

# Fundamentos de Diseño Estructural Parte I - Materiales

Argimiro Castillo Gandica



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES  
VENEZUELA

# Fundamentos básicos

- Formas de falla
  - Por sobrecarga (resistencia insuficiente)
  - Por deformación excesiva (rigidez insuficiente)
- Tipos de esfuerzos
  - Normal (axial)
  - Tangencial (cortante)
- Factores de incertidumbre (falta de precisión)
- Tipos de análisis
  - Elástico - lineal
  - Elasto - plástico
  - No - lineal
- Metodología de diseño
- Conceptos universales (cuatro conceptos universales)

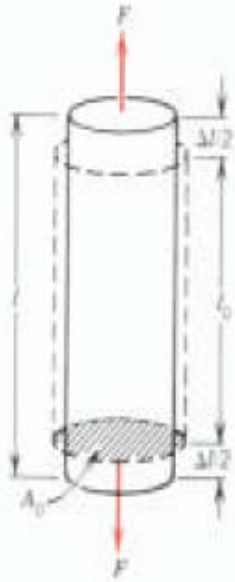
# Formas de falla

- Por sobrecarga: la resistencia del material es insuficiente y se despedaza, desgarrar, rasga o rompe (esfuerzos permisibles de cada material)
- Por deformación excesiva: la rigidez de la estructura es insuficiente y se deforma grandemente, tiene curvatura excesiva, vibra intensamente o se pandea (módulo de elasticidad de cada material)

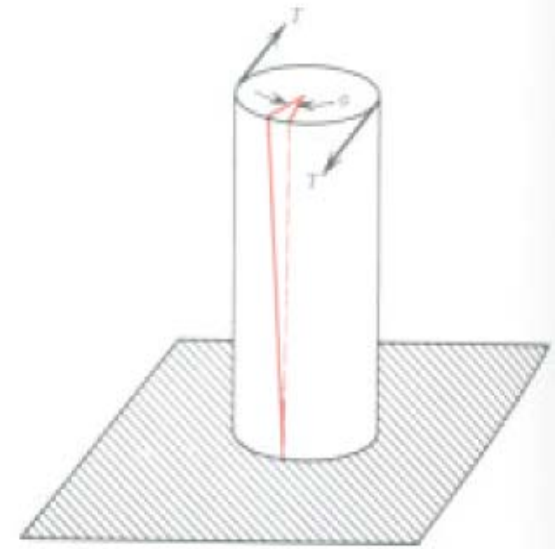
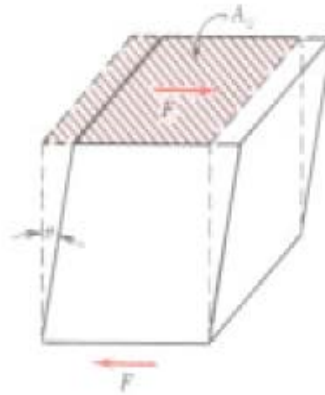
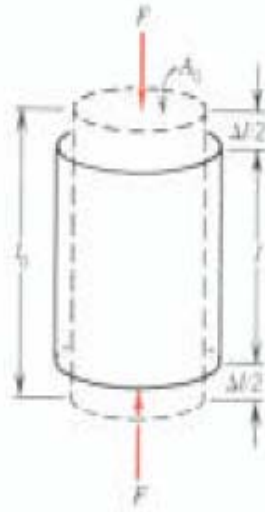
# Tipos de esfuerzos

Existen dos tipos de esfuerzos fundamentales:

- **Esfuerzo normal** (*axial*): son esfuerzos paralelos al eje del elemento, pueden ser de compresión o de tracción o de ambos en simultáneo (flexión).
- **Esfuerzo tangencial** (*cortante*): son esfuerzos perpendiculares al eje del elemento, que tienden a desplazar una porción del elemento respecto del otro.



**Axial**



**Tangencial**

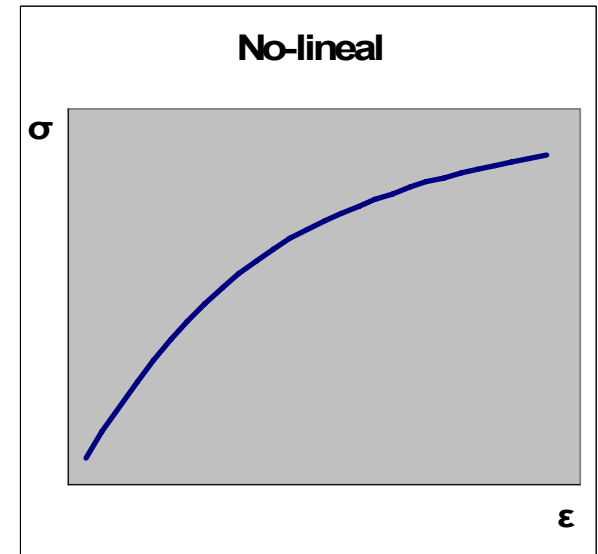
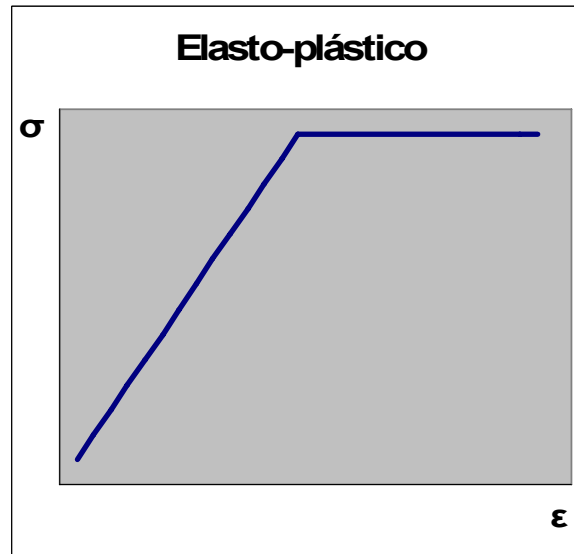
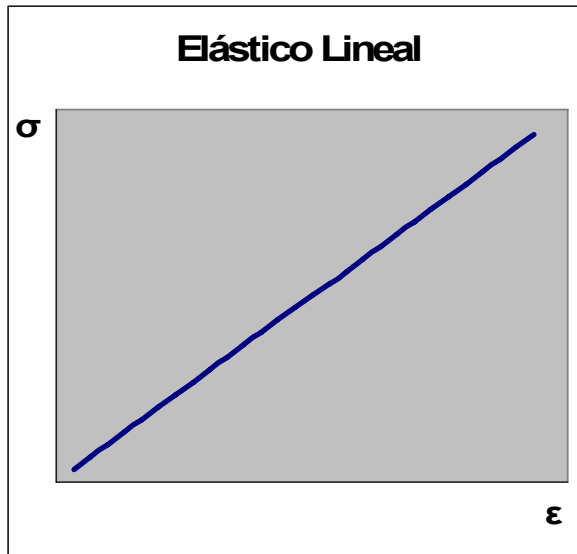
# Factores de incertidumbre

- Corresponde al margen de error de cada diseño, su magnitud es proporcional a la cantidad de desconocimiento implícito. El “**factor de seguridad**” (**FS**) es el valor numérico de este factor de incertidumbre. Aplicado de maneras divergentes, conduce a dos términos diferentes:
  - La expresión  $(1/FS)*F_y$  (donde:  $F_y$  = esfuerzo último o de fluencia), proporciona el **esfuerzo permisible de trabajo**
  - La expresión  $FS*CT$  (donde:  $CT$ = Cargas de Trabajo), es el factor de carga, obteniéndose las **cargas últimas** (de falla o de colapso), que se utilizan con los esfuerzos últimos ( $F_y$ )

# Tipos de análisis (1)

- **“Analizar una estructura”** significa encontrar los momentos y fuerzas inducidas por las cargas
- **“Analizar un miembro”** significa encontrar los esfuerzos en un plano particular (generalmente perpendicular al eje centroidal).
- Las características del material se encuentran con ensayos bien sea de tracción o de compresión axial o de carga de cortante, y se elaboran gráficos de esfuerzo-deformación. Se encuentran entonces, tres tipos de análisis:
  - Material elástico – lineal
  - Material elasto – plástico perfecto
  - Material no – lineal

