

2) La denuncia o la expiración no afectarán ni a la ejecución de los Acuerdos complementarios en vigor ni a la garantía de los compromisos ya concluidos entre los dos Gobiernos.

ARTICULO XIII

Toda modificación del presente Acuerdo será hecha de común acuerdo entre los dos Gobiernos.

ARTICULO XIV

El presente Acuerdo entrará en vigor en la fecha en la que los dos Gobiernos procedan al intercambio de los instrumentos de ratificación.

Sin embargo, las disposiciones contenidas en éste serán aplicadas provisionalmente desde el día de su firma.

Hecho en Brazzaville, el 8 de enero de 1986, en lengua española y en lengua francesa, haciendo fe igualmente cada uno de los dos textos.

Por el Gobierno de España,
J. Alfonso Ortiz
Embajador de España.

Por el Gobierno de la República
Popular del Congo,
W. Andessabeka
Embajador Secretario general de los Asun-
tos Exteriores y de la Cooperación.

El presente Acuerdo se aplica provisionalmente desde el día 8 de enero de 1986, fecha de su firma, de conformidad con lo dispuesto en su artículo XIV, párrafo segundo.

Lo que se hace público para conocimiento general.
Madrid, 4 de febrero de 1986.—El Secretario general técnico,
José Manuel Paz Agüeras.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y HACIENDA

3783 ORDEN de 11 de febrero de 1986 sobre fijación del derecho regulador para la importación de cereales.

Ilustrísimo señor:

De conformidad con el artículo 5.º del Real Decreto 2332/1984, de 14 de noviembre, Este Ministerio ha tenido a bien disponer:

Primero.—La cuantía del derecho regulador para las importaciones en la Península e islas Baleares de los cereales que se indican es la que a continuación se detalla para los mismos:

Producto	Partida arancelaria	Pesetas Tm neta
Centeno.	10.02.B	Contado: 10.145 Mes en curso: 10.211
Cebada.	10.03.B	Contado: 12.502 Mes en curso: 12.558
Avena.	10.04.B	Contado: 6.597 Mes en curso: 6.658
Maíz.	10.05.B.II	Contado: 8.998 Mes en curso: 9.065
Mijo.	10.07.B	Contado: 2.757 Mes en curso: 2.856
Sorgo.	10.07.C.II	Contado: 8.383 Mes en curso: 8.445
Alpiste.	10.07.D.II	Contado: 10 Mes en curso: 10

Segundo.—Estos derechos estarán en vigor desde la fecha de publicación de la presente Orden hasta su modificación.

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos.
Dios guarde a V. I. muchos años.
Madrid, 11 de febrero de 1986.

SOLCHAGA CATALAN

Ilmo. Sr. Director general de Comercio Exterior.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO

3784 REAL DECRETO 2695/1985, de 18 de diciembre, por el que se modifica la «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado EP-80».

La «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado (EP-80)» fue aprobada por Real Decreto 1789/1980, de 14 de abril.

La Comisión Permanente del Hormigón, encargada de la redacción y revisión de la mencionada Instrucción, ha venido recogiendo observaciones, experiencias y estudios relacionados con los temas de hormigón pretensado.

La Comisión Permanente del Hormigón, habiendo recabado las opiniones de los diversos sectores interesados, ha considerado oportuno recoger los avances tecnológicos producidos en la fabricación de aceros utilizados en pretensado con objeto de elevar la calidad de los mismos, para lo cual propone una nueva redacción de los artículos 12 «Armaduras pasivas», 13 «Armaduras activas», y, en consecuencia, las definiciones referentes a las mismas que figuran en el anejo 2 «Definiciones».

En su virtud, a iniciativa de la Comisión Permanente del Hormigón y a propuesta del Ministro de Obras Públicas y Urbanismo y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 18 de diciembre de 1985.

DISPONGO:

Artículo único.—Los artículos 12, «Armaduras pasivas», y 13, «Armaduras activas», y el anejo 2, «Definiciones», de la «Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado (EP-80)», quedan modificados en la forma que, respectivamente, se establece en los anexos I, II y III del presente Real Decreto.

Dado en Madrid a 18 de diciembre de 1985.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Obras Públicas y Urbanismo,
JAVIER LUIS SAENZ COSCULLUELA

ANEXO I

Artículo 12. Armaduras pasivas.

12.1 Generalidades: En las estructuras y piezas de hormigón pretensado, las armaduras de alta resistencia, mediante las cuales se introduce la fuerza de pretensado, van asociadas a otras armaduras, llamadas «pasivas», que son las armaduras habituales del hormigón armado.

Las armaduras pasivas para el hormigón pretensado serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras lisas.
- Barras corrugadas.
- Mallas electrosoldadas.

Los diámetros nominales de las barras lisas y corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40 y 50 milímetros.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas, ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al 95 por 100 de su sección nominal, en diámetros no mayores de 25 milímetros; ni al 96 por 100 en diámetros superiores.

A los efectos de esta Instrucción, se considerará como límite elástico, f_y , del acero el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2 por 100.

Se prohíbe la utilización de alambres lisos trefilados como armaduras pasivas, excepto como componentes de mallas electrosoldadas.

Los alambres corrugados que cumplan sólo las condiciones exigidas para ellos como componentes de mallas electrosoldadas podrán utilizarse como armadura transversal en elementos prefabricados.

