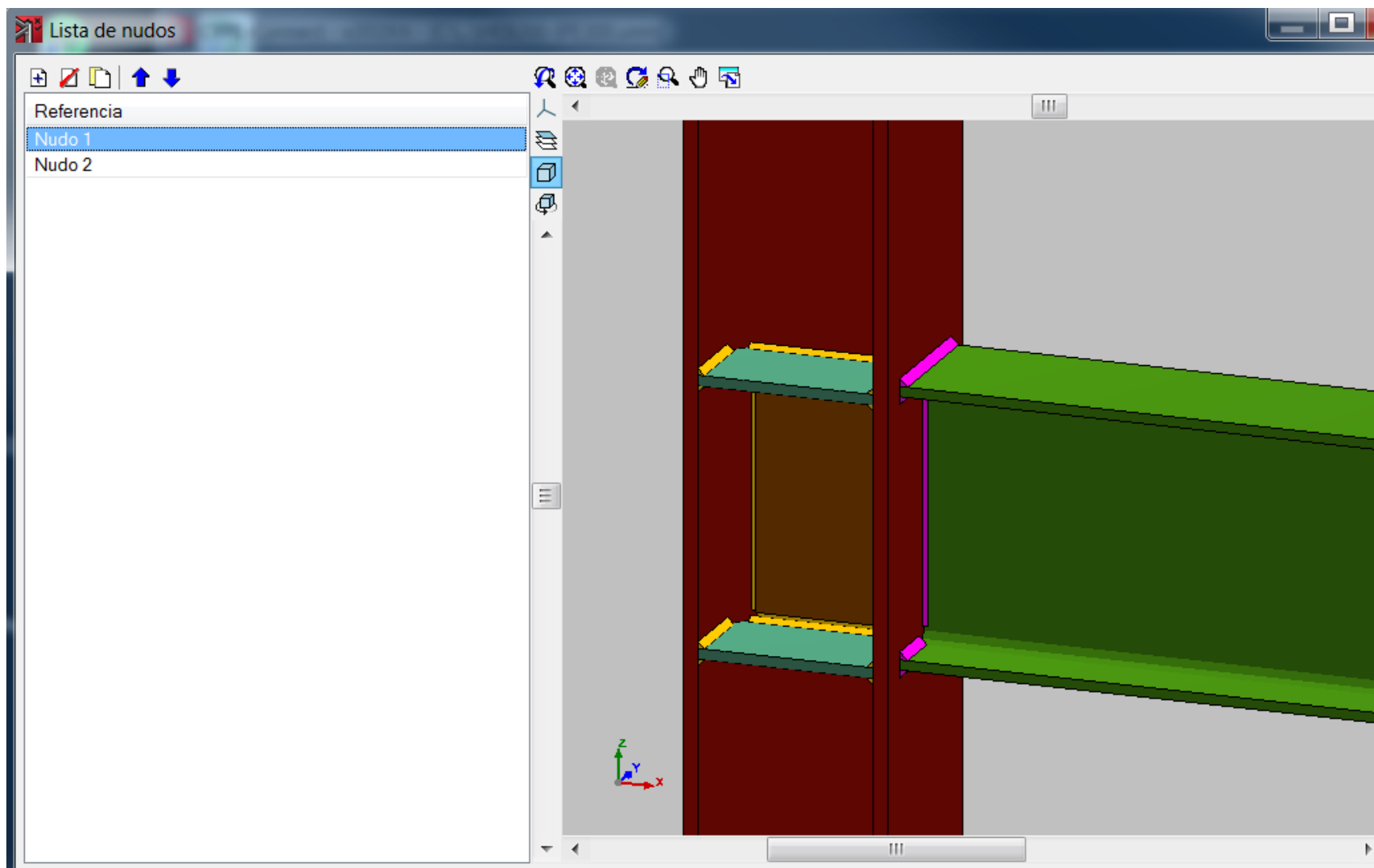


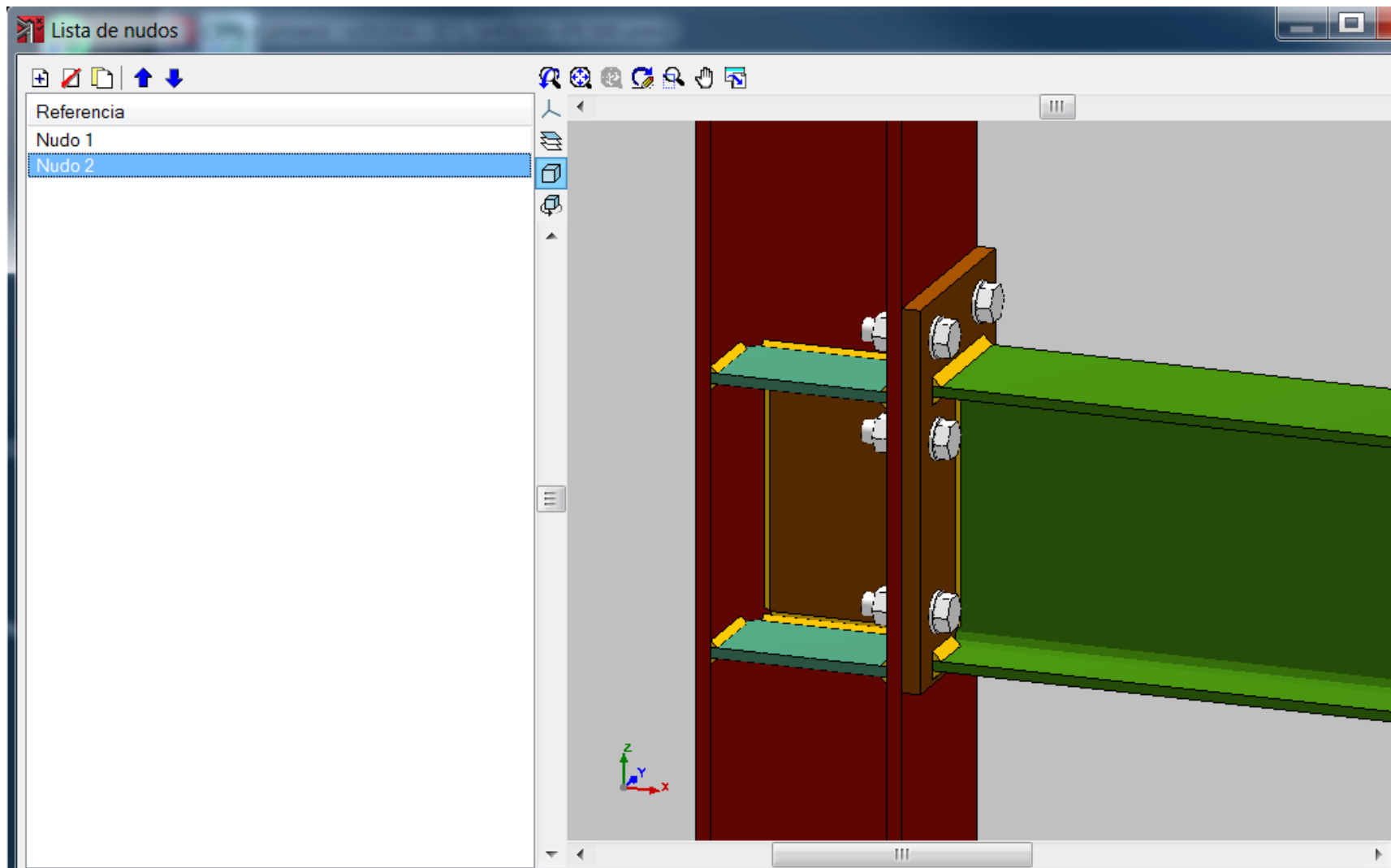
c) Curva momento-rotación de la unión



d) Diagramas M- $\phi$  simplificados







Editar la geometría del nudo (Nudo 1)

**Nudo**

Número de nudos iguales

☐ Con vinculación exterior

**Barras**

+ -

Barra

Barra 1 - HE 220 B

Barra 2 - IPE 300

**Descripción de la barra**

Serie de perfiles **HEB**   ☐ Con cartela inferior

Perfil **HE 220 B**

Acero laminado **S275 (EN 1993-1-1)**

**Disposición geométrica**

Ux  Uy  Uz

Angulo de giro  grados

Dy local  mm Dz local  mm

Dx global  mm Dy global  mm Dz global  mm

**Posición del nudo en la barra**

☐ Nudo inicial ☒ Nudo interior ☐ Nudo final

**Vinculación interior**

☐ Articulada ☒ Empotrada

**Esfuerzos en ejes locales de la barra**

Los esfuerzos introducidos deben estar en los ejes locales de la barra del modelo de cálculo. Con la definición de la posición de la barra con respecto al nudo, el programa realizará la transformación de esfuerzos adecuada para calcular la unión.

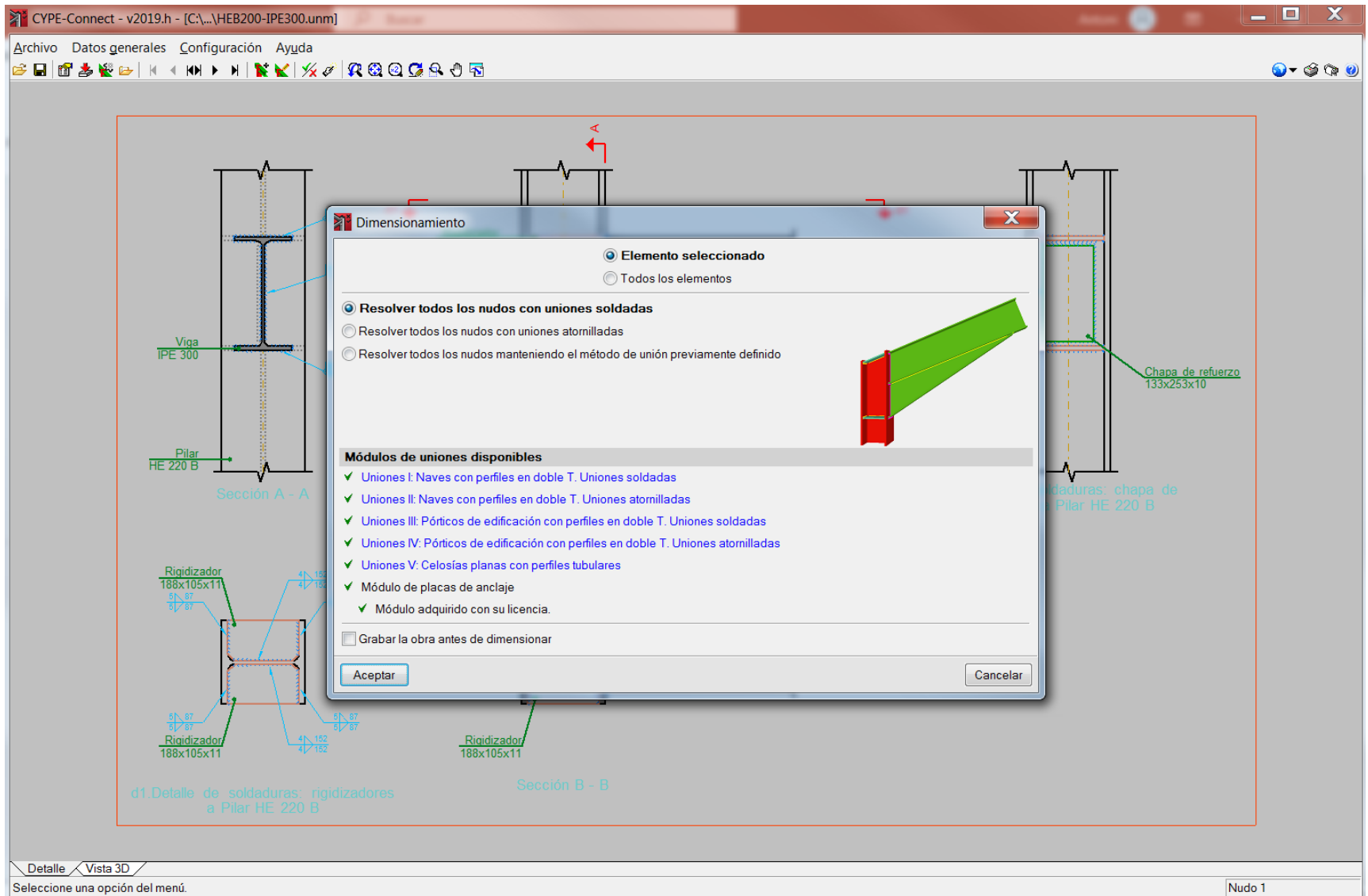
**Esfuerzos en la sección de entrada al nudo** **Esfuerzos en la sección de salida del nudo**

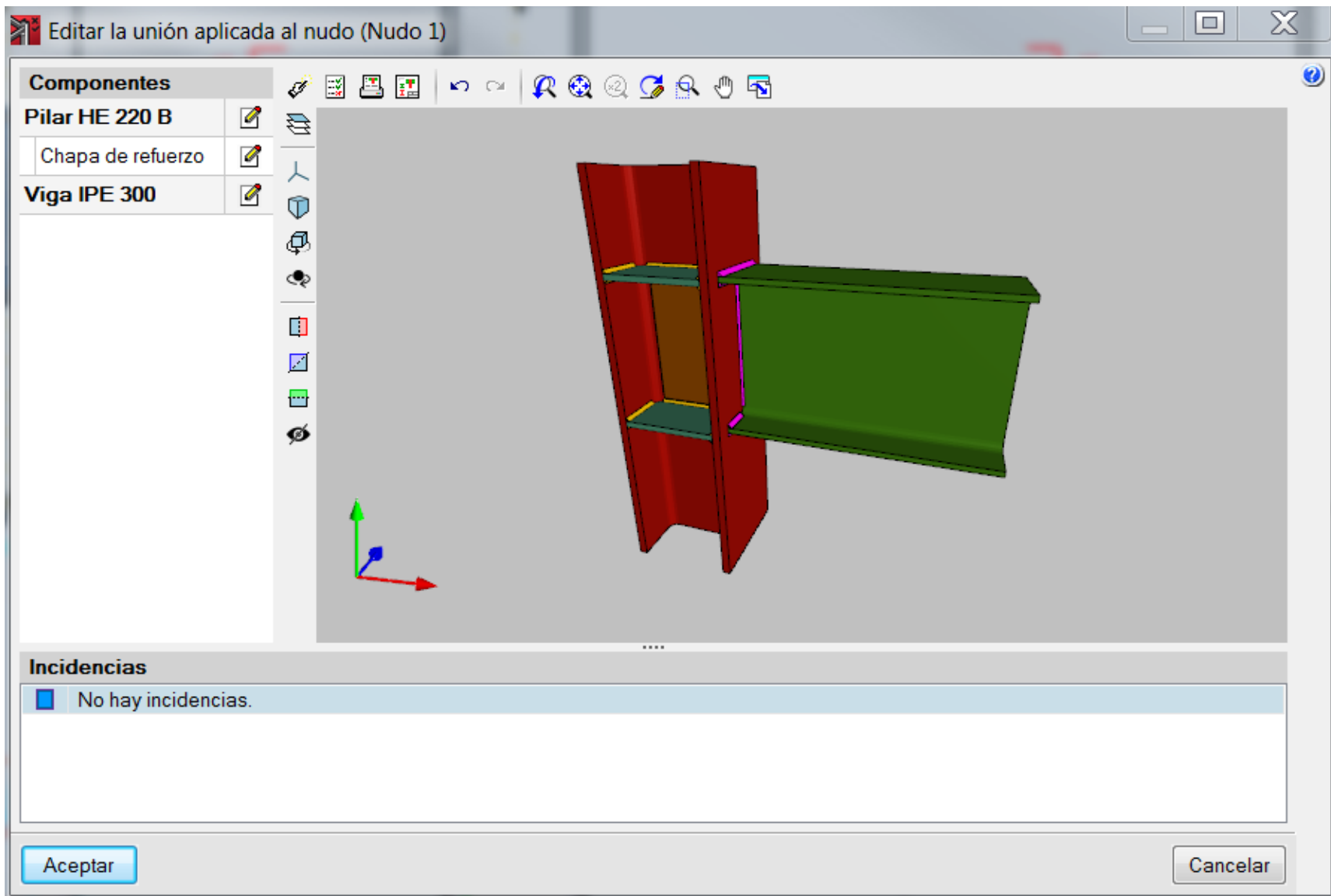
Hipótesis	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Aceptar

Cancelar







Comprobación			Ver el listado completo
Elemento	Estado	Zona	Comprobación
Pilar HE 220 B	✓ Cumple		Welded connections
Viga IPE 300	✓ Cumple	Panel	Column web slenderness (EN 1993-1-8:2005, 6.2.6.1)
	✓ Cumple	Panel	Column web panel in shear (EN 1993-1-8:2005 6.2.6.1)
	✓ Cumple	Rigidizador superior	Von Mises stress in the stiffener (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Rigidizador inferior	Von Mises stress in the stiffener (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Rigidizador superior	Von Mises stress in the stiffener (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Rigidizador inferior	Von Mises stress in the stiffener (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Ala	Shear in the flange due to the stiffeners (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
Se cumplen todas las comprobaciones.			