# Tipos de análisis (2)



Diagramas Esfuerzo-Deformación

# Metodologías de diseño

	<b>Metodología de Diseño</b>	<b>Factor de Incertidumbre</b>	<b>Análisis Estructural</b>	<b>Análisis del Miembro</b>
1	Diseño por esfuerzos permisibles en acero			
2	Diseño por esfuerzos de trabajo (DET) en concreto armado	Factor de seguridad	Elástico	Elástico
3	Diseño elástico en madera, concreto presforzado y metales			
1	Diseño por resistencia (DRU) en concreto armado y presforzado	Factor de Carga	Elástico	Plástico
1	Diseño plástico en acero			
2	Teoría de las Líneas de Fluencia en concreto armado	Factor de Carga	Plástico	Plástico
1	Análisis experimental y diseño de metales			
2	Algunas estructuras aeroespaciales	Factor de Carga	No-lineal	No-lineal
3	Estudios experimentales en concreto			



# Conceptos Universales

- Existen cuatro conceptos universales que se utilizan para el análisis estructural:
  - Esfuerzos en la sección transversal de un elemento:

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{Mc}{I}$$

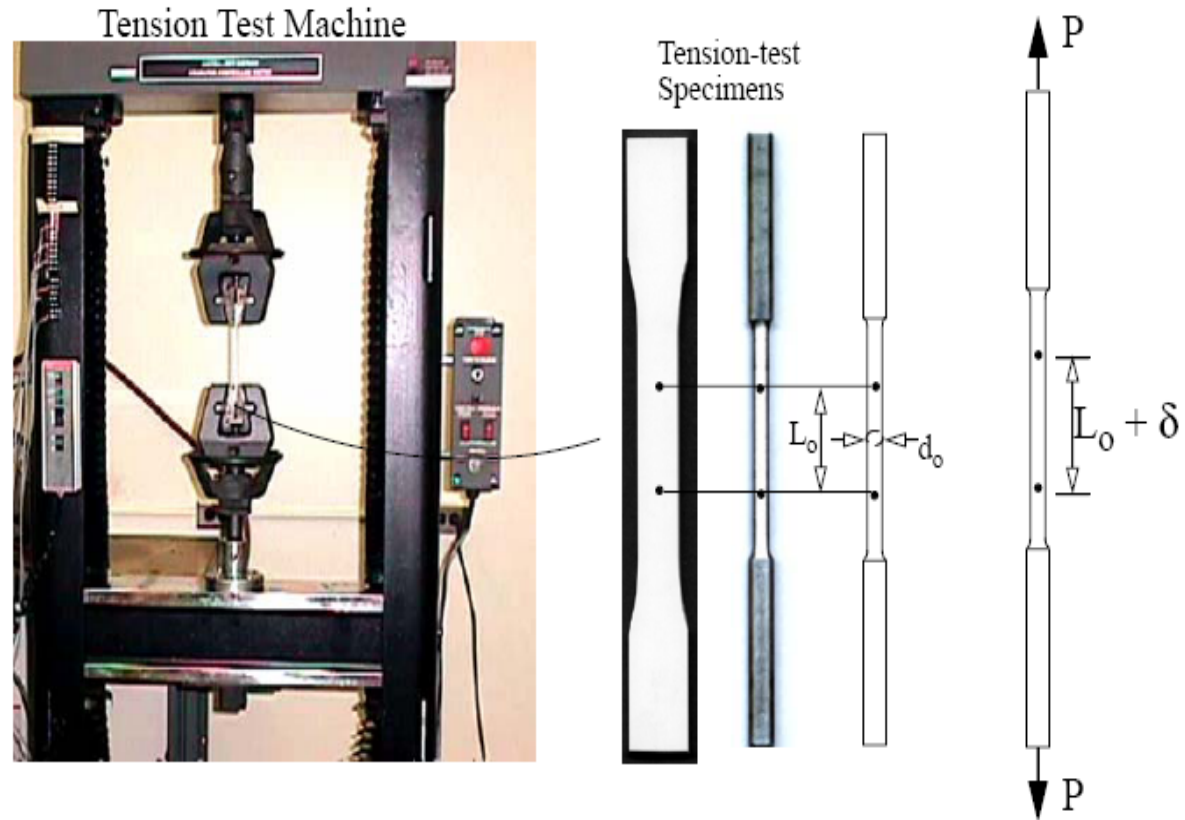
- Circulo de Mohr: relaciona los esfuerzos principales y el cortante
- Centroides, momentos de inercia y módulos de sección
- Expresión de la deformada de un elemento:

$$K = \frac{1}{R} = \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$

# Materiales

- La resistencia de los materiales a utilizar en la estructura, es esencial para inferir los esfuerzos y posibles deformaciones que describen el comportamiento de los miembros estructurales ante la acción de cargas
- Los parámetros de la resistencia de los materiales se encuentran realizando diferentes tipos de ensayos sobre probetas fabricadas con el material de interés y aplicando cargas conocidas para evaluar la deformación de las probetas

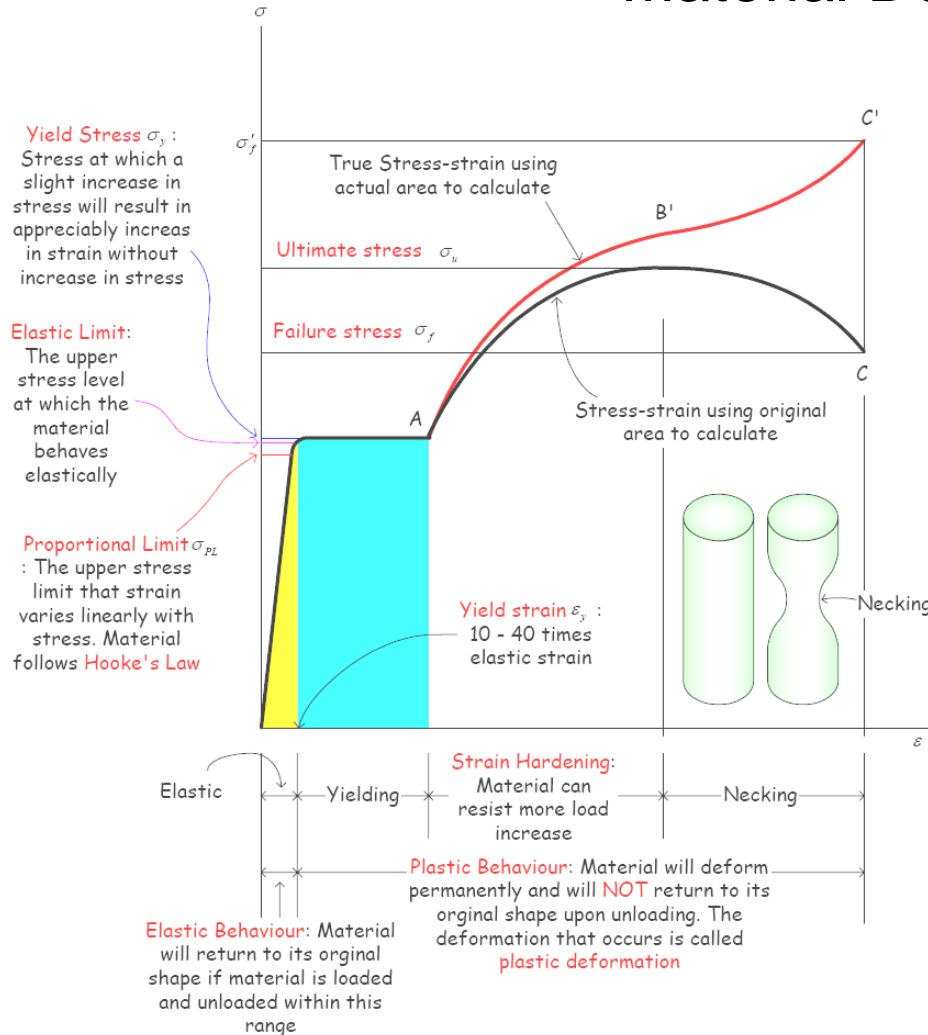
# Ensayo a tracción



$$\varepsilon = \frac{\delta}{L_0} \quad \sigma = \frac{P}{A_o} = \frac{P}{\pi d_o^2 / 4}$$

