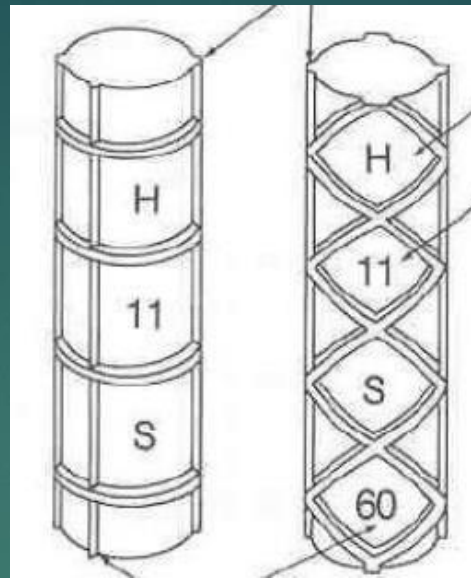


ACERO



ACERO = HIERRO + CARBONO

Mientras mayor contenido de carbono tiene el acero es mas resistente, pero a la vez es mas frágil.



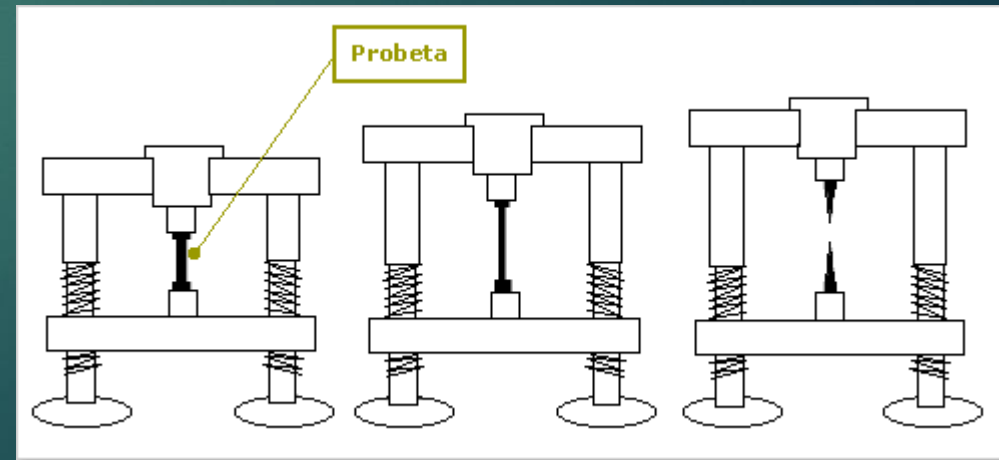
PROPIEDADES PRINCIPALES DEL ACERO

-CURVA ESFUERZO DEFORMACION-

Las propiedades de resistencia del acero están influidas por la composición química del acero y por la cantidad de trabajo hecho para dar forma al producto terminado.



Muchas de dichas propiedades se determinan por medio de la prueba a tensión, de la cual se obtiene la curva esfuerzo-deformación mostrada en la figura

