



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS



## **Índice:**

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- HORMIGÓN
  - 2.1.- NORMATIVA
  - 2.2.- PRECIPACIONES TÉCNICAS
  - 2.3.- SUMINSTRO DEL HORMIGÓN
  - 2.4.- CONTROL DE LOS HORMIGONES
  - 2.5.- CONTROL DE LA RESISTENCIA
  - 2.6.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O DE RECHAZO
    - 2.6.1.- CONTROL DE LA CONSISTENCIA
    - 2.6.2.- CONTROL DE LA RESISTENCIA
  - 2.7.- FRECUENCIA DE CONTROL
- 3.- ACERO EN REDONDOS PARA HORMIGÓN ARMADO
  - 3.1.- NORMATIVA
  - 3.2.- PRECIPACIONES TÉCNICAS
  - 3.3.- CONTROL A NIVEL NORMAL
  - 3.4.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO
  - 3.5.- FRECUENCIA DE CONTROL
- 4.- MATERIAL DE RELLENO
  - 4.1.- NORMATIVA
  - 4.2.- PRECIPACIONES TÉCNICAS
  - 4.3.- CONTROL DE LOS MATERIALES
  - 4.4.- CONTROL DE LA COMPACTACIÓN
  - 4.5.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO



### 1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es definir los puntos a seguir en los trabajos de control de calidad de las obras del proyecto para el paso inferior así como citar la relación de ensayos a realizar, especificando la norma utilizada para la ejecución de los mismos.

Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto y ser aprobados por la Dirección de Obra. Para ello, todos los materiales que se propongan deberán ser examinados y ensayados para su aceptación. El Contratista estará en consecuencia obligado a informar a la Dirección de Obra sobre las procedencias de los materiales que vayan a ser utilizados para que se puedan realizar los ensayos oportunos. La aceptación de un material en un cierto momento no será obstáculo para que el mismo material pueda ser rechazado más adelante si se le encuentra algún defecto de calidad o uniformidad.

Los materiales no incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto habrán de ser de calidad adecuada al uso a que se le destine. Se deben presentar en este caso las muestras, informes y certificados de los fabricantes que se consideren necesarios. Si la información y garantías oficiales no se consideran suficientes, la Dirección de Obra, ordenará la realización de otros ensayos, recurriendo si es necesario a laboratorios especializados.

El Plan de Control abarca el análisis de los siguientes materiales

- Hormigón
- Acero en redondos para hormigón armado
- Material de relleno

### 2.- HORMIGÓN

#### 2.1.- NORMATIVA

- RC-08: Instrucción para la Recepción de cementos. Ministerio de Fomento.
- EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural, Ministerio de Fomento 2008.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

#### 2.2.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Las condiciones o características exigidas al hormigón, se especifican en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, donde se indican los valores de la resistencia a compresión, docilidad y tamaño máximo del árido, y en su caso, resistencia a tracción, contenido de cemento, absorción, peso específico, desgaste, aspecto exterior, etc.

El valor de la resistencia del hormigón a compresión se obtendrá a partir de los resultado de ensayos de rotura a compresión de un mínimo de tres probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, a la edad de 28 días, s/UNE 83.300, 83.301, 83.303 y 83.304.

La docilidad del hormigón se valoraría determinando su consistencia por el procedimiento descrito en la norma UNE 83.313, método del Cono de Abram. Las distintas consistencias y los valores límites de sus tolerancias se especifican en los cuadros siguientes:



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS



- Definidas por su consistencia:

Tipo de consistencia	Tolerancia (cm)	Asiento (cm)
Seca	$\pm 0$	0-2
Plástica	$\pm 1$	3-5
Blanda	$\pm 1$	6-9
Fluida	$\pm 2$	10-15

- Definidas por su asiento

Asiento en el cono de Abrams (cm)	Tolerancia (cm)
0-2	$\pm 1$
3-7	$\pm 2$
8-12	$\pm 3$

### 2.3. - SUMINISTRO DEL HORMIGÓN

En el caso del hormigón fabricado en central, cada carga de dicho hormigón irá acompañada de una hoja de suministro en la que figuren, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre de la central
- N° de la hoja de suministro
- Fecha de entrega
- Nombre del utilizador
- Tipo, clase y categoría del cemento
- Tamaño máximo del árido
- Consistencia y relación A/C.
- Tipo de aditivo o procedencia de cenizas si las hubiese
- Designación del lugar de suministro
- Hora de carga e identificación del camión
- Hora límite de uso para el hormigón

### 2.4.- CONTROL DE LOS HORMIGONES

La consistencia será especificada en los Planos y/o el Pliego de Prescripciones Técnicas particulares del Proyecto o por la Dirección de Obra.

