

Félix C. Gómez de León
Antonio González Carpena

TEMA 1. MATERIALES EN INGENIERÍA.

Curso de Resistencia de
Materiales y cálculo de
estructuras.



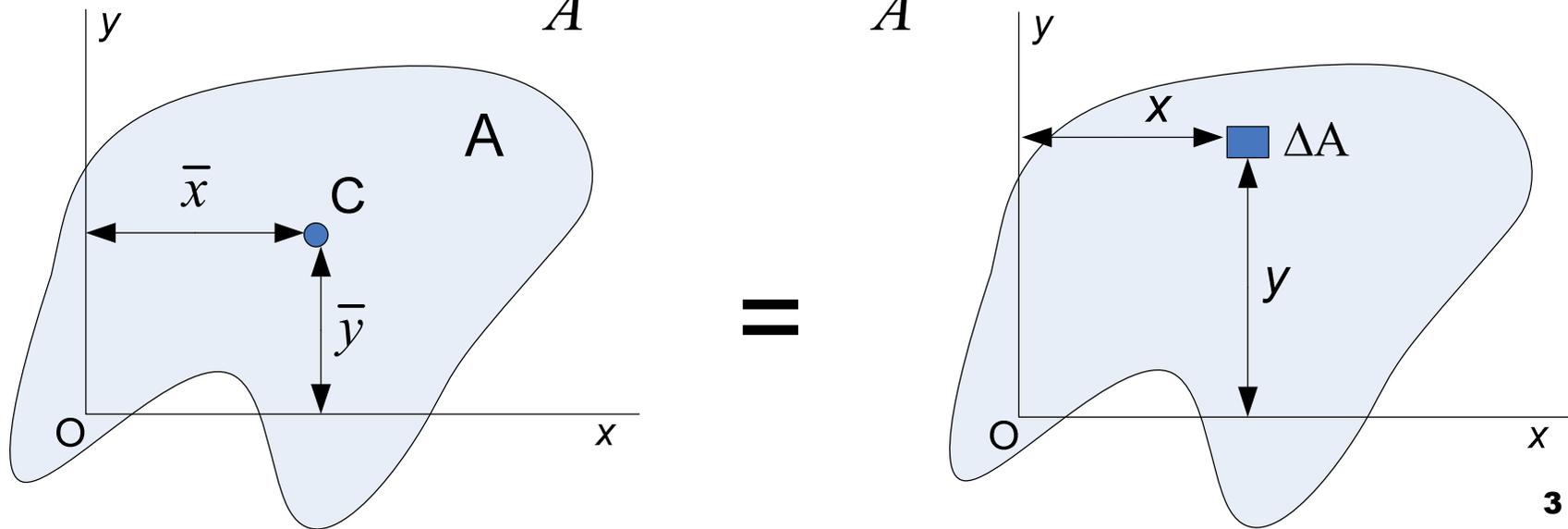
Índice.

- Centroide.
- Centroide de áreas compuestas.
- Momento de Inercia (I).
- Teorema de Steiner.
- Módulo resistente (W).
- Radio de giro (i).
- Tablas perfiles estructurales.
- Ejemplo de aplicación.

Centroide.

- El centro de gravedad de un cuerpo es el punto de aplicación donde al ubicar la resultante de las fuerzas los efectos sobre el cuerpo no varían. En el caso de superficies homogéneas, el centro de gravedad se sustituye por el *centroide* del área, el cual considera las áreas de los elementos en vez de los pesos y las expresiones para determinar las coordenadas centroidales son:

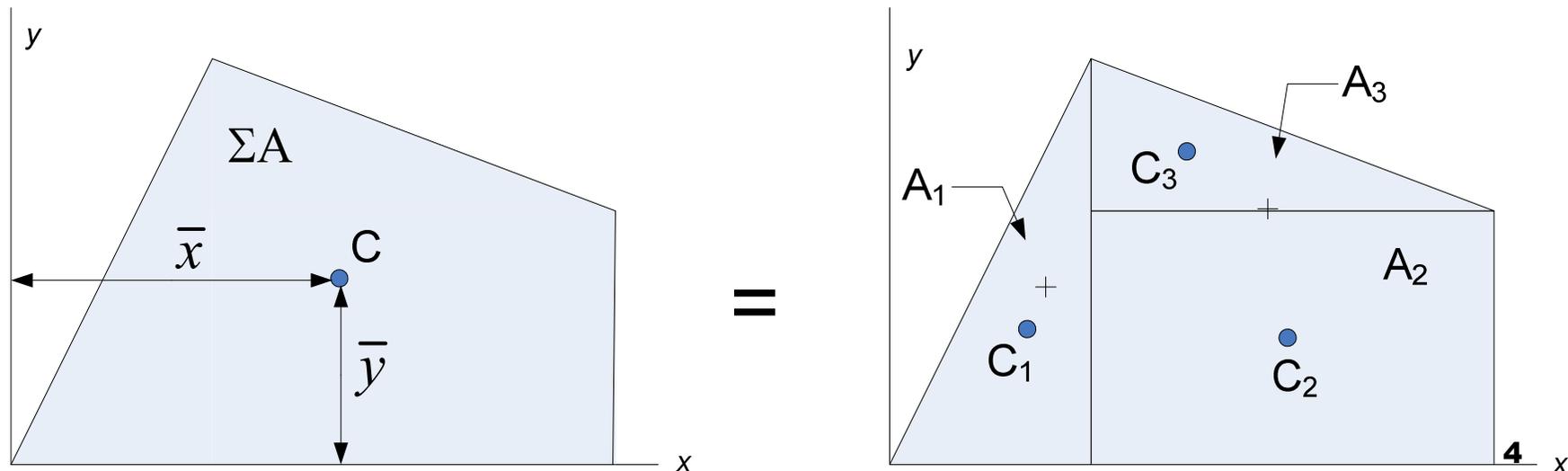
$$\bar{x} = \frac{\int x dA}{A}; \quad \bar{y} = \frac{\int y dA}{A}$$



Centroide áreas compuestas.

