

LECCIÓN 2

ARMADURAS PASIVAS

(Art. 32, 33 y 38 EHE-08)

1. TIPOS DE ARMADURAS
2. TIPOS DE ACEROS
3. CARACTERÍSTICAS
4. DIAGRAMA TENSION-DEFORMACIÓN
5. SUMINISTRO
6. ALMACENAMIENTO

1. TIPOS DE ARMADURAS

• Barras y rollos de acero corrugado

$\frac{6 - 8 - 10}{\text{Serie fina}} - \frac{12 - 14 - 16 - 20}{\text{Serie media}} - \frac{25 - 32 - 40}{\text{Serie gruesa}} \text{ mm}$

• Mallas electrosoldadas (alambres corrugados)

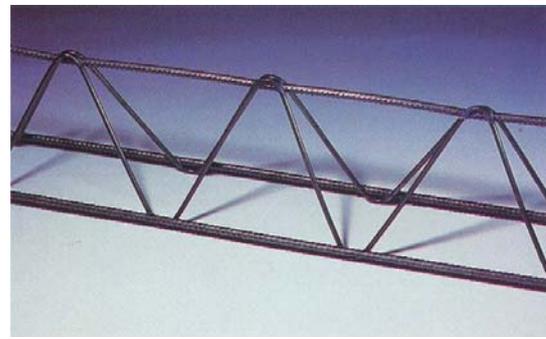
4 - 4,5 - 5 - 5,5 - 6 - 6,5 - 7 - 7,5 - 8 - 8,5

9 - 9,5 - 10 - 11 - 12 - 14 - 16 mm



• Armaduras básicas electrosoldadas en celosía

(alambres lisos -sólo elementos de conexión- o corrugados)



Fuente: Calidad Siderúrgica, 2000

2. TIPOS DE ACEROS

• B 500 T

- Tres sectores de corrugas, con una serie de corrugas en cada sector

- Límite elástico 500 MPa

- Sólo para alambres



• B 400 S

- Dos sectores de corrugas, con una serie de corrugas en cada sector, con = ángulo y ≠ separación de corrugas

- Límite elástico 400 MPa



Fuente: Calidad Siderúrgica, 2000

• **B 500 S**

- Dos sectores de corrugas:
 - 1º) Corrugas paralelas equidistantes
 - 2º) Dos series = separación pero ≠ inclinación
- Límite elástico 500 MPa



• **B 400 SD**

- Dos sectores iguales a uno del B 400 S
- Límite elástico 400 MPa



• **B 500 SD (el más empleado)**

- 2 sectores iguales al 2º del B 500 S
- Límite elástico 500 MPa



Fuente: Calidad Siderúrgica, 2000

DESIGNACIONES:

- **Armadura normalizada:** malla electrosol. o arm. básica electrosol. en celosía
 Malla electros. → ME400T ME500T ME400S ME400SD ME500S ME500SD
 Armadura básica → AB400T AB500T AB400S AB400SD AB500S AB500SD
- **Armadura elaborada:** acero corrugado enderezado, cortado y doblado
- **Ferralla armada:** armadura elaborada + proceso atado (alambre o soldadura)
- **Armadura pasiva:** las anteriores montadas dentro del encofrado, solapadas y con sus recubrimientos → AP 400 S AP 400 SD AP 500 S AP 500 SD

3. CARACTERÍSTICAS

• **CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS**

a) **Aptitud doblado.** Ausencia de grietas en uno de los siguientes ensayos:

Doblado-desdoblado (+90° -20°) o Doblado simple (+180°)

b) **Soldabilidad.** EHE-08 sólo contempla aceros soldables

• **CARACTERÍSTICAS DE ADHERENCIA (2 métodos alternativos)**

a) Obtención del **área proyectada de corrugas** o **área relativa de resaltos** (f_R)

$$f_R = S_R / (\pi d c) \quad S_R = \text{área proy. corrugas}; c = \text{sep. corrugas}; d = \text{diám. barra}$$

Tabla 32.2.f
Área proyectada de corrugas o de grafilas

d (mm)	≤ 6	8	10	12-16	20-40
f_R o f_p (mm), en el caso de barras	≥ 0,039	≥ 0,045	≥ 0,052	≥ 0,056	≥ 0,056
f_R o f_p (mm), en el caso de rollos	≥ 0,045	≥ 0,051	≥ 0,058	≥ 0,062	≥ 0,064

Fuente: EHE-08, 2011

b) Ensayo de **adherencia por flexión**, o ensayo **de la viga**, o **“Beam Test”**

Se exige un certificado específico de adherencia

Se obtienen las tensiones en la barra $\tau_{0,01}$, $\tau_{0,1}$, y τ_1 (N/mm²) que corresponden a deslizamientos de 0.01, 0.1, y 1 mm y su media τ_{bm}

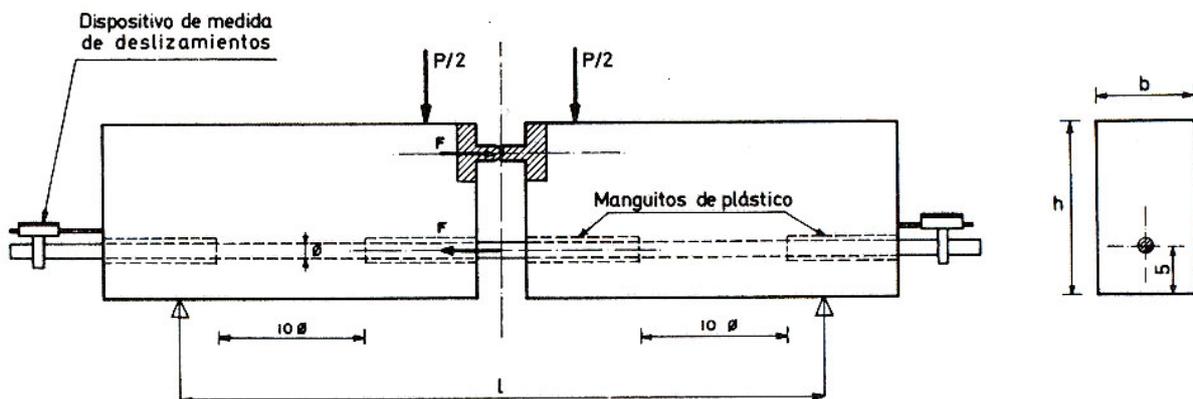
Se obtiene tensión τ_{bu} (N/mm²) → Deslizamiento 3 mm (rotura por adherencia)

Las barras corrugadas han de cumplir las dos condiciones siguientes:

$$\varnothing < 8 \text{ mm} \quad \tau_{bm} \geq 6,88 \quad \tau_{bu} \geq 11,22$$

$$8 \leq \varnothing \leq 32 \text{ mm} \quad \tau_{bm} \geq 7,84 - 0,12 \varnothing \quad \tau_{bu} \geq 12,74 - 0,19 \varnothing$$

$$\varnothing > 32 \text{ mm} \quad \tau_{bm} \geq 4,00 \quad \tau_{bu} \geq 6,66$$



Fuente: Arroyo et al, 2018

• CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Identificación de barras: $\varnothing_{nom} \rightarrow S_{nom} = \frac{\pi \varnothing_{nom}^2}{4}$

En barras corrugadas: Sección equivalente $\rightarrow S_{eq} (\text{cm}^2) = \frac{\text{Peso} (\text{kg/m})}{0,785}$