Se determinará el valor de la consistencia siempre que se fabriquen probetas de hormigón, en los casos en que se realice un control del hormigón a nivel reducido o cuando lo indique la Dirección de Obra.



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS



### 2.5.- CONTROL DE LA RESISTENCIA

Ensayos previos: serán preceptivos salvo experiencia previa y consistirán en fabricar 4 series de amasadas distintas, de tres probetas cada una por dosificación empleada, realizándose antes de comenzar la obra para establecer dicha dosificación.

$$f_{cm} > f_{ck}$$

Ensayos característicos: Salvo en el caso de emplear hormigón preparado o de que se posea experiencia previa de los materiales y medios de ejecución, serán preceptivos y consistirán en realizar antes del hormigonado en la obra 6 series de 3 probetas.

Ensayos de control: Se realizarán los correspondientes a nivel de control normal. Se dividirá en lotes según el cuadro siguiente:

**Tabla 86.5.4.1**  
Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia,  
para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido

Límite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, muros de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m <sup>2</sup>	1.000 m <sup>2</sup>	—
Número de plantas	2	2	—

Toma de muestras de hormigón fresco para la fabricación de 3 probetas cilíndricas de 15x30, s/UNE 83.300 y 83.301. Sobre dichas probetas se llevarán a cabo los siguientes ensayos:

- Ensayo de consistencia en cono de Abram/ UNE 83.313
- Curado y refrentado de probetas s/UNE 83.303
- Rotura a compresión a la edad de 28 días s/UNE 83.304
- Emisión del acta de resultados a 28 días.

Si el hormigón fuera de central con Sello de Calidad, los lotes se reducirán a la mitad con un número de lotes mínimo de 3.

Para determinar la resistencia estimada del lote ( $f_{est}$ ) se ordenarán los valores medios de las resistencias de las N amasadas:

- $X_1 \leq X_2 \leq X_m \leq \dots \leq X_N$ , siendo  $m = N/2$  ó  $m = (N-1)/2$  si N es impar.
- Si  $N < 6$ ,  $f_{est} = K_N \cdot X_1$
- Si  $N \geq 6$ ,  $f_{est} = 2 \cdot \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_{m-1}}{m-1}$   $X_m \geq K_N \cdot X_1$
- $f_{est} \geq f_{ck}$

(Valores en KN)

Se deducirán dichos valores de la tabla 88.4 b de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE.



### 2.6.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O DE RECHAZO

#### 2.6.1.- *Control de la consistencia*

- Si la consistencia se ha definido por su tipo, el valor obtenido en el ensayo deberá estar comprendido dentro del intervalo correspondiente.
- Si la consistencia se ha definido por su asiento, el valor obtenido en el ensayo deberá estar comprendido dentro de las tolerancias.

El incumplimiento de las condiciones anteriores implicará el rechazo automático de la amasada.

#### 2.6.2.- *Control de la resistencia*

Según el artículo 86.5.6 (control indirecto de la resistencia del hormigón) y el artículo 86.7 (decisiones derivadas del control):

- Si  $f_{est} \geq f_{ck}$  el lote se acepta.
- Si  $f_{est} \geq 0,9 f_{ck}$  el lote se acepta sin perjuicio de las sanciones contractuales previstas.
- Si  $f_{est} < 0,9 f_{ck}$  se podrá, a juicio de la Dirección de Obra, realizar los estudios y ensayos siguientes:

\* Estudio de la seguridad de los elementos que componen el lote.

\* Ensayos de información.

\* Ensayos estáticos de puesta en carga.

En función de estos estudios o ensayos, la Dirección de Obra podrá aceptar, reforzar o demoler los elementos que componen el lote.

### 2.7.- FRECUENCIA DE CONTROL

No se realizarán Ensayos Previos ni Característicos si se tratase de un hormigón preparado del que se conocen los materiales y los medios de ejecución, llevándose a cabo sólo los ensayos establecidos en un control estadístico a nivel normal, según se especifica en el Proyecto

.Finalmente se exigirá a la planta de hormigonado los siguientes certificados:

- Certificado de Inscripción en el Registro Industrial de la Central de Hormigón Preparado
- Certificado de Ensayos de control de producción de la Central
- Hoja de suministro de hormigón debidamente cumplimentada de todos los camiones

### 3.- ACERO EN REDONDOS PARA HORMIGÓN ARMADO

#### 3.1.- NORMATIVA

- E.H.E. -08: Instrucción de Hormigón Estructural, Ministerio de Fomento 2008.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS



### 3.2.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Según datos del Proyecto, se emplearán como acero para hormigón, barras corrugadas B 500 SD, a las que se les exige que estén en posesión de marca AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) y adoptándose para el control un nivel NORMAL.