- En gran cantidad de casos una superficie cualquiera puede ser subdividida en una serie de figuras comunes (rectángulo, triángulo, circunferencia etc..). Esta forma de análisis es útil y permite determinar el centroide de cualquier superficie según:

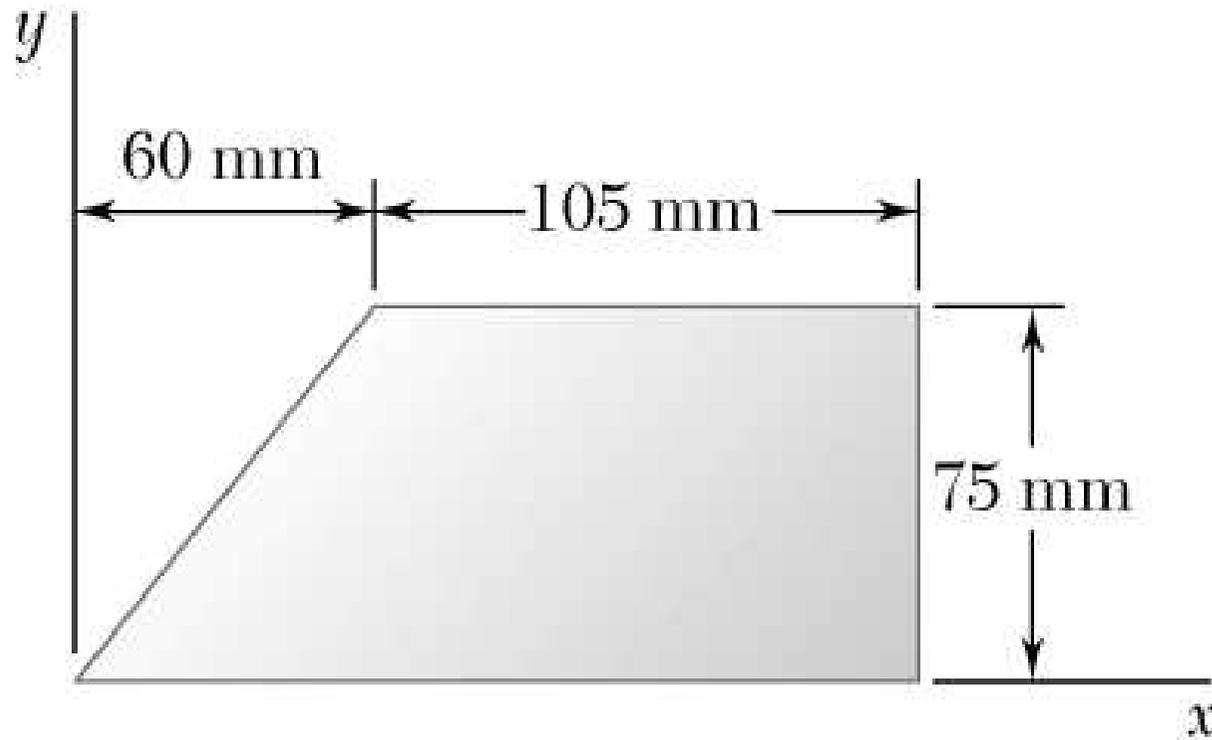
$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_i A_i}{\sum A_i}; \bar{y} = \frac{\sum \bar{y}_i A_i}{\sum A_i}$$



Centroide áreas compuestas.

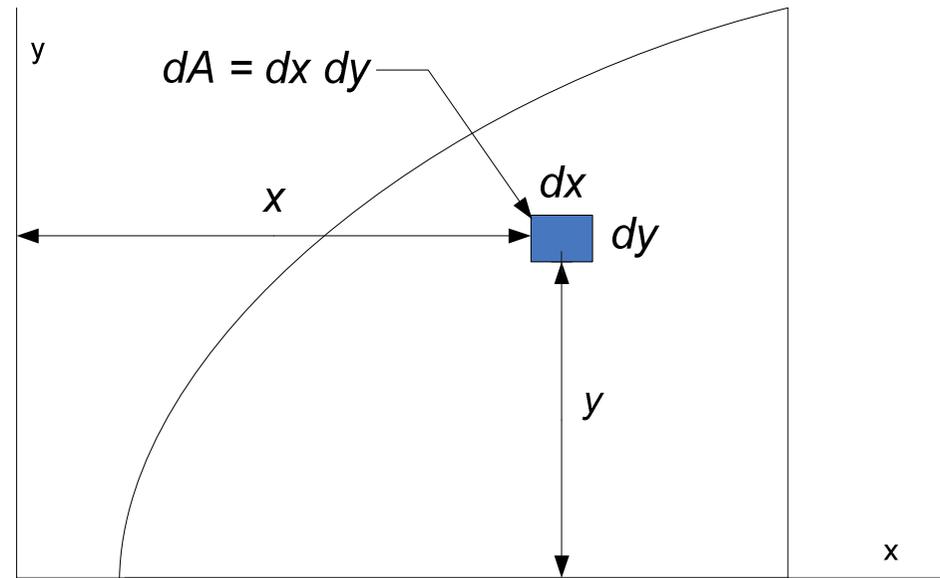
Problema 1

- Calcular el centroide de la siguiente figura:



Momento de Inercia (I).

- El centroide es proporcional a la ubicación del área asociada. Por otra parte, tenemos una medida denominada *momento de inercia* que no depende solamente de la ubicación del área sino de la distancia hasta un eje dado.
- El momento de inercia es una propiedad geométrica de una superficie o área que representa la distancia de un área con respecto a un eje dado. Se define como la suma de los productos de todas las áreas elementales multiplicadas por el cuadrado de las distancias a un eje.

