

# PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

## Titulo Proyecto:

PROXECTO EXECUCIÓN DE BEIRARRUAS NA RUA SAA - BEADE

## Peticionario:

CONCELLO DE VIGO (Área de Servicios Generales)  
Plaza del Rey s/nº  
VIGO - PONTEVEDRA

## Situación:

Rua Saa – Beade  
36312 Vigo - Pontevedra

## Fecha:

Agosto 2014

**tecnigal s.l.**  
ingeniería

tecnigal, s.l.  
CONSULTING DE INGENIERÍA

PLIEGO DE CONDICIONES

Pág. 1



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 1 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

## ÍNDICE

1.1.-	DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO .....	5	
2.-	MATERIALES, DISPOSITIVOS E INSTALACIONES Y SUS CARACTERÍSTICAS .....		6
2.1.-	MATERIALES BÁSICOS .....	7	
2.1.1.-	Materiales no citados en este pliego .....	7	
2.1.2.-	Cementos .....	7	
2.1.3.-	Barras corrugadas para hormigón estructural .....	7	
2.1.4.-	Mallas electro soldadas .....	10	
2.1.5.-	Agua .....	11	
2.1.5.1.-	Agua de Humectación .....	11	
2.1.5.2.-	Agua para emplear en lechadas, morteros y hormigones hidráulicos .....	11	
2.1.6.-	Aditivos .....	14	
2.1.7.-	Productos filmógenos de curado .....	16	
2.1.8.-	Plastificantes .....	17	
2.1.9.-	Colorantes .....	20	
2.1.10.-	Cenizas volantes .....	20	
2.1.11.-	Geotextiles .....	22	
2.1.12.-	Madera .....	24	
2.1.13.-	Áridos .....	25	
2.1.13.1.-	Áridos para explanadas mejoradas .....	25	
2.1.13.2.-	Áridos para subbases granulares .....	25	
2.1.13.3.-	Áridos para riegos de imprimación .....	26	
2.1.13.4.-	Áridos para morteros de cemento .....	26	
2.1.13.5.-	Áridos para hormigones hidráulicos .....	27	
2.1.14.-	Material filtrante .....	29	
2.1.15.-	Cementos .....	31	
2.1.16.-	Zahorra artificial .....	66	
2.1.17.-	Cloruro de polivinilo (pvc) .....	68	
2.1.18.-	Betunes asfálticos .....	69	
2.1.19.-	Emulsiones bituminosas .....	70	
2.1.20.-	Elementos metálicos galvanizados .....	72	
2.1.20.1.-	Materiales .....	72	
2.1.20.2.-	Características del recubrimiento .....	73	
2.1.21.-	Otros Materiales Básicos .....	73	
2.2.-	PROTECCIONES DE OBRAS INFERIORES DE HORMIGÓN ARMADO .....	74	
2.3.-	SEÑALES METÁLICAS RETRORREFLECTANTES MEDIANTE LÁMINAS CON MICROESFERAS DE VIDRIO .....	75	
2.4.-	PINTURAS A EMPLEAR EN SEÑALES DE CIRCULACIÓN .....	82	
2.5.-	MARCAS VIALES .....	86	
2.6.-	PINTURAS A EMPLEAR EN MARCAS VIALES .....	92	
3.-	EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS .....		105
3.1.-	EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS .....	106	
3.1.1.-	Varios .....	106	
3.1.2.-	Maquinaria .....	107	
3.1.3.-	Limpieza de las obras .....	107	
3.1.4.-	Facilidades para la inspección .....	107	
3.2.-	SIGNIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	107	
3.3.-	RELLENOS LOCALIZADOS .....	108	
3.4.-	EXCAVACIÓN EN ZANJA .....	110	
3.5.-	EXCAVACIÓN EN CIMIENTOS .....	110	





3.6.-	ARMADURAS DE ACERO A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO .....	113
3.7.-	FÁBRICAS DE HORMIGÓN .....	117
3.7.1.-	Lechadas de cemento .....	117
3.7.2.-	Morteros de cemento .....	117
3.7.3.-	Hormigones hidráulicos .....	118
3.7.4.-	Obras de hormigón en masa o armado .....	124
3.8.-	ENCOFRADOS Y MOLDES .....	149
3.9.-	EXPLANACIÓN .....	151
3.9.1.-	Demoliciones y escarificados .....	151
3.9.1.1.-	Demoliciones .....	151
3.9.1.2.-	Escarificado del firme .....	153
3.9.2.-	Desbroce del terreno .....	154
3.9.3.-	Excavación en tierra vegetal .....	155
3.9.4.-	Excavación en la explanación .....	156
3.9.5.-	Terraplenes .....	158
3.10.-	PAVIMENTACIÓN .....	164
3.10.1.-	Bases de hormigón hidráulico convencional .....	164
3.10.2.-	Equipo necesario para la ejecución de las obras .....	167
3.10.2.1.-	Central de fabricación .....	167
3.10.2.2.-	Elementos de transporte .....	168
3.10.2.3.-	Equipos de puesta en obra del hormigón .....	169
3.10.3.-	Ejecución de las obras .....	171
3.10.3.1.-	Estudio y obtención de la fórmula de trabajo .....	171
3.10.3.2.-	Preparación de la superficie de asiento .....	171
3.10.3.3.-	Fabricación del hormigón .....	172
3.10.3.4.-	Puesta en obra del hormigón .....	174
3.10.3.5.-	Colocación de armaduras en pavimento continuo de hormigón armado .....	174
3.10.3.6.-	Ejecución de juntas en fresco .....	174
3.10.4.-	Terminación .....	175
3.10.4.1.-	Generalidades .....	175
3.10.4.2.-	Terminación con pavimentadoras de encofrados deslizantes .....	175
3.10.4.3.-	Terminación de los bordes .....	175
3.10.4.4.-	Textura superficial .....	175
3.10.4.5.-	Numeración y marcado de las losas .....	176
3.10.4.6.-	Protección y curado del hormigón fresco .....	176
3.10.5.-	Tramo de prueba .....	178
3.10.6.-	Especificaciones de la unidad terminada .....	178
3.10.6.1.-	Resistencia .....	178
3.10.6.2.-	Alineación, rasante, espesor y anchura .....	178
3.10.6.3.-	Regularidad superficial .....	179
3.10.6.4.-	Textura superficial .....	179
3.10.6.5.-	Integridad .....	179
3.10.7.-	Limitaciones de la ejecución .....	179
3.10.7.1.-	Generalidades .....	179
3.10.7.2.-	Limitaciones en tiempo caluroso .....	180
3.10.7.3.-	Limitaciones en tiempo frío .....	180
3.10.7.4.-	Apertura a la circulación .....	180
3.11.-	JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y DE DILATACIÓN .....	180
3.12.-	RIEGOS DE IMPRIMACIÓN .....	183
3.13.-	RIEGOS DE ADHERENCIA .....	187
3.14.-	RIEGOS DE CURADO .....	190
3.15.-	EL MARCADO CE DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS EN ESPAÑA .....	193
3.16.-	LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ESPAÑOLAS ACTUALES SEGÚN LA NORMA EUROPEA .....	195
3.16.1.-	El marcado de mezclas bituminosas .....	196
3.16.2.-	El marcado de los componentes .....	198



3.17.-	REAL DECRETO 105/08 POR EL QUE SE REGULA LA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	202
4.-	MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO .....	210
4.1.-	MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO .....	211
4.1.1.-	Unidades de obra .....	211
4.1.2.-	Partidas alzadas a justificar .....	211



## 1.1.- DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

Este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares tiene por objeto regular las obras correspondientes al **PROXECTO DE EXECUCIÓN DA RUA SAA – BEADE**.

Las prescripciones de este Pliego serán de aplicación a la construcción, control. Dirección e inspección de las obras correspondientes a este Proyecto, así como las pruebas mínimas para su recepción, las condiciones de medición y abono y las obligaciones inherentes a los trabajos realizados por la empresa adjudicataria de las obras.

Además de lo especificado en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3 (Orden de 6 de febrero de 1976 y sus modificaciones y revisiones posteriores), serán de aplicación todas las disposiciones y normativas vigentes relativas a los distintos ámbitos y trabajos a realizar para la correcta ejecución de las obras, y en concreto las relativas a:

- Administraciones Públicas
- Agua
- Cementos
- Hormigones
- Seguridad y Salud

Todos estos documentos obligarán en su redacción original, con las modificaciones posteriores declaradas de aplicación obligatoria, a que se declaren como tales durante el plazo de ejecución de las obras de este Proyecto.





## CAPÍTULO I

### 2.- MATERIALES, DISPOSITIVOS E INSTALACIONES Y SUS CARACTERÍSTICAS

tecnigal, s.l.  
CONSULTING DE INGENIERÍA

PLIEGO DE CONDICIONES

Pág. 6



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 6 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

## 2.1.- MATERIALES BÁSICOS

### 2.1.1.- MATERIALES NO CITADOS EN ESTE PLIEGO

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras, no incluidos expresamente en este Pliego, o en los Planos del Proyecto, serán de probada y reconocida calidad, debiendo presentar al Contratista para recabar la aprobación del director de obra, cuantos catálogos, homologaciones, informes y certificaciones de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente podrán exigirse los ensayos oportunos para determinar la calidad de los materiales a utilizar.

El empleo de los citados materiales será autorizado por escrito por el Director de obra.

### 2.1.2.- CEMENTOS

Serán de obligado cumplimiento el artículo 202 del PG-3, en su redacción modificada recogida en la Orden Ministerial de 27 de diciembre de 1999. (BOE de 22 de enero de 2000), y la vigente Instrucción para la recepción de cementos.

#### i. Definición

Se definen como cementos los conglomerantes hidráulicos que, finalmente molidos y convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como bajo agua.

#### ii. Condiciones Generales.

Las características y condiciones de utilización de los cementos, se ajustarán a las especificaciones que fija la Instrucción para la recepción de Cementos.

La utilización de otro tipo de cementos distintos a los fijados en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, deberá ser propuesta por el Contratista, justificándola debidamente y aprobada por la Dirección de Obra.

#### iii. Transporte y Almacenamiento

Será preceptivo lo recogido en el punto 3 del artículo 202 del PG-3.

#### iv. Suministro e Identificación

Será preceptivo lo recogido en el punto 4 del artículo 202 del PG-3.

#### v. Control de Calidad

Será preceptivo lo recogido en el punto 5 del artículo 202 del PG-3.

#### vi. Medición y Abono

La medición y abono de este materia no se realizará de forma independiente, estando incluido en el precio de la unidad de obra de la que forme parte.

### 2.1.3.- BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Será de obligado cumplimiento el artículo 240 del PG-3, en su redacción modificada recogida en la Orden Ministerial de 13 de febrero de 2002, y la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.



**i. Definición**

Se denominan barras corrugadas para hormigón estructural aquellos productos de acero de forma sensiblemente cilíndrica que presentan en su superficie resaltos o estrías con objeto de mejorar su adherencia al hormigón.

Los distintos elementos que conforman la geometría exterior de estas barras (tales como corrugas, aletas y núcleo) se definen según se especifica en la UNE 36068 y UNE 36065.

La designación simbólica de estos productos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36068.

**ii. Materiales**

Se utilizarán en toda la obra, como armaduras pasivas, barras de acero B-500 S.

Las características mecánicas determinadas de acuerdo con la Norma UNE-7262, que se garantizarán, son las siguientes:

Designación	Clase de acero	Límite elástico $f_y$ en N/mm <sup>2</sup> no menor que (1)	Carga unitaria de rotura $f_s$ en N/mm <sup>2</sup> no menor que (1)	Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros no menor que	Relación $f_s/f_y$ en ensayo no menor que (2)
B 500S	Soldable	500	550	12	1,05

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

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

El acero será soldable y su composición química satisfará las limitaciones contenidas en la siguiente tabla:

Análisis	C% máx	Ceq 1)% máx	P% máx	S% máx	N 2)% máx
Colada	0,22	0,50	0,050	0,050	0,012
Producto	0,24	0,52	0,055	0,055	0,013

(1)  $\% Ceq = \% C + \% Mn / 6 + (\% Cr + \% Mo + \% V) / 5 + (\% Ni + \% Cu) / 15$

Si existen elementos fijadores del nitrógeno, tales como aluminio, vanadio, etc. En cantidad suficiente, se pueden admitir contenidos superiores.

Cuando sea necesario, el fabricante indicará los procedimientos y recomendaciones para realizar la soldadura.

Las barras llevarán las marcas de identificación establecidas en el artículo 12 de la UNE 36068:94 relativas al tipo de acero, país de origen y marca del fabricante (según lo indicado en el Informe Técnico UNE 36811:98).

Solo se admitirán barras corrugadas de países comunitarios con certificado de calidad. La calidad de las barras corrugadas estará garantizada a través del Contratista de acuerdo con lo indicado en el apartado 31.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o en normativa que la sustituya. La garantía de calidad de las corrugadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

Los valores nominales de la masa por metro lineal y del área de la sección se indican en la tabla siguiente:





Diámetro nominal mm	Área de la sección Transversal S mm <sup>2</sup>	Masa Kg/m
6	28,3	0,222
8	50,3	0,395
10	78,5	0,617
12	113	0,888
14	154	1,21
16	201	1,58
20	314	2,47
25	491	3,85
32	804	6,31
40	1.260	9,86

Será preceptivo lo recogido en el punto 2 del artículo 240 del PG-3.

### iii. Suministro:

Será preceptivo lo recogido en el punto 3 del artículo 240 del PG-3.

### iv. Almacenamiento:

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, las barras se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización, y especialmente después de un largo período de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

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

Será preceptivo lo recogido en el punto 4 del artículo 240 del PG-3.

### v. Recepción:

Para efectuar la recepción de las barras corrugadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el Art. 90 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el apartado 90.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE) o normativa que la sustituya.

Será preceptivo lo recogido en el punto 5 del artículo 240 del PG-3.

### vi. Medición y Abono

La medición y abono de las barras corrugadas para hormigón estructural se realizará según lo indicado específicamente en la unidad de la obra que forman parte.



En acopios, las barras corrugadas para hormigón estructural se abonarán por kilogramos (kg) realmente acopiados, medidos por pesada directa en báscula contrastada.

#### vii. Especificaciones Técnicas y distintivos de calidad

Será preceptivo lo recogido en el punto 7 del artículo 240 del PG-3.

#### 2.1.4.- MALLAS ELECTRO SOLDADAS

Será de obligado cumplimiento el artículo 241 del PG-3, cuya modificación está recogida en la Orden Ministerial de 13 de febrero de 2002, y la vigente Instrucción de Hormigón Estructural.

##### i. Definición

Se denominan mallas electro soldadas a los productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas.

Los diámetros nominales de los alambres corrugados que forman las mallas electro soldadas se ajustarán a la serie: 5-5, 5-6-6, 5-7-7, 5-8-8, 5-9-9, 5-10-10, 5-11-11, 5-12 y 14mm.

La designación de las mallas electro soldadas se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36 092.

##### ii. Materiales

Los elementos que componen las mallas electro soldadas pueden ser barras corrugadas o alambres corrugados. Las primeras cumplirán las especificaciones del apartado 31.2 o del apartado 4 del anejo 12 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya y, los segundos, las especificaciones del apartado 31.3, así como las condiciones de adherencia especificadas en el apartado 31.2 del mismo documento.

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

La sección equivalente de los alambres y barras corrugadas no será inferior al 95% de su sección nominal.

Las características de las mallas electro soldadas cumplirán con lo indicado en el apartado 31.3 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya, así como con las especificaciones de la UNE 36 092.

La marca indeleble de identificación se realizará de acuerdo con las indicaciones del apartado 31.3 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

##### iii. Suministro

Cada paquete debe llegar al punto de suministro con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la norma UNE 36 092, de acuerdo con lo especificado en el apartado 31.3 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" ó normativa que la sustituya.

La calidad de las mallas electro soldadas estará garantizada por el fabricante a través del Contratista de acuerdo con lo indicado en el apartado 31.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya. La garantía de calidad de las mallas electro soldadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

Será preceptivo lo recogido en el punto 3 del artículo 241 del PG-3.



**iv. Almacenamiento:**

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en el apartado 31.6 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Será preceptivo lo recogido en el punto 4 del artículo 241 del PG-3.

**v. Recepción**

Para efectuar la recepción de las mallas electro soldadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 90 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el apartado 90.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

Será preceptivo lo recogido en el punto 5 del artículo 241 del PG-3.

**vi. Medición y Abono**

La medición y abono de las mallas electro soldadas para hormigón armado se realizará según lo indicado específicamente en la unidad de obra de la que formen parte.

En acopios, las mallas electro soldadas se abonarán por kilogramos (Kg) realmente acopiados según su tipo y medidos por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

**vii. Especificaciones Técnicas y Distintivos de Calidad**

A efectos del reconocimiento de marcas; sellos o distintivos de calidad, se estará a lo dispuesto en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Normas Referenciadas:

- UNE 36 092 Mallas electro soldadas de acero para armaduras de hormigón armado.
- Será preceptivo lo recogido en el punto 7 del artículo 241 del PG-3.

**2.1.5.- AGUA**

Se clasifica en:

- Agua de humectación, empleada en la construcción de terraplenes y apisonado de zanjas.
- Agua para emplear en lechadas, morteros y hormigones hidráulicos.

**2.1.5.1.- Agua de Humectación**

El agua que se emplea para facilitar la compactación de los suelos deberá estar libre en aquellas materias en suspensión en la medida que éstas perjudiquen la estabilidad, durabilidad o las características plásticas del material trabajado. Todas las aguas empleadas en este sentido deberán probarse, de antemano, por la Dirección Facultativa.

**2.1.5.2.- Agua para emplear en lechadas, morteros y hormigones hidráulicos****i. Definición:**

Se denomina agua para emplear en el amasado o en el curado de morteros y hormigones, tanto a la natural como a la depurada, sea o no potable, que cumpla los requisitos que se señalan en el apartado



correspondiente de este apartado.

Como norma general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de las lechadas morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas por la práctica, es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores eflorescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de las masas.

Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

## ii. Condiciones Generales:

Cumplirán con lo especificado en el Artículo 280 del PG-3 según la redacción modificada por la Orden Ministerial de 13 de febrero de 2002, así como lo prescrito en el artículo 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Como norma general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de lechadas, morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores eflorescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de las masas.

Salvo justificación especial demostrativa de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles a la lechada, mortero u hormigón, se rechazarán las aguas que no cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- El agua debe ser potable o cuando la experiencia local garantice su uso. Debe estar exenta de partículas sólidas en suspensión que perjudiquen la calidad de los morteros.
- Acidez medida por pH, igual o superior a cinco (5).
- Sustancias disueltas en cantidad igual o inferior a quince gramos por litro (15 gr./l.) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 ppm).
- Ión cloro en proporción igual o inferior a una décima de gramo por litro (0,1 gr./l.) equivalente a cien partes por millón (100 ppm) para los hormigones pretensados; seis gramos por litro (6 gr./l.) equivalente a seis mil partes por millón (6.000 ppm) para los hormigones armados y a dieciocho gramos por litro (18 gr./l.) equivalente a dieciocho mil partes por millón (18.000 ppm) para los hormigones en masa y morteros que no hayan de estar en contacto con armaduras o elementos metálicos.
- Exentas de hidratos de carbono.
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad inferior a quince gramos por litro (15 gr./l.) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 ppm).

Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que favorece la presencia de fenómenos expansivos de cristalización, la limitación relativa a las sustancias disueltas podrá hacerse aún más severa, a juicio de la Dirección, especialmente en los casos y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias.

## iii. Equipos

Con la maquinaria y equipos utilizados en el amasado deberá conseguirse una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

## iv. Criterios de aceptación y rechazo:

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas que la práctica haya sancionado como aceptables.

En los casos dudosos o cuando no se posean antecedentes de su utilización, las aguas deberán ser analizadas. En ese caso, se rechazarán las aguas que no cumplan alguno de los requisitos indicados en el artículo 27 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya, salvo



justificación especial de que su empleo no altera de forma apreciable las propiedades exigibles a los morteros y hormigones con ellas fabricados.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Exponente de hidrógeno pH (UNE 7234:71)  $\geq 5$
- Sustancias disueltas (UNE 7130:58)  $\leq 15$  gramos por litro (15.000 p.p.m)
- Sulfatos, expresados en  $SO_4^{2-}$  (UNE 7131:58), excepto para el cemento SR en que se eleva este límite a 5 gramos por litro (5.000 p.p.m)  $\leq 3$  gramos por litro (3.000 p.p.m).
- Ión cloruro,  $Cl^-$  (UNE 7178:60):
- Para hormigón pretensado  $\leq 1$  gramo por litro (1.000 p.p.m)
- Para hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración  $\leq 3$  gramos por litro (3.000 p.p.m)
- Hidratos de carbono (UNE 7132:58):0
- Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235:71)  $\leq 15$  gramos por litro (15.000 p.p.m)

Podrán, sin embargo, emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tengan armadura alguna. Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de estas aguas para el amasado o curado de hormigón armado o pretensado.

Con respecto al contenido de ión cloruro, se tendrá en cuenta lo previsto en el artículo 30.1 de la EHE.

El incumplimiento de las especificaciones será razón suficiente para considerar el agua como no apta para amasar hormigón y morteros, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

Cuando los resultados obtenidos estén peligrosamente próximos a los límites prescritos, cuando cambie la procedencia del agua y, en general, siempre que la Dirección de la obra lo estime oportuno, se repetirán los mencionados análisis, ateniéndose en consecuencia a los resultados, sin apelación posible ni derecho a percepciones adicionales por parte del Contratista, caso de verse obligado a variar el origen del suministro.

En particular, cuando el abastecimiento provenga de pozos, los análisis deberán repetirse de forma sistemática, dada la facilidad con que las aguas de esa procedencia aumentan en salinidad y otras impurezas a lo largo del tiempo.

#### v. Recepción

El control de calidad de recepción se efectuará de acuerdo con el artículo 81.2 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

La Dirección de Obra exigirá la acreditación documental del cumplimiento de los criterios de aceptación y, si procede, la justificación especial de inalterabilidad mencionada.

#### vi. Medición y Abono

El agua a emplear en morteros y hormigones se incluyen, en todos los casos, en el precio de estos materiales, no siendo de abono por separado.



## 2.1.6.- ADITIVOS

### i. Definiciones

Reciben el nombre de aditivos aquellas sustancias que se añaden a las mezclas en la fabricación de hormigones con la dosis precisa para modificar favorablemente una o varias de sus propiedades.

Recibe el nombre de hormigón de control y hormigón base el hormigón que, fabricado con los mismos materiales (cemento, áridos y agua) que hayan de emplearse en obra, sea dosificado para satisfacer las condiciones exigidas en el PCTP de docilidad, resistencia, densidad, durabilidad e impermeabilidad.

Recibe el nombre de hormigón de ensayo el hormigón obtenido al añadir, durante el amasado, un aditivo al hormigón de control.

Se denominarán aditivos aquellos productos que se emplean en las obras de hormigón y no quedan incorporados a su masa, tales como los filmógenos de curado, los hidrófugos de superficie o impermeabilizantes, los desencofrantes, etc.

Se denominan aditivos a emplear en morteros y hormigones aquellos productos que, incorporados al mortero u hormigón en pequeña proporción (salvo casos especiales, una cantidad igual o menor del cinco por ciento (5%) del peso de cemento), antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

### ii. Normativa técnica

Normas básicas de referencia ASTM C-494-82. Standard specification for chemical admixtures for concrete.

Será de aplicación lo indicado en el artículo 281 del Pliego Genral de Carreteras PG-3, según la redacción modificada por la Orden Ministerial del 13 de febrero de 2002, y la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

### iii. Clasificación

A los efectos de este PCTP, los aditivos químicos para hormigones, morteros y lechadas de cemento, se clasificarán en los siguientes grupos:

- Aireantes.
- Plastificantes.
- Retardantes del fraguado.
- Acelerantes del fraguado.
- Colorantes.
- Cenizas volantes para fabricar hormigón seco compactado.

### iv. Condiciones generales

Podrá autorizarse el empleo de todo tipo de aditivos, siempre que se justifique, mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para las armaduras.

Como norma general, se recomienda usar tan sólo aquellos aditivos cuyo comportamiento al emplearlos en las proporciones previstas venga garantizado por el fabricante. No obstante debe tenerse en cuenta que el comportamiento de los aditivos varía con las condiciones particulares de cada obra, tipo y dosificación de cemento, naturaleza de los áridos etc. Por ello es imprescindible la realización de ensayos en todos y cada uno de los casos, y muy especialmente cuando se empleen cementos diferentes del Portland.



A igualdade de temperatura, a densidade e viscosidade dos aditivos líquidos ou de súas solucións ou suspensións en auga, serán uniformes en todas as partidas suministradas e asimismo o cor da se mantendrá invariable.

Non se permitirá o emprego de aditivos en los que, mediante análisis químicos, se encuentren cloruros, sulfatos o cualquier otra materia nociva para el hormigón, en cantidades superiores a los límites equivalentes a los que se toleran en el agua de amasado, para una unidad de volumen de hormigón o mortero. Se exceptuarán los casos extraordinarios de empleo autorizado del cloruro cálcico.

El aditivo debe ser neutro frente a los componentes del cemento y los áridos tanto a corto como a largo plazo.

Los aditivos pueden suministrarse en estado líquido o sólido. De suministrarse en estado líquido, su solubilidad en agua será total cualquiera que sea la concentración del aditivo. Si el aditivo se suministra en estado sólido, deberá ser fácilmente soluble en agua o dispersable, con la estabilidad necesaria para asegurar la homogeneidad de su concentración por lo menos durante diez horas (10 h.).

Para que pueda ser autorizado el empleo de cualquier aditivo, es condición necesaria que el fabricante o el suministrador proporcione gratuitamente muestras para ensayos y facilite información concreta sobre los siguientes puntos:

- Tipo de producto, según la clasificación establecida en el apartado anterior.
- Acción principal del producto y otras acciones simultáneas, secundarias o de alguna importancia. Grupos químicos a que pertenecen los elementos activos de base de los productos, sus componentes principales y los componentes secundarios que se empleen para modificar la acción principal o para producir otros efectos simultáneos.
- Contenido en elementos inertes.
- Contenido en productos sólidos, y naturalezas de los disolventes, si el producto se suministra en forma de solución.
- La dosificación o los límites de las dosificaciones usuales del producto y el efecto de una sobre dosificación.
- El proceso a utilizar para incorporar el producto durante el amasado.
- Las condiciones de almacenamiento y el máximo período de tiempo de almacenamiento admisible, antes del empleo.
- Los efectos de las temperaturas de almacenamiento.
- La relación de ensayos a realizar para controlar la calidad y la cantidad de los componentes del producto.

#### v. Identificación

En los envases o recipientes del aditivo deberán figurar, con toda claridad, los siguientes datos:

- Marca y nombre del fabricante.
- Tipo y denominación del producto.

Peso o volumen neto del contenido.

En los albaranes que acompañen a cada una de las partidas enviadas a la obra deberá figurar una información análoga a la del párrafo anterior.

#### vi. Almacenamiento

Los aditivos recibidos en obra serán almacenados en la forma recomendada por el fabricante quien deberá facilitar las instrucciones pertinentes.

El aditivo será almacenado en un local cerrado a salvo de las heladas. Será colocado de tal forma que sea posible un fácil acceso para realizar la inspección y la identificación de cada una de las partidas recibidas.

Las partidas de aditivo que hayan permanecido almacenadas un lapso de tiempo superior a seis (6) meses deberán ser sometidas de nuevo a los ensayos de recepción señalados en el apartado 7, para comprobar la idoneidad del producto, antes de ser empleado.





**vii. Recepción****Toma de muestras**

El Contratista, por medio del contrato correspondiente, obligará al suministrador a que dé todas las facilidades necesarias para que la toma de muestras y la inspección puedan realizarse correctamente tanto en fábrica como a pie de obra.

Las muestras pueden ser simples o compuestas. Las simples son las obtenidas en una sola operación de toma y las compuestas son el resultado de mezclar el producto de dos o más muestras simples.

Cuando se trate de determinar las características de un sólo lote se tomarán muestras simples de este, mientras que si se trata de la determinación de características de varios lotes se formarán muestras compuestas con una toma de cada lote.

En el caso de aditivos que se suministren en forma de líquido se establece en nueve mil quinientos litros (9.500 l.) el tamaño máximo de cada lote, en tres (3) el número mínimo de muestras simples a tomar de cada lote y en un litro (1) el tamaño mínimo de cada muestra.

**Ensayos**

Durante todo el tiempo de ejecución de las obras deberá procurarse que el aditivo de las distintas partidas que se reciban en obra mantenga las mismas características y produzca los mismos efectos que las muestras ensayadas y aceptadas al inicio de los trabajos.

**Rechazo del producto**

El aditivo será rechazado siempre que no cumpla las condiciones específicas establecidas para el mismo en este Pliego, o que hubiesen sido fijadas por el Director.

Los envases o recipientes a granel con aditivo, cuyo peso o volumen difiera en más del cinco por ciento (5 %) del peso especificado, deberán ser rechazados. Si el peso o volumen medio de cincuenta (50) envases o recipientes con aditivo, tomados al azar, fuere menor que el marcado, deberá rechazarse la partida completa.

**viii. Ejecución:**

Serán de aplicación las prescripciones del artículo 29.1 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El aditivo dispondrá de una consistencia tal que su mezcla sea uniforme y homogénea en la masa del mortero y hormigón.

En el caso de los aditivos reductores de agua / plastificantes o reductores de agua de alta actividad/superfluidificantes, para determinar el tiempo de fraguado, se realizará un ensayo según la norma UNE EN 480 (2).

Para realizar el control de dosificaciones y comportamiento de los aditivos, se tendrán en cuenta las prescripciones del artículo 81.4 y sus comentarios, de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

**ix. Medición y Abono**

Los aditivos a emplear en morteros y hormigones se incluyen, en todos los casos, en el precio de estos materiales, no siendo de abono por separado.

**2.1.7.- PRODUCTOS FILMÓGENOS DE CURADO**

Cumplirán con lo especificado en el Artículo 285 del PG-3 según la redacción modificada por la Orden Ministerial de 13 de febrero de 2002, y la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

**i. Definiciones**

Se denominan productos filmógenos de curado aquellos que, aplicados sobre la superficie del hormigón fresco, forman una membrana continua que reduce la pérdida de humedad durante el período de primer





endurecemento, reduciendo al mesmo tempo a elevación de temperatura do hormigón exposto a los rayos solares, debido a la pigmentación clara de la membrana. Los productos comprendidos bajo esta definición pueden emplearse como medio de curado del hormigón fresco, así como con posterioridad al desencofrado o a un curado húmedo inicial.

Se excluyen de este punto productos alternativos, como emulsiones, aceites, etc. que puedan alterar las características superficiales del hormigón. Tampoco se contemplan los productos laminares, como telas plásticas, papel impermeable, etc.

## ii. Materiales

Lo dispuesto en este punto se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Los productos filmógenos de curado serán compuestos líquidos, tipo pintura, integrados por una base y un disolvente volátil, que en ningún caso producirán efectos dañinos sobre el hormigón.

En general, la base, o porción no volátil, constará de un pigmento claro, preferentemente blanco, finamente dividido, y un vehículo, que estará compuesto de ceras naturales o sintéticas, o bien de resinas.

El contenido en fracción no volátil, que no será un material tóxico ni inflamable se determinará, de acuerdo con la UNE-EN ISO 3251.

No se utilizará ninguna clase de producto filmógeno de curado, sin la aprobación previa y expresa de la Dirección de Obra.

Las partidas de filmógenos deberán poseer un certificado o distintivo reconocido de acuerdo con el artículo 1 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

## iii. Medición y Abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forma parte.

## 2.1.8.- PLASTIFICANTES

### i. Definiciones

Reciben el nombre de plastificantes, fluidificantes o reductores de agua, aquellos aditivos que se añaden durante el amasado a los hormigones y morteros para conseguir una de las siguientes finalidades:

- Aumenta, en todas las edades, la resistencia a compresión del hormigón, manteniendo constante la consistencia.
- Aumentar la consistencia del hormigón, manteniendo constante la resistencia a compresión en todas las edades.
- Disminuir el contenido de cemento manteniendo constante la consistencia y la resistencia a compresión en todas las edades del hormigón.

### ii. Composición

Los plastificantes suelen estar fabricados a partir de las siguientes materias primas: ácidos lignosulfónicos y sus sales, ácidos hidrocarboxílicos y sus sales, polímeros hidroxilados, sales de ácidos formaldehído maftaleno sulfónicos y sales de formaldehído melamina sulfonato.



### iii. Clasificación

Los plastificantes se clasifican, de acuerdo con la norma ASTM C-494-82, en los cinco tipos siguientes:

#### Plastificantes puros

Reciben el nombre de plastificantes puros aquellos aditivos que reducen la cantidad de agua necesaria para fabricar hormigón con una consistencia dada, sin alterar de forma sensible el tiempo de fraguado.

#### Superplastificantes

Reciben el nombre de superplastificantes aquellos aditivos que reducen, como mínimo, en el doce por ciento (12 %) la cantidad de agua necesaria para fabricar hormigón con una consistencia dada, sin alterar de forma sensible el tiempo de fraguado.

#### Plastificantes retardantes

Reciben el nombre de plastificantes retardantes aquellos aditivos que además de reducir la cantidad de agua necesaria para fabricar hormigón con una consistencia dada, retrasan el principio del fraguado del cemento.

#### Plastificantes acelerantes

Reciben el nombre de plastificantes acelerantes aquellos aditivos que además de reducir la cantidad de agua para fabricar hormigón con una consistencia dada, adelantan el proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón.

#### Superplastificante retardador

Reciben el nombre de superplastificantes retardadores aquellos aditivos que además de reducir en más del doce por ciento (12 %) la cantidad de agua necesaria para fabricar hormigón con una consistencia dada, retrasan el principio del fraguado del cemento.

### iv. Condiciones generales

Los plastificantes y superplastificantes cumplirán lo establecido en el apartado de condiciones generales para todos los aditivos.

### v. Limitaciones de empleo

La eficacia de los plastificantes propiamente dichos, deben ser suficiente con pequeñas dosis ponderales respecto de la dosificación del cemento (del orden de cinco décimas por ciento (0,5 %) al uno por ciento (1 %) del peso del cemento).

Los plastificantes puros no deben originar una inclusión de aire en el hormigón fresco superior al tres por ciento (3 %) de su volumen, pudiendo llegar este porcentaje en los súper plastificantes al seis por ciento (6 %).

No estarán permitidos plastificantes que contenga cloruros, en cantidad tal que unidos a los del agua de amasado se supere el límite establecido para éstos. En todo caso el fabricante estará obligado a declarar por escrito cual es el contenido de cloruros en el aditivo y si han sido, o no incorporados durante la fabricación del producto. No estarán permitidos los aditivos con contenido apreciable de cloruros en los hormigones pretensados ni en los que tengan piezas empotradas de aluminio.

La diferencia entre el asiento en cono de Abrams en un hormigón con superplastificantes y en otro hormigón de la misma composición y relación agua/cemento pero sin aditivo será, como mínimo, de ocho centímetros (8 cm.). A los treinta (30) minutos de la incorporación del superplastificante a la mezcla, el asiento del hormigón con aditivo no deberá ser inferior a seis centímetros (6 cm.).

La aceptación de un determinado plastificante, propiamente dicho, así como la autorización de su empleo, serán decididas por el Director a la vista del resultado de los ensayos y pruebas realizadas con hormigones de control y con hormigones de ensayo.

En todo caso, será precisa la autorización escrita del Director para el empleo de superplastificantes.

El empleo de superplastificantes solamente es eficaz si la colocación del hormigón o mortero se realiza antes de haber transcurrido treinta (30) minutos desde el momento de su incorporación a la mezcla.



Salvo autorización expresa del Director, no se permitirá la incorporación del superplastificante a la masa una vez terminada la introducción del agua de amasado en la hormigonera. Tampoco se permitirá la adición del superplastificante en los camiones hormigoneras durante el trayecto ni después de llegados al tajo. Estas limitaciones únicamente podrá modificarlas el director en casos de hormigonado en condiciones extremas, con las debidas precauciones y bajo una rigurosa vigilancia.

Generalmente, salvo prohibición del uso de superplastificantes por el Director, podrá admitirse el empleo de estos aditivos en la fabricación de elementos prefabricados de hormigón, en el relleno de anclajes de piezas metálicas o máquina, y otros trabajos, siempre que, por la delgadez, forma, concentración de armaduras, y otras circunstancias de difícil colocación del hormigón o mortero, sea necesaria una consistencia fluida sin pérdida apreciable de resistencia final.

No se emplearán en hormigones cuya dosificación de cementos supere los trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m<sup>3</sup>).

Los superplastificantes no se emplearán con cemento de elevado contenido de aluminato tricálcico.

Cuando el contenido de aluminato tricálcico es superior al ocho por ciento (8 %), el efecto fluidificador es despreciable.

## vi. Recepción

### Toma de muestras

Se cumplirá lo establecido para recepción de aditivos en general.

Uniformidad del producto suministrado

Las diferentes partidas de aditivo recibidas en obra deberán ser sometidas a pruebas de uniformidad de características, y de equivalencia entre sí y en relación con la muestra inicial o muestra patrón del aditivo. Los ensayos de uniformidad serán:

- Color y olor: En una prueba cualitativa de uniformidad. El color y el olor de la muestra ensayada no deben diferir sensiblemente de los de la muestra inicial o patrón.
- Residuo de secado, en aditivos líquidos: El porcentaje de residuo sólido del secado en estufa de la muestra ensayada no deberá diferir en más de cinco (5), enteros del correspondiente a la muestra inicial o patrón.
- Residuo de secado, en aditivos no líquidos: El porcentaje de residuo sólido del secado en estufa de la muestra ensayada no debe diferir en más de cuatro (4), enteros del correspondiente a la muestra inicial o patrón.
- Densidad del aditivo líquido: La densidad de la muestra ensayada no debe diferir en más del diez por ciento (10 %) de la densidad de la muestra inicial o patrón.

### Ensayos de calidad

Se considerarán obligatorios los ensayos que, a continuación, se indican:

- Ensayos con pasta de cemento.
  - Tiempo de principio y fin de fraguado (UNE 80.102.88).
  - Cambio de volumen (aguja Le Chatelier) (RC-97).
- Ensayos con mortero normalizado
  - Efecto aireante (contenido de aire oculto) (UNE 7.141.58).
  - Efecto plastificante/índice de consistencia por todo de la masa de sacudidas (UNE 7.102.56).
  - Resistencia a flexotracción y a compresión. (UNE 83.305.86) y (UNE 83.304.84).
  - Retracción de secado (ASTM-C157).



- Ensayos con hormigón fresco.
  - Efecto aireante (contenido de aire ocluido) (UNE 7.141.58).
  - Efecto plastificante (índice de consistencia por el método del cono de Abrams) (UNE 83.313.90).
  - Tiempo de fraguado en el hormigón (UNE 83.311.86).
- Ensayos con hormigón endurecido.
  - Resistencia a compresión (UNE 83.304.84).
  - Resistencia a tracción (método brasileño) (EHE) (UNE 83.306.85).
  - En aquellos casos en los que la retracción de secado sea determinante se determinará ésta de acuerdo con la norma ASTM C-157.

#### vii. Medición y abono

La medición y abono de los plastificantes se realizará según lo indicado para la unidad de obra de que formen parte.

### 2.1.9.- COLORANTES

#### i. Definición

Se definen como colorantes para hormigones, las sustancias que se incorporan a su masa para dar color al hormigón.

#### ii. Condiciones generales

La aceptación de un producto colorante, así como su empleo, será decidida por el Director, a la vista de los resultados de los ensayos previos cuya realización ordene.

El producto colorante, para poder se empleado, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proporcionar al hormigón una coloración uniforme.
- Ser insoluble al agua
- Ser estable ante la cal y álcalis del cemento.
- No alterar apreciablemente el proceso de fraguado y endurecimiento, la estabilidad de volumen ni las resistencias mecánicas del hormigón con él fabricado.
- No se producirá decoloración del hormigón con la luz solar.
- La dosificación de cualquier pigmento no excederá del diez por ciento (10%) del contenido de cemento, en peso.

#### iii. Medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

### 2.1.10.- CENIZAS VOLANTES

#### i. Definición

Adiciones son aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad que, finamente divididos, pueden se añadidos de hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle propiedades especiales.



Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se recogen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoelectricas alimentadas por carbones pulverizados.

El presente artículo recoge las prescripciones exigibles a la utilización de las cenizas volantes como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.

Las condiciones que se exigen a las cenizas volantes para la fabricación de hormigón seco compactado son las siguientes:

- Deberán utilizarse cenizas volantes silicoaluminosas. Excepcionalmente podrá autorizarse por el director de las obras el empleo de cenizas sulfocálcicas, caracterizadas por tener actividad hidráulica y un contenido total de CaO superior al veinticinco por ciento (25%).
- En todo caso, deberán cumplir las siguientes prescripciones:
  - Contenido de inquemados inferior al seis por ciento (6%)
  - Superficie específica Blaine superior a dos mil centímetros cuadrados por gramo (2.000 cm<sup>2</sup>/gr).
  - Cernido por el tamiz 0,40 UNE no inferior al cincuenta y cinco por ciento (55%)
  - Características químicas constantes.
- Las cenizas volantes silicoaluminosas deberán manejarse en seco si su contenido en CaO libre es superior al uno por ciento (1%). Con contenidos inferiores podrá admitirse su empleo en húmedo, procurándose entonces que la humedad no supere al veinte por ciento (20%).
- Las cenizas sulfocálcicas deberán manejarse en seco. Para poder ser empleadas, su actividad hidráulica deberá ser tal que la resistencia a compresión simple de un mortero de cenizas volantes sea superior a cero coma cinco Megapascals (0,5 Mpa) a los siete (7) días, a tres Megapascals (3 Mpa) a los noventa (90) días. dicha resistencia se determinará como media de las roturas de tres (3) probetas cilíndricas de cincuenta milímetros (50 mm) de diámetro y cien milímetros (100 mm) de altura, fabricadas con un mortero de arena 0/5 mm y un cinco por ciento (5%), en peso de la arena seca, de cenizas volantes, con la humedad óptima Prórctor. Las probetas se compactarán en una prensa similar a las utilizadas para la determinación del CBR, según la Norma NLT-111, y se conservarán en las condiciones previstas en la Norma NLT-310.
- Las cenizas sulfocálcicas no deberán presentar problemas de expansión, lo que se comprobará previamente mediante las agujas de Le Châtelier sobre el mortero, incluso en caliente.

