

COMPROBACIÓN VIGA DE ACERO

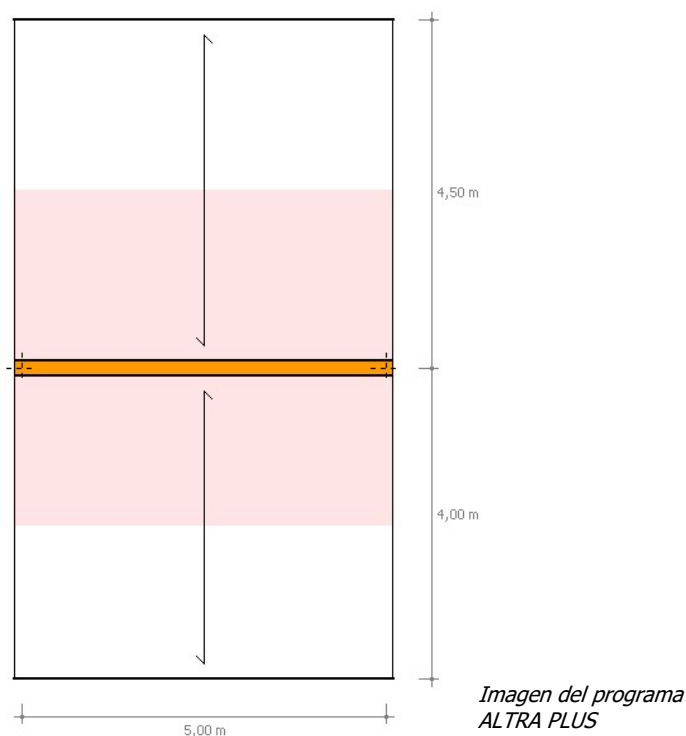
Comprobar una viga IPE300 de acero S275JR biapoyada en sus extremos que sustenta un forjado a cada lado con uso residencial.

1 GEOMETRÍA

La geometría del forjado y las distancias quedan determinadas en la siguiente figura

$$L := 5 \text{ m} \quad \text{Luz de cálculo}$$

$$L_T := \frac{(4 \text{ m} + 4.5 \text{ m})}{2} = 4.3 \text{ m} \quad \text{Ámbito tributario}$$



2 ACCIONES

El estado de cargas para un uso residencial y considerando pavimento y tabiquería.

$$Q := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Sobrecarga de uso}$$

$$G_{pav} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Carga de pavimento}$$

$$G_{tab} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Carga de tabiquería}$$

$$PP_f := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Peso propio de forjado}$$

3 MATERIAL

Se determinan las propiedades del material

$f_y := 275 \text{ MPa}$ Tensión de límite elástico. Tabla 4.1 DB-SE-A

$E := 210000 \text{ MPa}$ Módulo de elasticidad

4 SEGURIDAD

$\gamma_{M0} := 1.05$ Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material. Apartado 2.3.3 DB-SE-A

5 PRESTACIONES DE DISEÑO

$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 261.9 \text{ MPa}$ Resistencia de cálculo

6 PROPIEDADES GEOMÉTRICAS Y MECÁNICAS DE LA SECCIÓN

$h := 300 \text{ mm}$ Altura $t_f := 10.7 \text{ mm}$ Espesor ala (flange)

$b := 150 \text{ mm}$ Ancho $t_w := 7.1 \text{ mm}$ Espesor alma (web)

$A := 53.8 \text{ cm}^2$ Sección transversal $PP_{viga} := 0.42 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ Peso propio viga

$I_y := 8357 \text{ cm}^4$ Inercia y-y $I_z := 604 \text{ cm}^4$ Inercia débil z-z

$W_y := 557.1 \text{ cm}^3$ Momento resistente y-y $W_z := 80.5 \text{ cm}^3$ Momento resistente z-z