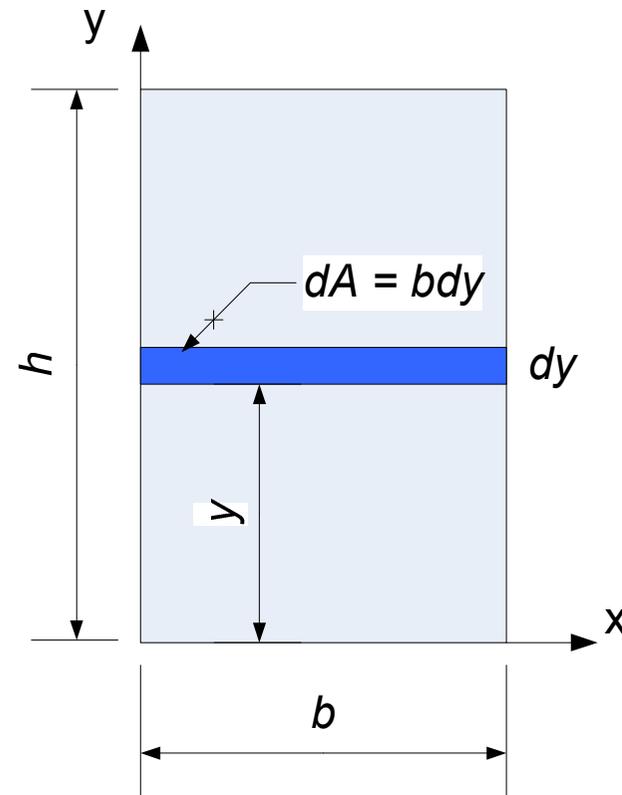


$$I_x = \int y^2 dA; \quad I_y = \int x^2 dA$$

Momento de Inercia (I).

Problema 2.

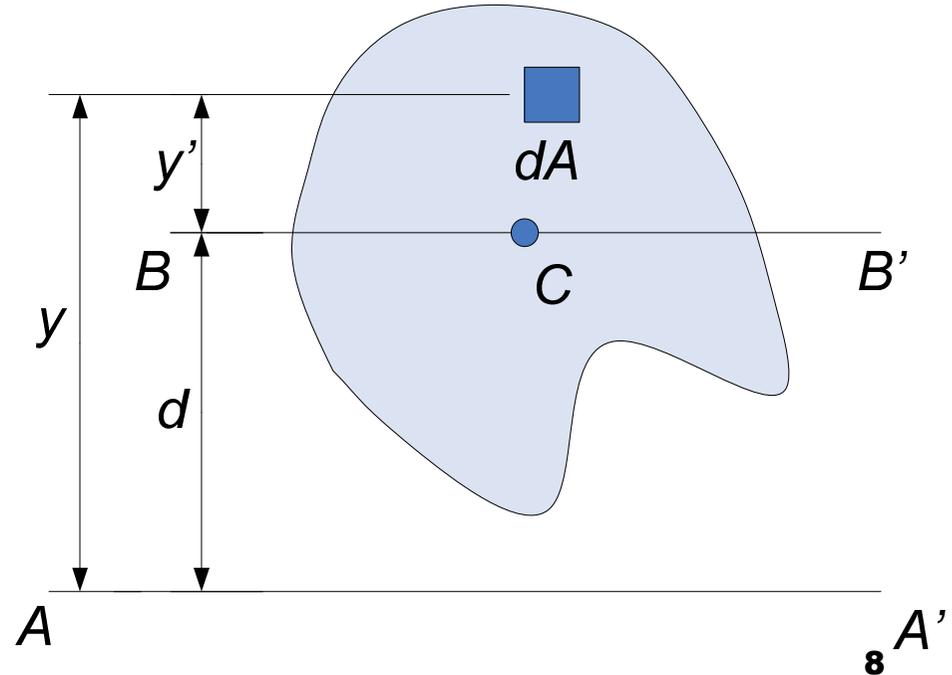
- Calcular el momento de inercia respecto del eje x de la siguiente figura.



Teorema de Steiner.

- Cuando se combinan superficies, los momentos de inercia de cada área requieren de la transmisión del momento de inercia al nuevo eje centroidal del área compuesta.
- Esta se logra mediante el *Teorema de Steiner*, donde el momento de inercia con respecto a un eje dado es igual al momento de inercia con respecto al eje centroidal paralelo al eje dado más el producto del área por el cuadrado de la distancia entre los dos ejes.

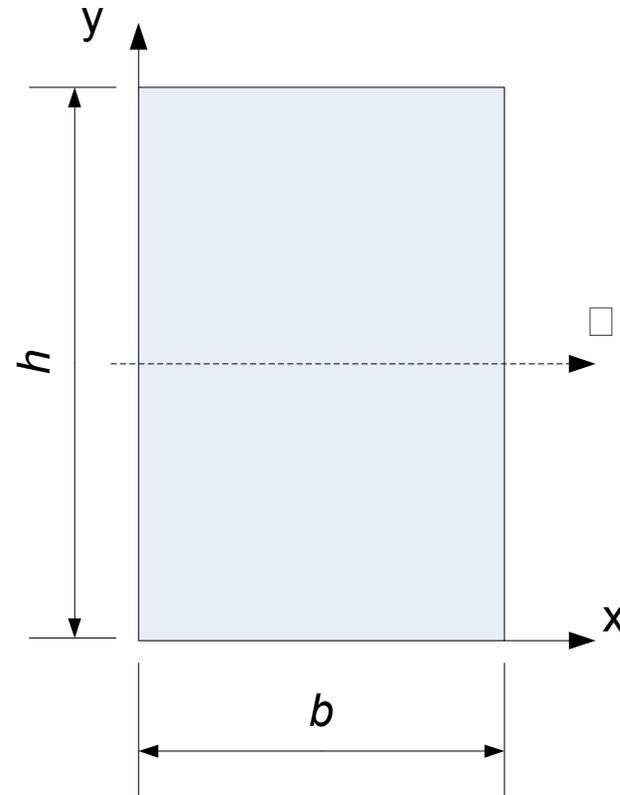
$$I = \bar{I} + Ad^2$$



Teorema de Steiner.

Problema 3.

- Calcular el momento centroidal de inercia de la figura anterior conociendo el momento con respecto al eje x y utilizando el teorema de Steiner.