Comprobación

Elemento

Pilar HE 220 B

Viga IPE 300

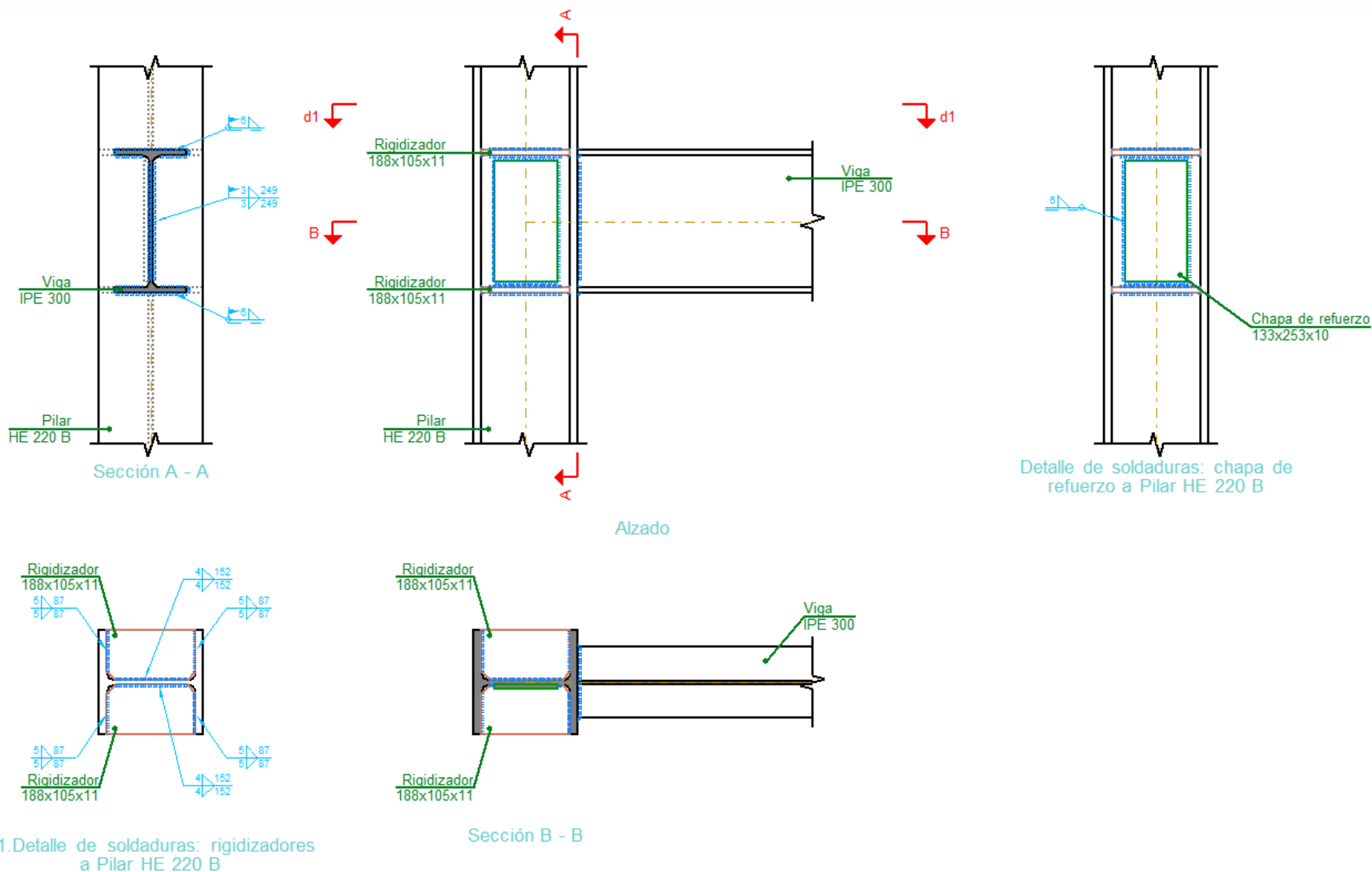
Estado

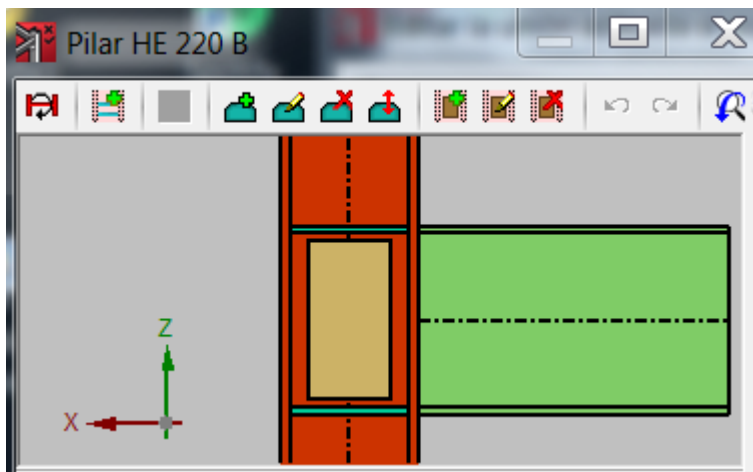
Comprobación

✓ Cumple Welded connections

Ver el listado completo

Se cumplen todas las comprobaciones.





**Pilar HE 220 B: Chapa de refuerzo**

Espesor: 10 mm

Material: S275 (EN 1993-1-1)

**Soldadura al alma de la pieza**

Ejecución de las soldaduras: En taller

Espesor de garganta: 6 mm

☐ Unir la chapa al rigidizador superior

☐ Unir la chapa al rigidizador inferior

Aceptar Cancelar

**Viga IPE 300**

☒ **Unión soldada**

**Soldadura del alma**

Ejecución de las soldaduras: En obra

Espesor de garganta: 10 mm

☒ Longitud: 249 mm

☒ **Soldadura de las alas**

**Superior**

Ejecución de las soldaduras: En obra

Espesor de garganta: 12 mm

**Inferior**

Ejecución de las soldaduras: En obra

Espesor de garganta: 4 mm

☐ **Unión atornillada**

☐ **Recorte en extremo**

Aceptar Cancelar

Salvo lo dispuesto para uniones entre piezas de sección tubular o secciones en cajón no accesibles interiormente, el espesor de garganta  $a$  de un cordón en ángulo no será superior a  $0,7 t_{\min}$ , siendo  $t_{\min}$  el espesor de la pieza más delgada a unir.

El espesor de garganta  $a$  de un cordón en ángulo, apartado 59.7, no debe ser inferior a 3 mm cuando se deposite en chapas de hasta 10 mm de espesor, ni inferior a 4,5 mm cuando se deposite sobre piezas de hasta 20 mm de espesor, ni inferior a 5,6 mm cuando se deposite sobre piezas de más de 20 mm de espesor, a menos que el procedimiento de soldadura contemple espesores de garganta menores.

Para evitar posibles problemas de fisuración en frío, cuando el espesor de una de las piezas a unir sea superior al doble del de la otra pieza, se recomienda preparar un proceso de soldeo adecuado que considere el carbono equivalente  $CEV$  del material de base, la aportación de calor del proceso de soldeo y la posibilidad de tener que precalentar el metal de base.

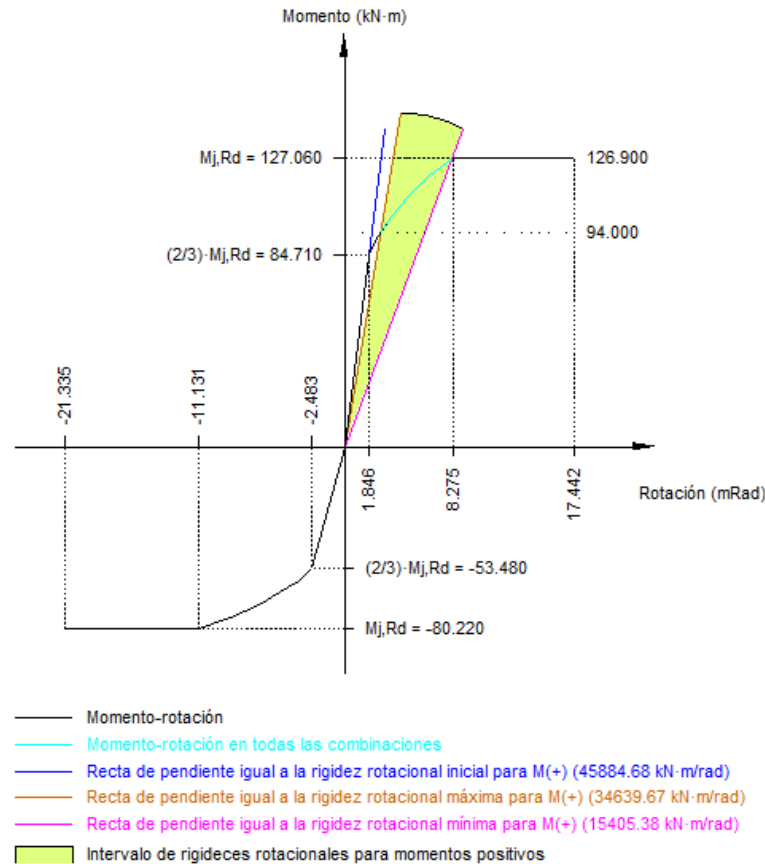
### 59.3.2.

#### Espesor de garganta

Geometrical checks									
Ref.	Type	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Angle (degrees)				
Soldadura del ala superior	Fillet	12	150	10.7	90.00				
Soldadura del alma	Fillet	10	249	7.1	90.00				
Soldadura del ala inferior	Fillet	4	150	10.7	90.00				
<i>a: Effective throat thickness</i> <i>l: Length of welds</i> <i>t: Material thicknesses</i>									
Resistance check									
Ref.	Von Mises stress					Normal stress		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Value (N/mm <sup>2</sup> )	Use (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Use (%)		
Soldadura del ala superior	149.1	149.1	0.0	298.2	73.67	149.1	48.15	430.0	0.85
Soldadura del alma	171.7	171.7	25.5	346.2	85.53	171.7	55.45	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	203.4	203.4	0.0	406.7	100.49	203.4	65.68	430.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	8503.63	45884.68
Calculada para momentos negativos	8503.63	21538.09

#### Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.01	1.80	56.39
Momento resistente	kNm	126.90	127.06	99.88
Capacidad de rotación	mRad	472.279	667	70.84



En funció de su rigidez relativa con respecto a las de las piezas a unir, las uniones se clasifican en:

#### 57.4. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES EN FUNCIÓN DE SU RIGIDEZ

- Articulaciones, que son aquellas uniones cuya rigidez cumple la condición:

$$S_{j,ini} \leq \frac{EI_b}{2L_b}$$

donde  $I_b$  y  $L_b$  son el momento de inercia y la longitud de la viga conectada.

- Uniones rígidas o empotramientos, que son aquellas uniones en las que su deformación no tiene influencia apreciable en las leyes de esfuerzos globales de la estructura ni en la deformabilidad general de la misma. Se clasificarán como tales aquellas uniones en las que la rigidez inicial  $S_{j,ini}$  de su diagrama momento-rotación cumpla la condición:

$$S_{j,ini} \geq k \frac{EI_b}{L_b}$$

en donde  $k$  se tomará igual a 8 si la viga pertenece a un pórtico intraslacional o a 25 si pertenece a un pórtico traslacional.

En general, para el análisis global las uniones se modelizarán mediante su diagrama momento-rotación.

Las uniones articuladas se podrán modelizar mediante articulaciones que no transmitan momento flector. Las uniones rígidas de resistencia completa se podrán modelizar como un nudo continuo (o rígido). En estos casos, no habrá necesidad de introducir el diagrama momento rotación de la unión.

En el caso de las uniones semirrígidas o de resistencia parcial la rigidez de la unión  $S_j$  correspondiente al momento  $M_{j,Ed}$  (definida por su diagrama momento-rotación) deberá ser utilizada en el análisis global para la determinación de los esfuerzos en la estructura.