## ii. Normativa técnica

Pliegos e instrucciones de aplicación obligatoria  
"Instrucción de Hormigón Estructural", en vigor.

Norma UNE de obligado cumplimiento UNE-83314-90 EX. Adiciones al hormigón. Cenizas volantes. Recomendaciones generales para la adición de cenizas volantes a los hormigones fabricados con cemento tipo I.

## iii. Condiciones generales

Se prohíbe el uso de adiciones de cualquier tipo, y, en particular, las cenizas volantes, como componentes del hormigón pretensado.

La fabricación del hormigón con adiciones se realizará en central con control de producción, en cuyo caso será preceptiva la realización de los ensayos previos, o bien en central que esté en posesión de un sello o marca de conformidad oficialmente homologado u otro sello de calidad de un país miembro de la CEE que tenga un nivel equivalente. Asimismo, y con carácter previo, la central de hormigonado dispondrá de resultados de ensayos de permeabilidad, carbonatación y determinación del pH así como otros que pueden resultar de interés para la utilización del hormigón.



Se podrá utilizar cenizas volantes como adición en el momento en la fabricación del hormigón, cuando se utilice cemento tipo CEM II, según lo indicado en UNE-83414-90 EX.

En estructuras de edificación, la cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas no excederá del treinta y cinco por ciento (35%) del peso de cemento.

Las cenizas volantes no contendrán elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión en las armaduras. Además, deberá cumplir las condiciones que se indican en la siguiente tabla:

Anhídrido sulfúrico (SO <sub>3</sub> ) (UNE-EN-196-2-96)	≤ 3,0%
Cloruros (Cl-) (UNE-EN-196-2-96)	≤ 0,10%
Óxido de calcio libre (UNE-EN-451-1-95)	≤ 1%
Pérdida al fuego (UNE-EN-196-2-96)	≤ 5,0%
Retenido tamiz 45 µm (UNE-EN-451-2-95)	≤ 40%
Índice de actividad ((UNE-EN-196-1-96)	
A los 28 días	≥ 75%
A los 90 días	≤ 85%
Demanda de agua (UNE-83452-88-EX)	≤ 100,00%
Expansión por el método de las agujas (1) (UNE-EN-196-3-96)	≤ 10mm

- (1) La especificación relativa a la expansión sólo debe comprobarse si el contenido en óxido de calcio libre supera el 1% sin llegar (2,5%). En este caso, si se cumple el requisito de expansión, la ceniza volante es aceptable.

Las cenizas volantes se suministrarán a granel mediante equipos similares utilizados para el cemento, debiéndose almacenar en recipientes y silos impermeables que les proteja de la humedad y la contaminación.

El suministro identificará la adición y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas en la tabla anterior.

#### iv. Recepción

Al ser las cenizas volantes un subproducto de la industria, no se tiene la garantía de su regularidad, por lo que es preciso por parte de la central de hormigonado, el control de recepción de los diferentes suministros, con el fin de comprobar que las posibles variaciones de su composición no afectan al hormigón fabricado con las mismas.

Las cenizas con alto contenido de óxido de calcio pueden dar origen a problemas de expansión en el hormigón, por lo que se recomienda extremar en este caso las precauciones y controles, comprobando con frecuencia la forma de las cenizas y la expansión por el método de las agujas.

#### v. Medición y abono

La medición y abono en las cenizas volantes se realizará según lo indicado para la unidad de obra de que forme parte.

#### 2.1.11.- GEOTEXTILES

Geotextil.- Material textil plano, permeable, polimérico (sintético o natural) que puede ser no tejido, tricotado o tejido, y que se emplea en ingeniería civil en contacto tanto con suelos como con otros materiales para aplicaciones geotécnicas.

Geotextil no-tejido.- Geotextil en forma de lámina plana, con fibras, filamentos u otros elementos orientados regular o aleatoriamente, unidos químicamente, mecánicamente o por medio de calor, o combinación de



ellos. Pueden ser de fibra cortada o de filamento continuo. Dependiendo de la técnica empleada en la unión de sus filamentos, pueden ser:

- Ligados mecánicamente o agujereados.
- Ligados térmicamente o termosoldados.
- Ligados químicamente.

Geotextiles no tejidos, ligados mecánicamente (agujereados).-La unión es mecánica, y en ella un gran número de agujas provistas de espigas atraviesan la estructura en un movimiento alterno rápido.

Geotextiles no tejidos, ligados térmicamente.- La unión entre los filamentos se consigue por calandrado (acción conjugada de calor y presión).

Geotextiles no tejidos, ligados químicamente.- La unión entre sus filamentos se consigue mediante una resina.

Geotextil tricotado.- Geotextil fabricado por el entrelazado de hilos, fibras, filamentos u otros elementos.

Geotextil tejido.- Geotextil fabricado al entrelazar, generalmente en ángulo recto, dos o más conjuntos de hilos, fibras, filamentos, cintas u otros elementos.

Dirección de fabricación (dirección de la máquina).- Dirección paralela a la de fabricación de un geotextil (p.e. para geotextiles tejidos, es la dirección de la urdimbre).

Dirección perpendicular a la de fabricación.- La dirección, en el plano del geotextil perpendicular a la dirección de fabricación (p.e. en geotextiles tejidos, es la dirección de la trama).

En lo que no quede aquí expuesto, relativo a vocabulario y definiciones, se estará a lo indicado en UNE 40523 hasta que sea sustituida por la correspondiente norma europea UNE EN.

## i. Características generales

Naturaleza del geotextil

### ➤ Masa por unidad de superficie

La masa por unidad de superficie se relaciona con la uniformidad del geotextil e indirectamente con el resto de las características del mismo. La masa por unidad de superficie se medirá según UNE EN 965.

### ➤ Espesor

El espesor del geotextil está condicionado por la presión aplicada sobre él. El espesor de los geotextiles se medirá según UNE EN 964.

### ➤ Durabilidad

Es la propiedad por la cual el geotextil mantiene sus características con el paso del tiempo y habrá de evaluarse en el caso de usar el geotextil en un ambiente que pueda considerarse agresivo física, química o bacteriológicamente.

La durabilidad de los geotextiles se evalúa como la reducción medida en "tanto por ciento" de los valores de las propiedades iniciales, una vez que el geotextil ha sido sometido, de acuerdo con UNE ENV-12226, a la acción de los agentes físicos, químicos y bacteriológicos a los que previsiblemente vaya a estar sometido.

Salvo indicación en contrario del Proyecto, las normas de aplicación serán: UNE ENV-12224 para la resistencia a la intemperie; ENV ISO-12960 para la resistencia a la degradación química en ambientes agresivos; UNE ENV-12225 para la resistencia a agentes biológicos; UNE ENV-12447 para la resistencia a la hidrólisis; y ENV ISO-13438 para la resistencia a la oxidación, en tanto que esta norma provisional y experimental no sea sustituida por la correspondiente norma UNE EN.

## ii. Propiedades mecánicas

### Resistencia a la tracción

La resistencia a tracción (carga máxima) y el alargamiento (en el punto de carga máxima) de los geotextiles, se evaluará mediante el ensayo UNE EN ISO 10319.





Resistencia al punzamiento estático

Mide la resistencia de un geotextil bajo una carga estática, mediante un ensayo tipo CBR que se realizará según UNE EN ISO 12236.

Resistencia a la perforación dinámica

Mide la resistencia de un geotextil a las cargas dinámicas, mediante un ensayo por caída de cono que se realizará según UNE EN 918.

Ensayo de fluencia

Mide la deformación de un geotextil al aplicar una carga en tracción constante con el tiempo y se evaluará según EN ISO 13431.

## Propiedades hidráulicas

- Para determinar las propiedades hidráulicas se evaluarán los siguientes parámetros:
- Permeabilidad normal al plano (permitividad sin carga), según EN ISO 11058.
- Permeabilidad en el plano (transmisividad, según EN ISO 12958).
- Diámetro eficaz de poros O90, según EN ISO 12956.

**2.1.12.- MADERA****i. Condiciones Generales**

La madera para entibaciones, apeos, andamios, encofrados, demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberá cumplir las condiciones indicadas en el artículo 286 del PG-3.

**ii. Formas y dimensiones:**

Deberán tener dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia para la seguridad de la obra y de las personas. Se emplearán maderas sanas, con exclusión de alteraciones por pudrición, aunque sean admisibles alteraciones de color, como el azulado en las coníferas. Deberá estar exenta de fracturas por compresión. Poseerá una durabilidad natural al menos igual a la que presenta el pino "Sylvestris".

**iii. Madera para encofrados y Apeos:**

Tendrá la suficiente rigidez para soportar, sin deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que pueden producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

La madera aserrada se ajustará como mínimo, a la clase I/80, según la Norma UNE 56-525-72.

Las tablas para el forro o tablero de los encofrados serán:

- Machihembrada, o contrachapada en todos los encofrados de superficies vistas.
- Escuadrada con sus aristas vistas y llenas, cepillada y en bruto, para todos los encofrados de superficies ocultas.

Solo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad, o cuyo tratamiento o revestimiento, garanticen que no se producirán ni alabeos, ni hinchamientos que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco, o imperfecciones en los paramentos.

Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón fresco y endurecido o que manchen o coloreen los paramentos.

**iv. Medición y Abono**

La medición y abono de este material no se realizará de forma independiente, estando incluido en el precio de la unidad de obra de la que forme parte.





**2.1.13.- ÁRIDOS****2.1.13.1.- Áridos para explanadas mejoradas****i. Materiales**Condiciones generales

Los materiales a emplear en explanadas mejoradas serán suelos seleccionados o materiales locales, exentos de materias extrañas.

Composición granulométrica

Los materiales a emplear en explanadas mejoradas carecerán de elementos con tamaño superior a setenta y seis milímetros (0,076 m) (Tamiz 3" ASTM), o a la mitad del espesor de la tongada compactada y la fracción cernida por el tamiz 200 ASTM será menor del veinticinco por ciento (25%), en peso.

Capacidad portante

La capacidad portante del material utilizado en la explanada mejorada cumplirá la siguiente condición: CBR superior a ocho (CBR > 8) cuando se compacte hasta el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad del Proctor modificado.

Plasticidad

La fracción cernida por el tamiz 40 ASTM cumplirá las condiciones siguientes:

- Límite líquido menor de treinta (LL < 30)
- Índice plástico menor de diez (IP < 10)

El equivalente de arena será superior a veinticinco (E.A. > 25).

**2.1.13.2.- Áridos para subbases granulares****i. Materiales**Condiciones generales

Los materiales empleados en sub-bases granulares serán áridos naturales, o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, suelos seleccionados, o materiales locales, exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

Composición granulométrica

- La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que los dos tercios (2/3) de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE, en peso.
- La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de los límites reseñados en el Cuadro. Los husos S4, S5 y S6 sólo podrán utilizarse para tráfico ligero.
- El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada.

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
50	100	100				
25		75-95	100	100	100	100
10	30-65	40-75	50-85	60-100		
5	25-65	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
2	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100
0,40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
0,080	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25

Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de los Ángeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a cincuenta (50).



Capacidade de soporte

La capacidad de soporte del material utilizado en la sub-base cumplirá la siguiente condición: Índice CBR superior a veinte (20), determinado de acuerdo con la Norma NLT-111/58.

Plasticidad

En sub-base para tráficos pesados y medio el material será no plástico, y su equivalente de arena será superior a treinta (30).

En sub-base para tráfico ligero se cumplirán las condiciones siguientes:

- Límite líquido inferior a veinticinco ( $LL < 25$ ).
- Índice de plasticidad inferior a seis ( $IP < 6$ ).
- Equivalente de arena mayor que veinticinco ( $EA > 25$ ).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT 106/72 y NLT-113/722.

**2.1.13.3.- Áridos para riegos de imprimación****i. Definición**

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa no bituminosa, previamente a la extensión sobre esta de una capa o tratamiento bituminoso.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Eventual extensión de un árido de cobertura.

**ii. Árido de cobertura**

El árido de cobertura a emplear eventualmente en riegos de imprimación será una arena natural, o procedente de machaqueo o mezcla de ambas; exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga, polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

En el momento de su extensión el árido no deberá contener más de un dos por ciento (2%) de agua libre. Este límite podrá elevarse al cuatro por ciento (4%) si se emplea emulsión asfáltica.

La totalidad del material deberá pasar por el tamiz 5 UNE.

El equivalente de arena del árido, según la Norma NLT-113/72, deberá ser superior a cuarenta (40).

**2.1.13.4.- Áridos para morteros de cemento****i. Cemento, agua y adiciones**

Cumplirán las prescripciones fijadas en el presente Pliego para dichos materiales.

**ii. Árido fino**

Se define como árido fino a emplear en morteros el material granular, compuesto por partículas duras y resistentes, del cual pasa por el tamiz 4 ASTM un mínimo del noventa por ciento (90%), en peso.

El árido fino a emplear en mortero será arena natural procedente de la disgregación natural de las rocas, arena procedente de machaqueo, una mezcla de ambos materiales u otros productos cuyo empleo haya sido sancionado por la práctica o realizados en un laboratorio oficial.

Los áridos para morteros deben cumplir con los requisitos establecidos por la Norma UNE-EN 13139. Se hace hincapié en que dispongan del marcado CE según los requisitos del Anexo ZA de la citada norma.

En obras de escasa entidad, cuando el mortero se elabore directamente en obra, la arena utilizada como árido debe ser lavada, procedente de río o machaqueo, y debe estar exenta de arcilla, con un contenido máximo de finos ( $63 \mu m$ ) que no supere el 5%. Su tamaño máximo debe ser de 2,5 mm. No deben contener materia orgánica, ni minerales metálicos, como pirita, marcasita, pirrotina, casiteria, calcopirita, etc o micas.

Su curva granulométrica estará comprendida dentro de los límites que señalan en el cuadro nº 10.



Los límites 10 y 2 pueden reducirse, respectivamente, a 5 y 0, si el mortero tiene una dosificación de cemento superior a trescientos kilogramos por metro cúbico (300 kg/m<sup>3</sup>) o a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (250 kg/m<sup>3</sup>) si se emplea un aireante.

La fracción comprendida entre cada dos tamices consecutivos de la serie indicada no podrá rebasar del cuarenta y cinco por ciento (45%), en peso del total del árido fino.

La cantidad de sustancias perjudiciales que puede contener el árido fino no excederá de los límites que a continuación se relacionan:

- Terrones de arcilla; uno por ciento (1%), en peso.
- Material retenido por el tamiz 50 ASTM y que flota en un líquido cuyo peso específico es dos (2): cinco décimas por ciento (0,5%), en peso.
- Compuesto de azufre, expresados en SO<sub>4</sub> y referidos al árido seco: doce décimas por ciento (0,12%), en peso.

El árido estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con el álcalis que contenga el cemento.

Caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido fino, se comprobará previamente que no contienen silicatos, inestables, ni compuestos ferrosos. Se considerarán inestables aquellas escorias que, al ser iluminadas con rayos ultravioleta, aparezcan con puntos brillantes o manchas de color amarillo, bronceo o canela, aisladas o en nódulos, sobre un fondo violeta. Se considerarán estables aquellas que, al ser iluminadas con radiación ultravioleta, aparezcan con una fluorescencia violeta uniforme, en cualquier tono más o menos rojizo y aquellas que, además presentan un pequeño número de puntitos brillantes, regularmente distribuidos. También se considerarán inestables las escorias cuyos trozos aparezcan alterados después de permanecer sumergidos en agua más de cuarenta y ocho horas (48 h).

No se utilizarán aquellos áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica, expresada en ácido tánico, superior al cinco por diez mil (0,05%).

Las pérdidas de peso del árido fino, sometido a la acción de soluciones de sulfato sódico o magnésico, en cinco (5) ciclos, serán inferiores, respectivamente, al diez por ciento (10%) y al quince por ciento (15%), en peso.

El equivalente de arena no será inferior a ochenta (80).

#### 2.1.13.5.- Áridos para hormigones hidráulicos

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características exigidas en el artículo "Áridos del presente pliego.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, el suministrador de áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones indicadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural" EHE, en vigor, hasta la recepción de estos.

Los áridos se designarán por su tamaño mínimo (d) y máximo (D) en mm, de acuerdo con la siguiente expresión: árido d/D. Se denomina tamaño máximo (D) de un árido la mínima abertura de tamiz UNE EN 933-2:96 por el que pase más del 90% en peso (% desclasificados superiores a D menor que el 10%), cuando además pase el total por el tamiz de abertura doble (% desclasificados superiores a 2D igual al 0%). Se denomina tamaño mínimo (d) de un árido, la máxima abertura de tamiz UNE EN 933-2:96 por el que pase menos del 10% en peso (% desclasificados inferiores a d menor que el 10%).

Se entiende por "arena o árido fino", el árido o fracción del mismo que pasa por el tamiz 4 mm de luz de malla (tamiz 4 UNE EN 933-2:96); y por "grava o árido grueso", el que resulta retenido por dicho tamiz, y por "árido total" (o simplemente árido cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las



proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos disponibles, o se vaya a emplear para otras aplicaciones distintas a las ya sancionadas por la práctica, a juicio del Director de las obras, se realizarán ensayos de identificación, debiendo cumplirse las limitaciones siguientes:

		CANTIDAD MÁXIMA EN % DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
		Arido fino	Arido grueso
Terrones de arcilla, determinados con arreglo a la Norma UNE 7.133-58		1,00	0,25
Partículas blandas determinadas con arreglo a la Norma UNE 7.134-58			5,00
Material retenido por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96 y que flota en un líquido de peso específico 2, determinado con arreglo a la Norma UNE 7.244-71		0,50	1,00
Compuestos totales de azufre expresados en SO <sub>3</sub> = y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 1744-1:99		1,00	1,00
Sulfatos solubles en ácidos, expresados en SO <sub>3</sub> = y referidos al árido seco, determinados según el método de ensayo indicado en la UNE EN 1744-1:99		0,80	0,80
Cloruros expresados en Cl-y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 1744-1:99	*Hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la figuración.	0,05	0,05
	* Hormigón pretensado	0,03	0,03

No se utilizarán aquellos áridos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 1744-1:99, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

No se utilizarán áridos finos cuyo equivalente de arena (EAV), determinado "A vista" (UNE 83.131/90) sea inferior a:

- 75 para obras sometidas a la clase general de exposición I, IIa ó IIb y que estén sometidas a ninguna clase específica de exposición.
- 80 el resto de los casos.

No obstante lo anterior, aquellas arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas, entendiéndose como tales aquellas rocas sedimentarias carbonáticas que contienen al menos un 50% de calcita, que no cumplan la especificación del equivalente de arena, podrán ser aceptadas como válidas siempre que el valor de azul por cada 100 gramos de finos, para obras sometidas a clases generales de exposición I, IIa ó IIb y que no estén sometidas a ninguna clase específica de exposición, o bien igual o inferior a 0,30 gramos de azul por cada 100 gramos finos para los restantes casos.

Lo indicado en el párrafo anterior para el árido de machaqueo calizo se podrá extender a los áridos procedentes del machaqueo de rocas dolomíticas, siempre que se haya comprobado mediante el examen petrográfico y mediante el ensayo descrito en la UNE 146507:99 EX Parte 2 (determinación de la reactividad álcali-carbonato) que no presenta reactividad potencial álcali-carbonato.

- Si del estudio petrográfico del árido se deduce la posibilidad de que presente reactividad álcali-silice o álcali-silicato, se debe realizar el ensayo descrito en la UNE 146507:99 EX Parte 1 (determinación de la reactividad álcali-silice o álcali-silicato), o el ensayo descrito en la UNE 146508:99 EX (método acelerado en probetas de mortero).
- Si del estudio petrográfico del árido se deduce la posibilidad de que presente reactividad álcali-carbonato, se debe realizar el ensayo descrito en la UNE 146507:99 EX Parte 2 (determinación de la reactividad álcali-carbonato).



Además de lo indicado en los párrafos anteriores, los áridos cumplirán las siguientes limitaciones:

- Fiabilidad de la arena (FA)  $\leq 40$ . determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 1097-1:97 (ensayo micro-Deval).
- Resistencia al desgaste de la grava  $\leq 40$ . Determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la Une EN 1097-2:99 (ensayo de Los Ángeles).
- Absorción de agua por los áridos  $\leq 5\%$ . Determinación con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE 83133:90 y la UNE 83134:90.

La pérdida de peso máxima experimentada por los áridos al ser sometidos a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato magnésico (método de ensayo UNE EN 1367-2:99) no será superior a:

Áridos	Pérdida de peso con sulfato magnésico.
Finos	15%
Gruesos	18%

Para el árido grueso, la cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96 no excederán del 1% del peso total de la muestra, pudiendo admitirse hasta un 2% si se trata de árido procedente del machaqueo de rocas calizas.

Para el árido fino, la cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,0763 UNE EN 933-2:96, no excederán del 6% del peso total de la muestra. En arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas, este límite puede elevarse al 15% para obras sometidas a la clase general de exposición I, IIa ó IIb y que no estén sometidas a ninguna clase específica de exposición y al 10% para obras sometidas a la clase general de exposición IIIa, IIb, IIIc ó IV o bien que estén sometidas a alguna clase específica de exposición o en el caso de árido de machaqueo no calizo para obras sometidas a la clase general de exposición I, IIa ó IIb y que no estén sometidas a ninguna clase de exposición.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado con arreglo al método de ensayo indicado en la Norma UNE 7.238/71, no debe ser inferior a 0,20, entendiéndose como coeficiente de forma a de un árido el obtenido según la expresión utilizada en la “Instrucción de Hormigón Estructural” EHE, en vigor.

El índice de lajas del árido grueso, determinado con arreglo al método de ensayo indicado en la Norma UNE EN 933-3:97, debe ser inferior a 35. Se entiende por índice de lajas de un árido el porcentaje en peso de áridos considerados como lajas con arreglo al método de ensayo indicado.

En el caso de que el árido incumpla ambos límites, indicados en los dos párrafos anteriores, el empleo del mismo vendrá supeditado a la realización de ensayos previos en laboratorio.

La curva granulométrica del árido fino deberá estar comprendida dentro del huso definido en la "Instrucción de Hormigón Estructural" EHE.

#### 2.1.14.- MATERIAL FILTRANTE

**i. Composición granulométrica**

El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), cedazo 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0.080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5%).

Siendo  $F_x$  el tamaño superior al del  $x$  %, en peso, del material filtrante, y  $d_x$  el tamaño superior al de  $x$  %, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones de filtro:

$$(a) \frac{F_{15}}{d_{85}} < 5; (b) \frac{F_{15}}{d_{15}} > 5; (5) \frac{F_{15}}{d_{50}} < 25; (d) \frac{F_{15}}{d_{10}} < 20$$



Asimismo el coeficiente de uniformidad del filtro será inferior de veinte ( $F_{60}/F_{10} < 20$ ).

Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material filtrado situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Si se utilizan tubos perforados:

$$\frac{F_{85}}{\text{Diámetro del orificio}} > 1$$

- Si se utilizan tubos con juntas abiertas:

$$\frac{F_{85}}{\text{Apertura de la Junta}} > 1,2$$

- Si se utilizan de hormigón poroso:

$$\frac{F_{85}}{D_{15} \text{ Árido del Tubo}} > 0,2$$

- Si se drena por mechinales:

$$\frac{F_{85}}{\text{Diámetro del Mechinal}} > 1$$

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas; una de las cuales, la de material más grueso, se colocará junto al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente, considerada como terreno; ésta, a su vez, cumplirá respecto de la siguiente y así sucesivamente hasta llegar al relleno o terreno natural. Cuando el terreno natural esté constituido por materiales con gravas y bolos se atenderá únicamente, a la curva granulométrica de la fracción del mismo inferior a veinticinco milímetros (25 mm), a efecto de cumplimiento de las condiciones anteriores.

Si el terreno natural está constituido por suelos no cohesivos con arena fina y limo, el material filtrante deberá cumplir, además de las condiciones de filtro generales, la siguiente:

$$F_{15} < 1 \text{ mm}$$

Si dicho terreno natural es un suelo cohesivo, compacto y homogéneo, sin vetas de arena fina de limo, las condiciones de filtro a) y b) serán sustituidas por la siguiente:

$$0,1 \text{ mm} < F_{15} < 0,4 \text{ mm}$$

En los drenes ciegos el material de la zona permeable central deberá cumplir las siguientes condiciones: Tamaño máximo del árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm) y ochenta milímetros (80 mm).

Coeficiente de uniformidad

$$\frac{D_{60}}{D_{10}} < 4$$

## ii. Plasticidad

El material filtrante será no plástico y su equivalente de arena será superior a treinta (30).



**iii. Calidad**

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a cuarenta (40). Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente.

**2.1.15.- CEMENTOS****i. Definición**

Son conglomerantes que, amasados con agua, fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones.

**ii. Generalidades**

Campo de aplicación de la instrucción y consideraciones previas

En esta instrucción se establecen las prescripciones técnicas generales y las condiciones de suministro, almacenamiento y recepción que deben satisfacer los cementos.

El autor del proyecto, la dirección facultativa y el responsable de la recepción en una central de hormigón o en cualquier industria de derivados del cemento están obligados a conocer y tener en cuenta las prescripciones de esta instrucción.

**Exigencias administrativas**

En el ámbito de esta instrucción, sólo podrán utilizarse los cementos legalmente comercializados en Estados miembros de la Unión Europea o bien que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre (modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, modificada por la Directiva 93/68/CE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, los productos estarán sujetos a lo dispuesto en el artículo 9 del citado real decreto.

En aplicación de dichas disposiciones, los cementos comunes, definidos en el apartado de "Especificaciones – Cementos comunes", deberán estar en posesión del marcado "CE". Por ello, deberán disponer del correspondiente certificado de conformidad "CE", expedido por un organismo notificado, conforme con los términos establecidos en el anejo ZA de UNE-EN 197-1:2000. Además, el fabricante deberá elaborar una declaración de conformidad "CE" en los términos indicados también en el citado anejo.

Asimismo, los cementos distintos de los comunes deberán disponer, en su caso, del certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios, conforme a lo establecido en el Real Decreto 1313/1988, de 18 de octubre, y disposiciones que lo desarrollan.

**iii. Tipo de cementos y especificaciones****Tipos de cementos**

Los tipos y denominaciones de los cementos y sus componentes que se incluyen en esta instrucción son los que figuran en las siguientes normas:

- Cementos comunes:
  - UNE-EN 197-1:2000 Cemento. Parte 1: composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- Cementos resistentes a los sulfatos:





- UNE 80303-1:2001 Cementos con características adicionales. Parte 1: cementos resistentes a los sulfatos.
- Cementos resistentes al agua de mar:
  - UNE 80303-2:2001 Cementos con características adicionales. Parte 2: cementos resistentes al agua de mar.
- Cementos de bajo calor de hidratación:
  - UNE 80303-3:2001 Cementos con características adicionales. Parte 3: cementos de bajo calor de hidratación.
- Cementos blancos:
  - UNE 80305:2001 Cementos blancos.
- Cementos para usos especiales:
  - UNE 80307:2001 Cementos para usos especiales.
- Cementos de aluminato de calcio:
  - UNE 80310:1996 Cementos de aluminato de calcio
- Cementos de albañilería: los tipos y denominaciones de los cementos de albañilería serán conformes a lo establecido en el apartado “Especificaciones – Cementos de albañilería”.

### Especificaciones

#### ➤ Cementos comunes

##### a) Composición de los cementos comunes:

Las proporciones en masa de los componentes de UNE-EN 197-1:2000 se especifican en la tabla de “Cementos Comunes”, según su clasificación por denominación, designación y tipo.

##### b) Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos comunes:

Las prescripciones que deben cumplir los cementos comunes relativos a las características mecánicas y físicas figuran en la tabla de “Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos comunes” según sus clases de resistencia.

**Tabla PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LOS CEMENTOS COMUNES**

Clase de resistencia (1)	Resistencia a compresión (N/mm²) según UNE-EN 196-1:1996 (2)				Tiempo de fraguado según UNE-EN 196-3:1996		Estabilidad de volumen según UNE-EN 196-3:1996
	Resistencia inicial		Resistencia nominal		Inicio -- Minutos	Final -- Minutos	Expansión -- mm
	2 días	7 días	28 días				
32,5 N	--	≥16,0	≥32,5	≤52,5	≥75	≤12	≤10
32,5 R	≥10,0	--					
42,5 N	≥10,0	--	≥42,5	≤62,5	≥80		
42,5 N	≥20,0	--					
52,5 N	≥20,0	--	≥52,5	--	≥45		
52,5 N	≥30,0	--					

(1) R = Alta resistencia inicial.  
N = Resistencia normal.

(2) 1 N/mm² = 1 MPa





**c) Prescripciones químicas de los cementos comunes:**

Las prescripciones que deben cumplir los cementos comunes relativos a las características químicas figuran en la tabla de "Prescripciones químicas de los cementos comunes"

Tabla PRESCRIPCIONES QUÍMICAS DE LOS CEMENTOS COMUNES

Características	Normas de Ensayo	Tipo de cemento	Clase de resistencia	Prescripción (1)
Pérdida de calcinación	UNE-EN 196-2:1996	CEM I CEM II	Todas	$\leq 5,0 \%$
Residuo insoluble	UNE-EN 196-2:1996(2)	CEM I CEM II	Todas	$\leq 5,2 \%$
Contenidos de sulfatos (expresados en $\text{SO}_3$ )	UNE-EN 196-2:1996	CEM I CEM II (3) CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 N 42,5 N	$\leq 3,5 \%$
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	$\leq 4,0 \%$
		CEM III (4)	Todas	
		Todos (5)	Todas	$\leq 0,10 \%$ (6)
Contenido en cloruros (Cl)	UNE 80217:1991 (EN 196-21)	Todos (5)	Todas	$\leq 0,10 \%$ (6)
Puzolanidad	UNE-EN 196-5:1996	CEM IV	Todas	Punzonabilidad a la edad de 8 ó 15 días
(1) En el caso en que las prescripciones se expresan en porcentajes, éstos se refieren a la masa del cemento final. (2) La determinación del residuo soluble se realizará por el método basado en la disolución de la muestra en ácido clorhídrico y posterior ataque con disolución de carbonato de sodio. (3) El cemento tipo CEM II/B-T puede contener hasta el 4,5% de sulfato para todas las clases de resistencia. (4) El cemento tipo CEM III/C puede contener hasta el 4,5% en masa de sulfato. (5) El tipo de cemento CEM III puede contener más del 0,10% de cloruros, pero en tal caso el contenido real debe ser consignado en los sacos y albaranes de entrega. (6) Para aplicaciones de pretensado, el cemento puede haber sido expresamente con valores de cloruros inferiores al máximo admisible. En este caso, se debe expresar el valor real en los sacos y albaranes de entrega, reemplazando, en su caso, el valor por defecto del 0,10 % en masa.				

**d) Durabilidad:**

Para muchas aplicaciones, particularmente en condiciones ambientales severas, el tipo y clase del cemento puede influir en la durabilidad de los hormigones, morteros y pastas, como, por ejemplo, en la resistencia a los agresivos químicos, en la resistencia al hielo-deshielo y, en su caso, en la protección de las armaduras.

## ➤ Cementos comunes con características adicionales:

Los cementos comunes que presentan, además, alguna característica adicional están definidos en las siguientes normas:

- UNE 80303-1:2001 Cementos resistentes a los sulfatos.
- UNE 80303-2:2001 Cementos resistentes al agua de mar.
- UNE 80303-3:2001 Cementos de bajo calor de hidratación.

Estos cementos deberán cumplir, además de las prescripciones relativas a su tipo y clase, los correspondientes a las características adicionales que posean y que se establecen en los apartados de "Cementos resistentes a los sulfatos (SR)" y "Cementos de bajo calor de hidratación (BC)"

**a) Cementos resistentes a los sulfatos (SR):**

Se consideran cementos resistentes a los sulfatos aquellos en cuya composición se haya empleado un clínker que cumpla las prescripciones establecidas en la tabla de "Prescripciones adicionales para los"



cementos resistentes a los sulfatos". Los materiales puzolánicos que formen parte de estos cementos (cenizas volantes silíceas, puzolanas naturales y humo de sílice en su caso) cumplirán las siguientes prescripciones:

- La relación  $\text{SiO}_2/(\text{CaO}+\text{MgO})$ , en tanto por ciento en masa, debe ser superior a 3,5, siendo CaO el óxido de calcio reactivo definido en UNE-EN 197-1:2000.
- La ceniza volante silícea o puzolana natural molida a finura Blaine equivalente a la del cemento de referencia, con una tolerancia de  $\pm 200 \text{ cm}^2/\text{g}$ , y mezclada con éste en proporción cemento/material puzolánico igual a 75/25 en masa, deberá cumplir el ensayo de puzolanidad a la edad de siete días, según UNE-EN 196-5:1996.
- La misma mezcla 75/25 en masa deberá presentar una resistencia a compresión a la edad de 28 días igual o superior al 75 por ciento de la resistencia del cemento de referencia a la misma edad (índice de actividad resistente, IAR), según el método de ensayo UNE-EN 196-1:1996.
- El cemento de referencia, tanto para el ensayo de puzolanidad como para el de resistencia será el 142,5 R/SR según UNE 80303-1-2001.

Tabla PRESCRIPCIONES ADICIONALES PARA LOS CEMENTOS RESISTENTES A LOS SULFATOS

Tipo	Resistentes a los sulfatos (SR)	
	$\text{C}_3\text{A}\%$	$\text{C}_3\text{A}\% + \text{C}_4\text{AF}\%$
I	$\leq 5,0$	$\leq 22,0$
II/A-S II/B-S II/A-D II/A-P II/B-P II/A-V II/B-V	$\leq 8,0$	$\leq 22,0$
II/A	$\leq 8,0$	$\leq 25,0$
II/B	Los de siempre	
II/C	Los de siempre	
IV/A	$\leq 8,0$	$\leq 22,0$
IV/B	$\leq 8,0$	$\leq 25,0$
V/A	$\leq 8,0$	$\leq 25,0$

Las prescripciones sobre  $\text{C}_3\text{A}$  y  $(\text{C}_3\text{A} + \text{C}_4\text{AF})$  se refieren a porcentajes en masa de clínker. Los contenidos de  $\text{C}_3\text{A}$  y  $\text{C}_4\text{AF}$  se determinarán por cálculo, según UNE 80304:1986, a partir de los ensayos realizados sobre el clínker según UNE-EN 196-2:1996

#### b) Cementos resistentes al agua de mar (MR)

Se consideran cementos resistentes al agua de aquellos en cuya composición se haya empleado un clínker que cumpla las prescripciones establecidas en la tabla de "Prescripciones adicionales para los cementos resistentes al agua de mar". Los componentes puzolánicos que formen parte de estos cementos (cenizas volantes silíceas, puzolanas naturales y humo de sílice en su caso) cumplirán las mismas prescripciones que las de los cementos resistentes a los sulfatos, definidas en el apartado "Cementos resistentes a los sulfatos (SR)".



Tabla PRESCRIPCIONES ADICIONALES PARA LOS CEMENTOS RESISTENTES AL AGUA DE MAR

Tipo	Resistentes ala agua de mar (MR)	
	C <sub>3</sub> A%	C <sub>3</sub> A% + C <sub>4</sub> AF%
I	≤5,0	≤22,0
II/A-S II/B-S II/A-D II/A-P II/B-P II/A-V II/B-V	≤8,0	≤25,0
III/A	≤10,0	≤25,0
III/B	Los de siempre	
III/C	Los de siempre	
IV/A	≤8,0	≤25,0
IV/B	≤10,0	≤25,0
V/A	≤10,0	≤25,0
Las especificaciones sobre C <sub>3</sub> A y (C <sub>3</sub> A + C <sub>4</sub> AF) se refieren al clinker. Los contenidos de C <sub>3</sub> A y C <sub>4</sub> AF se determinarán por cálculo, según UNE 80304:1986, a partir de los ensayos realizados sobre el clinker según UNE-EN 196-2:1996		

**c) Cementos de bajo calor de hidratación (BC)**

Son cementos de bajo calor de hidratación aquellos cementos comunes que a la edad de cinco días desarrollen un calor de hidratación igual o inferior a 272 J/g (65 cal/g), determinado por el método del calorímetro de Langavant, según UNE 80118:1986EX. Estos cementos están incluidos en UNE 80303-3:2001.

**➤ Cementos de albañilería****a) Clasificación y composición de los cementos de albañilería**

Los cementos de albañilería están compuestos por clinker portland, constituyentes inorgánicos y, en algunos casos, aditivos. Los constituyentes inorgánicos admisibles para su empleo en la fabricación de los cementos de albañilería son los siguientes:

- Material primas empleadas en el proceso de fabricación de clinker, o productos resultantes de dicho proceso.
- Cales hidráulicas, o calces hidratadas, según UNE-ENV 459-1:1994.
- Otros constituyentes descritos en UNE-EN 197-1:2000.
- Pigmentos inorgánicos descritos en UNE-EN 12878:2000.

Otros materiales de origen mineral.

Las proporciones en masa de los componentes de los cementos de albañilería se especifican en la tabla "Composición de los cementos de albañilería"

Tabla COMPOSICIÓN DE LOS CEMENTOS DE ALBAÑILERÍA

Tipo y clase de resistencia	Contenido (% en masa)	
	Clínker portland	Aditivos (1) y (2)
MC 5	≥ 25	≤ 1 (1)
MC 12,5 MC 12,5 X	≥ 40	≤ 1 (1)
(1) Excluidos los pigmentos (2) El contenido de material orgánico no deberá superar el 0,5% expresado en masa de producto desecado.		

Los aditivos no deberán favorecer la corrosión de los metales embebidos, ni alterar las propiedades, incluido el comportamiento frente al fuego, del mortero fabricado a partir del cemento de albañilería.



**b) Prescripciones físicas y mecánicas de los cementos de albañilería**

Las prescripciones que deben cumplir los cementos de albañilería relativas a las características mecánicas y físicas figuran en la tabla "Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos de albañilería" según sus clases de resistencia.

Tabla PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LOS CEMENTOS DE ALBAÑILERÍA

Tipo y clase de resistencia a	Resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> ) UNE-EN 196-1:1996 (1)			Tiempo de fraguado UNE-EN 196-3:1996		Finura sobre tamiz de 80 µm UNE 80122:1191 (EN 196-6)	Estabilidad de volumen UNE-EN 196-3: 1996
	7 días	28 días		Inicio (min)	Final (2) (horas)	Residuo (%)	Expansión (mm)
MC 5	--	≥5	≤15	≥60	≤15	≤15	≤10
MC 12,5	≥7	≥12,5	≤32,5				
MC 12,5 X	≥7	≥12,5	≤32,5				
MC 22,5 X	≥10	≥22,5	≤42,5				
<p>(1) El ensayo deberá ser realizado según UNE-EN 161-1:1996. Si a la edad de 24 horas las probetas no presentan resistencia suficiente, podrán ser retiradas de los moldes transcurridas 48 horas. La velocidad de carga para la rotura de las probetas de los cementos de clase resistente 5 y 12,5 será de 400 ± 40 N/s. Podrá emplearse como equipo de compactación alternativo el descrito en UNE-EN 459-2:1995</p> <p>(2) Si el tiempo de principio de fraguado de un cemento de albañilería es menor de 6 horas, no se prescribe ningún requisito para final de fraguado.</p>							

Adicionalmente, para los cementos de albañilería también son de aplicación las prescripciones establecidas en la tabla "Prescripciones para mortero fresco", relativas al mortero fresco. Las características del mortero fresco serán determinadas sobre una pasta de consistencia normal obtenida para un valor de penetración de 35 ± 3 mm, determinado por aplicación del método de referencia definido en UNE-EN 413-2:1995.

Tabla PRESCRIPCIONES PARA MORTERO FRESCO

Tipo y clase de resistencia	Contenido de aire UNE-EN 413-2:1995		Retención de agua UNE-EN 413-2:1995
	% en volumen		% en masa
MC 5 MC 12,5	≥ 8	≤ 22	≥ 80
MC 12,5 X MC 22,5 X	-----		≥ 75

**c) Prescripciones químicas de los cementos de albañilería**

Las prescripciones que deben cumplir los cementos de albañilería relativos a las características químicas figuran en la tabla "Prescripciones químicas de los cementos de albañilería"

Tabla PRESCRIPCIONES QUÍMICAS DE LOS CEMENTOS DE ALBAÑILERÍA

Característica	Norma de ensayo	Tipo y clase de cemento	Prescripciones (% en masa, referido a muestra desecada)
Contenido de sulfatos (expresado como SO <sub>3</sub> )	UNE-EN 196-2:1996	MC 5	≤2,0
		MC 12,5 MC 12,5 X MC 22,5 X	≤3,0 (1)
Contenido de cloruros (expresado como Cl <sup>-</sup> )	UNE 80217:1991 (EN 196-21)	MC 5	--
		MC 12,5 MC 12,5 X MC 22,5 X	≤0,10
(1) Si el contenido de clínker es mayor o igual al 55% en masa, el límite máximo aplicable será del 3,5 % en masa.			



### ➤ Cementos blancos

Cementos blancos son aquellos que cumplen con las prescripciones señaladas en el apartado "Cementos comunes", o en el "Cementos de albañilería" así como con las adicionales de blancura indicadas en el apartado "Prescripciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad de los cementos comunes blancos"

#### a. Clasificación y composición de los cementos comunes blancos

Los tipos, subtipos, denominaciones, designaciones y composición corresponden a los señalados para los cementos comunes en el apartado "Composición de los cementos comunes".