En los documentos de origen figurarán la designación y características del material, según el correspondiente apartado 12.2, 12.3 y 12.4, así como la garantía del fabricante de que el material cumple las características exigidas en esta Instrucción.

El fabricante facilitará además, si se le solicita, copia de los resultados de ensayos correspondientes a la partida servida.

COMENTARIOS

Se entiende por diámetro nominal de una barra corrugada el número convencional que define el círculo respecto al cual se establecen las tolerancias. El área del mencionado círculo es la sección nominal de la barra.

Se entiende por sección equivalente de una barra corrugada, expresada en centímetros cuadrados, el cociente de su peso en gramos, por 7,85 veces su longitud en centímetros. El diámetro del círculo cuya área es igual a la sección equivalente se denomina diámetro equivalente.

La determinación de la sección equivalente de una barra debe realizarse después de limpiarla cuidadosamente para eliminar las posibles escamas de laminación y el óxido no adherido firmemente.

En general, en el caso de los aceros de dureza natural, salvo si se trata de barras de pequeño diámetro, el límite elástico coincide con el valor aparente de la tensión correspondiente al escalón de cedencia, que para estos aceros está netamente definido. Cuando los aceros no presentan este escalón (como ocurre con todos los estirados en frío y algunos de dureza natural) o aparece poco definido, es necesario recurrir al valor convencional prescrito en el articulado. En todos los casos puede emplearse para el límite elástico la designación f_y .

En general, las barras lisas son recomendables para aquellos casos en los que se necesita poder realizar fácilmente las operaciones de doblado y desdoblado (por ejemplo, armaduras en espera) o en los que se precisan redondos de superficie lisa (pasadores en juntas de pavimentos de hormigón, por ejemplo). Por el contrario, cuando se desea una resistencia elevada y/o una buena adherencia con el hormigón es siempre aconsejable el empleo de barras corrugadas, de alambres corrugados o de mallas electrosoldadas.

Los alambres corrugados se fabrican por laminación en frío, y con los procesos actuales de producción, suelen presentar tres filas de nervios longitudinales, lo que los distinguen de las barras corrugadas cuya fabricación se efectúa siempre por laminación en caliente, seguida o no de un proceso de deformación en frío. Las características de los alambres corrugados son prácticamente las mismas que las de las barras excepto en el caso de diámetros gruesos ($\varnothing > 12$ milímetros) que suelen presentar una adherencia al hormigón ligeramente inferior (ver 12.4 y 40.5 y 41.4 de la EH-82).

En cuanto a las mallas electrosoldadas, su empleo suele ser especialmente apropiado en elementos superficiales (losas, láminas, etcétera).

De un modo general se recomienda utilizar en obra el menor número posible de diámetros distintos y que estos diámetros se diferencien al máximo entre sí.

Los diámetros que componen la serie recomendada para las barras tienen la ventaja de que pueden diferenciarse unos de otros a simple vista. Además, la sección de cada uno de esos redondos equivale aproximadamente a la suma de las secciones de los dos redondos inmediatamente precedentes, lo que facilita las distintas combinaciones de empleo. Por otra parte, la utilización de esta misma serie está recomendada, actualmente, en toda Europa.

Es conveniente que los fabricantes utilicen unas fichas de datos con las características correspondientes a los aceros de su fabricación, comprendiendo como mínimo:

- Designación comercial.
- Fabricante.
- Marcas de identificación.
- Tipo de acero.
- Condiciones técnicas de suministro.

Características garantizadas:

- Diámetros nominales.
- Masas por metro.
- Características geométricas del corrugado.
- Características mecánicas.
- Características de adherencia.
- Condiciones de soldeo, en su caso.
- Recomendaciones de empleo.

12.2 Barras lisas: Barras lisas a los efectos de esta Instrucción son aquellas que no cumplen las condiciones de adherencia fijadas en 12.3. Cumplirán las condiciones siguientes, que serán garantizadas por el fabricante:

- Carga unitaria de rotura, f_u , comprendida entre 3.400 y 5.000 kilopondios/centímetro cuadrado.
- Límite elástico, f_y , igual o superior a 2.200 kilopondios/centímetro cuadrado.
- Alargamiento de rotura, en porcentaje, medido sobre base de cinco diámetros, igual o superior a 23.
- Ausencia de grietas después del ensayo de doblado simple, a 180°, efectuado a $23 \pm 5^\circ \text{C}$, sobre un mandril del siguiente diámetro:

- Para barras de diámetro superior a 16 milímetros cuya carga unitaria de rotura sea superior a 4.500 kilopondios/centímetro cuadrado, el diámetro del mandril será doble del de la barra;
- para cualquier otro caso, el diámetro del mandril será igual al de la barra.

- Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado a 90°. Este ensayo se efectuará a $23 \pm 5^\circ \text{C}$ y en cada caso sobre un mandril.

Las tres primeras características citadas se determinarán de acuerdo con el método de ensayo indicado en la UNE 36.401/81. Este acero se designa por AE 215 L.

COMENTARIOS

Se recomienda que el fabricante garantice un diagrama característico tensión-deformación del acero, hasta la deformación 10 por 1.000 basado en una amplia experimentación.

Las condiciones exigidas a las barras lisas coinciden en lo esencial con las especificadas en la UNE 36.097/1/81.