Como simplificación en el caso de análisis global elasto-plástico se podrá utilizar un diagrama bilineal como el mostrado en la figura 57.2.b en el que la rigidez  $S_j$  sea igual a:

$$\frac{S_{j,ini}}{\eta}$$

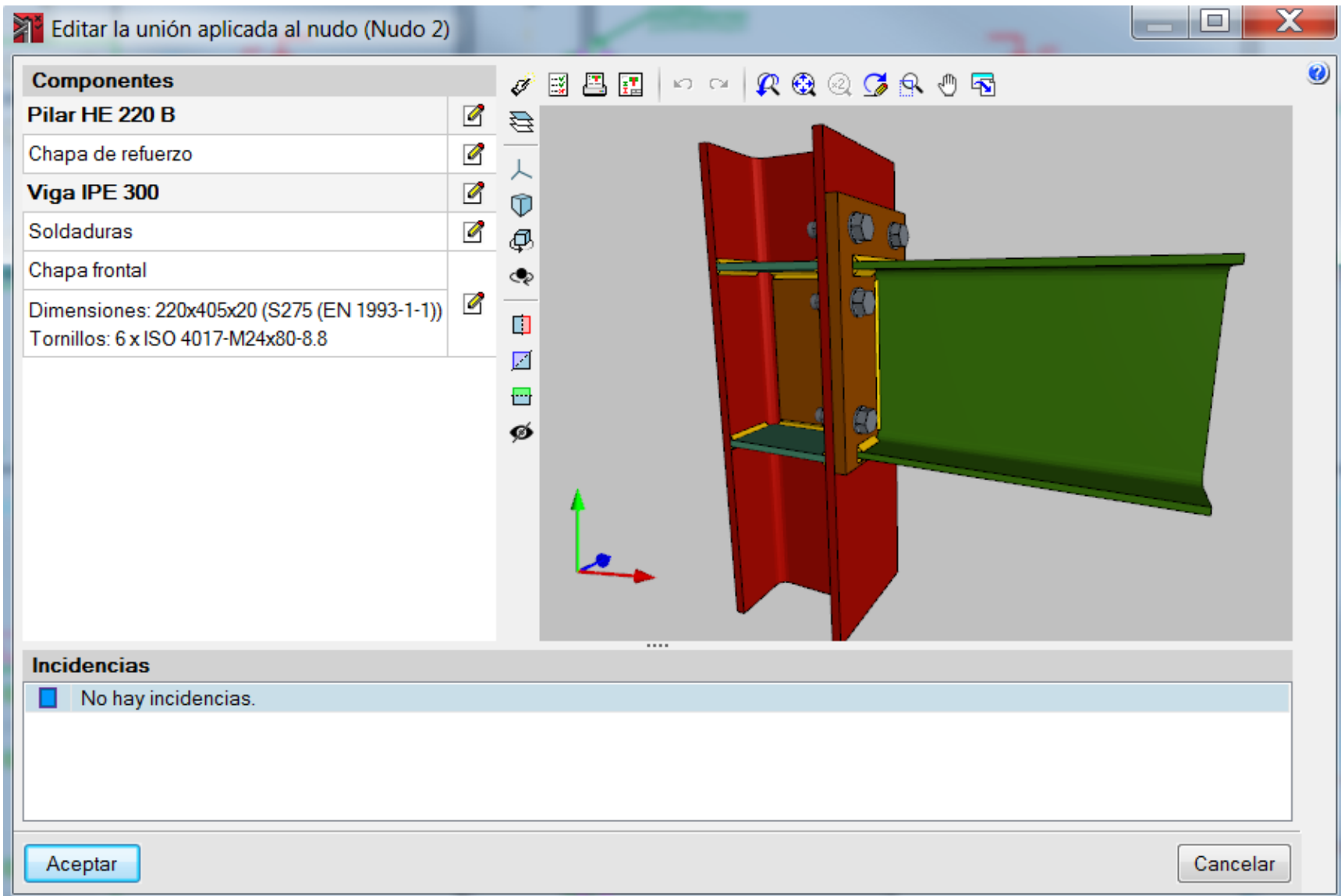
Como simplificación en el caso de análisis global elástico la rigidez rotacio-

$$S_{j,ini} \quad \text{si } M_{Ed} \leq \frac{2}{3} M_{Rd}$$

$$\frac{S_{j,ini}}{\eta} \quad \text{si } M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

El parámetro  $\eta$  será igual a 2 para las uniones viga-pilar; 3,5 para las uniones viga-viga, empalmes y basas que lleven angulares atornillados a las alas; y 3 para cualquier otro tipo de unión.


## 57.5. MODELADO DE LAS UNIONES EN EL ANÁLISIS GLOBAL



Comprobación

Ver el listado completo

Elemento	Estado	Zona	Comprobación
Pilar HE 220 B	✓ Cumple		Welded connections
Viga IPE 300	✓ Cumple	Panel	Column web slenderness (EN 1993-1-8:2005, 6.2.6.1)
	✓ Cumple	Panel	Column web panel in shear (EN 1993-1-8:2005 6.2.6.1)
	✓ Cumple	Rigidizador superior	Von Mises stress in the stiffener (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Rigidizador inferior	Von Mises stress in the stiffener (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Rigidizador superior	Von Mises stress in the stiffener (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Rigidizador inferior	Von Mises stress in the stiffener (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Ala	Shear in the flange due to the stiffeners (EN 1993-1-1:2005, 6.2.1)
	✓ Cumple	Ala [Viga IPE 300]	Equivalent T-stub (EN 1993-1-8:2005, 6.2.6.5)
	✓ Cumple	Ala [Viga IPE 300]	Tension (EN 1993-1-1:2005, 6.2.3)
	✓ Cumple	Alma [Viga IPE 300]	Tension (EN 1993-1-1:2005, 6.2.3)

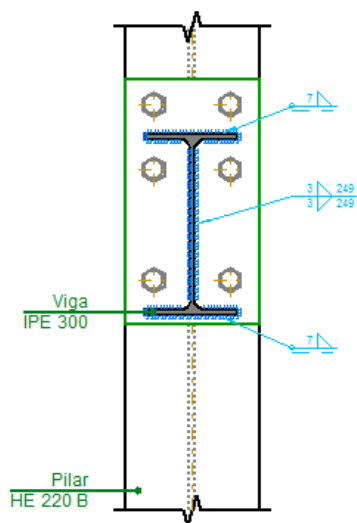
 Se cumplen todas las comprobaciones.

Comprobación

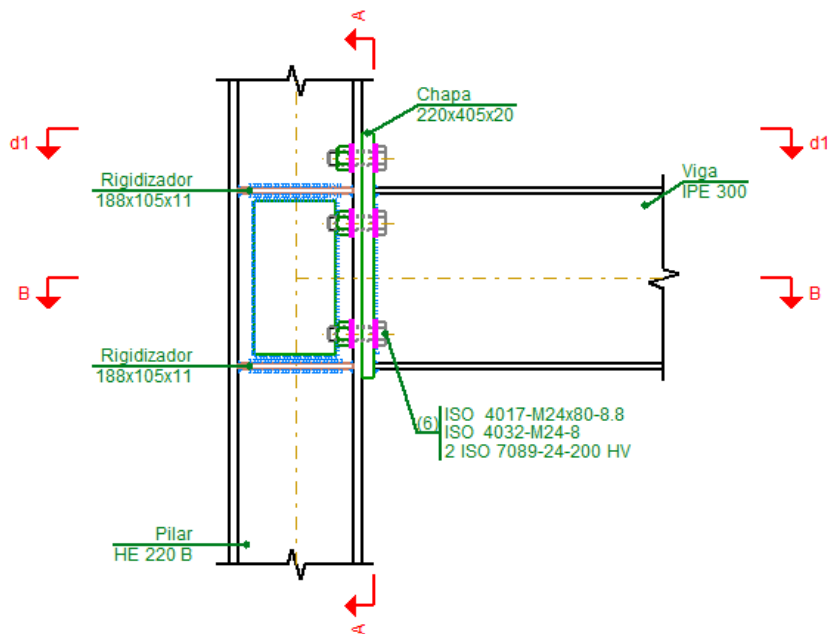
Ver el listado completo

Estado	Zona	Comprobación
✓ Cumple		Welded connections
✓ Cumple	Chapa frontal	Equivalent T-stub (EN 1993-1-8:2005, 6.2.6.5)
✓ Cumple	Ala	Bar section in compression (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en EN 1993-1-1:2005, 6.2)
✓ Cumple	Ala	Tension (EN 1993-1-1:2005, 6.2.3)
✓ Cumple	Alma	Tension (EN 1993-1-1:2005, 6.2.3)
✓ Cumple	Chapa frontal	Bolt checks
✓ Cumple	Extremo	Rigidez rotacional

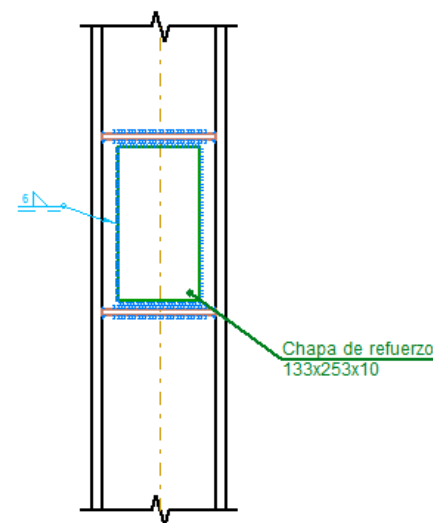
Se cumplen todas las comprobaciones.



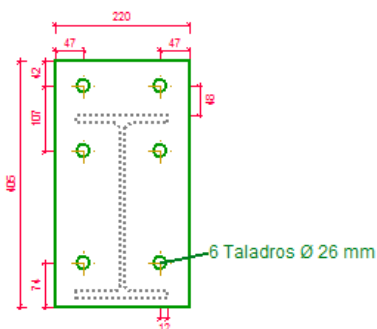
Sección A - A



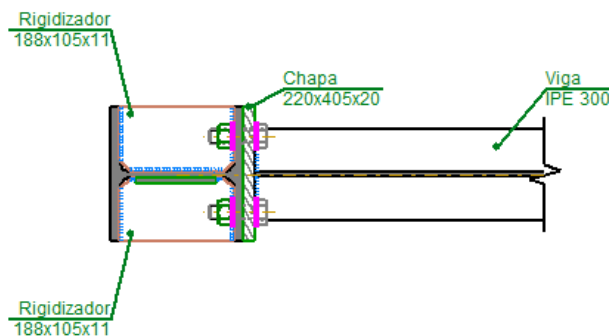
Alzado



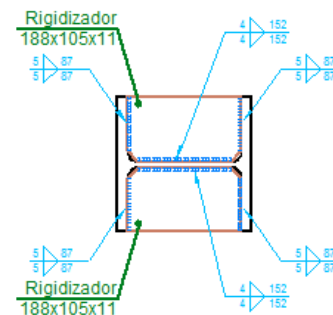
Detalle de soldaduras: chapa de refuerzo a Pilar HE 220 B



Chapa frontal de la viga IPE 300  
(e = 20 mm)



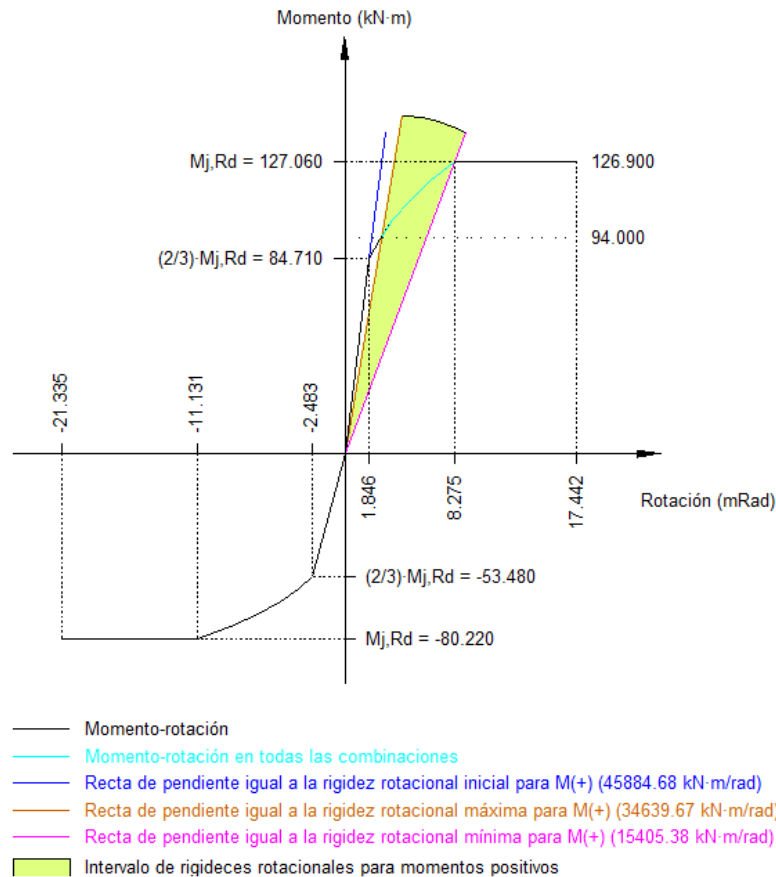
Sección B - B



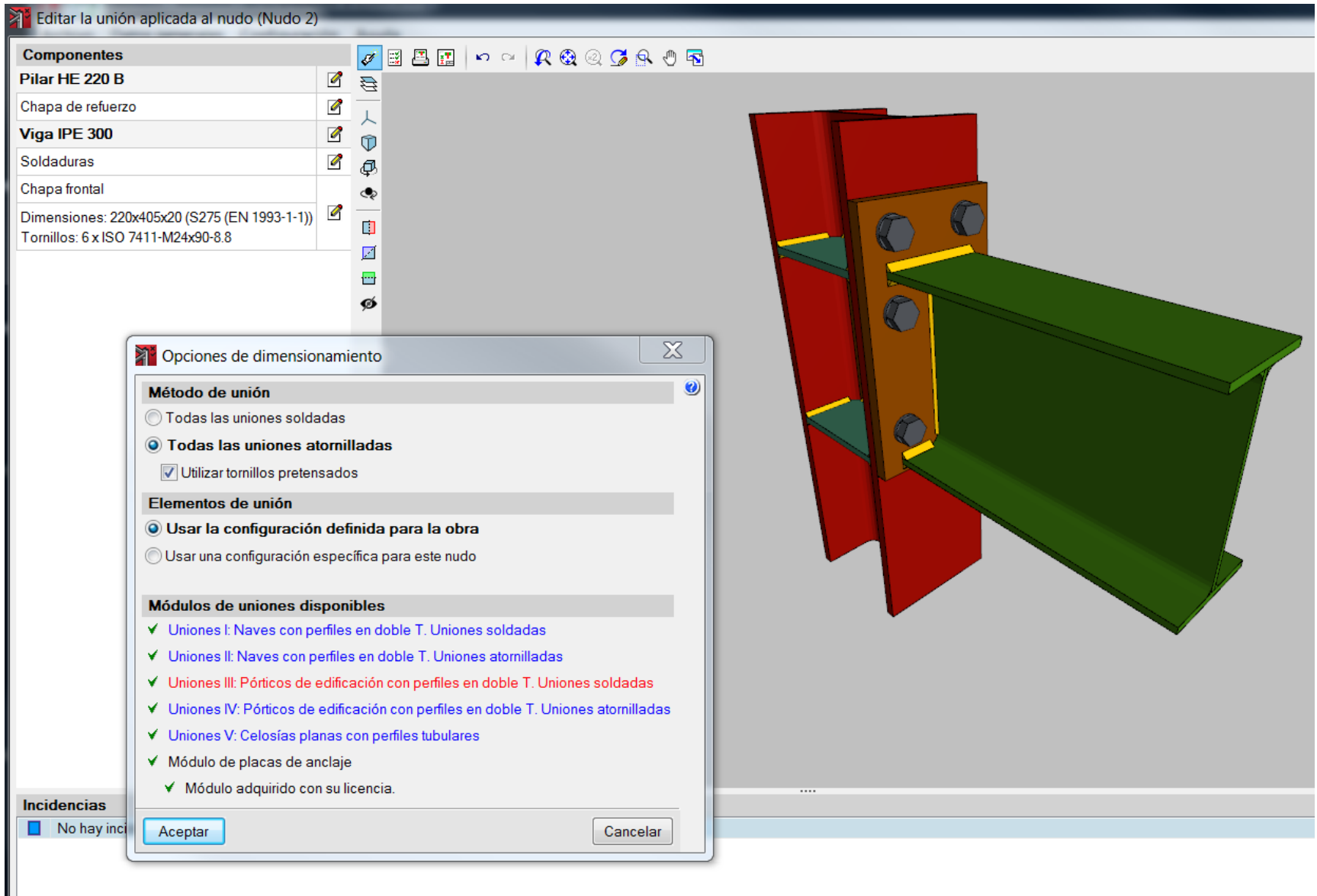
d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 220 B

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	8503.63	45884.68
Calculada para momentos negativos	8503.63	21538.09