Los componentes principales, clinker y adiciones, así como los minoritarios de los cementos blancos comunes son los mismos que los correspondientes a los cementos comunes incluidos en UNE-EN 197-1:2000.

#### b. Prescripciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad de los cementos comunes blancos

Las prescripciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad de los cementos comunes blancos son las mismas que las establecidas en los apartados "Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos comunes", "Prescripciones químicas de los cementos comunes" y "Durabilidad".

Además, deberán cumplir el requisito de color definido por las coordenadas CIELAB determinadas según el método de ensayo de UNE 80 117:2001, de tal manera que el parámetro L\* sea igual o mayor de 85,0.

#### c. Clasificación y composición del cemento de albañilería blanco

El cemento de albañilería blanco tendrá la clase de resistencia 22,5 X, y sus constituyentes serán conformes a lo indicado en el apartado "Clasificación y composición de los cementos de albañilería".

Las proporciones en masa de los componentes del cemento de albañilería blanco se especifican en la tabla "Composición del cemento de albañilería blanco"

Tabla COMPOSICIÓN DEL CEMENTO DE ALBAÑILERÍA BLANCO

Tipo y clase de resistencia	Contenido de masa	
	Clinker portand	Aditivos (1)
BL 22,5 X	≥ 40	≤ 1 (1) (2)
(1) Excluidos los pigmentos		
(2) El contenido de material orgánico no deberá superar el 0,5% expresado en masa de producto desecado.		

#### d. Prescripciones mecánicas, físicas y químicas del cemento de albañilería blanco

El cemento de albañilería blanco deberá cumplir con el requisito de color definido por las coordenadas CIELAB determinadas según el método de ensayo de UNE 80 117:2001, de tal manera que el parámetro L\* sea igual o mayor que 85,0.

Las prescripciones que debe cumplir el cemento de albañilería blanco relativas a las características mecánicas y físicas figuran en la tabla "Prescripciones mecánicas y físicas del cemento de albañilería blanco"



Tabla PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CEMENTO DE ALBAÑILERÍA BLANCO

Tipo y clase de resistencia	Resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> ) UNE-EN 196-1:1996 (1)			Tiempo de fraguado UNE-EN 196-3:1996		Finura sobre tamiz de 90 µm UNE 80122:1991 (EN 196-6)	Estabilidad de volumen UNE-EN 196-3: 1996
	7 días	28 días		Inicio (min)	Final (2) (horas)	Residuo (%)	Expansión (mm)
BL 22,5 X	≥10	≥22,5	≤42,5	≥60	≤15	≤15	≤10
(1) El ensayo deberá ser realizado según UNE-EN 161-1:1996. Si a la edad de 24 horas las probetas no presentan resistencia suficiente, podrán ser retiradas de los moldes transcurridas 48 horas. La velocidad de carga para la rotura de las probetas de los cementos de clase resistente 5 y 12,5 será de 400 ± 40 N/s. Podrá emplearse como equipo de compactación alternativo el descrito en UNE-EN 459-2:1995 (2) Si el tiempo de principio de fraguado de un cemento de albañilería blanco es menor de 6 horas, no se prescribe ningún requisito para final de fraguado.							

Adicionalmente, al cemento de albañilería blanco le es de aplicación las prescripciones de la tabla "Requisitos para mortero fresco", relativas a mortero fresco. Las características del mortero fresco serán determinadas sobre una pasta de consistencia normal obtenida para un valor de penetración de 35 ± 3 mm, determinados por aplicación del método de referencia definido en UNE-EN 413-2: 1995.

Tabla REQUISITOS PARA MORTERO FRESCO

Tipo y clase de resistencia	Retención de agua UNE-EN 413-2:1995
	% en masa
BL 22,5 X = 75	≥ 75

Las prescripciones que debe cumplir el cemento de albañilería blanco relativos a las características químicas figuran en la tabla "Prescripciones químicas del cemento de albañilería blanco"

Tabla PRESCRIPCIONES QUÍMICAS DEL CEMENTO DE ALBAÑILERÍA BLANCO

Característica	Norma de ensayo	Tipo y clase de cemento	Prescripciones (% en masa, referido a muestra desecada)
Contenido de sulfatos (expresado como SO <sub>3</sub> )	UNE-EN 196-2:1996	BL 22,5 X	≤3,0 (1)
Contenido de cloruros (expresado como Cl <sup>-</sup> )	UNE 80217:1991 (EN 196-21)	BL 22,5 X	≤0,10
(1) Si el contenido de clínker es mayor o igual al 55% en masa, el límite máximo aplicable será del 3,5 % en masa.			

#### a. Prescripciones mecánicas y físicas del cemento para usos especiales

Las prescripciones mecánicas y físicas que deben cumplir los cementos para usos especiales se establecen en la tabla "Prescripciones mecánicas y físicas del cemento para usos especiales".



Tabla PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL CEMENTO PARA USOS ESPECIALES

Clase de resistencia	Resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> ) según UNE-EN 196-1:1996		Tiempo de fraguado según UNE-EN 196-3:1996		Estabilidad de volumen según UNE-EN 196-3:1996
	28 días	90 días	Inicio -- Minutos	Final -- Minutos	Expansión -- mm
22,5 N	≥12,5	≤32,5	≥60	≤12	≤10
32,5 R	≥22,5	≤42,5			
42,5 N	≥32,5	≤52,5			

**b. Prescripciones químicas del cemento para usos especiales**

Las prescripciones que deben cumplir los cementos para usos especiales relativas a las características químicas se indican en la tabla "Prescripciones químicas de los cementos para usos especiales"

Tabla PRESCRIPCIONES QUÍMICAS DE LOS CEMENTOS PARA USOS ESPECIALES

Tipo de Cemento	Prescripciones	
	Contenido de sulfatos (expresado como SO <sub>3</sub> ) UNE-EN 196-2:1996	Contenidos de cloruros (expresado como Cl) UNE 80217:1991 (EN 196-21)
ESP VI-1	≤ 3,5 %	≤ 0,10%

**➤ Cemento de aluminato de calcio**

El cemento de aluminato de calcio (CAC/R) está compuesto únicamente por clínker de cemento de aluminato de calcio, obtenido a partir de una mezcla definida de materiales aluminosos y calcáreos sometida a tratamiento térmico adecuado.

Las prescripciones mecánicas, físicas y químicas que deben cumplir estos cementos se establecen en las tablas "Prescripciones mecánicas y físicas para los cementos de aluminato de calcio" y "Prescripciones químicas para los cementos de aluminato de calcio"

Tabla PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS PARA LOS CEMENTOS DE ALUMINATO DE CALCIO

Resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> ) UNE-EN 196-1:1996		Tiempo de fraguado UNE-EN 196-3:1996	
A las 6 horas	A las 24 horas	Principio (min)	Final (horas)
≥ 20	≥ 40	≥ 60	≤ 12





Tabla PRESCRIPCIONES QUÍMICAS PARA LOS CEMENTOS DE ALUMINATO DE CALCIO

Características	Método de ensayo	Prescripciones % en masa
Contenido de alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	UNE-EN 196-2:1996	$\geq 36$ y $\leq 55$
Contenido de sulfuros (S.)	UNE-EN 196-2:1996	$\leq 0,10$
Contenido de cloruros ( $\text{Cl}^-$ )	UNE 80217:1991	$\leq 0,10$
Contenido de álcalis (1)	UNE 80217:1991	$\leq 0,40$
Contenido de sulfatos (expresado como $\text{SO}_3$ )	UNE-EN 196-2:1996	$\leq 0,50$

### ➤ Designación de los cementos

El cemento portland, conforme con UNE-EN 197-1:2000, se designará con las siglas CEM I, seguidas de la clase de resistencia (32,5-42,5-52,5) y de la letra (R) si es de alta resistencia inicial, o de (N) si es de resistencia inicial normal. En estos cementos, la designación finalizará con la referencia a UNE-EN 197-1:2000.

Los cementos portland con adicciones, conforme con UNE-EN 197-1:2000, se designarán con las siglas CEM II seguidas de una barra (/) y de la letra que indica el subtipo (A o B). Separada por un guión (-) se pondrá la letra que caracteriza la adición el cemento, es decir:

S: escoria de horno alto;  
D: humo de sílice;  
P: puzolona natural;  
Q: puzolana natural calcinada;  
V: ceniza volante silíceas;  
W: ceniza volante calcárea;  
T: esquistos calcinados;  
L y LL: caliza.

A continuación se indicará la clase de resistencia (32,5-42,5-52,5), y seguidamente la letra R si se trata de un cemento de alta resistencia inicial, o la letra N en el caso de ser de resistencia inicial normal. En estos cementos, la designación finalizará con la referencia a UNE-EN 197-1:2000.

En el caso del cemento portland compuesto (M), se indicará además entre paréntesis, las letras identificativas de los componentes principales empleados como adición.

Los cementos con escorias de horno alto, los cementos puzolánicos y los cementos compuestos, conforme con UNE-EN 197-1:2000, se designarán con las siglas CEM III, CEM IV y CEM V, respectivamente, seguidas de una barra (/) y de la letra que indica el subtipo (A, B o C). En el caso de cementos puzolánicos tipo IV o cemento compuesto tipo V, se indicará además, entre paréntesis, las letras identificativas de los componentes principales empleados como adición. A continuación, se reflejará la clase de resistencia (32,5-42,5-52,5) y seguidamente la letra R si se trata de un cemento de alta resistencia inicial, o la letra N en el caso de ser de resistencia inicial normal. En estos cementos, la designación finalizará con la referencia a UNE-EN 197-1:2000.

Los cementos con características adicionales se designarán de la misma manera a la expresada para los correspondientes cementos comunes, omitiendo el prefijo CEM, seguida por una barra (/) y de la siglas que identifican la característica adicional correspondiente (SR, MR o BC). En estos cementos, la designación finalizará con la referencia a la norma UNE correspondiente indicada en el apartado de "Tipos de cementos". En el caso de un cemento que, además de poseer la característica SR o MR, también sea de bajo calor de hidratación (BC), se incluirán una siglas a continuación de las obras, expresadas en este orden: primero SR o MR y después BC.





En el caso de cemento para usos especiales, se indicará la designación correspondiente al tipo (ESP VI-1), seguida de la relativa a la clase de resistencia (22,5N-32,5N-42,5N) y de la referencia a UNE 80.307:2001.

Los cementos de albañilería serán designados con las siglas MC seguido por la clase resistente correspondiente (5-12,5-22,5). A los tipos MC 12,5 y MC 22,5 se les añadirá la letra X cuando estén exentos de aditivo aireante.

La designación de los cementos blancos comunes es la misma que la de los cementos homólogos correspondientes de UNE-EN 197-1:2000, omitiendo el prefijo CEM y añadiendo el prefijo BL. A continuación, se incluye la referencia a UNE 80305:2001. Finalmente, el sufijo o sufijos, en su caso, correspondientes a la característica o a las características adicionales, si las hubiera, y la referencia o las referencias, si son más de una, o las normas que correspondan.

En el caso del cemento blanco de albañilería se designará con las siglas BL seguidas del tipo y clase de resistencia 22,5 de la letra X y de la referencia UNE 80305:2001.

El cemento de aluminato de calcio se designa con las siglas CAC/R, seguida de la referencia a UNE 80310:1996. No ha de hacer referencia a la clase de resistencia.

### ➤ Usos de los cementos

#### Bases para la utilización de cementos

La elección de los distintos tipos de cementos que incluye esta instrucción se realizará en función de la aplicación o uso al que se destinen, las condiciones de puesta en obra y la clase de exposición ambiental del hormigón o mortero fabricado con ellos.

Las aplicaciones consideradas en esta instrucción, para los cementos en ella incluidos, son la fabricación de hormigones y los morteros convencionales, quedando excluidos los morteros especiales y los monocapa.

Para los morteros de albañilería se utilizarán, preferentemente, los cementos de albañilería, pudiéndose utilizar también cementos comunes con un contenido de adición apropiado, seleccionando los más adecuados en función de sus características mecánicas, de blancura, en su caso, y del contenido de aditivo aireante en el caso de los cementos de albañilería.

No deberán utilizarse cementos de albañilería para la fabricación de hormigones, estando limitado su uso a los morteros de albañilería (para fábricas de ladrillo, solados, enfoscados, etc).

El comportamiento de los cementos puede ser afectado por las condiciones de puesta en obra de los productos que lo contienen, entre las que cabe destacar los factores climáticos (temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del viento), los procedimientos de ejecución del hormigón o mortero (colocado en obra, prefabricado, proyectado, etc.), y las clases de exposición ambiental. Estas condiciones y procedimientos, por una parte, tienen una gran influencia en el curado y pueden condicionar el posterior endurecimiento del hormigón o mortero, y por otra, pueden afectar a la durabilidad del hormigón o del mortero.

#### Uso de los cementos

Cuando los cementos vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos, especificada en UNE 80303-1:2001, siempre que el contenido de sulfatos, expresado como SO<sub>3</sub>, sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o 3.000 mg/kg en el caso de suelos.

Los cementos deberán tener la característica adicional de resistencia al agua de mar (UNE 80303-2:2001), cuando vayan a emplearse en los ambientes marino sumergido, o de zona de carrera de mareas, ambientes designados IIb y IIc, respectivamente, conforme a los tipos de exposición definidos en la Instrucción de hormigón estructural (EHE).

En los casos en los que se haya de emplear áridos susceptibles de producir reacciones álcali-árido, se utilizarán los cementos con un contenido de alcalinos, expresados como óxido de sodio equivalente (Na<sub>2</sub>O + 0,658 K<sub>2</sub>O) inferior a 0,60% en masa de cemento.



En el caso de no ser posible, se deberá realizar un estudio experimental sobre la posibilidad de utilizar cementos con adiciones, salvo filler calizo.

Cuando se requiera la exigencia de blancura, se utilizarán los cementos blancos conforme a lo establecido en el apartado de "Cementos blancos".

Para fabricar un hormigón se recomienda utilizar el cemento de la menor clase de resistencia que sea posible y compatible con la resistencia mecánica del hormigón deseada.

En el anexo de "Recomendaciones de uso" se recogen recomendaciones de uso de los cementos para distintos tipos de aplicaciones.

#### ▪ Cementos para hormigones estructurales

Este apartado se refiere a los cementos utilizados en la fabricación de hormigones incluidos en el ámbito de la Instrucción de hormigón estructural EHE, teniendo en cuenta la designación de cementos comunes según UNE-EN 197-1:2000, y lo indicado en la tabla del presente apartado.

La utilización de los cementos de aluminato de calcio está regulada en el anejo 4 de la Instrucción EHE.

En el caso de hormigones de alta resistencia con  $f_{ck} > 50 \text{ N/mm}^2$ , se utilizarán los cementos de clases resistentes que sean adecuadas a las exigencias mecánicas y de durabilidad.

La cantidad resultante de sumar el contenido de partículas de árido fino que pasan por el tamiz UNE 0,063, la adición caliza, en su caso, no será mayor de  $175 \text{ kg/m}^3$  de hormigón.

Los cementos utilizables para estas aplicaciones se recogen en la siguiente tabla:

APLICACIÓN	TIPO DE HORMIGÓN	CEMENTOS UTILIZABLES
Hormigones estructurales con $f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$	En masa	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/C
	Armado	Cementos para usos especiales ESP V I-1 Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/C, CEM V/B
	Pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D
Hormigones estructurales con $f_{ck} > 50 \text{ N/mm}^2$	En masa Armado Pretensado	Cementos comunes, excepto los tipos CEM I, CEM II/A-D

#### ▪ Cementos para productos de inyección adherentes

Conforme a lo establecido en la Instrucción de hormigón estructural EHE, el único tipo de cemento utilizable para productos de inyección adherentes es el CEM I. Para poder utilizar otros tipo de cementos será precisa una justificación especial, de acuerdo con la mencionada EHE.

#### ➤ Suministro y almacenamiento

Suministro

#### ▪ Tipos de instalaciones de suministro de cemento

En relación con las condiciones prescritas para el suministro, almacenamiento y recepción, será necesario tomar en consideración el lugar e instalación donde ha sido fabricado o expedido el cemento, para lo cual esta instrucción distingue entre:



- Fábrica: instalación utilizada por un fabricante para la producción de cemento, que deberá disponer de un equipamiento adecuado para la producción en masa de cemento de forma continua. En particular, deberá disponer de equipos para la realización de una adecuada molienda y homogeneización conforme con la norma UNE-EN 197-2:2000. Estas instalaciones deben permitir el control de la producción con la suficiente precisión para garantizar que se cumplen los requisitos de las normas de especificaciones de producto citadas en el apartado "Tipos de cemento". Pueden ser de dos tipos:
  - Fábrica integral: instalación utilizada por un fabricante para la producción de cemento, que cuenta al menos con un horno para producir clínker. Además, deberá disponer de equipos para la realización de una molienda y homogeneización adecuadas y de la capacidad necesaria de silos para el almacenamiento y expedición de cada cemento producido.
  - Instalación de molienda: instalación utilizada por un fabricante para la producción de cemento a partir de clínker, que cuenta con instalaciones de molienda y de homogeneización adecuadas y de la capacidad necesaria de silos para el almacenamiento y expedición de cada cemento producido.
- Punto de expedición: instalación perteneciente a fabricantes de cemento (no situada en la fábrica) en donde se trasvasa cemento a granel y se emplea para su expedición (a granel o ensacado) después del transporte o almacenamiento, en la cual el fabricante tiene plena responsabilidad en todos los aspectos de la calidad del cemento.
- Centro de distribución: instalaciones regidas por sociedades distintas de la titular de la fábrica que, cumpliendo la legislación vigente, sólo realizan tareas de almacenamiento, transporte, y expedición de cemento a granel o ensacado por ellas mismas. Estas instalaciones deberán contar con los medios necesarios para evitar la contaminación o mezcla de cementos de diferentes tipos o procedencias. Además, las citadas sociedades tienen plena responsabilidad en todos los aspectos de la calidad del cemento que expiden.
- Almacén de distribución: instalación que, cumpliendo la legislación vigente, comercializa cemento ensacado de una fábrica, punto de expedición o centro de distribución, efectuando únicamente las operaciones de almacenamiento y transporte, sobre las cuales tiene plena responsabilidad.

#### ▪ Expedición de los cementos

Los cementos incluidos en esta Instrucción se expedirán:

- En saco, adecuados para que su contenido no sufra alteración.
- A granel, mediante instalaciones especiales de transporte, cubas o sistemas similares con el hermetismo, seguridad y almacenamiento tales que garanticen su perfecta conservación, que su contenido no sufra alteración y que preserven el medio ambiente.

#### ▪ Transporte

El transporte de cemento a granel se debe realizar en contenedores que deben estar en buen estado. Antes de que se efectúe la carga de cemento, se debe comprobar su estanquidad, tara y de forma muy especial la limpieza, cuando se cambie el tipo o clase de resistencia de cemento que va a transportar.

El transporte de cemento en sacos y contenedores se debe efectuar de tal forma que se asegure que éstos se encuentren en buen estado en el momento en que se realiza la recepción.

Documentación del suministro

#### ▪ Albaranes y documentación anexa

A la entrega del cemento, ya sea el cemento expedido a granel o en sacos, el suministrador aportará un albarán, con documentación anexa si fuera necesario, que contenga los siguientes datos:

- Identificación de las instalaciones de suministro de cemento:
  - Nombre de la fábrica que ha producido el cemento, indicando el tipo de fábrica según el apartado "Tipos de instalaciones de suministro de cemento"



- Nombre y dirección registrada de la empresa suministradora; adicionalmente, nombre y dirección de la empresa fabricante del cemento si es distinta de la suministradora.
- Identificación del centro de suministro, en su caso (punto de expedición, centro de distribución o almacén de distribución).
- Fecha de suministro:
- Identificación del vehículo que lo transporta (matrícula).
- Cantidad que se suministra.
- Designación normalizada del cemento conforme a esta instrucción.
- Nombre y dirección del comprador y punto de destino del cemento.
- Referencia del pedido.
- Referencia a las normas EN y UNE de especificaciones aplicables al cemento suministrado.
- Advertencias en materia de seguridad y salud para la manipulación del producto.
- Restricciones de empleo.
- Información adicional necesaria, en su caso:
  - Límite de cloruros en %, sólo cuando el cemento común fabricado tiene un contenido de cloruros superior al límite especificado en la tabla "Prescripciones químicas de los cementos comunes".
  - Límite de pérdida por calcinación de las cenizas volantes del siete %, sólo cuando, de acuerdo con el apartado 5.2.4.1 de UNE-EN 197-1:2000, se utilice una ceniza volante con una pérdida por calcinación comprendida entre el cinco % y el siete %.
  - Nomenclatura normalizada de aditivos, sólo cuando de acuerdo con el apartado 5.5 de UNE-EN 1971: 2000, se utilice un aditivo conforme con UNE-EN 934:1998.
- En su caso, logotipo del marcado "CE" y el número de identificación del organismo de certificación.
- En su caso, contraseña del certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios.
- En su caso, referencia al distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el apartado "Realización de ensayos – Generalidades" y mención del número del certificado correspondiente y año de concesión.

Además del albarán, la empresa suministradora facilitará la documentación adicional que se relaciona a continuación, salvo en el caso de cementos para usos no estructurales donde la dirección facultativa o, en su caso, el responsable de la recepción podrá renunciar a disponer de aquella:

- Al inicio del suministro, un documento firmado por persona física con poder de representación en la empresa en el que se ponga de manifiesto el compromiso de garantía de que el cemento a suministrar cumple las especificaciones de esta instrucción, y en el que se recoja, al menos, la siguiente información:
  - Identificación del cliente y lugar de suministro (obra, central de hormigón, fábrica, etc.)
  - Designación de los cementos amparados por la garantía, y
  - Plazo de validez del comento que no podrá ser superior a seis meses.
- Con periodicidad mensual, y para cada tipo y clase de cemento suministrado, un certificado de evaluación estadística de la producción de los últimos seis meses, sellado por la empresa suministradora. Se tendrá en cuenta que:
  - En el caso de que el cemento esté en posesión del marcado "CE", esta documentación podrá ser sustituida por copia de un certificado de evaluación estadística de los últimos 12 meses, expedido por el organismo notificado y con una antigüedad máxima de seis meses.
  - En el caso de que el cemento esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el apartado "Realización de ensayos – Generalidades", esta documentación podrá ser sustituida por copia de un certificado análogo al anterior, expedido trimestralmente por el organismo certificador. Alternativamente, esta documentación podrá ser sustituida por la posibilidad de acceso a la misma información, pero suministrada por el organismo certificador y a la que pueda accederse en cualquier momento por los clientes a través de una página web.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 44 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

En todos los casos, el certificado de evaluación estadística deberá contener, al menos, la siguiente información:

- Nombre de la fábrica.
- Nombre de la empresa.
- Designación del cemento.
- Período de referencia del control de producción.
- Número de muestras consideradas en el control de producción.
- Fecha de expedición del certificado

Para las características controladas por variables, se aportará la siguiente información, tanto para los resultados de control de producción, como para las muestras de contraste, en su caso:

- Especificación, según esta instrucción.
- Valor medio.
- Número de ensayos.
- Desviación típica.
- Valor inferior.
- Valor superior.

Para las características controladas por atributos, se aportará la siguiente información, tanto para los resultados del control de producción, como para las muestras de contraste, en su caso:

- Especificación, según esta instrucción.
- Valor medio.
- Número de ensayos.
- Número de resultados defectuosos.
- Número de resultados defectuosos admisibles, según conforme a las normas referidas en el apartado "Tipos de cementos".

El conjunto de estos documentos tendrá carácter de certificado de garantía del fabricante, para cada uno de los lotes suministrados durante el período de validez del compromiso de garantía.

En el caso de cementos comunes, y cuando el cliente o, en su caso, la dirección facultativa lo solicite, y de acuerdo con el anejo ZA de UNE-EN 197-1:2000, el fabricante entregará una declaración de conformidad del fabricante, en la que debe incluir además de la declaración de que su cemento es conforme con las normas de especificaciones correspondientes, al menos, la siguiente información:

- Nombre y dirección del fabricante, o su representante legal establecido en el Espacio Económico Europeo.
- Número del certificado de conformidad "CE".
- Nombre y cargo de la persona con poder de representación para firmar la declaración de parte o de su representante autorizado.

#### ▪ Documentación en suministro a granel

En el caso de cemento expedido a granel, se acompañará la documentación conforme a lo establecido en el apartado "Albaranes y documentación anexa". En relación con la declaración de conformidad del fabricante, ésta será entregada al cliente siempre que lo solicite y, al menos, una vez al inicio de obra o de contrato de suministro.

#### ▪ Documentación en suministros en sacos

Cuando el cemento se expide en sacos, se acompañará de la documentación descrita en el apartado "Albaranes y documentación anexa". Además, en el caso de los cementos comunes, los sacos llevarán impresos, como mínimo, la información recogida en el anexo ZA de la norma UNE-EN 197-1:2000. En su caso, la referencia a un distintivo de calidad oficialmente reconocido, en el sentido expuesto en el apartado



“Realización de ensayos – Generalidades”, deberá estar perfectamente diferenciada y separada de la información relativa al marcado “CE”.

Los sacos llevarán impresa dos fechas: la de producción en fábrica y la de ensacado. En el caso de que los sacos se expidan directamente de la fábrica, en el sentido expuesto en el apartado “Suministro – Tipos de instalaciones de suministro de cemento”, el fechado podrá hacer referencia sólo a la fecha de ensacado. El procedimiento de fechado de los sacos deberá incluir, al menos, la información sobre el número de semana y el año.

El almacenista deberá incluir en sus albaranes las fechas impresas en los sacos.

Adicionalmente, los sacos llevarán impreso el peso de su contenido de cemento, expresado en kilogramos.

En una parte del saco se reservará una zona recuadrada en la que se indicarán las advertencias en materia de seguridad y salud para la manipulación del producto.

El sistema de etiquetado (impresión, tipología, tamaño, posición, colores, etc) podrá ser cualquiera de los autorizados oficialmente en un Estado miembro de la Unión Europea o que sea parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo. En particular, los sacos empleados para los cementos de albañilería serán de un color claramente diferenciador de los demás cementos y llevarán impreso “Estos cementos sólo son válidos para trabajos de albañilería”, con un tamaño de letra no inferior a 50 mm.

#### Almacenamiento

El almacenamiento de los cementos a granel habrá de ser en silos estancos que no permitan la contaminación del cemento. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

Las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga del cemento dispondrán de los dispositivos adecuados para minimizar las emisiones de polvo a la atmósfera.

En cementos suministrados en sacos, el almacenamiento deberá realizarse en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los sacos puedan estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento que puedan dañar el envase o la calidad del cemento.

#### ➤ **Recepción**

##### Control de recepción

El control de recepción se llevará a cabo en el lugar de suministro de cemento, ya sea en central de hormigón o de mortero preparado, en obra o en cualquier otra instalación en la cual se vaya a emplear el cemento para la fabricación de otros tipos de materiales de construcción, o en la que se vaya a efectuar con el cemento cualquier operación distinta a su almacenamiento o transporte. Si el receptor retirase el cemento de la fábrica o instalaciones del suministrador, la recepción del cemento y consiguiente toma de muestras deberá hacerse en dicho lugar y en ese momento.

La recepción del cemento se llevará a cabo por el responsable de la instalación o por la dirección facultativa de la obra, en su caso, en la cual el cemento sea suministrado, o persona en quien delegue. En el acto de la recepción deberán estar presentes representantes del suministrador (fabricante o vendedor) y del cliente o personas en quienes éstos deleguen por escrito. El responsable de la recepción se asegurará de que el suministro se realiza conforme al apartado “Suministro y almacenamiento – Suministro” del presente artículo. Los requisitos indicados en este apartado son aplicados tanto para cemento en sacos como para cemento a granel.

A efectos del control de recepción del cemento, se considera una remesa la cantidad de cemento, de igual designación y procedencia, recibida en el lugar de suministro en una misma unidad de transporte (camión, contenedor, barco, etc.).





Igualmente, se considera un lote la cantidad de cemento, de la misma designación y procedencia, que se somete a recepción en su conjunto.

Finalmente, se considera una muestra la porción de cemento extraída de cada lote y sobre la cual se realizarán, si procede, los ensayos de recepción.

El control de recepción del cemento implica las siguientes operaciones fundamentales:

- Planificación del control
- Identificación y control documental
- Toma de muestra
- Realización de ensayos
- Conformidad del lote.

#### ▪ Planificación del control

La planificación del control se efectuará conforme a los siguientes criterios:

- En el caso de suministros de cemento con distinta designación o procedencia, se constituirán lotes independientes para cada tipo de material y procedencia.
- En general, el lote lo formará la cantidad mensual recibida de cemento de igual tipo y procedencia, salvo que sobrepase la cantidad mensual de 200 toneladas de peso, en cuyo caso las remesas recibidas serán divididas formando lotes por cada 200 toneladas o fracción, de modo que, como mínimo, se constituyan dos lotes por mes.
- Si el suministro de cemento es discontinuo o muy poco frecuente, se mantendrán los criterios de establecimiento de lotes previamente descritos, de modo que, como mínimo, proceda la formación de un lote con frecuencia mensual, durante el período de suministro.
- En caso de que el cemento vaya destinado a su empleo en la elaboración de hormigón estructural in situ serán de aplicación los criterios de la Instrucción EHE.
- El responsable de la recepción o persona autorizada podrá fijar un tamaño inferior para la formación de lotes, en el caso de que lo estime oportuno, o sea exigible, en su caso, por el pliego de prescripciones técnicas particulares o por la dirección facultativa de la obra.
- En caso de que sea necesario realizar ensayos en la recepción, se llevarán a cabo atendiendo a los siguientes criterios:
  - Ensayos de composición: una vez cada tres lotes de un mismo tipo de cemento, cuando proceda, conforme lo indicado en el anexo "Ensayos aplicables en la recepción de los cementos".
  - Ensayos físicos, mecánicos y químicos: todos los incluidos en el anexo "Ensayos aplicables en la recepción de los cementos" sobre las muestras de cada uno de los lotes.

#### ▪ Identificación y control documental

Previamente a la toma de muestras el responsable de la recepción de la remesa, deberá comprobar que la designación del cemento que figura en el albarán y, en su caso, en los sacos, se corresponde con las especificaciones del pedido.

Además comprobará:

- Que el material dispone de la documentación que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, conforme a lo establecido en el apartado de "Exigencias administrativas" del presente artículo.
- Que la documentación de suministro es conforme a lo establecido en el apartado "Documentación del suministro" del presente artículo.

En caso de que el cemento esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el apartado "Especificaciones – Cementos comunes":





- Certificado que acredite que en la fecha de recepción, posee un distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el apartado “Realización de ensayos – Generalidades”. Este certificado debe contemplar todos los datos relevantes sobre el plan de muestreo, incluido el riesgo del consumidor considerado en aquél.

Cuando el cemento vaya a ser empleado en la fabricación del hormigón estructural se comprobará además:

- Que la remesa dispone del certificado de garantía del fabricante firmado por persona física, según lo especificado en la Instrucción EHE, en vigor.

Esta documentación deberá ser registrada, archivada y custodiada por el responsable de la recepción, para cada tipo de cemento suministrado, junto con las actas de toma de muestras.

#### ▪ Toma de muestras

##### a) Generalidades

Las operaciones de muestreo deberán realizarse en presencia del suministrador y del cliente o de sus representantes autorizados por escrito. En caso de que no se de la presencia de cualquiera de ellos, podrá llevarse a cabo la operación de muestreo, pero se dejará constancia de tal circunstancia en el acta de muestreo. En todo caso, tanto el suministrador como el cliente podrán hacer uso de las muestras para la realización de ensayos en laboratorios de su elección si lo consideran necesario.

Las muestras se tomarán en la obra, central de hormigón o fábrica de productos derivados del cemento bajo las instrucciones, según el caso, de la dirección facultativa o del responsable de la recepción designado por el cliente o por personas en quien se delegue por escrito. La toma de muestras se realizará siempre que sea posible a la llegada de la remesa de cemento.

Sin perjuicio de lo especificado con relación al número de muestras en los apartados “Criterios de conformidad para el caso de cementos que no estén en posesión del marcado CE” y “Criterios de conformidad para el caso de cementos en posesión del marcado CE”, el pliego de prescripciones técnicas particulares o la dirección facultativa de la obra podrá fijar un número mayor de muestras.

Se redactará un acta para cada toma de muestras, elaborada por el responsable de la recepción del cemento y suscrita por los representantes de las partes presentes en la toma de muestras. Se deberá adjuntar copia de esta acta con cada una de las muestras. El documento deberá incluir, al menos, la siguiente información:

- Nombre y dirección del organismo responsable de la toma de muestras.
- Nombre del responsable de la toma de muestras.
- Designación normalizada completa del cemento y marca comercial.
- Identidad de la fábrica productora y del punto de expedición o centro de distribución, en su caso.
- En el caso de cementos comunes, número del certificado del marcado “CE”.
- En su caso, contraseña del certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios.
- Número del certificado del distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el apartado “Realización de ensayos – Generalidades”, en su caso.
- Lugar, fecha y hora de toma de muestras.
- Marca o código de identificación sobre el recipiente de las muestras.
- Observaciones:
  - Ausencia de una de las partes en la toma de muestras.
  - En su caso, la exención de los ensayos.
  - Otros
- Fecha y firma del responsable de la recepción y de los representantes de las partes presentes en la toma de muestras.

En caso de exención de los ensayos, el responsable de la recepción o, en su caso, la dirección facultativa dejará constancia por escrito de tal circunstancia.



**b) Laboratorios de ensayos**

El laboratorio que realice los ensayos deberá estar acreditado para ensayos de cemento conforme a los criterios del Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, o estar incluido en el registro general del Ministerio de Fomento establecido por el Real Decreto 1230/1989, de 13 de octubre.

**c) Tipos de muestras**

Se distinguen tres tipos de muestras: preventivas, de control y de contraste. Las muestras preventivas y de contraste, en su caso, se conservarán durante un plazo de 100 días, de modo que puedan ser ensayadas cuando sea necesario.

Las muestras de control serán tomadas, en su caso, para envío a un laboratorio que cumpla lo establecido en el apartado "Laboratorios de ensayo", de modo que sean efectuados los ensayos sobre aquellos cementos en los que este requisito es exigible.

Las muestras de contraste serán tomadas en los casos en que el fabricante o suministrador lo requiera, a quien le serán entregadas para su conservación y ensayo, en su caso.

**d) Operaciones**

De cada lote deben tomarse dos tipos de muestras: una de control para realizar los ensayos de recepción, en su caso, y otra preventiva para conservar por el responsable de la recepción. Cuando el suministrador lo solicite podrá obtener una tercera muestra, de contraste.

Si el comprador retirase el cemento de la fábrica o almacén del suministrador la toma de muestra se hará en dicho lugar y en ese momento.

La toma de muestras se efectuará de acuerdo con lo establecido en los apartados "Toma de muestras en el suministro en sacos" y "Toma de muestras en el suministro a granel", según se efectúe el suministro en sacos o a granel.

**e) Toma de muestras en el suministro en sacos**

Cada lote se dividirá en tres partes iguales. De cada una de ellas, se tomará un saco al azar, por cada uno de los ensayos completos que se vayan a realizar, en función del número de muestras "n" definido en el apartado "Conformidad de lote en la recepción". De cada uno de los tres sacos resultantes se tomarán, con un medio adecuado y limpio, cantidades semejantes para formar un total de 16 kg como mínimo, o de 24 kg en caso de que el suministrador solicite una muestra de contraste.

La toma se homogeneizará según lo indicado en UNE 80401:1991 (EN 196-7) y se dividirá en dos o tres partes, según sea de 16 kg o 24 kg, sensiblemente iguales, que constituirán las muestras individuales. La división del material será efectuada después de cuartear la cantidad a ser distribuida, mediante el empleo de un divisor de muestras o, en su defecto, mediante la realización con un cogedor de extracciones de aproximadamente 0,5 kg de cada uno de los cuartos, que son vertidas sucesivamente a recipientes preparados para contener las muestras. Esta operación deberá continuar hasta que se obtenga la masa deseada para cada recipiente.

La muestra preventiva se conservará en la obra, central o fábrica, según corresponda, con el fin de realizar ensayos si es necesario. La muestra de control se empleará para la realización de los ensayos cuando corresponda. La muestra de contraste, cuando haya sido tomada, se entregará al fabricante o suministrador.

En caso de que no se efectúen los ensayos en la recepción al cemento la toma original podrá ser de 8 kg o 16 kg, cuando el fabricante solicite una muestra, prescindiendo de la muestra de control.

**f) Toma de muestras en el suministro a granel**

De cada lote se tomarán 16 Kg. o 24 Kg. (en caso de que el fabricante solicite una muestra) procedentes de al menos tomas realizadas durante la descarga, por cada uno de los ensayos completos que se vayan a realizar, en función del número de muestras "n" definido en el apartado "Conformidad del lote en la recepción". Estas tomas se realizarán durante la descarga a intervalos sensiblemente iguales, una vez



transcurridos algunos minutos de iniciada la descarga y que se haya establecido el régimen permanente de ésta.

La toma se homogeneizará según lo indicado en UNE 80401:1991 (EN 196-7) y se dividirá en dos o tres partes, según sea de 16 Kg. o 24 Kg., sensiblemente iguales, que constituirán las muestras individuales. La división del material será efectuada después de cuartear la cantidad a ser distribuida, mediante el empleo de un divisor de muestras o, en su defecto, mediante la realización con un cogedor de extracciones de aproximadamente 0,5 Kg. de cada uno de los cuartos, que son vertidas sucesivamente a recipientes preparados para contener las muestras. La muestra de contraste, cuando haya sido tomada, se entregará al fabricante.

En caso de que no se efectúen los ensayos en la recepción al cemento la toma original podrá ser de 8 kilogramos o 16 kilogramos, cuando el fabricante solicite una muestra, prescindiendo de la muestra de control.

#### g) Envasado de la muestra

Cada una de las muestras se envasará en un recipiente fabricado con un material que sea inerte respecto al cemento y no corrosible. Tendrá doble tapa, una a presión y otra a rosca. Estos recipientes deberán ser estancos al aire y a la humedad.

Los envases, una vez cerrados, se precintarán de forma que ofrezcan garantías para la integridad de las muestras. Este precinto llevará los sellos o identificaciones aportados por las partes.

En todos los casos, en el interior de cada envase se dispondrá una etiqueta que permita la identificación del lugar de recepción y el lote de procedencia. Otra etiqueta con la misma referencia que identifique al lote figurará en el exterior del envase.

#### h) Conservación de la muestra.

Las muestras se conservarán en obra, central o fábrica, según corresponda, al menos durante 100 días, a no ser que sea precisa su utilización. El responsable de la recepción o la dirección facultativa de la obra, según proceda, podrá exigir que las muestras permanezcan en un lugar cerrado en el que queden protegidas de la humedad, el exceso de temperatura (preferiblemente no superior a 30 °C) o la contaminación producida por otros materiales.

Se evitará que el envase pueda quedar dañado y que se rompa el precinto durante las manipulaciones. De darse esta anomalía, la muestra perderá su representatividad.

#### i) Preparación de la muestra en laboratorio.

Recibida la muestra en el laboratorio, se conservará en condiciones de inalterabilidad en el mismo envase en que fue tomada hasta el momento de su preparación para la realización de los ensayos.

Llegado el momento de realizar los ensayos, se procederá a romper los precintos y a abrir los envases en un lugar debidamente acondicionado, según lo indicado en UNE-EN 196-1:1996.

De la muestra se tomará una fracción para los ensayos, conservándose el resto en el mismo envase cerrado y precintado de nuevo. Este envase mantendrá las etiquetas de identificación originales u otras nuevas en caso de deterioro. En estas condiciones se conservarán por un periodo de dos meses después de haberse comunicado los resultados.

#### Realización de ensayos.

##### a) Generalidades.

A los efectos de esta instrucción, se realizarán ensayos de identificación del suministro y de control.

Los cementos de albañilería no serán sometidos a ensayos de recepción, salvo que así lo indique el pliego de prescripciones técnicas particulares o por indicación contraria de la dirección facultativa.



La posesión del marcado «CE» por parte de los cementos comunes es obligatoria y, a la vista de los controles y ensayos que conlleva, esta instrucción permite eximirles de realizar los correspondientes ensayos de control.

A los efectos de esta instrucción, los distintivos de calidad de carácter voluntario deberán cumplir, para su reconocimiento oficial por la Administración competente de un Estado miembro del Espacio Económico Europeo, los requisitos establecidos en el anexo “Requisitos para el reconocimiento oficial de los distintivos de calidad”. En su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de calidad por parte de la Administración competente que lo lleve a efecto incluirá la declaración explícita del cumplimiento de los citados requisitos.

#### b) Ensayos para la recepción.

En general, el cumplimiento de las prescripciones establecidas en esta instrucción se comprobará mediante la realización de los ensayos de identificación y de control que, para cada tipo de cemento, se señalan en el anexo “Ensayos aplicables en la recepción de los cementos” aplicando, para cada caso, los métodos de ensayo indicados en el apartado “Especificaciones” del presente artículo. La determinación de los componentes se realizará conforme a lo establecido en el apartado 6 de UNE 80216:1991 (ENV 196-4).

En el caso de los cementos comunes en posesión del marcado «CE», no será necesaria la realización de los ensayos de control definidos en el anexo “Ensayos aplicables en la recepción de los cementos”, salvo indicación contraria de la dirección facultativa o el responsable de la recepción.

En el caso de cementos en posesión de un distintivo de calidad de carácter voluntario oficialmente reconocido, la dirección facultativa o el responsable de la recepción, teniendo en cuenta los requisitos que se establecen en el anexo “Requisitos para el reconocimiento oficial de los distintivos de calidad” para la obtención del distintivo y para su reconocimiento oficial, podrá dispensar de la realización de los ensayos contemplados, para cada caso, en el anexo “Ensayos aplicables en la recepción de los cementos”.

#### c) Resultados del laboratorio.

Los resultados de los ensayos deberán proporcionarse acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como de la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio, como de la realización de los ensayos.