Módulo Resistente (W)

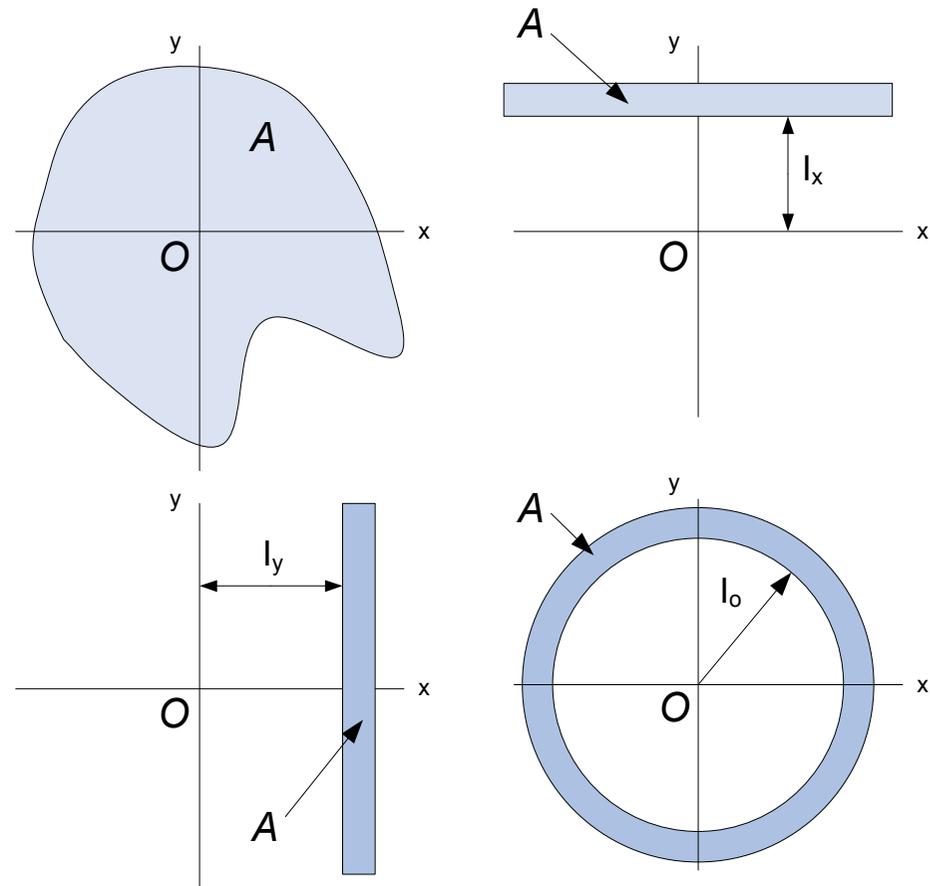
- Representa la relación del momento de inercia respecto a la distancia de la fibra más alejada al eje neutro, esta medida es útil en el diseño de vigas y se define como (Parker y Ambrose, 1995):

$$W_x = \frac{I_x}{\bar{y}}; \quad W_y = \frac{I_y}{\bar{x}}$$

Radio de Giro (i)

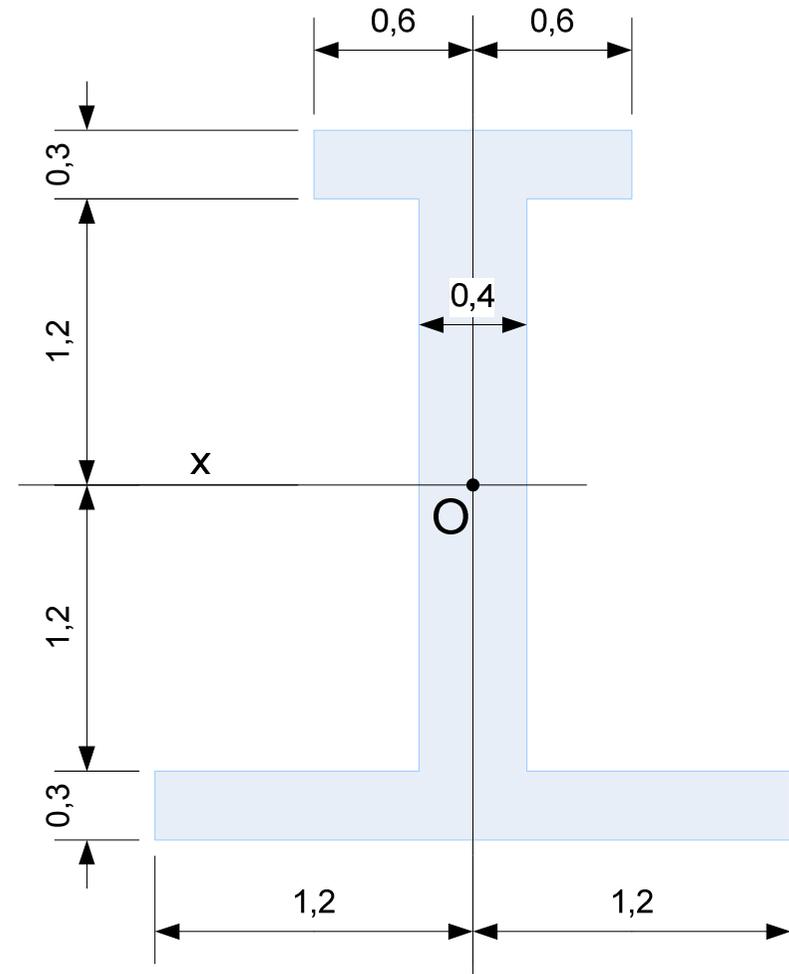
- Si el área se concentra en una franja paralela a un eje con un espesor diferencial, el radio de giro representa la distancia del área transformada para que tenga el mismo momento de inercia respecto al eje dado. Se define como (Beer y Johnston, 1977):

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}; \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}; \quad i_o = \sqrt{\frac{I_o}{A}}$$



Ejemplo de aplicación.

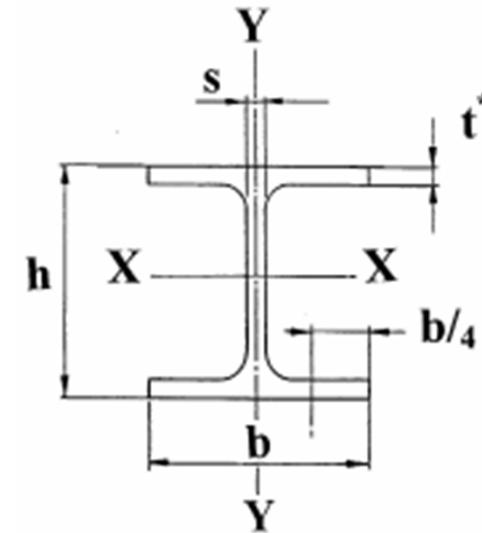
- Determinar el momento de inercia y el radio de giro de la sección mostrada en la figura, con respecto a los ejes x e y .