12.3 Barras corrugadas: Barras corrugadas, a los efectos de esta Instrucción, son las que presentan, en el ensayo de adherencia por flexión descrito en el anejo 5 «Homologación de la adherencia de barras corrugadas» de la EH-82, una tensión media de adherencia τ_{bm} y una tensión de rotura de adherencia τ_{bu} que cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

Diámetros inferiores a 8:	$\tau_{bm} >$	70 kp/cm ²
	$\tau_{bu} >$	115 kp/cm ²
Diámetros de 8 a 32, ambos inclusive:	$\tau_{bm} >$	80 - 1,2 \varnothing
	$\tau_{bu} >$	130 - 1,9 \varnothing
Diámetros superiores a 32:	$\tau_{bm} >$	42 kp/cm ²
	$\tau_{bu} >$	69 kp/cm ²

donde τ_{bm} y τ_{bu} se expresan en kilopondios/centímetros cuadrados y el diámetro en milímetros.

Las características de adherencia serán objeto de homologación, mediante ensayos realizados en laboratorio oficial. En el certificado de homologación se consignarán obligatoriamente los límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos. Estas características deben ser verificadas en el control de obra, después de que las barras hayan sufrido las operaciones de enderezado, si las hubiere.

Estas barras cumplirán además las condiciones siguientes:

- Las características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante, de acuerdo con las prescripciones de la tabla 12.3.a.
- Ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a 180° y de doblado-desdoblado a 90° (apartados 9.2 y 9.3 de la UNE 36.088/1/81), sobre los mandriles que correspondan según la tabla 12.3.b.
- Llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en el apartado 11 de la UNE 36.088/1/81, relativas a su tipo y la marca del fabricante.

El fabricante indicará si el acero es apto para el soldeo, las condiciones y procedimientos en que éste debe realizarse.

La aptitud del acero para el soldeo se comprobará de acuerdo con 68.4.

TABLA 12.3.a

Características mecánicas mínimas garantizadas de las barras corrugadas

Designación	Clase de acero	Límite elástico f_y en kp/cm ² no menor que	Carga unitaria de rotura f_u en kp/cm ² no menor que (1)	Alargamiento de rotura en %, sobre la base de 5 diámetros, no menor que	Relación f_u/f_y en ensayo no menor que (2)
AEH 400 N	Dureza natural	4.100	5.300	16	1,20
AEH 400 F	Estirado en frío	4.100	4.500	12	1,05
AEH 500 N	Dureza natural	5.100	6.100	14	1,15
AEH 500 F	Estirado en frío	5.100	5.600	10	1,05
AEH 600 N	Dureza natural	6.100	7.100	12	1,10
AEH 600 F	Estirado en frío	6.100	6.700	8	1,05

(1) Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

(2) Relación mínima admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenido en cada ensayo.

TABLA 12.3.b
Diámetro de los mandriles

Designación	Doblado simple			Doblado-desdoblado		
	$\alpha = 180$ (1) (2)			$\alpha = 90^\circ, \beta = 20^\circ$ (1) (2) (3)		
	$d \leq 12$	$12 < d \leq 25$	$d > 25$	$d \leq 12$	$12 < d \leq 25$	$d > 25$
AEH 400 N	3 d	3,5 d	4 d	6 d	7 d	8 d
AEH 400 F	3 d	3,5 d	4 d	6 d	7 d	8 d
AEH 500 N	4 d	4,5 d	5 d	8 d	9 d	10 d
AEH 500 F	4 d	4,5 d	5 d	8 d	9 d	10 d
AEH 600 N	5 d	5,5 d	6 d	10 d	11 d	12 d
AEH 600 F	5 d	5,5 d	6 d	10 d	11 d	12 d

- (1) d = diámetro nominal de la barra.
- (2) α = ángulo de doblado.
- (3) β = ángulo de desdoblado.

COMENTARIOS

La forma y dimensiones de los resaltes para conseguir una alta adherencia es potestativa del fabricante.

Se recomienda que si fabrica aceros de distinto límite elástico la forma del corrugado sea diferente.

El procedimiento para medir la adherencia entre el acero y el hormigón es siempre convencional, al igual que la definición de la tensión τ_b de adherencia.

Por ello se trata este tema refiriéndolo a un método de ensayo internacionalmente adoptado (anejo 5 «Homologación de la adherencia de barras corrugadas» de la EH-82), donde se definen las tensiones τ_{bm} y τ_{bu} y el procedimiento operatorio.

La homologación del acero significa el reconocimiento de que cumple con las condiciones exigidas. Como se indica en el anejo 5 de la EH-82 los ensayos de homologación comprenden, para cada forma de corrugado y límite elástico, tres series de ensayos de 25 probetas cada serie, referidas a los diámetros 8, 16 y 32 milímetros, respectivamente. Para la elaboración de las probetas se parte de un total de 25 barras de 10 metros de longitud, por cada diámetro.

Una vez homologada la adherencia de un acero basta comprobar en obra, mediante un control geométrico, que los resaltes o corrugas están dentro de los límites que figuran en el certificado.

Se recomienda que el fabricante garantice un diagrama característico tensión-deformación del acero, hasta la deformación 10 por 1.000, basado en una amplia experimentación.

Se recuerda que la aptitud al soldeo de un acero va íntimamente ligada con el procedimiento que se utilice para soldar.

Independientemente de las marcas indicativas del límite elástico garantizado, previstas en UNE 36.088/1/81, se recomienda que las barras se suministren a obra con un extremo marcado con pintura, de acuerdo con el siguiente código:

Tipo de acero	Color
AEH 400	Amarillo
AEH 500	Rojo
AEH 600	Azul

Las condiciones exigidas a las barras corrugadas coinciden en lo esencial con la definidas en la UNE 36.088/1/81.