##### ■ Conformidad del lote en la recepción.

Para que un lote sea aceptado cuando proceda la realización de ensayos es necesario que sus resultados, con su incertidumbre de medida incluida, cumplan las condiciones del control de recepción definidas en el apartado “Criterios de conformidad para el caso de cementos que no estén en posesión del marcado CE” para el caso general, y en el apartado “Criterios de conformidad para el caso de cementos en posesión del marcado CE” para el caso de cementos comunes en posesión del marcado «CE».

El control se llevará a cabo por variables para la resistencia y por atributos para el resto de las características. En caso de cementos comunes con marcado «CE», el incumplimiento de las prescripciones dará lugar a su rechazo, procediéndose por parte de la dirección facultativa o del responsable de la recepción, según proceda, a una comunicación de tal circunstancia a la comisión interministerial creada por la disposición final primera del Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.

Adicionalmente, en el caso de que el cemento posea un distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el apartado “Realización de ensayos – Generalidades” y se hayan realizado ensayos por acuerdo entre las partes o siguiendo las instrucciones de la dirección facultativa, del responsable de la recepción o por imperativo del pliego de prescripciones técnicas particulares, resultando el cemento no conforme con las especificaciones de esta Instrucción, se notificará dicha circunstancia a la Administración que hubiera efectuado el reconocimiento.

#### d) Criterios de conformidad para el caso de cementos que no estén en posesión del marcado «CE».

En caso de cementos, distintos de los comunes descritos en el apartado “Especificaciones – Cementos comunes”, que no estén en posesión del marcado «CE», se llevará a cabo el control de recepción sobre un mínimo de tres muestras para cada ensayo, conforme a los criterios establecidos en los apartados



“Inspección de variables” y “Inspección por atributos”, para control por variables y control por atributos, respectivamente.

Inspección por variables.

En el caso de control por variables de un lote de un cemento que no esté en posesión del marcado «CE», la conformidad se comprobará cuando se cumplan simultáneamente las condiciones (1) y (2) siguientes:

$$\begin{aligned} X_1 - k_1 \cdot \sigma &\geq L(1) \\ X_n + k_1 \cdot \sigma &\geq U(2) \end{aligned}$$

Siendo:

$X_n$ : el mayor valor de los resultados obtenidos con una muestra de tamaño  $n$ .

$X_1$ : menor valor de los resultados obtenidos con una muestra de tamaño  $n$ .

$\sigma$ : la desviación estándar de la población de procedencia (El valor de la desviación estándar lo aportará el fabricante como resultado de los ensayos del control de producción, certificado por un laboratorio de los contemplados en el apartado “Toma de muestras – Laboratorios de ensayos”, referido a ensayos efectuados con una antigüedad máxima de tres meses.).

$k_1$ : una constante, definida en la tabla expuesta a continuación.

$L$ : el límite inferior especificado a igualar o superar por algunas características del cemento, definido en el apartado “Tipos de cementos y especificaciones” para cada propiedad y tipo de cemento.

$U$ : el límite superior especificado que no puede superarse por alguna característica del cemento, definido en su caso en el apartado “Tipos de cementos y especificaciones” para cada propiedad y tipo de cemento.

$P_k$ : la calidad límite para cada característica del cemento, expresada como máximo porcentaje de defectos admisible.

Donde la constante  $K_1$  toma los siguientes valores:

Nº de muestras (n)	$k_1$	
	Para $P_k = 5\%$	Para $P_k = 10\%$
	Límite inferior de resistencias iniciales y normales. Contenido de aire en cementos de albañilería	Otras propiedades
3	2.11	1.75
5	1.63	1.27
7	1.35	0.99
10	1.09	0.73
20	0.64	0.27
35	0.32	-0.04

Para el control por atributos el número de resultados no conformes de la muestra (CD) debe compararse con el número de resultados aceptables para el valor de sub-nominales del lote de procedencia ( $C_1$ ) definidos en la tabla siguiente:

Número de muestras (n) $P_k = 10\%$	$C_1$	Numero de muestras (n) $P_k = 5\%$
$\leq 28$	0	$\leq 58$
45	1	93
60	2	123



El lote será conforme cuando se cumpla la siguiente condición:

$$C_d \leq C_1$$

**e) Criterios de conformidad para el caso de cementos en posesión del marcado «CE».**

En caso de cementos comunes, el control de producción conforme a lo establecido en UNE-EN 197-1:2000 se comprueba por un organismo notificado, lo que permite otorgar unas consideraciones especiales en el control de recepción de los citados cementos.

El control se llevará a cabo, al menos, sobre una muestra para cada ensayo, aplicando los criterios de conformidad que se definen en los apartados "Criterios de conformidad para el caso de cementos en posesión del marcado "CE"- Inspección por variables" y "Criterios de conformidad para el caso de cementos en posesión del marcado "CE"- Inspección por atributos" y para los casos de control por variables y control por atributos, respectivamente.

Inspección por variables.

En el caso de control por variables de un lote de un cemento común en posesión del marcado «CE», la conformidad se comprobará cuando se cumplan simultáneamente las condiciones (1) y (2) siguientes:

$$\begin{aligned} X_1 - k_2 \cdot \sigma &\geq L(1) \\ X_n + k_2 \cdot \sigma &\geq U(2) \end{aligned}$$

Siendo:

- X<sub>n</sub>: el mayor valor de los resultados obtenidos con una muestra de tamaño n.  
 X<sub>1</sub>: el menor valor de los resultados obtenidos con una muestra de tamaño n.  
 σ: la desviación estándar de la población de procedencia (El valor de la desviación estándar lo aportará el fabricante como resultado de los ensayos del control de producción, conforme a los criterios establecidos para la documentación en el apartado de "Albaranes y documentación anexa").  
 k<sub>2</sub>: una constante definida en la tabla detallada a continuación.  
 L: el límite inferior especificado a igualar o superar por algunas características del cemento.  
 U: el límite superior especificado que no puede superarse por alguna característica del cemento.  
 P<sub>k</sub>: la calidad límite para cada característica del cemento, expresada como máximo porcentaje de defectos admisible.

Los valores de k<sub>2</sub> se indican en la siguiente tabla:

Nº de muestras (n)	K <sub>2</sub>	
	Para P <sub>k</sub> = 5%	Para P <sub>k</sub> = 10%
	Límite inferior de resistencias iniciales y normales. Contenido de aire en cementos de albañilería	Otras propiedades
1	1.26	0.90
2	0.78	0.42
3	0.54	0.17
5	0.26	-0.11
7	0.09	-0.28

Inspección por atributos.

Para el control por atributos el número de resultados no conformes de la muestra (CD) debe compararse con el número de resultados aceptables para el valor de sub-nominales del lote de procedencia (C<sub>2</sub>) establecidos en la siguiente tabla:



Nº de muestras (n) $P_k = 10\%$	$C_2$	Nº de muestras (n) $P_k = 5\%$
1	0	1
2	0	2
3	0	3
4	0	4
5	1	5
6	1	6
7	1	7

El lote será conforme cuando se cumpla la siguiente condición:

$$C_D \leq C_2$$

➤ **Anexo: Componentes del cemento**

**General**

Los requisitos de los componentes especificados se determinarán siguiendo los métodos de ensayo descritos en las normas UNEEN 196:1996.

**Componentes principales**

▪ **Clínker de cemento.**

**a) Clínker de cemento portland (K).**

El clínker de cemento portland se obtiene por sinterización de una mezcla homogénea de materias primas (crudo, pasta o harina) conteniendo elementos, normalmente expresados en forma de óxidos, CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y pequeñas cantidades de otras materias.

El clínker de cemento portland es un material hidráulico que debe estar constituido al menos en dos tercios de su masa por silicatos de calcio [3CaO.SiO<sub>2</sub>] y [2CaO.SiO<sub>2</sub>], estando constituido el resto por fases del clínker conteniendo aluminio, hierro y por otros compuestos. La relación en masa (CaO)/(SiO<sub>2</sub>) no será menor de 2,0 y el contenido de óxido de magnesio (MgO) no excederá del cinco % en masa.

**b) Clínker de cemento portland (K) empleado en cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en cementos resistentes al agua de mar (MR).**

Las especificaciones adicionales para los cementos comunes resistentes a los sulfatos son, en cuanto a su clínker, las limitativas de su contenido de aluminato tricálcico y de la suma de sus contenidos de aluminato tricálcico y ferrito-aluminato tetracálcico, señaladas en la tabla de "Prescripciones adicionales para los cementos resistentes a los sulfatos".

**c) Clínker de cemento de aluminato de calcio (K).**

El clínker de cemento de aluminato de calcio es un material hidráulico que se obtiene por fusión o sinterización de una mezcla homogénea de materiales aluminosos y calcáreos conteniendo elementos, normalmente expresados en forma de óxidos siendo el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, el principal, y pequeñas cantidades de otras materias (SO<sub>3</sub>, S<sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, óxidos alcalinos).

El clínker de cemento de aluminato de calcio es un material hidráulico que se obtiene por fusión o sinterización de una mezcla homogénea de materiales aluminosos y calcáreos conteniendo elementos, normalmente expresados en forma de óxidos, siendo los principales los óxidos de aluminio, calcio y hierro (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), y pequeñas cantidades de óxidos de otros elementos (SiO<sub>2</sub>TiO<sub>2</sub>, S=, SO<sub>3</sub>, Cl<sup>-</sup>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, etc.). El componente mineralógico fundamental es el aluminato monocalcico (Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>.CaO).





**▪ Escoria granulada de horno alto (S).**

La escoria granulada de horno alto se obtiene por enfriamiento rápido de una escoria fundida de composición adecuada, obtenida por la fusión del mineral de hierro en un horno alto y constituida al menos en dos tercios de su masa por escoria vítrea y que posee propiedades hidráulicas cuando se activa de manera adecuada.

La escoria granulada de horno alto debe estar constituida al menos en dos tercios de su masa por la suma de óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO) y dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>). El resto contiene óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) junto con pequeñas cantidades de otros compuestos. La relación en masa (CaO + MgO) / (SiO<sub>2</sub>) será superior a 1,0.

**▪ Puzzolanas (P, Q)****a) Generalidades**

Los materiales puzzolánicos son sustancias naturales de composición silíceo-aluminosa o combinación de ambas.

Los materiales puzzolánicos no endurecen por sí mismos cuando se amasan con agua, pero finamente molidos y en presencia de agua reaccionan, a la temperatura ambiente normal, con el hidróxido de calcio disuelto [Ca(OH)<sub>2</sub>] para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio capaces de desarrollar resistencia. Estos compuestos son similares a los que se forman durante el endurecimiento de los materiales hidráulicos. Las puzzolanas están compuestas esencialmente por dióxido de silicio reactivo (SiO<sub>2</sub>) y óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). El resto contiene óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y otros óxidos. La proporción de óxido de calcio reactivo es de poca importancia para el endurecimiento. El contenido de dióxido de silicio reactivo (SiO<sub>2</sub>) no será menor del 25 % en masa.

Los materiales puzzolánicos deben prepararse correctamente, es decir, deben ser seleccionados, homogeneizados, secados o tratados térmicamente y pulverizados, dependiendo de su estado de producción o de suministro.

**b) Puzzolana natural (P).**

Las puzzolanas naturales son normalmente materiales de origen volcánico o rocas sedimentarias con composición química y mineralógica adecuadas.

Puzzolana natural (P) empleada en cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en cementos resistentes al agua de mar (MR).

En cuanto a las puzzolanas naturales de los cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en cementos resistentes al agua de mar (MR) que los contengan, las especificaciones son las siguientes:

- La relación SiO<sub>2</sub>/(CaO +MgO), en tantos por ciento en masa, debe ser superior a 3,5, siendo CaO el óxido de calcio reactivo definido en UNE-EN 197-1:2000.
- La ceniza volante silíceo (V) o puzzolana natural (P) molida a finura Blaine equivalente a la del cemento de referencia (±200 cm<sup>2</sup>/g) y mezclada con éste en proporción cemento/ceniza igual a 75/25 en masa, deberá cumplir el ensayo de puzzolanidad a la edad de siete días, según el método de UNE-EN 196-5:1996.
- Esta misma mezcla 75/25 en masa deberá dar una resistencia a compresión a la edad de 28 días igual o superior al 75 por ciento de la resistencia del cemento de referencia a la misma edad (índice de actividad resistente IAR), según el método de ensayo de UNE-EN 196-1:1996.

El cemento de referencia, tanto para el ensayo de puzzolanidad como para el de resistencia, será un I 42,5 R/SR.

**c) Puzzolana natural calcinada (Q).**

Las puzzolanas naturales calcinadas son materiales de origen volcánico, arcillas, pizarras o rocas sedimentarias activadas por tratamiento térmico.



▪ **Cenizas volantes (V, W).**

**a) Generalidades.**

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas pulverulentas arrastradas por los flujos gaseosos de hornos alimentados con carbón pulverizado. Las cenizas obtenidas por otros métodos no deberán emplearse en los cementos.

Las cenizas volantes pueden ser de naturaleza silícea o calcárea. Las primeras tienen propiedades puzolánicas; las segundas pueden tener, además, propiedades hidráulicas.

La pérdida por calcinación de las cenizas volantes determinada conforme a EN 196-2:1994, pero empleando un tiempo de calcinación de 1 h, no excederá del cinco % en masa. Cuando la pérdida por calcinación sea del cinco % al siete % en masa, se aceptarán con la condición de que se cumplan las exigencias de durabilidad conforme a los reglamentos en vigor para hormigones o morteros de los lugares en donde se utilicen, especialmente en lo que concierne a la resistencia al hielo-deshielo y la compatibilidad con los aditivos. En este último caso, se deberá indicar sobre el envase y/o en los albaranes el límite máximo del siete % en masa.

**b) Cenizas volantes silíceas (V).**

La ceniza volante silícea es un polvo fino de partículas esféricas que tiene propiedades puzolánicas. Consta esencialmente de dióxido de silicio reactivo ( $\text{SiO}_2$ ) y óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). El resto contiene óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y otros compuestos.

La proporción de óxido de calcio reactivo será menor del 10 % en masa, y el contenido de óxido de calcio libre, determinado por el método descrito en EN 451-1:1995, no excederá del uno % en masa. Las cenizas volantes que tienen un contenido de óxido de calcio libre superior al uno % en masa pero inferior al 2,5 % en masa son también aceptables con la condición de que el requisito de la expansión (estabilidad) no sobrepase los 10 mm cuando sea ensayada conforme a la norma EN 196-3:1996, usando una mezcla de un 30 % en masa de ceniza volante silícea y un 70 % en masa de un cemento tipo CEM I. El contenido de dióxido de silicio reactivo no será inferior al 25 % en masa.

Cenizas volantes silíceas (V) empleadas en cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en cementos resistentes al agua de mar (MR).

En cuanto a las cenizas volantes de los cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en cementos resistentes al agua de mar (MR) que los contengan, las especificaciones son las mismas que las indicadas en el apartado "Puzolana natural (P) empleada en cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en cementos resistentes al agua de mar (MR)" de este anexo.

**c) Cenizas volantes calcáreas (W).**

La ceniza volante calcárea es un polvo fino que tiene propiedades hidráulicas o puzolánicas. Consta esencialmente de óxido de calcio reactivo ( $\text{CaO}$ ), dióxido de silicio reactivo ( $\text{SiO}_2$ ) y óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). El resto contiene óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y otros compuestos.

La proporción de óxido de calcio reactivo será superior a un 10 % en masa. Por un lado, si las cenizas volantes calcáreas contienen entre el 10 % y el 15 % en masa de óxido de calcio reactivo, tendrán un contenido superior o igual al 25 % en masa de dióxido de silicio reactivo. Por otro lado, cuando las cenizas volantes calcáreas tengan más del 15 % en masa de óxido de calcio reactivo, tendrán una resistencia a compresión de la menos 10,0 MPa a 28 días, ensayadas conforme a EN 196-1:1996.

Para la realización del ensayo de resistencia a compresión, la ceniza volante será previamente molida hasta una finura comprendida entre el 10 % y el 30 % en masa, expresada como la proporción en masa de la ceniza retenida sobre el tamiz de 40 micrómetros, siendo tamizada en húmedo. El mortero para ensayo de resistencia a compresión será preparado sólo con ceniza volante calcárea molida, en lugar de cemento. Las probetas de mortero deben ser desmoldadas 48 h después de su preparación y curadas con una humedad relativa de al menos 90 % hasta el ensayo.



La expansión (estabilidad de volumen) de las cenizas volantes calcáreas no sobrepasará los 10 mm cuando sean ensayadas conforme a UNE-EN 196-3:1996, usando una mezcla de un 30 % en masa de ceniza volante calcárea molida como se ha descrito anteriormente, y un 70 % en masa de un cemento tipo CEM I.

Si el contenido en sulfato (SO<sub>3</sub>) de la ceniza volante excede el límite superior permitido para el contenido en sulfato del cemento, esto debe tenerse en cuenta por el fabricante del cemento, reduciendo convenientemente los constituyentes que contienen sulfato de calcio.

#### ▪ **Esquisto calcinado (T).**

El esquisto calcinado, particularmente el bituminoso, se produce en un horno especial a temperaturas de aproximadamente 800 °C. Debido a la composición del material natural y al proceso de producción, el esquisto calcinado contiene fases del clínker, principalmente silicato bicálcico y aluminato monocálcico. También contiene proporciones mayores de óxidos puzolánicamente reactivos, especialmente dióxido de silicio, además de pequeñas cantidades de óxido de calcio libre y de sulfato de calcio. En consecuencia, en estado finamente molido, el esquisto calcinado presenta propiedades hidráulicas, como las del cemento portland, así como propiedades puzolánicas.

El esquisto calcinado deberá tener una resistencia a compresión de al menos 25,0 MPa a 28 días, ensayado conforme a UNE-EN 196-1:1996. El mortero para ensayo de resistencia a compresión estará preparado sólo con esquisto calcinado finamente molido. Las probetas de mortero deben ser desmoldadas 48 h después de su preparación y curadas con una humedad relativa superior o igual a un 90 % hasta el ensayo.

La expansión (estabilidad de volumen) del esquisto calcinado no sobrepasará los 10 mm, ensayado conforme a UNE-EN 1963:1996, usando una mezcla de un 30 % en masa de esquisto calcinado y un 70 % en masa de un cemento tipo CEM I.

Si el contenido en sulfato (SO<sub>3</sub>) del esquisto calcinado excede el límite superior permitido para el contenido de sulfato en el cemento, esto debe tenerse en cuenta por el fabricante del cemento reduciendo convenientemente los constituyentes que contienen sulfato de calcio.

#### ▪ **Caliza (L, LL).**

Las calizas cumplirán con los siguientes requisitos:

- El contenido de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), calculado a partir del contenido de óxido de calcio, no será inferior al 75 % en masa.
- El contenido de arcilla, determinado por el método del azul de metileno conforme a UNE-EN 933-9:1999 será menor de 1,20 g/100 g. Para este ensayo, la caliza estará molida a una finura aproximada de 5000 cm<sup>2</sup>/g, determinada como superficie específica conforme a UNE-EN 196-6.
- El contenido de carbono orgánico total (TOC), determinado conforme a EN 13639:1999, cumplirá uno de los siguientes criterios:
  - Para los subtipos LL: no excederá del 0,20 % en masa.
  - Para los subtipos L: no excederá del 0,50 % en masa.

#### ▪ **Humo de sílice (D).**

El humo de sílice se origina por la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos de arco eléctrico, para la producción de silicio y aleaciones de ferrosilicio, y consiste en partículas esféricas muy finas conteniendo al menos el 85 % en masa de dióxido de sílice amorfa.

El humo de sílice cumplirá los siguientes requisitos:

- La pérdida por calcinación no superará el cuatro % en masa, determinada conforme a EN 196-2:1994 pero empleando un tiempo de calcinación de 1 h.
- La superficie específica (BET) del humo de sílice sin tratar será al menos de 15,0 m<sup>2</sup>/g, determinada conforme a ISO 9277:1995.



**d) Humo de sílice (D) empleado en los cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en los cementos resistentes al agua de mar (MR).**

En cuanto al humo de sílice empleado en los cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en cementos resistentes al agua de mar (MR) que los contengan, las especificaciones son las mismas que las indicadas en el apartado "Puzolana natural (P) empleada en cementos resistentes a los sulfatos (SR) y en cementos resistentes al agua de mar (MR)" de este anexo.

Componentes adicionales minoritarios

Los componentes adicionales minoritarios son materiales minerales naturales o derivados del proceso de fabricación del clínker. También pueden ser componentes adicionales minoritarios los especificados en el apartado "Componentes principales" de este anexo a menos que estén incluidos como componentes principales del cemento. Estarán correctamente seleccionados, homogeneizados, secados y pulverizados, en función de su estado de producción o suministro.

Los componentes adicionales minoritarios no aumentarán sensiblemente la demanda de agua del cemento, no disminuirán la resistencia del hormigón o del mortero en ningún caso, ni reducirán la protección de las armaduras frente a la corrosión. Estos componentes suelen mejorar las propiedades físicas de los cementos (tales como la docilidad o la retención de agua).

La información sobre los componentes adicionales minoritarios del cemento será facilitada por el fabricante cuando lo solicite el usuario.

Sulfato de calcio

El sulfato de calcio se añade durante la fabricación del cemento para controlar el fraguado.

El sulfato de calcio puede ser yeso (sulfato de calcio dihidratado,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), hemihidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ), o anhidrita (sulfato de calcio anhidro  $\text{CaSO}_4$ ), o cualquier mezcla de ellos. El yeso y la anhidrita se encuentran en la naturaleza. Además, el sulfato de calcio también puede obtenerse como subproducto de ciertos procesos industriales.

Aditivos

Los aditivos son componentes no contemplados en los apartados anteriores, que se añaden para mejorar la fabricación o las propiedades del cemento.

Estos aditivos no deberán perjudicar las propiedades del cemento, de los morteros u hormigones fabricados con él, ni causar la corrosión de las armaduras o metales embebidos en ellos.

La cantidad total de aditivos en los cementos no excederá del uno % en masa del cemento (a excepción de los pigmentos); mientras que la cantidad de aditivos orgánicos no excederá del 0,5% en masa del cemento, medida sobre el residuo seco.

▪ **Aditivos de UNE-EN 197-1:2000.**

Cuando se usan en un cemento de UNE-EN 197-1:2000 aditivos para el hormigón, mortero o lechadas conforme a las normas de la serie EN 934, la designación normalizada del aditivo debe declararse en los sacos y/o albaranes.

▪ **Aditivos de los cementos de albañilería.**

En los cementos de albañilería, se emplean agentes aireantes con el fin de mejorar su docilidad y durabilidad. Sin embargo, se limita el contenido de aire con el fin de asegurar una buena adherencia. Los límites se especifican en la tabla "Prescripciones para mortero fresco" y "Requisitos para mortero fresco" del presente artículo.

Cuando la designación del cemento incluye el signo «X», ello indica que no lleva un agente aireante incorporado.



Se admite hasta un 10 % de pigmentos inorgánicos conforme con EN 12878:2000, con la excepción de negro de carbono.

➤ **Anexo: Recomendaciones de uso**

Generalidades

Estas recomendaciones se refieren a consideraciones relativas a las clases resistentes y a la aptitud de los cementos frente a los diferentes ambientes agresivos que más incidencia pueden tener en los diferentes tipos de utilizaciones. Asimismo, se incluyen comentarios y otras indicaciones particulares.

La recomendación para el uso de cementos recogida en los apartados del presente anexo debe considerarse también extendidas a los correspondientes cementos blancos y cementos con características adicionales, que presenten el mismo tipo y clase de resistencia.

Para las aplicaciones generales de hormigones estructurales, se seguirá lo establecido en la Instrucción EHE, en vigor.

Cementos para hormigones estructurales

Con determinados usos específicos Este apartado contempla el uso de los cementos aplicables en hormigones en algunas aplicaciones estructurales, que por su particularidad e importancia pueden precisar un tratamiento específico.

▪ **Cementos para hormigones para obras portuarias y marítimas.**

En el caso de estructuras de hormigón en masa, armado o pretensado que formen parte de obras portuarias y marítimas, se recomienda el empleo de los cementos que se describen en la siguiente tabla:

Aplicación	Tipo de hormigón	Cementos recomendados
Obras portuarias y marítimas	En masa	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/C (*) Cementos para usos especiales ESP V I-1
	Armado	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/C, CEM V/B
	Pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D
(*) Para este tipo de obras, puede utilizarse el CEM III-C en casos debidamente justificados, y previa autorización de la dirección facultativa		

La utilización de uno u otro tipo de cemento, con característica adicional MR cuando sea preceptiva, dependerá de las exigencias del hormigón y del tipo de aplicación específica.

▪ **Cementos para hormigón de presas.**

Los cementos recomendados para la fabricación de hormigones para presas se recogen en la siguiente tabla:

Aplicación	Cementos recomendados
Presas de hormigón vibrado	Cementos comunes de los tipos CEM III y CEM IV/B.
Presas de hormigón compactado	Cementos comunes de los tipos CEM III y CEM IV/B. CEM V/A, V/B. Cemento para usos especiales ESP VI-1

También pueden emplearse los cementos tipo CEM I, cuando se añada una adición al hormigón en cantidad suficiente, compatible con las exigencias del proyecto.



Se recomienda que los cementos a utilizar sean de clase resistente baja (32,5), así como tener en cuenta, especialmente, el calor de hidratación.

▪ **Cementos para hormigones de obras hidráulicas distintas de las presas.**

Los cementos recomendados para la construcción de estructuras para el transporte de agua, que no formen parte de los cuerpos de las presas, se presentan en la siguiente tabla:

Aplicación	Tipo de hormigón	Cementos recomendados
Tubos de hormigón, canales y otras aplicaciones hidráulicas	En masa	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III-C
	Armado	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/B, CEM III-C y CEM V/B
	Pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D

En el caso de elementos prefabricados de hormigón, se deben utilizar cementos con clase resistente mínima 42,5 N.

Cementos para firmes de carreteras, de puertos y de aeropuertos

En la tabla siguiente se describen los cementos recomendados en las siguientes aplicaciones: los pavimentos de hormigón vibrado, la estabilización in situ de suelos, el suelo-cemento, la grava-cemento y el hormigón compactado.

Tipo de hormigón	Cementos recomendados
Pavimentos de hormigón vibrado	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/B, CEM III-C y CEM V/B
Suelo-cemento y grava-cemento y hormigón compactado.	Cementos comunes de los tipos CEM II/B, CEM III, CEM IV, CEM V Cemento para usos especiales ESP VI-1
Estabilización in situ de suelos	Cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III-C Cementos para usos especiales ESP VI-1

Para el caso de pavimentos de hormigón vibrado es conveniente usar cementos de clase resistente baja (32,5) o media (42,5) y tener en cuenta el calor de hidratación. Igualmente, en los casos de estabilización in situ de suelos, suelo-cemento y grava-cemento, se recomienda utilizar cementos de clase resistente baja (32,5).

Para aplicaciones especiales, como la reparación de pavimentos y obras urgentes, pueden emplearse cementos de clase resistente más elevada o incluso otros cementos, como el de aluminato de calcio (CAC/R), conforme a lo establecido en el anejo 4 de la Instrucción de hormigón estructural EHE.





Cementos para hormigones no estruturales

Los cementos utilizables en hormigones no estructurales, no incluidos en el apartado de "Cementos para firmes de carreteras, de puertos y de aeropuertos", se recogen en la siguiente tabla:

Tipo de hormigón	Cementos recomendados
Prefabricados no estructurales.	Cementos comunes excepto CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/C
Hormigones de limpieza y relleno de zanjas.	Cementos comunes
Otros hormigones ejecutados en obras.	Cementos comunes excepto CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM II/C Cemento para usos especiales ESP VI-1

Para la prefabricación de elementos no estructurales se recomienda escoger entre los diferentes tipos y categorías de los cementos en función del elemento a fabricar y sus condiciones de ejecución y curado. Cuando se requiera la exigencia de blancura, se utilizarán los cementos blancos definidos en el apartado de "Cementos blancos".

Cementos para morteros de albañilería

Los cementos recomendados para la elaboración de morteros de albañilería son los recogidos en la siguiente tabla:

Aplicación	Cementos recomendados
Albañilería	Cemento de albañilería Cementos comunes excepto los tipos CEM I y CEM II/A

Cuando se requiera la exigencia de blancura e utilizarán los cementos blancos definidos en el apartado de "Cementos blancos".

➤ **Anexo: Ensayos aplicables en la recepción de los cementos**Ensayos de identificación del suministro• **Cementos comunes**

Cementos comunes (UNE-EN 197-1:2000)	Ensayos aplicables
CEM I	Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). Determinación de pérdida de calcinación. Determinación de componentes.
CEM II	Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y 2 y 28 días para el resto). Determinación de la pérdida por calcinación, salvo para cementos portland con caliza. Determinación de componentes.
CEM III	Resistencias mecánicas (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). Determinación de pérdida de calcinación. Determinación de componentes (*)
CEM IV	Resistencia mecánica (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). Ensayo de pozolanidad a las edades de 8 y/o 15 días. Determinación de componentes
CEM V	Resistencia mecánica (a las edades de 7 y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a 2 y 28 días para el resto). Determinación de componentes (*)
(*) La determinación de los componentes para el caso de los cementos CEM III y CEM V será exclusivamente cualitativa, restringiéndose a comprobar que no se trata de un tipo de cemento diferente del que se ha solicitado.	





**Cementos comunes con características adicionales**

Cementos resistentes a los sulfatos (UNE 80303-1:2001)	Ensayos aplicables
SR	Los exigidos para la identificación de los cementos comunes (CEM) con designación homónima (I a V).

Cementos resistentes al agua de mar (UNE 80303-2:2001)	Ensayos aplicables
MR	Los exigidos para la identificación de los cementos comunes (CEM) con designación homónima (I a V).

Cementos de bajo calor de hidratación (UNE 80303-3:2001)	Ensayos aplicables
BC	Los exigidos para la identificación de los cementos comunes (CEM) con designación homónima (I a V). Determinación del calor de hidratación.

• **Otros cementos diferentes de los comunes**

Cementos para usos especiales (UNE 80307:2001)	Ensayos aplicables
Cementos ESP	Resistencias mecánicas (a las edades de 28 y 90 días)
	Determinación de los componentes

Cementos de aluminio de calcio (UNE 80310:1996)	Ensayos aplicables
Cementos CAC/R	Resistencias mecánicas (a las edades de 6 y 24 horas) Determinación de los componentes

Cementos blancos (UNE 80305:2001)	Ensayos aplicables
Cementos BL	Los exigidos para la identificación de los cementos comunes (CEM) con designación homónima (I a V) Blancura

Cementos de albañilería (UNE-EN 413-1:2001)	Ensayos aplicables
Cementos de albañilería	No precisan la realización de ensayos de identificación.



• **Cementos comunes con características adicionales**

Cementos resistentes a los sulfatos (UNE 80303-1:2001)	Ensayos aplicables
SR	Estabilidad de volumen Tiempos de fraguado Residuo insoluble Contenido de sulfatos Contenido de cloruros

Cementos resistentes al agua de mar (UNE 80303-2:2001)	Ensayos aplicables
MR	Estabilidad de volumen Tiempos de fraguado Residuo insoluble Contenido de sulfatos Contenido de cloruros

Cementos de bajo calor de hidratación (UNE 80303-3:2001)	Ensayos aplicables
BC	Estabilidad de volumen Tiempos de fraguado Residuo insoluble Contenido de sulfatos Contenido de cloruros

• **Otros cementos diferentes de los comunes**

Cementos para usos especiales (UNE 80307:2001)	Ensayos aplicables
Cementos ESP	Estabilidad de volumen Tiempos de fraguado Determinación de sulfatos Determinación de cloruros

Cementos de aluminio especiales (UNE 80307:2001)	Ensayos aplicables
Cementos CAC/R	Tiempos de fraguado Determinación de sulfatos Determinación de cloruros Determinación de álcalis Determinación del óxido de aluminio Determinación de sulfuros

Cementos blancos (UNE 80305:2001)	Ensayos aplicables
Cementos BL	Los exigidos para la identificación de los cementos comunes (CEM) con



	designación homónima (I a V)
Cementos de albañilería (UNE-EN 413-1:2001)	Ensayos aplicables
Cementos de albañilería	No precisan la realización de ensayos de control .

▪ **Anexo: Requisitos para el reconocimiento oficial de los distintivos de calidad**

Bases técnicas para el reconocimiento oficial de los distintivos

Esta instrucción concede unas consideraciones especiales en la recepción para los cementos en posesión de distintivos de calidad oficialmente reconocidos por una Administración competente de un Estado miembro del Espacio Económico Europeo. Para ello, es necesario asegurar que la posesión de dicho distintivo conlleva una serie de valores añadidos en la garantía para el usuario respecto a los sistemas convencionales de control de producción establecidos tanto para el caso de cementos en posesión del marcado «CE» o, en su caso, para el resto de los cementos.

El incremento de garantía para el usuario debe basarse, fundamentalmente, en la disminución sustancial del riesgo del consumidor, entendido como la probabilidad de aceptar un lote defectuoso, y en la cobertura de la posible responsabilidad civil frente al usuario. Para ello, la Administración que efectúe el reconocimiento oficial del distintivo deberá velar para que éste cumpla los requisitos establecidos en el apartado de "Requisitos para el reconocimiento oficial de distintivos" de este anexo.

La citada mejora en la garantía para el usuario está ligada al establecimiento de criterios de aceptación más exigentes en el control de producción, mayores frecuencias de muestreo y mayores frecuencias de actuación por parte del organismo certificador.

Asimismo, debe garantizarse la fiabilidad del distintivo de calidad mediante el establecimiento de planes de comparación interlaboratorios y el seguimiento de los productos en el mercado. Además, deberá garantizarse la cobertura de la responsabilidad civil mediante la suscripción de la correspondiente póliza de seguro.

Requisitos para el reconocimiento oficial de distintivos

• **Requisitos de carácter general del distintivo.**

- El distintivo deberá ser de carácter voluntario y otorgado por un organismo certificador que cumpla los requisitos del apartado de "Requisitos relativos al organismo certificador" de este anexo.
- El distintivo se otorgará sobre la base de un procedimiento escrito, disponible para el público, que regule su concesión, su funcionamiento y las reglas para la toma de decisiones relativas a aquél.
- En el caso de que el procedimiento escrito contemple que cementos procedentes de centros de distribución pueden estar amparados por el distintivo, deberá exigir que dichos centros cumplan, al menos, los mismos requisitos que se establecen a continuación para el caso de las fábricas.

• **Requisitos relativos a los productos amparados por el distintivo.**

- Todos los productos amparados por el distintivo deberán cumplir todas las prescripciones establecidas para ellos en esta instrucción.
- Los procedimientos adoptados por el organismo certificador deben garantizar que el nivel de prestaciones que ofrecen los cementos que pueden ostentar el distintivo, relativas a sus características mecánicas, físicas o químicas es superior al definido en las normas mencionadas en el apartado "Tipos de cementos" de este artículo, y que los planes de muestreo establecidos en los citados



procedimientos garanticen una probabilidad de aceptación de lotes no conformes (riesgo del consumidor) que sea inferior, al menos, en un 35 % respecto al valor garantizado para dicho riesgo por las mencionadas normas.

• **Requisitos relativos a la fabrica, incluidos sus puntos de expedición o, en su caso, al centro de distribución.**

- Tendrá implantado un sistema de aseguramiento de la calidad, conforme a UNE-EN-ISO 9001:2000, auditado por un organismo oficial o acreditado conforme a UNE-EN 45012:1998.
- Tendrá un laboratorio de control, propio o contratado.
- Tendrá desarrollado un control de producción continuo en fábrica o, en su caso, un control continuo del producto a expedir en el punto de expedición.
- Efectuará la comprobación de los controles indicados en el párrafo anterior, mediante la aplicación de los criterios de conformidad establecidos en los reglamentos del organismo certificador que regulen la concesión del distintivo.
- Incluirá en el plan de autocontrol establecido muestras tomadas tanto dentro de la fábrica como fuera de ella.

• **Requisitos relativos al organismo certificador.**

- Será un organismo oficial, perteneciente a alguna Administración pública con competencias en el ámbito de la construcción, o un organismo acreditado conforme a UNE-EN 45011:1998.
- Realizará una inspección inicial de la fábrica y de su control de producción.
- Comprobará que el laboratorio del control de producción cuenta con los recursos materiales y humanos suficientes para efectuar correctamente el control de producción de los cementos.
- Comprobará la conformidad del autocontrol con una periodicidad mensual.
- Incluirá, en los reglamentos reguladores de la concesión del distintivo, el tratamiento correspondiente para productos en los que se presenten resultados de ensayo no conformes y garantizará que, en este caso, se inician inmediatamente acciones correctoras de la producción.
- Efectuará, mediante laboratorios verificadores, ensayos de contraste con periodicidad mensual, de las propiedades de los cementos amparados por el distintivo.
- Realizará las tomas de muestras para efectuar ensayos de contraste del control de la producción, garantizando su representatividad y responsabilizándose de su correcta distribución a los laboratorios verificadores y de los fabricantes.
- Establecerá un sistema de seguimiento en el mercado, de forma que todos los cementos amparados por el distintivo sean objeto de aquél de forma periódica, tomando muestras para su ensayo y comprobando que la documentación permite, en todo caso, garantizar tanto la trazabilidad como la identidad del producto suministrado con las características de éste que figuran en la hoja de suministro o, en su caso, en el saco. El seguimiento de los productos se efectuará con una frecuencia conforme a lo indicado en la siguiente tabla:



Número total (n) de cementos amparados por el distintivo	Número de productos (p) a incluir anualmente en el seguimiento en el mercado
$n \leq 25$	$p \geq n$
	$p \geq 12$
$26 < n \leq 50$	$p \geq 0.60 n$
	$p \geq 25$
$51 < n \leq 100$	$p \geq 0.35 n$
	$p \geq 30$
$101 < n \leq 200$	$p \geq 0.20 n$
	$p \geq 35$
$201 < n$	$p \geq n$
	$p \geq 40$

Las muestras deberán ser tomadas en obra, en centrales de hormigón preparado, en instalaciones de prefabricación o en almacenes.

- Efectuará correcciones de los datos obtenidos en el autocontrol en función de los resultados obtenidos por el laboratorio verificador en los ensayos de contraste.
  - Además, deberá comprobar la conformidad estadística tanto de los datos del autocontrol corregidos como de los no corregidos.
- Organizará periódicamente, al menos dos veces al año, programas de ensayo interlaboratorios que permitan seguir la evolución de los laboratorios que trabajan en la certificación.
- Velará por la correcta utilización del distintivo, evitando que se produzcan situaciones de confusión en el mercado y adoptando, en su caso, todas las medidas necesarias para evitar y perseguir cualquier uso fraudulento del distintivo.

#### • Requisitos relativos a los laboratorios verificadores.

Deberán ser laboratorios oficiales, pertenecientes a alguna Administración pública con competencias en el ámbito de la construcción, o acreditados conforme a UNE-EN-ISO/IEC 17025:2000.

#### • Requisitos relativos a los sistemas de responsabilidad frente al usuario.

El fabricante deberá tener suscrito una póliza de seguro de responsabilidad civil, por una cuantía mínima de cinco millones de euros.

### 2.1.16.- ZAHORRA ARTIFICIAL

#### i. Definición

Se define como zahorra artificial el material granular formado por áridos machacados, total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- Aportación del material.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de cada tongada.
- Refino de la superficie de la última tongada.



**ii. Condiciones generales**

Los materiales procederán de la trituración de piedra de cantera o grava natural. El rechazo por el tamiz 5 UNE deberá contener un mínimo del setenta y cinco por ciento (75%), para tráfico T0 y T1 o del cincuenta por ciento (50%), para los demás casos, de elementos triturados que presenten no menos de dos (2) caras de fractura.

**iii. Granulometría**

El cernido por el tamiz 80 µm UNE será menor que los dos tercios (2/3) del cernido por el tamiz 400 µm UNE. La curva granulométrica estará comprendida dentro de los husos reseñados en el siguiente cuadro:

Tamices UNE	Cernido ponderal acumulado (%)	
	ZA (40)	ZA (25)
40	100	—
25	75-100	100
20	60-90	75-100
10	45-70	50-80
5	30-50	35-60
2	16-32	20-40
400µm	6-20	8-22
80µm	0-10	0-10

**iv. Forma**

El índice de lajas, según la Norma NLT 354/74, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

**v. Dureza**

El coeficiente de desgaste Los Ángeles, según la Norma NLT 149/72, será inferior a treinta (30) para tráfico T0 y T1, y a treinta y cinco (35) en los demás casos. El ensayo se realizará con la granulometría tipo B de las indicadas en la citada Norma.

**vi. Limpieza**

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas. El coeficiente de limpieza según la Norma NLT 172/86, no deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72, será mayor de treinta y cinco (35) para tráfico T0 y T1, y a treinta (30) en los demás casos.

**vii. Plasticidad**

El material será «no plástico» según las Normas NLT 105/72 y 106/72.

**viii. Densidad**

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al cien por cien (100%) de la máxima obtenida en el ensayo «Proctor modificado», según la Norma NLT 108/72, efectuando las pertinentes sustituciones de materiales gruesos.



Cuando la zahorra artificial se emplee en calzadas para tráfico T3 y T4, o en arcenes, se admitirá una densidad no inferior al noventa y siete por ciento (97%) de la máxima obtenida en el ensayo «proctor modificado».

El ensayo para establecer la densidad de referencia se realizará sobre muestras de material obtenidas «in situ» en la zona a controlar, de forma que el valor de dicha densidad sea representativo de aquella. Cuando existan datos fiables de que el material no difiere sensiblemente, en sus características, del aprobado en el estudio de los materiales y existan razones de urgencia, así apreciadas por el Director de las obras, se podrá aceptar como densidad de referencia la correspondiente a dicho estudio.

#### ix. Carga con placa

En las capas de zahorra artificial, los valores del módulo E2 determinado según la Norma NLT 357/86, no serán inferiores a los indicados en el cuadro:

Situación	E2 (MPa)		
	T0-T1	T2-T3	T4, arcén
Sub-base	100	80	40
Base	120	100	60

#### x. Medición y abono

La zahorra artificial se abonará por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.