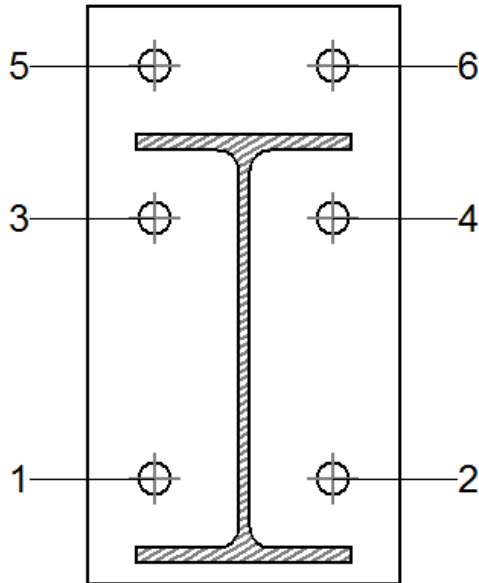
#### Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.01	1.80	56.39
Momento resistente	kNm	126.90	127.06	99.88
Capacidad de rotación	mRad	472.279	667	70.84



## Tornillos sin pretensar



Resistance										
Bolt	Shear				Tension				Tension and shear interaction	Max. usage (%)
	Code checks	Worst case (kN)	Resistant (kN)	Use (%)	Code checks	Worst case (kN)	Resistant (kN)	Use (%)	Use (%)	
1	Transverse section	63.450	135.552	46.81	Transverse section	0.000	203.328	0.00	46.81	46.81
	Bearing	63.450	312.670	20.29	Punching shear	0.000	391.908	0.00		
2	Transverse section	63.450	135.552	46.81	Transverse section	0.000	203.328	0.00	46.81	46.81
	Bearing	63.450	312.670	20.29	Punching shear	0.000	391.908	0.00		
3	Transverse section	0.000	135.552	0.00	Transverse section	105.542	203.328	51.91	37.08	51.91
	Punching shear				Punching shear	105.542	391.908	26.93		
4	Transverse section	0.000	135.552	0.00	Transverse section	105.542	203.328	51.91	37.08	51.91
	Punching shear				Punching shear	105.542	391.908	26.93		
5	Transverse section	0.000	135.552	0.00	Transverse section	192.693	203.328	94.77	67.69	94.77
	Punching shear				Punching shear	192.693	391.908	49.17		
6	Transverse section	0.000	135.552	0.00	Transverse section	192.693	203.328	94.77	67.69	94.77
	Punching shear				Punching shear	192.693	391.908	49.17		

## Tornillos pretensados

Resistance										
Bolt	Shear				Tension				Tension and slip interaction	Max. usage (%)
	Code checks	Worst case (kN)	Resistant (kN)	Use (%)	Code checks	Worst case (kN)	Resistant (kN)	Use (%)	Use (%)	
1	Slip	21.150	59.304	35.66	Transverse section	224.636	254.160	88.38	35.66	88.38
	Bearing	21.150	312.670	6.76	Punching shear	0.000	447.154	0.00		
2	Slip	21.150	59.304	35.66	Transverse section	224.636	254.160	88.38	35.66	88.38
	Bearing	21.150	312.670	6.76	Punching shear	0.000	447.154	0.00		
3	Slip	21.150	59.304	35.66	Transverse section	230.278	254.160	90.60	35.66	90.60
	Bearing	21.150	330.240	6.40	Punching shear	80.596	447.154	18.02		
4	Slip	21.150	59.304	35.66	Transverse section	230.278	254.160	90.60	35.66	90.60
	Bearing	21.150	330.240	6.40	Punching shear	80.596	447.154	18.02		
5	Slip	21.150	59.304	35.66	Transverse section	233.751	254.160	91.97	35.66	91.97
	Bearing	21.150	330.240	6.40	Punching shear	130.213	447.154	29.12		
6	Slip	21.150	59.304	35.66	Transverse section	233.751	254.160	91.97	35.66	91.97
	Bearing	21.150	330.240	6.40	Punching shear	130.213	447.154	29.12		



# AUTODESK® ROBOT™ STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL 2020



**Definición de unión de tipo Viga-Pilar - EN 1993-1-8:2005/AC:2009**

File Help

Geometría  
Refuerzos  
Rigidizadores  
Soldaduras  
Parámetros normativos

Número: 1 Nombre: Pilar-viga

Tipo de fijación:  
☐ Unión atornillada  
☒ Unión soldada

Pilar

Sección: HEB 220

Material: S 275

Altura:  $h_c = 220$  mm

Anchura:  $b_{fc} = 220$  mm

Alma:  $t_{wc} = 10$  mm

Ala:  $t_{fc} = 16$  mm

Radio:  $r_c = 18$  mm

Viga

Sección: IPE 300

Material: S 275

Altura:  $h_b = 300$  mm

Anchura:  $b_{fb} = 150$  mm

Alma:  $t_{wb} = 7$  mm

Ala:  $t_{fb} = 11$  mm


Radio:  $r_b = 15$  mm

Inclinación:  $\alpha = 0.0^\circ$






☒ Todos los elementos componentes con el mismo material: S 275

Aplicar OK Cancelar




Definición de unión de tipo Viga-Pilar - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File
Help

 Geometría
 Refuerzos
 Rigidizadores
 Soldaduras
 Parámetros normativos

**Soldaduras de la viga**

Ala:  $a_f = 6 \text{ mm}$

Alma:  $a_w = 3 \text{ mm}$

Rigidizador:  $a_s = 5 \text{ mm}$

**Soldaduras de los refuerzos**

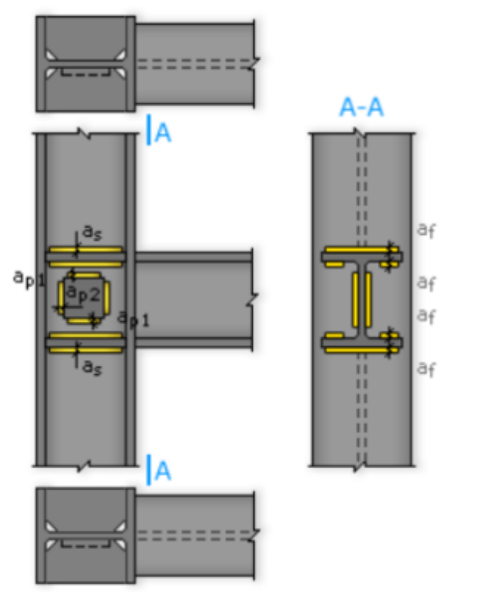
Ala superior:  $a_{fu} = 5 \text{ mm}$

Ala inferior:  $a_{fd} = 5 \text{ mm}$

**Soldadura de la pletina de refuerzo del alma del pilar**

Horizontal:  $a_{p1} = 1 \text{ mm}$

Vertical:  $a_{p2} = 1 \text{ mm}$



Aplicar
OK
Cancelar

Definición de unión de tipo Viga-Pilar - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Geometría  
Pletina  
Refuerzos  
Tornillos  
Rigidizadores  
Soldaduras  
Parámetros normativos

Tipo de análisis global de la estructura [5.1]

☒ Análisis elástico  
☐ Análisis elasto-plástico  
☐ Análisis rígido-plástico

Parámetros de cálculo de la rigidez de la unión

Tipo de pórtico ☐ Arriostrado ☒ Traslacional

Longitud real de la viga 6.00 m  
Longitud de la viga para los cálculos 6.00 m

Parámetros de la unión

Categoría para carga cortante A (3.4.1)  
Coeficiente de rozamiento  $\mu_i$  = (Tabla 3.7)  
Coeficiente condicional  $k_s$  = (Tabla 3.6)

Aplicar OK Cancelar

**Comprobación manual de la unión**

Nudo n.º:

Unión n.º:

**Esfuerzos internos en la viga (lado derecho):**

Momento flector  $M_{b1,Ed} = 127.00$  kN\*m

Esfuerzo cortante  $V_{b1,Ed} = 127.00$  kN

Fuerza axil  $N_{b1,Ed} = 0.00$  kN

**Esfuerzos internos en la viga (lado izquierdo):**

Momento flector  $M_{b2,Ed} = 0.00$  kN\*m

Esfuerzo cortante  $V_{b2,Ed} = 0.00$  kN

Fuerza axil  $N_{b2,Ed} = 0.00$  kN

**Esfuerzos internos en el pilar (abajo):**

Momento flector  $M_{c1,Ed} = 0.00$  kN\*m

Esfuerzo cortante  $V_{c1,Ed} = 0.00$  kN

Fuerza axil  $N_{c1,Ed} = 0.00$  kN

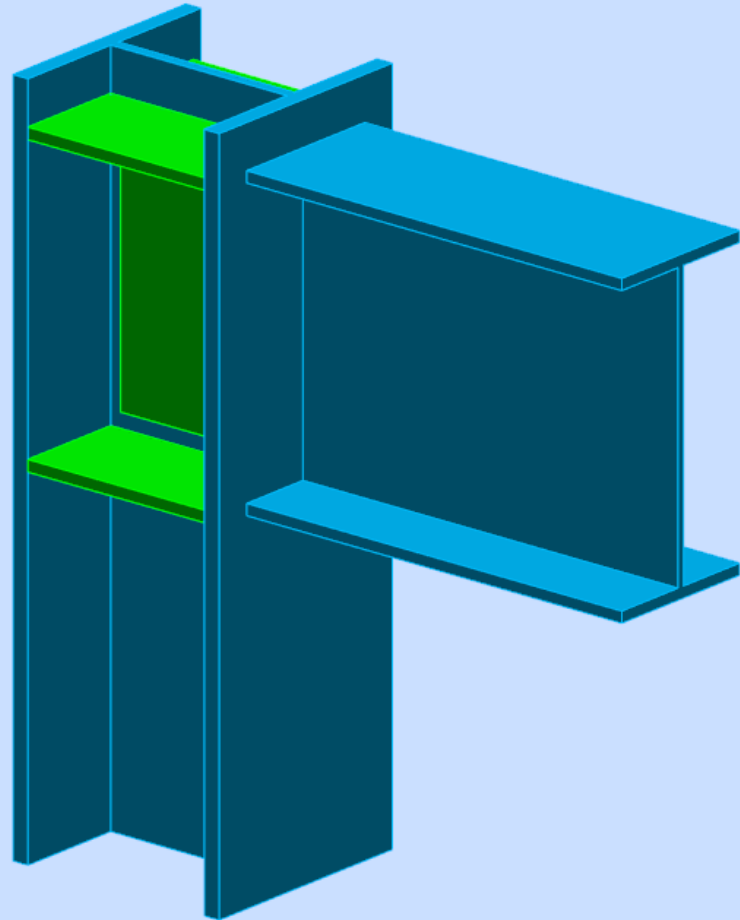
**Esfuerzos internos en el pilar (arriba):**

Momento flector  $M_{c2,Ed} = 0.00$  kN\*m

Esfuerzo cortante  $V_{c2,Ed} = 0.00$  kN

Fuerza axil  $N_{c2,Ed} = 0.00$  kN

☐ Nota simplificada





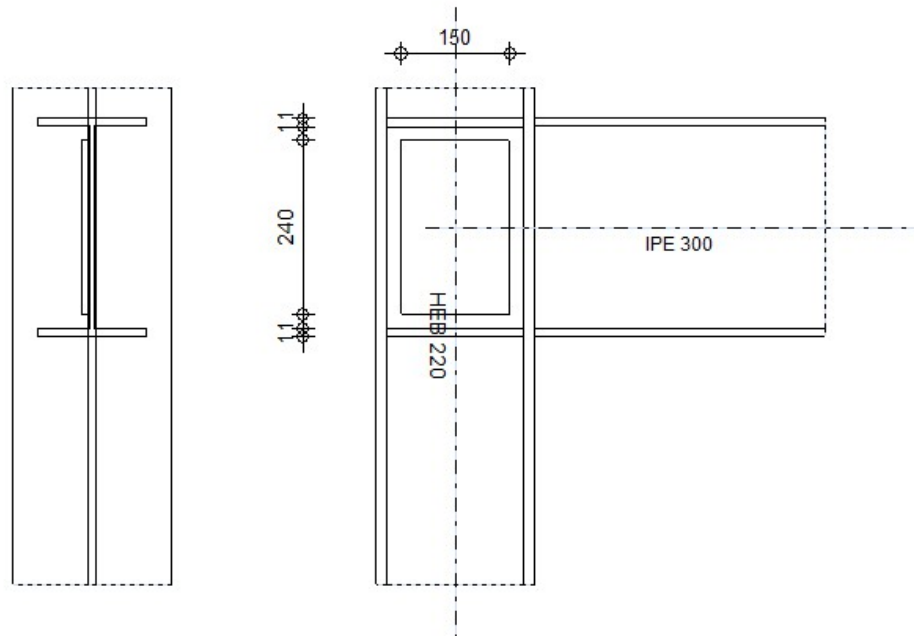
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2020

## Cálculo del empotramiento soldado Viga - Columna

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Relación  
0.95



### GENERAL

Unión N.º: 1  
Nombre de la unión: Pilar-viga

### GEOMETRÍA

## RIGIDEZ DE LA UNIÓN

$A_{vc} = 42.21$  [cm<sup>2</sup>] Área en cizallamiento EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\beta = 1.00$  Parámetro de la transformación [5.3.(7)]

$z = 289$  [mm] Brazo de palanca [6.2.5]

$k_1 = 6$  [mm] Coeficiente de rigidez del panel del alma del pilar [6.3.2.(1)]

$k_2 = \infty$  Coeficiente de rigidez del alma comprimida del pilar [6.3.2.(1)]

$k_3 = \infty$  Coeficiente de rigidez del alma traccionada del pilar [6.3.2.(1)]

$S_{j,ini} = E z^2 / \sum_i (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_3)$  [6.3.1.(4)]

$S_{j,ini} = 97444.75$  [kN\*m] Rigidez inicial en rotación [6.3.1.(4)]

$\eta = 2.00$  Coeficiente de rigidez de la unión [5.1.2.(4)]

$S_j = S_{j,ini} / \eta$  [6.3.1.(4)]

$S_j = 48722.38$  [kN\*m] Rigidez final en rotación [6.3.1.(4)]

### **Clase de la unión respecto a la rigidez.**

$S_{j,rig} = 73115.96$  [kN\*m] Rigidez de la unión rígida [5.2.2.5]

$S_{j,pin} = 1462.32$  [kN\*m] Rigidez de la unión articulada [5.2.2.5]