12.4 Mallas electrosoldadas: Mallas electrosoldadas, a los efectos de esta Instrucción, son aquellas que cumplen las condiciones prescritas en la norma UNE 36.092/1/81.

Se entiende por malla corrugada la fabricada con alambres corrugados que cumplen las condiciones de adherencia especificadas en 12.3 y lo especificado en la tabla 12.4. Se entiende por malla lisa la fabricada con alambres lisos trefilados que cumplen lo especificado en la tabla 12.4 pero que no cumplen las condiciones de adherencia de los alambres corrugados.

Cada panel debe llegar a obra con una etiqueta en la que se haga constar la marca del fabricante y la designación de la malla.

TABLA 12.4

Características mecánicas mínimas garantizadas de los alambres que forman las mallas electrosoldadas

Designación de los alambres	Ensayo de tracción (1)				Ensayo de doblado simple $\alpha = 180^\circ$ (5); diámetro del mandril D	Ensayo de doblado-desdoblado $\alpha = 90^\circ, \beta = 20^\circ$ (6); diámetro del mandril D'
	Límite elástico f_y (kp/cm ²) (2)	Carga unitaria f_s (kp/cm ²) (2)	Alargamiento de rotura (%) sobre base de 5 diámetros	Relación f_y/f_s		
AEH 500 T	5.100	5.600	(3)	(4)	4 d (7)	8 d (7)
AEH 600 T	6.100	6.700	8	(4)	5 d (7)	10 d (7)

- (1) Valores característicos inferiores garantizados.
- (2) Para la determinación del límite elástico y la carga unitaria se utilizará como divisor de las cargas el valor nominal del área de la sección transversal.
- (3) A por 100 = $20 - 0,02 f_{y,i}$ no menor del 8 por 100, siendo $f_{y,i}$ el límite elástico medido en cada ensayo.
- (4)
$$\frac{f_{s,i}}{f_{y,i}} > 1,05 - 0,1 \left[\frac{f_{y,i}}{f_{yk}} \right] \leq 1,03$$

siendo $f_{y,i}$ el límite elástico medido en cada ensayo; $f_{s,i}$ la carga unitaria obtenida en cada ensayo y f_{yk} el límite elástico mínimo garantizado.

- (5) α = ángulo de doblado.
- (6) β = ángulo de desdoblado.
- (7) d = diámetro nominal del alambre.

COMENTARIOS

Las mallas electrosoldadas corrugadas se designarán de la forma siguiente:

$$ME s \times s_1 B \emptyset d - d_1 AEH X l \times b$$

Las mallas electrosoldadas lisas se designarán de la forma siguiente:

$$ME s \times s_1 B \emptyset L d - d_1 AEH XL l \times b$$

siendo:

- s, s₁ = Las separaciones entre alambres longitudinales y transversales, respectivamente, expresada en centímetros.
- B = El distintivo del tipo de ahorro, que consistirá en sustituir la letra B por A, si el ahorro es estándar, y por E, si es especial, suprimiéndose la letra B si la malla no tiene barras de ahorro de borde.
- d, d₁ = Los diámetros de los alambres longitudinales y transversales, respectivamente, expresados en milímetros. Cada diámetro d o d₁ irá seguido de la letra D en las mallas dobles y por la letra P en las mallas de pares.
- l = Distancia expresada en metros de la longitud del panel para las mallas no estándar.
- b = Distancia expresada en metros de la anchura del panel para las mallas no estándar.

Ejemplo de designación de una malla electrosoldada. Designación de una malla electrosoldada de alambre corrugado de alta adherencia y límite elástico 5.100 kilopondios/centímetro cuadrado, con separación entre ejes de alambres longitudinales de 150 milímetros y entre ejes de los transversales de 300 milímetros, diámetro de los alambres longitudinales 10 milímetros, diámetro de los alambres transversales 6,5 milímetros, longitud del panel 5 metros y anchura 2 metros, con ahorro estándar:

$$ME 15 \times 30 A \emptyset 10 - 6,5 AEH 500 T 5 \times 2$$

Debe tenerse en cuenta que la identificación de los diámetros en obra debe realizarse con especial cuidado, ya que de otra forma, al variar los diámetros de medio en medio milímetro, pueden producirse errores de identificación, en especial con mallas corrugadas.

Se recomienda que el fabricante garantice un diagrama característico, tensión-deformación de los alambres hasta la deformación 10 por 1.000 basado en una amplia experimentación.

12.5 Suministro y almacenamiento: Cada partida de acero irá acompañada de los oportunos certificados de homologación y garantía, facilitados por el fabricante, en los que se indique los valores límites de las diferentes características expresadas en 12.2.

12.3 y 12.4, que indiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en esta Instrucción.

El fabricante facilitará además, si se le solicita, copia de los resultados de los ensayos correspondientes a la partida servida.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, la armadura pasiva se protegerá adecuadamente contra la lluvia, la humedad del suelo y la eventual agresividad de la atmósfera ambiente. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar limpias, sin sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

COMENTARIOS

En general la barra recta se considera la forma más conveniente de suministro. Se toleran, sin embargo, otras formas habituales en la práctica, siempre que se cumplan las limitaciones de diámetro de doblado prescritas en las UNE 36.097/1/81 y 36.088/1/81.