No serán de abono las cruces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

### 2.1.17.- CLORURO DE POLIVINILO (PVC)

#### i. Definición

Se denominan resinas polivinílicas a los polímeros derivados de monómeros vinílicos, los más importantes de los cuales son el cloruro y el acetato de vinilo, diversos vinilacetatos y viniléteres, la vinilpirrolidona y el vinilcarbazol.

El cloruro de polivinilo (PVC), es una resina polivinílica que se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo.

El material empleado se obtendrá del policloruro de vinilo técnicamente puro, es decir, aquel que no tenga plastificantes, ni una proporción superior al 1% de ingredientes necesarios para su propia fabricación. El producto final, en tubería, estará constituido por policloruro de vinilo técnicamente puro en una proporción mínima del 96% y colorantes, estabilizadores, lubricantes y modificadores de las propiedades finales.

#### ii. Características Físicas

Las características físicas del material de cloruro de polivinilo en tuberías serán las siguientes:

- Peso específico de 1,35 a 1,46 kg/dm³ (UNE 53-020-73).
- Coeficiente de dilatación lineal de 60 a 80 millonésimas por grado centígrado (UNE 53-126-79).





- Temperatura de reblandecimiento no menor que 79°C, siendo la carga del ensayo de 5 kg (UNE 53-118-78).
- Módulo de elasticidad a 20°C mayor o igual a 2800 N/mm<sup>2</sup>.
- Valor mínimo de la tensión máxima del material a tracción 50 N/mm<sup>2</sup> (el valor menor de las cinco probetas), realizando el ensayo a 20 ± 1°C y una velocidad de separación de mordazas de 6 mm/mín con probeta mecanizada. El alargamiento de la rotura deberá ser como mínimo el 80% (UNE 53-112-81).
- Absorción máxima de agua 4 mg/cm<sup>2</sup> (UNE 53-112-81).
- Opacidad tal que no pase más de 0,2 % de la luz incidente (UNE 53-039-55).

### iii. Medición y abono

La medición y abono de este material se realizará según lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.

## 2.1.18.- BETUNES ASFÁLTICOS

Será de obligado cumplimiento el artículo 211 del PG-3, en su redacción modificada recogida en la Orden Ministerial de 27 de diciembre de 1999 (B.O.E. de 22 de enero de 2000).

### i. Definición

Se definen como betunes asfálticos los ligantes hidrocarbonados, sólidos o viscosos, preparados a partir de hidrocarburos naturales por destilación, oxidación o "cracking", que contienen una baja proporción de productos volátiles, poseen propiedades aglomerantes características y son esencialmente solubles en sulfuro de carbono.

Características		Unidad	Norma	B 15/25			B 35/50		B 50/70		B 70/100		B 150/200		B 200/300	
			NLT	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Betún original																
Penetración_25°C_ 100g_5s		,1 mm	24	3	2	0	0	0	0	0	00	50	00	00	00	
Índice de penetración			81	1		1		1		1		1		1		
Punto de reblandecimiento		C	25	0	2	2	1	8	7	5	3	8	5	4	1	
Anillo y Bola																
Punto de fragilidad frass		C	82				5		8		10		15		20	
Ductilidad_5cm/min	-15°C	m												00		
	25°C		26	0		0		0		00		00				



Solubilidad en tolueno		30	9,5		9,5		9,5		9,5		9,5		9,5
Contenido en agua (en vol)		23		,2		,2		,2		,2		,2	
Punto de inflación	C	27	35		35		35		35		20		75
(*) Densidad relativa													
25°C/25°C*		22											,99
Residuo después de película fina													
Variación de masa		85		,5		,8		,8				,4	
Penetración 25°C 100g 5s	_p.o.	24	0		5		0		5		0		5
Variación punto de reblandecimiento A y B*	C	25								0		1	
Ductilidad_5cm/min													
-15°C	m	26											00
-25°C					0		0		5		00		

**ii. Transporte y Almacenamiento:**

El betún asfáltico no se suministrará en bidones. El transporte a obra del betún asfáltico se llevará a cabo a granel por medio de cisternas calorífugas, provistas de termómetros situados en puntos bien visibles.

Será preceptivo lo recogido en el punto 3 del artículo 211 del PG-3.

**iii. Recepción e Identificación:**

Será preceptivo lo recogido en el punto 4 del artículo 211 del PG-3.

**iv. Control de Calidad**

Será preceptivo lo recogido en los puntos 5.1, 5.2 y 5.3 del artículo 211 del PG-3.

**v. Medición y Abono**

El betún asfáltico se medirá y abonará por toneladas (t) realmente empleadas, medidas aplicando a la medición abonable de cada lote la dosificación media deducida de los ensayos de control.

Esta unidad se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº1, comprendiendo dicho precio todos los materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares y todas las operaciones que sean necesarias para la completa ejecución de esta unidad.

**2.1.19.- EMULSIONES BITUMINOSAS**

Será de obligado cumplimiento el artículo 213 del PG-3, en su redacción modificada está recogida en la Orden Ministerial de 27 de diciembre de 1999 (B.O.E. de 22 de enero de 2000).



**i. Definición**

Se definen como emulsiones bituminosas las dispersiones de pequeñas partículas de un ligante hidrocarbonado en una solución de agua y un agente emulsionante.

**ii. Condiciones Generales**

Será preceptivo lo recogido en el punto 2 del artículo 213 del PG-3 citado.

Características		Unidad	Norma	ECR-1		ECR-2		ECR-3		ECM		ECL-1		ECL-2		ECI (1)		
			NLT	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
EMULSION ORIGINAL																		
Viscosidad Saybolt	furol a 25°C				0								00		0		0	
	furol a 50°C		38			0		0		0								
Carga de las partículas			94	positiva		positiva		positiva		positiva		positiva		positiva		positiva		
Contenido de agua (en volumen)			37		3		7		2		5		5		0		0	
Betún asfáltico residual			39	7		3		7		9		5		0		0		
Fluidificantes por destilación (en volumen)			39							2							5	
Sedimentación (a 7 días)			40											0		0		
Tamizado			42		.1		.1		.1		.1		.1		.1		.1	
Estabilidad: Ensayo de Mezcla con cemento			44															
RESIDUO POR DESTILACION (NLT-139)																		
Penetración (25°C, 100g, 5s)	.1 mm	24		30	00	30	00	30	00	30	50		30	00	30	00	00	00
				60	100	60	100	60	100				60	100	60	100		
Ductilidad (25°C, 5cm/min)		m	26	0		0		0		0		0		0		0		
Solubilidad en tolueno			30	7,5		7,5		7,5		7,5		7,5		7,5		7,5		

**iii. Transporte y Almacenamiento**

El transporte a obra de las emulsiones bituminosas se llevará a cabo a granel por medio de cisternas. La Dirección de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, los sistemas de transporte y trasiego y las condiciones del almacenamiento en todo cuanto pudiera afectar a la calidad del material. De no ser de su conformidad, podrá suspender la utilización del material transportado hasta que se comprueben las características necesarias.

**iv. Recepción e identificación**

Será preceptivo lo recogido en el punto 4 del artículo 213 del PG-3 citado.

**v. Control de Calidad**

Será preceptivo lo recogido en los puntos 5.1, 5.2 y 5.3 del artículo 211 del PG-3 citado.



**vi. Medición y Abono**

Las emulsiones bituminosas se medirán y abonarán por toneladas (t) realmente empleadas, medidas aplicando a la medición abonable de cada lote la dosificación media deducida de los ensayos de control.

Esta unidad se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios N° 1, comprendiendo dicho precio todos los materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares y todas las operaciones que sean necesarias para la completa ejecución de esta unidad.

**2.1.20.- ELEMENTOS METÁLICOS GALVANIZADOS****i. Definición**

Se define como galvanizado la operación de recubrir un metal con una capa adherente de cinc que le protege de la oxidación.

**ii. Condiciones Generales**

Los elementos metálicos galvanizados han de cumplir unas exigencias técnicas, tanto en lo referente a los materiales utilizados en su fabricación, como en las características del revestimiento que concierne a su aspecto, adherencias, continuidad y cantidad total de zinc depositados.

Estas exigencias se aplicarán a los galvanizados obtenidos:

- Por inmersión de la pieza metálica en un baño de zinc fundido (galvanizado en caliente).
- Por deposición electrolítica de zinc.

**iii. Galvanizado en Caliente**

Se ajustará a lo indicado en el R.D. 2531/85 (BOE del 3/1/86), así como en la O.C. 318/91 T y P de 10 de Abril de 1991, de la Dirección General de Carreteras, y la clasificación de los revestimientos galvanizados en caliente se realizarán de acuerdo con la masa de zinc depositada por unidad de superficie. Se empleará como unidad el gramo por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>) que corresponde, aproximadamente, a un espesor de 14 micras.

En la designación del revestimiento se hará mención expresa de "galvanización en caliente" y a continuación se dará el número que indica la masa de zinc depositada por unidad de superficie.

**iv. Galvanizado por deposición electrolítica**

Los depósitos electrolíticos de zinc se designarán con la letra "Z" seguida de un número que indica, en micras, el espesor mínimo de la capa depositada.

**2.1.20.1.- Materiales**

Metal base: Los aceros y fundiciones que se utilicen en la fabricación de elementos metálicos galvanizados, cumplirán con las prescripciones que se indican en las Normas UNE 36.130 y 37.508 respectivamente. La tornillería se atenderá a la Norma UNE 35.507. Para la galvanización en caliente se utilizarán lingotes de zinc bruto de primera fusión, cuyas características responden a lo indicado a tal fin en la UNE 37.301.

Para la galvanización por deposición electrolítica se recomienda el empleo del lingote de "ZINC ESPECIAL" que responde a las características que para esta clase de material se indican en la UNE 37.302.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 72 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

### 2.1.20.2.- Características del recubrimiento

#### i. Aspecto

El aspecto de la superficie galvanizada será homogéneo y no presentará ninguna discontinuidad en la capa de zinc.

En aquellas piezas en las que la cristalización del recubrimiento sea visible a simple vista, se comprobará que aquella presenta un aspecto regular en toda la superficie.

#### ii. Adherencia

No se producirá ningún desprendimiento del recubrimiento al someter la pieza galvanizada al ensayo de adherencia indicado en el MELC (Método de ensayos del Laboratorio Central) 8.06.a. "Métodos de ensayo de galvanizados".

#### iii. Masa de zinc por unidad de superficie

Realizada la determinación de acuerdo con lo indicado en el MELC 8.06.a. la cantidad de zinc depositada por unidad de superficie será como mínimo de 6 gramos por decímetro cuadrado (6 gr/dm<sup>2</sup>).

#### iv. Continuidad del revestimiento con zinc

Realizado el ensayo de acuerdo con lo indicado en el MELC 8.06.a., el recubrimiento aparecerá continuo y el metal base no se pondrá al descubierto, en ningún punto, después de haber sido sometida la pieza a 5 inmersiones.

#### v. Espesor y densidad del recubrimiento

Realizado el ensayo de acuerdo con lo indicado en el MELC 8.06.a., el espesor mínimo del recubrimiento será de ochenta y cinco (85) micras.

La densidad del metal depositado no será inferior a seis kilogramos con cuatrocientos gramos por decímetro cúbico (6,4 kg/dm<sup>3</sup>).

#### vi. Medición y abono

El galvanizado no tendrá medición y abono independiente, ya que se considera incluido en el precio del metal correspondiente.

### 2.1.21.- OTROS MATERIALES BÁSICOS

Los materiales como pinturas, fundición dúctil, y otros materiales básicos que deban incorporarse a las unidades de obra definidas en el presente Pliego, Planos y Presupuesto del presente proyecto, se ajustarán a las especificaciones que fijan las normas específicas, dentro de la Normativa Técnica General y el PG-3 vigente.

#### i. Medición y Abono

La medición y abono de los materiales básicos están considerados, en cada caso, dentro de los correspondientes a la unidad de obra de la que forman parte integrante.



## 2.2.- PROTECCIONES DE OBRAS INFERIORES DE HORMIGÓN ARMADO

### i. Definición de la protección

La protección frente a humedades en obras bajo superficies pavimentadas se realizará con la siguiente solución tipo: impermeabilización Bicapa con soplete, solución adherida.

La protección de las obras bajo superficie pavimentada transitable para peatones y vehículos estará constituida por: imprimación asfáltica tipo Curidan, mínimo 0,3-0,4 por capa Kg/m<sup>2</sup>; lámina asfáltica de betún modificado con elastómeros (SBS), tipo Glasdan 30 P Elast, totalmente adherida a la anterior con soplete; lámina asfáltica de betún modificado con elastómeros (SBS), tipo Esterdan 40 P Elast, totalmente adherida a la anterior con soplete, sin coincidir juntas; capa antipunzante geotextil de 200,  $\pm 5\%$  g/m<sup>2</sup> de fibra corta de poliéster no tejido, tipo Danofelt PY 200. Lista para verter aglomerado asfáltico. Mejora la norma UNE 104-402/96, según membrana PA-8.

### ii. Puesta en obra

Como en todos los trabajos de impermeabilización antes de colocar la membrana hay que tener en cuenta las condiciones del soporte y de puesta en obra recogidos en la normativa vigente.

#### - Imprimación asfáltica:

La superficie sobre la cual se va a aplicar deberá estar seca, limpia de polvo, grasa y partículas sueltas, con el fin de obtener una buena penetración y adherencia del producto. Los puntos singulares deben estar igualmente preparados antes de empezar la colocación de la membrana: chaflanes. Se aplicará una capa uniforme de imprimación tipo Curidan con un rendimiento mínimo de 0,3 – 0,4 por cada Kg/m<sup>2</sup>, procurando que penetre bien en todas las grietas y fisuras.

#### - Lámina impermeabilizante:

Adherir la lámina tipo Glasdan 30 P Elast completamente al soporte previamente imprimado, solpando las láminas entre sí 8-10 cm y soldando también los solapes.

#### - Lámina impermeabilizante:

Adherir la lámina tipo Esterdan 40 P Elast completamente a la lámina anterior, contrapeando juntas y dejando solapes de 8-10 cm.

#### - Capa antipunzante geotextil:

Extender la manta geotextil tipo Danofelt PY 200, dejando un solape entre rollos de al menos 10 cm. Dependiendo de la aplicación final, puede fijarse la unión mediante grapas o cosido. Se recomienda preservar el material en su embalaje y protegido de la intemperie hasta su uso.

#### - Capa de mortero de protección:

Verter y extender una capa de mortero, nivelada y fratasada. La dosificación mínima de la masa será de 1:6 (200 Kg de cemento por m<sup>3</sup>).

#### - Aglomerado asfáltico:

La puesta en obra de aglomerado asfáltico se realiza a temperaturas entre 130 y 150°C con vehículos con ruedas neumáticas en ningún caso con orugas metálicas. El soporte debe estar completamente seco para evitar la formación de burbujas por vapor de agua.

### iii. Recepción

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones exigibles, la recepción podrá efectuarse comprobando solamente sus características aparentes.



No obstante, el Director podrá fijar los ensayos de recepción y su intensidad con objeto de comprobar las características del material.

#### iv. Medición y abono

M<sup>2</sup>.- Estarán incluidas en el capítulo de “Protección de obras inferior de hormigón armado”, salvo en el caso de ejecución en condiciones o ubicaciones muy diferentes de una protección superficial a pie de obra, en cuyo caso habrá que valorar las variaciones en la ejecución, o en las que se produzca la incorporación a otras unidades de obra.

#### v. Normativa de obligado cumplimiento.

UNE 104-402/96, Código Técnico de la Edificación (CTE), marcado CE de láminas geotextiles.

#### vi. Condiciones de uso y mantenimiento.

Concluida la obra y hasta la recepción provisional de esta, se velará por el perfecto estado de las superficies con protección de obras inferiores de hormigón armado, realizando el contratista todas las operaciones de mantenimiento, como binas, escardas, etc que se precisen.

### 2.3.- SEÑALES METÁLICAS RETRORREFLECTANTES MEDIANTE LÁMINAS CON MICROESFERAS DE VIDRIO

#### i. Definición

Este artículo tiene por objeto determinar las características que deben cumplir las señales metálicas retrorreflectantes de circulación utilizadas en la señalización vertical, así como los métodos de ensayo que permitan valorar dichas características.

El carácter retrorreflectante de estas señales se obtiene adhiriendo a las mismas láminas prefabricadas en cuya composición entran microesferas de vidrio.

#### ii. Normativa técnica

Normas básicas de referencia: Norma UNE 135330-93 “Señalización vertical. Señales metálicas retrorreflectantes mediante láminas con microesferas de vidrio. Características y métodos de ensayo”.

#### iii. Forma, dimensiones y colores

##### De las señales

La forma, dimensiones y colores, se ajustarán a lo que especifica el Catálogo oficial de Señales Verticales de Circulación de Marzo de 1.992, elaborado por la Dirección General de Carreteras, así como a las “Recomendaciones para la Señalización Informativa Urbana” A.I.M.P.E., en lo referente a señalización informativa.

Todas las señales deberán ir pintadas en el reverso de color gris. Así mismo, llevarán la inscripción A.M. y el Escudo de La Villa en caracteres negros de cinco centímetros (5 cm) de altura. También figurarán al dorso de todas las placas la fecha de fabricación y las referencias del fabricante. Estas inscripciones deberán llevarlas también los carteles complementarios, reduciéndose el tamaño de las mismas si fuera necesario.

Las pinturas que se empleen en la fabricación de las señales, se ajustarán en cuanto a calidad y tonalidad a lo que se especifica en el artículo “Pinturas a emplear en señales de circulación” del presente Pliego.





El material que constituye las señales será de chapa blanca de acero dulce de primera fusión con un espesor de un milímetro y 8 décimas (1,8 mm) con tolerancia de 2 décimas de milímetro (2,0 mm).

El material que constituye los carteles informativos será de aluminio extrusionado de tres milímetros (3 mm) de espesor o de chapa galvanizada formada por perfiles tipo M.O.P.U.

Los símbolos y orlas exteriores, tendrán un relieve de dos o tres milímetros (2-3 mm). No obstante y previa autorización de los Servicios Técnicos del Área de Circulación podrán anularse estos relieves.

Todas las señales tendrán un refuerzo perimetral de veinticinco milímetros (25 mm) de anchura que estará formado por la misma chapa de señal doblada en ángulo recto. En el caso de señalización por módulos este refuerzo podrá exceptuarse en los laterales. Se tolerarán variaciones de dos milímetros y medio (2,5 mm).

Las señales tipo R-400 a R-403b dispondrán de borde perimetral de ocho pares de orificios. Los centros de cada par se corresponderán con los vértices de un octógono regular inscrito en la circunferencia que forma el borde exterior de la señal.

El material reflectante de que constan las señales deberá cumplir con lo especificado en el presente artículo.

#### **De los soportes de las señales**

Los postes, piezas de anclaje, barandillas, vallas de encauzamiento peatonal, horquillas, etc, serán de chapa o perfil de acero galvanizado. Las dimensiones de estos elementos se atenderán a las que figuren en los planos del correspondiente proyecto, y el galvanizado se ajustará a lo establecido en la Norma UNE 135312-98 "Señalización vertical. Anclajes para placas y lamas utilizadas en señales, carteles y paneles direccionales metálicos. Características y métodos de ensayo" y UNE 135314-98 "Señalización vertical. Tortillería y perfiles de acero galvanizado empleados como postes de sustentación de señales, carteles laterales y paneles direccionales. Características y métodos de ensayo". En su defecto se utilizará la norma UNE 37508-88 "Recubrimientos galvanizados en caliente de piezas y artículos diversos".

El sistema de recubrimiento de los postes destinados a la sujeción de módulos de señalización informativa será el de plastificado por sistema de sinterización de lecho fluido.

Todos los tornillos, tuercas y arandelas que se utilicen serán cadmiadas.

El diámetro de los orificios destinados a facilitar la suspensión será de nueve milímetros (9 mm).

#### **iv. Láminas retrorreflectantes con microesferas de vidrio**

##### **Composición**

##### **\* Película protectora del adhesivo.**

El adhesivo deberá estar completamente recubierto con una película de protección que se despegue en el momento de fijarlo al sustrato. Durante esta operación, la capa del adhesivo no debe deteriorarse.

##### **\* Adhesivo.**

El adhesivo asegurará la adherencia de la lámina que va a estar en contacto directo con el sustrato.

##### **\* Revestimiento reflector.**

Consiste en una fina película de aluminio vaporizado en la que se produce, finalmente, la reflexión de los rayos luminosos que inciden sobre la lámina.

##### **\* Resina o aglomerado.**

Deberá tener la formulación adecuada para servir de aglomerante a las microesferas de vidrio, al mismo tiempo que hace de ligante entre éstas y la película externa.



**\* Microesferas de vidro.**

Las microesferas estarán adheridas a la resina o aglomerante, ya sea incorporadas o encapsuladas, formando una capa uniforme de elementos esféricos, sin defectos que alteren el fenómeno catadióptrico.

**\* Película externa.**

La capa exterior de la lámina estará constituida por una película a base de resinas sintéticas, transparente y flexible, de superficie lisa y resistencia a los agentes atmosféricos.

**Clasificación**

Las láminas retrorreflectantes con microesferas de vidro se pueden clasificar atendiendo a la forma de fijación del adhesivo (clase), o a su poder retrorreflectante (nivel).

Según su forma de fijación, se clasifican en dos clases:

- Adhesivos aplicados sólo por presión.
- Adhesivos aplicados simultáneamente por calor y presión.

Según su poder retrorreflectante, se clasifican igualmente en dos niveles:

- Nivel 1: Estas láminas llevan las microesferas de vidro incorporadas en la resina o aglomerante, transparente y pigmentado con los colores adecuados, y tendrán el coeficiente de retrorreflexión mínimo indicado en la tabla "Láminas retrorreflectantes de nivel 1. Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión, en CD.LX-1.M-2".

LÁMINAS RETRORREFLECTANTES DE NIVEL 1. VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE DE RETRORREFLEXIÓN, EN CD.LX<sup>-1</sup>.M<sup>-2</sup>

Angularidad		Colores						
Ángulo de divergencia $\alpha$	Ángulo de incidencia $\beta_1$ ( $\beta_2=0$ )	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Naranja	Marrón
0,2°	5°	70	50	14,5	9	4,0	25	1,0
	30°	30	22	6	3,5	1,7	10	0,3
	40°	10	7	2	1,5	0,5	2,2	0,1
0,33°	5°	50	36	10	7	2	20	0,6
	30°	24	16	4	3	1	8	0,2
	40°	9	6	1,8	1,2	0,1	2,2	0,1-0,2
2,0°	5°	5	3	1	0,5	0,1	1,2	0,1
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,5	0,1
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1

El iluminante empleado será el patrón A de la CIE

- Nivel 2: Estas láminas llevan las microesferas de vidro encapsuladas entre la película externa pigmentada con los colores adecuados y la resina o aglomerante, y tendrán el coeficiente de retrorreflexión mínimo indicado en el cuadro "Láminas retrorreflectantes de nivel 2. Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión, en CD.LX-1.M-2".



LÁMINAS RETRORREFLECTANTES DE NIVEL 2. VALORES MÍNIMOS DEL COEFICIENTE DE RETRORREFLEXIÓN,  
EN CD.LX<sup>-1</sup>.M<sup>2</sup>

Angularidad		Colores						
Ángulo de divergencia $\alpha$	Ángulo de incidencia $\beta_1$ ( $\beta_2=0$ )	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Naranja	Marrón
0,2°	5°	250	170	45	45	20	100	12,0
	30°	150	100	25	25	11	60	8,5
	40°	110	70	15	12	8	29	5,0
0,33°	5°	180	120	25	21	14	65	8,0
	30°	100	70	14	12	8	40	5,0
	40°	95	60	13	11	7	20	3,0
2,0°	5°	5	3	1,0	0,5	0,2	1,5	0,2
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	1,0	0,1
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	1,0	0,1

El iluminante empleado será el patrón A de la CIE

**Identificación visual**

Las láminas retrorreflectantes deberán estar provistas de una marca de identificación visual, internamente incorporada a la lámina por el fabricante de la misma durante el proceso de fabricación. Dicha marca deberá ser fácilmente visible bajo condiciones de luz difusa o luz retrorreflejada. Además, esta marca no podrán ser eliminada por medios físicos o químicos sin causar daños irreparables al sistema retrorreflectante y deberá ser igualmente visible durante todo el periodo de vida útil de la lámina.

Esta marca consistirá en dos logotipos de tamaño máximo de ocho por ocho milímetros (8 mm x 8 mm): uno indicativo de la marca del fabricante, y el otro la letra E, seguida de la cifra 1 ó 2 indicativa del nivel. Las distancias entre los centros de los logotipos de identificación serán de noventa milímetros (90 mm) tanto en horizontal como en vertical. Los logotipos del fabricante y nivel irán colocados alternativamente en toda la superficie de la lámina.

**Aplicación**

La aplicación de las láminas retrorreflectantes a sus sustratos se hará en todo momento siguiendo las instrucciones del fabricante de las mismas.

**v. Características de las señales retrorreflectantes con microesferas de vidrio****Coeficiente de retrorreflexión**

La señal retrorreflectante debe poseer unos valores de retrorreflexión superiores a los límites indicados en las tablas "Láminas retrorreflectantes de nivel 1. Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión, en CD.LX-1.M-2" y "Láminas retrorreflectantes de nivel 2. Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión, en CD.LX-1.M-2", para los niveles 1 y 2 respectivamente, cuando se determinen según el apartado de "Retrorreflexión" del presente artículo.

**Calor y factor de luminancia**

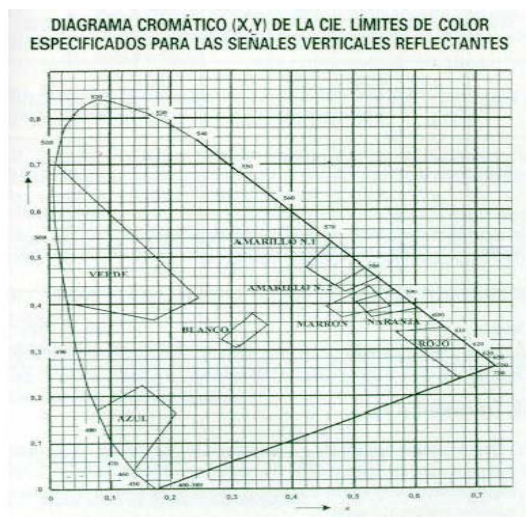
Los colores utilizados para las láminas retrorreflectantes serán los siguientes:

- Azul
- Verde



- Blanco
- Marrón
- Rojo
- Amarillo
- Naranja

cuyas coordenadas cromáticas (x,y) deberán estar dentro de los respectivos polígonos de color formados por los cuatro vértices definidos por la CIE, especificados en la siguiente figura "Diagrama cromático (x,y) de la CIE. Límites de color especificados para las señales verticales reflectantes" y en la tabla "Coordenadas cromáticas de los puntos de intersección en el diagrama de cromaticidad CIE, que determinan el área de color permitida para las láminas retrorreflectantes"; en ésta última tabla se incluyen, así mismo, los valores mínimos del factor de luminancia para cada color y nivel.



**COORDENADAS CROMÁTICAS DE LOS PUNTOS DE INTERSECCIÓN EN EL DIAGRAMA DE CROMATICIDAD CIE, QUE DETERMINAN EL ÁREA DE COLOR PERMITIDA PARA LAS LÁMINAS RETRORREFLECTANTES**

COLORES		COORDENADAS CROMÁTICAS				FACTOR DE LUMINANCIA MIN. $\beta$	
		1	2	3	4	NIVEL 1	NIVEL 2
Blanco	X	0.355	0.305	0.285	0.335	0.35	0.27
	Y	0.355	0.0355	0.325	0.375		
Amarillo Tabla 1	X	0.522	0.470	0.427	0.465	0.27	
	Y	0.454	0.423	0.483	0.534		
Amarillo Tabla 2	X	0.545	0.487	0.427	0.465		0.16
	Y	0.454	0.423	0.483	0.534		
Rojo	X	0.735	0.674	0.569	0.655	0.05	0.03
	Y	0.265	0.236	0.341	0.345		
Verde	X	0.007	0.248	0.177	0.026	0.04	0.03
	Y	0.703	0.409	0.362	0.399		
Azul	X	0.078	0.150	0.210	0.137	0.01	0.01
	Y	0.171	0.220	0.160	0.038		
Naranja	X	0.610	0.535	0.506	0.570	0.17	0.14
	Y	0.397	0.375	0.404	0.429		
Marrón	X	0.455	0.523	0.479	0.558	0.03 (max 0.09)	0.03 (máx. 0.09)
	Y	0.397	0.429	0.373	0.394		



**Resistencia al impacto**

El ensayo se realizará según el apartado “Resistencia al impacto” del presente artículo. Una vez realizado el ensayo, la lámina no debe presentar agrietamientos ni separación del sustrato.

**Resistencia al calor y adherencia al sustrato**

El ensayo de resistencia al calor se realizará según el apartado “Resistencia al calor” del presente artículo. Una vez realizado el ensayo, no se observarán visualmente, en la lámina, agrietamientos ni ampollas, o cualquier otro defecto apreciable que pueda afectar a su función.

Seguidamente, se realizará el ensayo de adherencia al sustrato según el apartado “Adherencia al sustrato” del presente artículo, el cual se considerará correcto si no es posible despegar el mismo, el trozo inicial del material, o si no se consigue despegar el sustrato la capa adhesiva del material retrorreflectante un total de cuatro centímetros (4 cm).

**Resistencia al frío y a la humedad**

Los ensayos se realizarán según los apartados de “Resistencia al frío” y “Resistencia a la humedad” del presente artículo. Una vez realizados todos los ensayos, la lámina no debe presentar agrietamientos, ni formación de ampollas, apreciables a simple vista, que puedan afectar a su función.

**Resistencia a la niebla salina**

Una vez realizado el ensayo según lo indicado en el apartado “Resistencia a la niebla salina” del presente artículo, no se debe observar en la lámina la existencia de ampollas, fisuraciones, desconchados, exfoliaciones, pérdida de adherencia, o cualquier otro defecto apreciable, después de transcurridos dos ciclos de permanencia en la cámara salina de veintidós horas (22 h) cada uno, separados por un intervalo de dos horas (2 h), con las probetas a temperatura ambiente y en el transcurso del cual se secarán.

Asimismo, las coordenadas cromáticas del material ensayado debe seguir estando en el interior del polígono correspondiente a cada color, según el diagrama de la figura “Diagrama cromático (x,y) de la CIE. Límites de color especificados para las señales verticales reflectantes”. Igualmente su retrorreflexión, medida con un ángulo de incidencia de cinco grados ( $5,0^\circ$ ) y uno de divergencia de  $0,2^\circ$  ó  $0,33^\circ$ , no debe ser inferior a los valores prescritos para esta propiedad indicados en las tablas “Láminas retrorreflectantes de nivel 1. Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión, en CD.LX-1.M-2” y “Láminas retrorreflectantes de nivel 2. Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión, en CD.LX-1.M-2”, según el nivel de la lámina ensayada.

**Envejecimiento artificial acelerado**

Las láminas retrorreflectantes de niveles uno o dos se someterán durante mil y dos mil horas (1.000 y 2.000) respectivamente doscientas (200) y cuatrocientas (400) horas para niveles uno y dos en el caso de que las láminas sean de color naranja o marrón, al ensayo de envejecimiento artificial acelerado según el apartado “Envejecimiento artificial acelerado” del presente artículo, debiendo cumplir los requisitos indicados a continuación.

- El coeficiente de retrorreflexión, medido después del ensayo, según los ángulos de incidencia de  $5^\circ$  y de divergencia de  $0,2^\circ$  ó de  $0,33^\circ$  será superior al 50 % de los valores indicados en la tabla “Láminas retrorreflectantes de nivel 1. Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión, en CD.LX-1.M-2” para el nivel 1 y del 80% de los valores indicados en la tabla “Láminas retrorreflectantes de nivel 2. Valores mínimos del coeficiente de retrorreflexión, en CD.LX-1.M-2” para el nivel 2.
- Las coordenadas cromáticas medidas después del ensayo, deben estar igualmente situadas dentro de sus respectivos polígonos, según el diagrama de la figura “Diagrama cromático (x,y) de la CIE. Límites de color especificados para las señales verticales reflectantes” y de la tabla “Coordenadas cromáticas de los puntos de intersección en el diagrama de cromaticidad CIE, que determinan el área de color permitida para las láminas retrorreflectantes”. Así mismo, los valores del factor de luminancia cumplirán lo especificado en dicha tabla.



- Una vez realizado el ensayo, la lámina retrorreflectante unida al sustrato no deberá presentar agrietamientos ni formación de ampollas, apreciables a simple vista, que puedan afectar a su función.

#### vi. Métodos de ensayo

##### **Probetas de ensayo**

Las probetas se extraerán de las zonas retrorreflectantes de las señales y carteles metálicos, y serán, en general, de forma rectangular, de 70 mm por 150 mm de lado, si bien la dimensión de las probetas será en cualquier caso de tamaño necesario para la realización de los ensayos.

##### **Condiciones de ensayo**

Antes de realizar los ensayos se deben proteger adecuadamente los bordes de las probetas, manteniéndolas a continuación veinticuatro horas (24 h) en condiciones normalizadas de humedad y temperatura.

##### **Retrorreflexión**

El ensayo se realizará según la Norma UNE 135350-93.

##### **Calor y factor de luminancia**

Los ensayos para las determinaciones del color y del factor de luminancia, se realizarán según la Norma UNE 48073-94.

##### **Resistencia al impacto**

El ensayo se realizará según la Norma UNE-EN-ISO 6272-96, utilizando las siguientes condiciones:

- Masa de impacto: quinientos gramos (500 gr)
- Diámetro de la semiesfera del percutor: cincuenta milímetros (50 mm).
- Altura de caída: doscientos milímetros (200 mm).

##### **Resistencia al calor**

Se mantiene la probeta en una estufa a la temperatura a setenta y un grados centígrados (71 °C) durante veinticuatro horas (24 h). A continuación se deja enfriar a temperatura ambiente durante dos horas (2 h) antes de realizar el ensayo.

##### **Adherencia al sustrato**

Las probetas se mantienen durante cuarenta y ocho horas (48 h) en las condiciones indicadas en el apartado "Calor y factor de luminancia" antes de ensayarlas.

Con una cuchilla se hacen dos cortes paralelos, equidistantes  $20 \pm 3$  mm, con una longitud de al menos setenta y cinco milímetros (75 mm). Las incisiones cortarán el material retrorreflectante hasta llegar al sustrato, pero nunca cortarán totalmente a éste. Con ayuda de la cuchilla se despegue un trozo inicial del material retrorreflectante de unos veinte milímetros (20 mm) tirando perpendicularmente y bruscamente al sustrato, se intentará despegar el material retrorreflectante.

##### **Resistencia al frío**

Se mantiene la probeta en un criostato a la temperatura de menos treinta y cinco grados centígrados -35 °C durante setenta y dos horas (72 h). A continuación se deja enfriar a temperatura ambiente durante dos horas (2 h) antes de realizar el ensayo.

##### **Resistencia a la humedad**

Se mantiene la probeta en una cámara ambiental a treinta y cinco grados centígrados (35 °C) de temperatura y una humedad relativa del cien por cien (100 %) durante veinticuatro horas (24 h). A continuación se deja enfriar a temperatura ambiente durante veinticuatro horas (24 h) antes de realizar el ensayo.





**Resistencia a la niebla salina**

El ensayo se realiza según la Norma 48267-96.

Envejecimiento artificial acelerado

El ensayo se realiza según la Norma UNE 48251-92, utilizando una lámpara del tipo UV-A 340B y un ciclo de cuatro horas (4 h) con luz ultravioleta, con una temperatura de panel negro de sesenta grados centígrados (60 °C) y cuatro horas (4 h) de oscuridad, con condensaciones y una temperatura de panel negro de 50 °C.

**vii. Recepción**

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de las condiciones exigibles, la recepción podrá efectuarse comprobando solamente sus características aparentes.

No obstante, el Director podrá fijar los ensayos de recepción y su intensidad con objeto de comprobar las características del material.

**viii. Medición y abono**

La medición y abono de las placas reflectantes utilizadas en señalización vertical se hará por unidades.

**2.4.- PINTURAS A EMPLEAR EN SEÑALES DE CIRCULACIÓN****i. Definición**

Se definen como pinturas a emplear en señales de circulación, aquellas pinturas de acabado que cumplen las condiciones exigidas en el presente artículo.

A continuación se determinan las características de película seca que debe cumplir la zona no retrorreflectante, pintada, de las señales metálicas verticales de circulación, así como los métodos de ensayo que permitan valorar dichas características.

**ii. Normativa técnica**

Normas básicas de referencia:

- Norma UNE 135331-94 "Señalización vertical. Señales metálicas, zona no retrorreflectante, pinturas. Características y métodos de ensayo".

Normas de obligado cumplimiento:

- UNE 48102-56. Definiciones y nomenclatura en la industria de pinturas y barnices
- UNE-EN 971-1-96. Pinturas y barnices. Térmicos y definiciones para materiales de recubrimiento. Parte 1: Términos generales.
- UNE-EN 21512-95. Pinturas y barnices. Toma de muestra de productos en forma líquida o en pasta
- UNE-EN 23270-93. Pinturas, barnices y sus materias primas. Temperaturas y humedades para acondicionamiento y ensayo.
- UNE-EN-ISO 1513-96. Pinturas y barnices. Examen y preparación de las muestras para ensayo.

**iii. Características**

Las pinturas incluidas en este artículo presentarán las siguientes características





**Aspecto**

La señal debe estar exenta de corrosión, tanto por su cara visible al tráfico como por su reverso, no debiendo presentar abolladuras ni cualquier otro defecto que impida la correcta visibilidad o identificación de la misma. La pintura presentará un aspecto uniforme, exento de granos, caleo o cualquier otra imperfección superficial.

**Color y factor de iluminancia**

La determinación del color y del factor de luminancia se realizará según el apartado "Métodos de ensayo - Color y factor de luminancia" del presente artículo.

Los colores utilizados en las zonas no retrorreflectantes de la señal serán los siguientes:

- |               |           |           |
|---------------|-----------|-----------|
| - Azul        | -Amarillo | - Verde   |
| - Azul oscuro | -Marrón   | - Naranja |
| - Blanco      | -Rojo     | - Gris    |
| - Púrpura     | - Negro   |           |

cuyas coordenadas cromática (x,y) deberán estar dentro de las respectivas áreas de color, limitadas por los cuatro vértices definidos por la CIE (Comisión Internacional de L'Eclairage), especificados en la siguiente figura y en la tabla.

FIGURA 27.51.1.  
COORDENADAS CROMÁTICAS

Color	Coordenada	1	2	3	4	Fac. luminan.	
						mín.	máx.
Azul	x	0.225	0.137	0.078	0.196	0.05	--
	y	0.184	0.038	0.171	0.250		
Azul oscuro	x	0.295	0.220	0.200	0.265	0.01	0.04
	y	0.274	0.200	0.240	0.304		
Verde	x	0.250	0.209	0.162	0.240	0.10	--
	y	0.410	0.383	0.408	0.460		
Blanco	x	0.350	0.300	0.290	0.340	0.75	--
	y	0.360	0.310	0.320	0.370		
Gris	x	0.350	0.300	0.290	0.340	0.16	0.24
	y	0.360	0.310	0.320	0.370		
Negro	x	0.385	0.300	0.260	0.345	--	0.03
	y	0.355	0.270	0.310	0.395		
Amarillo	x	0.522	0.470	0.427	0.465	0.45	--
	y	0.477	0.440	0.483	0.534		
Marrón	x	0.510	0.427	0.407	0.475	0.04	0.15
	y	0.370	0.353	0.373	0.405		
Naranja	x	0.610	0.535	0.506	0.570	0.20	--
	y	0.390	0.375	0.404	0.429		
Rojo	x	0.690	0.595	0.569	0.655	0.07	--
	y	0.310	0.315	0.341	0.345		
Púrpura	x	0.457	0.302	0.307	0.374	0.05	--
	y	0.136	0.064	0.203	0.247		

**Brillo especular**

Realizado el ensayo según el apartado de "Métodos de ensayo - Brillo especular" del presente artículo, el brillo especular medido a sesenta grados (60°) ha de ser superior al sesenta por ciento (60%).



**Adherencia**

Realizado el ensayo según el apartado de "Métodos de ensayo - Adherencia" del presente artículo, el resultado del mismo deberá tener una clasificación de igual o inferior a uno (1), y no aparecerán dientes de sierra.

**Resistencia al impacto**

Realizado el ensayo según el apartado de "Métodos de ensayo - Resistencia al impacto" del presente artículo, la probeta de pintura no presentará rotura, observada visualmente, en la cara impactada.

**Resistencia a la inmersión en agua**

Examinando la probeta la pintura después de realizado el ensayo según el apartado de "Métodos de ensayo - Resistencia a la inmersión en agua" del presente artículo, se observará:

- Inmediatamente después del ensayo: ausencia de ampollas, arrugas y reblandecimientos.
- A las veinticuatro (24) horas: el brillo espectacular será, como mínimo, el noventa por ciento (90%) del valor obtenido antes del ensayo.

**Resistencia a la niebla salina**

Realizando el ensayo según el apartado de "Métodos de ensayo - Resistencia a la niebla salina" del presente artículo, después de quinientas (500) horas, no se observarán ampollas ni cualquier defecto superficial.

El avance de la corrosión, medido perpendicularmente a los bordes de la incisión previamente trazada en las probetas, no será superior a tres milímetros (3 mm), por cada lado de la incisión.

**Resistencia al calor y al frío**

Realizados los ensayos según los apartados de "Métodos de ensayo - Resistencia al calor- y -Resistencia al frío-" del presente artículo, las probetas de pintura no presentarán ampollas, pérdida de adherencia o cualquier otro defecto apreciable.