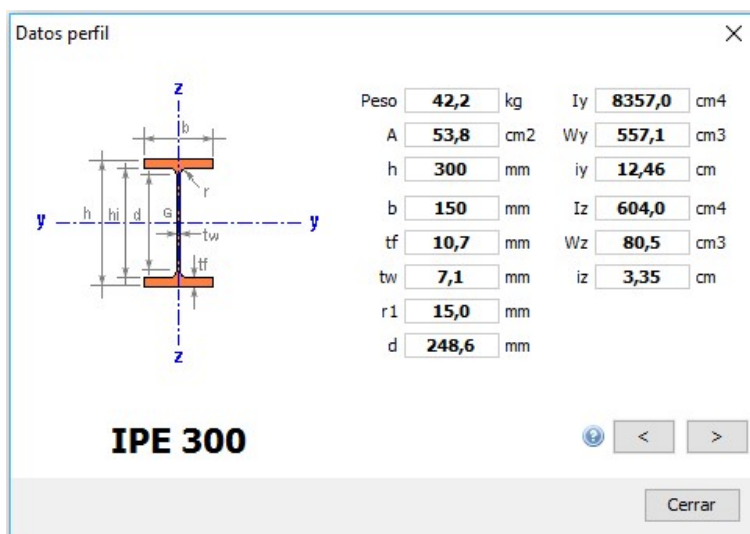


Imagen del programa
ALTRA PLUS

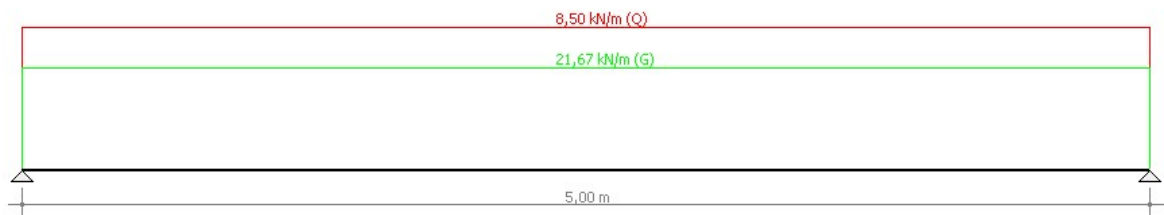
7 CÁLCULO DE SOLICITACIONES

Se determina la carga lineal que aplica en la viga para cada hipótesis: Uso y Permanente G

Solicitaciones características (sin mayorar)

$$q_Q := Q \cdot L_T = 8.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Sobrecarga de uso}$$

$$q_G := (G_{pav} + G_{tab} + PP_f) \cdot L_T + PP_{viga} = 21.67 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Peso propio y permanente}$$



*Imagen del programa
ALTRA PLUS*

Solicitaciones de cálculo (mayoradas)

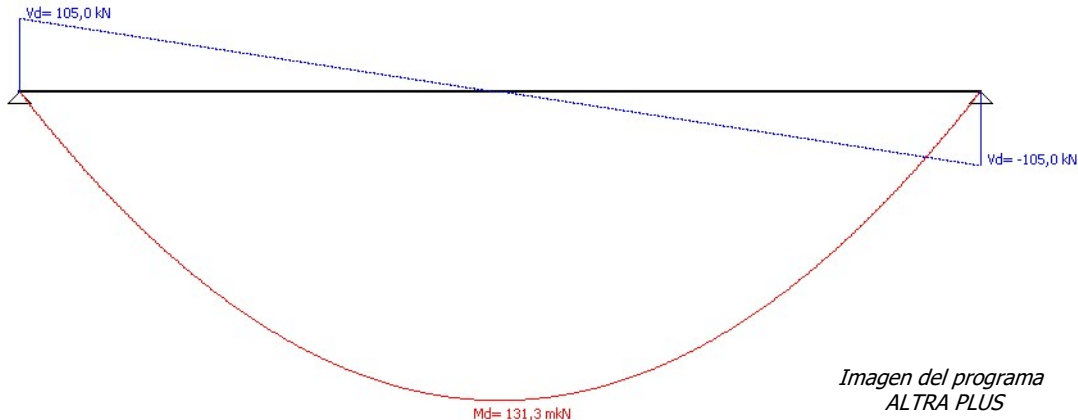
$$q_{Qd} := Q \cdot L_T \cdot 1.5 = 12.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Peso propio y permanente}$$

$$q_{Gd} := ((G_{pav} + G_{tab} + PP_f) \cdot L_T + PP_{viga}) \cdot 1.35 = 29.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Sobrecarga de uso}$$

8 FLEXIÓN

Esfuerzo de flexión. Se considera un esquema biarticulado, y las cargas de cálculo (mayoradas) permanentes q_{Gd} y de uso q_{Qd}

$$M_{yd} := \frac{(q_{Gd} + q_{Qd}) \cdot L^2}{8} = 131.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



Tensión de cálculo. Se determina a partir de la ecuación de Navier que relaciona el momento de cálculo con el momento resistente W_y

$$M_{yd} = 131.3 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Momento de cálculo}$$

$$W_y = 557.1 \text{ cm}^3 \quad \text{Momento resistente y-y}$$

$$\sigma_d := \frac{M_{yd}}{W_y} = 235.6 \text{ MPa} \quad \text{Tensión de cálculo}$$

Aprovechamiento. Se relaciona sollicitación con resistencia. Valores inferior a la unidad son aceptables.