Tolerancia: $S_{eq} \geq 0,955 S_{nom}$

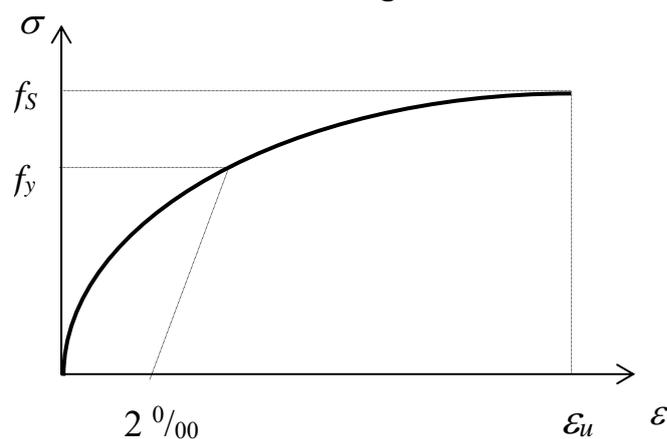
• CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Ensayo de tracción \Rightarrow Curva σ - ε

f_s Tensión de rotura

f_y Límite elástico (deform. remanente 2 ‰)

ε_u Alargamiento en rotura (% sobre 5 \varnothing)



Designación	f_y (N/mm ²)	f_s (N/mm ²)	ε_u (% sobre 5 \varnothing)	f_s/f_y
B 500 T	≥ 500	≥ 550	≥ 8	$\geq 1,03$
B 400 S	≥ 400	≥ 440	≥ 14	$\geq 1,05$
B 500 S	≥ 500	≥ 550	≥ 12	$\geq 1,05$
B 400 SD	≥ 400	≥ 480	≥ 20	1,20-1,35
B 500 SD	≥ 500	≥ 575	≥ 16	1,15-1,35

SD: Características especiales de ductilidad

• ACEROS SD

- Empleo obligatorio → Estructuras sometidas a acciones sísmicas

- Deben satisfacer los dos siguientes ensayos:

a) Ensayo de deformación alternativa

Resistencia a carga cíclica (3 ciclos de histéresis) mediante ensayo con fuertes deformaciones en el campo plástico sin producirse la rotura

Tabla 32.2.e

Especificación del ensayo de deformación alternativa

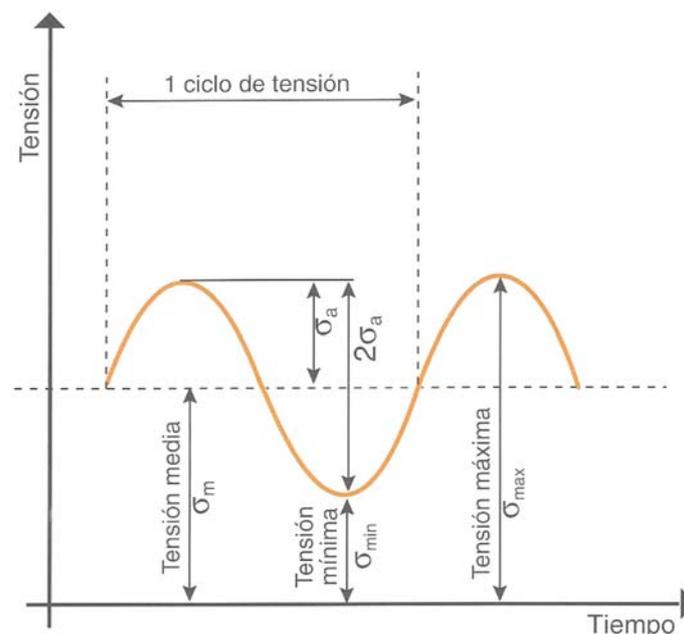
Díámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Número de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia f (Hz)
$d \leq 16$	$5 d$	± 4	3	$1 \leq f \leq 3$
$16 < d \leq 25$	$10 d$	$\pm 2,5$		
$d > 25$	$15 d$	$\pm 1,5$		

Fuente: EHE-08, 2011

b) Ensayo de fatiga

Nº Ciclos que debe soportar la probeta sin romperse = 2.000.000

Tensión máxima $\sigma_{\max} = 0,60 f_y$ Amplitud $\Delta\sigma = 2\sigma_a = 150 \text{ MPa}$



