

# LECCIÓN 2

## **ARMADURAS PASIVAS**

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

1. TIPOS DE ARMADURAS
2. TIPOS DE ACEROS
3. CARACTERÍSTICAS
4. DIAGRAMA TENSIÓN-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”**

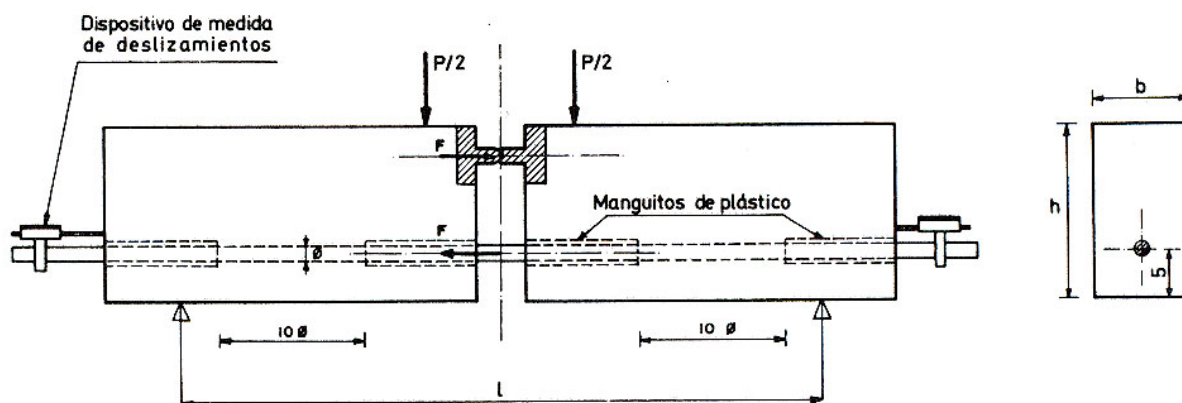
Se exige un certificado específico de adherencia

Se obtienen las tensiones en la barra  $\tau_{0.01}$ ,  $\tau_{0.1}$ , y  $\tau_1$  (N/mm<sup>2</sup>) que corresponden a deslizamientos de 0.01, 0.1, y 1 mm y su media  $\tau_{bm}$

Se obtiene tensión  $\tau_{bu}$  (N/mm<sup>2</sup>) → Deslizamiento 3 mm (rotura por adherencia)

Las barras corrugadas han de cumplir las dos condiciones siguientes:

$\varnothing < 8 \text{ mm}$	$\tau_{bm} \geq 6,88$	$\tau_{bu} \geq 11,22$
$8 \leq \varnothing \leq 32 \text{ mm}$	$\tau_{bm} \geq 7,84 - 0,12 \varnothing$	$\tau_{bu} \geq 12,74 - 0,19 \varnothing$
$\varnothing > 32 \text{ mm}$	$\tau_{bm} \geq 4,00$	$\tau_{bu} \geq 6,66$



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

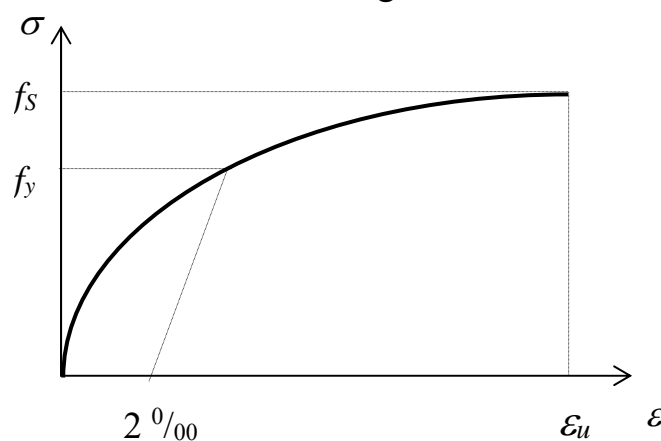
## • CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Ensayo de tracción  $\Rightarrow$  Curva  $\sigma$ - $\varepsilon$

$f_s$  Tensión de rotura

$f_y$  Límite elástico (deform. remanente 2 ‰)