$$\eta_1 := \frac{\sigma_d}{f_{yd}} = 0.9$$

Seguridad: Excedente de seguridad que se dispone, expresado en porcentaje %

$$(1 - \eta_1) \cdot 100 = 10$$

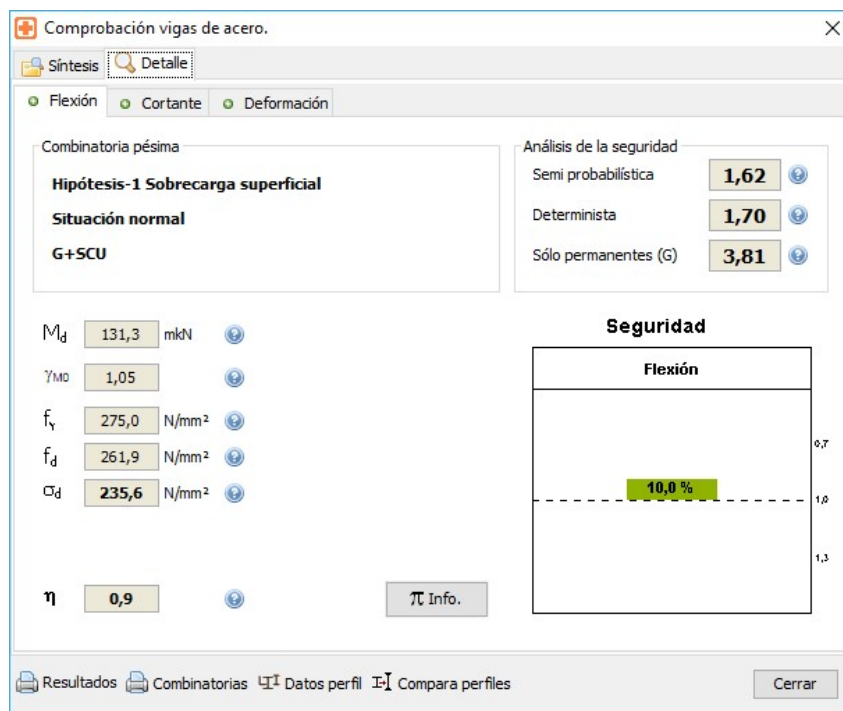


Imagen del programa
ALTRA PLUS

9 CORTANTE

Tensión de cálculo a cortante. El esfuerzo se determina con las cargas mayoradas y en el apoyo.

$$V_d := \frac{(q_{Gd} + q_{Qd}) \cdot L}{2} = 105 \text{ kN}$$

$$A_v := h \cdot t_w = 2130 \text{ mm}^2 \quad \text{Sección resistente a esfuerzo cortante}$$

$$\tau_d := \frac{V_d}{A_v} = 49.3 \text{ MPa} \quad \text{Tensión de cálculo a esfuerzo cortante}$$

Tensión resistente a cortante. Se determina según el apartado 6.2.4 DB-SE-A.

$$V_{pl.Rd} := A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 322.1 \text{ kN} \quad \text{Esfuerzo resistente a cortante}$$

$$\tau_{Rd} := \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 151.2 \text{ MPa} \quad \text{Tensión resistente a esfuerzo cortante}$$

Aprovechamiento. Se relaciona tensión con resistencia. Valores inferiores a la unidad son aceptables

$$\eta_1 := \frac{\tau_d}{\tau_{Rd}} = 0.3$$

Seguridad: Excedente de seguridad que se dispone, expresado en porcentaje %

$$(1 - \eta_1) \cdot 100 = 67.4$$

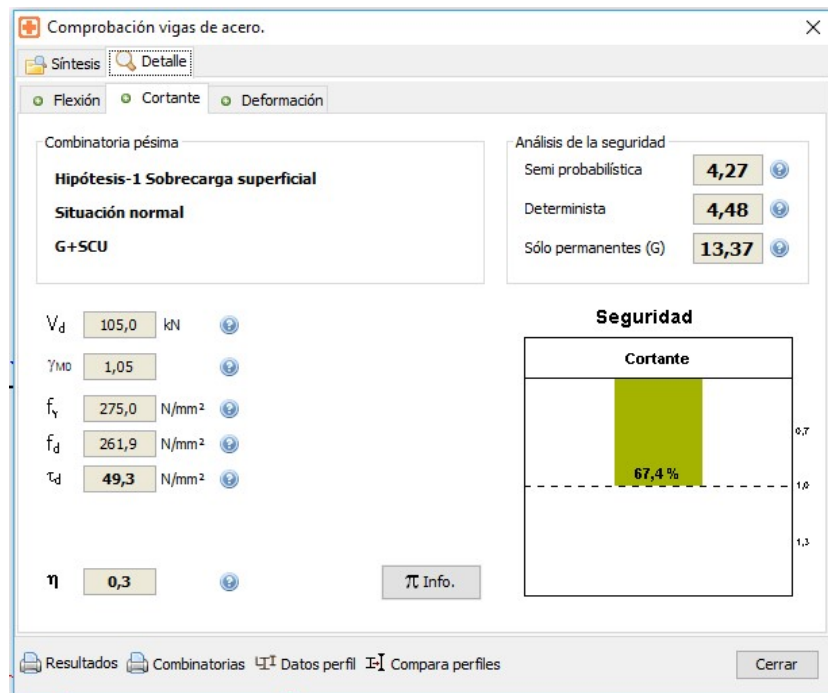


Imagen del programa
ALTRA PLUS

10 DEFORMACIÓN

Se comprueban tres Estados Límite de Servicio, según el apartado 4.3 del DB-SE

INTEGRIDAD: Combinación de acciones características, considerando solo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra de elemento

$$\sum_j G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_i \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Se consideran las cargas de tabiques, pavimento y uso.