$S_{j,ini} \geq S_{j,rig}$  RÍGIDA

## COMPONENTE MÁS DÉBIL:

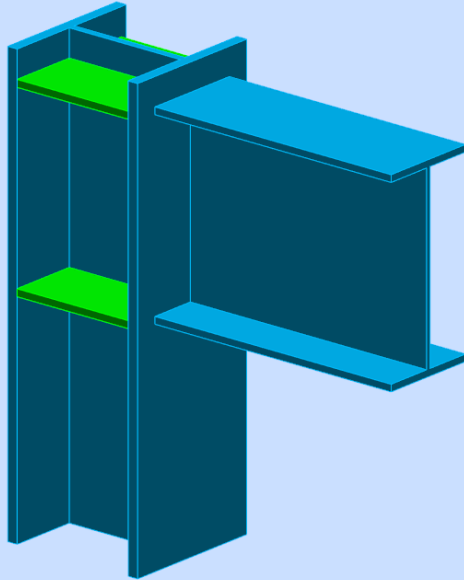
SOLDADURAS

**Unión conforme con la Norma**

Relación 0.95



## Sin refuerzo de alma




### RESISTENCIAS DEL PILAR

#### PANEL DEL ALMA EN CORTANTE


$M_{b1,Ed}$	=	127.00	[kN*m]	Momento flector en la viga derecha	[5.3.(3)]
$M_{b2,Ed}$	=	0.00	[kN*m]	Momento flector en la viga izquierda	[5.3.(3)]
$V_{c1,Ed}$	=	0.00	[kN]	Esfuerzo cortante en el pilar inferior	[5.3.(3)]
$V_{c2,Ed}$	=	0.00	[kN]	Esfuerzo cortante en el pilar superior	[5.3.(3)]
$z$	=	289	[mm]	Brazo de palanca	[6.2.5]
$V_{wp,Ed}$	=	$(M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$			
$V_{wp,Ed}$	=	438.99	[kN]	Esfuerzo cortante en el panel del alma	[5.3.(3)]
$A_{vs}$	=	27.92	[cm <sup>2</sup> ]	Área del alma del pilar en cortante	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$A_{vc}$	=	27.92	[cm <sup>2</sup> ]	Área en cizallamiento	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$d_s$	=	289	[mm]	Distancia entre los centros de gravedad de los rigidizadores	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,fc,Rd}$	=	3.87	[kN*m]	Resistencia plástica del ala del pilar en flexión	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,stu,Rd}$	=	1.56	[kN*m]	Resistencia plástica del rigidizador transversal superior en flexión	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,sti,Rd}$	=	1.56	[kN*m]	Resistencia plástica del rigidizador transversal inferior en flexión	[6.2.6.1.(4)]
$V_{wp,Rd}$	=	$0.9 (A_{vs} f_{y,wc}) / (\sqrt{3} \gamma_{M0}) + \text{Min}(4 M_{pl,fc,Rd} / d_s, (2 M_{pl,fc,Rd} + M_{pl,stu,Rd} + M_{pl,sti,Rd}) / d_s)$			
$V_{wp,Rd}$	=	436.60	[kN]	Resistencia del panel del alma del pilar en cortante	[6.2.6.1]


$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0$	1.01 > 1.00	no verificado	(1.01)
----------------------------------	-------------	---------------	--------


 Definición de unión de tipo Viga-Pilar - EN 1993-1-8:2005/AC:2009


File


Help


 Geometría


 Pletina

 Refuerzos

 Tornillos

 Rigidizadores

 Soldaduras

 Parámetros normativos

Pletina de tope

Altura:

$h_p =$

Material:

Anchura:

$b_p =$

Espesor:

$t_p =$

$e_{pu} =$

$e_{pd} =$

☐ Refuerzo superior del ala del pilar

Altura:

$h_{bu} =$

Anchura:

$b_{bu} =$

Espesor:

$t_{bu} =$

Posición:

$e_{bu} =$

Material:

☐ Refuerzo inferior del ala del pilar

Altura:

$h_{bd} =$

Anchura:

$b_{bd} =$

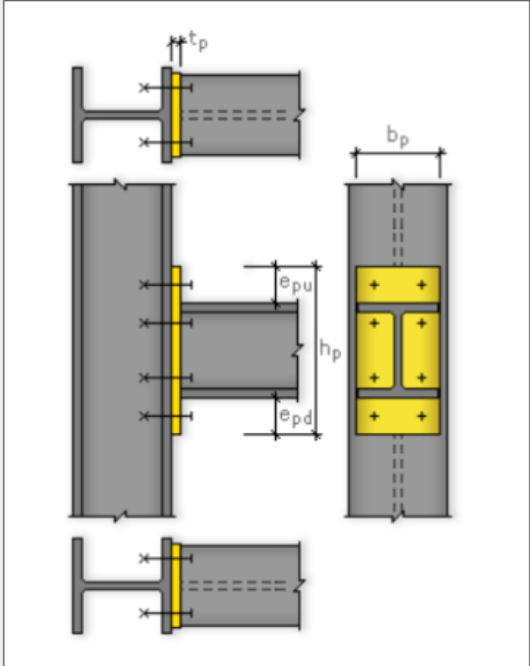
Espesor:

$t_{bd} =$

Posición:

$e_{bd} =$


Material:



Aplicar


OK

Cancelar



**ACE**  
 ASSOCIACIÓ DE CONSULTORS D'ESTRUCTURES

CÀLCUL DE NUSOS AMB PROGRAMES INFORMÀTICS



**BG**  
 BLAZQUEZ GUANTER SLP  
 consultors d'estructures

Definición de unión de tipo Viga-Pilar - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File
Help

Geometría

Pletina

Refuerzos

Tornillos

Rigidizadores

Soldaduras

Parámetros normativos

Tornillos

Diámetro : M24

Clase : 8.8

Plano de corte

☒ Parte no fileteada
☐ Parte fileteada

Distribución

Número de columnas :  $n_h = 2$

Número de líneas::  $n_v = 3$

Separación horizontal :  $e = 128 \text{ mm}$

Separación vertical :  $(p_1 : p_2 \dots) = 107.182 \text{ mm}$ 

☐ Separ. uniforme

Distancia respecto al borde :  $h_1 = 42 \text{ mm}$ 

☐ Simetría

Aplicar

OK

Cancelar

**Comprobación manual de la unión**

Nudo n.º:

Unión n.º:

Esfuerzos internos en la viga (lado derecho):

Momento flector	$M_{b1,Ed} = 127.00$	kN*m
Esfuerzo cortante	$V_{b1,Ed} = 127.00$	kN
Fuerza axial	$N_{b1,Ed} = 0.00$	kN

Esfuerzos internos en la viga (lado izquierdo):

Momento flector	$M_{b2,Ed} = 0.00$	kN*m
Esfuerzo cortante	$V_{b2,Ed} = 0.00$	kN
Fuerza axial	$N_{b2,Ed} = 0.00$	kN

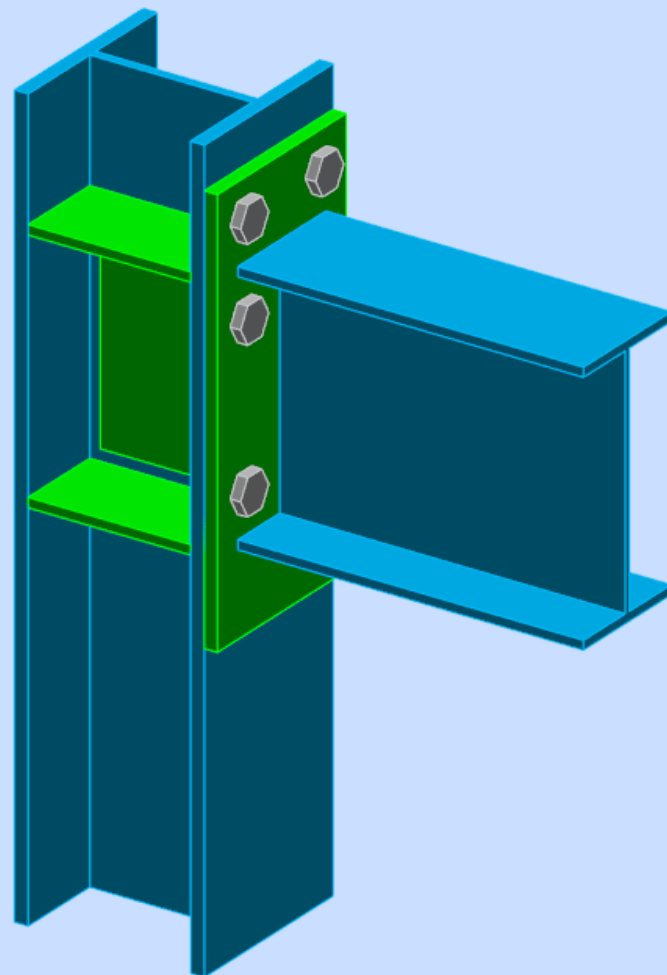
Esfuerzos internos en el pilar (abajo):

Momento flector	$M_{c1,Ed} = 0.00$	kN*m
Esfuerzo cortante	$V_{c1,Ed} = 0.00$	kN
Fuerza axial	$N_{c1,Ed} = 0.00$	kN

Esfuerzos internos en el pilar (arriba):

Momento flector	$M_{c2,Ed} = 0.00$	kN*m
Esfuerzo cortante	$V_{c2,Ed} = 0.00$	kN
Fuerza axial	$N_{c2,Ed} = 0.00$	kN

☐ Nota simplificada





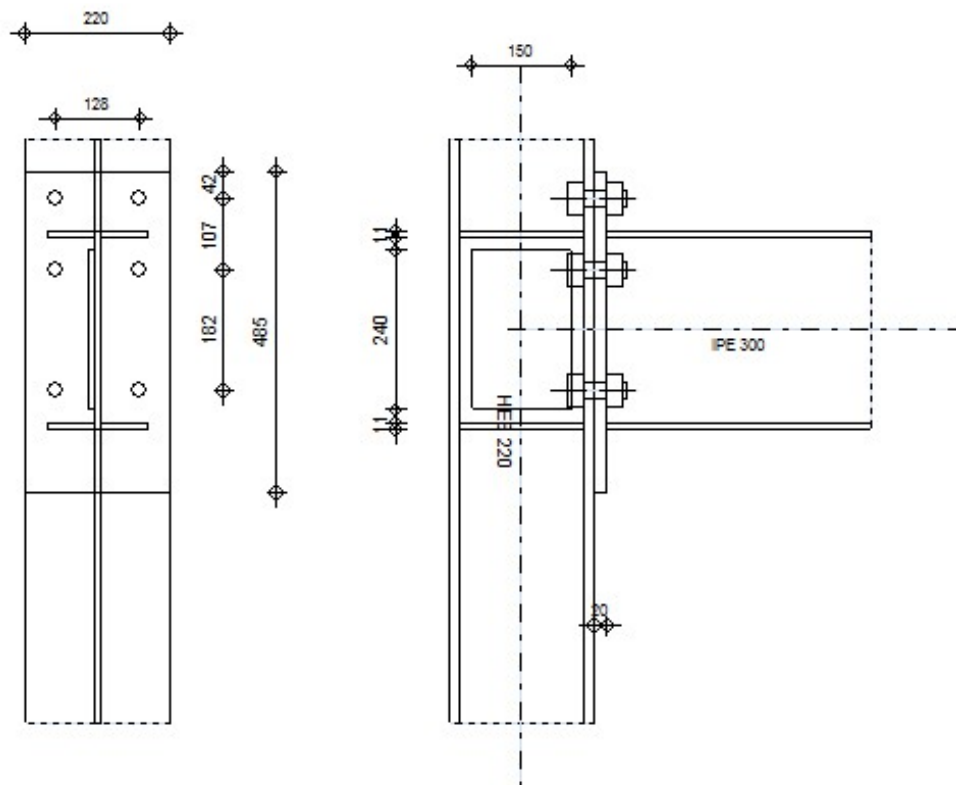
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2020

## Cálculo del empotramiento Viga - Columna

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Relación  
**0.89**



## RIGIDEZ DE LA UNIÓN

$t_{wash} =$	5	[mm]	Espesor de la arandela	[6.2.6.3.(2)]
$h_{head} =$	17	[mm]	Altura de la cabeza del tornillo	[6.2.6.3.(2)]
$h_{nut} =$	24	[mm]	Altura de la rosca del tornillo	[6.2.6.3.(2)]
$L_b =$	67	[mm]	Longitud del tornillo	[6.2.6.3.(2)]
$k_{10} =$	8	[mm]	Coeficiente de rigidez de los tornillos	[6.3.2.(1)]

## RIGIDEZ DE LAS LÍNEAS DE TORNILLOS

Nr	$h_j$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_{eff,j}$	$k_{eff,j} h_j$	$k_{eff,j} h_j^2$
1	343	7	8	12	2	7.49	256.80
2	236	9	10	11	2	5.51	129.75
3	54	9	10	9	2	1.20	6.45
					Suma	14.20	392.99

$$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j})) \quad [6.3.3.1.(2)]$$

$$z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$$

$$z_{eq} = 277 \text{ [mm]} \quad \text{Brazo de fuerzas equivalente} \quad [6.3.3.1.(3)]$$

$$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$$

$$k_{eq} = 5 \text{ [mm]} \quad \text{Coeficiente de rigidez equivalente del sistema de tornillos} \quad [6.3.3.1.(1)]$$

$$A_{vc} = 42.21 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{Área en cizallamiento} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$\beta = 1.00 \quad \text{Parámetro de la transformación} \quad [5.3.(7)]$$

$$z = 277 \text{ [mm]} \quad \text{Brazo de palanca} \quad [6.2.5]$$

$$k_1 = 6 \text{ [mm]} \quad \text{Coeficiente de rigidez del panel del alma del pilar} \quad [6.3.2.(1)]$$

$$k_2 = \infty \quad \text{Coeficiente de rigidez del alma comprimida del pilar} \quad [6.3.2.(1)]$$

$$S_{j,ini} = E z_{eq}^2 / \sum_i (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_{eq}) \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_{j,ini} = 43771.14 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez inicial en rotación} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$\mu = 1.89 \quad \text{Coeficiente de rigidez de la unión} \quad [6.3.1.(6)]$$

$$S_j = S_{j,ini} / \mu \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 23139.29 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez final en rotación} \quad [6.3.1.(4)]$$

### Clase de la unión respecto a la rigidez.

$$S_{j,rig} = 73115.96 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez de la unión rígida} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 1462.32 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez de la unión articulada} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} \leq S_{j,ini} < S_{j,rig} \quad \text{SEMI-RÍGIDA}$$

## COMPONENTE MÁS DÉBIL:

SOLDADURAS

## NOTAS

Distancia de tornillos desde el borde demasiado grande. 154 [mm] > 120 [mm]

Unión conforme con la Norma	Relación 0.89
-----------------------------	---------------

Definició de unió de tipus Viga-Pilar - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File Help

Geometria

Pletina

Refuerzos

Tornillos

Rigidizadores

Soldaduras

Parámetros normativos

Tipo de análisis global de la estructura [5.1]

☐ Análisis elástico

☒ Análisis elasto-plástico

☐ Análisis rígido-plástico

Parámetros de cálculo de la rigidez de la unión

Tipo de pórtico ☐ Arriostrado ☒ Traslacional

Longitud real de la viga 6.00 m

Longitud de la viga para los cálculos 6.00 m

Parámetros de la unión

Categoría para carga cortante A (3.4.1)

Coefficiente de rozamiento  $\mu_i$  (Tabla 3.7)

Coefficiente condicional  $k_s$  (Tabla 3.6)

Aplicar OK Cancelar

**Clase de la unión respecto a la rigidez.**

$$S_{j,rig} = 73115.96 \text{ [kN*m]} \text{ Rigidez de la unión rígida} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 1462.32 \text{ [kN*m]} \text{ Rigidez de la unión articulada} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} \leq S_{j,ini} < S_{j,rig} \text{ SEMI-RÍGIDA}$$

**Clase de la unión respecto a la resistencia.**

$$M_{pl,Rd,lim} = \text{Max}(M_{b,pl,Rd}, 2 M_{c,pl,Rd})$$

$$M_{pl,Rd,lim} = 454.90 \text{ [kN*m]} \text{ Resistencia de la unión con resistencia completa} \quad [5.2.3]$$

$$0.25 M_{pl,Rd,lim} < M_{j,Rd} < M_{pl,Rd,lim} \text{ RESISTENCIA INCOMPLETA}$$

**CONTROL DE LA RIGIDEZ DE LA UNIÓN**

La unión no cumple las condiciones de la capacidad de rotación exigida de acuerdo con el punto 6.4.