En el caso de un almacenamiento prolongado, el Director de Obra, si lo estima necesario, podrá exigir la realización de los ensayos precisos para comprobar que los aceros no presentan alteraciones perjudiciales.

Una ligera capa de óxido adherente (que no desaparece al frotar con cepillo de alambre) en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización.

ANEXO H

Artículo 13. Armaduras activas.

13.1 Generalidades: Se denominan armaduras activas a las de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce la fuerza de pretensado.

Sus elementos constituyentes pueden ser: Alambres, barras, torzales, cordones o cables. La definición de estos alambres es la siguiente:

Alambre.—Producto de sección maciza, procedente de un estirado en frío o trefilado de alambón que normalmente se suministra en rollos.

Barra.—Producto de sección maciza, que se suministra solamente en forma de elementos rectilíneos.

Torzal.—Conjunto formado por dos o tres alambres de igual diámetro nominal d , todos ellos arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común.

Cordón.—Conjunto formado por más de tres alambres de igual diámetro nominal d , arrollados helicoidalmente con igual paso y en el mismo sentido de torsión alrededor de un alambre central recto cuyo diámetro estará comprendido entre $1,02 d$ y $1,05 d$.

Cable.—Conjunto formado por cordones arrollados helicoidalmente alrededor de un núcleo central o alma que actúa como soporte. Dicho núcleo puede estar constituido por un muelle helicoidal, un alambre, un cordón u otro cable.

Se denomina «tendón» al conjunto de las armaduras de pretensado que, alojadas dentro de un mismo conducto, se consideran en los cálculos como una sola armadura.

COMENTARIOS

El tendón también recibe el nombre de unidad de tensión. Además de los citados en el articulado, que son los normales, existen otros elementos que pueden utilizarse para constituir las armaduras activas, cuyo empleo deberá, en su caso, justificarse convenientemente, de acuerdo con lo previsto en el artículo 1.º

13.2 Características mecánicas: A los efectos de esta Instrucción las características fundamentales que se utilizan para definir la calidad de los aceros de las armaduras activas son las siguientes:

- Diagrama tensión-deformación (carga unitaria-alargamiento en porcentaje).
- Carga unitaria máxima a tracción ($f_{m\acute{a}x}$).
- Límite elástico (f_e).
- Alargamiento remanente concentrado de rotura (ϵ_u).
- Alargamiento bajo carga máxima ($\epsilon_{m\acute{a}x}$).
- Módulo de elasticidad (E_s).
- Estricción η), expresada en porcentaje.
- Aptitud al doblado alternativo.

- Relajación.
- Resistencia a la fatiga.
- Susceptibilidad a la corrosión bajo tensión.

Los fabricantes deberán garantizar, como mínimo, las características indicadas en b), c), e), f), h) e i).

COMENTARIOS

Se recomienda que el contenido porcentual de cada uno de los elementos químicos constituyentes de los aceros no aleados utilizados en las armaduras activas quede comprendido entre los valores indicados en la tabla 13.2 con el fin de conseguir que resulten aceptables sus características mecánicas.

TABLA 13.2

Elemento	Porcentaje mínimo	Porcentaje máximo
C	0,58	0,88
Mn	0,50	0,90
Si	0,15	0,40
P	-	0,040
S	-	0,040

— Se utiliza como más propia la nomenclatura de «carga unitaria» en vez de «tensión», para tener en cuenta que los valores que se registran en el gráfico están referidos a la sección inicial (carga unitaria) y no a la real (tensión).

— El límite elástico f_e se define, para todo tipo de aceros, como la carga unitaria correspondiente a una deformación remanente del 0,2 por 100. Este valor suele coincidir con el del escalón de cedencia en aquellos aceros que lo presentan (figura 13.2).

— El alargamiento remanente de rotura puede evaluarse de dos formas. Una, midiéndolo sobre una base que por incluir la sección de rotura y zonas adyacentes resulta afectada por una posible estricción; el alargamiento así medido se denomina «alargamiento remanente concentrado». Otra, midiéndolo sobre una base que no incluya la sección de rotura ni las zonas afectadas por una posible estricción; se determina así el conocido como «alargamiento remanente repartido».

— La estricción expresada en porcentaje viene definida como:

$$\eta = \frac{A_i - A_u}{A_i} \times 100$$

siendo A_i y A_u , respectivamente, las secciones rectas, inicial y de rotura.

— Otro parámetro relacionado con la ductilidad del material es la sensibilidad a las entallas, definido como la relación entre la carga que es capaz de soportar a tracción una probeta entallada y la que soporta otra probeta sin entallar y con la misma sección resistente que la primera. Este número es un índice de la capacidad del material para soportar defectos que pueden producirse durante la fabricación, transporte o puesta en obra.

— Para las estructuras que deban soportar sollicitaciones dinámicas o de fatiga, y cuyas armaduras vayan ancladas por adherencia, es preciso conocer las longitudes de anclaje y las características de la transmisión de esfuerzos entre la armadura y el hormigón, mediante ensayos especiales dinámicos y estáticos.

— Por el momento, no se conoce un ensayo que permita determinar, con suficiente garantía, la inmunidad de un acero frente a la corrosión bajo tensión. Sin embargo, pueden realizarse una serie de pruebas (normas MELC) indicativas del comportamiento del acero frente a determinadas atmósferas agresivas (sulfuros, cloruros y nitratos) o su susceptibilidad a la fragilización por hidrógeno. Sería deseable que, en cada caso, se realizaran ensayos específicos siempre que se prevea la existencia de una determinada atmósfera agresiva.