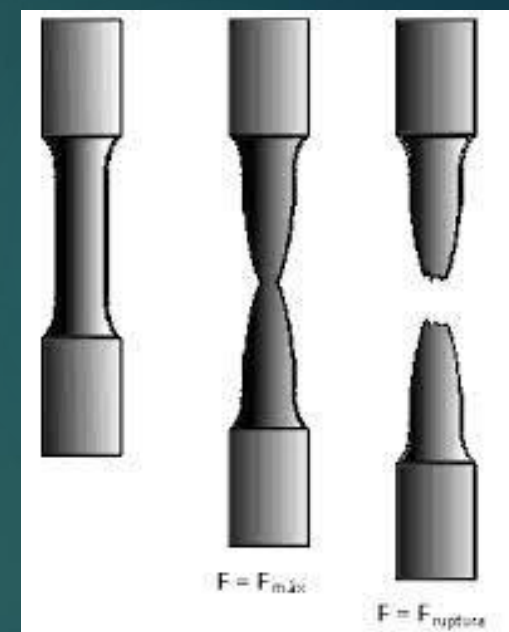




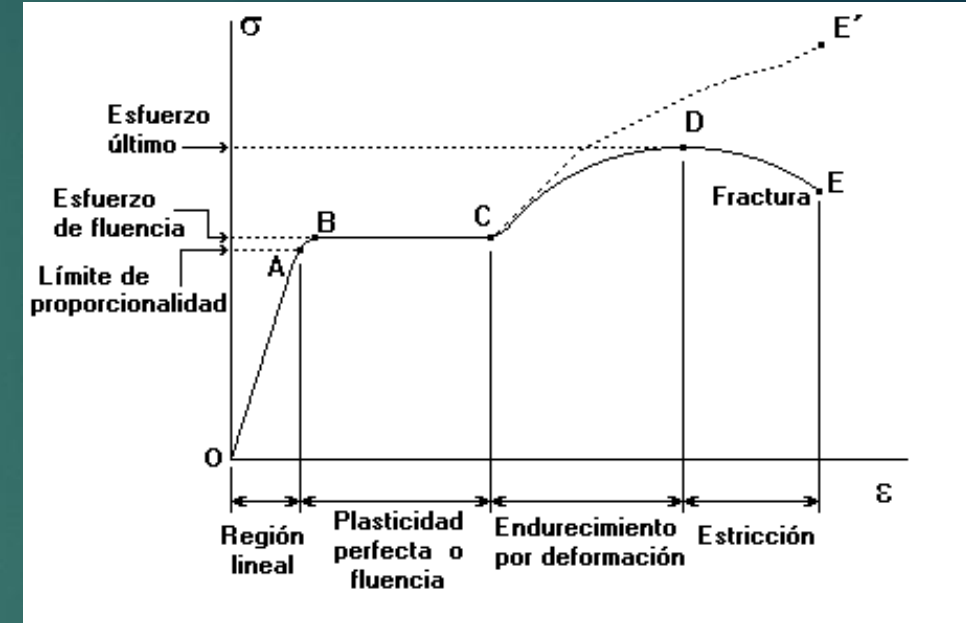
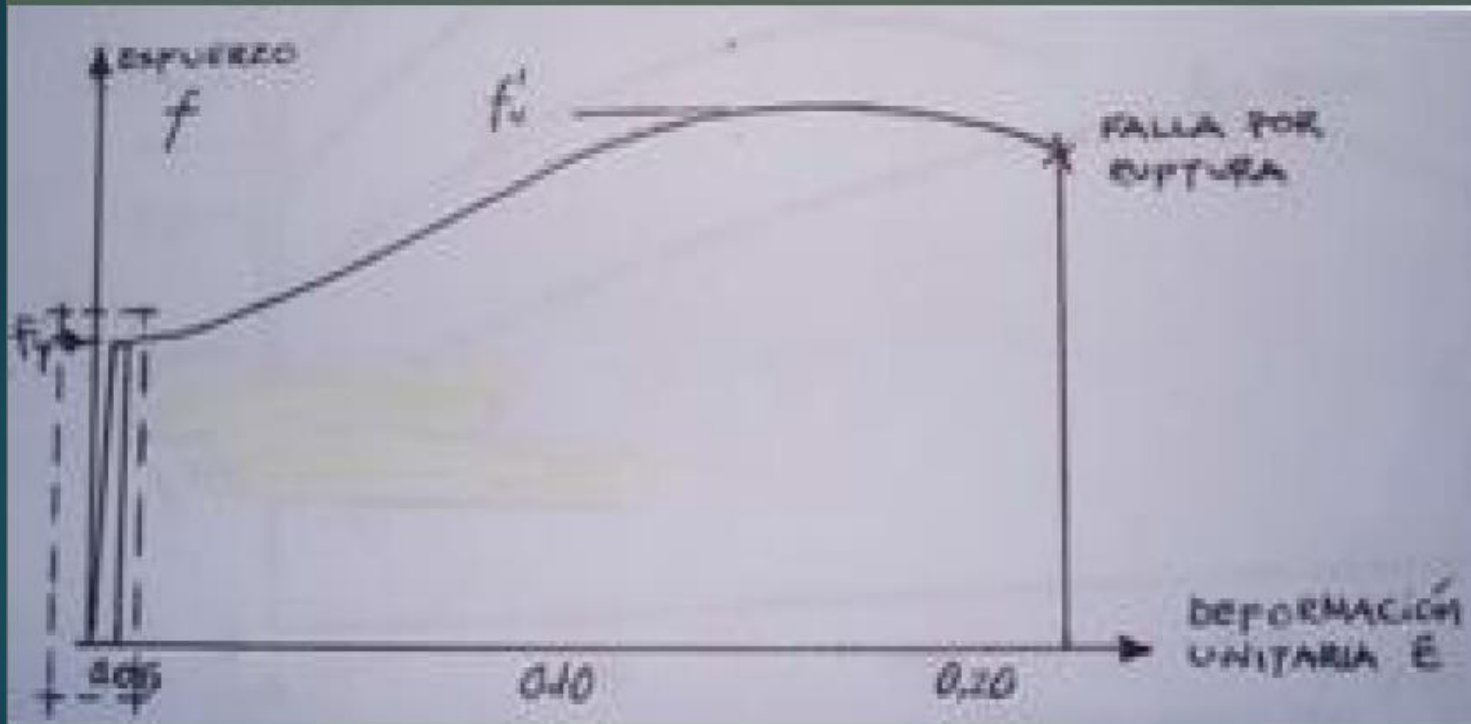