**COMPONENTE MÁS DÉBIL:**

SOLDADURAS

**NOTAS**

Distancia de tornillos desde el borde demasiado grande.  $154 \text{ [mm]} > 100 \text{ [mm]}$

**Unión NO conforme con la Norma**

Relación 1.03



Definición de unión de tipo Viga-Pilar - EN 1993-1-8:2005/AC:2009

File
Help

Geometría
Pletina
Refuerzos
Tornillos
Rigidizadores
Soldaduras
Parámetros normativos

Tipo de análisis global de la estructura [5.1]

☒ Análisis elástico
☐ Análisis elasto-plástico
☐ Análisis rígido-plástico

Parámetros de cálculo de la rigidez de la unión

Tipo de pórtico

☒ Arriostrado
☐ Traslacional

Longitud real de la viga

6.00 m

Longitud de la viga para los cálculos

6.00 m

#### Clase de la unión respecto a la rigidez.

$S_{j,rig} = 23397.11 \text{ [kN*m]}$  Rigidez de la unión rígida [5.2.2.5]

$S_{j,pin} = 1462.32 \text{ [kN*m]}$  Rigidez de la unión articulada [5.2.2.5]

$S_{j,ini} \geq S_{j,rig}$  RÍGIDA

#### COMPONENTE MÁS DÉBIL:


ALA Y ALMA DE LA VIGA EN COMPRESIÓN

#### NOTAS

Distancia de tornillos desde el borde demasiado grande.  $154 \text{ [mm]} > 100 \text{ [mm]}$

**Unión conforme con la Norma**

Relación 0.99


**ACE**  
ASSOCIACIÓ DE CONSULTORS D'ESTRUCTURES

CÀLCUL DE NUSOS AMB PROGRAMES INFORMÀTICS

**BG**  
BLAZQUEZ GUANTER SLP  
consultors d'estructures

**StatiCa CONNECTION** ACE.ideaCon

Calcular yesterday's estimates

Proyecto Diseño Verificación Informe Materiales

CON1 EPS ST CD DR Nuevo Copiar Deshacer Rehacer Guardar Datos

Elementos Placas SCL Nuevo Galería Aplicar Crear Asistente Configuración de la norma CBFEM Calcular Verificación general Cargas en equilibrio Opciones XLS Import Importar/Exportar cargas XLS Export

Elemento Carga Operación

Uniones del proyecto

Sólido Transparente Alámbrico

CUT1 [Cortar por elemento] Copia Eliminar

▼ Cortar por elemento

Elemento BIGA

Cortado por PILAR

Método de corte Corte único

Plano de corte Cercano

Dirección Paralelo

Desplazamiento [mm] 0

▼ Soldaduras

Alas [mm] 6,0 < defecto >

Almas [mm] 3,0 < defecto >

▼ Elementos

✓ PILAR

✓ BIGA

▼ Cargas

✓ LE1

▼ Operaciones

✓ CUT1

✓ STIFF1

✓ SP 1

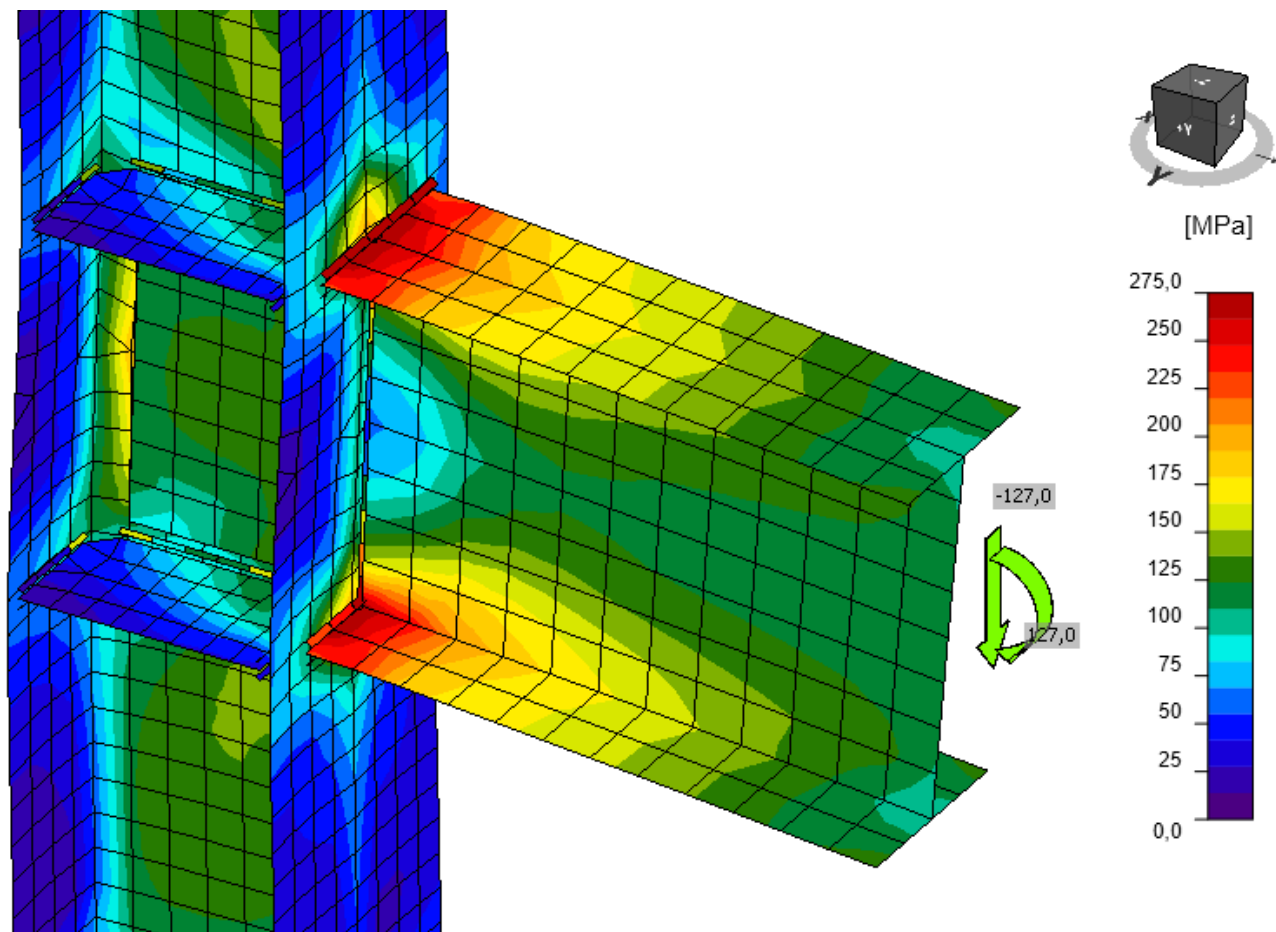
Análisis 100,0%

Placas 0,0 < 5%

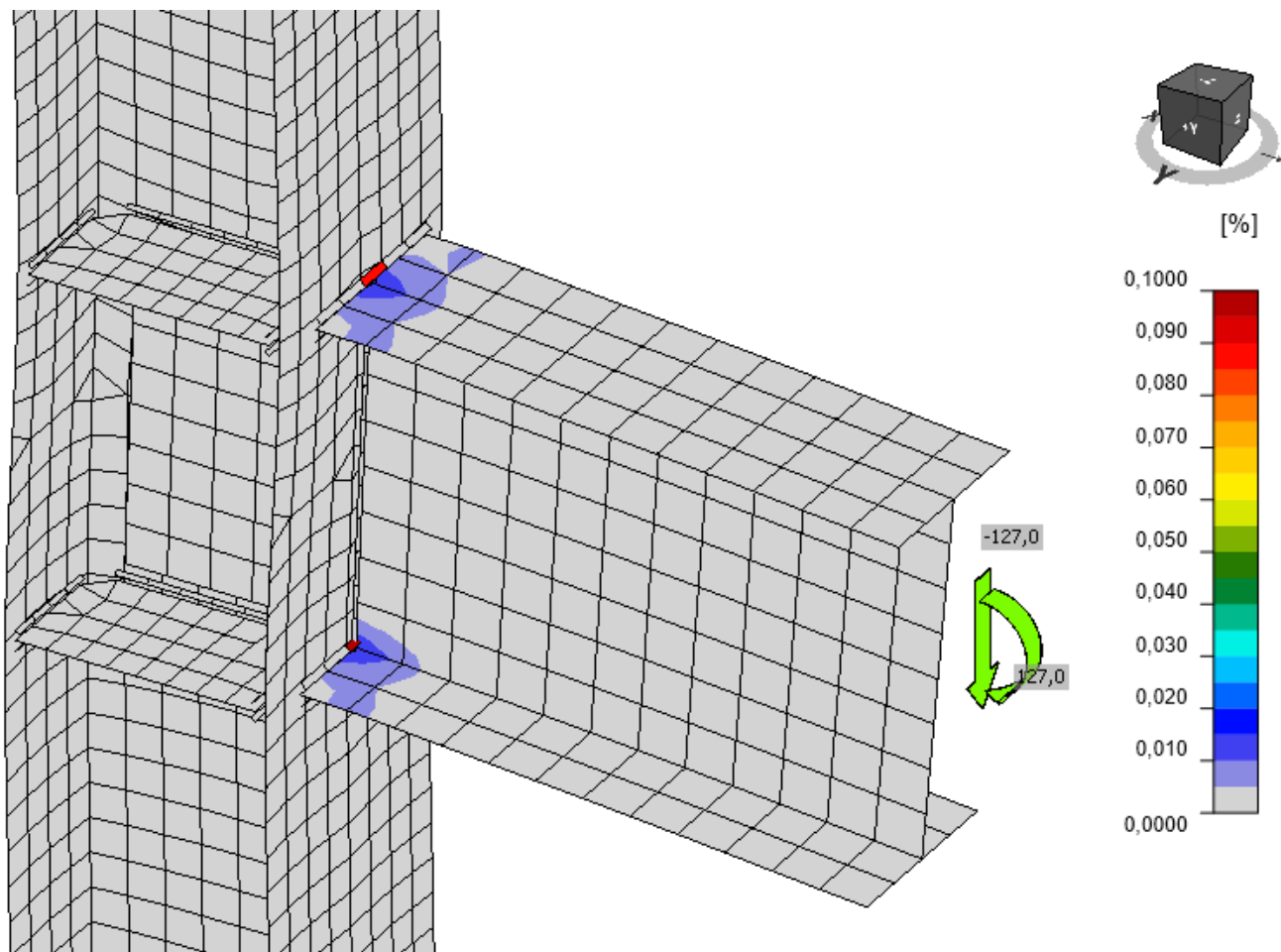
Soldaduras 98,0 < 100%

Pandeo No calculado

Anàlisi	✓	100,0%
Placas	✓	0,0 < 5%
Soldadures	✓	98,0 < 100%
Pandeo		No calculado



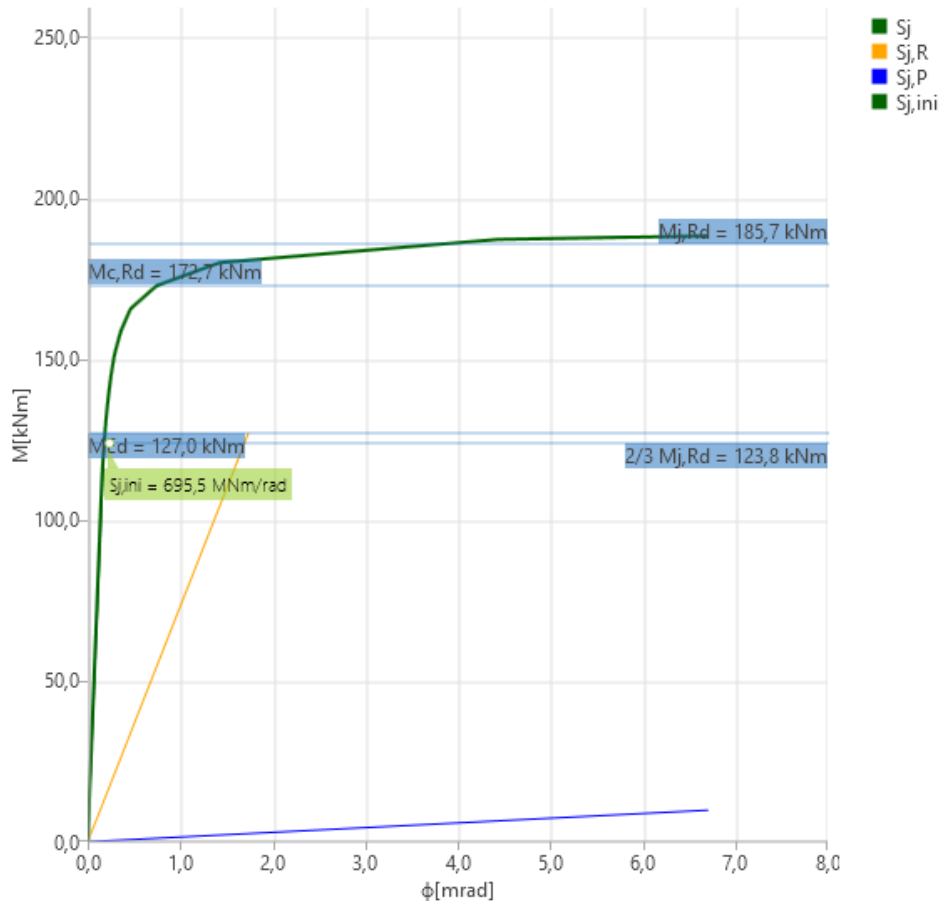
Anàlisis	✓	100,0%
Placas	✓	0,0 < 5%
Soldadures	✓	98,0 < 100%
Pandeo		No calculado



### Rigidez rotacional del componente de la unión

	Ítem	Comp.	Cargas	MEd [kNm]	Mj,Rd [kNm]	Sj,ini [MNm/rad]	Sjs [MNm/rad]	$\phi$ [mrad]	$\Phi_c$ [mrad]	L [m]	Sj,R [MNm/rad]	Sj,P [MNm/rad]	Clase
>	BIGA	My	LE1	127,0	185,7	695,5	682,2	0,2	6,7	6,00	73,1	1,5	Rígido