# Diagrama Esfuerzo-Deformación

## Material Dúctil



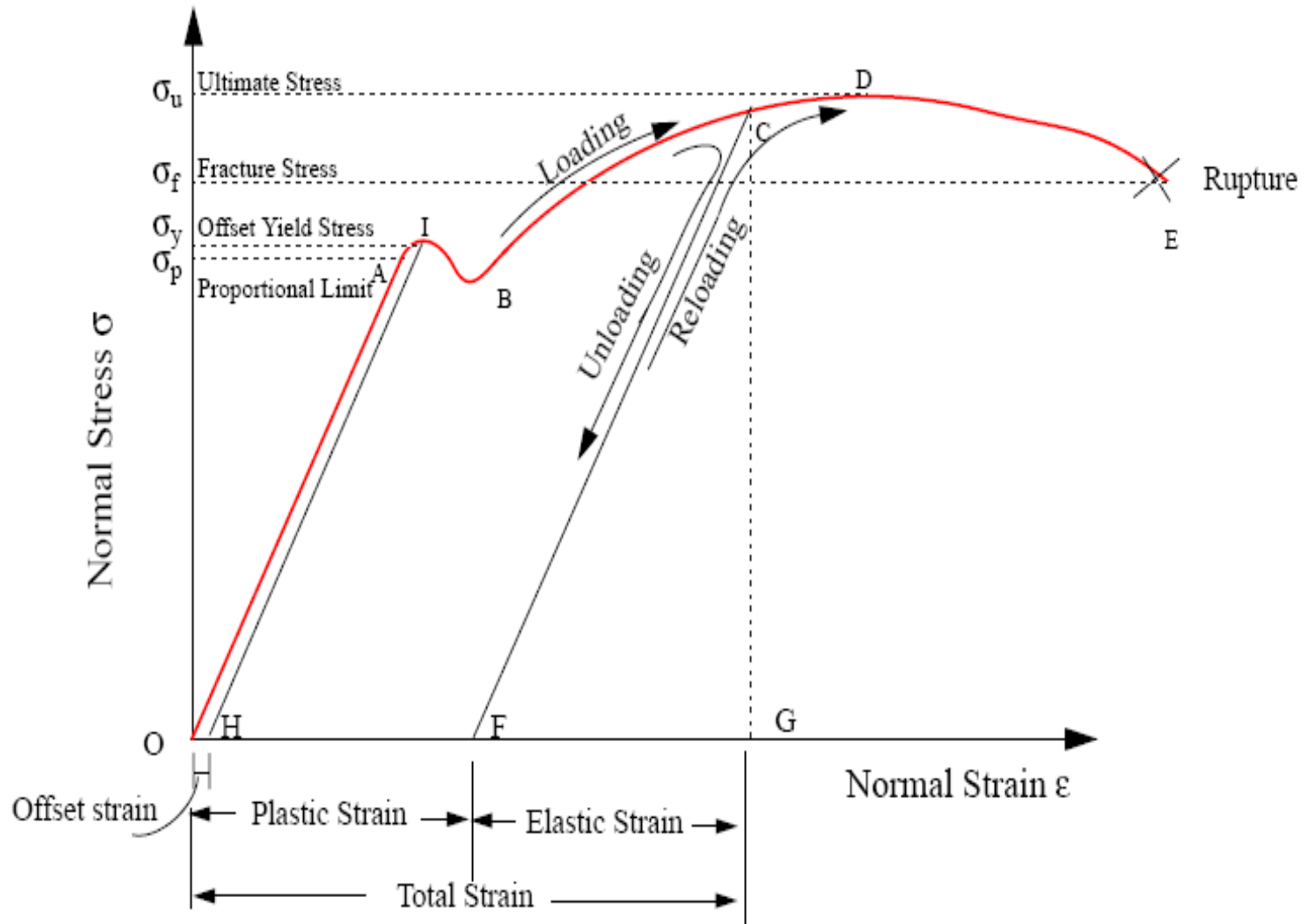
**Esfuerzo de Fluencia ( $\sigma_y$ ):** es el esfuerzo en el cual un pequeño incremento del esfuerzo produce un apreciable incremento en la deformación

**Límite Elástico:** límite superior del comportamiento elástico

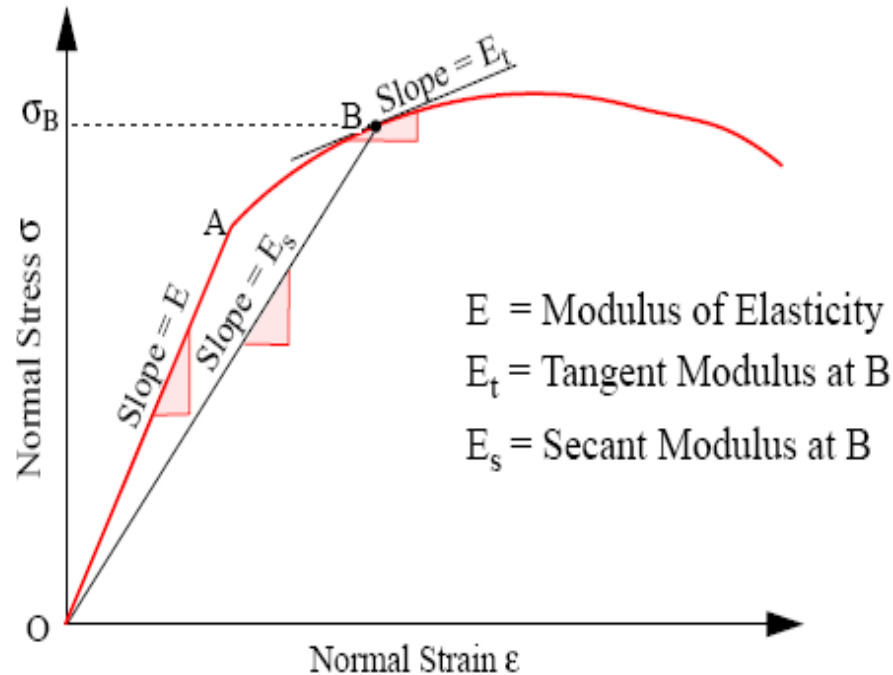
**Límite de proporcionalidad ( $\sigma_{pl}$ ):** límite superior del esfuerzo con variación lineal (Ley de Hooke)

# Diagrama Esfuerzo-Deformación

## Material Dúctil, Carga y Descarga



# Constantes de los materiales (1)



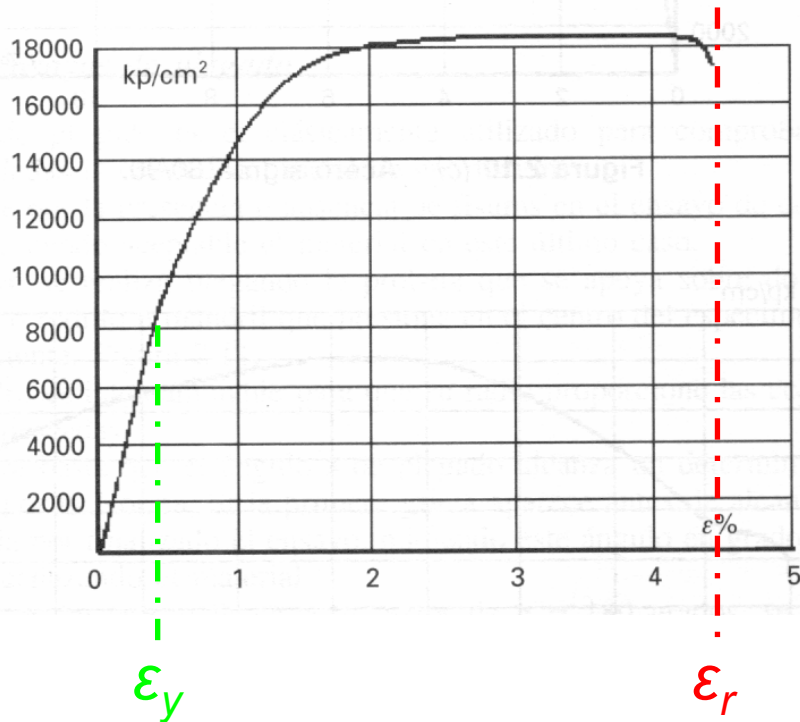
Cuando se cumple:  $\sigma = E\epsilon$ , el material se comporta según la Ley de Hooke (comportamiento elástico)