A los efectos de la instrucción EHE-08, solo podrán emplearse barras o rollos de acero corrugado soldables que sean conformes con UNE-EN 10080.

Los posibles diámetros nominales de las barras corrugadas serán las definidas en la serie siguiente, de acuerdo con la tabla 6 de la UNE-EN 10080

6 – 8 – 10 – 12 – 16 – 20 – 32 – 40 y 50 mm

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

Las barras corrugadas cumplirán las condiciones de adherencia especificadas en la EHE. Las características de adherencia serán objeto de homologación y en el Certificado de Homologación se consignarán los límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos, que se comprobarán posteriormente en el control de obra.

Además, las barras corrugadas cumplirán con las características señaladas en los cuadros adjuntos según se especifica en la instrucción EHE y la norma UNE 36.068 para aceros soldables (S).

#### - Características geométricas del núcleo:

TOLERANCIA EN MASA Y EN EL ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
BARRAS SOLDABLES	
Ø (mm)	Tolerancia s/barra (%)
6	-6
8-10-12	-5
16-20	-5
25-32-40	-4
BARRAS SOLDABLES	
Ø (mm)	Tolerancia máx (mm)
6-8	1
10-12-14	1,5
16-20-25	2
32-40	2,5

#### - Características geométricas del corrugado:

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



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS



### - Características mecánicas mínimas a tracción:

**Tabla 32.2.a**  
Tipos de acero corrugado

Tipo de acero		Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación		B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>		≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, $f_s$ (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>		≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\epsilon_{u,5}$ (%)		≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{máx}$ (%)	Acero suministrado en barra	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
	Acero suministrado en rollo <sup>(3)</sup>	≥ 7,5	≥ 7,5	≥ 10,0	≥ 10,0
Relación $f_s/f_y$ <sup>(2)</sup>		≥ 1,05	≥ 1,05	$1,20 \leq f_s/f_y \leq 1,35$	$1,15 \leq f_s/f_y \leq 1,35$
Relación $f_{yreal}/f_{ynominal}$		—	—	≤ 1,20	≤ 1,25

### - Características de doblado:

Doblado simple a 180 ° y doblado-desdoblado a 90 ° y 20 °. No se producirán grietas después de ambos ensayos.

### - Recepción de las barras de acero:

Todos los tipos de acero y diámetros tendrán su “Certificado de Homologación de Adherencia” en el que se consignen las características Geométricas de los resaltos.

Toda partida que llegue a obra irá acompañada del “Certificado de Garantía” del fabricante en el que figurará el tipo de acero, fabricante, características, distintivos de marca AENOR y si se le solicita, enviará también los ensayos realizados a esa partida.

Además, todo paquete de armaduras que llegue a obra llevará su identificación con el número de colada, fecha de fabricación, país de fabricación, tipo de acero...etc.

Finalmente las barras vendrán identificadas por un código de regruesamiento de corrugas que permitirá conocer el tipo de acero, país de fabricación y fabricante.

### 3.3.- CONTROL A NIVEL NORMAL

Se realizará para  $\gamma_s=1,15$  y se verificarán las siguientes características.

Sección equivalente	<i>1 ensayo sobre 2 probetas por la totalidad de los diámetros y fabricante cada 20 T.</i>
Características geométricas	
Doblado simple	
Doblado-desdoblado s/UNE 36.068-1M	
Límite elástico	<i>Una vez 1 ensayo sobre 1 probeta por la totalidad de los diámetros y fabricante.</i>
Carga de rotura	
Alargamiento s/UNE 7.474-1	





### 3.4.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Sección equivalente al doblado simple, doblado-desdoblado:

- Si las dos probetas cumplen se acepta la partida. Si las dos no cumplen se rechaza la partida.
- Si una no cumple se tomarán cuatro probetas. Si las cuatro cumplen se acepta la partida.
- Si falla una se rechaza la partida.

Características geométricas:

- Si las dos probetas cumplen se acepta la partida.
- Si una falla se rechaza la partida.

Límite elástico/tensión de rotura/alargamiento:

- Si la probeta cumple se acepta la partida.
- Si falla, todas las barras se clasificarán en lotes de 20 T, y se ensayarán otras 2 probetas.
- Si las dos probetas cumplen se acepta el lote, si las dos fallan se rechaza el lote. Si falla una se tomarán otras 16 probetas, y entonces:
- Si la media aritmética de los dos resultados más bajos es mayor que el valor garantizado y todos los resultados superan el 95 % de dicho valor se aceptará el lote. En caso contrario el lote será rechazado.

### 3.5.- FRECUENCIA DE CONTROL

Al tratarse de barras corrugadas soldables, con exigencias de Distintivos de Calidad se realizará un control a nivel normal con la frecuencia establecida anteriormente comprobando que cumple con la especificación en cuanto a sección equivalente, características geométricas de los resaltos, doblado simple, doblado- desdoblado, límite elásticos, carga de rotura y alargamiento.