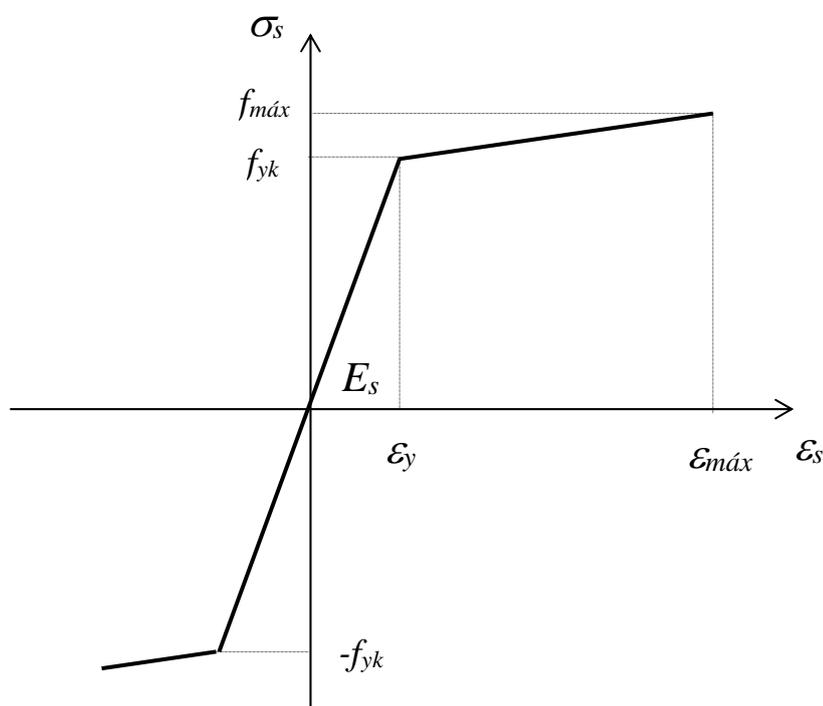
Fuente: Calidad Siderúrgica, 2000

4. DIAGRAMA TENSION-DEFORMACION

Diagrama característico tensión-deformación:

Aquél en que, para deformaciones $\leq 10\text{‰}$, los valores de la tensión tienen un nivel de confianza del 95 % respecto a los del ensayo de tracción

A falta de datos experimentales \Rightarrow **Diagrama simplificado:**



$$E_s = 200.000 \text{ MPa}$$

$$\text{B 400 S} \quad \epsilon_{m\acute{a}x} = 0,08 \quad f_{m\acute{a}x} = 1,05 f_{yk}$$

$$\text{B 500 S} \quad \epsilon_{m\acute{a}x} = 0,05 \quad f_{m\acute{a}x} = 1,05 f_{yk}$$

$$\text{B 400 SD} \quad \epsilon_{m\acute{a}x} = 0,124 \quad f_{m\acute{a}x} = 1,20 f_{yk}$$

$$\text{B 500 SD} \quad \epsilon_{m\acute{a}x} = 0,09 \quad f_{m\acute{a}x} = 1,15 f_{yk}$$

5. SUMINISTRO

5.1 CONTROL DEL ACERO (art. 87 EHE-08)

- **Acero certificado** (con distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme al Anejo nº 19 EHE-08)
- **Acero no certificado** → Ensayos químicos, mecánicos y geométricos; más el certificado específico de adherencia

5.2 CONTROL DE ARMADURAS PASIVAS (art. 88 EHE-08)

- Criterios generales (cumplir PPTP; marcado CE; distintivos de calidad; etc.)
- Toma de muestras por entidades o laboratorios de control
- Tipos de ensayos: mecánicos, adherencia y geometría
- Previo al suministro: control documental y de instalaciones
- Durante el suministro: Comprobación de la recepción si es armadura elaborada en obra; control documental; ensayos mecánicos, de adherencia y de geometría (obligatorios para acero no certificado)
- Certificado del suministro a entregar a la Dirección Facultativa

6. ALMACENAMIENTO

- Protección contra: Lluvia, humedad del suelo y agresividad ambiental
- Al utilizar las armaduras:
 - Sin alteraciones perjudiciales
 - Limpias de sustancias (grasa, aceite, tierra, polvo, etc.)

Nota: Una ligera capa de óxido no es perjudicial.