Donde,  $E$  es el Módulo de Young o Módulo de Elasticidad

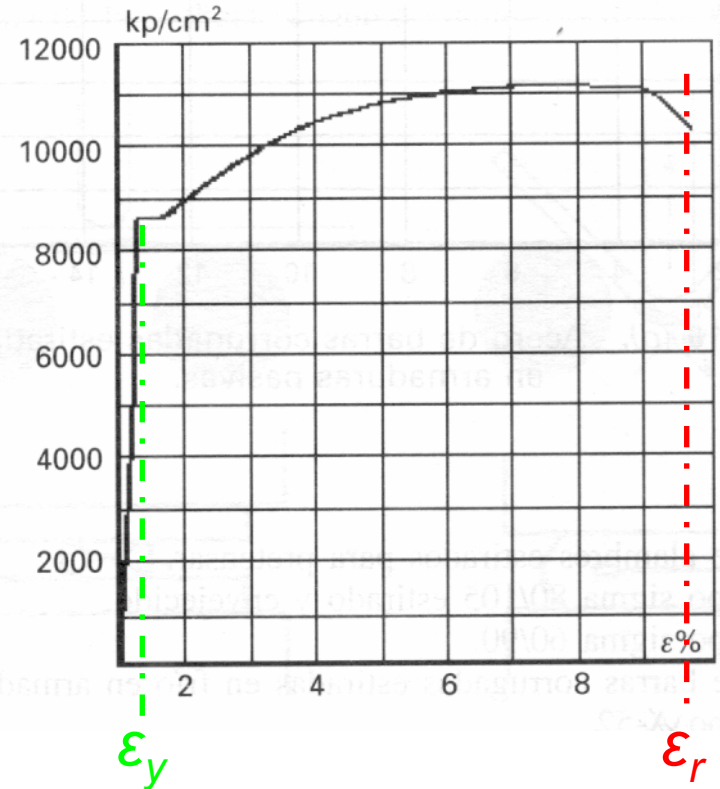
# Constantes de los materiales (2)

- De todo material estructural se debe conocer entonces:
  1. Modulo de elasticidad:  $E$  (kg/cm<sup>2</sup>, MPa)
  2. Esfuerzo de fluencia:  $F_y$  (kg/cm<sup>2</sup>, MPa)
  3. Esfuerzo último:  $F_u$  (kg/cm<sup>2</sup>, MPa)
  4. Esfuerzo de rotura:  $F_r$  (kg/cm<sup>2</sup>, MPa)

# Diagramas del Acero Estructural (1)



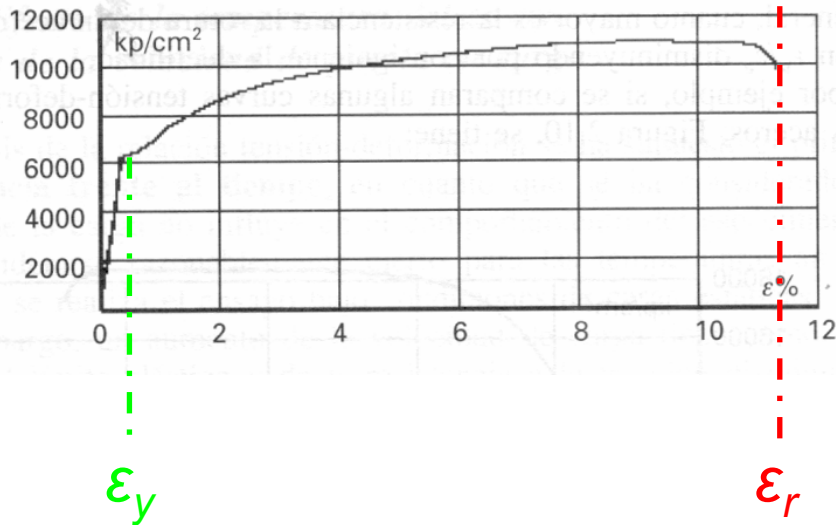
Acero de alambres estirados para pre-tensar



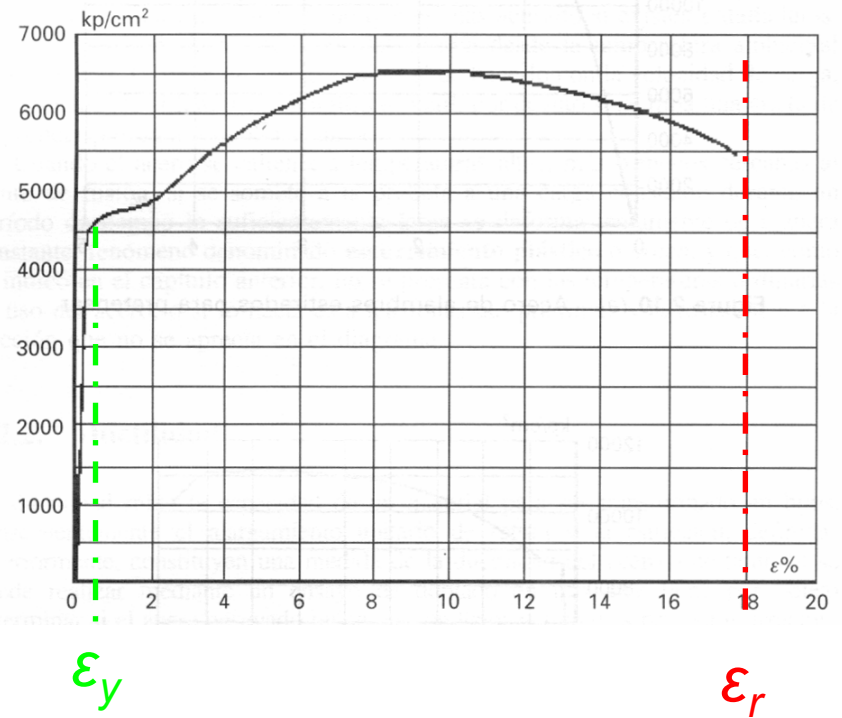
Acero sigma 80/105 estirado y envejecido



# Diagramas del Acero Estructural (2)



Acero sigma 60/90



Acero de barras corrugadas  
estiradas en frío en  
armaduras pasivas

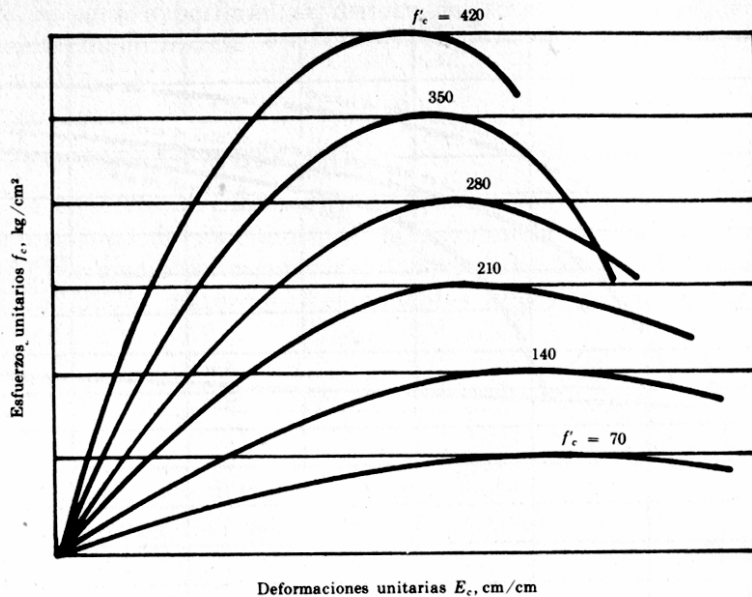
# Factor de Ductilidad

- Es el cociente entre la deformación unitaria cuando el acero alcanza su límite elástico ( $\epsilon_y$ ) y la deformación convencional de rotura ( $\epsilon_r$ ), la expresión tiene la forma:

$$F_D = \epsilon_y / \epsilon_r$$

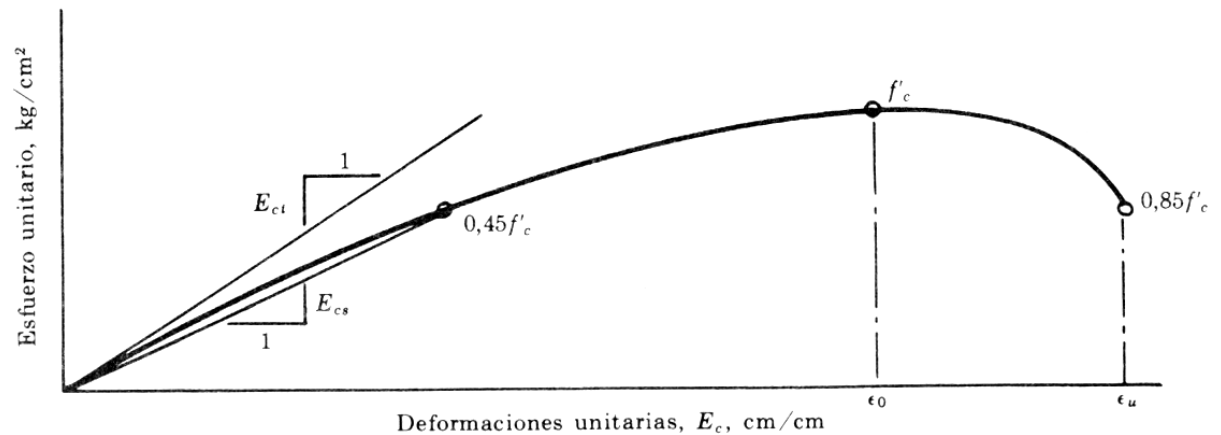
Clase de Acero	$\epsilon_y / \epsilon_r$
Acero de alambres estirados para pretensar	6
Acero tipo sigma 80/105 estirado y envejecido	21
Acero tipo sigma 60/90	38
Acero de barras corrugadas estiradas al frío en armaduras pasivas	65
Acero tipo A-52	105
Acero tipo A-37	219