$\varepsilon_u$  Alargamiento en rotura (% sobre 5 $\varnothing$ )



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

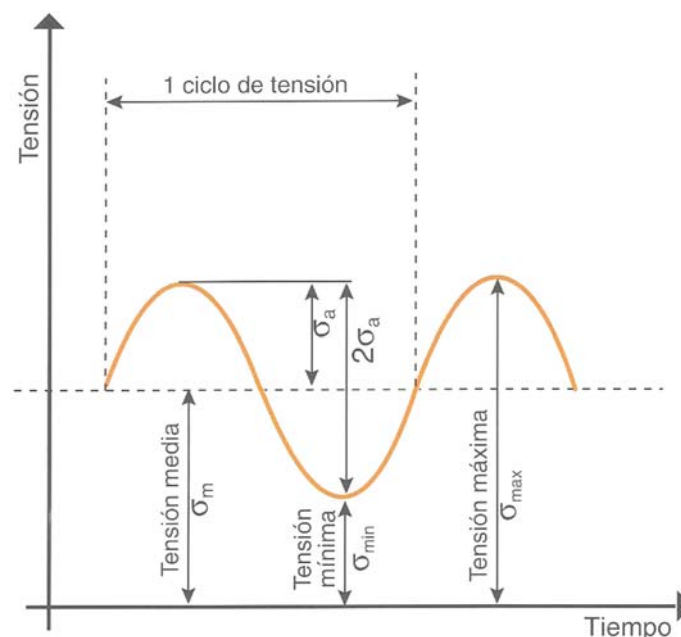
Díámetro nominal (mm)	Longitud libre entre mordazas	Deformaciones máximas de tracción y compresión (%)	Número de ciclos completos simétricos de histéresis	Frecuencia $f$ (Hz)
$d \leq 16$	$5 d$	$\pm 4$	3	$1 \leq f \leq 3$
$16 < d \leq 25$	$10 d$	$\pm 2,5$		
$d > 25$	$15 d$	$\pm 1,5$		

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  $\Delta\sigma = 2\sigma_a = 150 \text{ MPa}$



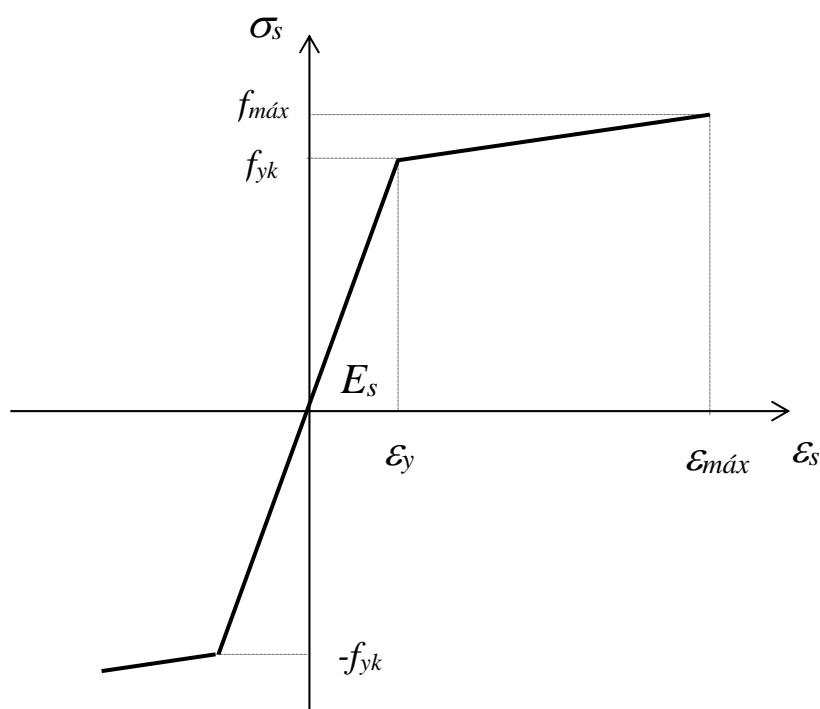
Fuente: Calidad Siderúrgica, 2000

## 4. DIAGRAMA TENSION-DEFORMACIÓN

*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.