$$G_{tab} = 1 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Carga de tabiques}$$

$$G_{pav} = 1 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Carga de pavimento}$$

$$Q = 2 \frac{kN}{m^2} \quad \text{Sobrecarga de uso}$$

$$q := (G_{tab} + G_{pav} + Q) \cdot L_T = 17 \frac{kN}{m}$$

La flecha producida por esta carga:

$$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I_y} = 7.88 \text{ mm} \quad \text{Flecha elástica}$$

$$f_{lim} := \frac{L}{500} = 10 \text{ mm} \quad \text{Flecha límite, según 4.3.3.1.a del DB-SE}$$

$$f < f_{lim} \quad \text{Flecha admisible}$$

CONFORT: Combinación de acciones características, considerando solo las deformaciones que se producen las acciones de corta duración.

$$\sum_j G_{k,j} + P + \psi_1 \cdot Q + \sum_i \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\psi_1 := 0.7$$

$$Q = 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Sobrecarga de uso}$$

La combinación de acciones características queda de la siguiente forma:

$$q := \psi_1 \cdot Q \cdot L_T = 6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

La flecha producida por esta carga:

$$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I_y} = 2.8 \text{ mm} \quad \text{Flecha elástica}$$

$$f_{lim} := \frac{L}{350} = 14.3 \text{ mm} \quad \text{Flecha límite, según 4.3.3.1.2 del DB-SE}$$

$$f < f_{lim} \quad \text{Flecha admisible}$$

APARIENCIA. Combinación de acciones casi permanente

$$\sum_j G_{k,j} + P + \sum_i \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$G_{pav} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Carga permanente de pavimento}$$

$$G_{tab} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Carga permanente de tabiques}$$

$$PP_f = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{Peso propio de forjado}$$

$$PP_{viga} = 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \text{Peso propio viga}$$

$\psi_2 := 0.3$ Coeficiente de simultaneidad *Tabla 4.2 DB-SE*

$Q = 2 \frac{kN}{m^2}$ Sobrecarga de uso

La combinación de acciones casi permanente queda de la siguiente forma:

$$q := (G_{pav} + G_{tab} + PP_f) \cdot L_T + PP_{viga} + \psi_2 \cdot Q \cdot L_T = 24.2 \frac{kN}{m}$$

La flecha producida por esta carga:

$$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I_y} = 11.2 \text{ mm} \quad \text{Flecha elástica}$$

$$f_{lim} := \frac{L}{300} = 16.7 \text{ mm} \quad \text{Flecha límite, según 4.3.3.1.3 del DB-SE}$$

$$f < f_{lim} \quad \text{Flecha admisible}$$

11 COMPARATIVA ENTRE PERFILES

Es interesante realizar, con la ayuda de un programa informático, el mismo ejercicio con otros tipos de perfiles.

HEB-220

Apto	Perfil	ELU	C _d (N/mm ²)	Ap. (%)	ELS	f(mm)	L/f	Ap. (%)
⊗	HEB 100	⊙	1458,5	557	⊙	146,4	34	1464
⊗	HEB 120	⊙	911,6	348	⊙	76,2	66	762
⊗	HEB 140	⊙	608,9	232	⊙	43,7	115	437
⊗	HEB 160	⊙	421,1	161	⊙	26,4	189	264
⊗	HEB 180	⊙	308,4	118	⊙	17,2	291	172
⊗	HEB 200	⊙	230,4	88	⊙	11,6	432	116
⊙	HEB 220	⊙	178,5	68	⊙	8,1	614	81
⊙	HEB 240	⊙	139,9	53	⊙	5,9	855	59
⊙	HEB 260	⊙	114,4	44	⊙	4,4	1132	44
⊙	HEB 280	⊙	95,4	36	⊙	3,4	1463	34
⊙	HEB 300	⊙	78,2	30	⊙	2,6	1910	26
⊙	HEB 320	⊙	68,1	26	⊙	2,1	2340	21
⊙	HEB 340	⊙	60,9	23	⊙	1,8	2782	18
⊙	HEB 360	⊙	54,7	21	⊙	1,5	3278	15
⊙	HEB 400	⊙	45,5	17	⊙	1,1	4378	11
⊙	HEB 450	⊙	37,0	14	⊙	0,8	6064	8
⊙	HEB 500	⊙	30,6	12	⊙	0,6	8135	6

