



Código Técnico de la Edificación

Documento Básico Seguridad Estructural Acero
DB-SE-A **Elementos flectados y comprimidos**

Flexión. Generalidades



- ▶ En vigas este DB propone las siguientes verificaciones:
- ▶ Verificación de la resistencia (ELU)
- ▶ Verificación de la estabilidad
 - ▶ Estabilidad global: Pandeo lateral (ELU)
 - ▶ Estabilidad local: Abolladura por cortante (ELU)
 - ▶ Estabilidad local: Cargas concentradas (ELU)
- ▶ Verificación de la deformación (ELS)



Resistencia de las secciones a flexión



La verificación de la resistencia se realiza a nivel de sección teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Se verificarán secciones suficientemente alejadas de las uniones y puntos singulares.
2. Se verificará la posible interacción de la flexión con otras solicitaciones, particularmente el cortante.

La resistencia de las secciones a flexión, $M_{c,Rd}$, será:

Para las secciones de clase 1 y 2:

$$M_{Ed} \leq M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

Para las secciones de clase 3:

$$M_{Ed} \leq M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd}$$



Resistencia de las secciones a cortante



- ▶ El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$

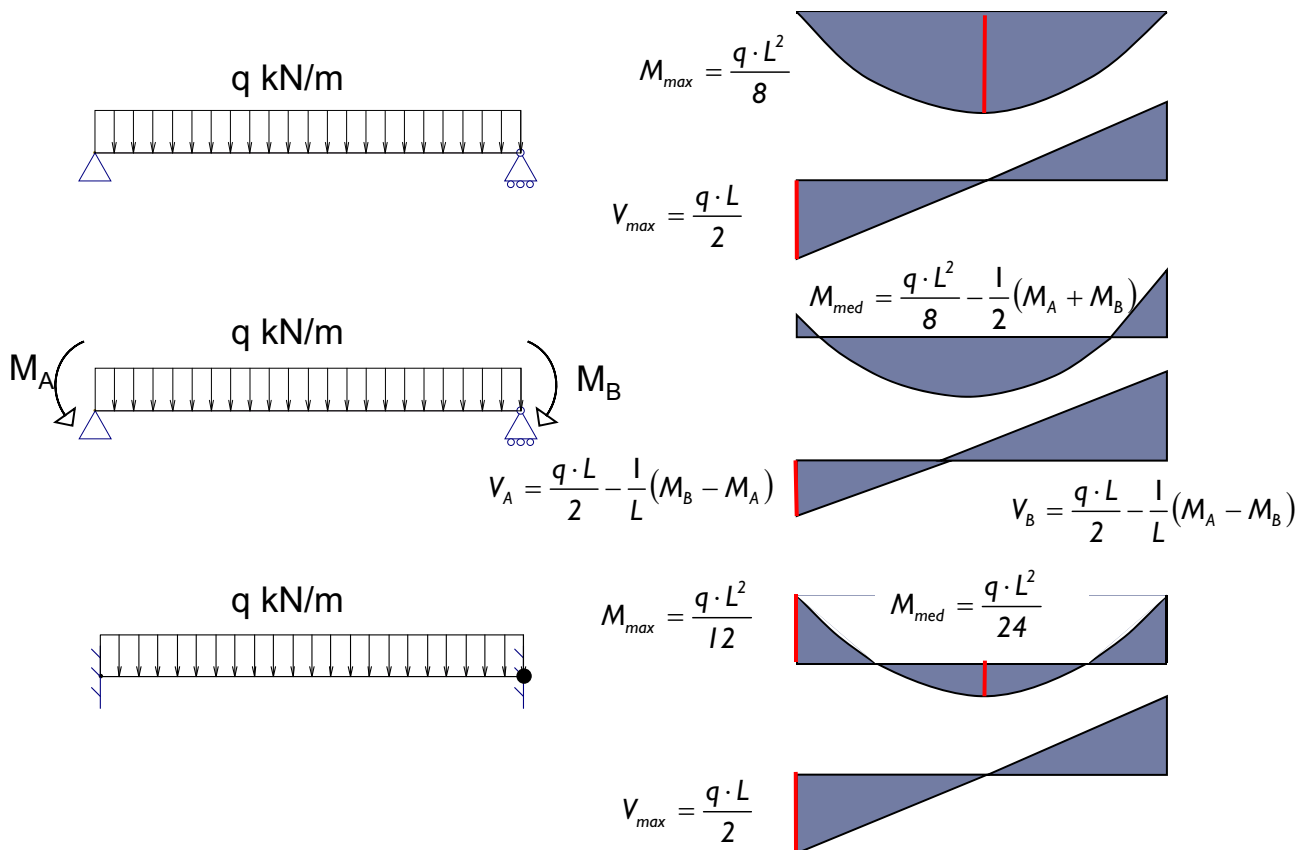
$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Siendo A_v el área a cortante definida según la tabla siguiente.