**Envejecimiento artificial acelerado**

Realizado el ensayo según el apartado de "Métodos de ensayo - Envejecimiento artificial acelerado" del presente artículo, en la probeta de pintura se efectuarán las siguientes comprobaciones:

- Aspecto: no se habrá producido caleo, cuarteamiento ni cualquier otro defecto superficial
- Color: las coordenadas cromáticas, para cada color ensayado, estarán dentro de las áreas indicadas en la figura de Coordenadas cromáticas.
- Factor de luminaria, seguirá cumpliendo las exigencias de la tabla de Coordenadas cromáticas del presente artículo, para cada uno de los colores sometidos a ensayo.

Estas comprobaciones se efectuarán tras un tratamiento de:

- Quinientas (500) horas para las probetas de color: azul, azul oscuro, blanco, gris, negro y rojo
- Doscientas cincuenta (250) horas para las probetas de color: verde, amarillo y marrón.
- Quedan excluidas de este ensayo, las probetas de color naranja y púrpura.

**iv. Métodos de ensayo****Probetas para ensayo**

Las probetas para ensayo, serán del mismo material y acabado utilizado en la fabricación de las señales verticales, de forma rectangular, de setenta milímetros (70 mm) por ciento cincuenta milímetros (150 mm), y en número suficiente para la realización por duplicado de los ensayos.

En aquellos ensayos que lo requieran, (inmersión en agua, niebla salina, resistencia al calor y al frío y envejecimiento artificial acelerado) se protegerán adecuadamente los bordes de las probetas (con parafinas,



cintas adhesivas, etc), manteniéndolas a continuación veinticuatro (24) horas en condiciones normalizadas de humedad y temperatura.

#### **Calor y factor de luminancia**

El ensayo se realizará por la Norma UNE 48073-2-94.

La determinación del color y del factor de luminancia se llevará a cabo con un espectrocolorímetro, empleando geometría 45/0, iluminante patrón CIE D65 y observador patrón 2°.

#### **Brillo especular**

Realizado el ensayo según la norma UNE 48026-80, los resultados obtenidos cumplirán lo especificado en el apartado de "Características - Brillo especular" de este artículo.

#### **Adherencia**

Realizado el ensayo según la Norma UNE-EN-ISO 2409-96, los bordes de las incisiones quedarán bien definidos, no formándose "dientes de sierra".

#### **Resistencia al impacto**

El ensayo se realiza según la Norma UNE-EN-ISO 6272-96, empleándose las siguientes condiciones:

- Masa de impacto: mil gramos (1.000 gr)
- Diámetro de la semiesfera del percutor: veinte milímetros (20 mm)
- Altura de caída: quinientos milímetros (500 mm)

#### **Resistencia a la inmersión en agua**

El ensayo se realizará según la Norma UNE-EN-ISO 2812-1-96, siguiendo el procedimiento operativo A del método 1 especificado en dicha Norma, empleándose las siguientes condiciones:

- Líquido de inmersión: agua destilada
- Temperatura de inmersión: veintitrés más menos dos grados centígrados.
- Tiempo de inmersión: siete (7) días.

#### **Resistencia a la niebla salina**

El ensayo se realizará según la Norma UNE 48267-96, practicando en la superficie de la probeta una incisión en forma de aspa.

#### **Resistencia al calor**

La probeta de ensayo, se mantiene en estufa a la temperatura de setenta y un más menos dos grados centígrados ( $71^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante veinticuatro (24) horas. A continuación se deja dos (2) horas a temperatura ambiente antes de proceder a su análisis según el apartado de "Características – Resistencia al calor y frío" del presente artículo.

#### **Resistencia al frío**

La probeta de ensayo se mantiene en un criostato a la temperatura de menos treinta y cinco más menos tres grados centígrados ( $35^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) durante setenta y dos (72) horas. A continuación se deja 2 horas a temperatura ambiente antes de proceder a su análisis según el apartado "Características – Resistencia al calor y frío" del presente artículo.

#### **Envejecimiento artificial acelerado**

El ensayo se realiza según la Norma UNE 48251-92, utilizando lámparas del tipo B y un ciclo de cuatro (4) horas con luz ultravioleta, con una temperatura de panel negro de sesenta grados centígrados ( $60^{\circ}\text{C}$ ) y cuatro (4) horas de oscuridad, con condensaciones y una temperatura de panel negro de cincuenta grados centígrados ( $50^{\circ}\text{C}$ ).



**v. Medición y abono**

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

**2.5.- MARCAS VIALES****i. Definición**

Se define como marca vial, reflectorizada o no, aquella guía óptica situada sobre la superficie de la calzada, formando líneas o signos, con fines informativos y reguladores del tráfico.

Las marcas viales pueden ser permanentes o temporales. La vida útil de las marcas viales temporales está limitada a la duración de las obras en la vía pública. Por razones de seguridad, la vida útil de las marcas viales permanentes, debería ser tan larga como fuera posible.

La forma, dimensiones y colores de las marcas viales, se ajustará a la Normalización de Elementos Constructivos.

**ii. Normativa Técnica**

Normas básicas de referencia:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).
- Pliego de Condiciones de la Señalización Horizontal de Carreteras sobre Pavimentos Flexibles, de la Dirección General de Carreteras (Octubre de 1990).
- Norma UNE EN 1436-98 "Materiales para señalización vial horizontal. Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la calzada".

**iii. Materiales**

En la aplicación de las marcas viales se utilizarán pinturas, termoplásticos de aplicación en caliente, plásticos de aplicación en frío, o marcas prefabricadas que cumplan lo especificado en el presente artículo.

En aquellos casos excepcionales, en los que empleo resulte justificado, se podrá reflectorizar la marca vial mediante la incorporación, por premezclado y/o postmezclado, de microesferas de vidrio a cualquier de los materiales anteriores. La presencia de microesferas de vidrio permite la retrorreflexión de las marcas cuando son iluminadas por los faros de un vehículo.

Los materiales cumplirán lo especificado en el artículo de "Pinturas a emplear en marcas viales" del presente pliego.

**iv. Equipo necesario para la ejecución de las obras**

La maquinaria y equipos empleados para la aplicación de los materiales utilizados en la fabricación de las marcas viales deberán ser capaces de aplicar y controlar automáticamente las dosificaciones requeridas y conferir una homogeneidad de la marca vial tal que garantice sus propiedades a lo largo de la misma.

El método de aplicación queda a la libre elección de fabricante, si bien éste deberá especificar el método que va a utilizarse, de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE 135277-98, con el fin de poder llevar a cabo el posterior control de calidad del material, tanto durante la aplicación como en su identificación en el laboratorio.

En el siguiente cuadro de "Dosificaciones y métodos de aplicación recomendados" se recogen las dosificaciones y métodos de aplicación recomendados para los materiales de señalización horizontal a



emplear tonto sobre mezclas bituminosas en caliente como sobre emulsiones de naturaleza bituminosa, se trate o no de repintados.

## DOSIFICACIONES Y MÉTODOS DE APLICACIÓN RECOMENDADOS

Tipo de aglomerado asfáltico	Material de señalización horizontal	Dosificación (g/m <sup>2</sup> )		Método de aplicación
		Material base	Microesferas de vidrio (*)	
1ª capa sobre MBC "convencional" o para repintado independientement e del tipo de MBC	Alcídico	720	480	Pulverización
	Acrílico	900	500	Pulverización
	Termoplástico en caliente	3.000	600	Pulverización
	Termoplástico en caliente	4.000-6.000	600	Extrusión
	Termoplástico en caliente	4.000-6.000	600	Zapatón
	Plástico en frío de dos componentes	1.000-2.000	500-600	Pulverización
	Cinta prefabricada	--	--	Automático
Antideslizante con macrotextura	Termoplástico en caliente	4.000-6.000	600	Extrusión
Drenante	Termoplástico en caliente	4.000-6.000	600	Zapatón
	Termoplástico en caliente	4.000-6.000	600	Extrusión
	Plástico en frío de dos componentes	3.000-5.000	600	Zapatón
	Cinta prefabricada	--	--	Automático

(\*) Sólo se emplearán microesferas de vidrio en casos excepcionales, o cuando lo juzgue necesario el Director de las obras

#### v. Ejecución de las obras

El Contratista comunicará por escrito al Director de las obras la relación de empresas suministradoras de los materiales a utilizar en la fabricación de las marcas viales objeto de la aplicación, así como la marca comercial, o referencia, que dichas empresas dan a esa clase y calidad.

##### Preparación de la superficie de aplicación

Antes de proceder a la aplicación de la marca vial se realizará una inspección del pavimento a fin de comprobar su estado superficial y posibles defectos existentes. Si la superficie presentara defectos o huecos notables, se corregirán los primeros, y se rellenarán los últimos, con materiales de análoga naturaleza que los de aquella, antes de proceder a la extensión de la pintura.

Es condición indispensable para la aplicación de la pintura sobre cualquier superficie, que ésta se encuentre completamente limpia, exenta de material suelto o mal adherido, y perfectamente seca.

Cuando sea necesario se llevará a cabo una limpieza de la superficie para eliminar la suciedad, arena, barro y otros elementos contaminantes que influirán negativamente en la calidad y durabilidad de la marca vial. Para eliminar la suciedad, y las partes sueltas o mal adheridas, que presenten las superficies de morteros u hormigones, se emplearán cepillos de púas de acero; pudiéndose utilizar cepillos con púas de menor dureza



en las superficies bituminosas. La limpieza del polvo de las superficies a pintar se llevará a cabo mediante un lavado intenso con agua.

La marca vial que se aplique será, necesariamente, compatible con el sustrato (pavimento o marca vial antigua, ver tablas de “Criterios de compatibilidad entre tipos de pintura” y “Criterios de compatibilidad entre tipos de pintura y pavimento”, en caso contrario deberá efectuarse el tratamiento superficial más adecuado (borrado de la marca vial existente, aplicación de una imprimación, etc).

Para la eliminación de marcas viales queda expresamente prohibido el empleo de decapantes así como los procedimientos térmicos. Por ello, deberá utilizarse alguno de los siguientes métodos de eliminación que, en cualquier caso, deberá estar autorizado por el Director de las obras:

- Agua a presión
- Proyección de abrasivos
- Fresado, mediante la utilización de sistemas fijos rotatorios o flotantes horizontales.

En el caso específico de pavimentos de hormigón, antes de proceder a la aplicación de la marca vial, deberán eliminarse todos aquellos materiales utilizados en el proceso de curado del hormigón que aún se encontrasen sobre su superficie. Si el factor de luminancia del pavimento fuese superior a quince centésimas (0,15), evaluado de acuerdo con la Norma UNE-EN 1436-98, se rebordará la marca vial a aplicar con un material de color negro a ambos lados y con un ancho aproximadamente igual a la mitad (1/2) del correspondiente a la marca vial.

#### **Premarcado**

Previamente a la aplicación de los materiales que conformen la marca vial, se llevará a cabo un cuidadoso replanteo de las obras que garantice la correcta terminación de los trabajos. Para ello, cuando no exista ningún tipo de referenciación adecuado, se creará una línea de referencia, bien continua o bien mediante puntos como se estimen necesarios separados entre sí por una distancia no superior a cincuenta centímetros (50 cm).

#### **vi. Limitaciones de la ejecución**

La aplicación de una marca vial se efectuará, cuando la temperatura del sustrato (pavimento o marca vial antigua) supere al menos en tres grados centígrados (3°C) al punto de rocío. Dicha aplicación, no podrá llevarse a cabo si el pavimento está húmedo o la temperatura ambiente no está comprendida entre los cinco y los cuarenta grados centígrados (5°C – 40°C), o si la velocidad del viento fuera superior a veinticinco kilómetros por hora (25 km/h).

Sobre las marcas recién pintadas deberá prohibirse el paso de todo tipo de tráfico mientras dure el proceso de secado inicial de las mismas.

#### **vii. Control y criterios de aceptación y rechazo**

El control de calidad de las obras de señalización horizontal incluirá la verificación de los materiales acopiados, de su aplicación y de la unidad terminada.

El Contratista facilitará, diariamente, un parte de ejecución y de obra en el cual deberán figurar, al menos, los siguientes conceptos:

- Marca o referencia y dosificación de los materiales consumidos.
- Tipo y dimensiones de la marca vial.
- Localización y referenciación sobre el pavimento de las marcas viales.
- Fecha de aplicación.
- Temperatura y humedad relativa al comienzo y a mitad de la jornada.



- Observaciones e incidencias que, a juicio del Director de las Obras, pudieran influir en la durabilidad y/o características de la marca vial aplicada.

#### **Control de recepción de los materiales**

Se comprobará la marca o referencia de los materiales acopiados, a fin de verificar que se corresponden con la clase y cantidad comunicada previamente al Director de las Obras, según se especifica en el Apartado 5.

Los criterios de control de calidad de materiales se describen en el Artículo 27.52 del presente Pliego. Asimismo, las marcas viales prefabricadas serán sometidas a los ensayos de verificación especificados en la Norma UNE 135276-94.

#### **Control de la aplicación de los materiales**

Durante la aplicación de los materiales que forman parte de la unidad de obra, se realizarán controles con el fin de comprobar que son los mismos de los acopios y comprobar que cumplen las dotaciones especificadas en el proyecto.

La toma de muestras, para determinaciones posteriores, de pintura, termoplásticos de aplicación en caliente y plásticos de aplicación en frío se realizará de acuerdo con los criterios especificados en la Norma UNE 135200-2-97. Las tomas de muestra de material se tomarán directamente del dispositivo de aplicación de la máquina, al que previamente se le habrá cortado el suministro de aire de atomización.

La toma de muestras de microesferas de vidrio y marcas viales prefabricadas se llevará a cabo de acuerdo con las Normas UNEEN 1423-98 y UNE 135276-94, respectivamente.

#### ▪ **Aplicación a pistola**

Se tara una chapa metálica de dimensiones 300 mm x 150 mm x 2 mm con precisión de una décima de gramo (0,1 g)(G1) en laboratorio.

Se fija la chapa anterior transversalmente al sentido de aplicación de la marca vial sobre el pavimento, en el lugar previsto para el paso de la máquina aplicadora.

Se retira la chapa metálica inmediatamente después de la aplicación y se deja secar.

Una vez seca la chapa, en el laboratorio, se mide el área aplicada de marca vial sobre la chapa con una precisión de una décima de centímetro cuadrado (0,1 cm<sup>2</sup>) (A), mediante una regla graduada o cinta métrica y se pesa la chapa con una precisión de una décima de gramo (0,1 g)(G2).

El peso de la marca vial (G<sub>MV</sub>) aplicada en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>), se obtendrá por la expresión:

$$G_{MV} = \frac{G_2 - G_1}{A} \times 10,000$$

#### ▪ **Aplicación manual**

Esta determinación se realiza in situ. Se determina el peso de producto a aplicar, con una balanza con una precisión de una décima de gramo (0,1 g)(G2).

Una vez que al aplicar ha terminado la aplicación se determinará el área aplicada en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>) (A), con una cinta métrica y se pesan los botes de material vacíos con la balanza (G1).

El peso de la marca vial (G<sub>MV</sub>) aplicada en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>), se obtendrá por la expresión anterior.





**Control de la unidad terminada**

Los requisitos esenciales que se indican a continuación deberán verificarse no antes de cuarenta y ocho horas (48 h) ni después de los quince (15) días contados a partir de la aplicación del material. Podrán comprobarse asimismo a criterio de la Dirección de Obra, dentro de los seis primeros meses desde la ejecución.

**\* Visibilidad nocturna**

Para la medida de la retrorreflexión bajo iluminación de los faros de un vehículo, se emplea el coeficiente de luminancia retrorreflejada, RL. Es decir, el cociente entre la luminancia, L, de la zona de la marca vial en la dirección de observación y la iluminancia E( de esa zona, medida perpendicularmente a la dirección de la luz incidente).

Ese coeficiente deberá medirse conforme a lo especificado en la Norma UNE-EN 1436-98 y se expresará en milicandelas por metro cuadrado y por lux ( $\text{mcd}(\text{m}^{-2}(\text{lx}^{-1}))$ ).

Las marcas viales en seco deberán cumplir con lo especificado en la tabla siguiente:

COEFICIENTE DE RETRORREFLEXIÓN

Tipo de marca vial	Coeficiente de retrorreflexión ( $\text{mcd}(\text{m}^{-2}(\text{lx}^{-1}))$ )		
	30 días	180 días	365 días
Permanente (color blanco)	300	200	100
Temporal (color amarillo)	150		

**\* Visibilidad diurna**

Para marcas viales en seco los valores mínimos del factor de luminancia (, deberán cumplir lo siguiente:

- Factor de luminancia de las marcas viales de color blanco sobre el pavimento bituminoso: 0,30
- Factor de luminancia de las marcas viales de color blanco sobre pavimento de hormigón: 0,40
- Factor de luminancia de las marcas viales de color amarillo, sobre ambos pavimentos: 0,20

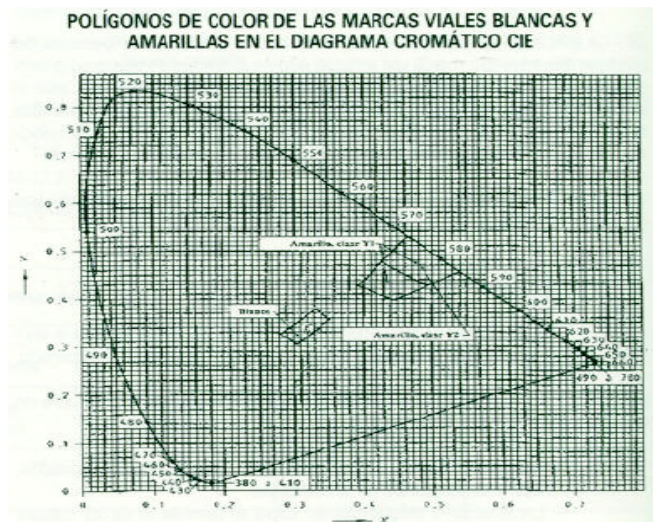
El color de una marca vial, expresado en coordenadas cromáticas, debe estar representado por un punto ubicado en el interior de los polígonos de color definidos por los vértices indicados en la tabla "Vértices de los polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas" y representados en la figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE".

Las medidas deberán realizarse conforme a lo especificado en la Norma UNE-EN 1436-97.

DE LAS MARCAS VIALES BLANCAS Y AMARILLAS

	Coordenadas cromáticas de los vértices de color				
		1	2	3	4
Marca vial blanca	X	0,355	0,305	0,285	0,335
	Y	0,355	0,305	0,325	0,375
Marca vial amarilla Clase (Y1)	X	0,443	0,545	0,465	0,389
	Y	0,399	0,455	0,535	0,431
Marca vial amarilla Clase (Y2)	X	0,494	0,545	0,465	0,427
	Y	0,427	0,455	0,535	0,483





#### \* Relación de contraste

La relación de contraste entre la marca vial y el pavimento, no será inferior a uno con siete (1,7), cuando se determine según lo especificado en la Norma UNE 135214-94. Este requisito debe ser objeto de comprobación exclusivamente en pavimentos de hormigón.

#### \* Resistencia al deslizamiento

El valor del coeficiente de resistencia al deslizamiento de una marca vial no será en ningún caso inferior a 45, cuando se determine según lo indicado en la Norma UNE-EN 1436-98.

#### Criterios de aceptación y rechazo

Se rechazarán todas las marcas viales aplicadas en cada uno de los tramos en los que se haya dividido la obra si en los correspondientes controles se da alguno de los siguientes supuestos:

- Las dotaciones de aplicación medias de los materiales obtenidas, no cumplen lo especificado en el proyecto.
- La dispersión de los valores obtenidos sobre las dotaciones del material aplicado sobre el pavimento, expresada en función del coeficiente de variación (v), supera el diez por ciento (10%).

En el caso de obtenerse valores inferiores a las dotaciones exigidas, el Contratista deberá proceder al repintado de las marcas de forma que se alcancen dichas dotaciones.

Si uno o varios valores de factor de luminancia, relación de contraste, color y resistencia al deslizamiento son inferiores al mínimo exigido, el Director podrá exigir el repintado a costa del Contratista.

Si por excepción se hubiese ejecutado alguna obra o parte de ellas que no se ajustase exactamente a las condiciones fijadas en el contrato, pero sin embargo, aunque fueran defectuosas pudiese ser tolerable a juicio de la Dirección, este podrá aceptarlas con la rebaja de precio que considere justa, pudiendo el Contratista, en este caso, optar por admitir esta rebaja a no ser que prefiera demoler la obra a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones del contrato.



En caso de demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, y en su caso borrado y pintado de marca vial defectuosa, la Dirección podrá exigir del Contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones del Programa de Trabajos, maquinaria, equipo y personal facultativo que garanticen el cumplimiento o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

Los materiales o en su caso marcas viales rechazadas, en ningún caso serán abonables por la Administración, y el Contratista será además responsable de los daños y perjuicios que por esta causa puedan derivarse para la Administración.

#### viii. Seguridad y señalización de las obras

Antes de iniciarse la aplicación de las marcas viales, el Contratista comunicará al Director de las Obras los sistemas de señalización para protección del tráfico, personal, materiales y maquinaria durante el período de ejecución, así como de las marcas, recién pintadas, hasta su total secado.

#### ix. Medición y abono

Cuando las marcas viales sean de ancho constante, se abonarán por metros (m) realmente aplicados, medidos por el eje de las mismas sobre el pavimento. En caso contrario, las marcas viales se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre el pavimento.

No se abonarán las operaciones necesarias para la preparación de la superficie de aplicación y premarcado, que irán incluidas en el abono de la marca vial aplicada.

La eliminación de las marcas viales de ancho constante, se abonará por metros (m) realmente eliminados, medidos por el eje del pavimento. En caso contrario, la eliminación de las marcas viales se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre el pavimento.

## 2.6.- PINTURAS A EMPLEAR EN MARCAS VIALES

### i. Definiciones

Este artículo tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los materiales empleados en la señalización horizontal y los métodos de ensayo de laboratorio necesarios para comprobar su cumplimiento y permitir su posterior identificación.

Los materiales a que hace referencia este Artículo son:

- Pinturas,
- Termoplásticos de aplicación en caliente,
- Plásticos de aplicación en frío, y
- Materiales de postmezclado: microesferas de vidrio, granulados antideslizantes y mezclas de ambos.

### ii. Normativa técnica

#### Pliegos de condiciones básicos de referencia

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3).

#### Normas UNE de obligado cumplimiento

- UNE 135200-2-97-EX "Equipamiento para la Señalización Vial, Señalización horizontal. Parte 2: Materiales. Ensayos de laboratorio".



- UNE-EN 1436-98 "Materiales para señalización vial horizontal. Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la calzada".
- UNE-EN 1423-98 "Materiales para señalización vial horizontal. Materiales de postmezclado. Microesferas de vidrio, granulados antideslizantes y mezclas de ambos".
- UNE-48102-56 "Definiciones y nomenclatura en la industria de pinturas y barnices".
- UNE-EN 971-1-96 "Pinturas y barnices. Términos y definiciones para materiales de recubrimiento. Parte 1: Términos generales".
- UNE-EN 21512-95 "Pinturas y barnices. Toma de muestra de productos en forma líquida o en pasta".
- UNE-EN 23270-93 "Pinturas, barnices y sus materias primas. Temperaturas y humedades para acondicionamiento y ensayo".
- UNE-EN-ISO 1513-96 "Pinturas y barnices. Examen y preparación de las muestras para ensayo".

### iii. Características. Métodos de ensayo

Cuando se requiera la verificación y/o identificación de materiales de señalización horizontal que formen parte de un depósito, la toma de muestras se llevará a cabo siguiendo las instrucciones del Anexo A de la Norma UNE 135200-2-97-EX.

La preparación de las muestras para ensayo, en todo lo que no contradiga al presente Artículo, se llevará a cabo siguiendo las instrucciones de la Norma UNE-EN ISO 1513-96.

## PINTURAS

### ▪ Resistencia al sangrado.

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135201-97, aplicando la pintura a un rendimiento de setecientos veinte gramos por metro cuadrado más menos el diez por ciento (720 g/m<sup>2</sup> (10%)), la relación de contraste entre la película seca de pintura aplicada sobre la probeta de betún estándar y la aplicada sobre la otra parte de la probeta cubierta con cinta celofán, no será inferior a noventa y seis centésimas (0,96).

Por otra parte, sobre la película seca no se apreciará la formación de fisuras, arrugas ni cualquier otro defecto superficial.

La comprobación del rendimiento aplicado de pintura se hará por la diferencia de pesada entre la probeta antes y después de la aplicación, mediante una balanza con una apreciación de cinco centésimas de gramo (0,05 g). El tiempo entre la aplicación de la pintura y la pesada será el mínimo posible.

### ▪ Color

Aplicar un espesor de película húmeda de pintura de trescientos cincuenta más menos treinta y cinco micrómetros (350 m ± 35 (m)), mediante un aplicador tipo Doctor Blade, sobre una probeta de aluminio de aproximadamente ciento cincuenta por setenta y cinco milímetros por seis décimas de milímetro (150 mm x 75 mm x 0,6 mm) previamente desengrasada con disolvente, y dejar secar durante siete (7) días en posición horizontal a veintitrés más menos dos grados centígrados (23°C ± 2°C) cincuenta más menos cinco por ciento (50 ± 5%) de humedad relativa y protegida de la radiación solar directa y del polvo.

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94, empleando como observador patrón 2º, geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante patrón CIE D65, sus coordenadas cromáticas (x,y) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color, en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE"



**Factor de luminancia*****Preparar una probeta según se describe en este artículo.***

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94, empleando como observador patrón 2º, geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante patrón CIE D65, el factor de luminancia será al menos de ochenta y cuatro centésimas (0,84) para la pintura blanca y de cuarenta centésimas (0,40) para la amarilla.

***Poder cubriente***

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135213-94, la relación de contraste (rc) de la película seca de pintura será al menos de noventa y cinco centésimas (0,95) para la pintura blanca y de noventa centésimas (0,90) para la amarilla.

**\* Tiempo de secado.**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135202-94, el tiempo de secado a la rodadura ("no pick-up") no será superior a treinta (30) minutos.

**\* Estabilidad en envase lleno.**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48083-92 después de haber sometido la pintura a sesenta más menos dos grados centígrados ( $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante dieciocho (18) horas en un envase metálico y herméticamente cerrado, no se producirá una variación en su consistencia mayor a cinco unidades Krebs (5 U.K.), ni se apreciará la formación de pieles, coágulos o depósitos duros.

**\* Envejecimiento artificial acelerado.**

Preparar al menos tres probetas, dejando una como referencia, según se describe en el Apartado "Pinturas – Color", midiéndose, inmediatamente antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia.

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48251-92, durante ciento sesenta y ocho (168) horas en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta y trescientos quince nanómetros (280 nm-315 nm) a sesenta más menos tres grados centígrados ( $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) y cuatro (4) horas de condensación a cincuenta más menos tres grados centígrados ( $50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ),

- No se producirá una variación en el factor de luminancia superior a tres centésimas (0,03) respecto al valor original;
- Las nuevas coordenadas cromáticas (x,y) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color, en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE", y
- El material aplicado no presentará ninguna anomalía respecto al de referencia, ni defecto superficial alguno.

**\* Resistencia a los álcalis. (Pinturas para la aplicación directa sobre pavimentos de hormigón).**

Aplicar un espesor de película húmeda de pintura de cuatrocientos más menos cuarenta micrómetros ( $400 \pm 40$  (m) mediante un aplicador tipo Doctor Blade, sobre tres probetas de metacrilato transparente esmerilado de aproximadamente cien por doscientos por diez milímetros (100 mm x 200 mm x 10 mm). Dejar secar las probetas durante veinticuatro (24) horas a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) cincuenta más menos cinco por ciento (50 (5%) de humedad relativa y posteriormente en una estufa, en posición horizontal, durante ciento cincuenta (150) horas a una temperatura de cuarenta y cinco más menos dos grados centígrados ( $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) con ventilación. Al finalizar este período, las probetas se dejan enfriar a temperatura ambiente quedando listas para ensayar.

Realizado el ensayo según la Norma UNE-EN-ISO 2812-1-96, método 1, procedimiento A, después de haber mantenido sumergida la probeta, utilizando como líquido de inmersión una solución de hidróxido sódico al diez por ciento (10%) en peso, durante cuarenta y ocho (48) horas en condiciones normales (véase la Norma UNE-EN 23270-93), el factor de luminancia no variará en más de tres centésimas (0,03) con relación al valor





original. Asimismo, no se apreciará degradación, falta de cohesión ni cualquier otro defecto superficial sobre la probeta sometida a ensayo.

#### Termoplásticos de aplicación en caliente

##### **\* Punto de reblandecimiento.**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135222-94, el punto de reblandecimiento anillo-bola, no será inferior a noventa y cinco grados centígrados (95°C).

##### **\* Resistencia al flujo**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135223-94, la disminución en la altura del cono de material termoplástico, después de haber sido sometido a sesenta más menos dos grados centígrados (60°C  $\pm$ 2°C) durante veinticuatro (24) horas no será superior al diez por ciento (10%).

##### **\* Temperatura de inflamación**

El material termoplástico se funde en un baño de aceite, homogeneizándolo mediante agitación durante al menos dos horas. Una vez lograda la perfecta homogeneidad y fluidez de la muestra, se vierte en el vaso de ensayo de manera que su menisco quede a un centímetro (1 cm) de la marca de llenado, con el fin de prevenir desbordamientos del material durante el posterior calentamiento en la realización del ensayo. Si se añade un exceso de muestra, se puede eliminar con una espátula o cucharilla en caliente.

Realizado el ensayo según la Norma UNE 104281-1-12-86, la temperatura de inflamación en vaso abierto Cleveland no será inferior a doscientos treinta y cinco grados centígrados (235°C).

##### **\* Color**

Aplicar una película de material, mediante un extendedor adecuado, a un rendimiento aproximado de dos mil seiscientos gramos por metro cuadrado (2.600 g/m<sup>2</sup>) sobre un soporte liso del que sea fácilmente desprendible y mantener durante veinticuatro (24) horas en posición horizontal a veintitrés más menos dos grados centígrados (23°C  $\pm$ 2°C) cincuenta más menos cinco por ciento (50  $\pm$ 5%) de humedad relativa y protegida de la radiación solar directa y del polvo. Transcurrido este tiempo, realizar las medidas descritas a continuación sobre la superficie de la película. A continuación desprender la película y realizar las mismas medidas sobre la superficie que ha estado en contacto con el soporte. En caso de discrepancia entre ambas medidas se tomará como resultado el obtenido sobre esta última.

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94, empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante patrón CIE D65, sus coordenadas cromáticas (x,y) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color, en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE"

##### **\* Factor de luminancia**

Preparar una probeta según se describe apartado "Termoplásticos de aplicación en caliente - Color".

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94, empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante patrón CIE D65, el valor del factor de luminancia (l) será al menos de ochenta centésimas (0,80) para el color blanco y de cuarenta centésimas (0,40) para el color amarillo.

##### **\* Estabilidad al calor**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135221-94, el valor del factor de luminancia después de mantener el material a doscientos más menos dos grados centígrados (200°C (2°C) durante seis (6) horas con agitación continua, no variará en más de tres centésimas (0,03).

Por otra parte, el material aplicado después del ensayo, no presentará defecto superficial alguno.



**\* Envejecimiento artificial acelerado**

Preparar al menos tres probetas, dejando una como referencia, aplicando una película de material, mediante un extendedor adecuado, a un rendimiento aproximado de dos mil seiscientos gramos por metro cuadrado ( $2.600 \text{ g/m}^2$ ) sobre una probeta de aluminio de aproximadamente ciento cincuenta por setenta y cinco milímetros por seis décimas de milímetro ( $150 \text{ mm} \times 75 \text{ mm} \times 0,6 \text{ mm}$ ), previamente desengrasada con disolvente, y mantener durante veinticuatro (24) horas en posición horizontal a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de humedad relativa y protegida de la radiación solar directa y del polvo, midiéndose, inmediatamente antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia sobre la superficie de la película.

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48251-92, durante ciento sesenta y ocho (168) horas, en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta y trescientos quince nanómetros ( $280 \text{ nm}-315 \text{ nm}$ ) a  $60^\circ\text{C}$  ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ) y 4 horas de condensación a cincuenta más menos tres grados centígrados ( $50^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ),

- No se producirá una variación en el factor de luminancia superior a tres centésimas (0,03) respecto al valor original;
- Las nuevas coordenadas cromáticas (x,y) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color, en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE" del Artículo "Marcas viales" y;
- El material aplicado no presentará ninguna anomalía respecto al de referencia, ni defecto superficial alguno.

**\* Resistencia a los álcalis. (Termoplásticos para aplicación directa sobre pavimentos de hormigón).**

Se preparan tres probetas aplicando, mediante un extendedor adecuado, una película homogénea de termoplástico de tres milímetros (3 mm) de espesor sobre tres placas de metacrilato como las descritas en el Apartado "Pinturas – Resistencia a los álcalis". Estas tres probetas, se introducen en una estufa, en posición horizontal, manteniéndose durante veinticuatro (24) horas a cuarenta y cinco más menos dos grados centígrados ( $45^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ) con ventilación. Al finalizar este período se dejan enfriar a temperatura ambiente, quedando listas para el ensayo.

Realizado el ensayo según la Norma UNE-EN-ISO 2812-1-96, método 1, procedimiento A, después de haber mantenido sumergida la probeta, utilizando como líquido de inmersión una solución de hidróxido sódico al 10% en peso, durante cuarenta y ocho (48) horas en condiciones normales (véase Norma UNE-EN 23270-93), el factor de luminancia no variará en más de tres centésimas (0,03) con relación al valor original. Asimismo, no se apreciará degradación, falta de cohesión ni cualquier otro defecto superficial sobre la probeta sometida a ensayo.

***Plásticos de aplicación en frío*****\* Preparación de probetas de ensayo**

Para la realización de los diferentes ensayos, se prepararán probetas de las características específicas para cada uno de ellos, mezclando invariablemente, en las proporciones indicadas por el fabricante, quinientos gramos (500 g) de muestra que será preciso agitar con espátula durante un minuto y aplicar inmediatamente, mediante un extendedor adecuado, con un rendimiento de tres mil gramos por metro cuadrado ( $3.000 \text{ g/m}^2$ ) para materiales aplicados en capa gruesa y de mil doscientos gramos por metro cuadrado ( $1.200 \text{ g/m}^2$ ) para materiales aplicados en capa fina.

**\* Color**

Aplicar el material según se describe apartado "Plásticos de aplicación en frío - Preparación de probetas de ensayo" sobre una probeta de aluminio de aproximadamente ciento cincuenta por setenta y cinco milímetros por seis décimas de milímetro ( $150 \text{ mm} \times 75 \text{ mm} \times 0,6 \text{ mm}$ ), previamente desengrasada con disolvente y dejar curar durante veinticuatro (24) horas en posición horizontal veintitrés más menos dos grados





centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de humedad relativa y protegida de la radiación solar directa y del polvo.

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94 empleando un observador patrón  $2^{\circ}$ , geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante patrón CIE D65, sus coordenadas cromáticas (x,y) estarán dentro del dominio cromáticos especificado, para cada color, en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE" del Artículo "Marcas viales".

#### \* Factor de luminancia

Preparar una probeta según se describe en el Apartado "Plásticos de aplicación en frío – Color".

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94, empleando un observador patrón  $2^{\circ}$ , geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante patrón CIE D65, el valor del factor de luminancia será al menos, de ochenta y cuatro centésimas (0,84) para el color blanco y de cuarenta centésimas (0,40) para el amarillo.

#### \* Tiempo de secado

Aplicar el material según se describe apartado "Plásticos de aplicación en frío - Preparación de probetas de ensayo" sobre una probeta de vidrio aproximadamente cien por doscientos por tres milímetros (100 mm x 200 mm x 3 mm).

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135202-94, el tiempo de secado a la rodadura ("no pick-up") no será mayor a treinta minutos (30 min.).

#### \* Envejecimiento artificial acelerado

Preparar al menos tres probetas, dejando una como referencia, según se describe en el Apartado "Plásticos de aplicación en frío – Color", midiéndose, antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia.

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48251-92, durante ciento sesenta y ocho (168) horas en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta y trescientos quince nanómetros (280 nm-315 nm) a sesenta más menos tres grados centígrados ( $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) y cuatro (4) horas de condensación a cincuenta más menos tres grados centígrados ( $50^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ),

- No se producirá una variación en el factor de luminancia superior a tres centésimas (0,03) respecto al valor original;
- Las nuevas coordenadas cromáticas (x,y) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color, en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE" del Artículo "Marcas viales" y
- El material aplicado no presentará ninguna anomalía respecto al de referencia, ni defecto superficial alguno.

#### \* Resistencia a los álcalis. (Plásticos para aplicación directa sobre pavimentos de hormigón)

Aplicar el material, mediante un extendedor adecuado, con un rendimiento tal que se obtenga una película seca de alrededor de un milímetro y medio (1,5 mm) sobre tres placas de metacrilato como las descritas en el Apartado "Pinturas – Resistencia a los álcalis" dejándolas curar durante veinticuatro (24) horas en posición horizontal a veintitrés más menos dos grados centígrados ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) cincuenta más menos cinco por ciento ( $50 \pm 5\%$ ) de humedad relativa.

Realizado el ensayo según la Norma UNE-EN ISO 2812-1-96, método 1, procedimiento A, después de haber mantenido sumergida la probeta, utilizando como líquido de inmersión una solución de hidróxido sódico al diez por ciento (10%) en peso, durante cuarenta y ocho (48) horas en condiciones normales (véase Norma UNE-EN 23270-93), el factor de luminancia no variará en más de tres centésimas (0,03) con relación al valor



original. Asimismo, no se apreciará degradación, falta de cohesión ni cualquier otro defecto superficial sobre la probeta sometida a ensayo.

#### **Microesferas de vidrio**

Las microesferas de vidrio son partículas de vidrio esféricas, transparentes destinadas a asegurar la visibilidad de noche de las marcas viales por retrorreflexión de los haces de luz incidentes desde los faros de un vehículo hacia su conductor.

Estos productos se esparcen sobre la superficie de las pinturas, materiales termoplásticos, plásticos en frío o cualquier otro producto de señalización vial horizontal en estado líquido inmediatamente después de su aplicación sobre la calzada (postmezclado).

No son objeto de este Artículo las microesferas de vidrio empleadas en el premezclado.

#### **\* Granulometría**

La granulometría de las microesferas de vidrio debe describirse fijando los límites inferior y superior de los porcentajes de masa retenida acumulada de microesferas retenidas en los tamices de ensayo de tela metálica UNE 7050-2-97.

En caso de no existir especificación especial para la granulometría, ésta se ajustará a los límites de la siguiente tabla:

GRANULOMETRÍA DE MICROESFERAS DE VIDRIO

Tamiz UNE ((m))	Masa retenida acumulada (%)
800	0-2
630	0-10
500	5-25
315	50-80
250	75-100
160	95-100

#### **\* Índice de refracción**

El índice de refracción,  $n$ , determinado según la Norma UNE-EN 1423-98 debe ser conforme a la Clase A, es decir, no será inferior a uno y medio ( $n = 1,5$ ).

#### **\* Resistencia al agua, al ácido clorhídrico, al cloruro cálcico y al sulfuro de sodio**

Después de someterse a los ensayos descritos en la Norma UNE-EN 1423-98, las microesferas no deben presentar ninguna alteración superficial cuando se someten a la acción de alguno de los productos siguientes: agua, ácido clorhídrico, cloruro de calcio y sulfuro de sodio.

#### **\* Requisitos de calidad**

Al ensayar las microesferas de vidrio según lo indicado en la Norma UNE-EN 1423-98, el porcentaje ponderado de microesferas de vidrio defectuosas, será como máximo del veinte por ciento (20%) para las esferas cuyo diámetro sea inferior a un milímetro (1 mm) y del treinta por ciento (30%) para las esferas cuyo diámetro sea igual o superior a un milímetro (1 mm), siempre que además, el porcentaje de granos y de partículas extrañas sea como máximo de tres por ciento (3%) en ambos casos. Si una granulometría comprende microesferas de vidrio de diámetros inferiores, iguales y superiores a un milímetro (1 mm), deben separarse mediante un tamiz, de abertura nominal un milímetro (1 mm), y ensayarse por separado.

#### **\* Tratamientos superficiales de las microesferas de vidrio**

Las microesferas de vidrio pueden recibir tratamientos superficiales, para reforzar sus propiedades.



Cuando el fabricante declare la presencia de un tratamiento de hidrofugación, flotación, adherencia u otro, las microesferas de vidrio se someterán a los ensayos específicos para cada tratamiento, descritos en la Norma UNE-EN 1423-98.

#### Granulados antideslizantes

##### **\* Características químicas**

Realizado el ensayo de acuerdo a lo especificado en la Norma UNE-EN-ISO 787-9-96, el pH de los granulados antideslizantes no debe ser inferior a cinco (5) ni superior a nueve (9).

##### **\* Coeficiente de friabilidad**

El coeficiente de friabilidad de los granulados antideslizantes se determinará de acuerdo a lo especificado en la Norma UNE-EN 1423-98. Su valor deberá indicarse en la ficha técnica del producto.

##### **\* Coordenadas cromáticas y factor de luminancia**

Si los granulados antideslizantes no son transparentes se determinarán sus coordenadas cromáticas y su factor de luminancia de acuerdo a la Norma UNE 48073-2-94. Las coordenadas cromáticas debe situarse dentro del polígono de color definido por los puntos dados en la tabla "Vértices de los polígonos de color de los granulados antideslizantes no transparentes" y representados en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE" del Artículo "Marcas viales" y el factor de luminancia debe ser superior a setenta centésimas (0,70)

#### VÉRTICES DE LOS POLÍGONOS DE COLOR DE LOS GRANULADOS ANTIDESLIZANTES NO TRANSPARENTES

Vértice N°	1	2	3	4
x	0,355	0,305	0,285	0,335
y	0,355	0,305	0,325	0,375

Las partículas de los granulados antideslizantes, no son lo suficientemente finas como para formar una tableta cuando se comprimen sin ligante, tal como se describe en la Norma UNE 48073-2-94 para el patrón de reflexión de sulfato de bario. En este caso las partículas de agregado antideslizante se comprimen, como en el caso del sulfato de bario, sólo que al quitar el vidrio, el material comprimido se mantiene en su recipiente con la superficie descubierta arriba y en posición horizontal, para su iluminación y observación.