UPN-300

Apto	Perfil	ELU	C _d (N/mm ²)	Ap. (%)	ELS	f(mm)	L/f	Ap. (%)
⊗	UPN 80	⊙	4953,4	1891	⊙	621,5	8	6215
⊗	UPN 100	⊙	3186,0	1216	⊙	319,8	16	3198
⊗	UPN 120	⊙	2163,7	826	⊙	181,0	28	1810
⊗	UPN 140	⊙	1518,8	580	⊙	108,9	46	1089
⊗	UPN 160	⊙	1135,3	433	⊙	71,2	70	712
⊗	UPN 180	⊙	875,1	334	⊙	48,8	102	488
⊗	UPN 200	⊙	687,2	262	⊙	34,5	145	345
⊗	UPN 220	⊙	536,8	205	⊙	24,5	204	245
⊗	UPN 240	⊙	437,5	167	⊙	18,3	273	183
⊗	UPN 260	⊙	354,0	135	⊙	13,7	366	137
⊗	UPN 280	⊙	292,6	112	⊙	10,5	477	105
⊙	UPN 300	⊙	245,2	94	⊙	8,2	609	82
⊙	UPN 320	⊙	193,2	74	⊙	6,1	825	61
⊙	UPN 350	⊙	178,9	68	⊙	5,1	975	51
⊙	UPN 380	⊙	158,2	60	⊙	4,2	1196	42
⊙	UPN 400	⊙	129,0	49	⊙	3,2	1544	32

Imagen del programa
ALTRA PLUS

Con el programa podemos obtener una tabla **Comparativa de pesos**, con la cual podremos tomar una decisión.

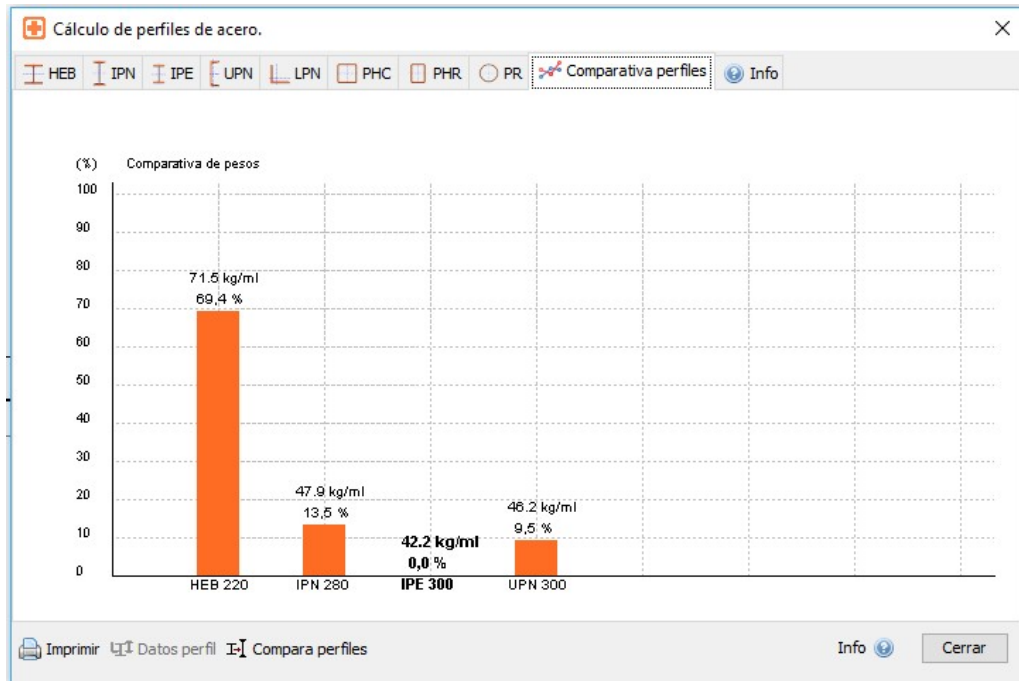


Imagen del programa
ALTRA PLUS

Conclusión, el perfil IPE-300 es el más económico.

JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULO

Datos geométricos:

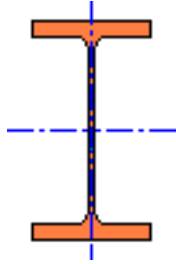
Luz de cálculo : 5,00
Luz vano izquierdo 4,50
Luz vano derecho 4,00

Condiciones de contorno

Grado de empotramiento apoyo izquierdo 0,00
Grado de empotramiento apoyo derecho 0,00
Inclinación y giro del perfil 0

Distancias m, Empotramiento 0-1, Inclinación y giro °

Perfil calculado: IPE 300



Principales propiedades del acero estructural.

Acero: S275JR

f_y	f_u	T	E	G	ν	α	ρ
275	410	20	210.000	81.000	0.3	1.2E-5	7.850

Resistencia N/mm², Rigidez N/mm², Densidad kg/m³, Temperatura (1/°C).

f_y Tensión de límite elástico.

f_u Tensión de rotura

T Temperatura del ensayo Charpy

E Módulo de elasticidad.