HEA : Perfiles de alas aligeradas.

HEB : Perfiles de largas alas.

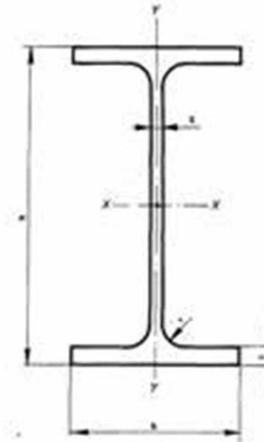
HEM : Perfiles de alas reforzadas.



Designación	Medidas en mm					A cm ²	m kg/m	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro		m ² /m	m ² /t
	h	b	s	t	r			I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y		
HEA100*	96	100	5	8	12	21,2	16,7	349	134	73	27	4,06	2,51	0.561	33.68
HEB 100*	100	100	6	10	12	26,0	20,4	450	167	90	33	4,16	2,53	0.567	27.76
HEM 100	120	106	12	20	12	53,2	41,8	1 143	399	190	75	4,63	2,74	0.619	14.82
HEA 120*	114	120	5	8	12	25,3	19,9	606	231	106	38	4,89	3,02	0.677	34.06
HEB 120*	120	120	6,5	11	12	34,0	26,7	864	318	144	53	5,04	3,06	0.686	25.71
HEM 120	140	126	12,5	21	12	66,4	52,1	2 018	703	288	112	5,51	3,25	0.738	14.16
HEA 140*	133	140	5,5	8,5	12	31,4	24,7	1 033	389	155	56	5,73	3,52	0.794	32.21
HEB 140*	140	140	7	12	12	43,0	33,7	1 509	550	216	79	5,93	3,58	0.805	23.88
HEM 140	160	146	13	22	12	80,6	63,2	3 291	1 144	411	157	6,39	3,77	0.857	13.56
HEA 160*	152	160	6	9	15	38,8	30,4	1 673	616	220	77	6,57	3,98	0.906	29.78
HEB 160*	160	160	8	13	15	54,3	42,6	2 492	889	311	111	6,78	4,05	0.918	21.56
HEM 160	180	166	14	23	15	97,1	76,2	5 098	1 759	566	212	7,25	4,26	0.97	12.74
HEA 180*	171	180	6	9,5	15	45,3	35,5	2 510	925	294	103	7,45	4,52	1.02	28.83
HEB 180*	180	180	8,5	14	15	65,3	51,2	3 831	1 363	426	151	7,66	4,57	1.04	20.25
HEM 180	200	186	14,5	24	15	113,3	88,9	7 483	2 580	748	277	8,13	4,77	1.09	12.25

Fuente: Asociación para la Promoción Técnica del Acero (APTA)

IPE



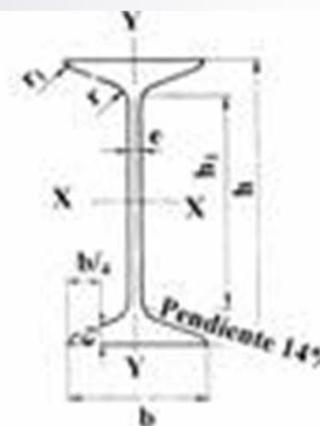
Designación del perfil	Medidas mm					A cm ²	m Kg/m	Momento de inercia cm ⁴		Módulo resistente cm ³		Radio de giro cm		Superficie	
	h	b	s	t	r			I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y	m ² /m	m ² /t
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	7,64	6,0	80,1	8,49	20,0	3,69	3,24	1,05	0.328	
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	10,3	8,1	171	15,9	34,2	5,79	4,07	1,24	0.400	49.33
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	13,2	10,4	316	27,7	53,0	8,65	4,90	1,45	0.475	45.82
IPE 140*	140	73	4,7	6,9	7	16,4	12,9	541	44,9	77,3	12,3	5,74	1,65	0.551	42.70
IPE 160*	160	82	5,0	7,4	9	20,1	15,8	869	68,3	109	16,7	6,58	1,84	0.623	39.47
IPE 180*	180	91	5,3	8,0	9	23,9	18,8	1317	101	146	22,2	7,42	2,05	0.698	37.13
IPE 200*	200	100	5,6	8,5	12	28,5	22,4	1943	142	194	28,5	8,26	2,24	0.768	34.36
IPE 220*	220	110	5,9	9,2	12	33,4	26,2	2772	205	252	37,3	9,11	2,48	0.848	32.36
IPE 240*	240	120	6,2	9,8	15	39,1	30,7	3892	284	324	47,3	9,97	2,69	0.922	30.02
IPE 270*	270	135	6,6	10,2	15	45,9	36,1	5790	420	429	62,2	11,2	3,02	1.04	28.86
IPE 300*	300	150	7,1	10,7	15	53,8	42,2	8356	604	557	80,5	12,5	3,35	1.16	27.46
IPE 330*	330	160	7,5	11,5	18	62,6	49,1	11770	788	713	98,5	13,7	3,55	1.25	25.52
IPE 360*	360	170	8,0	12,7	18	72,7	57,1	16270	1043	904	123	15,0	3,79	1.35	23.70
IPE 400*	400	180	8,6	13,5	21	84,5	66,3	23130	1318	1160	146	16,5	3,95	1.47	22.12
IPE 450*	450	190	9,4	14,6	21	98,8	77,6	33740	1676	1500	176	18,5	4,12	1.61	20.69
IPE 500	500	200	10,2	16,0	21	116	90,7	48200	2142	1930	214	20,4	4,31	1.74	19.23
IPE 550	550	210	11,1	17,2	24	134	106	67120	2668	2440	254	22,3	4,45	1.88	17.78
IPE 600	600	220	12,0	19,0	24	156	122	92080	3387	3070	308	24,3	4,66	2.01	16.45

* Medidas más comerciales.

Calidad: S275 JR

Fuente: Asociación para la Promoción Técnica del Acero (APTA)

IPN

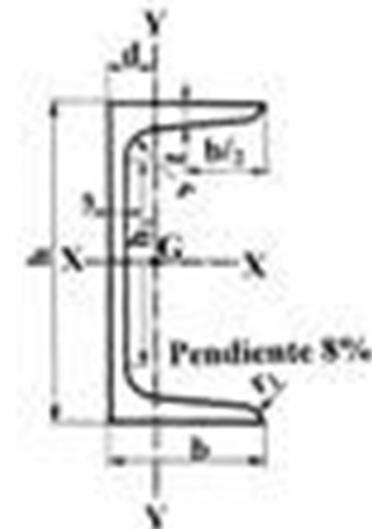


Designación	Medidas mm						A cm ²	M kg/m	Momento de Inercia cm ⁴		Módulo resistente cm ³		Radio de giro cm		S _x cm ²	s _x cm	Superficie	
	h	b	e=r	e ₁	r ₁	h ₁			I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y			m ² /m	m ² /t
IPN 80*	80	42	3,9	5,9	2,3	59	7,58	5,95	77,8	6,29	19,5	3,00	3,20	0,91	11,4	6,84	0.031	
IPN 100*	100	50	4,5	6,8	2,7	75	10,6	8,32	171	12,2	34,2	4,88	4,01	1,07	19,9	8,57	0.379	
IPN 120*	120	58	5,1	7,7	3,1	92	14,2	11,2	328	21,5	54,7	7,41	4,81	1,23	31,8	10,3	0.431	39.38
IPN 140*	140	66	5,7	8,6	3,4	109	18,3	14,4	573	35,2	81,9	10,7	5,61	1,40	47,7	12,0	0.512	34.94
IPN 160*	160	74	6,3	9,5	3,8	125	22,8	17,9	935	54,7	117	14,8	6,40	1,55	68,0	13,7	0.575	32.13
IPN 180*	180	82	6,9	10,4	4,1	142	27,9	21,9	1450	81,3	161	19,8	7,20	1,71	93,4	15,5	0.640	29.22
IPN 200*	200	90	7,5	11,3	4,5	159	33,5	26,3	2140	117	214	26,0	8,00	1,87	125	17,2	0.709	27.04
IPN 220*	220	98	8,1	12,2	4,9	175	39,6	31,1	3060	162	278	33,1	8,80	2,02	162	18,9	0.775	24.99
IPN 240*	240	106	8,7	13,1	5,2	192	46,1	36,2	4250	221	354	41,7	9,59	2,20	206	20,6	0.844	23.32
IPN 260*	260	113	9,4	14,1	5,6	208	53,4	41,9	5740	288	442	51,0	10,4	2,32	257	22,3	0.906	21.65
IPN 280*	280	119	10,1	15,2	6,1	225	61,1	48,0	7590	364	542	61,2	11,1	2,45	316	24,0	0.966	20.17
IPN 300*	300	125	10,8	16,2	6,5	241	69,1	54,2	9800	451	653	72,2	11,9	2,56	381	25,7	1.03	19.02
IPN 320*	320	131	11,5	17,3	6,9	257	77,8	61,1	12510	555	782	84,7	12,7	2,67	451	27,4	1.09	17.87
IPN 340	340	137	12,2	18,3	7,3	274	86,8	68,1	15700	674	923	98,4	13,5	2,80	540	29,1	1.15	16.90
IPN 360	360	143	13,0	19,5	7,8	290	97,1	76,2	19610	818	1090	114	14,2	2,90	639	30,7	1.21	15.89
IPN 380	380	149	13,7	20,5	8,2	306	107	84,0	24010	975	1260	131	15,0	3,02	741	32,4	1.27	15.12
IPN 400	400	155	14,4	21,6	8,6	323	118	92,6	29210	1160	1460	149	15,7	3,13	857	34,1	1.33	14.36
IPN 450	450	170	16,2	24,3	9,7	363	147	115	45850	1730	2040	203	17,7	3,43	1200	38,3	1.48	12.83
IPN 500	500	185	18,0	27,0	10,8	404	180	141	68740	2480	2750	268	19,6	3,72	1620	42,4	1.63	11.60
IPN 550	550	200	19,0	30,0	11,9	444	213	167	99180	3490	3610	349	21,6	4,02	2120	46,8	1.80	10.80
IPN 600	600	215	21,6	32,4	13,0	485	254	199	139000	4670	4630	434	23,4	4,30	2730	50,9	1.97	

* Medidas más comerciales.

Calidad: S275 JR

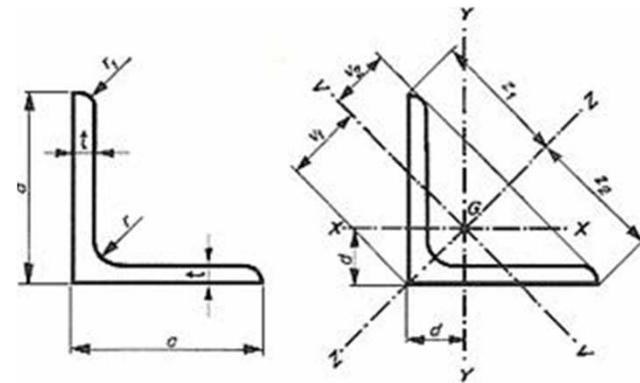
UPN



Designación	Medidas mm						A cm ²	M Kg/m	Momento de inercia cm ⁴		Módulo resistente cm ³		Radio de giro cm		Sx cm ²	sx cm	d cm	Superficie	
	h	b	s=r	t	r ₁	h ₁			I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y				m ² /m	m ² /m
UPN 80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	11,0	8,65	106	19,4	26,5	6,36	3,10	1,33	15,9	6,65	1,45	0,312	
UPN 100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	13,5	10,6	206	29,3	41,2	8,49	3,91	1,47	24,5	8,42	1,55	0,372	35,10
UPN 120	120	55	7,0	9,0	4,5	82	17,0	13,4	364	43,2	60,7	11,1	4,62	1,59	36,3	10,0	1,60	0,434	32,52
UPN 140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	20,4	16,0	605	62,7	86,4	14,8	5,45	1,75	51,4	11,8	1,75	0,489	30,54
UPN 160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	24,0	18,8	925	85,3	116	18,3	6,21	1,89	66,8	13,3	1,84	0,546	28,98
UPN 180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	28,0	22,0	1350	114,0	150	22,4	6,95	2,02	89,6	15,1	1,92	0,611	27,80
UPN 200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	32,2	25,3	1910	148,0	191	27,0	7,70	2,14	114,0	16,8	2,01	0,661	26,15
UPN 220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	37,4	29,4	2690	197,0	245	33,6	8,48	2,30	146,0	18,5	2,14	0,718	24,46
UPN 240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	42,3	33,2	3600	248,0	300	39,6	9,22	2,42	179,0	20,1	2,23	0,775	23,34
UPN 260	260	90	10,0	14,0	7,0	200	48,3	37,9	4820	317,0	371	47,7	9,99	2,56	221,0	21,8	2,36	0,834	22,00
UPN 280	280	95	10,0	15,0	7,5	216	53,3	41,8	6280	399,0	448	57,2	10,90	2,74	266,0	23,6	2,53	0,890	21,27
UPN 300	300	100	10,0	16,0	8,0	232	58,8	46,2	8030	495,0	535	67,8	11,70	2,90	316,0	25,4	2,70	0,950	20,58
UPN 320	320	100	14,0	17,5	8,75		75,8	59,5	10870	597,0	679	80,6	12,1	2,81	413,0	26,3	2,60	0,982	16,50
UPN 350	350	100	14,0	16,0	8,0		77,3	60,6	12840	570,0	734	75,0	12,9	2,72	459,0	28,6	2,40	1,047	17,25
UPN 380	380	102	13,5	16,0	8,0		80,4	63,1	15760	615,0	829	78,7	14,0	2,77	507,0	31,1	2,38	1,110	17,59
UPN 400	400	110	14,0	18,0	9,0		91,5	71,8	20350	846,0	1020	102,0	14,9	3,04	618	32,9	2,65	1,182	16,46

Fuente: Asociación para la Promoción Técnica del Acero (APTA)

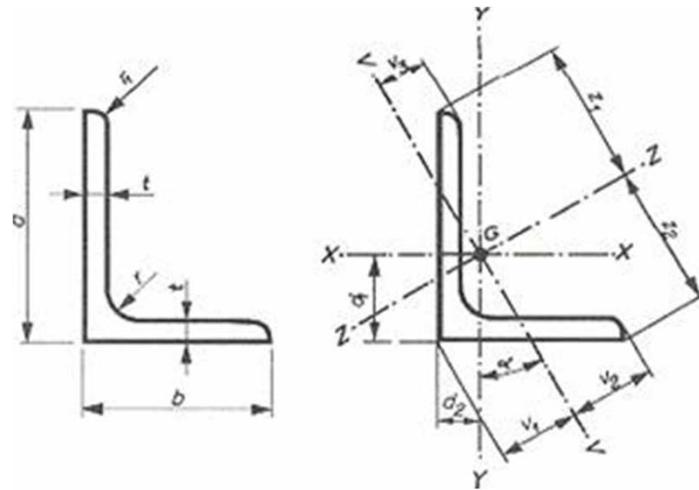
Angulares de lados iguales (L)



Designación	Masa Kg/m	Área de la sección cm ²	Dimensiones			Distancias al centro de gravedad			Características geométricas respecto de los ejes							
			a	t	r _{unión}	C _x =C _y	C _u	C _v	X-X = Y-Y			U-U		V-V		
									I _x = I _y	r _x = r _y	Z _x = Z _y	I _u	r _u	I _v	r _v	Z _v
mm	mm	mm	cm	cm	cm	cm ⁴	cm	cm ³	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ³			
L 20 x 20 x 3	0.882	1.12	20	3	3.5	0.598	1.41	0.846	0.392	0.590	0.279	0.618	0.742	0.165	0.383	0.195
L 25 x 25 x 3	1.12	1.42	25	3	3.5	0.723	1.77	1.02	0.803	0.751	0.452	1.27	0.945	0.334	0.484	0.326
L 25 x 25 x 4	1.45	1.85	25	4	3.5	0.762	1.77	1.08	1.02	0.741	0.588	1.61	0.931	0.430	0.482	0.399
L 30 x 30 x 3	1.36	1.74	30	3	5	0.835	2.12	1.18	1.40	0.899	0.649	2.22	1.13	0.585	0.581	0.498
L 30 x 30 x 4	1.78	2.27	30	4	5	0.878	2.12	1.24	1.80	0.892	0.850	2.85	1.12	0.754	0.577	0.607
L 35 x 35 x 4	2.09	2.67	35	4	5	1.00	2.47	1.42	2.95	1.05	1.18	4.68	1.32	1.23	0.678	0.865
L 40 x 40 x 4	2.42	3.08	40	4	6	1.12	2.83	1.58	4.47	1.21	1.55	7.09	1.52	1.88	0.777	1.17
L 40 x 40 x 5	2.97	3.79	40	5	6	1.16	2.83	1.64	5.43	1.20	1.91	8.80	1.51	2.26	0.773	1.38
L 45 x 45 x 4.5	3.06	3.90	45	4.5	7	1.25	3.18	1.78	7.14	1.35	2.20	11.4	1.71	2.94	0.870	1.65
L 50 x 50 x 4	3.06	3.89	50	4	7	1.36	3.54	1.92	8.97	1.52	2.46	14.2	1.91	3.73	0.979	1.94
L 50 x 50 x 5	3.77	4.80	50	5	7	1.40	3.54	1.99	11.0	1.51	3.05	17.4	1.90	4.55	0.973	2.29
L 50 x 50 x 6	4.47	5.69	50	6	7	1.45	3.54	2.04	12.8	1.50	3.61	20.3	1.89	5.34	0.988	2.61
L 60 x 60 x 5	4.57	5.82	60	5	8	1.64	4.24	2.32	19.4	1.82	4.45	30.7	2.30	8.03	1.17	3.46
L 60 x 60 x 6	5.42	6.91	60	6	8	1.69	4.24	2.39	22.8	1.82	5.29	36.1	2.29	9.44	1.17	3.96

Fuente: Asociación para la Promoción Técnica del Acero (APTA)

Angulares de lados desiguales (LD)



Designación	Masa Kg/m	Área de la sección cm ²	Dimensiones				Distancias al centro de gravedad				Características geométricas respecto de los ejes										Inclinación del eje V-V tan α				
			a	b	t	r _{unión}	C _x	C _y	C _u	C _v	X-X					Y-Y						U-U		V-V	
											I _x	I _y	I _{xy}	Z _x	Z _y	I _u	I _v	I _{uv}	l _u	l _v		t _u	t _v		
mm	mm	mm	mm	cm	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ⁴	cm					
L 30 x 20 x 3	1.12	1.43	30	20	3	4	0.990	0.502	2.05	1.04	1.25	0.935	0.821	0.437	0.553	0.292	1.43	1.00	0.256	0.424	0.427				
L 30 x 20 x 4	1.48	1.88	30	20	4	4	1.03	0.541	2.02	1.04	1.59	0.925	0.307	0.433	0.546	0.379	1.81	0.938	0.30	0.421	0.421				
L 40 x 20 x 4	1.77	2.26	40	20	4	4	1.47	0.48	2.53	1.17	3.59	1.26	1.42	0.600	0.514	0.393	3.80	1.30	0.393	0.417	0.282				
L 40 x 25 x 4	1.93	2.46	40	25	4	4	1.36	0.623	2.69	1.35	3.89	1.26	1.47	1.16	0.637	0.619	4.35	1.33	0.700	0.534	0.380				
L 45 x 30 x 4	2.25	2.87	45	30	4	4.5	1.43	0.74	3.07	1.55	5.73	1.42	1.91	2.05	0.85	0.91	6.65	1.52	1.18	0.84	0.436				
L 50 x 30 x 5	2.98	2.73	50	30	5	5	1.73	0.741	3.33	1.65	9.36	1.57	2.38	2.51	0.816	1.11	10.3	1.65	1.54	0.839	0.352				
L 50 x 30 x 6	3.36	4.23	50	30	6	6	2.17	0.634	3.53	1.77	15.6	1.91	4.07	2.63	0.734	1.14	16.5	1.97	1.71	0.833	0.257				
L 50 x 40 x 5	3.78	4.79	50	40	5	6	1.98	0.972	4.10	2.11	17.2	1.89	4.28	6.11	1.13	2.02	19.7	2.03	3.54	0.86	0.434				
L 50 x 40 x 6	4.45	5.53	50	40	6	6	2.00	1.01	4.08	2.10	20.1	1.83	5.03	7.12	1.12	2.33	23.1	2.02	4.16	0.855	0.431				
L 55 x 50 x 5	4.38	5.84	55	50	5	8	1.99	1.28	4.53	2.39	23.2	2.08	5.14	11.9	1.47	3.19	25.8	2.28	6.32	1.07	0.577				
L 70 x 50 x 6	5.41	6.59	70	50	6	7	2.23	1.28	4.83	2.52	33.4	2.20	7.01	14.2	1.43	3.78	39.7	2.40	7.92	1.07	0.500				
L 75 x 50 x 6	5.65	7.19	75	50	6	7	2.44	1.21	5.12	2.64	40.6	2.37	8.01	14.4	1.42	3.81	46.6	2.56	8.38	1.08	0.435				
L 75 x 50 x 8	7.39	9.41	75	50	8	7	2.52	1.29	5.08	2.62	52.0	2.35	10.4	18.4	1.40	4.95	59.6	2.52	10.8	1.07	0.430				
L 80 x 40 x 6	5.41	6.89	80	40	6	7	2.35	0.834	5.20	2.38	44.9	2.55	8.75	7.59	1.08	2.44	47.6	2.63	4.93	0.845	0.283				
L 80 x 40 x 8	7.07	9.01	80	40	8	7	2.94	0.963	5.14	2.34	57.6	2.53	11.4	9.61	1.03	3.16	60.9	2.60	6.34	0.838	0.253				
L 80 x 60 x 7	7.38	9.38	80	60	7	8	2.51	1.52	5.55	2.92	59.0	2.51	10.7	28.4	1.74	6.34	72.0	2.77	16.4	1.28	0.546				
L 100 x 50 x 6	6.84	8.71	100	50	6	8	3.51	1.05	6.55	3.00	89.9	3.21	13.8	15.4	1.33	3.89	95.4	3.31	9.92	1.07	0.262				
L 100 x 50 x 8	8.97	11.4	100	50	8	8	3.60	1.13	6.48	2.96	116	3.19	18.2	19.7	1.31	5.08	123	3.28	12.8	1.08	0.283				
L 100 x 65 x 7	8.77	11.2	100	65	7	10	3.23	1.51	6.83	3.49	113	3.17	16.6	37.6	1.83	7.53	128	3.39	22.0	1.40	0.415				
L 100 x 65 x 8	9.94	12.7	100	65	8	10	3.27	1.55	6.81	3.47	127	3.16	18.9	42.2	1.83	8.54	144	3.37	24.8	1.40	0.413				
L 100 x 65 x 10	12.3	15.6	100	65	10	10	3.36	1.63	6.76	3.45	154	3.14	23.2	51.0	1.81	10.5	175	3.35	30.1	1.39	0.410				
L 100 x 75 x 8	10.6	13.5	100	75	8	10	3.10	1.87	6.95	3.65	133	3.14	19.5	64.1	2.18	11.4	162	3.47	34.6	1.60	0.547				
L 100 x 75 x 10	13.0	16.6	100	75	10	10	3.19	1.95	6.92	3.65	162	3.12	23.8	77.6	2.16	14.0	197	3.45	42.2	1.59	0.544				

Fuente: Asociación para la Promoción Técnica del Acero (APTA)