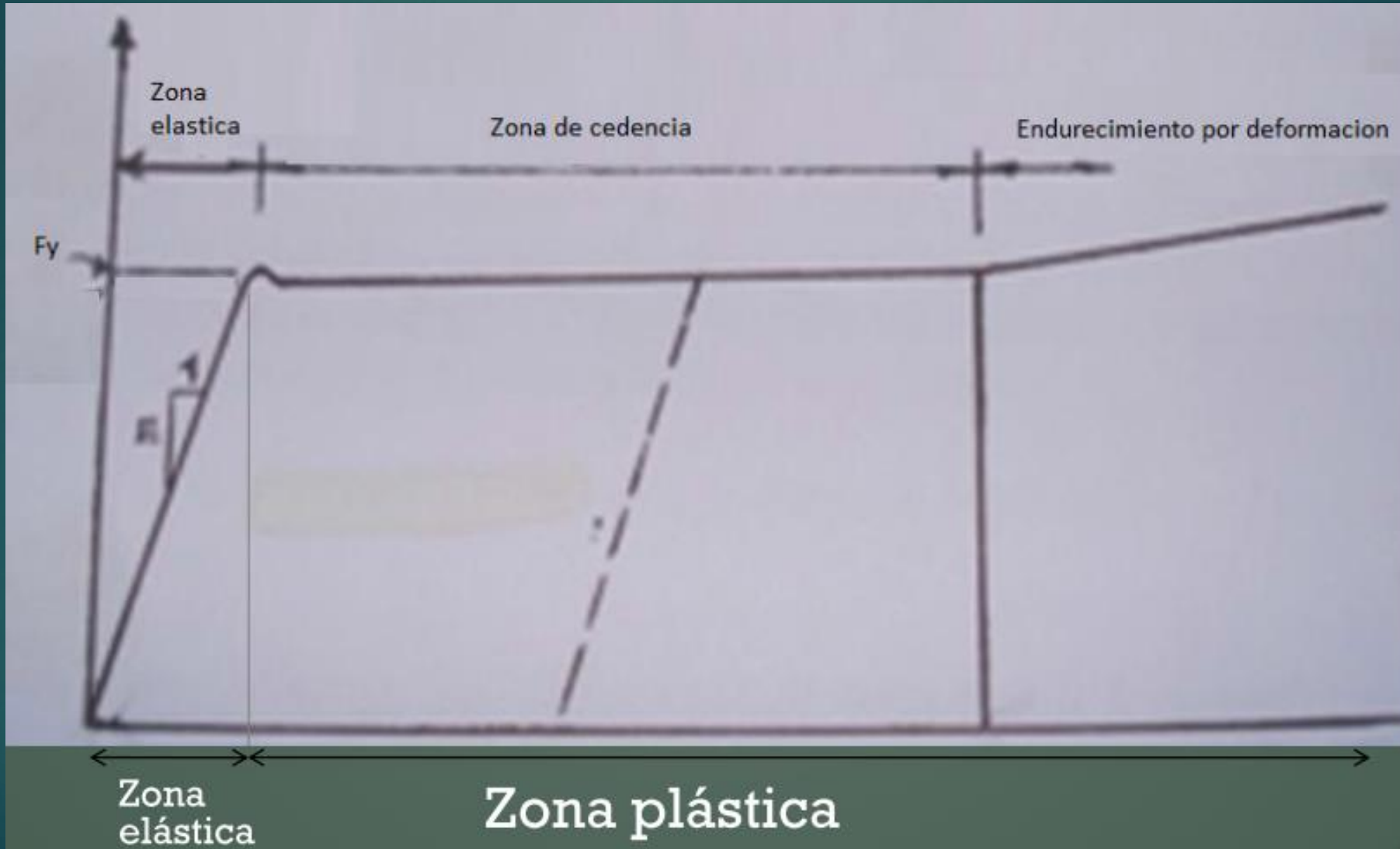


CURVA ESFUERZO DEFORMACION



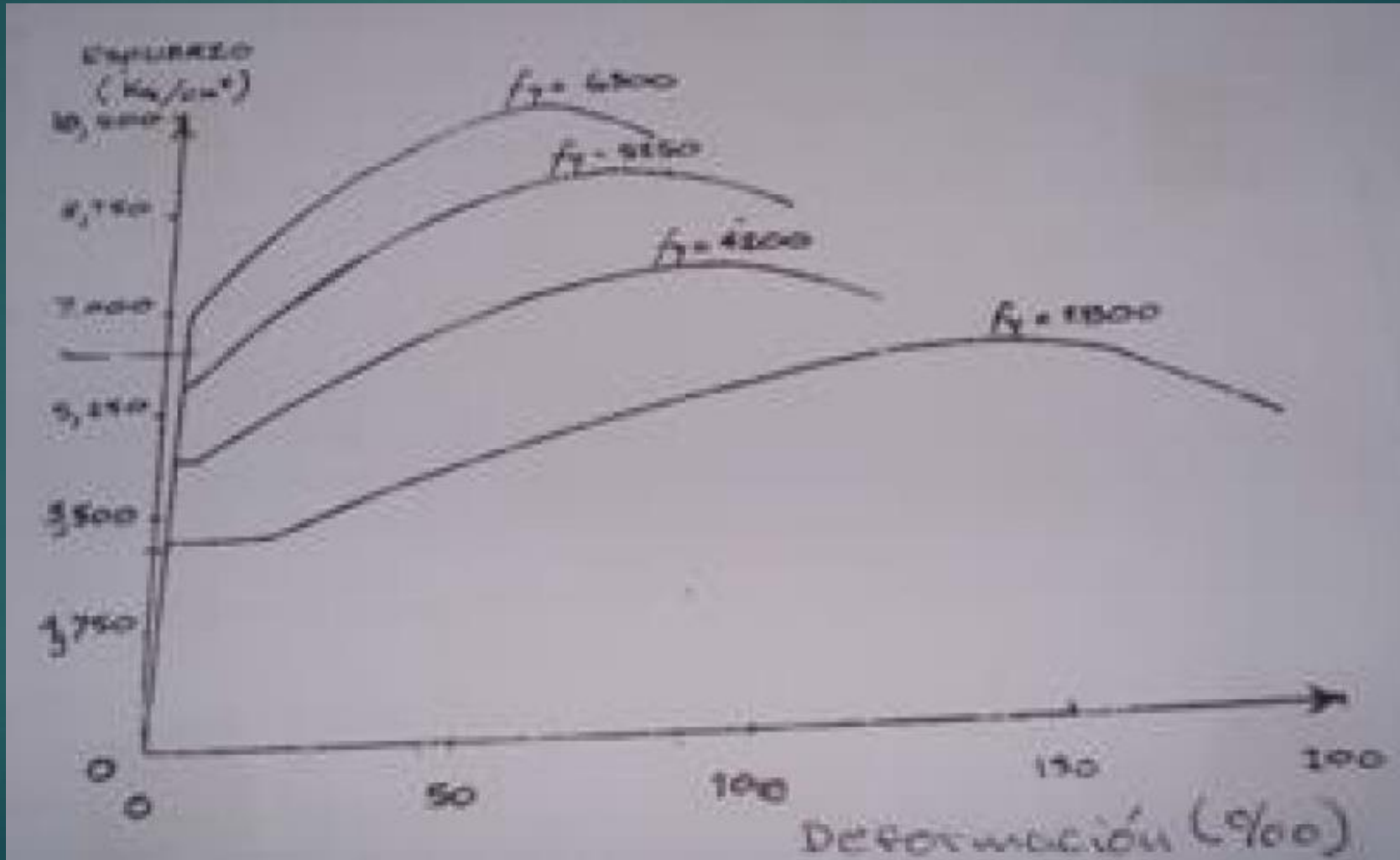
F_y = esfuerzo en el limite de fluencia del acero (usado para diseño)
 F'_u = limite de cedencia

Porción de la CURVA ESFUERZO DEFORMACION



CURVAS CARGA-DEFORMACION TÍPICAS DE ACEROS CORRUGADOS CON LÍMITES DE FLUENCIA

F_y mínimos comprendidos entre 2800 y 6300 kg/cm²



ACERO

- El módulo de elasticidad “E” es casi independiente del tipo de acero y se puede considerar igual a 2,160,000 kg/cm².

