

PROBLEMA N°6

Analizar la influencia que tiene la forma de la sección transversal en la capacidad de una pieza para soportar cargas de compresión centrada. Dicho análisis se llevará a cabo seleccionando previamente el perfil o perfiles más adecuados de cada una de las series que se proponen para soportar una carga de compresión $N_{sd}=340kN$. La pieza de 3m de longitud se supondrá empotrada en su extremo inferior y libre en el extremo superior.

Considerar dos posibles condiciones de pandeo:

- a) Pieza arriostrada en plano perpendicular al eje débil.
- b) Libertad de pandeo en ambos planos.

Las series a estudiar utilizando siempre un acero S275 serán:

Perfiles abiertos simples: IPE, IPN, HEA, HEB y HEM.

Secciones combinadas: 2IPE y 2IPN en cruz y 2UPN cerrados.

Perfiles tubulares: CHS, SHS y RHS.

SOLUCIÓN:

La resistencia a pandeo $N_{b,Rd}$ de una pieza sometida a compresión simple viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot \beta_A \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \geq N_{sd}$$

χ : coeficiente de reducción dependiente de $\bar{\lambda}$ y de α .

$\bar{\lambda}$: esbeltez de referencia que depende de la esbeltez λ , clase de sección y tipo de acero.

α : coeficiente de imperfección que se obtiene a partir de la curva de pandeo.

γ_{M1} : coeficiente parcial de seguridad para pieza solicitada a pandeo.

β_A : coeficiente relacionado con la clase de sección. ($\beta_A=1$ para secciones Clase 1, 2 y 3).

A : área de la sección transversal.

f_y : límite elástico del acero.

Las condiciones de vinculación de la pieza nos conducen a un coeficiente de pandeo de 2 y por ello a unas longitudes efectivas para ambos planos: $L=2 \cdot 3m=6m$.

Siguiendo el procedimiento propuesto en el EC3, se ha llevado a cabo el cálculo del esfuerzo axial de agotamiento $N_{b,Rd}$ para las diversas tipologías de secciones transversales solicitadas buscando los perfiles más idóneos para soportar el axil de compresión $N_{sd}=340kN$.

Los resultados se han agrupado primeramente en forma de tablas (una para cada tipo de sección transversal), resaltando el perfil necesario en cada caso tanto para la situación (a) pandeo sólo en el plano perpendicular al eje fuerte y-y como para la situación (b) con posibilidad de pandeo en ambos planos y-y y z-z.

En las tablas se indica la clase de sección individual (ninguna resultó de Clase 4 y por tanto se tomó $\beta_A=1$ para todas ellas), la curva de pandeo adoptada y el peso total en kg de la pieza.

También se han preparado unos gráficos que representan el esfuerzo normal de agotamiento de los perfiles estudiados frente al peso total de la pieza construida con ellos, con el fin de valorar la eficacia de la diferentes soluciones. Concretamente se presentan cuatro gráficos que recogen respectivamente las siguientes secciones:

Gráfico 1	Secciones abiertas IPE, IPN, HEA, HEB y HEM
Gráfico 2	Secciones combinadas 2IPE y 2IPN en cruz y 2UPN cerrados
Gráfico 3	Secciones tubulares CHS y SHS
Gráfico 4	Secciones tubulares RHS

A la vista de los resultados podemos concluir:

a) Pieza arriostrada en plano perpendicular al eje débil

Cuando la posibilidad de pandeo está restringida al plano perpendicular al eje fuerte las secciones más eficaces resultan ser las de los IPs, de modo que el IPE180 o el IPN160 con pesos totales próximos a los 55kg y cargas respectivas de agotamiento de 426kN y 347kN son los indudables vencedores. En un segundo grupo aunque a corta distancia destacaríamos por orden de eficacia los perfiles tubulares CHS200.4; CHS177,8.5; SHS150.5 y RHS160.100.6.

PIEZAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA PERFILES IPE

IPE	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
160 (y-y)	6	20,1	65,8	275	1,1	86,8	1	a	0,21	1,05	1,14	0,63	316,71	47,34	Clase 1
180 (y-y)	6	23,9	74,2	275	1,1	86,8	1	a	0,21	0,93	1,01	0,71	425,93	56,28	Clase 1
200 (y-y)	6	28,5	82,6	275	1,1	86,8	1	a	0,21	0,84	0,92	0,77	551,47	67,12	Clase 1
220 (y-y)	6	33,4	91,1	275	1,1	86,8	1	a	0,21	0,76	0,85	0,82	683,37	78,66	Clase 1
270 (z-z)	6	45,9	30,2	275	1,1	86,8	1	b	0,34	2,29	3,47	0,16	188,47	108,09	Clase 2
300 (z-z)	6	53,8	33,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	2,06	2,95	0,20	266,47	126,70	Clase 2
330 (z-z)	6	62,6	35,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,95	2,69	0,22	343,77	147,42	Clase 3
360 (z-z)	6	72,7	37,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,82	2,44	0,25	447,79	171,21	Clase 3