— Cuando se trate de estructuras especiales que puedan estar sometidas a temperaturas distintas a las normales será preciso conocer cómo varían las características mecánicas adoptadas en el proyecto. La elevación de la temperatura provocará un aumento de la relajación. La disminución de la temperatura, una pérdida de la ductilidad.

13.3 Alambres: Las características mecánicas de los alambres de pretensado, obtenidas a partir del ensayo a tracción realizado según UNE 36.401/81 deberán cumplir las siguientes prescripciones:

- La carga unitaria máxima $f_{m\acute{a}x}$ no será inferior a 160 kilopondios/milímetro cuadrado.
- El límite elástico f_e estará comprendido entre el 0,85 y el 0,95 de la carga unitaria máxima $f_{m\acute{a}x}$.

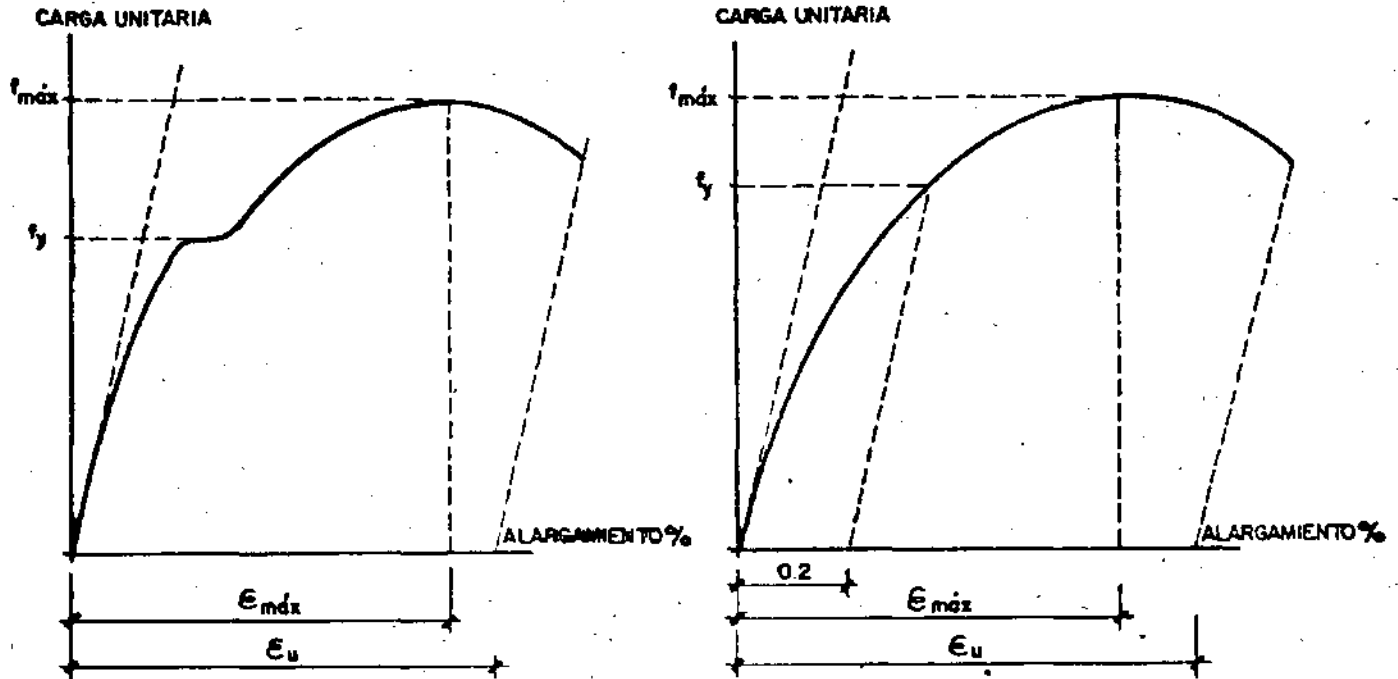


FIG. 13-2

Esta relación deberán cumplirla no sólo los valores mínimos garantizados, sino también los correspondientes a cada uno de los alambres ensayados.

- El alargamiento bajo carga máxima medido sobre una base de longitud igual o superior a 200 milímetros no será inferior al 3,5 por 100. Para los alambres destinados a la fabricación de tubos, dicho alargamiento será igual o superior al 5 por 100.
- El módulo de elasticidad tendrá el valor garantizado por el fabricante con una tolerancia de ± 7 por 100.

En los alambres de diámetro igual o superior a 5 milímetros, o de sección equivalente, la pérdida de resistencia a la tracción, después de un doblado-desdoblado, realizado según UNE 36.461/80 no será superior al 5 por 100.

El número mínimo de doblados-desdoblados que soportará el alambre en la prueba de doblado alternativo realizada según UNE 36.461/80 no será inferior a:

- Para alambres destinados a obras hidráulicas o sometidos a ambiente corrosivo 7
- En los demás casos 3

La relajación a las 1.000 horas, a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$, y para una tensión inicial igual al 70 por 100 de la carga unitaria máxima, $f_{\text{máx}}$, garantizada, determinada según UNE 36.422/85, no será superior a los siguientes valores:

- Alambres de grado R-5 (enderezados y con tratamiento de eliminación de tensiones) 5 por 100
- Alambres de grado R-2 (enderezados y con tratamiento de estabilización) 2 por 100

Los valores del diámetro nominal, en milímetros, de los alambres se ajustarán a la serie siguiente

3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 milímetros

Las características geométricas y ponderales de los alambres de pretensado, así como las tolerancias correspondientes, se ajustarán a lo especificado en la UNE 36.095/1/85.