# Diagramas del Concreto (1)

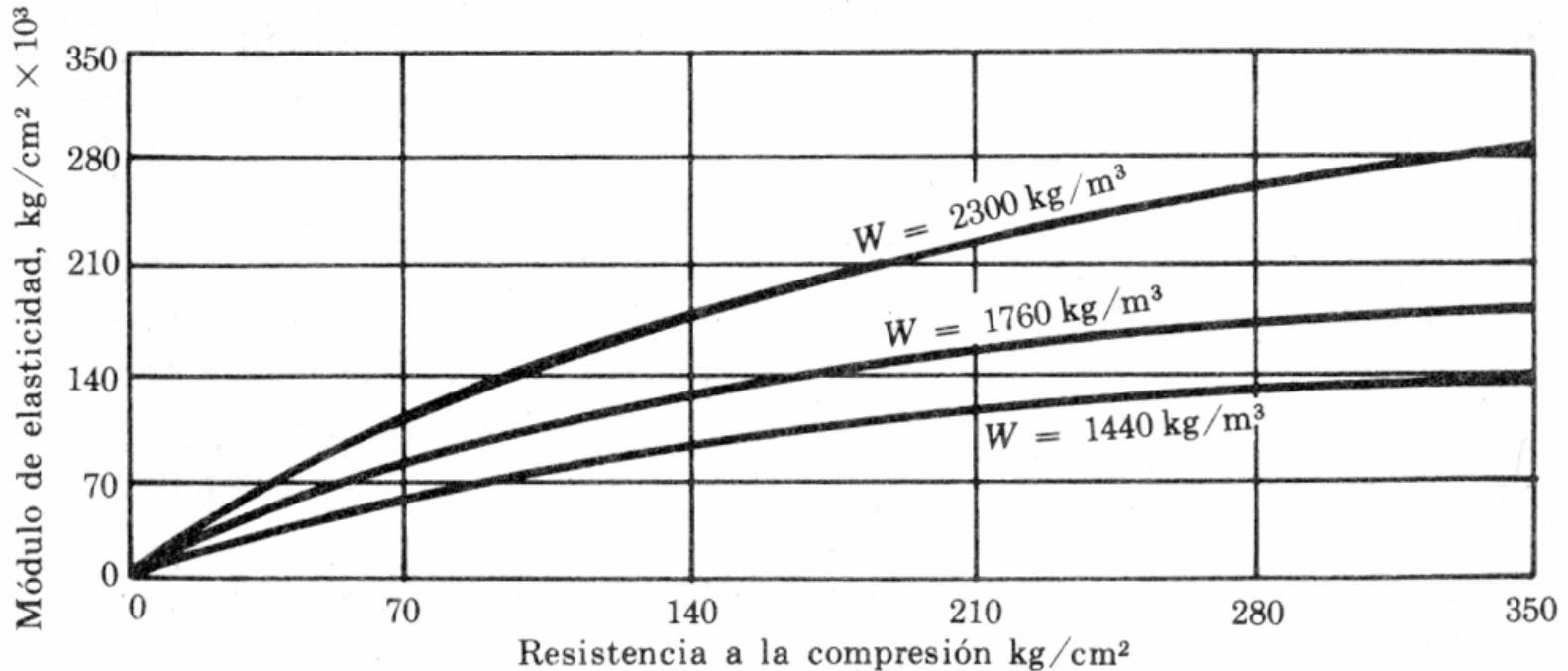


Diagramas Esfuerzo-Deformación para varios tipos de concreto

Modelo de diagrama para cargas axiales y de flexión

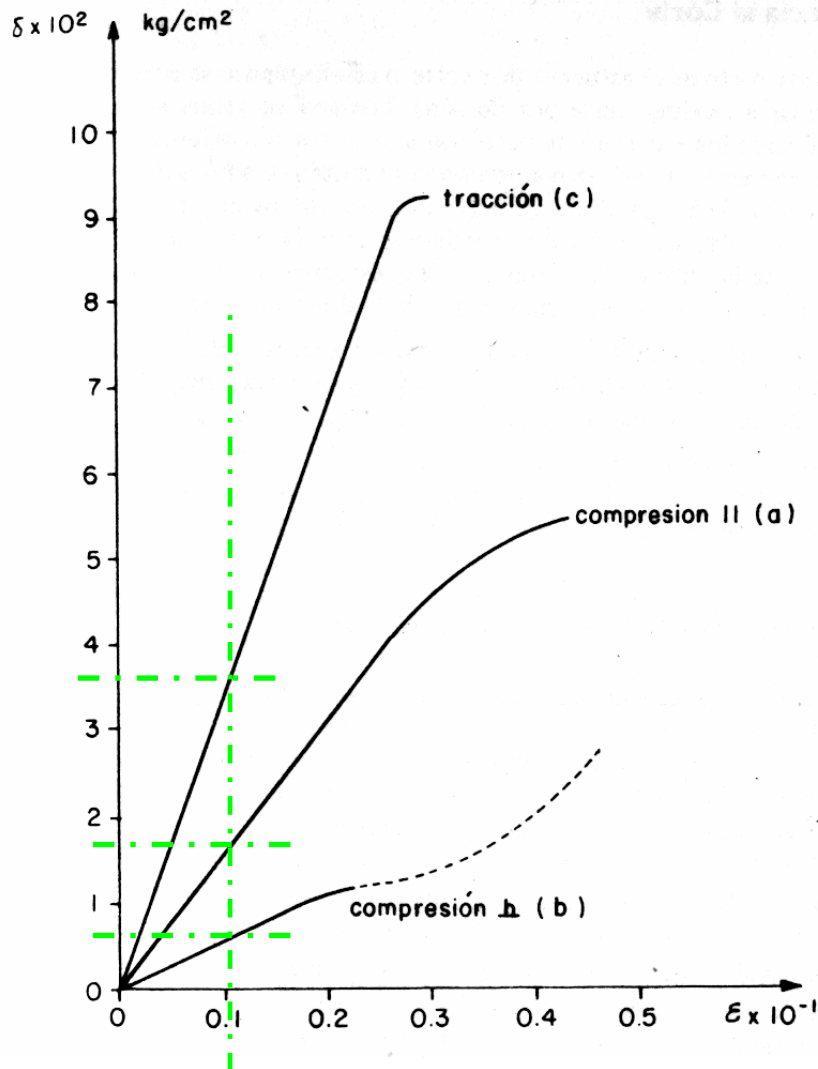


# Diagramas del Concreto (1)



Módulo de elasticidad del concreto para varias densidades y resistencias

# Diagramas de la Madera



Diagramas Esfuerzo-Deformación para maderas Latifoliadas

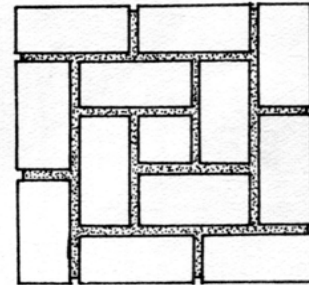
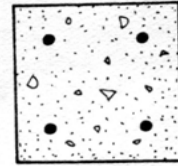
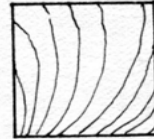
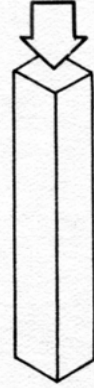
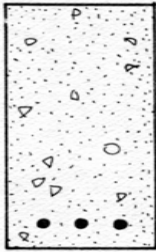
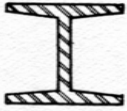
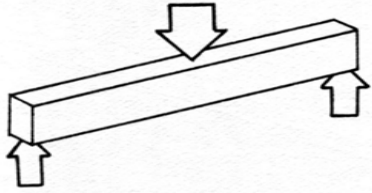
- (a) Compresión paralela a las fibras:
- (b) Compresión perpendicular a las fibras
- (c) Tracción paralela a las fibras

# Valores de trabajo para diferentes materiales

---

Material	Posibles clases	Resistencia de fluencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia última (kg/cm <sup>2</sup> )
Aceros Estructurales	Al menos cinco	Desde 2120 hasta 5275	Desde 3870 hasta 7000
Concreto	Al menos cuatro	Desde 150 hasta 420	Desde 128 hasta 357
Maderas Estructurales	Tres tipos	Desde 80 hasta 145 (comp. par.)	N/D

---



# Propiedades según norma

**ESTRUCTURAS DE ACERO PARA COVENIN  
EDIFICACIONES. MÉTODO DE  
LOS ESTADOS LÍMITES 1618:1998**

## **5.1 PROPIEDADES PARA EL DISEÑO**

En el diseño se utilizarán las propiedades del acero dadas en la Tabla 5.1. Los valores de la tensión de cedencia  $F_y$ , y resistencia a la tracción,  $F_u$ , a emplear en el diseño de acero serán los mínimos valores especificados en las correspondientes normas y especificaciones de los materiales y productos considerados. Los valores reportados en los certificados de ensayos efectuados por la acería solo tienen validez a efectos de la conformidad con norma y por lo tanto no deberán utilizarse como base para el diseño.

**TABLA 5.1 PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL**

Módulo de elasticidad	$E = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$
Módulo de corte	$G = E/2.6 \approx 808000 \text{ kgf/cm}^2$
Coefficiente de Poisson	$\nu = 0.3$
Peso unitario	$\rho = 7850 \text{ kgf/cm}^3$
Coefficiente de dilatación térmica lineal	$\alpha = 11.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$



# Propiedades de aceros de refuerzo

Tipo de acero	Designación ASTM	Tamaños disponibles	Grado	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Última Resistencia a Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
Billet (Lingotes)	A-15	2 a 11	Estructural Intermedio Duro	2320 2800 3500	3780 a 5250 4900 a 6300 5600 mín
Billet	A-408	14-S, 18-S	Estructural Intermedio Duro	2320 2800 3500	3780 a 5250 4900 a 6300 5600 mín
Billet	A-432	3 a 11 y 14-S, 18-S	ASTM A-432	4200	6300 mín
Billet de Alta Resistencia	A-431	3 a 11 y 14-S, 18-S	ASTM A-431	5275	7000 mín
Acero de rieles	A-16	2 a 11 3 a 11	Regular Especial	3500 4200	5600 6300

# Propiedades barras de refuerzo

Nomenclatura		Peso (kg/m)	Diámetro Nominal – Sección Circular				
Antigua (pulg.)	Nueva (números)		Diámetro (pulg.)	Diámetro (mm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Perímetro (cm)	
⊘ ¼	# 2	0.25	½"	6.35	0.32	2	Barras Estándar A-305
⊘ 3/8	# 3	0.56	3/8"	9.52	0.713	3	
⊘ ½	# 4	1.00	½"	12.70	1.27	4	
⊘ 5/8	# 5	1.55	5/8"	15.78	1.98	5	
⊘ ¾	# 6	2.24	¾"	19.05	2.85	6	
⊘ 7/8	# 7	3.04	7/8"	22.22	3.88	7	
⊘ 1	# 8	3.97	1"	25.40	5.07	8	
⊠ 1	# 9	5.06	1.128"	28.65	6.45	9	
⊠ 1 1/8	# 10	6.40	1.27"	32.26	8.19	10	
⊠ 1 ¼	# 11	7.91	1.41"	35.81	10.06	11.2	
⊠ 1 ½	⊘ 14S	11.38	1.693"	43.00	14.51	13.5	
⊠ 2	⊘ 18S	20.24	2.257"	57.33	25.80	18.0	

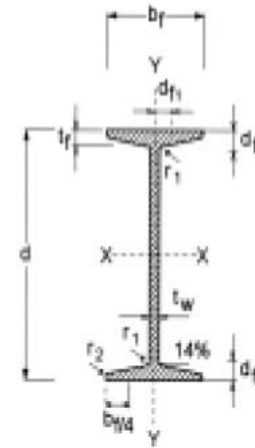
# Propiedades perfiles IPN (1)



PERFILES  
DE ALAS  
INCLINADAS

IPN

COVENIN1149



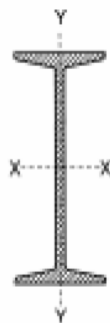
PROPIEDADES

Perfil	Peso	$\frac{b_f}{2t_f}$	$\frac{h}{t_w}$	A	$r_y$	$r_x$	$I_x$	$S_x$	$Z_x$	$C_1$	$C_2$
	$\frac{\text{kgf}}{\text{m}}$										
60	4.20	3.21	11.7	5.35	0.75	2.38	30.4	10.1	11.9	463790	$0.19710 \times 10^{-7}$
80	6.10	3.56	13.8	7.77	0.90	3.18	78.4	19.6	22.0	361520	$0.54037 \times 10^{-7}$
100	8.32	3.68	16.4	10.6	1.07	4.01	171	34.2	39.4	337320	$0.68712 \times 10^{-7}$
120	11.1	3.77	18.0	14.2	1.23	4.81	328	54.7	63.1	318270	$0.88316 \times 10^{-7}$
140	14.3	3.84	18.9	18.2	1.40	5.61	573	81.9	94.5	304030	$0.10651 \times 10^{-7}$