##### **\* Granulometría**

Para que el producto sea eficaz, la fracción de partículas inferiores a noventa micrómetros (90 (m) debe ser inferior al uno por ciento (1%) en masa. La granulometría de los granulados antideslizantes se describirá fijando los límites inferior y superior de los porcentajes de masa retenida acumulada en los tamices de ensayo de tela metálica UNE 7050-2-97.

En caso de no existir especificación especial para la granulometría, ésta se ajustará a los límites de las Tablas "Granulometría fina de granulados antideslizantes" y "Granulometría media de granulados antideslizantes":



## GRANULOMETRÍA FINA DE GRANULADOS ANTIDESLIZANTES

TAMIZ UNE (m)	MASA RETENIDA ACUMULADA (%)
1000	0-2
710	0-10
425	0-25
250	40-80
150	95-100
90	99-100

## GRANULOMETRÍA MEDIA DE GRANULADOS ANTIDESLIZANTES

TAMIZ UNE (m)	MASA RETENIDA ACUMULADA (%)
1180	0-2
1000	0-10
600	10-50
355	50-80
212	85-100
150	95-100
90	99-100

**Mezclas de microesferas de vidrio y granulados antideslizantes.**

En una mezcla de microesferas de vidrio y de granulados antideslizantes, las microesferas de vidrio deben cumplir con lo especificado en el Apartado "Microesferas de vidrio" y los granulados antideslizantes con lo especificado en el Apartado "Granulados antideslizantes".

Las microesferas de vidrio y los granulados antideslizantes objeto de mezclas, deben someterse a ensayos por separado, antes de ser mezclados.

**i. Identificación. Métodos de ensayo****PINTURAS****\* Consistencia Krebs**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48076-92, la consistencia Krebs no diferirá en  $\pm 10$  U.K. respecto al valor indicado por el fabricante.

**\* Contenido en sólidos. Materia no volátil**

Realizado el ensayo según la Norma UNE-EN ISO 3251-96, el tanto por ciento en peso de materia no volátil, no diferirá en más menos dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) respecto al valor indicado por el fabricante.

**\* Contenido en ligante**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48238-82, empleando la mezcla de extracción indicada por el fabricante, el tanto por ciento en peso de ligante, no diferirá en más menos dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) respecto al valor indicado por el fabricante.

Para pinturas acrílicas en base agua, se determinará el residuo por calentamiento, de acuerdo con lo especificado en el Anexo B de la Norma UNE 135200-2-97 EX. El tanto por ciento en peso de residuo, no diferirá en más menos una ( $\pm 1$ ) unidad respecto al valor indicado por el fabricante.



**\* Contenido en pigmento dióxido de titanio**

Realizado el ensayo por duplicado, según la Norma UNE 48178-94, empleando cuatro gramos (4 g) de muestra en cada uno, y expresando el resultado en porcentaje sobre el total de pintura, el valor medio no diferirá respecto al valor declarado por el fabricante en más menos una ( $\pm 1$ ) unidad. El ensayo deberá repetirse si los valores obtenidos en la determinación de una misma muestra difieren en más menos cero con cinco ( $\pm 0,5$ ) unidades.

**\* Densidad relativa**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 48098-92, la densidad relativa de la muestra no variará en dos décimas (0,02) unidades respecto al valor declarado por el fabricante.

**\* Tiempo de secado**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135202-94, el tiempo de secado a la rodadura ("no pick-up"), no será mayor a (30) treinta minutos.

**\* Poder cubriente**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135213-94, la variación en la relación de contraste, no será mayor de una centésima (0,01), respecto al valor declarado por el fabricante.

**\* Color**

Se prepara una probeta según lo descrito en el Apartado "Pinturas – Color", y realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-294, empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante patrón CIE D65, sus coordenadas cromáticas (x, y) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color, en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE" del Artículo "Marcas viales".

**\* Factor de luminancia**

Se prepara una probeta según lo descrito en el Apartado "Pinturas – Color", y realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-294, empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante patrón CIE D65, no diferirá en más de dos centésimas (0,02) respecto al valor declarado por el fabricante, ni estará por debajo de lo especificado en el Apartado "Pinturas – Factor de luminancia".

**Termoplásticos de aplicación en caliente****\* Residuo por calentamiento**

Realizado el ensayo según lo especificado en el Anexo B de la Norma UNE 135200-2-97-EX, el tanto por ciento en peso de residuo, no diferirá en más menos una ( $\pm 1$ ) unidad respecto al valor indicado por el fabricante.

**\* Contenido en pigmento dióxido de titanio**

Sobre dos muestras de cuatro gramos (4 g) obtenidas del residuo anterior, realizar el ensayo por duplicado según la Norma UNE 48178-94. Realizado el ensayo y expresado el resultado en porcentaje sobre el total de material termoplástico, el valor medio no diferirá respecto al valor declarado por el fabricante en más menos una ( $\pm 1$ ) unidad. El ensayo deberá repetirse si los valores obtenidos en la determinación de una misma muestra difieren en más menos media ( $\pm 0,5$ ) unidad.

**\* Color**

Se prepara una probeta según lo descrito apartado "Termoplásticos de aplicación en caliente - Color" y realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94, empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante CIE D65, sus coordenadas cromáticas (x, y) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color, en la Fig.1



Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE" del Artículo "Marcas viales".

**\* Factor de luminancia**

Se prepara una probeta según lo descrito apartado "Termoplásticos de aplicación en caliente - Color" y se realizan las medidas sobre la superficie de la probeta que ha estado en contacto con el soporte, según la Norma UNE 48073-2-94, empleando un observador patrón 2º, geometría de medida 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante CIE D65. El valor del factor de luminancia no diferirá en más de dos centésimas (0,02) respecto al valor declarado por el fabricante, ni estará por debajo de lo especificado en el Apartado "Termoplásticos de aplicación en caliente – Factor de luminancia".

**\* Estabilidad al calor**

Realizado el ensayo según la Norma UNE 135221-94, el valor del factor de luminancia después de mantener el material a doscientos más menos dos grados centígrados (200°C  $\pm$ 2°C) durante seis (6) horas con agitación continua no variará en más de tres centésimas (0,03).

Por otra parte, el material aplicado no presentará ninguna anomalía respecto al de referencia, o defecto superficial alguno.

**\* Envejecimiento artificial acelerado**

Se preparan dos probetas según lo descrito en los Apartados "Termoplásticos de aplicación en caliente – Color" y "Termoplásticos de aplicación en caliente – Envejecimiento artificial acelerado" y realizado el ensayo según la Norma UNE 48251-92 durante ciento sesenta y ocho (168) horas en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta y trescientos quince nanómetros (280 nm-315 nm) a sesenta más menos tres grados centígrados (60°C  $\pm$ 3°C) y cuatro (4) horas de condensación a cincuenta más menos tres grados centígrados (50°C  $\pm$ 3°C),

- No se producirá una variación en el factor de luminancia superior a tres centésimas (0,03) respecto al valor original;
- Las nuevas coordenadas cromáticas (x, y) estarán dentro del dominio cromático especificado, para cada color, en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura "Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE" del artículos "Marcas viales" y
- El material aplicado no presentará ninguna anomalía respecto al de referencia, ni defecto superficial alguno.

Plásticos de aplicación en frío

**\* Densidad relativa**

Realizado el ensayo sobre cada uno de los componentes líquidos según la Norma UNE 48098-92, su densidad relativa no variará en más menos dos por ciento ( $\pm$  2%) respecto al valor indicado por el fabricante.

**\* Tiempo de secado**

Preparar una probeta según se describe en el Apartado "Plásticos de aplicación en frío – Tiempo de secado". Realizado el ensayo según la Norma UNE 135202-94, el tiempo de secado a la rodadura ("no pick-up") no será mayor a treinta minutos (30 min.).

**\* Color**

Se prepara una probeta según lo descrito en el Apartado "Plásticos de aplicación en frío – Color", y realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94, empleando un observador patrón 2º, geometría 45/0 y una fuente de luz de una distribución espectral como la dada por el iluminante CIE D65, el valor de las coordenadas cromáticas (x, y) estará definido en el dominio cromático del Apartado "Termoplásticos de



aplicación en caliente – Color” en la Fig.1 Norma UNE-EN 1436-98 o en la Figura “Polígonos de color de las marcas viales blancas y amarillas en el diagrama cromático CIE” del artículo “Marcas viales”.

#### \* Factor de luminancia

Se prepara una probeta según lo descrito en el Apartado “Plásticos de aplicación en frío – calor”, y realizado el ensayo según la Norma UNE 48073-2-94, empleando un observador patrón 2º, geometría 45/0 y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante CIE D65, no diferirá en más de dos centésimas (0,02) respecto al valor declarado por el fabricante, ni estará por debajo de lo especificado en el Apartado “Plásticos de aplicación en frío – Factor de luminancia”.

#### iv. Identificación de los envases

Los envases vendrán perfectamente identificados no sólo en relación a las precauciones de seguridad, sino en cuanto a la composición, proporción de mezcla, número de lote, fecha de fabricación y caducidad, condiciones de almacenamiento, etc. En general, cumplirán la legislación vigente y las Normas UNE aplicables.

#### v. Identificación de la pintura

El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Nombre de fabricante.
- Nombre comercial del producto.
- Naturaliza del producto.
- Condiciones de aplicación (rangos de temperaturas, etc.).
- Uso recomendado.
- Características cuantitativas:
  - \* Contenido en pigmento dióxido de titanio.
  - \* Contenido en ligante, o residuo por calentamiento.
  - \* Densidad relativa.
  - \* Tiempo de secado.
  - \* Consistencia Krebs.
  - \* Color.
  - \* Factor de luminancia.
  - \* Materia no volátil.
  - \* Relación de mezcla, para los productos en varios componentes.
  - \* Disolvente de extracción, si es necesario.

#### vi. Identificación de microesferas y granulados antideslizantes

El fabricante adjuntará, con cada partida que se suministre a la obra, una Hoja de características técnicas en la que, al menos, se detallen los siguientes datos:

- Nombre de fabricante.
- Nombre comercial del producto.
- Naturaleza del producto.
- Número de lote y fecha de fabricación.
- La presencia, eventual, de tratamientos superficiales y su finalidad.
- Masa neta:
  - \* Abertura de los tamices superior e inferior nominales de su granulometría.
  - \* En caso de mezcla de microesferas de vidrio y granulados antideslizantes, las proporciones de ambos.





**vii. Recepción y control**

Una vez que la pintura llegue a obra y previo al inicio de su aplicación, se comprobará que cumple los requisitos indicados en el Apartado 3 "Características. Métodos de ensayo" del presente Artículo.

En el caso de que la pintura tenga sello o marca de calidad oficialmente reconocido, el Director de la obra podrá examinar el material de los ensayos de recepción.

Se realizará el Control de la pintura, al menos una vez, durante la aplicación de la misma, comprobando los aspectos reseñados en el Apartado "Identificación. Métodos de ensayo" del presente Artículo.

**ix. Criterios de aceptación y rechazo**

Se rechazarán todas las marcas viales aplicadas en cada una de las zonas en las que se ha dividido la obra, si en los ensayos de identificación de las muestras de materiales procedentes de la máquina pintabandas no cumplen las tolerancias admitidas.

Los materiales o en su caso marcas viales rechazadas, en ningún caso serán abonables por la Administración, y el contratista será además responsable de los daños y perjuicios que por esta causa puedan derivarse para la Administración.

**viii. Medición y abono**

La medición y abono de estos materiales se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que formen parte.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 104 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>



## CAPÍTULO II

## 3.- EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS

tecnigal, s.l.  
CONSULTING DE INGENIERÍA

PLIEGO DE CONDICIONES

Pág. 105



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 105 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

### 3.1.- EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS

#### 3.1.1.- VIARIOS

##### i. **Replanteo**

Todos los trabajos de replanteo necesarios para la ejecución de las obras serán realizados por cuenta y riesgo del Contratista.

La Dirección comprobará los replanteos efectuados por el Contratista y éste no podrá iniciar la ejecución de ninguna obra o parte de ella, sin haber obtenido la correspondiente aprobación del replanteo de la Dirección. La aprobación por parte de la Dirección de cualquier replanteo efectuado por el Contratista, no disminuirá la responsabilidad de éste en la ejecución de las obras, de acuerdo con los planos y con las prescripciones establecidas en este Pliego. Los perjuicios que ocasionaren los errores de los replanteos realizados por el Contratista, deberán ser subsanados a cargo de éste, en la forma que indicare la Dirección.

El Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales, aparatos y equipos de topografía, personal técnico especializado y mano de obra auxiliar, necesarios para efectuar los replanteos a su cargo y materializar los vértices, bases, puntos y señales niveladas. Todos los medios materiales y de personal citados tendrán la cualificación adecuada al grado de exactitud de los trabajos topográficos que requiera cada una de las fases del replanteo y el grado de tolerancias geométricas fijado en el presente Pliego, de acuerdo con las características de la obra.

En las comprobaciones del replanteo que la Dirección efectúe, el Contratista, a su costa, prestará la asistencia y ayuda que la Dirección requiera, evitará que los trabajos de ejecución de las obras interfieran o entorpezcan las operaciones de comprobación y, cuando sea indispensable, suspenderá dichos trabajos, sin que por ello tenga derecho a indemnización alguna.

En los replanteos que realice directamente la Dirección y para las comprobaciones de los replanteos que realice el Contratista, éste proveerá a su costa la mano de obra, los materiales y medios auxiliares para la ejecución de los pilares de triangulación, hitos, señales y demás puntos topográficos a materializar en el terreno.

El Contratista ejecutará a su costa los accesos, sendas, escalas, pasarelas y andamios necesarios para la realización de todos los replanteos, las comprobaciones de los replanteos y para la materialización de los puntos topográficos citados anteriormente.

El Contratista será responsable de la conservación, durante el tiempo de vigencia del contrato, de todos los puntos topográficos materializados en el terreno y señales niveladas, debiendo reponer, a su costa, los que por necesidad de ejecución de las obras o por deterioro, hubieran sido movidos o eliminados, lo que comunicará por escrito a la Dirección y ésta dará las instrucciones oportunas y ordenará la comprobación de los puntos repuestos.

La Dirección Facultativa facilitará los puntos de partida en que habrá de basarse el Contratista para realizar el replanteo de las obras.

##### ii. **Amojonamiento**

El Contratista está obligado a realizar el amojonamiento del límite del Polígono. Deberá colocar un mojón del tipo oficial representado en los planos, cada uno de los vértices de la poligonal que forma el límite. Cuando los dos mojones que representan una alineación recta no sean visibles fácilmente entre sí, se intercalarán otros intermedios hasta que se cumpla dicha condición.



### iii. Carteles

El Contratista ejecutará a su costa, la totalidad de la señalización que considere necesaria, tanto la Dirección de la obra como él mismo, para mantener en perfecto estado de seguridad la totalidad de la zona afectada por las obras.

### 3.1.2.- MAQUINARIA

El Contratista someterá a la Dirección Facultativa relación de la maquinaria que se propone usar en las distintas partes de la obra, indicando los rendimientos medios de cada una de las máquinas. Una vez aceptada por la Dirección Facultativa, quedará adscrita a la obra y será necesario su permiso expreso para que se puedan retirar de la obra.

La Dirección Facultativa podrá exigir del Contratista la sustitución o incremento de la maquinaria que juzgue necesaria para el cumplimiento del plan de construcción.

### 3.1.3.- LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista limpiar la obra y sus alrededores de escombros y materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto, a juicio de la Dirección de las obras.

### 3.1.4.- FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

Los ensayos y reconocimientos, más o menos minuciosos, verificados durante la ejecución de los trabajos, no tiene otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente la admisión de materiales o de piezas, en cualquier forma que se realice, antes de la recepción, no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que los adjudicatarios contraen, si las instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

Los ensayos para el control de los materiales o de las unidades de obra, no indicados explícitamente en este Pliego de Prescripciones, serán fijados en su tipo y número por la Dirección de las obras.

## 3.2.- SIGNIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los ensayos y reconocimientos, más o menos minuciosos, verificados durante la ejecución de los trabajos, no tiene otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente la admisión de materiales o de piezas, en cualquier forma que se realice, antes de la recepción, no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que los adjudicatarios contraen, si las instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

Los ensayos para el control de los materiales o de las unidades de obra, no indicados explícitamente en este Pliego de Prescripciones, serán fijados en su tipo y número por la Dirección de las obras.



### 3.3.- RELLENOS LOCALIZADOS

#### i. Definición

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos procedente de excavaciones para relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes

#### ii. Materiales

Los materiales a emplear en relleno de zanja serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra, o de préstamos.

En los rellenos de las zanjas se utilizarán suelos adecuados o seleccionados de acuerdo con lo establecido en el PG3 (Orden Circular 326/00) del Ministerio de Fomento.

#### iii. Equipo necesario para la ejecución de las obras

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán los apropiados para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias del presente Pliego y las indicaciones de la Dirección Facultativa.

#### iv. Ejecución de las obras

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

#### Preparación de la superficie de asiento de los rellenos localizados

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Si el material procedente del antiguo talud, cuya remoción necesaria, es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área, donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su estabilización.

#### Extensión y compactación

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. El espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a veinticinco centímetros (25 cm).

Los espesores finales de las tongadas se señalarán y numerarán con pintura, según el caso, en el trasdós de la obra de fábrica, paramentos o cuerpo de la tubería, para el adecuado control de extendido y compactación.



Únicamente se podrá utilizar la compactación manual en los casos expresamente autorizados por la Dirección Facultativa.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que, por su forma, pudieran retener agua en sus superficies serán corregidas inmediatamente por el Contratista.

Se exigirán una densidad después de la compactación igual o mayor que la de las zonas contiguas al relleno.

#### **Relleno de zanjas para instalación de tuberías**

En el caso de zanja serán de aplicación los apartados anteriores en tanto en cuanto no contraríen a lo expuesto en este apartado, en otro caso será de aplicación lo aquí expuesto.

La decisión sobre la cama de apoyo de la tubería en el terreno, granular o de hormigón, y su espesor, dependerá del tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de juntas y la naturaleza del terreno, tal y como se definen en el Proyecto.

Una vez realizadas, si procede, las pruebas de la tubería instalada, para lo cual se habrá hecho un relleno parcial de la zanja dejando visibles las juntas, se procederá al relleno definitivo de la misma.

El relleno de la zanja se subdividirá en dos zonas: la zona baja, que alcanzará una altura de unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta que corresponde al resto del relleno de la zanja.

En la zona baja el relleno será de material no plástico, preferentemente granular, y sin materia orgánica.

Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

#### **v. Limitaciones de la ejecución**

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2 ° C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación.

#### **vi. Medición y abono**

Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos m<sup>3</sup>) medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

El precio incluye la obtención del suelo, cualquiera que sea la distancia del lugar de procedencia, carga y descarga, transporte, colocación, compactación y cuantos medios, materiales y operaciones intervienen en la completa y correcta ejecución del relleno, no siendo, por lo tanto, de abono como suelo procedente de préstamos, salvo especificación en contra del Presupuesto.

El precio será único, cualquiera que sea la zona del relleno y el material empleado.



### 3.4.- EXCAVACIÓN EN ZANJA

#### i. Descripción

Las excavaciones a que se refiere este apartado son las correspondientes a la ejecución de arquetas, cámaras y zanjas para conductos.

#### ii. Ejecución

El Contratista no empezará el trabajo hasta que la Dirección de las obras haya aprobado la ubicación de los distintos elementos a instalar.

##### - Arquetas

Si la cimentación ha de estar en un nuevo terraplén, éste se construirá en un nivel de 30 cm. como mínimo por encima de la solera antes de preparar dicha cimentación. La excavación para la cimentación se hará al nivel designado. La cimentación estará nivelada y se compactará por todas partes.

El relleno no deberá hacerse mientras no hayan transcurrido como mínimo, tres días después de terminado el hormigonado o fábrica de ladrillo. El relleno se compactará al 95% densidad obtenida en el laboratorio según ensayo RLT 108/58 y en ningún caso, esta compactación será inferior a la del terraplén donde se excave.

##### - Conductos

El Contratista deberá excavar la zanja hasta llegar al nivel indicado en los planos y a la anchura indicada en ellos.

De los productos de excavación en zanja, el Contratista separará cuidadosamente los procedentes de conglomerado para su posterior utilización en rellenos o terraplenes.

### 3.5.- EXCAVACIÓN EN CIMIENTOS

#### i. Definición

Consiste en la excavación de pozos para el emplazamiento de cimientos y su posterior relleno. Esta unidad se refiere únicamente a las cimentaciones directas, excluyéndose, por tanto, la excavación en cimentaciones especiales (tablestacados, cajones indios, pilotajes, etc.). Tampoco se incluye en esta unidad la Excavación en zanjas y pozos.

#### ii. Operaciones que comprende

Esta unidad comprende las siguientes operaciones:

- Excavación en cualquier clase de terreno y cualquier profundidad.
- Agotamientos, si fueran precisos.
- Entibaciones, si fueran precisas.
- Nivelación y compactación del fondo.
- Relleno y compactación posterior.
- Transporte a vertedero o lugar de empleo de los materiales sobrantes o rechazados.





### iii. Ejecución de obras

#### Condiciones generales

Antes de comenzar la excavación deberá realizarse el desbroce del terreno y la excavación de la tierra vegetal. El Contratista notificará a la Dirección con suficiente antelación, el comienzo de cualquier excavación, para poder efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no podrá ser modificado sin permiso de la Dirección de la obra.

Los pozos de cimentación se excavarán con las dimensiones que permitan ejecutar con holgura los cimientos y las operaciones auxiliares necesarias (entibación, agotamientos, etc.) y con los taludes o bermas que se precisen para la estabilidad de las paredes del pozo. Las dimensiones y profundidades fijadas en los Planos para los cimientos, podrán ser modificadas por la Dirección para asegurar una cimentación satisfactoria, sin que ella produzca alteración en el precio unitario de excavación. Las excavaciones en las que se prevean desprendimientos o corrimientos, se ejecutarán por tramos.

Cuando los cimientos hayan de apoyarse en materiales cohesivos, la excavación de los últimos treinta centímetros (0,30 m.) no se efectuará hasta momentos antes de ejecutar los cimientos.

Se aplicarán las medidas necesarias para evitar el acceso del agua superficial a los pozos de excavación, no siendo de abono, en ningún caso, los agotamientos, limpieza y excavación complementaria, debido a las inundaciones que se produzcan.

#### Agotamiento

Se entiende por agotamiento las instalaciones y trabajos necesarios para mantener la excavación libre de agua. El Contratista dimensionará y elegirá el sistema de agotamientos, que deberá ser aprobado por la Dirección. Los dispositivos de succión se situarán fuera de la superficie de cimentación y/o de forma que no se produzca socavación ni segregación en el material de la cimentación.

Los trabajos de agotamiento, desagües, ataguías, etc., no son de abono independiente por considerarse incluidos en el precio unitario de excavación con agotamientos. Solamente serán de abono directo cuando exista partida alzada para agotamientos.

#### Entibaciones

Las excavaciones se entibarán cuando lo prescriban los documentos contractuales o cuando lo ordene la Dirección, así como siempre que el Contratista lo considere conveniente o necesario. Se recomienda entibar las excavaciones de profundidad superior a ciento veinticinco centímetros (1,25 m.) salvo que el suelo sea completamente seguro.

El dimensionamiento de todos los componentes de la entibación se realizará mediante cálculo. La Dirección de obra podrá exigir al Contratista la presentación de los Planos y cálculos de la entibación o, en su caso, los cálculos que justifiquen que la entibación no es necesaria.

El Contratista se hará responsable, en cualquier caso, de los perjuicios que se deriven de la falta de entibación o de su incorrecto cálculo o ejecución.

La entibación se elevará diez centímetros (0,10 m.) por encima de la línea de terreno o de la franja protectora. Los arriostramientos se distribuirán de forma que el espacio de trabajo se obstruya lo menos posible.

Se evitarán, si se considera necesario, las vibraciones en las zonas adyacentes a la entibación. Para bajar al pozo o subir de él, se emplearán exclusivamente escaleras, prohibiéndose terminantemente utilizar a este fin los arriostramientos.

Los trabajos de entibaciones, apuntalamientos, andamiajes, etc., no son de abono independiente, ya que se consideran incluidos en el precio unitario.

#### Taludes y bermas

Cuando no se ejecute entibación, el Contratista fijará los taludes y, en su caso, las bermas, que considere necesarios para la estabilidad del corte. El contratista será responsable de los perjuicios que se deriven de la



insuficiencia de los taludes o bermas aplicados. El exceso de excavación que estos taludes y bermas comportan, no son de abono directo, por considerarse incluido en el precio unitario.

#### Acopios

El material excavado que haya de acopiarse se acopiará de forma que no obstruya desagües de la propia obra o carretera, cauces, etc., no afecte al tráfico general o de obra y no perjudique a elementos de otras obras ejecutadas o en ejecución. Se les dotará de superficies lisas que favorezcan la escorrentía.

#### Material inadecuado

El contratista deberá ejecutar la excavación del material inadecuado que presente el fondo del pozo y su sustitución por material de mejor calidad, cuando lo ordene la Dirección, con objeto de mejorar las condiciones de la superficie de asiento del cimiento.

Dichas operaciones serán de abono adicional, en las condiciones siguientes: la excavación y transporte a vertedero del material inadecuado, al mismo precio que la excavación en cimientos; el nuevo material, transporte, relleno y compactación, al precio deducido del correspondiente precio del Cuadro nº 2, según sea el material elegido.

#### Nivelación y compactación del fondo

La superficie de asiento del cimiento debe refinarse hasta conseguir una diferencia máxima de cinco centímetros (0,05 m.), en más o en menos, respecto a la cota y pendiente establecida para el cimiento, en los Planos.

Estará limpia de material suelto, bolo, rocas desintegradas, desprendimientos, etc., y deberá compactarse con los medios adecuados y en la media que fije la Dirección. Los trabajos de nivelación y compactación del fondo no son de abono directo, ya que se consideran incluidos en el precio unitario.

#### Relleno y compactación

Una vez ejecutado el cimiento y dentro de esta unidad de "Excavación en cimientos" y, por lo tanto, sin abono adicional alguno, se procederá al relleno y compactación de los espacios libres entre el cimiento y el terreno, hasta la coronación o nivel del terreno o explanación.

El material de relleno será el propio material de excavación, no obstante, si el material procedente de la propia excavación no reuniera condiciones, la Dirección podrá ordenar que este relleno se efectúe con tierras procedentes de otras excavaciones o de préstamos. En este caso, el material de excavación no utilizado se transportará a vertedero o lugar de empleo, sin que el Contratista tenga derecho a percibir abono adicional alguno por esta operación. Si el nuevo material de relleno proviene de otra excavación de la misma obra contratada, tampoco procede abono adicional.

Si el material de relleno procede de préstamos, se abonará adicionalmente el valor del material y el del transporte, pero no el relativo a las operaciones de relleno y compactación. En este caso, el material y su transporte se abonarán al precio deducido del correspondiente precio del Cuadro nº 2, según sea el material utilizado.

El relleno se efectuará por tongadas de veinte centímetros (0,20 m.), dando al terreno la humedad adecuada y utilizando la maquinaria precisa para conseguir la misma densidad relativa que la exigida en el núcleo del terraplén. Se llevará a igual altura por ambos lados pudiendo incumplir esta condición cuando el cimiento tenga más de catorce días (14 d.) de fraguado.

#### Transporte del material

El material de excavación sobrante o el rechazado, será transportado a lugar de empleo, acopio o vertedero. Este transporte forma parte de la unidad, por lo que no procede abono adicional ninguno.



### 3.6.- ARMADURAS DE ACERO A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

#### i. Definición

Se define como armadura de acero en hormigón al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón, para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido, en particular los de tracción.

Las barras citadas pueden ser de alguno de los tipos que se indican a continuación:

- Barras de alta adherencia, de acero especial (acero de dureza natural o endurecido por deformación en frío).
- Mallas electrosoldadas de acero especial.

Será de aplicación la vigente Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

#### ii. Materiales

Tanto los aceros ordinarios como los aceros especiales, cumplirán las prescripciones fijadas en los correspondientes Artículos del presente pliego.

Las armaduras se colocarán limpias de toda suciedad, pintura, grasa u óxido no adherente.

La forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos. No se permitirá la presencia de grietas, sopladuras o mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

Antes de empezar las operaciones de hormigonado el Contratista deberá obtener la aprobación de las armaduras colocadas.

#### iii. Ejecución de las obras

##### Doblado

Deberá cumplir el artículo 66.3 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto. En general, esta operación se realizará en frío y velocidad moderada, por medios mecánicos, no admitiéndose ninguna excepción en el caso de aceros endurecidos por deformación en frío o sometidos a tratamientos térmicos especiales.

El doblado de las barras, salvo indicación en contrario del proyecto, se realizará con diámetros interiores "d" que cumplan las condiciones siguientes:

- No ser inferiores a los indicados para el ensayo de doblado-desdoblado.
- No ser inferiores a 100 veces el diámetro de la barra.
- No ser inferiores al valor deducido de la siguiente expresión:

$$d = \frac{2f_{yk}}{3f_{ck}} x \phi$$

Siendo:

N = diámetro nominal de la barra.

$f_{yk}$  = límite elástico de proyecto del acero.

$f_{ck}$  = resistencia característica del hormigón, expresada en las mismas unidades que  $f_{yk}$ .

En el caso de que el recubrimiento lateral de la barra doblada sea superior a dos veces el diámetro de la barra podrá reducirse la tercera limitación, aplicando un factor igual a 0,6 al valor dado por la fórmula anterior.



Los cercos o estribos podrán doblarse con diámetros inferiores a los anteriormente indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. Para evitar esta fisuración, el diámetro empleado no deberá ser inferior al indicado para el ensayo de doblado simple, ni a 3 cm.

En el caso de las mallas electrosoldadas rigen también las limitaciones anteriores; pero excepcionalmente puede aceptarse que el diámetro de doblado sea inferior al del ensayo de doblado-desdoblado, en cuyo caso no deberá efectuarse el doblado de la barra a menos de cuatro diámetros contados a partir del nudo más próximo.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

#### Recubrimientos

Deberá cumplirse el artículo 66.4 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

#### Distancias entre barras de armaduras principales

La disposición de armaduras debe ser tal que permita un correcto hormigonado de la pieza, de manera que todas las barras queden perfectamente envueltas por el hormigón, teniendo en cuenta, en su caso, las limitaciones que pueda imponer el empleo de vibradores internos.

Las prescripciones que siguen son aplicables a las obras ordinarias de hormigón armado ejecutado in situ. Cuando se trate de obras provisionales, o en los casos especiales de ejecución particularmente cuidada (por ejemplo, elementos prefabricados con riguroso control), se podrán disminuir las distancias mínimas que se indican, previa justificación especial.

La distancia horizontal libre entre dos barras aisladas consecutivas, salvo lo indicado en E), será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

- Dos centímetros;
- El diámetro de la mayor;
- El valor correlativo al que se toma en el apartado a) del Artículo 28 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

La distancia vertical libre entre dos barras aisladas consecutivas cumplirá las dos primeras condiciones del párrafo anterior.

Como norma general, se podrán colocar en contacto dos o tres barras de la armadura principal, siempre que sean corrugadas.

Cuando se trate de piezas comprimidas, hormigonadas en posición vertical, y cuyas dimensiones sean tales que no hagan necesario disponer empalmes en las armaduras, podrán colocarse hasta cuatro barras corrugadas en contacto.

En los grupos de barras para determinar las magnitudes de los recubrimientos y las distancias libres a las armaduras vecinas, se considerará como diámetro de cada grupo el de la sección circular de área equivalente a la suma de las áreas de las barras que lo constituyan. Estas magnitudes se medirán a partir del contorno real del grupo.

En los grupos, el número de barras y su diámetro serán tales que el diámetro equivalente del grupo, definido en la forma indicada en el párrafo anterior, no será mayor de 50 mm, salvo en piezas comprimidas que se hormigonen en posición vertical en que podrá elevarse a 70 mm la limitación anterior. En las zonas de solapo el número máximo de barras en contacto en la zona del empalme será de cuatro.



Anclaje de las armaduras

▪ **Generalidades**

Los anclajes extremos de las barras podrán hacerse por gancho, patilla, prolongación recta, o cualquier otro procedimiento (como soldadura sobre otra barra por ejemplo) garantizado por la experiencia y que sea capaz de asegurar la transmisión de esfuerzos al hormigón sin peligro para éste.

Las longitudes de anclaje dependen de la posición que ocupan las barras en la pieza de hormigón. Se distinguen las dos posiciones siguientes:

Posición I, de adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90° o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45°, están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.

Posición II, de adherencia deficiente, para las armaduras que, durante el hormigonado, no se encuentran en ninguno de los casos anteriores. En el caso de que puedan existir efectos dinámicos, las longitudes de anclaje se aumentarán en 10 N.

▪ **Anclaje de las barras corrugadas**

Este apartado se refiere a las barras corrugadas cuyas características de adherencia han sido homologadas y cumplen la condición establecida en el Artículo 31 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Salvo justificación especial, las barras corrugadas se anclarán preferentemente por prolongación recta, pudiendo también emplearse patilla en las barras trabajando a tracción.

La patilla normal para barras corrugadas está formada por un cuarto de circunferencia de radio interior igual a 3,5N con una prolongación recta igual a 2 N

Las longitudes prácticas de anclaje en prolongación recta  $l_b$  pueden calcularse para las barras corrugadas con las siguientes fórmulas: Para barras en posición I:

$$I_{bl} = m \Phi^2 \leq \frac{f_{yk}}{200} \Phi \leq 15 \text{ cm.}$$

Para barras en posición II:

$$I_{bII} = 1,4 m \Phi^2 \leq \frac{f_{yk}}{140} \Phi \leq 15 \text{ cm.}$$

Siendo:

N = diámetro de la barra, en centímetros.

m = coeficiente numérico, con los valores indicados en la tabla siguiente en función del tipo de acero.

$f_{yk}$  = límite elástico garantizado del acero en N/mm<sup>2</sup>.

HORMIGÓN (N/mm <sup>2</sup> )	M	
	B 400 S	B 500 S
25	12	15
30	10	13
35	9	12
40	8	11
45	7	10
0	7	10

La terminación en patilla normalizada de cualquier anclaje de barras corrugadas en tracción permite deducir la longitud de anclaje a

$$I_{neta} = I_b \times \beta \frac{A_s}{A_{s,real}}$$



### Empalme de las armaduras

#### ▪ Generalidades

No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la Dirección; empalmes que se procurará que queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga.

Los empalmes podrán realizarse por solapo o por soldadura. Se admiten también otros tipos de empalme, con tal de que los ensayos con ellos efectuados demuestren que esas uniones poseen permanentemente una resistencia a la rotura no inferior a la de la menor de las 2 barras empalmadas, y que el deslizamiento relativo de las armaduras empalmadas no rebase 0,1 mm.

Como norma general, los empalmes de las distintas barras en tracción de una pieza, se distanciarán unos de otros de tal modo que sus centros queden separados, en la dirección de las armaduras, una longitud igual o mayor a 1b.

#### ▪ Empalmes por solapo

Este tipo de empalmes se realizará colocando las barras una al lado de la otra, dejando una separación entre ellas de 4N como máximo. Para armaduras en tracción esta separación no será menor que lo prescrito en el Artículo 66.4 de la Instrucción.

Para el caso en que el porcentaje de barras solapadas en la misma sección sea menor o igual al 50 por 100 (50%) de las barras existentes en dicha sección, la sección de la armadura transversal será la definida en el Artículo 66 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE; mientras que en el caso de que el porcentaje sea mayor, la sección de la armadura transversal será los 2/3 de la sección de la barra solapada de mayor diámetro.

Cuando se trate de barras corrugadas, no se dispondrán ni ganchos ni patillas, y la longitud de solapo no será inferior a (Å) 1b, siendo 1b la longitud definida anteriormente y (Å) un coeficiente función del porcentaje de armaduras solapadas en una sección, respecto a la sección total de acero en esa misma sección.

Para barras de diámetro mayor de 32 mm, sólo se admitirán los empalmes por solapo si se justifica satisfactoriamente, en cada caso, mediante estudios especiales, su correcto comportamiento.

En el caso de barras corrugadas pueden empalmarse todas las de una sección; mientras que si se trata de barras lisas sólo se pueden empalmar el 50 por 100 (50%), si las solicitaciones son estáticas, y el 25 por 100 (25%) si las solicitaciones son dinámicas.

#### ▪ Empalmes por soldadura

Siempre que la soldadura se realice con arreglo a las normas de buena práctica de esta técnica, y a reserva de que el tipo de acero de las barras utilizadas presente las debidas características de soldabilidad, los empalmes de esta clase podrán realizarse:

- A tope por resistencia eléctrica, según el método que incluye en su ciclo un período de forja;
- A tope al arco eléctrico, achaflanando los extremos de las barras;
- A solapo con cordones longitudinales, si las barras son de diámetro no superior a 25 mm.

No podrán disponerse empalmes por soldadura en los tramos de fuerte curvatura del trazado de las armaduras. En cambio, se admitirá la presencia, en una misma sección transversal de la pieza, de varios empalmes soldados a tope, siempre que su número no sea superior a la quinta parte del número total de barras que constituye la armadura en esa sección.

En cualquier otro caso se cumplirá lo prescrito en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, en vigor.



### 3.7.- FÁBRICAS DE HORMIGÓN

#### 3.7.1.- LECHADAS DE CEMENTO

##### Definición

Se define la lechada de cemento como la pasta muy fluida de cemento y agua, y eventualmente adiciones, utilizada principalmente para inyecciones de terrenos, cimientos, túneles, etc.

No se consideran en este Artículo las lechadas para relleno de vainas de hormigón pretensado.

##### Materiales

El cemento y agua empleados cumplirán las prescripciones establecidas para estos materiales de los respectivos Artículos del presente Pliego

##### Composición y Características

La proporción, en peso, del cemento y el agua podrá variar desde el uno por ocho (1/8) al uno por uno (1/1) según las características de la inyección y la presión de aplicación.

La composición de la lechada será aprobada por la Dirección para cada uso.

La amasadura de la lechada se hará en amasadoras mecánicas. La lechada carecerá de grumos y burbujas de aire, y para evitarlos se intercalarán filtros depuradores entre la amasadora y la inyección.

#### 3.7.2.- MORTEROS DE CEMENTO

##### Definición

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobada por la Dirección.

##### Materiales

El cemento, los áridos y agua cumplirán las prescripciones fijadas en los correspondientes Artículos del Presente Pliego.

##### Tipos y dosificaciones

Para su empleo en las distintas clases de obra, se establecen los siguientes tipos y dosificaciones de morteros de cemento Portland:

- MH-250 para fábricas de ladrillo y mamposterías: doscientos cincuenta kilogramos de cemento I/35 ó II-Z/35 por metro cúbico de mortero (250 kg/m<sup>3</sup>).
- MH-350 para capas de asiento de piezas prefabricadas: trescientos cincuenta kilogramos de cemento I/35 ó II-Z/35 por metro cúbico de mortero (350 kg/m<sup>3</sup>).
- MH-450 para fábricas de ladrillo especiales y capas de asientos de adoquinados y bordillos: cuatrocientos cincuenta kilogramos de cemento I/35 por metro cúbico de mortero (450 kg/m<sup>3</sup>).
- MH-600 para enfoscados, enlucidos, corrido de cornisas e impostas: seiscientos kilogramos de cemento I/35 por metro cúbico de mortero (600 kg/m<sup>3</sup>).
- MH-700 para enfoscados exteriores: setecientos kilogramos de cemento I/35 por metro cúbico de mortero (700 kg/m<sup>3</sup>).

La Dirección de la Obra podrá modificar la dosificación, en más o menos, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen, justificándolo debidamente, mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

##### Fabricación del mortero

La mezcla podrá realizarse a mano o mecánicamente. En el primer caso se hará sobre un piso impermeable.





El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose todo aquél que haya empezado a fraguar y el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco minutos (45 min.) que sigan a su amasadura.

#### Limitación de empleo

Si es necesario poner en contacto el mortero con otros morteros y hormigones que difieren de él en la especie del conglomerante, se evitará la circulación de agua entre ellos, bien sea mediante una capa intermedia muy compacta de mortero fabricado con cualquiera de los dos conglomerantes, bien esperando que el mortero u hormigón primeramente fabricado esté seco, bien impermeabilizando superficialmente el mortero más reciente.

Se ejercerá especial vigilancia en el caso de hormigones con cemento siderúrgicos sobresulfatados.

### 3.7.3.- HORMIGONES HIDRÁULICOS

#### i. Definición

Se definen como hormigones hidráulicos los materiales formados por mezcla de cemento, agua árido fino, árido grueso y, eventualmente, productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia. Se denominarán ciclópeos si el tamaño máximo del árido es superior a quince centímetros (0,15 m).

Será de aplicación la vigente "Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado" tanto para los hormigones como para los encofrados y cimbras.

#### ii. Tipificación de los hormigones

Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato.

T - R / C / TM / A

Donde:

- T : Indicativo que será HM en el caso de hormigón en masa, HA en el caso de hormigón armado y HP en el pretensado.
- R : Resistencia característica especificada, en N/mm<sup>2</sup>.
- C : Letra inicial del tipo de consistencia, tal y como se define en 30.6 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.
- TM : Tamaño máximo del árido en milímetros, definido en 28.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.
- A : Designación del ambiente, de acuerdo con 8.2.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

En cuanto a la resistencia característica especificada, se recomienda utilizar la siguiente serie:

20, 25, 30, 35, 40, 45, 50

en la cual las cifras indican la resistencia característica especificada del hormigón a compresión a 28 días, expresada en N/mm<sup>2</sup>

La resistencia de 20 N/mm<sup>2</sup> se limita en su utilización a hormigones en masa.