G Módulo de rigidez.

ν Coeficiente de Poisson.

α Coeficiente de dilatación térmica.

ρ Densidad.

Cargas puntuales:

Tipo	Carga	Unidad
SCU	2.0	kN

Hipótesis: Hipótesis-1 Sobrecarga superficial

Categoría	Origen	Edad	Duración	Clasific.	Tipo carga	Carga	Apoyo izq.	Apoyo der.
A1	SCU	180	Corta	Q	Repartida	8,50	0,00	0,00
-	Tabiquería	30	Permanente	G	Repartida	4,25	0,00	0,00
-	Pavimento	60	Permanente	G	Repartida	4,25	0,00	0,00
-	Peso propio	28	Permanente	G	Repartida	12,75	0,00	0,00
-	Peso propio	28	Permanente	G	Repartida	0,42	0,00	0,00

Hipótesis: Hipótesis-2 Sobrecarga puntual centro viga

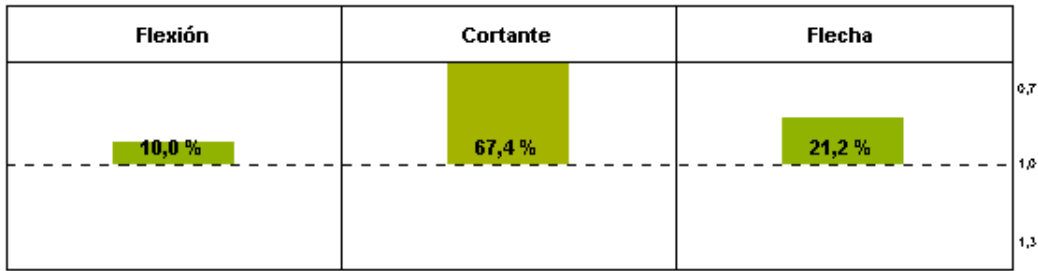
Categoría	Origen	Edad	Duración	Clasific.	Tipo carga	Carga	Apoyo izq.	Apoyo der.
A1	SCU	180	Corta	Q	Puntual	2,00	2,50	2,50

-	Tabiquería	30	Permanente	G	Repartida	4,25	0,00	0,00
-	Pavimento	60	Permanente	G	Repartida	4,25	0,00	0,00
-	Peso propio	7	Permanente	G	Repartida	12,75	0,00	0,00

Hipótesis: Hipótesis-3 Sobrecarga puntual en apoyo

Categoría	Origen	Edad	Duración	Clasific.	Tipo carga	Carga	Apoyo izq.	Apoyo der.
A1	SCU	180	Corta	Q	Puntual	2,00	0,01	0,00
-	Tabiquería	30	Permanente	G	Repartida	4,25	0,00	0,00
-	Pavimento	60	Permanente	G	Repartida	4,25	0,00	0,00
-	Peso propio	7	Permanente	G	Repartida	12,75	0,00	0,00

Seguridad estructural y aptitud al servicio



Comprobación en ELU de flexión simple.

Combinatoria pésima Hipótesis-1 Sobrecarga superficial - Situación normal - G+SCU

M_d	γ_M	f_y	f_d	σ_d	η
131,26	1,05	275,00	261,90	235,61	0,90

Momentos mkN, Resistencia N/mm²

M_d Momento flector máximo de cálculo en la combinación pésima en ELU.

γ_M Coeficiente parcial de seguridad del acero.

f_y Límite elástico del acero.

f_d Límite elástico de cálculo del acero.

σ_d Tensión normal de trabajo bajo combinación pésima.

η Cociente entre tensión normal y límite elástico de cálculo. (aprovechamiento)

Seguridad	γ	γ_Q	γ_G	γ_M
Semi probabilística	1,62	1,00	1,00	1,05
Determinista	1,70	1,00	1,00	1,00
Sobrecargas	3,81	1,00	1,35	1,05

Comprobación en ELU de cortante.

Combinatoria pésima Hipótesis-1 Sobrecarga superficial - Situación normal - G+SCU

V_d	γ_M	f_y	f_d	τ_d	η
105,01	1,05	275,00	261,90	49,30	0,33

Esfuerzos kN, Resistencia N/mm²

V_d Cortante máximo de cálculo en la combinación pésima en ELU.

γ_M Coeficiente parcial de seguridad del acero.

f_y Límite elástico del acero.

f_d Límite elástico de cálculo del acero.

τ_d Tensión tangencial de trabajo bajo combinación pésima.

η Cociente entre tensión tangencial y límite elástico de cálculo. (aprovechamiento)

Seguridad	γ	γ_Q	γ_G	γ_M
Semi probabilística	4,27	1,00	1,00	1,05
Determinista	4,48	1,00	1,00	1,00
Sobrecargas	13,37	1,00	1,35	1,05

Comprobación en ELS de deformación por flecha.