# Propiedades perfiles IPN (2)

RESISTENCIA  
DE DISEÑO A  
COMPRESIÓN  
NORMAL

IPN  
 $F_y = 2500 \text{ kgf/cm}^2$   
 $\phi_c = 0.85$



PERFIL	IPN 60	IPN 80	IPN 100	IPN 120	IPN 140
Peso	4.20	6.10	8.32	11.2	14.3
Sección	Plástica				
$s_x$	1.00				
$kL$ <sup>(1)</sup>	$\phi_c N_t$				
m	kgf				
0.00	11370	16510	22525	30175	38675
1.00	4630	8850	14490	21610	29890
1.25	2980	6220	11310	17910	25860
1.50	2070	4320	8330	14240	21660
1.75		3175	6120	10840	17570
2.00			4690	8300	13780
2.25				6560	10890
2.50					8820
2.75					7290
<b>PROPIEDADES <sup>(2)</sup></b>					
<b>A</b> $\text{cm}^2$	5.35	7.77	10.6	14.2	18.2
$r_x / r_y$	3.17	3.53	3.75	3.91	4.01
<b>kL</b> m	1.02	1.23	1.46	1.68	1.91
$\phi_c N_t$ kgf	4430	6440	8780	11770	15080
<b>0.40N<sub>y</sub></b> kgf	5350	7770	10600	14200	18200
<b>0.75N<sub>y</sub></b> kgf	10030	14570	19875	26625	34125

# Propiedades perfiles IPN (3)

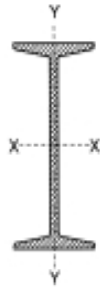
RESISTENCIA  
DE DISEÑO  
A FLEXIÓN

IPN

$$F_y = 2500 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\phi_b = 0.90$$

$$C_b = 1.0$$

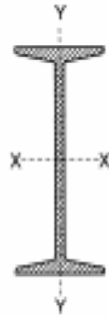


PERFIL	IPN 60	IPN 80	IPN 100	IPN 120	IPN 140
$L_p$ m	0.38	0.45	0.54	0.62	0.71
$\phi_b M_{px}$ m kgf	268	495	886	1420	2130
$L_r$ m	2.75	2.61	2.91	3.18	3.48
$\phi_b M_{rx}$ m kgf	164	318	554	886	1330
$L_b$ m	$\phi_b M_{tx}$ m kgf				
1.00	240	450	822	1340	2040
1.25	230	429	787	1290	1970
1.50	219	409	752	1240	1900
2.00	197	368	682	1130	1750
2.25	186	347	647	1080	1680
2.50	175	327	612	1030	1610
2.75	164	301	576	975	1540
3.00	150	275	537	923	1460
3.25	138	253	494	865	1390
3.50	128	235	457	800	1320
3.75	120	219	426	744	1220
4.00	112	205	398	696	1140
4.25	106	192	374	653	1070
4.50	100	182	353	616	1010
4.75	94	172	334	582	954
5.00	90	163	317	552	904
5.50	81	148	288	501	819
5.75	78	142	275	479	783
6.00	75	136	263	458	749
$L_{360}$ m	0.64	0.89	1.08	1.29	1.51

# Propiedades perfiles IPN (4)

RESISTENCIA  
DE DISEÑO A  
COMPRESIÓN  
NORMAL

IPN  
 $F_y = 3500 \text{ kgf/cm}^2$   
 $\phi_c = 0.85$



PERFIL	IPN 60	IPN 80	IPN 100	IPN 120	IPN 140
Peso	4.20	6.10	8.32	11.2	14.3
Sección	Plástica				
as	1.00				
kL <sup>(1)</sup>	$\phi_c N_t$				
m	kgf				
0.00	15920	23120	31535	42245	54145
1.00	4650	9660	17000	26480	37750
1.25	2980	6220	12000	20360	30820
1.50	2070	4320	8330	14750	24050
1.75		3175	6120	10840	18000
2.00			4690	8300	13780
2.25				6560	10890
2.50					8820
2.75					7290
<b>PROPIEDADES <sup>(2)</sup></b>					
A cm <sup>2</sup>	5.35	7.77	10.6	14.2	18.2
$r_x/r_y$	3.17	3.53	3.75	3.91	4.00
kL m	0.866	1.04	1.23	1.42	1.62
$\phi_c N_t$ kgf	6210	9000	12300	16470	21110
0.40N <sub>y</sub> kgf	7490	10880	14840	19880	25480
0.75N <sub>y</sub> kgf	14040	20400	27825	37275	47775

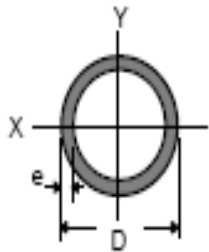
# Propiedades perfiles cerrados (1)

## Tubo Estructural CONDUVEN ECO

### Sección Circular

Con un esfuerzo de fluencia  $F_y=3.515 \text{ Kg/cm}^2$  y una tensión a la flexión  $F_b=0.72 \times F_y$ , la sección circular presenta valores de Inercia, radio de giro y torsión que le permiten soportar grandes cargas axiales, por lo que se recomienda su uso como columna

### DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTATICAS



DIMENSIONES			Sección A	Peso kg/m	Propiedades Estáticas		
Diámetro pulg.	mm				I cm <sup>4</sup>	S cm <sup>3</sup>	r cm
	D	e	cm <sup>2</sup>				
3"	76,2	2,25	5,2	4,10	35,8	9,4	2,6
3 1/2"	88,9	2,25	6,1	4,81	57,5	12,9	3,1
4 1/2"	114,3	2,50	8,8	6,89	137,3	24,0	4,0
5"	127,0	3,00	11,7	9,17	224,8	35,4	4,4
5 1/2"	139,7	3,40	14,6	11,43	338,3	48,4	4,8
6"	152,4	4,00	18,6	14,64	513,7	67,4	5,2
6 5/8"	168,3	4,30	22,2	17,39	745,0	88,5	5,8
7 5/8"	193,7	4,50	26,7	20,99	1197,0	123,6	6,7
8 5/8"	219,1	5,50	36,9	28,97	2105,5	192,2	7,6
9 5/8"	244,5	5,50	41,3	32,41	2949,2	241,3	8,5
9 5/8"	244,5	7,00	52,2	41,00	3684,8	301,4	8,4
10 3/4"	273,1	7,00	58,5	45,93	5180,2	379,4	9,4
10 3/4"	273,1	9,00	74,7	58,61	6514,3	477,1	9,3
12 3/4"	323,9	9,00	89,0	69,88	11040,0	681,8	11,1
12 3/4"	323,9	11,00	108,1	84,87	13243,3	817,9	11,1

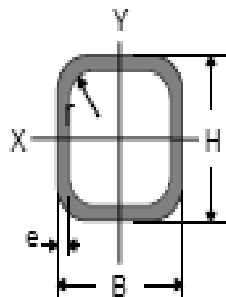
# Propiedades perfiles cerrados (2)

## tubo Estructural CONDUVEN ECO

### Sección Cuadrada

Al igual que la sección circular la compresión axial es muy eficiente, teniendo un  $F_y=3.515$  Kgf/cm<sup>2</sup> y un  $F_b=0,69 \times F_y$ . Es recomendado su uso común como columna, para cargas axiales grandes, momentos moderados y (KL) grandes.

### DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTATICAS



DIMENSIONES		Sección A	Peso kg/m	Propiedades Estáticas			
H x B mm	mm			I cm <sup>4</sup>	S cm <sup>3</sup>	r cm	
	e	r	cm <sup>2</sup>				
60X60	2,25	3,38	5,02	3,94	27,40	9,13	2,34
70X70	2,25	3,38	5,92	4,65	44,60	12,74	2,74
90X90	2,50	3,75	8,54	6,70	107,48	23,88	3,55
100X100	3,00	4,50	11,33	8,89	175,10	35,02	3,93
110X110	3,40	5,10	14,10	11,07	263,04	47,82	4,32
120X120	4,00	6,00	18,01	14,14	397,30	66,22	4,70
135X135	4,30	6,45	21,85	17,15	612,27	90,71	5,29
155X155	4,50	6,75	28,39	20,72	982,43	126,77	6,10
175X175	5,50	8,25	36,25	28,46	1.709,23	195,34	6,87
200X200	5,50	8,25	41,75	32,77	2.597,67	259,77	7,89
200X200	7,00	10,50	52,38	41,10	3.194,10	319,41	7,81
220X220	7,00	10,50	57,98	45,50	4.314,30	392,21	8,83
220X220	9,00	13,50	73,18	57,45	5.317,27	483,39	8,52
260X260	9,00	13,50	87,58	68,75	9.038,52	695,27	10,16



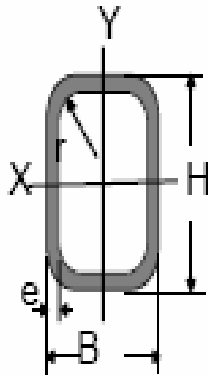
# Propiedades perfiles cerrados (3)

## Tubo Estructural CONDUVEN ECO

### Sección Rectangular

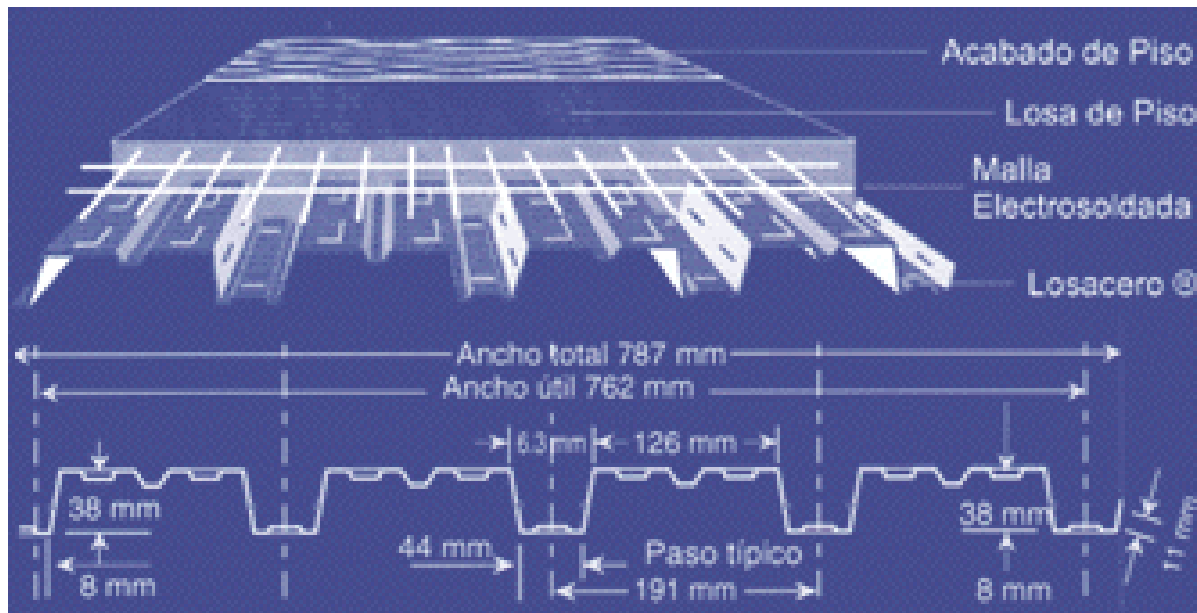
Los tubos de sección rectangular son muy resistentes a la flexión, permitiendo un mejor uso del material, con un esfuerzo de fluencia de  $F_y=3.515 \text{ Kgf/cm}^2$  y un  $F_b=0,72 \times F_y$ . Igualmente, son muy eficientes a la compresión axial y son recomendados como vigas, para momentos grandes, cargas axiales moderadas y valores (KL) pequeños.

### DIMENSIONES Y PROPIEDADES ESTATICAS



DIMENSIONES			Sección A	Peso	Propiedades Estáticas					
H x B mm	mm				cm <sup>2</sup>	kg/m	Ix cm <sup>4</sup>	Sx cm <sup>3</sup>	rx cm	Iy cm <sup>4</sup>
	e	r								
80x40	2,25	3,38	5,02	3,94	40,61	10,15	2,84	13,84	6,92	1,66
100x40	2,25	3,38	5,92	4,65	71,37	14,27	3,47	17,05	8,53	1,70
120x60	2,50	3,75	8,54	6,70	159,29	26,55	4,32	54,67	18,22	2,53
140x60	3,00	4,50	11,33	8,89	274,27	39,18	4,92	73,46	24,49	2,55
160x65	3,40	5,10	14,44	11,34	449,65	56,21	5,58	110,41	33,97	2,77
180x65	4,00	6,00	18,41	14,45	697,99	77,55	6,16	140,88	43,35	2,77
200x70	4,30	6,45	21,85	17,15	1.016,19	101,52	6,82	194,94	55,70	2,99
220x90	4,50	6,75	26,39	20,72	1.561,83	141,96	7,69	388,34	86,30	3,84
260x90	5,50	8,25	36,25	28,46	2.844,82	218,83	8,86	536,10	119,13	3,85
300x100	5,50	8,25	41,75	32,77	4.366,42	291,09	10,23	777,00	156,40	4,31
300x100	7,00	10,50	52,36	41,10	5.360,46	357,36	10,12	943,61	186,72	4,25
320x120	7,00	10,50	57,96	45,50	7.032,23	439,51	11,02	1.512,24	252,04	5,11
320x120	9,00	13,50	73,18	57,45	8.654,16	540,89	10,87	1.841,31	306,68	5,02
350x170	9,00	13,50	87,58	68,75	13.546,10	774,06	12,44	4.418,30	519,80	7,10

# Propiedades Losacero (1)



## Calibre 18 (1.20 mm.)

	ESPESOR DE LA LOSA CM.	H-8		H-10		H-12	
		SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS	SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS	SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	1.50 m.	1130	1250	1530	2330	2030	2330
	1.75 m.	700	1020	630	1630	610	1850
	2.00 m.	440	840	530	1400	504	1620
	2.25 m.	270	670	260	920	--	--
	2.50 m.	160	470	--	--	--	--

# Propiedades Losacero (2)

Calibre 20 (0.90 mm.)							
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	ESPESOR DE LA LOSA CM.	H-8		H-10		H-12	
	CONDICIONES DE APOYO	SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS	SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS	SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS
	1.50 m.	970	1250	1200	2330	1400	2330
	1.75 m.	570	1020	630	1630	610	1850
	2.00 m.	320	830	270	1000	--	--
2.25 m.	180	510	--	--	--	--	

Calibre 22 (0.70 mm.)							
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS	ESPESOR DE LA LOSA CM.	H-8		H-10		H-12	
	CONDICIONES DE APOYO	SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS	SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS	SIMPLE APOYADA	DOS TRAMOS
	1.50 m.	800	1250	960	2270	1050	2330
	1.75 m.	400	1020	450	1240	340	1570
2.00 m.	240	680	--	--	--	--	

# Propiedades Losacero (3)

Sobrecargas Admisibles Kg/m <sup>2</sup>								
CONDICION DE APOYOS	CALIBRE USG	ESPESOR (mm)	SEPARACION DE APOYOS EN METROS					
			1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
UN TRAMO 	22	0.70	925	413	230	151		
	20	0.90	1109	492	276	177		
	18	1.20	1476	858	367	238		
DOS TRAMOS 	22	0.70	925	413	230	151		
	20	0.90	1109	492	276	177		
	18	1.20	1476	656	367	236		
TRES TRAMOS 	22	0.70	1155	512	282	184	151	92
	20	0.90	1305	510	341	217	203	112
	18	1.20	1844	820	450	295	256	151

# Maderas Estructurales

Grupo	Flexión ( $f_m$ )	Tracción Paralela ( $f_t$ )	Compresión Paralela ( $f_c$ )	Compresión Perpendicular ( $f_{c.per}$ )	Corte Paralelo ( $f_v$ )
A	210	145	145	40	15
B	150	105	110	28	12
C	100	75	80	15	8

Esfuerzos Admisibles (kg/cm<sup>2</sup>)

Grupo	$E_{0.05}$	$E_{Prom}$
A	95000	130000
B	75000	100000
C	55000	90000

Módulo de Elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)