20.2.2.2 Modulus of elasticity, E_s , for nonprestressed bars and wires shall be permitted to be taken as 29,000,000 psi.

$$E_s = 29,000 \text{ Kpsi}$$

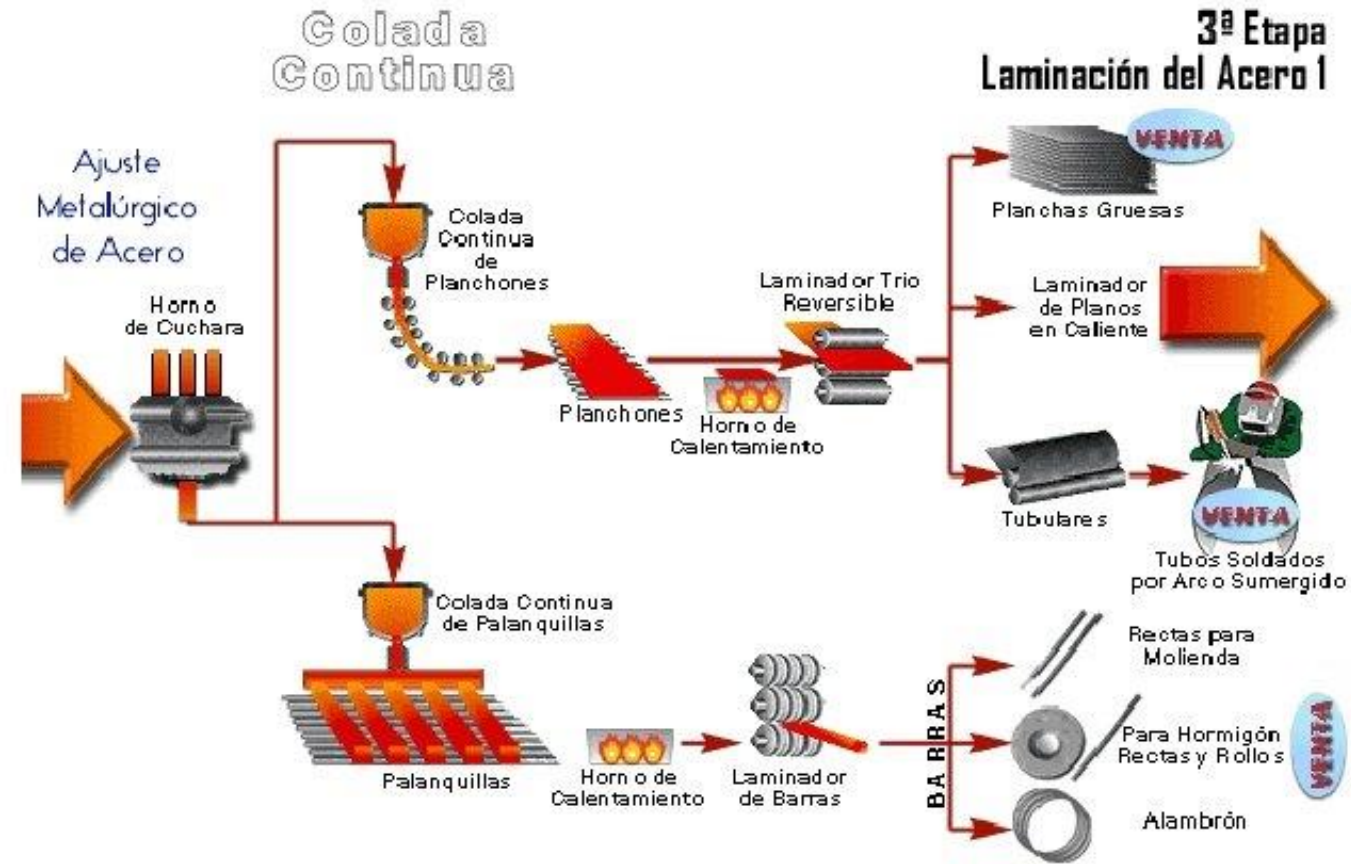
- Las propiedades del acero están en función a la temperatura, por ejemplo el módulo de elasticidad (E) y la resistencia última a la tensión se degradan a mayor temperatura.
- Las temperaturas muy bajas pueden contribuir a la “fractura frágil”, donde los aceros normales dúctiles fallan de un modo abrupto, frágil.