Combinatoria pésima Hipótesis-1 Sobrecarga superficial - Acciones características - G+SCU

M_d	δ_{fin}	L/δ_{fin}	η
90,17	7,88	634,27	0,79

Momentos mkN, Deformación mm

M_d Momento flector máximo de cálculo en la combinación pésima en ELS.

δ_{fin} Deformación por flecha.

L/δ_{fin} Relación luz / deformación.

η Cociente entre deformación máxima admisible y deformación máxima. (aprovechamiento)

Seguridad	γ	γ_Q	γ_G	γ_M
En cargas totales	1,27	1,00	1,00	1,00

En sobrecargas	1,66	1,00	1,00	1,00
----------------	-------------	------	------	------

JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULO

HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Este listado muestra la relación de las hipótesis de cálculo consideradas en la comprobación del elemento estructural, detalla las situaciones posibles en el estado límite correspondiente, y desglosa las combinatorias realizadas.

Las hipótesis, situaciones y combinatorias pésimas, utilizada en la comprobación del elemento estructural, queda debidamente señalada en el listado.

Hipótesis

Hipótesis-1 Sobrecarga superficial

Situaciones

Situación normal

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Gk Acciones permanentes

Qk Acciones variables

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ_0 Coeficiente de simultaneidad

ψ_1 Coeficiente de simultaneidad

ψ_2 Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

Md	σ	η
91,42	164,09	0,63

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinación pésima

G+SCU

Md	σ	η
131,26	235,61	0,90

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación extraordinaria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Gk Acciones permanentes

Qk Acciones variables

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ_0 Coeficiente de simultaneidad

ψ_1 Coeficiente de simultaneidad

ψ_2 Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

Md	σ	η
67,72	121,55	0,46

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
81,00	145,39	0,56

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación accidental sísmica

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G _k	Acciones permanentes	Q _k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
67,72	121,55	0,46

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
75,69	135,85	0,52

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Hipótesis

Hipótesis-2 Sobrecarga puntual centro viga

Situaciones

Situación normal

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

G _k	Acciones permanentes	Q _k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
63,60	121,55	0,46

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
90,17	169,23	0,65

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación extraordinaria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
0,00	0,00	0,00

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
13,28	145,39	0,56

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación accidental sísmica

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
6,77	121,55	0,46

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
7,57	135,85	0,52

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Hipótesis

Hipótesis-3 Sobrecarga puntual en apoyo

Situaciones

Situación normal

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

G _k	Acciones permanentes	Q _k	Acciones variables
γ _G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ _Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ ₀	Coefficiente de simultaneidad	ψ ₁	Coefficiente de simultaneidad
ψ ₂	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
89,65	160,91	0,61

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
93,40	167,64	0,64

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación extraordinaria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G _k	Acciones permanentes	Q _k	Acciones variables
γ _G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ _Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ ₀	Coefficiente de simultaneidad	ψ ₁	Coefficiente de simultaneidad
ψ ₂	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
66,41	119,19	0,46

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
67,66	121,44	0,46

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación accidental sísmica

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
66,41	119,19	0,46

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
67,16	120,54	0,46

Momento flector (m*kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULO

HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Este listado muestra la relación de las hipótesis de cálculo consideradas en la comprobación del elemento estructural, detalla las situaciones posibles en el estado límite correspondiente, y desglosa las combinatorias realizadas.

Las hipótesis, situaciones y combinatorias pésimas, utilizada en la comprobación del elemento estructural, queda debidamente señalada en el listado.

Hipótesis

Hipótesis-1 Sobrecarga superficial

Situaciones

Situación normal

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k Acciones permanentes

Q_k Acciones variables

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ₀ Coeficiente de simultaneidad

ψ₁ Coeficiente de simultaneidad

ψ₂ Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

M _d	σ	η
7,31	34,34	0,23

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinación pésima

G+SCU

V _d	σ	η
1,05	49,30	0,33

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación extraordinaria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k Acciones permanentes

Q_k Acciones variables

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ₀ Coeficiente de simultaneidad

ψ₁ Coeficiente de simultaneidad

ψ₂ Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

M _d	σ	η
5,42	25,43	0,17

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
6,48	30,42	0,20

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación accidental sísmica

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Gk	Acciones permanentes	Qk	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
5,42	25,43	0,17

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
6,05	28,43	0,19

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Hipótesis

Hipótesis-2 Sobrecarga puntual centro viga

Situaciones

Situación normal

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Gk	Acciones permanentes	Qk	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
5,42	25,43	0,17

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
7,54	35,41	0,23

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación extraordinaria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
0,00	0,00	0,00