COMENTARIOS

Las características mecánicas de los alambres se consiguen, en general, mediante un tratamiento térmico de patentado, seguido de un trefilado y de un proceso de envejecimiento acelerado. Los tratamientos termo-mecánicos del proceso de envejecimiento acelerado varían según el sistema de fabricación.

Cuando, en igualdad de circunstancias, se pueda elegir entre varios diámetros, se recomienda utilizar el mayor de ellos con el fin de disminuir la importancia de los posibles defectos superficiales.

13.4 Barras: Las características mecánicas de las barras de pretensado, deducidas a partir del ensayo de tracción realizado

según UNE 36.401/81 deberán cumplir las prescripciones siguientes:

- La carga unitaria máxima $f_{\text{máx}}$ no será inferior a 100 kilopondios/milímetro cuadrado.
- El límite elástico, f_y , estará comprendido entre el 75 por 100 y el 90 por 100 de la carga unitaria máxima $f_{\text{máx}}$. Esta relación deberán cumplirla no sólo los valores mínimos garantizados, sino también los correspondientes a cada una de las barras ensayadas.
- El alargamiento remanente concentrado de rotura (medido sobre base de $10 \varnothing$ en el caso de sección circular, y de $L = 11,3 \sqrt{V}$ en el caso de sección A no circular) no será inferior al 6 por 100.
- El módulo de elasticidad tendrá el valor garantizado por el fabricante con una tolerancia del ± 7 por 100.

Las barras soportarán sin rotura ni agrietamiento el ensayo de doblado especificado en la UNE 7.292-72.

La relajación a las 1.000 horas a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ y para una tensión inicial igual al 70 por 100 de la $f_{\text{máx}}$ garantizada, no será superior al 3 por 100. El ensayo se realizará según UNE 7.288-73.

COMENTARIOS

Las barras que normalmente se utilizan como armaduras de pretensado son de acero de dureza natural. En ellas, si la carga unitaria de tesado no excede del 75 por 100 del valor correspondiente a su límite elástico, la relajación puede considerarse prácticamente nula.

Las barras para pretensado se producen en un reducido número de fábricas y, en general, para unos determinados sistemas de pretensado. No parece oportuno, por lo tanto, dar una información más detallada sobre dimensiones y calidades de las barras que deberá ser suministrada por los fabricantes.

13.5 Torzales y cordones: Las características mecánicas de los torzales y cordones de pretensado, deducidas de los ensayos de tracción realizados según UNE 36.401/81 y UNE 7.326/75, respectivamente, deberán cumplir las siguientes limitaciones:

- La carga unitaria máxima $f_{\text{máx}}$, no será inferior a:
 - En torzales 180 kp/mm²
 - En cordones 170 kp/mm²
- El límite elástico, f_y , estará comprendido entre el 0,85 y el 0,95 de la carga unitaria máxima, $f_{\text{máx}}$.

Esta limitación deberán cumplirla no sólo los valores mínimos garantizados, sino también cada uno de los elementos ensayados.

- El alargamiento bajo carga máxima, medido sobre una base de longitud igual o superior a 500 milímetros, no será inferior al 3,5 por 100.

- El módulo de elasticidad tendrá el valor garantizado por el fabricante, con una tolerancia de ± 7 por 100.

- Los alambres utilizados en los torzales o cordones soportarán el número de doblados y desdoblados indicado en 13.3.

- La relajación a las 1.000 horas a temperatura de $20 \pm 1^\circ \text{C}$ y para una tensión inicial igual al 70 por 100 de la carga unitaria máxima, $f_{\text{máx}}$, garantizada, determinada según UNE 36.422/85, no será superior a los siguientes valores:

- Torzales y cordones de grado R-6 (de alambre enderezado y con tratamiento de eliminación de tensiones) 6 por 100
- Torzales y cordones de grado R-2 (de alambre enderezado y con tratamiento de estabilización) 2 por 100

Las características geométricas y ponderales, así como las correspondientes tolerancias, de los torzales y cordones se ajustarán a lo especificado en las UNE 36.096/1/85 y UNE 36.098/1/85, respectivamente.

COMENTARIOS

Cuando, en igualdad de circunstancias, se pueda elegir entre varios torzales formados por alambres de distintos diámetros, se recomienda utilizar el formado por los de mayor diámetro con el fin de disminuir la influencia de los posibles defectos superficiales.

13.6 Cables: Los cables de pretensado se confeccionarán a partir de los alambres, torzales o, más frecuentemente, cordones que cumplen las especificaciones de los apartados 13.3 y 13.5.

COMENTARIOS

Los cables de pretensado se fabrican por las empresas suministradoras del sistema de pretensado o también, en algunos casos, por las propias empresas constructoras, con el objeto de lograr los tendones de gran potencia necesarios para proporcionar las importantes fuerzas de pretensado que exigen las modernas estructuras.

En consecuencia, por tratarse de productos no comercializados, no resulta posible normalizar sus características.

13.7 Suministro y almacenamiento: Los alambres de grado R-5 y R-2 se suministrarán en rollos en los que el diámetro de bobinado no habrá de ser inferior a 250 veces el del alambre, y, al dejarlos libres en un suelo horizontal liso, presentarán una flecha inferior a 30 milímetros en una base de 1 metro, en cualquier punto del alambre.