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA PERFILES IPN

IPN	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
140 (y-y)	6	18,3	56,1	275	1,1	86,8	1	a	0,21	1,23	1,37	0,51	233,35	43,10	Clase 1
160 (y-y)	6	22,8	64	275	1,1	86,8	1	a	0,21	1,08	1,18	0,61	347,55	53,69	Clase 1
180 (y-y)	6	27,9	72	275	1,1	86,8	1	a	0,21	0,96	1,04	0,69	483,64	65,70	Clase 1
200 (y-y)	6	33,5	80	275	1,1	86,8	1	a	0,21	0,86	0,94	0,76	634,11	78,89	Clase 1
320 (z-z)	6	77,8	26,7	275	1,1	86,8	1	b	0,34	2,59	4,26	0,13	254,69	183,22	Clase 1
340 (z-z)	6	86,8	28	275	1,1	86,8	1	b	0,34	2,47	3,93	0,14	310,25	204,41	Clase 1
360 (z-z)	6	97,1	29	275	1,1	86,8	1	b	0,34	2,38	3,71	0,15	370,20	228,67	Clase 1
380 (z-z)	6	107	30,2	275	1,1	86,8	1	b	0,34	2,29	3,47	0,16	439,36	251,99	Clase 1

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA PERFILES HEA

HEA	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
100 (y-y)	6	21,2	40,6	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,70	2,20	0,28	147,00	49,93	Clase 1
120 (y-y)	6	25,3	48,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,41	1,71	0,38	237,84	59,58	Clase 1
140 (y-y)	6	31,4	57,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,21	1,40	0,47	372,64	73,95	Clase 1
160 (y-y)	6	38,7	65,7	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,05	1,20	0,56	546,02	91,14	Clase 1
160 (z-z)	6	38,7	39,8	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,74	2,38	0,25	240,75	91,14	Clase 1
180 (z-z)	6	45,3	45,2	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,53	1,99	0,31	345,68	106,68	Clase 2
200 (z-z)	6	53,8	49,8	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,39	1,75	0,35	475,73	126,70	Clase 2
220 (z-z)	6	64,3	55,1	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,25	1,55	0,41	656,81	151,43	Clase 2

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA PERFILES HEB

HEB	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
100 (y-y)	6	26	41,6	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,66	2,13	0,29	187,87	61,23	Clase 1
120 (y-y)	6	34	50,4	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,37	1,64	0,39	334,89	80,07	Clase 1
140 (y-y)	6	43	59,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,17	1,34	0,50	534,40	101,27	Clase 1
160 (y-y)	6	54,3	67,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,02	1,16	0,58	793,72	127,88	Clase 1
140 (z-z)	6	43	35,8	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,93	2,79	0,21	223,99	101,27	Clase 1
160 (z-z)	6	54,3	40,5	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,71	2,33	0,26	347,60	127,88	Clase 1
180 (z-z)	6	65,3	45,7	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,51	1,97	0,31	506,91	153,78	Clase 1
200 (z-z)	6	78,1	50,7	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,36	1,71	0,36	709,01	183,93	Clase 1

PIEZAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA PERFILES HEM

HEM	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
100 (y-y)	6	53,2	46,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,49	1,83	0,34	458,65	125,29	Clase 1
120 (y-y)	6	66,4	55,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,25	1,47	0,45	746,08	156,37	Clase 1
100 (z-z)	6	53,2	27,4	275	1,1	86,8	1	c	0,49	2,52	4,25	0,13	173,34	125,29	Clase 1
120 (z-z)	6	66,4	32,5	275	1,1	86,8	1	c	0,49	2,13	3,23	0,18	292,78	156,37	Clase 1
140 (z-z)	6	80,6	37,7	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,83	2,58	0,23	458,20	189,81	Clase 1
160 (z-z)	6	97,1	42,6	275	1,1	86,8	1	c	0,49	1,62	2,16	0,28	674,65	228,67	Clase 1

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA 2IPE ó 2IPN EN CRUZ

2IPE Cruz	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
2 IPE140	6	36,3	40,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,69	2,18	0,28	254,87	85,49	Clase 1
2 IPE160	6	45,2	46,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,48	1,81	0,35	396,45	106,45	Clase 1
2 IPE180	6	55,3	52,6	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,31	1,55	0,42	580,85	130,23	Clase 1