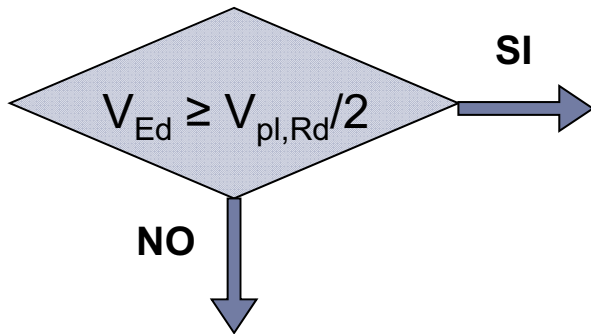


Término relativo al área a cortante

Tipo de sección	Area a cortante A_V
Perfiles en I o H cargados paralelamente al alma	$A_V = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f$ Simplificadamente: $A_V = h \cdot t_w$
Perfiles en U cargados paralelamente al alma	$A_V = A - 2bt_f + (t_w + r_1)t_f$ Simplificadamente: $A_V = h \cdot t_w$
Perfiles en I, H o U cargados perpendicularmente al alma	$A_V = A - d \cdot t_w$
Secciones circulares huecas	$A_V = 2 \cdot A / \pi$
Secciones macizas	$A_V = A$
Secciones armadas cargadas paralelamente a las almas	$A_V = \Sigma d \cdot t$
Secciones armadas cargadas perpendicularmente a las almas	$A_V = A - \Sigma d \cdot t$



Interacción de esfuerzos en secciones: Flexión y cortante



No es necesario verificar la interacción flector/cortante

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Para secciones I o H

$$M_{V,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd}$$

Resto de casos

$$M_{V,Rd} = W_{pl} \cdot (1 - \rho) \cdot f_{yd}$$

Siendo: $\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$



Elementos flectados y traccionados



En las piezas solicitadas por una combinación de un momento flector y un esfuerzo axial de tracción, se comprobará, además de la resistencia a flexotracción de sus secciones, tal como se indica en 6.2.8, su resistencia frente al pandeo lateral considerando el esfuerzo axial y el momento flector como un efecto vectorial.

La tensión combinada en la fibra extrema comprimida se determina mediante:

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{Ed}}{W_{com}} - 0,8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

- W_{com} momento resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida;
- $N_{t,Ed}$ valor de cálculo del axil de tracción;
- M_{Ed} valor de cálculo del momento flector;
- A área bruta de la sección.



Elementos comprimidos y flectados



1. Se ha de comprobar la plastificación de la sección en la interacción axil/momento:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Para la clase 3 se empleará $M_{el,Rd}$

2. Se ha de comprobar la estabilidad global del elemento mediante la verificación simultánea de:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$



Esfuerzos y coeficientes



N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ son los valores de la fuerza axial y de los momentos de cálculo de mayor valor absoluto de la pieza.

Módulos de resistencia		
Clase	W_y	W_z
1 y 2	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$
3	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$

Valores del coeficiente α		
Clase	α_y	α_z
1 y 2	0,6	0,6
3	0,8	1

χ_y , χ_z son los coeficientes de pandeo en cada plano principal del elemento



Esfuerzos y coeficientes



Los coeficientes k_y , k_z , se indican a continuación:

Secciones de las clases 1 y 2

$$k_y = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0,2 \right) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$$

Para secciones I, H, huecas

$$k_z = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6 \right) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$$

Para secciones I, H

Secciones de la clase 3

$$k_{y,z} = 1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_{y,z} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_{y,z} \cdot N_{C,Rd}}$$

Para todo tipo de sección



Factor de momento flector c_m



Los factores de momento flector uniforme equivalente $c_{m,y}$, $c_{m,z}$, se obtienen de la tabla 6.14. (Esta es una versión más completa)

Diagramas de momentos	Rango		$c_{m,y}$ y $c_{m,z}$	
			Carga uniforme	Carga puntual
	$-1 \leq \Psi \leq 1$		$0,6 + 0,4 \cdot \Psi \geq 0,4$	
	$0 \leq \alpha_s \leq 1$	$-1 \leq \Psi \leq 1$	$0,2 + 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$	$0,2 + 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$
	$-1 \leq \alpha_s < 0$	$0 \leq \Psi \leq 1$	$0,1 - 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$	$-0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$
		$-1 \leq \Psi < 0$	$0,1 \cdot (1 - \Psi) - 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$	$0,2 \cdot (-\Psi) - 0,8 \cdot \alpha_s \geq 0,4$
	$0 \leq \alpha_h \leq 1$	$-1 \leq \Psi \leq 1$	$0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h$	$0,90 + 0,10 \cdot \alpha_h$
	$-1 \leq \alpha_h < 0$	$0 \leq \Psi \leq 1$	$0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h$	$0,90 + 0,10 \cdot \alpha_h$
		$-1 \leq \Psi < 0$	$0,95 + 0,05 \cdot \alpha_h \cdot (1 + 2\Psi)$	$0,90 + 0,10 \cdot \alpha_h \cdot (1 + 2\Psi)$