ACERO

2. Proceso de Fabricación

AFINO DEL ACERO Y LAMINACION



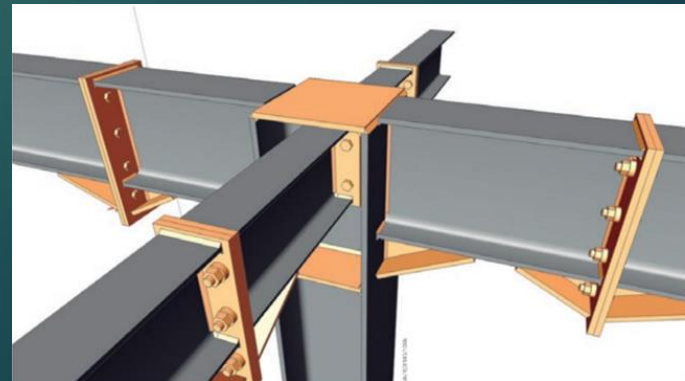
Fuente: Infoacero.cl

ACERO



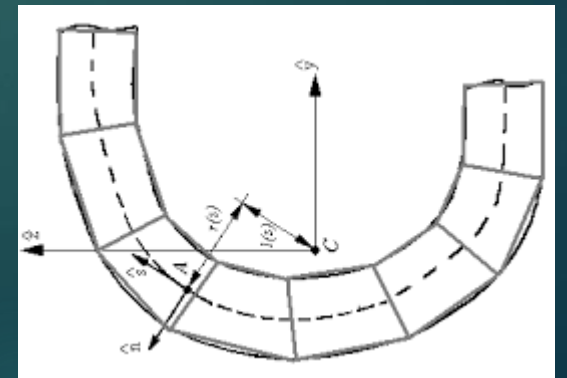
VENTAJAS

- ❖ Tiene propiedades esencialmente idénticas a tensión y a compresión.
- ❖ Proporciona más resistencia por unidad monetaria que cualquier otro metal.
- ❖ Tiene elevada rigidez (resistencia a la deformación) alta ductilidad y larga vida si se le protege adecuadamente contra la corrosión y las temperaturas elevadas.
- ❖ Se consigue en un rango extenso de resistencias perfiles y tamaños.
- ❖ Los miembros de acero pueden unirse entre si, mediante una diversidad de dispositivos de conexión relativamente simples, incluyendo soldaduras, remaches tornillos y pasadores.



DESVENTAJAS

- ❖ Susceptibilidad a la corrosión.
- ❖ Su resistencia y rigidez se reducen considerablemente cuando se le expone a las altas temperaturas de un incendio, la fatiga puede reducir o controlar la resistencia a largo plazo.
- ❖ Bajo determinadas circunstancias puede fallar por fractura frágil.
- ❖ No tiene la flexibilidad de forma que se encuentra en un material vaciado insitu como el concreto.



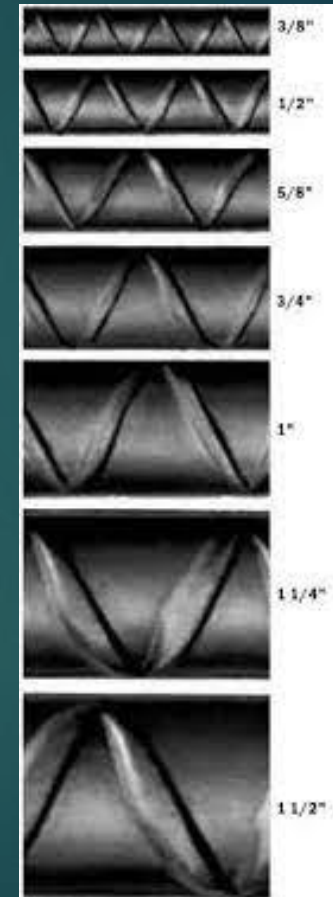
TAMAÑOS, GRADOS Y TIPOS

- ❖ Las varillas de refuerzo de acero tienen sección transversal redonda. Para restringir el movimiento longitudinal de las varillas, respecto al concreto que las rodea, se rolan corrugaciones en la superficie de la varilla, normado por especificaciones ASTM A-615 y COGUANOR NGO 36011.
- ❖ Las varillas corrugadas de acero se producen en tamaños que van de los números 2 al 18 en que el numero de la varilla significa el número de octavos de pulgada incluidos en el diámetro nominal de la varilla. La siguiente tabla indica las varillas corrugadas producidas siguiendo las especificaciones indicadas anteriormente:



TAMAÑOS DE VARILLAS DE ACERO

Designación		Diametro cm	Area cm ²	Observación
2/8"	#2*	0.635 cm	0.32 cm ²	Lisa
3/8"	#3	0.95 cm	0.71 cm ²	Corrugadas
1/2"	#4	1.27 cm	1.27 cm ²	Corrugadas
5/8"	#5	1.60 cm	1.98 cm ²	Corrugadas
3/4"	#6	1.90 cm	2.85 cm ²	Corrugadas
7/8"	#7	2.22 cm	3.88 cm ²	Corrugadas
1"	#8	2.54 cm	5.09 cm ²	Corrugadas
1 1/8"	#9	2.86 cm	6.41 cm ²	Corrugadas
1 1/4"	#10	3.175 cm	7.92 cm ²	Corrugadas
1 3/8"	#11	3.50 cm	9.62 cm ²	Corrugadas
1 3/4"	#14	4.45 cm	15.52 cm ²	Corrugadas



Número Designación	Diámetro Nominal (pulg)	Diámetro Nominal (pulg)		Diámetro Pin* Ensayo Doblado (pulg.)		Varillas por Quintal		
		Mínimo	Máximo	Grado 40	Grado 60	6 mts	9 mts	12 mts
3	3/8	9.24	9.50	1.31	1.31	13.29	8.86	6.65
4	1/2	12.31	12.70	1.75	1.75	7.48	4.99	3.74
5	5/8	15.39	15.90	2.19	2.19	4.79	3.20	2.40
6	3/4	18.47	19.10	3.75	3.75	3.32	2.22	1.66
7	7/8	21.55	22.20	4.38	4.38	2.45	1.63	1.22
8	1	24.63	25.40	5.00	5.00	1.87	1.25	0.94
9	1 1/8	27.78	28.70	-----	7.90	1.47	0.98	0.74
10	1 1/4	31.28	32.30	-----	8.89	1.16	0.77	0.58
11	1 3/8	34.72	35.80	-----	12.69	0.94	0.63	0.47

NORMAS DE ACERO DE REFUERZO

ASTM A615 → Acero al carbono
(S) → **grado 40 y 60.**

ASTM A706 → Acero de baja aleación
(W) → **grados 60, 80 y 100**



ACERO DE REFUERZO

20.2.1.3 Deformed bars shall conform to (a), (b), (c), (d), or (e), except bar sizes larger than No. 18 shall not be permitted:

(a) **ASTM A615** – carbon steel, including requirements specified in Table 20.2.1.3(a)

(b) **ASTM A706** – low-alloy steel, including requirements specified in (i), (ii), and (iii):

(i) Tensile property requirements for ASTM A706 Grade 100 reinforcement shall be as specified in Table 20.2.1.3(b), and bend test requirements for ASTM A706 Grade 100 reinforcement shall be the same as the bend test requirements for ASTM A706 Grade 80 reinforcement.

(c) **ASTM A996** – axle steel and rail steel; bars from rail steel shall be Type R

(d) **ASTM A955** – stainless steel

(e) **ASTM A1035** – low-carbon chromium steel

Norma NTG 36011 (ASTM A615). Barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto. Especificaciones

Norma NTG 36016:2017. Barras de acero, de baja aleación, lisas y corrugadas para refuerzo de concreto. Especificaciones (ASTM A706)



→ S $G40 \rightarrow f_y = 40,000 \text{ Psi}$
* $G60 \rightarrow f_y = 60,000 \text{ Psi}$
→ W $G60 \rightarrow f_y = 60,000 \text{ Psi}$

Largo de la barra 20', 30' ó 40'
6m, 9m ó 12m*

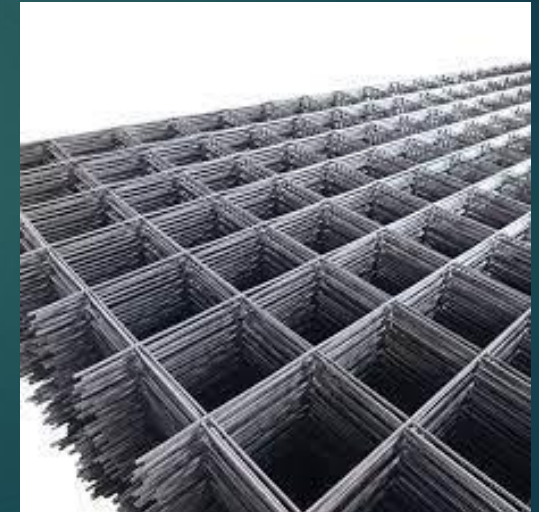
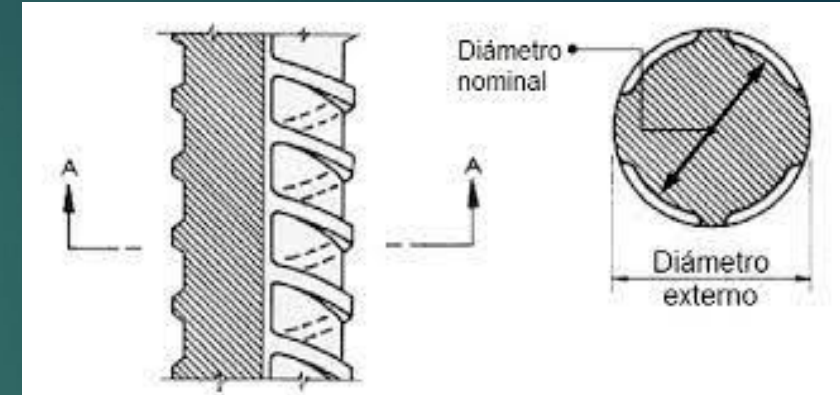