2IPN Cruz	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
2 IPN140	6	32,6	42,4	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,63	2,07	0,30	243,22	76,77	Clase 1
2 IPN160	6	40	48,4	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,43	1,73	0,37	370,03	94,20	Clase 1
2 IPN180	6	47,5	54,7	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,26	1,48	0,44	528,20	111,86	Clase 1

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA 2UPN CERRADOS

2UPN	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
120 (y-y)	6	34	46,2	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,50	1,84	0,34	292,11	80,07	Clase 1
140 (y-y)	6	40,8	54,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,27	1,49	0,44	451,32	96,08	Clase 1
160 (y-y)	6	48	62,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,11	1,27	0,53	632,94	113,04	Clase 1
180 (y-y)	6	56	69,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	0,99	1,13	0,60	840,67	131,88	Clase 1
120 (z-z)	6	34	42,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,64	2,09	0,29	250,67	80,07	Clase 1
140 (z-z)	6	40,8	45,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,51	1,86	0,34	346,86	96,08	Clase 1
160 (z-z)	6	48	50,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,37	1,64	0,39	471,35	113,04	Clase 1
180 (z-z)	6	56	54,7	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,26	1,48	0,44	622,72	131,88	Clase 1

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA SECCIONES CHS

CHS	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
159.5	6	24,2	54,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,27	1,49	0,44	267,69	56,99	Clase 1
159.6	6	28,8	54,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,28	1,50	0,44	315,21	67,82	Clase 1
159.8	6	38	53,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,29	1,52	0,43	409,22	89,49	Clase 1
177.8.4	6	21,8	61,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,12	1,29	0,52	283,98	51,34	Clase 2
177.8.5	6	27,1	61,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,13	1,30	0,52	350,11	63,82	Clase 1
177.8.6	6	32,4	60,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,14	1,31	0,51	415,96	76,30	Clase 1
200.3	6	18,6	69,7	275	1,1	86,8	1	b	0,34	0,99	1,13	0,60	280,07	43,80	Clase 3
200.4	6	24,6	69,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,00	1,13	0,60	368,17	57,93	Clase 2
200.5	6	30,6	69	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,00	1,14	0,60	455,86	72,06	Clase 1

PIEZAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA SECCIONES SHS

SHS	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
120.8	6	33,6	44,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,54	1,91	0,33	275,61	79,13	Clase 1
120.10	6	40,6	43,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,58	1,98	0,32	319,73	95,61	Clase 1
120.12	6	45,7	42	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,65	2,10	0,29	335,58	107,62	Clase 1
120.12.5	6	47	41,7	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,66	2,12	0,29	340,99	110,69	Clase 1
130.6	6	28,8	50,2	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,38	1,65	0,39	281,95	67,82	Clase 1
130.8	6	36,8	49	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,41	1,70	0,38	347,05	86,66	Clase 1
130.10	6	44,6	47,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,44	1,75	0,36	405,90	105,03	Clase 1
140.5	6	26,4	54,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,26	1,48	0,45	294,33	62,17	Clase 1
140.6	6	31,2	54,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,27	1,49	0,44	343,30	73,48	Clase 1
140.8	6	40	53	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,30	1,54	0,42	424,87	94,20	Clase 1
150.4	6	22,9	59,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,17	1,34	0,50	284,60	53,93	Clase 2
150.5	6	28,4	58,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,17	1,35	0,49	349,81	66,88	Clase 1
150.6	6	33,6	58,4	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,18	1,37	0,49	409,17	79,13	Clase 1
160.4	6	24,5	63,4	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,09	1,25	0,54	331,40	57,70	Clase 3
160.5	6	30,4	62,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,10	1,26	0,54	407,26	71,59	Clase 1
160.6	6	36	62,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,11	1,27	0,53	478,51	84,78	Clase 1