Diagrama de rigidez My -  $\phi$ y, LE1



### Explicación del símbolo

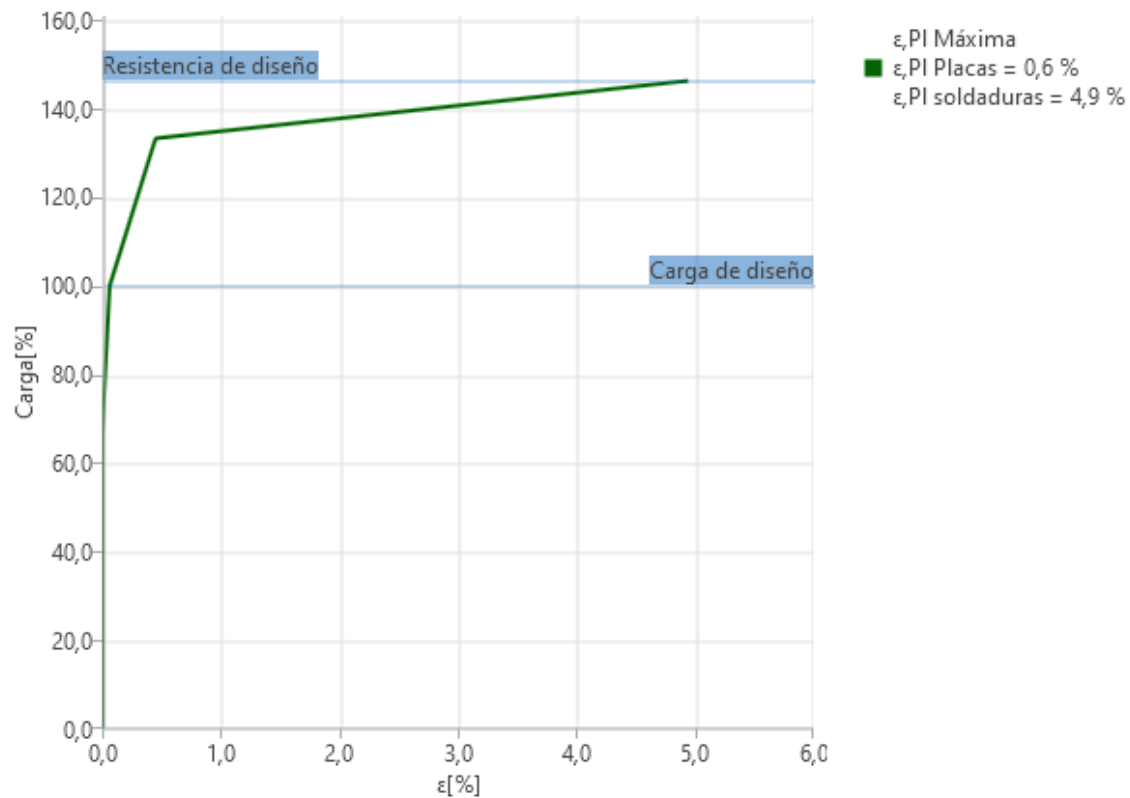
$M_{j,Rd}$	Resistencia a flexión
$S_{j,ini}$	Rigidez rotacional inicial
$S_{j,s}$	Rigidez rotacional secante
$\Phi$	Deformación rotacional
$\Phi_c$	Capacidad de rotación
$S_{j,R}$	Valor límite - Unión rígida
$S_{j,P}$	Valor límite - Unión articulada

Si  $S_{j,s} > S_{j,R} \rightarrow$  Rígido

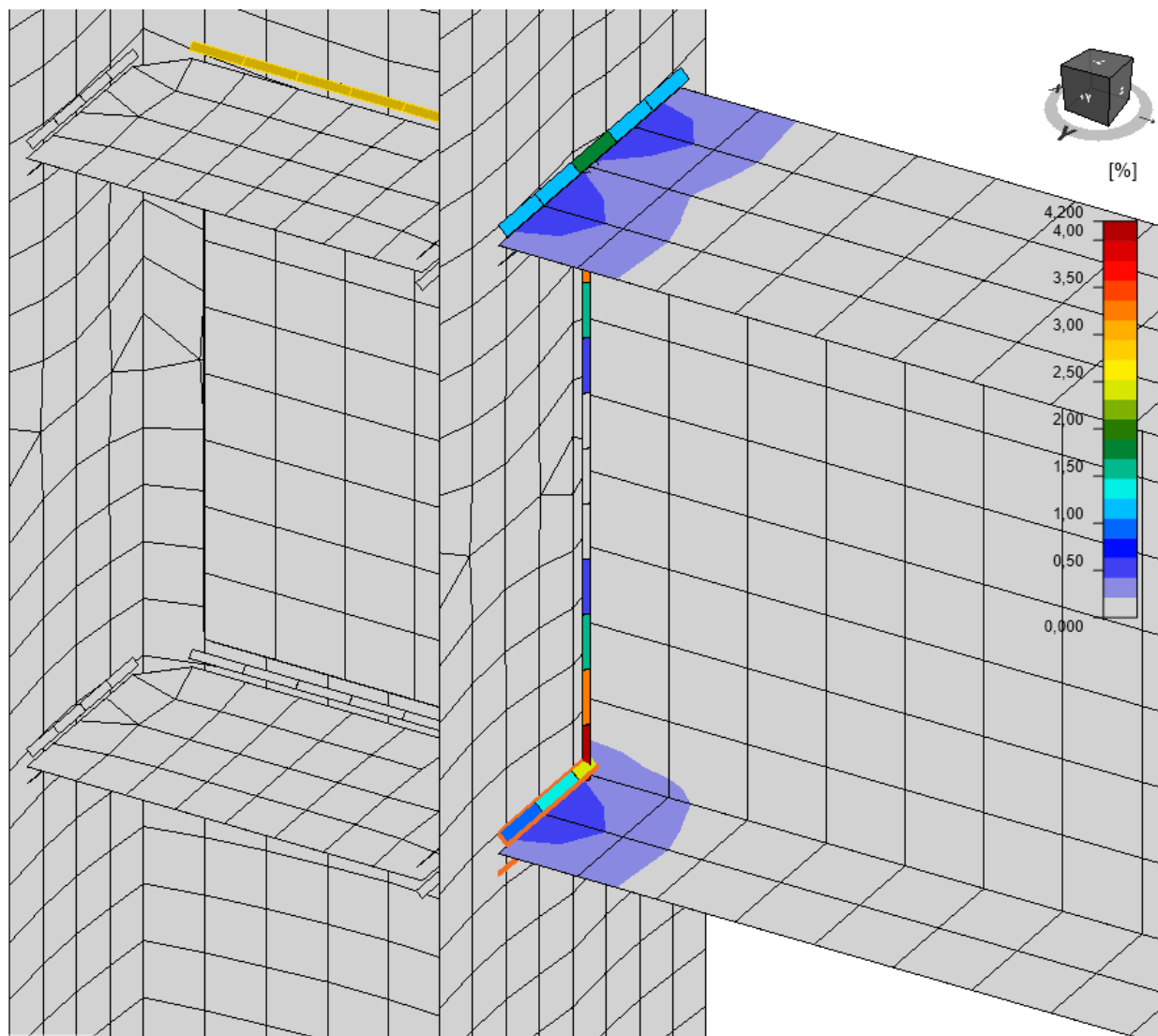
## Factor de carga

	Cargas	Factor [%]
>	LE1	146,4

## Resistencia de diseño de la unión, LE1



Anàlisi	✓	100,0%
Placas	✓	0,5 < 5%
Soldadures	✓	99,7 < 100%
Pandeo		No calculado



**StatiCa<sup>®</sup> CONNECTION** ACE.ideaCon

Calcular yesterday's estructuras

Proyecto Diseño Verificación Informe Materiales

CON2 EPS ST CD DR Nuevo Copiar

Deshacer Rehacer Guardar

Elementos Placas SCL Nuevo Galería Aplicar Crear Asistente Configuración de la norma Calcular Verificación general Cargas en equilibrio Opciones XLS Import Importar/Exportar cargas Elemento Carga Operación

Etiquetas Imágenes Plantilla CBFEM

Uniones del proyecto

Sólido Transparente Alámbrico

Editor Copia Eliminar

EP1 [Placa de testa]

**Placa de testa**

Elemento 1 BIGA

Elemento 2 No especificado

Conectado a PILAR

Material < defecto >

Espesor [mm] 20,0

Tipo de unión Atornillado

Dimensiones Rectangular

Superior [mm] 240

Izquierda [mm] 110

Inferior [mm] 165

Derecha [mm] 110

Muesca

**Placa posterior**

Crear chapa de respaldo

**Tornillos**

Tipo M24 8.8

Capas superiores [mm] -91 182 107

Capas a la izquierda [mm] -63 126

Plano de corte en rosca

Transmisión de cortante Aplastamiento - Interacción tracción/cortante

**Soldaduras**

Alas [mm] 7,0

Almas [mm] 3,0

Elementos

- ✓ PILAR
- ✓ BIGA

Cargas

- ✓ LE1

Operaciones

- ✓ EP1
- ✓ STIFF1
- ✓ SP 1

Análisis 100,0%

Placas 0,1 < 5%

Tornillos 61,5 < 100%

Soldaduras 98,0 < 100%

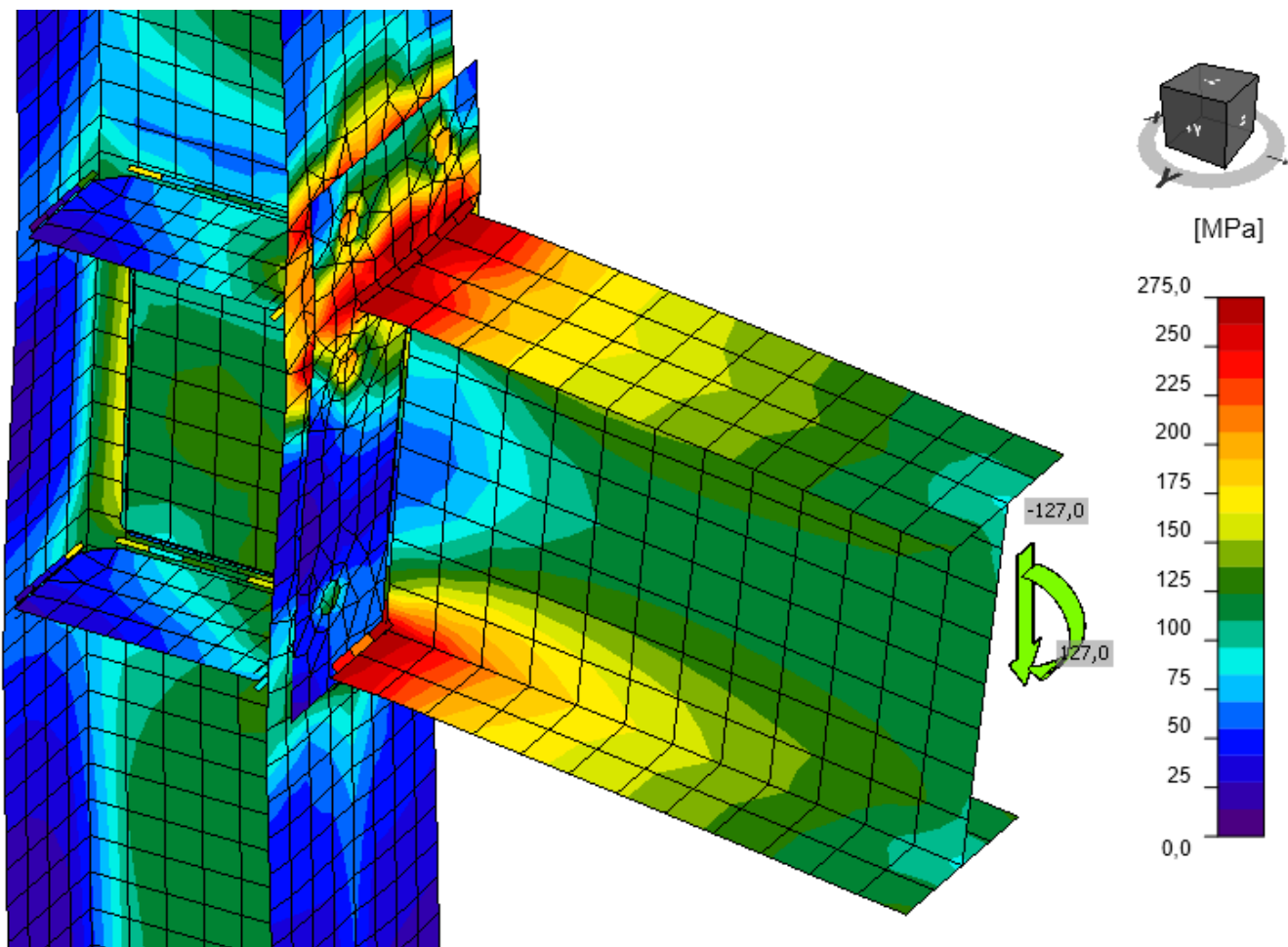
Pandeo No calculado

Norma de diseño: EN Análisis: Tensión, deformación Cargas: No se requiere el equilibrio Units: mm