Fibra de carbono

TIPOS DE ACERO DE REFUERZO

- ❑ ORIGINAL: la medida de su diámetro no incluye la corruga (Diámetro nominal) por lo mismo es mas resistente y mas caro.
- ❑ COMERCIAL: la medida de su diámetro incluye la corruga (Diámetro externo) y por lo mismo es mas frágil (menos resistente), pero mas económico.
- ❑ MILIMETRICO: los diámetros vienen en medidas de milímetros y se usan en construcciones de prefabricados (por ejemplo en losas de vigueta y bovedilla).

En el diseño de concreto reforzado se trabaja con acero original.



ACERO MILIMETRICO



ACERO MILIMETRICO Y ORIGINAL



ACERO ORIGINAL



Metodología diseño por esfuerzo de trabajo (Cargas de servicio)

Cargas de trabajo de servicio: **Son cargas netas**, no mayoradas (factorizadas)

LOAD COMBINATIONS FOR ALLOWABLE
STRESS DESIGN

ASD

Tabla 8.2.4-1 — Notación

Tipo de carga	Símbolo en la combinación	Referencia
Cargas muertas	M	Capítulo 2
Cargas vivas	V	Capítulo 3
Cargas vivas de techo	V_t	Capítulo 3
Carga sísmica horizontal	S_{hd}	Capítulo 4
Carga sísmica vertical	S_{vd}	Sección 4.5.9
Cargas de viento	W	Capítulo 5
Cargas de tefra volcánica	A_R	Sección 6.1
Presión de fluidos	F	Sección 6.2
Presiones de material a granel	G	Sección 6.3
Empujes de suelos	G	Sección 6.4
Sub-presiones hidrostáticas	G	Sección 6.5
Cargas de lluvia	P_L	Sección 6.6
Efectos de cambios de temperatura	T	Sección 6.7
Carga de impacto	I_p	Sección 7.2
Carga de explosión	X	Sección 7.3

$$M + V \quad (CS1)$$

$$M + \max(V_t, P_L, A_R) \quad (CS2)$$

$$M + 0.75 V + 0.75 \max(V_t, P_L, A_R) \quad (CS3)$$

$$M + 0.70 (S_{vd} \pm S_{hd}) \quad (CS4-a)$$

$$M + 0.75 V + 0.75 * 0.70 (S_{vd} \pm S_{hd}) \quad (CS4-b)$$

$$0.80 M \pm 0.70 (S_{vd} \pm S_{hd}) \quad (CS5)$$

$$M \pm W \quad (CS6)$$

$$M + 0.75 V + 0.75 P_L \pm 0.75 W \quad (CS7)$$

$$0.80 M \pm W \quad (CS8)$$

Metodología diseño por resistencia (Cargas ultimas)

Load and Resistance Factor Design

LRFD

Carga ultima o carga mayoradas: Es factorizar o la mayoración las cargas netas

Esfuerzo último: Los esfuerzos últimos se multiplican por un factor de reducción de resistencia

ϕ

$1.4 M$ (CR1)

$1.2 M + 1.6 V + 0.5 (V_t \text{ o bien } P_L \text{ o bien } A_R)$ (CR2)

$1.2 M + V + 1.6 (V_t \text{ o bien } P_L \text{ o bien } A_R)$ (CR3)

$1.2 M + V + S_{vd} \pm S_{hd}$ (CR4)

$0.9 M - S_{vd} \pm S_{hd}$ (CR5)

$1.2 M + V \pm 1.3 W + 0.5 (P_L \text{ o bien } V_t)$ (CR6)

$0.9 M \pm 1.3 W$ (CR7)