Por otra parte, cada partida que llegue a obra se le exigirá el Certificado de garantía y Ensayos de la partida, Certificado de posesión de marca AENOR y al inicio de la obra el Certificado de homologación de adherencia.

## 4.- MATERIAL DE RELLENO

### 4.1.- NORMATIVA

- Pliego de Prescripciones Técnicas generales para obras de carreteras y puentes
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de este Proyecto

### 4.2.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Esta unidad se define como un material granular formado por áridos machacados total o parcialmente cuya granulometría es continua.

La ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento
- Aportación del material



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS



- Extensión, humectación si procede y compactación de cada tongada.
- Refino de la superficie de la última tongada.
- Comprobación granulométrica según el PG-3.
- Cumplirá lo especificado en dicho Pliego de Prescripciones Técnicas.

Otras características a verificar dentro de las labores de control de calidad son las que se indican en el siguiente cuadro:

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Índice de lajas	< 35
Desgaste de los Angeles	< 30 para TO y TI
Granulometría B)	< 35 para T2, T3 y T4
Coeficiente de limpieza	2
Equivalente de arena	> 30 para T2, T3 y T4
Plasticidad	No Plástico
Proctor Modificado	s/ composición y forma de actuación

### - **Grado de compactación:**

El grado de compactación que se exige en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de este Proyecto es el del 98 % de la densidad máxima del Proctor modificado.

### 4.3.- CONTROL DE LOS MATERIALES

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Proctor modificado.
- Equivalente de Arena.
- Granulometría.
- Índice de lajas.
- Límites de Attenberg.
- Coeficiente de limpieza.
- Desgaste los Ángeles.

### 4.4.- CONTROL DE LA COMPACTACIÓN

Para el material se realizarán 6 ensayos de densidad-humedad por método de isótopos radiactivos.

Por el mismo material se realizará 1 ensayo de carga con placa.



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS



### 4.5.- CRITERIOS DE ACPTACIÓN O RECHAZO

La Dirección de Obra, una vez comprobadas las características del material, lo aceptará o rechazará en función de los resultados obtenidos en Laboratorio y siempre antes de proceder a su extensión y compactación. En cuanto a las densidades medias obtenidas en la tongada compacta no deberán ser inferiores a las especificadas en el apartado correspondiente del PG-3. No más de 2 ensayos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta el 2% de la densidad exigida.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán por sí solos base de aceptación o rechazo.

Los módulos E2 obtenido en el ensayo de carga con plazca no deberán ser inferiores a los especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

En caso de no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta alcanzar las densidades y módulos especificados

### RELACIÓN VALORADA DE ENSAYOS

ENSAYOS	MEDICIÓN	UD.	FRECUENCIA DE LOTES	Nº DE LOTES	Nº DE ENSAYOS POR LOTE	Nº DE ENSAYOS	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>HORMIGÓN</b>								
<b>LOSAS DEL MARCO</b>								
Control de Resistencia	117.6	m3	1 cada 100 m3	2	6	12	55.2	662.4
Control de consistencia	117.6	m3	1 cada 100 m3	2	6	12	10.1	131.3
<b>HASTIALES</b>								
Control de Resistencia	84	m3	1 cada 100 m3	1	6	6	55.2	331.2
Control de consistencia	84	m3	1 cada 100 m3	1	6	6	10.1	60.6
<b>ZAPATAS ALETAS</b>								
Control de Resistencia	11.184	m3	1 cada 100 m3	1	6	6	55.2	331.2
Control de consistencia	11.184	m3	1 cada 100 m3	1	6	6	10.1	60.6
<b>ALZADO ALETAS</b>								
Control de Resistencia	6.48	m3	1 cada 100 m3	1	6	6	55.2	331.2
Control de consistencia	6.48	m3	1 cada 100 m3	1	6	6	10.1	60.6
<b>ACERO</b>								
Tracción y alargamiento	19.07	t	1 cada 20 t	1	1	1	35.27	35.27
Sección equivalente y desviación de masa, ovalidad, características geométricas de los resaltos, doblado simple y doblado-desdoblado	19.07	t	1 cada 20 t	1	1	1	42.02	42.02
<b>MATERIAL DE RELLENO</b>								
Proctor modificado	6002.15	m3	1 cada 700 m3	9	1	9	72.12	649.08
Granulometría	6002.15	m3	1 cada 700 m3	9	1	9	49.87	448.83
Desgaste de Los Ángeles	6002.15	m3	1 cada 700 m3	9	1	9	30.49	274.41
							<b>TOTAL</b>	<b>3418.71</b>



## ANEJO N°5- VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS