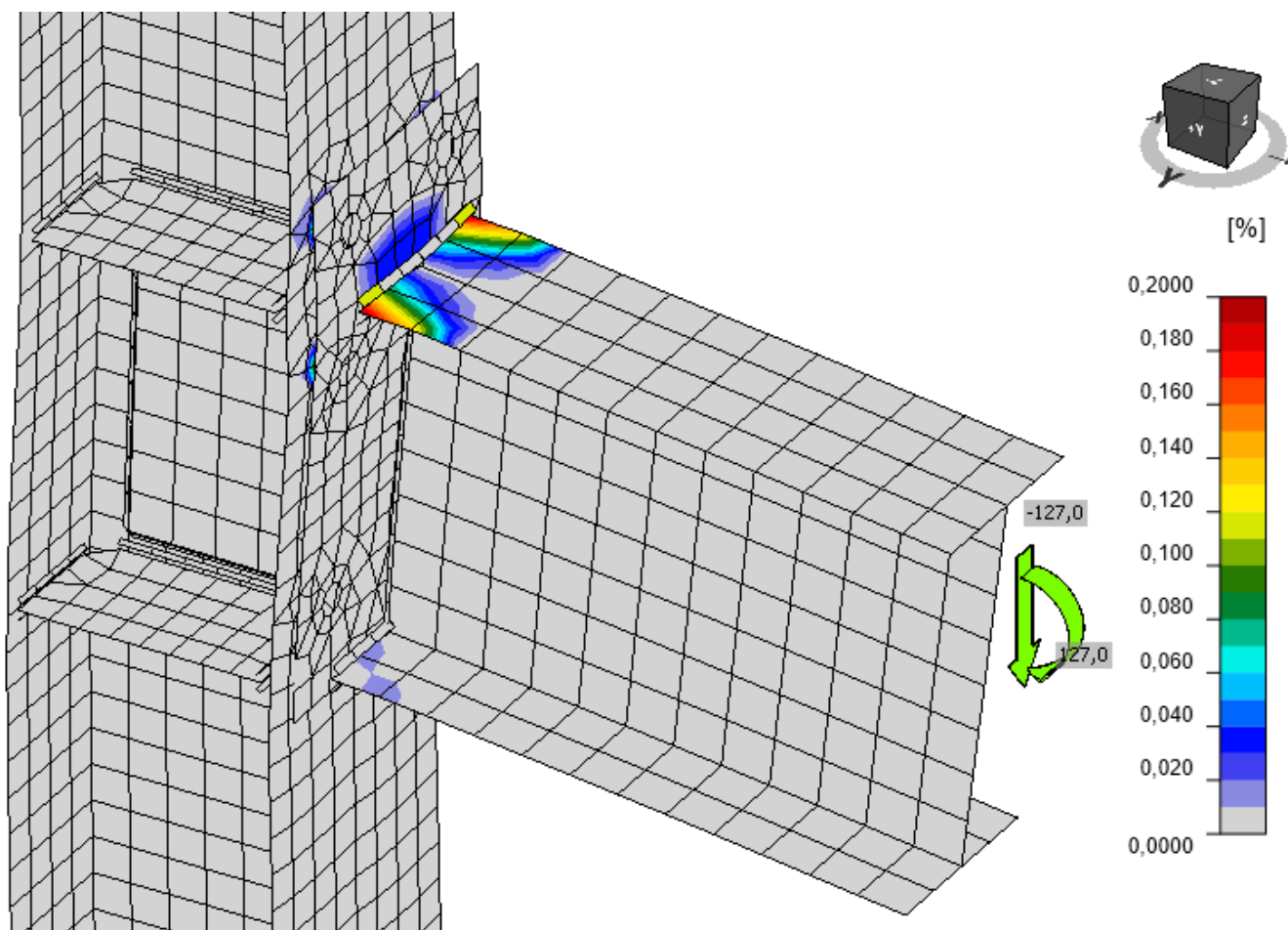
www.ideastatica.com



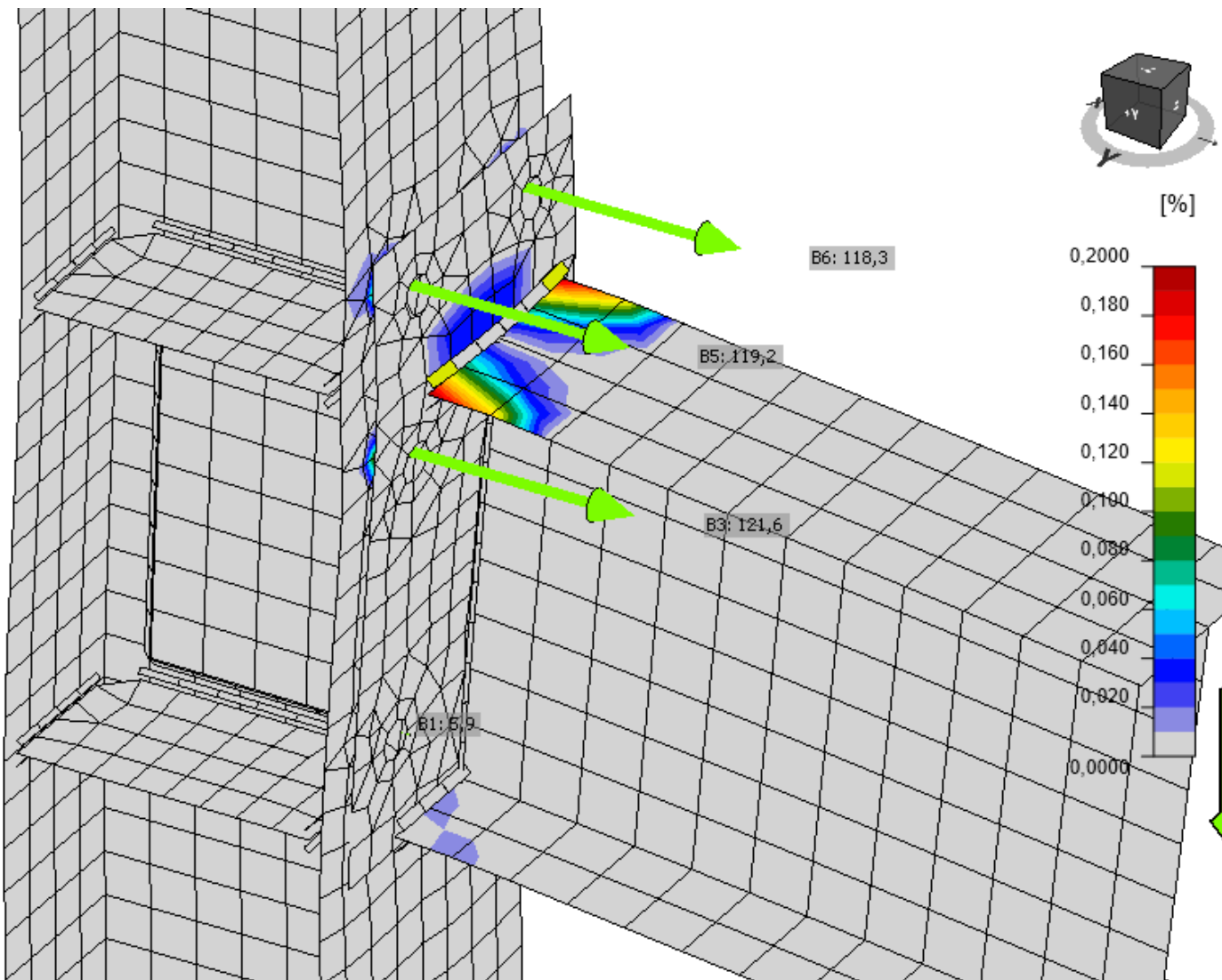
Anàlisis	✓	100,0%
Placas	✓	0,1 < 5%
Tornillos	✓	61,5 < 100%
Soldadures	✓	98,0 < 100%
Pandeo		No calculado



Anàlisis	✓	100,0%
Placas	✓	0,1 < 5%
Tornillos	✓	61,5 < 100%
Soldadures	✓	98,0 < 100%
Pandeo		No calculado



Anàlisis	✓	100,0%
Placas	✓	0,1 < 5%
Tornillos	✓	61,5 < 100%
Soldadures	✓	98,0 < 100%
Pandeo		No calculado

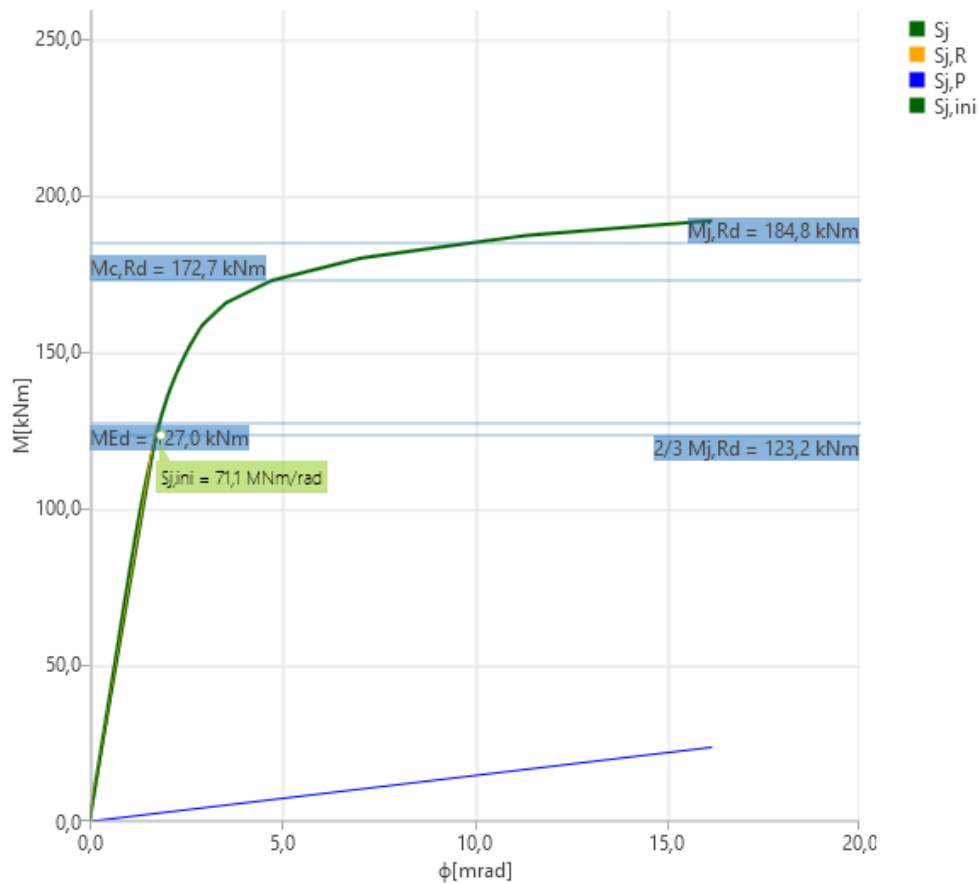


### Rigidez rotacional del componente de la unión

	Ítem	Comp.	Cargas	MEd [kNm]	Mj,Rd [kNm]	Sj,ini [MNm/rad]	Sjs [MNm/rad]	$\phi$ [mrad]	$\Phi_c$ [mrad]	L [m]	Sj,R [MNm/rad]	Sj,P [MNm/rad]	Clase
>	BIGA	My	LE1	127,0	184,8	71,1	70,1	1,8	16,2	6,00	73,1	1,5	Semi-rígido



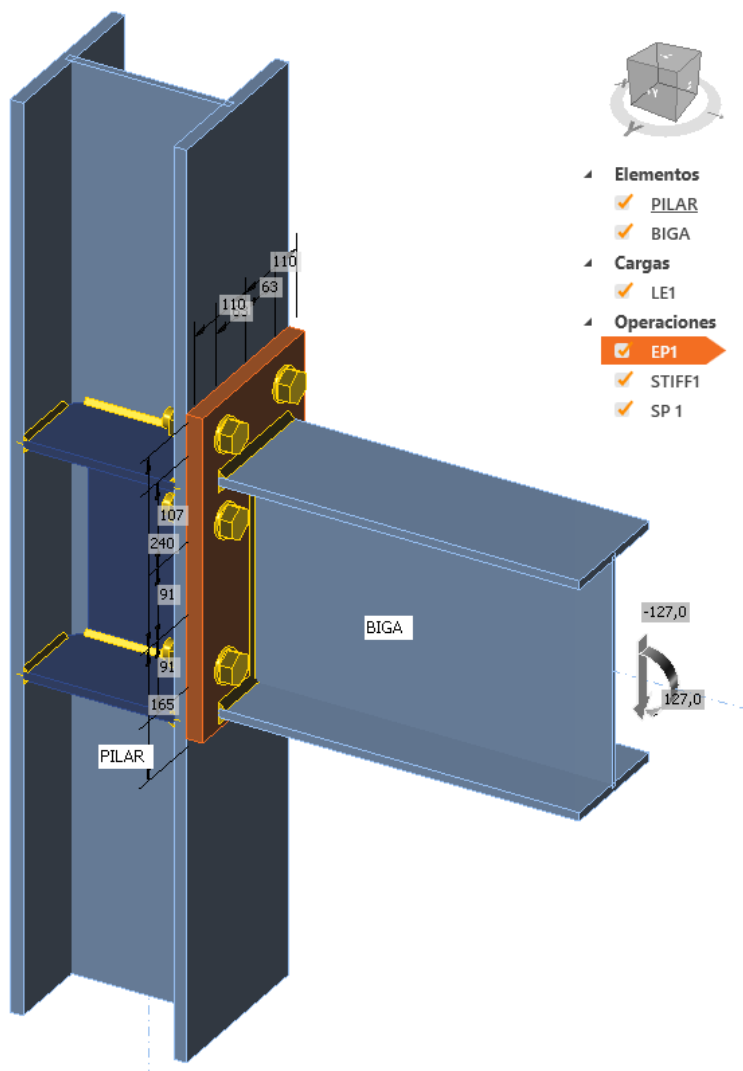
Diagrama de rigidez My -  $\phi_y$ , LE1



$$S_{j,s} = 70,1 < S_{j,R} = 73,1$$

$$S_{j,s} = 70,1 > S_{j,P} = 1,5$$

Semi-rígido



- ✚ Elementos
  - ✓ PILAR
  - ✓ BIGA
- ✚ Cargas
  - ✓ LE1
- ✚ Operaciones
  - ✓ EP1
  - ✓ STIFF1
  - ✓ SP 1

#### ▼ Placa de testa

Elemento 1	BIGA
Elemento 2	No especificado
Conectado a	PILAR
Material	< defecto >
Espesor [mm]	20,0
Tipo de unión	Atornillado
Dimensiones	Rectangular
Superior [mm]	240
Izquierda [mm]	110
Inferior [mm]	165
Derecha [mm]	110
Muesca	

#### ▼ Placa posterior

Crear chapa de respaldo ☐

#### ▼ Tornillos

Tipo	M24 8.8
Capas superiores [mm]	-91 182 107
Capas a la izquierda [mm]	-63 126
Plano de corte en rosca	✓
Transmisión de cortante	Fricción

#### ▼ Soldaduras

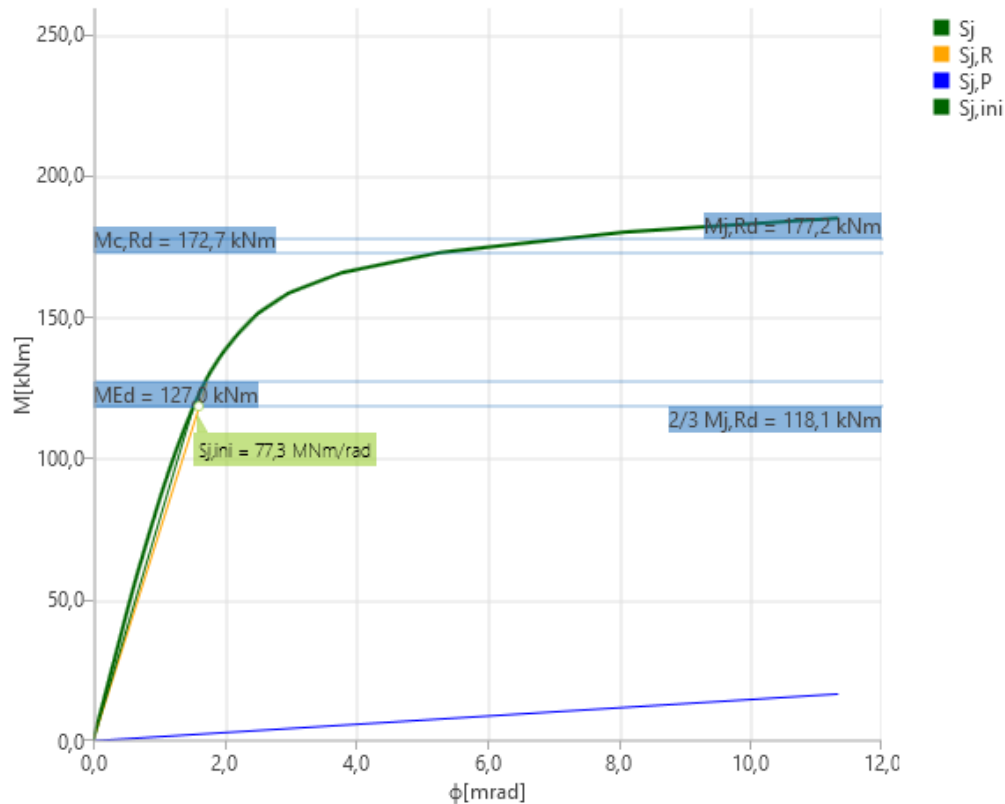
Alas [mm]	6,0	< defecto >					
Almas [mm]	3,0	< defecto >					

### Rigidez rotacional del componente de la unión

	Ítem	Comp.	Cargas	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>j,Rd</sub> [kNm]	S <sub>j,ini</sub> [MNm/rad]	S <sub>j,s</sub> [MNm/rad]	φ [mrad]	Φ <sub>c</sub> [mrad]	L [m]	S <sub>j,R</sub> [MNm/rad]	S <sub>j,P</sub> [MNm/rad]	Clase
>	BIGA	My	LE1	127,0	177,2	77,3	74,4	1,7	11,3	6,00	73,1	1,5	Rígido



Diagrama de rigidez My - φ<sub>y</sub>, LE1



# CONCLUSIONES

- Cype-Connect
  - Muy sencillo el cálculo de uniones estándar gracias al dimensionamiento automático.
  - No entiendo los resultados de la rigidez del nudo.
- Robot
  - Hay que introducir todos los datos.
  - Resultados coincidentes con los de Cype-Connect.
  - Muy claros y transparentes los resultados de la rigidez del nudo
- Idea Connection
  - Hay que introducir los datos aunque se pueden dejar algunos por defecto.
  - Gran capacidad de personalización de nudos, aunque no sean estándar.
  - Los resultados del cálculo elástico no lineal, casi coinciden con los dos anteriores.
  - Muy claros los resultados de la rigidez del nudo
  - Los nudos se pueden solicitar hasta un 40% más gracias a sus capacidades de plastificación del material, aunque limitada.
- Ninguno de los programas controla los espesores de las soldaduras de forma suficientemente correcta.