Los rollos suministrados no contendrán soldaduras realizadas después del tratamiento térmico anterior al trefilado.

Las barras se suministrarán en trozos rectos.

Los torzales se suministrarán en rollos cuyo diámetro interior sea igual o superior a 600 milímetros.

Los cordones se suministrarán en rollos, bobinas o carretes, que salvo acuerdo en contrario, contendrán una sola longitud de fabricación de cordón; y el diámetro interior del rollo o el del núcleo de la bobina o carrete no será inferior a 600 milímetros.

Las armaduras de pretensado se transportarán debidamente embaladas y protegidas contra la humedad, deterioro, contaminación, grasas, etc.

Para eliminar los riesgos de oxidación o corrosión, su almacenamiento se realizará en locales ventilados y al abrigo de la humedad del suelo y paredes. En el almacén se adoptarán las precauciones precisas para evitar que pueda ensuciarse el material o producirse cualquier deterioro de los aceros debido a ataque químico, operaciones de soldadura realizadas en las proximidades, etc.

Antes de almacenar las armaduras se comprobará que están limpias, sin manchas de grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su buena conservación y posterior adherencia.

Las armaduras deben almacenarse cuidadosamente clasificadas según sus tipos, clases y los lotes de que procedan.

El estado de superficie de todos los aceros será siempre objeto de examen antes de su uso, especialmente después de un prolongado almacenamiento en obra o taller, con el fin de asegurarse de que no presentan alteraciones perjudiciales.

COMENTARIOS

Con un diámetro de bobinado no inferior a 250 veces el del alambre, se puede asegurar que la tensión producida por la flexión de enrollamiento en la fibra exterior se mantiene en la zona elástica del material con un adecuado margen de seguridad.

El peso de los rollos suele oscilar entre 50 y 250 kilogramos. La longitud de suministro de las barras varía normalmente entre 12 y 14 metros.

El peso normal de los carretes utilizados para el suministro de los cordones, incluida su carga de cordón, es normalmente de 2.000 kilogramos.

Se entiende por longitud de fabricación, la longitud de cordón que generalmente se fabrica con una misma carga de máquina.

13.8 Características que deben poseer las armaduras para poder ser ancladas por adherencia: Las armaduras destinadas a ser ancladas por adherencia deberán poseer unas características adherentes, definidas por su longitud de transmisión y longitud de anclaje, que les hagan adecuadas para su utilización en la forma prevista.

Con objeto de que estas longitudes no hayan de ser determinadas experimentalmente en cada caso particular, se recomienda que los fabricantes sometan sus productos a homologación de sus características adherentes en un laboratorio oficial (véase artículo 36).

COMENTARIOS

Se entiende por longitud de transmisión de una armadura dada, la necesaria para transferir al hormigón, por adherencia la fuerza de pretensado introducida en dicha armadura, y por longitud de anclaje, la necesaria para garantizar la resistencia del anclaje por adherencia, hasta la rotura del acero.

Se consideran adecuadas para su anclaje por adherencia las armaduras cuya longitud de anclaje resulta inferior a $100 \varnothing$ en el caso de alambres aislados (siendo \varnothing el diámetro del alambre) y a 150 veces el diámetro de cada uno de los alambres individuales si se trata de torzales, cordones o cables.

ANEXO III

En el anejo 2, «Definiciones», se modificarán las de: «Alambre», «Torzal» y «Cordón», que quedarán como a continuación se indica:

Alambre: Producto de sección maciza procedente de un estirado en frío o trefilado de alambón, que normalmente se suministra en rollos.

Torzal: Conjunto formado por dos o tres alambres de igual diámetro nominal d , todos ellos arrollados helicoidalmente, con el mismo paso y el mismo sentido de torsión, sobre un eje ideal común.

Cordón: Conjunto formado por más de tres alambres de igual diámetro nominal d , arrollados helicoidalmente, con igual paso y en el mismo sentido de torsión alrededor de un alambre central recto cuyo diámetro estará comprendido entre $1,02 d$ y $1,05 d$.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

3785 *ORDEN de 3 de febrero de 1986 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC 12.0-01 e ITC 12.0-02, que desarrollan el capítulo XII del Reglamento de Seguridad Minera.*

Ilustrísimo señor:

Por Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, se aprobó el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, previniéndose su desarrollo y ejecución mediante Instrucciones Técnicas Complementarias, cuyo alcance y vigencia se define en el artículo 2.º del citado Real Decreto.

Las Ordenes de este Ministerio de 13 de septiembre y 2 de octubre pasados aprobaron determinadas Instrucciones Técnicas Complementarias de los capítulos III, IV, V, VI y IX del referido Reglamento, atendiendo a la conveniencia de que las Instrucciones se promulguen a medida que concluye su preparación y no demorar su entrada en vigor hasta que estén ultimadas la totalidad de dichas Instrucciones.

En virtud de lo expuesto, de acuerdo con la autorización a que se refiere el artículo 2.º del Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, a propuesta de la Dirección General de Minas,

Este Ministerio tiene a bien disponer:

Primero.—Se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del capítulo XII del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, aprobada por Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, que se relacionan seguidamente:

- ITC 12.0-01 Certificaciones y homologaciones.
- ITC 12.0-02 Normas técnicas de obligado cumplimiento.