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA SECCIONES RHS

RHS (y-y)	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
140.100.8	6	33,6	50,2	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,38	1,65	0,39	328,94	79,13	Clase 1
140.100.10	6	40,6	49	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,41	1,70	0,38	382,89	95,61	Clase 1
140.100.12	6	45,7	46,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,47	1,80	0,35	402,21	107,62	Clase 1
140.120.6	6	28,8	53,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,30	1,53	0,43	306,75	67,82	Clase 1
140.120.8	6	36,8	51,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,33	1,58	0,41	377,81	86,66	Clase 1
140.120.10	6	44,6	50,6	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,37	1,63	0,40	441,95	105,03	Clase 1
150.100.6	6	27,6	55	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,26	1,47	0,45	309,32	65,00	Clase 1
150.100.8	6	35,2	53,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,29	1,52	0,43	379,06	82,90	Clase 1
150.100.10	6	42,6	52,2	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,32	1,57	0,42	442,41	100,32	Clase 1
160.100.5	6	24,4	58,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,18	1,36	0,49	299,86	57,46	Clase 1
160.100.6	6	28,8	58,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,19	1,37	0,49	349,91	67,82	Clase 1
160.100.8	6	36,8	56,7	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,22	1,42	0,47	430,45	86,66	Clase 1
RHS z-z	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
140.100.8	6	33,6	38,6	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,79	2,37	0,25	213,63	79,13	Clase 1
140.100.10	6	40,6	37,6	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,84	2,47	0,24	246,63	95,61	Clase 1
140.100.12	6	45,7	36,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,91	2,62	0,23	258,50	107,62	Clase 1
140.120.6	6	28,8	47,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,47	1,79	0,35	255,20	67,82	Clase 1
140.120.8	6	36,8	45,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,51	1,86	0,34	312,86	86,66	Clase 1
140.120.10	6	44,6	44,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,54	1,91	0,33	365,84	105,03	Clase 1
150.100.6	6	27,6	40,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,72	2,24	0,27	187,37	65,00	Clase 1
150.100.8	6	35,2	39	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,77	2,34	0,26	227,82	82,90	Clase 1
150.100.10	6	42,6	38	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,82	2,43	0,25	263,59	100,32	Clase 1
150.100.12	6	48,1	36,5	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,89	2,58	0,23	277,40	113,28	Clase 1

PIEZAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN

CARGA DE AGOTAMIENTO POR PANDEO PARA SECCIONES RHS (Cont.)

RHS z-z	L _k (m)	A (cm ²)	i (mm)	f _y (Mpa)	γ _{M1}	λ ₁	β _A	Curva	Coef. α	Esb. ref.	Coef. φ	Coef. χ	N _{b,Rd} (kN)	Peso (kg)	Clasificación
150.130.6	6	31,2	51,2	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,35	1,61	0,40	314,75	73,48	Clase 1
150.130.8	6	40	50	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,38	1,66	0,39	389,20	94,20	Clase 1
150.130.10	6	48,6	49	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,41	1,70	0,38	458,33	114,45	Clase 1
160.100.5	6	24,4	40,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,69	2,18	0,28	171,32	57,46	Clase 1
160.100.6	6	28,8	40,4	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,71	2,22	0,28	198,02	67,82	Clase 1
160.100.8	6	36,8	39,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,76	2,31	0,26	241,34	86,66	Clase 1
160.100.10	6	44,6	38,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,80	2,40	0,25	279,76	105,03	Clase 1
160.100.12	6	50,5	36,9	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,87	2,54	0,24	296,86	118,93	Clase 1
160.120.6	6	31,2	48	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,44	1,75	0,37	284,88	73,48	Clase 1
160.120.8	6	40	46,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,48	1,81	0,35	350,84	94,20	Clase 1
160.120.10	6	48,6	45,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,51	1,86	0,34	411,72	114,45	Clase 1
160.140.5	6	28,4	55,8	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,24	1,44	0,46	324,86	66,88	Clase 1
160.140.6	6	33,6	55,3	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,25	1,46	0,45	379,48	79,13	Clase 1
160.140.8	6	43,2	54,1	275	1,1	86,8	1	b	0,34	1,28	1,50	0,44	472,82	101,74	Clase 1

b) Libertad de pandeo en ambos planos

En el caso de que sea preciso contemplar la posibilidad de pandeo en ambos planos nos encontramos con que las dos series tomadas antes como idóneas IPE e IPN, resultan ahora claramente desaconsejables debido a que las características para el pandeo en el plano perpendicular al eje débil son considerablemente inferiores a las presentes en el otro plano. Algo parecido aunque en menor medida sucede con los diversos perfiles en H y con las secciones tubulares RHS.

Sin embargo, es en estas situaciones cuando las secciones con inercias similares o iguales en ambos planos resultan verdaderamente interesantes. Así el CHS200.4 destaca como la sección más eficaz de todas las propuestas seguida de cerca por otras secciones tubulares CHS y SHS. También secciones constituidas por 2IPE o 2IPN en cruz muestran un buen comportamiento con pesos totales para todos ellos por debajo de los 100kg.

Conviene para terminar mencionar el hecho de que en ocasiones las posibilidades de conexión con el resto de piezas que aporten las diferentes secciones pueden condicionar la elección de la forma más conveniente.