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
6,48	30,42	0,20

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación accidental sísmica

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
5,42	25,43	0,17

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
6,05	28,43	0,19

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Hipótesis

Hipótesis-3 Sobrecarga puntual en apoyo

Situaciones

Situación normal

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

G _k	Acciones permanentes	Q _k	Acciones variables
γ _G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ _Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ ₀	Coefficiente de simultaneidad	ψ ₁	Coefficiente de simultaneidad
ψ ₂	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
7,17	33,67	0,22

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
7,32	34,38	0,23

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación extraordinaria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G _k	Acciones permanentes	Q _k	Acciones variables
γ _G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ _Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ ₀	Coefficiente de simultaneidad	ψ ₁	Coefficiente de simultaneidad
ψ ₂	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
5,31	24,94	0,16

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
5,36	25,18	0,17

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Situaciones

Situación accidental sísmica

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	σ	η
5,31	24,94	0,16

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	σ	η
5,34	25,08	0,17

Esfuerzo cortante (kN), Tensión (N/mm²), Indicador (adimensional)

JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULO

HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Este listado muestra la relación de las hipótesis de cálculo consideradas en la comprobación del elemento estructural, detalla las situaciones posibles en el estado límite correspondiente, y desglosa las combinatorias realizadas.

Las hipótesis, situaciones y combinatorias pésimas, utilizada en la comprobación del elemento estructural, queda debidamente señalada en el listado.

Hipótesis

Hipótesis-1 Sobrecarga superficial

Situaciones

Acciones características

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k Acciones permanentes

Q_k Acciones variables

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ₀ Coeficiente de simultaneidad

ψ₁ Coeficiente de simultaneidad

ψ₂ Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

Md	δ	L/δ	η
91,42	13,57	368,58	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	δ	L/δ	η
131,26	19,48	256,70	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Situaciones

Acciones frecuentes

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k Acciones permanentes

Q_k Acciones variables

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ₀ Coeficiente de simultaneidad

ψ₁ Coeficiente de simultaneidad

ψ₂ Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

Md	δ	L/δ	η
67,72	10,05	497,58	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	δ	L/ δ	η
81,00	12,02	415,99	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Situaciones

Acciones casi permanentes

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Gk Acciones permanentes

Qk Acciones variables

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ_0 Coeficiente de simultaneidad

ψ_1 Coeficiente de simultaneidad

ψ_2 Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

Md	δ	L/ δ	η
67,72	10,05	497,58	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	δ	L/ δ	η
75,69	11,23	445,19	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Hipótesis

Hipótesis-2 Sobrecarga puntual centro viga

Situaciones

Acciones características

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Gk Acciones permanentes

Qk Acciones variables

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ_0 Coeficiente de simultaneidad

ψ_1 Coeficiente de simultaneidad

ψ_2 Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

Md	δ	L/ δ	η
63,60	3,94	1.268,53	0,39

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinación pésima

G+SCU

Md	δ	L/d	η
----	----------	-----	--------

90,17	7,88	634,27	0,79
-------	------	--------	------

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Situaciones

Acciones frecuentes

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ₀	Coefficiente de simultaneidad	ψ₁	Coefficiente de simultaneidad
ψ₂	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	δ	L/δ	η
0,00	0,00	∞	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	δ	L/δ	η
13,28	1,97	2.537,07	0,14

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Situaciones

Acciones casi permanentes

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ₀	Coefficiente de simultaneidad	ψ₁	Coefficiente de simultaneidad
ψ₂	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	δ	L/δ	η
6,77	10,05	497,58	0,60

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	δ	L/δ	η
7,57	11,23	445,19	0,67

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Hipótesis

Hipótesis-3 Sobrecarga puntual en apoyo

Situaciones

Acciones características

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	δ	L/ δ	η
89,65	13,30	375,86	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	δ	L/ δ	η
93,40	13,75	363,69	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Situaciones

Acciones frecuentes

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad acciones permanentes	γ_Q	Coefficiente parcial de seguridad acciones variables
ψ_0	Coefficiente de simultaneidad	ψ_1	Coefficiente de simultaneidad
ψ_2	Coefficiente de simultaneidad		

Combinaciones

G

Md	δ	L/ δ	η
66,41	9,85	507,41	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	δ	L/ δ	η
67,66	10,00	499,89	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Situaciones

Acciones casi permanentes

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

G_k	Acciones permanentes	Q_k	Acciones variables
-------	----------------------	-------	--------------------

γ_G Coeficiente parcial de seguridad acciones permanentes

γ_Q Coeficiente parcial de seguridad acciones variables

ψ_0 Coeficiente de simultaneidad

ψ_1 Coeficiente de simultaneidad

ψ_2 Coeficiente de simultaneidad

Combinaciones

G

Md	δ	L/ δ	η
66,41	9,85	507,41	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)

Combinaciones

G+SCU

Md	δ	L/ δ	η
67,16	9,94	502,87	0,00

Momento flector (m*kN), Deformación (mm), Relación Luz / deformación y indicador (adimensional)