El hormigón que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural, reseñados en 37.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.



Salvo indicación expresa, las prescripciones y requisitos de la presente Instrucción están avalados por la experimentación para resistencia de hasta 50 N/mm<sup>2</sup>, por lo que para valores superiores a éste, se deberá realizar la adecuación oportuna.

### iii. Materiales

#### \* Cemento

Salvo que la Dirección de la Obra lo autorice por escrito, solamente podrán utilizarse los siguientes tipos de cemento: I/35, I/45, I/55, II-Z/35, II-Z/45 y II-Z/55.

El cemento cumplirá las prescripciones fijadas en el correspondiente Artículo del presente Pliego.

#### \* Agua

Cumplirá lo prescrito en el correspondiente Artículo del presente pliego.

#### \* Adiciones

Los aireantes plastificantes, acelerantes, colorantes y demás posibles adiciones, cumplirán las Prescripciones fijadas en los correspondientes Artículos del presente Pliego.

#### \* Tipos de hormigón

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con la resistencia característica mínima, se establecen los tipos de hormigón que se indican en la tabla 24.

#### Estudio de la mezcla

La puesta en obra del hormigón no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado la correspondiente fórmula de trabajo, la cual será aprobada por la Dirección a la vista de las circunstancias que concurran en la obra. Dicha fórmula señalará exactamente:

La zona granulométrica en la que varía el árido compuesto, incluido el cemento.

Las dosificaciones de cemento, árido, agua libre y, eventualmente, adiciones, por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón endurecido.

#### La consistencia.

Dicha consistencia se medirá por el escurrimiento en la mesa de sacudidas, aunque a efectos de control se podrán utilizar otros procedimientos de medida. A título orientativo se incluye la tabla 25, que relaciona la consistencia obtenida por distintos métodos.

La fórmula de trabajo habrá de ser reconsiderada si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del conglomerante.
- La naturaleza, procedencia, forma, absorción o tamaño máximo del árido grueso.
- La naturaleza o proporción de adiciones.
- El método de puesta en obra.
- La dosificación de cemento para los distintos tipos de hormigones habrá de respetar siempre las limitaciones siguientes:
  - La cantidad mínima de cemento por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón endurecido será de ciento cincuenta kilogramos (150 kg) en el caso de hormigones en masa, de doscientos kilogramos (200 kg) en el caso de hormigones ligeramente armados y de doscientos cincuenta kilogramos (250 kg) en el caso de hormigones armados.
  - La cantidad máxima de cemento por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón endurecido será, en general, de cuatrocientos kilogramos (400 kg). El empleo de mayores proporciones de cemento deberá ser objeto de justificación especial.
- Salvo justificación especial, cuando el hormigón haya de estar sometido a la intemperie, su dosificación no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (250 kg/m<sup>3</sup>) y cuando el hormigón tenga que ponerse en obra bajo el agua, no será inferior a trescientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (350 kg/m<sup>3</sup>).



- La consistencia de los hormigones frescos será la máxima compatible con los métodos de puesta en obra, compactación y acabado que se adopten.
- No se permitirá el empleo de hormigones de consistencia tal, que el escurrimiento de sacudidas sea superior al ciento treinta por ciento (130%); este límite se rebajará al setenta por ciento (70%) cuando se utilice como conglomerante cemento Portland I-35. Tampoco se permitirá el empleo de hormigones de consistencia tal, que su escurrimiento en la mesa de sacudidas sea inferior al cuarenta por ciento (40%) cuando se utilice como conglomerante cemento siderúrgico.

#### \* Ensayos

##### Ensayos previos

Es recomendable efectuar ensayos previos. Estos ensayos se realizan en laboratorio antes de comenzar las obras. Su objeto es establecer la dosificación que ha de emplearse, teniendo en cuenta los materiales disponibles y las condiciones de ejecución previstas.

Para llevarlos a cabo basta con fabricar cuatro (4) series de tres (3) probetas por cada dosificación que se desee establecer y operar en laboratorio, de acuerdo con los métodos de ensayo UNE 83.301/84, UNE 83.303/84 y UNE 83.304/84.

De los resultados así obtenidos se deducirá el valor de la resistencia media en laboratorio, fcm, el cual deberá superar el valor exigido a la resistencia de proyecto con margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce la ejecución en obra, la resistencia característica real de la obra sobrepase también a la de proyecto.

A título puramente indicativo se incluyen las siguientes fórmulas que relacionan una y otra resistencia: fórmulas que, a falta de otros datos pueden utilizarse en los estudios previos como una primera aproximación.

CONDICIONES PREVISTAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	VALOR APROXIMADO DE LA RESISTENCIA MEDIA NECESARIA EN LABORATORIO
Medias	$f_{cm} = 1,50 f_{ck} + 20 \text{ kg/cm}^2$
Buenas	$f_{cm} = 1,35 f_{ck} + 15 \text{ Kg/cm}^2$
Muy Buenas	$f_{cm} = 1,20 f_{ck} + 10 \text{ kg/cm}^2$

En los casos en que el Constructor pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos, es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones requeridas y, en particular, las resistencias exigidas, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

##### Ensayos característicos

Independientemente de estos ensayos previos realizados en el laboratorio, será preceptivo en todos los casos realizar los llamados ensayos característicos, que se realizan sobre probetas ejecutadas y conservadas en obra, procediendo para ello con arreglo a los métodos de ensayo UNE 83.301/84, UNE 83.303/84 y UNE 83.304/84. Su objeto es comprobar, antes del comienzo del hormigonado, que la resistencia característica del hormigón de obra no es inferior a la exigida en el Proyecto.

Para llevarlos a cabo se fabricarán cinco (5) masas de cada uno de los tipos de hormigón que haya de emplearse en la obra, enmoldando un mínimo de seis (6) probetas por masa. Como norma general, este proceso se realizará lo antes posible, en cuanto se disponga en el tajo de los elementos y materiales necesarios, no debiéndose comenzar el hormigonado hasta que se conozcan los resultados de estos ensayos.

La resistencia característica deducida del conjunto de los treinta (30) resultados correspondientes a cada tipo de hormigón, deberá ser igual o superior a la exigida. Si no es así, pueden presentarse dos casos.



Que, como es norma general, no se haya iniciado aún el proceso de hormigonado. Entonces se introducirán las oportunas correcciones y se retrasará el comienzo de dicho proceso hasta que se compruebe, mediante nuevos ensayos, que la resistencia característica obtenida no es inferior a la exigida.

Que, excepcionalmente, se haya iniciado ya el proceso de hormigonado. Entonces se suspenderá dicho proceso y se ejecutará como en el caso anterior. A la parte de obra ejecutada, que se considerará como elemento en entredicho, se le aplicarán las prescripciones contenidas en la cláusula 44 del "Pliego de Cláusulas Administrativas Generales" o, en su defecto, las que estime convenientes la Dirección.

#### \* Equipo necesario para la fabricación del hormigón

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes, proporcionando un hormigón de aspecto y consistencia uniformes.

La dosificación de los distintos materiales destinados a la fabricación de hormigón se hará siempre por peso, con la única excepción de los áridos en los hormigones H-50, H-125 y H-150, cuya dosificación se podrá hacer por volumen de conjunto. En dichos hormigones, el cemento se podrá dosificar por sacos enteros o medios sacos, si así lo autoriza la Dirección. Si el volumen de hormigón a fabricar fuera inferior a quince metros cúbicos (15 m<sup>3</sup>), la Dirección podrá permitir la dosificación por volumen de conjunto, sea cual fuere el tipo de hormigón. Se utilizarán, por los menos, tres (3) tamaños de áridos.

#### Hormigoneras

En la hormigonera deberá colocarse una placa en la que hagan constar la capacidad y la velocidad, en revoluciones por minuto (r.p.m.), recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse. La hormigonera estará equipada siempre con un dispositivo que permita medir el agua de amasadura con una exactitud superior al uno por ciento (1%).

Las paletas de la hormigonera deberán estar en contacto con las paredes de la cuba, sin dejar hueco apreciable. Por ello, si se utilizan hormigoneras cuyas paletas no sean solidarias con la cuba, será necesario comprobar periódicamente el estado de esas paletas y proceder a su sustitución cuando, por el uso, se hayan desgastado sensiblemente.

#### Centrales de Hormigonado

Los dispositivos para la dosificación por peso de los diferentes materiales deberán ser automáticos, con una exactitud superior al uno por ciento (1%), en más o en menos, para el cemento y al dos por ciento (2%), en más o en menos, para los áridos, y se contrastarán por lo menos, una vez cada quince días (15 d).

#### Camiones mezcladores

Podrán ser de tipo cerrado, con tambor giratorio o de tipo abierto, provisto de paletas. Ambos tipos podrán emplearse como mezcladores o agitadores.

En cualquier caso, serán capaces de proporcionar mezclas uniformes y de descargar su contenido sin que produzcan segregaciones, y estarán equipados con un cuentarrevoluciones.

#### Elementos de transporte

Cuando se utilicen centrales para dosificar en seco los amasijos y éstos hayan de ser después transportados hasta la hormigonera, dicho transporte se realiza en vehículos provistos de varios compartimentos independientes: uno (1) por amasijo o dos (2) por amasijo (uno para los áridos y otro para el cemento).

Para facilitar la limpieza, los recipientes empleados en el transporte del hormigón fresco serán metálicos y de esquinas redondeadas.

#### \* Fabricación del hormigón

#### Preparación de los áridos

Los áridos se suministrarán fraccionados. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, si se observan las precauciones que se detallan a continuación. Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás, incluso por particiones estancas y resistentes,



para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los diez centímetros (0,10 m) inferiores de los mismos. Los acopios se constituirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m) y no por montones cónicos.

#### Mezcla y amasadura

Excepto para hormigonado en tiempo frío, la temperatura del agua de amasadura no será superior a cuarenta grados centígrados (40 ° C).

Al fijar la cantidad de agua que debe añadirse al amasijo, será imprescindible tener en cuenta la que contenga el árido fino, y eventualmente, los demás áridos.

Salvo indicación en contra de la Dirección, se cargará primero la hormigonera con una parte no superior a la mitad (1/2) del agua requerido para el amasijo; a continuación se añadirá simultáneamente el árido fino y el cemento; posteriormente, el árido grueso completándose la dosificación de agua en un período de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 seg.), ni superior a la tercera parte (1/3) del período de batido, contando a partir de la introducción del cemento y los áridos. Cuando se incorpore a la mezcla agua calentada, la cantidad de este líquido primeramente vertido en la cuba de la hormigonera, no excederá de la cuarta parte (1/4) de la dosis total.

Como norma general, los productos de adición, excepto los colorantes que suelen incorporarse directamente a los amasijos, se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de amasadura. Cuando la adición contenga cloruro cálcico podrá añadirse en seco, mezclada con los áridos, pero nunca en contacto con el cemento. No obstante, siempre será preferible en forma de disolución.

Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido. No se permitirá volver a amasar, en ningún caso, hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de treinta minutos (30 min.), se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en ella. Asimismo, se limpiará perfectamente la hormigonera antes de comenzar la fabricación de hormigón con nuevo tipo de cemento.

#### Mezcla mecánica en central

La mezcla en central será obligatoria para los hormigones H-250 o superiores, salvo que su volumen total sea inferior a quince metros cúbicos (15 m<sup>3</sup>).

Tanto el árido fino como el árido grueso y el cemento, se pesarán automáticamente por separado.

Los productos de adición se añadirán a la mezcla utilizando un dosificador mecánico, que garantice la distribución uniforme del producto en el hormigón.

El período de batido será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin disgregación. Salvo justificación especial, en hormigoneras de tres cuartos de metro cúbico (0,750 m<sup>3</sup>) o capacidad menor, el período de batido a la velocidad de régimen, contado a partir del instante en que se termina de depositar en la cuba la totalidad del cemento y de los áridos, no será inferior a un minuto (1 min.) ni superior a tres minutos (3 min.). Si la capacidad de la hormigonera fuese superior a la indicada, se aumentarán los citados períodos, por cada cuatrocientos litros (0,4 m<sup>3</sup>) o fracción de exceso, en quince segundos (15 seg.) para el límite inferior y en cuarenta y cinco segundos (45 seg.) para el superior.

#### Mezcla mecánica en camiones

La velocidad de mezclado de los mezcladores de tambor giratorio será superior a cuatro revoluciones por minuto (4 r.p.m.) y la velocidad de funcionamiento de las paletas de las mezcladoras abiertas no será inferior a cuatro revoluciones por minuto (4 r.p.m.), ni superior a dieciséis revoluciones por minuto (16 r.p.m.).

La velocidad de agitación, para ambos tipos de mezclador, no será inferior a dos revoluciones por minuto (2 r.p.m.) ni mayor de seis revoluciones por minuto (6 r.p.m.).

La capacidad de la mezcladora será fijada por el fabricante del equipo; y el volumen de la mezcla en ningún caso será superior al sesenta por ciento (60%) de dicha capacidad, si se utiliza como mezclador, ni superior al ochenta por ciento (80%) de la misma capacidad, si se usa como elemento de transporte con agitación.

Las operaciones de mezclado en los mezcladores sobre camión, comenzarán dentro de los treinta minutos (30 min.) que sigan a la incorporación del cemento a los áridos.

Cuando el hormigón se fabrique en un mezclador sobre camión, a su capacidad normal, el número de



revoluciones del tambor o las paletas, a la velocidad de mezclado, no será inferior a cincuenta (50) ni superior a cien (100), contadas a partir del momento en que todos los materiales se ha introducido en el mezclador.

Todas las revoluciones que sobrepasen las cien (100) se aplicarán a la velocidad de agitación.

La descarga del hormigón en obra deberá hacerse dentro de la hora y media (1,5 h.) que siga a la carga del mezclador. Este período de tiempo deberá reducirse si la temperatura ambiente es elevada o existen circunstancias que contribuyan a un fraguado rápido del hormigón. Por el contrario, la Dirección de obra podrá autorizar su ampliación si se emplean productos retardadores de fraguado, en la cuantía que estime conveniente a la vista de los productos empleados. La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de una manera continua y, por lo tanto, los intervalos de entrega de amasijo destinados a obras iniciadas, no deberán ser tan amplios como para permitir un fraguado del hormigón colocado y en ningún caso excederán de los treinta minutos (30 min.).

#### Mezcla en hormigoneras

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central, salvo en la dosificación, que podrá no ser automática.

Cuando el volumen de hormigón a fabricar sea inferior a quince metros cúbicos (15 m<sup>3</sup>) o se trate de hormigones inferiores al H200, se podrá permitir la dosificación de los áridos por su volumen de conjunto.

En tales casos la Dirección transformará las cantidades correspondientes de la fórmula de trabajo a unidades volumétricas; y comprobará que existen los elementos de dosificación precisos para conseguir una mezcla de la calidad deseada. Los recipientes que se usen para dosificar serán de altura mayor del doble del lado y sus enrasas corresponderán exactamente a los pesos de cada tipo de árido que han de verse en cada amasijo.

#### Mezcla a mano

La fabricación del hormigón a mano sólo se autorizará excepcionalmente en casos de reconocida emergencia, en hormigones de los tipos no superiores a H-150.

En tales casos la mezcla se realizará sobre un plataforma impermeable, en la que se distribuirá el cemento sobre la arena, y se verterá el agua sobre el mortero anhidro en forma de cráter. Preparado el mortero, se añadirá el árido grueso; revolviendo la masa hasta que adquiera un aspecto y color uniforme.

#### **\* Transporte del hormigón**

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible, empleando métodos que impidan toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en la masa.

No deberá ser transportado un mismo amasijo en camiones o compartimentos diferentes. No se mezclarán masas frescas de distintos tipos de cemento.

Al cargar el hormigón en los elementos de transporte no deben formarse montones cónicos de altura tal, que favorezcan la segregación.

La máxima caída libre vertical de las masas, en cualquier punto de su recorrido, no excederá de un metro y medio (1,5 m) procurándose que la descarga del hormigón en la obra se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir el mínimo las posteriores manipulaciones.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra podrá realizarse empleando camiones provistos de agitadores o camiones sin elementos de agitación.

En el primer caso se utilizarán camiones mezcladores cuya velocidad de agitación estará comprendida entre dos revoluciones por minuto (2 r.p.m.) y seis revoluciones por minuto (6 r.p.m.); su capacidad de transporte no será superior al ochenta por ciento (80%) de la total fijada por el fabricante del equipo. El período de tiempo comprendido entre la carga del mezclador y la descarga del hormigón en obra no será superior a una hora y media (1,5 h.) y durante todo el período de transporte y descarga deberá funcionar constantemente el sistema de agitación.

Si se emplean camiones que no vayan provistos de agitadores, este período de tiempo deberá reducirse a treinta minutos (30 min.) y deberá comprobarse que no se producen segregaciones inadmisibles.

Cuando se utilicen centrales para dosificar en seco los amasijos y éstos hayan de ser después transportados hasta la hormigonera, se pondrá especial cuidado para evitar que durante el recorrido, puedan producirse pérdidas de cemento. Para ello, cuando los áridos y el cemento vayan juntos en un mismo compartimento, al





llenar éste se verterá primero una parte del árido, luego el cemento y finalmente, el resto del árido. Si el cemento se transporta aislado deberá cubrirse adecuadamente.

**\* Limitaciones de fabricación**

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se cuidará especialmente de que no se produzca desecación de los amasijos durante el transporte. A tal fin, si éste dura más de treinta minutos (30 min.) se adoptarán las medidas oportunas, tales como cubrir los camiones, o amasar con agua enfriada, para conseguir una consistencia adecuada en obra sin necesidad de aumentar la cantidad de agua.

### 3.7.4.- OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO

#### i. Definición

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

No se consideran aquí incluidos los pavimentos de hormigón contemplados en el Artículo 550 del PG-3.

#### ii. Materiales

- Cemento
- Agua
- Árido fino
- Áridos grueso
- Productos de adición
- Armaduras

#### iii. Ejecución

##### Dosificación del hormigón

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que se consideren oportunos respetando siempre las limitaciones siguientes:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será la establecida en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya
- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg. En casos excepcionales, previa justificación experimental y autorización expresa de la Dirección de Obra, se podrá superar dicho límite.
- No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

En dicha dosificación se tendrán en cuenta, no sólo la resistencia mecánica y la consistencia que deban obtenerse, sino también el tipo de ambiente al que va a estar sometido el hormigón, por los posibles riesgos de deterioro de éste o de las armaduras a causa del ataque de agentes exteriores.

Para establecer la dosificación (o dosificaciones, si son varios los tipos de hormigón exigidos), el constructor deberá recurrir, en general, a ensayos previos en laboratorio, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que se le exigen en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya así como las especificadas en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.





En los casos en que el constructor pueda justificar documentalmente que, con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones anteriormente mencionadas y, en particular, la resistencia exigida, podrá prescindirse de los citados ensayos previos.

**Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.**

La puesta en obra del hormigón no deberá iniciarse hasta que el Director de las Obras haya aprobado la fórmula de trabajo a la vista de los resultados obtenidos en los ensayos previos y característicos.

La fórmula de trabajo constará al menos:

- Tipificación del hormigón.
- Granulometría de cada fracción de árido y de la mezcla.
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de cada árido (Kg/m3).
- Proporción por metro cúbico de hormigón fresco de agua.
- Dosificación de adiciones.
- Dosificación de aditivos.
- Tipo y clase de cemento.
- Consistencia de la mezcla.
- Proceso de mezclado y amasado.

Los ensayos deberán repetirse siempre que se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- Cambio de procedencia de alguno de los materiales componentes.
- Cambio en la proporción de cualquiera de los elementos de la mezcla.
- Cambio en el tipo o clase de cemento utilizado.
- Cambio en el tamaño máximo del árido.
- Variación en más de dos décimas (0,2) del módulo granulométrico del árido fino.
- Variación del procedimiento de puesta en obra.

Excepto en los casos en que la consistencia se consiga mediante la adición de fluidificantes o superfluidificantes, no se utilizarán hormigones de consistencia fluida salvo justificación especial.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique otro procedimiento, la consistencia se determinará con cono de Abrams según la norma UNE 83 313. Los valores límite de los asentos correspondientes en el cono de Abrams y sus tolerancias serán los indicados en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

**iv. Fabricación y transporte a obra**

Prescripciones generales

La fabricación de hormigón requiere:

- Almacenamiento de materias primas.
- Instalaciones de dosificación.
- Equipo de amasado.

Las materias primas se almacenarán y transportarán de forma tal que se evite todo tipo de entremezclado, contaminación, deterioro o cualquier otra alteración significativa en sus características. Se tendrá en cuenta lo previsto en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya para estos casos.

La dosificación de cemento, de los áridos, y en su caso, de las adiciones, se realizará en peso. La dosificación de cada material deberá ajustarse a lo especificado para conseguir una adecuada uniformidad entre amasadas.

Las materias primas se amasarán de forma tal que se consiga su mezcla íntima y homogénea, debiendo resultar el árido bien recubierto de pasta de cemento. La homogeneidad del hormigón se comprobará de acuerdo al procedimiento establecido en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.



Hormigón fabricado en central▪ **Generalidades**

Se entenderá como central de fabricación de hormigón, el conjunto de instalaciones y equipos que, cumpliendo con las especificaciones que se contienen en los apartados siguientes, comprende:

- Almacenamiento de materias primas.
- Instalaciones de dosificación.
- Equipos de amasado.
- Equipos de transporte, en su caso.
- Control de producción.

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

Las centrales pueden pertenecer o no a las instalaciones propias de la obra. Para distinguir ambos casos, en el marco de esta Instrucción se denominará hormigón preparado a aquel que se fabrica en una central que no pertenece a las instalaciones propias de la obra y que está inscrita en el Registro Industrial según el Título 4º de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y el Real Decreto 697/1995, de 28 de abril, estando dicha inscripción a disposición del peticionario y de las Administraciones competentes.

▪ **Almacenamiento de materias primas**

El cemento, los áridos y, en su caso, las adiciones se almacenarán según lo prescrito en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Si existen instalaciones para almacenamiento de agua o aditivos, serán tales que eviten cualquier contaminación.

Los aditivos pulverulentos se almacenarán en las mismas condiciones que los cementos.

Los aditivos líquidos y los pulverulentos diluidos en agua se deben almacenar en depósitos protegidos de la helada y que dispongan de elementos agitadores para mantener los sólidos en suspensión.

▪ **Instalaciones de dosificación**

Las instalaciones de dosificación dispondrán de silos con compartimentos adecuados y separados para cada una de las fracciones granulométricas necesarias de árido. Cada compartimento de los silos será diseñado y montado de forma que pueda descargar con eficacia, sin atascos y con una segregación mínima, sobre la tolva de la báscula.

Deberán existir los medios de control necesarios para conseguir que la alimentación de estos materiales a la tolva de la báscula pueda ser cortada con precisión cuando se llega a la cantidad deseada.

Las tolvas de las básculas deberán estar construidas de forma que puedan descargar completamente todo el material que se ha pesado.

Los instrumentos indicadores deberán estar completamente a la vista y lo suficientemente cerca del operador para que pueda leerlos con precisión mientras se está cargando la tolva de la báscula. El operador deberá tener un acceso fácil a todos los instrumentos de control.

Bajo cargas estáticas, las básculas deberán tener una precisión del 0,5 por 100 de la capacidad total de la escala de la báscula.

Para comprobarlo deberá disponerse de un conjunto adecuado de pesas patrón.

Se deberán mantener perfectamente limpios todos los puntos de apoyo, las articulaciones y partes análogas de las básculas.

El medidor de agua deberá tener una precisión tal que no se rebase la tolerancia de dosificación establecida en el apartado de "Dosificación de materias primas."

Los dosificadores para aditivos estarán diseñados y marcados de tal forma que se pueda medir con claridad la cantidad de aditivo correspondiente a 50 kilogramos de cemento.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 126 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

#### ▪ Dosificación de materias primas

##### a) Cemento

El cemento se dosificará en peso, utilizando básculas y escalas distintas de las utilizadas para los áridos. La tolerancia en peso de cemento será del  $\pm 3$  por 100.

##### b) Áridos

Los áridos se dosificarán en peso, teniendo en cuenta las correcciones por humedad. Para la medición de la humedad superficial, la central dispondrá de elementos que aporten este dato de forma automática.

El árido deberá componerse de al menos dos fracciones granulométricas, para tamaños máximos iguales o inferiores a 20 mm, y de tres fracciones granulométricas para tamaños máximos mayores.

Si se utiliza un árido total suministrado, el fabricante del mismo deberá proporcionar la granulometría y tolerancias de fabricación del mismo, a fin de poder definir un huso granulométrico probable que asegure el control de los áridos de la fórmula de trabajo.

La tolerancia en peso de los áridos, tanto si se utilizan básculas distintas para cada fracción de árido, como si la dosificación se realiza acumulada, será del  $\pm 3\%$ .

##### c) Agua

El agua de amasado está constituida, fundamentalmente, por la directamente añadida a la amasada, la procedente de la humedad de los áridos y, en su caso, la aportada por aditivos líquidos.

El agua añadida directamente a la amasada se medirá por peso o volumen, con una tolerancia del  $\pm 1\%$ .

En el caso de amasadoras móviles (camiones hormigonera) se medirá con exactitud cualquier cantidad de agua de lavado retenida en la cuba para su empleo en la siguiente amasada. Si esto es prácticamente imposible, el agua de lavado deberá ser eliminada antes de cargar la siguiente amasada del hormigón.

El agua total se determinará con una tolerancia del  $\pm 3\%$  de la cantidad total prefijada.

##### d) Aditivos

Los aditivos pulverulentos deberán ser medidos en peso, y los aditivos en pasta o líquidos, en peso o en volumen.

En ambos casos, la tolerancia será el  $\pm 5\%$  del peso o volumen requeridos.

##### e) Adiciones

Cuando se utilicen, las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y escalas distintas de las utilizadas para los áridos. La tolerancia en peso de adiciones será del  $\pm 3$  por 100.

#### ▪ Equipos de amasado

Los equipos pueden estar constituidos por amasadoras fijas o móviles capaces de mezclar los componentes del hormigón de modo que se obtenga una mezcla homogénea y completamente amasada, capaz de satisfacer los dos requisitos del Grupo A y al menos dos de los del Grupo B, de la Tabla de "Comprobación de la homogeneidad del hormigón".

Estos equipos se examinarán con la frecuencia necesaria para detectar la presencia de residuos de hormigón o mortero endurecido, así como desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior, procediéndose, en caso necesario, a comprobar el cumplimiento de los requisitos anteriores.

Las amasadoras, tanto fijas como móviles, deberán ostentar, en un lugar destacado, una placa metálica en la que se especifique:

- Para las fijas, la velocidad de amasado y la capacidad máxima del tambor, en términos de volumen de hormigón amasado;



- Para las móviles, el volumen total del tambor, su capacidad máxima en términos de volumen de hormigón amasado, y las velocidades máxima y mínima de rotación.

**COMPROBACIÓN DE LA HOMOGENEIDAD DEL HORMIGÓN.**

Deberán obtenerse resultados satisfactorios en los dos ensayos del grupo A  
y en al menos dos de los cuatro del grupo B

ENSAYOS			Diferencia máxima tolerada entre los resultados de los ensayos de dos muestras tomadas de la descarga del hormigón (1/4 y 3/4 de la descarga)
Grupo A	1	Consistencia (UNE 83313:90) Si el asiento medio es igual o inferior a 9 cm Si el asiento es superior a 9 cm	3 cm 4 cm
	2	Resistencia (*) En porcentajes respecto a la media	7,5%

Grupo B	3	Densidad del hormigón (UNE 83317:91) En kg/m <sup>3</sup>	16 kg/m <sup>3</sup>
	4	Contenido de aire (UNE 83315:96) En porcentaje respecto al volumen del hormigón	1%
	5	Contenido de árido grueso (UNE 7295:76) En porcentaje respecto al peso de la muestra tomada	6%
	6	Módulo granulométrico del árido (UNE 7295:76)	0,5

(\*) Por cada muestra se romperán a compresión, a 7 días y según el método de ensayo UNE 83304:84, dos probetas cilíndricas de 15cm de diámetro y 30cm de altura. Estas probetas serán confeccionadas y conservadas según el método de ensayo UNE 83301:91. Se determinará la medida de cada una de las dos muestras como porcentaje de la media total.

**Amasado**

El amasado del hormigón se realizará mediante uno de los procedimientos siguientes:

- totalmente en amasadora fija;
- iniciado en amasadora fija y terminado en amasadora móvil, antes de su transporte;
- en amasadora móvil, antes de su transporte.

- **Transporte**

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.



Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón e impedir que se cumpla lo estipulado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

#### ▪ Designación y características

El hormigón fabricado en central podrá designarse por propiedades o por dosificación. En ambos casos deberá especificarse, como mínimo:

- La consistencia.
- El tamaño máximo del árido.
- El tipo de ambiente al que va a estar expuesto el hormigón.
- La resistencia característica a compresión (ver la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya), para hormigones designados por propiedades.
- El contenido de cemento, expresado en kilos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>), para hormigones designados por dosificación.
- La indicación de si el hormigón va a ser utilizado en masa, armado o pretensado.

Cuando la designación del hormigón fuese por propiedades, el suministrador establecerá la composición de la mezcla del hormigón, garantizando al peticionario las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y resistencia característica, así como las limitaciones derivadas del tipo de ambiente especificado (contenido de cemento y relación agua/cemento).

La designación por propiedades se realizará según lo indicado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Cuando la designación del hormigón fuese por dosificación, el peticionario es responsable de la congruencia de las características especificadas de tamaño máximo del árido, consistencia y contenido en cemento por metro cúbico de hormigón, mientras que el suministrador deberá garantizarlas, al igual que deberá indicar la relación agua/cemento que ha empleado.

Cuando el peticionario solicite hormigón con características especiales u otras además de las citadas anteriormente, las garantías y los datos que el suministrador deba darle serán especificados antes de comenzar el suministro.

Antes de comenzar el suministro, el peticionario podrá pedir al suministrador una demostración satisfactoria de que los materiales componentes que van a emplearse cumplen los requisitos indicados en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

En ningún caso se emplearán adiciones ni aditivos sin el conocimiento del peticionario y sin la autorización de la Dirección de Obra.



**Entrega y recepción****a) Documentación**

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
2. Número de serie de la hoja de suministro.
3. Fecha de entrega.
4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción, según la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.
5. Especificación del hormigón.

**\* En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:**

- Designación de acuerdo con la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.
- Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>) de hormigón, con una tolerancia de  $\pm 15$  kg.
- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .

**\* En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:**

- Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
- Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .
- El tipo de ambiente de acuerdo con la siguiente tabla "Clases generales de exposición relativas a la corrosión de armaduras" que se adjunta a continuación.
- Tipo, clase y marca del cemento.
- Consistencia.
- Tamaño máximo del árido.
- Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:98, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
- Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) (vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
- Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
- Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
- Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.
- Hora límite de uso para el hormigón.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 130 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>





Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Expediente 2546/440

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 131 de 211

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

CONCELLERÍA  
DE FOMENTO

CONCELLO  
DE VIGO



PROXECTO EXECUCIÓN DE BEIRARRUAS NA RUA SAA - BEADE

Clases generales de exposición relativas a la corrosión de armaduras

CLASE GENERAL DE EXPOSICION			TIPO DE PROCESO	DESCRIPCION	EJEMPLOS
CLASE	SUBCLASE	DESIGNACION			
Normal	no agresiva	I	ninguno	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interiores de edificios, no sometidos a condensaciones</li> <li>- elementos de hormigón en masa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interiores de edificios, protegidos de la intemperie</li> </ul>
	humedad alta	Ila	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interiores sometidos a humedades relativas medias altas (&gt;65%) o a condensaciones</li> <li>- exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>- elementos enterrados o sumergidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sótanos no ventilados</li> <li>- cimentaciones</li> <li>- tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>- elementos de hormigón en cubiertas de edificios</li> </ul>
Marina	humedad media	IIb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- construcciones exteriores protegidas de la lluvia</li> <li>- tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm</li> </ul>
	aérea	IIIa	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar</li> <li>- elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- edificaciones en las proximidades de la costa</li> <li>- puentes en las proximidades de la costa</li> <li>- zonas aéreas de diques, pantanales y otras obras de defensa litoral</li> <li>- instalaciones portuarias</li> </ul>
	sumergida	IIIb	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zonas sumergidas de diques, pantanales y otras obras de defensa litoral</li> <li>- cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar</li> </ul>
Con cloruros de origen diferente del medio marino	en zona de mareas	IIIc	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zonas situadas en el recorrido de marea de diques pantanales y otras obras de defensa litoral</li> <li>- zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea</li> </ul>
		IV	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino</li> <li>- superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- piscinas</li> <li>- pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve</li> <li>- estaciones de tratamiento de agua</li> </ul>



**b) Recepción**

El comienzo de la descarga del hormigón desde el equipo de transporte del suministrador, en el lugar de la entrega, marca el principio del tiempo de entrega y recepción del hormigón, que durará hasta finalizar la descarga de éste.

La Dirección de Obra, o la persona en quien delegue, es el responsable de que el control de recepción se efectúe tomando las muestras necesarias, realizando los ensayos de control precisos, y siguiendo los procedimientos indicados en el Capítulo XV.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia (y aire ocluido, en su caso) deberá ser realizado durante la entrega. No se podrá rechazar ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca. No obstante, si el asiento en cono de Abrams es menor que el especificado, según 30.6, el suministrador podrá adicionar aditivo fluidificante para aumentarlo hasta alcanzar dicha consistencia, sin que ésta rebase las tolerancias indicadas en el mencionado apartado. Para ello, el elemento de transporte (camión hormigonera) deberá estar equipado con el correspondiente equipo dosificador de aditivo y reamasar el hormigón hasta dispersar totalmente el aditivo añadido. El tiempo de reamasado será de al menos 1 min/m<sup>3</sup>, sin ser en ningún caso inferior a 5 minutos.

La actuación del suministrador termina una vez efectuada la entrega del hormigón y siendo satisfactorios los ensayos de recepción del mismo.

En los acuerdos entre el peticionario y el suministrador deberá tenerse en cuenta el tiempo que, en cada caso, pueda transcurrir entre la fabricación y la puesta en obra del hormigón.

**Hormigón no fabricado en central**

Los medios para la fabricación del hormigón comprenden:

- Almacenamiento de materias primas.
- Instalaciones de dosificación.
- Equipo de amasado.

Las dispersiones en la calidad del hormigón a que habitualmente conduce este sistema de fabricación no hace aconsejable su empleo como norma general. En caso de utilizarse, convendrá extremar las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

Para el almacenamiento de materias primas, se tendrá en cuenta lo previsto en los artículos de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

La dosificación de cemento se realizará en peso, pudiendo dosificarse los áridos por peso o volumen. No es recomendable este segundo procedimiento por las fuertes dispersiones a que suele dar lugar.

El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante de este tipo de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por la Dirección de Obra. Asimismo, será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

En la obra existirá, a disposición de la Dirección de Obra, un libro custodiado por el fabricante del hormigón que contendrá la dosificación, o dosificaciones nominales a emplear en la obra, así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación. En este libro figurará la relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón, la descripción de los equipos empleados, y la referencia al documento de calibrado de la balanza para la dosificación del cemento.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 132 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

Asimismo, figurará el registro del número de amasadas empleadas en cada lote y las fechas de hormigonado, con los resultados de los ensayos realizados, en su caso.

#### v. Hormigonado en condiciones especiales

##### Hormigonado en tiempo frío

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material. En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información (véase la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya) necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ión cloro.

##### Hormigonado en tiempo caluroso

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseeque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

##### Hormigonado en tiempo lluvioso

Si se prevé la posibilidad de lluvia, el Contratista dispondrá toldos y otros medios que protejan el hormigón fresco. En otros casos, el hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvia; adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco. Eventualmente, la continuación de los trabajos, en la forma que se proponga, deberá ser aprobada por la Dirección.

##### Cambio del tipo de cemento

Cuando se trate de poner en contacto masas de hormigón ejecutadas con diferentes tipos de cemento, se requerirá la previa aprobación escrita de la Dirección de las obras, que indicará si es necesario tomar alguna precaución y, en su caso, el tratamiento a dar a la junta. Lo anterior es especialmente importante si la junta está atravesada por armaduras.

#### vi. Juntas de hormigonado

Las juntas de hormigonado, que deberán, en general, estar previstas en el proyecto, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.



Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la Dirección de Obra, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la Dirección de Obra.

Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón necesaria para proporcionar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá autorizar el empleo de otras técnicas para la ejecución de juntas (por ejemplo, impregnación con productos adecuados), siempre que se haya justificado previamente, mediante ensayos de suficiente garantía, que tales técnicas son capaces de proporcionar resultados tan eficaces, al menos, como los obtenidos cuando se utilizan los métodos tradicionales.

#### vii. Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada en estas operaciones deberá poseer las cualidades exigidas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan las garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer período de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la Dirección de Obra.

#### viii. Descimbrado, desencofrado y desmoldeo

Los distintos elementos que constituyen los moldes, el encofrado (costeros, fondos, etc.), los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de



información (véase la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya) para estimar la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento de desencofrado, desmoldeo o descimbrado.

Se tendrán también en cuenta las condiciones ambientales (por ejemplo, heladas) y la necesidad de adoptar medidas de protección una vez que el encofrado, o los moldes, hayan sido retirados.

Se pondrá especial atención en retirar oportunamente todo elemento de encofrado o molde que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción, asiento o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

En elementos de hormigón pretensado es fundamental que el descimbrado se efectúe de conformidad con lo dispuesto en el programa previsto a tal efecto al redactar el proyecto de la estructura. Dicho programa deberá estar de acuerdo con el correspondiente al proceso de tesado.

Para facilitar el desencofrado y, en particular, cuando se empleen moldes, se recomienda pintarlos con barnices antiadherentes que cumplan las condiciones prescritas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

#### ix. Tolerancias

Las tolerancias se refieren a las estructuras antes de retirar los apeos; no se tienen en cuenta las flechas ni las contraflechas de cálculo y, en general, las tolerancias no se refieren a las variaciones debidas al transcurso del tiempo y a la temperatura.

Las tolerancias establecidas seguidamente son aplicables a todas las obras de hormigón de carácter general.

##### Cimentaciones

- Posición en planta:  $\pm 2$  por 100 del ancho en este sentido, pero no superior a  $\pm 50$  mm.
- Dimensiones en el plano:  $\pm 30$  mm.
- Variación de nivel de la cara superior:  $\pm 20$  mm.
- Variación de nivel de la cara inferior:  $\pm 30$  mm.
- Variación del canto:  $\pm 0,50 h > \pm 50$  mm.

##### Superestructura

- Posición en el plano (distancia a la línea de referencia más próxima):  $\pm 10$  mm.
- Verticalidad (siendo h la altura básica):
  - $h \leq 0,50$  m.  $\pm 5$  mm.
  - $0,50$  m.  $< h \leq 1,50$  m.  $\pm 10$  mm.
  - $1,50$  m.  $< h \leq 3,00$  m.  $\pm 15$  mm.
  - $3,00$  m.  $< h \leq 10,00$  m.  $\pm 20$  mm.
  - $h > 10,00$  m.  $\pm 0,002 h$ .
- Dimensiones transversales y lineales:
  - $L \leq 0,25$  m.  $\pm 5$  mm.
  - $0,25$  m.  $< L \leq 0,50$  m.  $\pm 10$  mm.
  - $0,50$  m.  $< L \leq 1,50$  m.  $\pm 12$  mm.
  - $1,50$  m.  $< L \leq 3,00$  m.  $\pm 15$  mm.
  - $3,00$  m.  $< L \leq 10,00$  m.  $\pm 20$  mm.
  - $L > 10,00$  m.  $\pm 0,002 L$ .



## - Dimensiones totales de la estructura:

L # 15,00 m.  $\pm$  15 mm.  
 15,00 m. < L . 30,00 m.  $\pm$  30 mm.  
 L > 30,00 m.  $\pm$  0,001 L

## - Rectitud:

L # 3,00 m.  $\pm$  10 mm.  
 3,00 m. < L . 6,00 m.  $\pm$  15 mm.  
 6,00 m. < L . 10,00 m.  $\pm$  20 mm.  
 10,00 m. < L . 20,00 m.  $\pm$  30 mm.  
 L > 20,00 m.  $\pm$  0,0015 L

## - Alabeo (siendo L la diagonal del rectángulo):

L # 3,00 m.  $\pm$  10 mm.  
 3,00 m. < L . 6,00 m.  $\pm$  15 mm.  
 6,00 m. < L . 12,00 m.  $\pm$  20 mm.  
 L > 12,00 m.  $\pm$  0,002 L

## - Diferencias de nivel respecto a la superficie superior o inferior más próximas:

h # 3,00 m. 10 mm.  
 3,00 m. < h . 6,00 m. 12 mm.  
 6,00 m. < h . 12,00 m. 15 mm.  
 12,00 m. < h . 20,00 m. 20 mm.  
 h > 20,00 m. 0,001 L

## - Paramentos:

- \* Superficies vistas: 6 mm.
- \* Superficies ocultas: 25 mm.

Medida respecto de una regla de dos metros (2 m.) de longitud, aplicada en cualquier dirección; en los paramentos curvos se medirán con un escantillón de 2 cm., cuya curvatura sea la teórica.

**x. Reparación de defectos**

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser reparados, previa aprobación de la Dirección, tan pronto como sea posible, saneando y limpiando las zonas defectuosas. En general, y con el fin de evitar el color más oscuro de las zonas reparadas, podrá emplearse para la ejecución del hormigón o mortero de reparación una mezcla adecuada del cemento empleado con cemento portland blanco.

Las zonas reparadas deberán curarse rápidamente. Si es necesario, se protegerán con lienzos o arpilleras para que el riego no perjudique el acabado superficial de esas zonas.

**xi. Control y criterios de aceptación y rechazo**Control de los componentes del hormigón■ **Cemento**

- Especificaciones
  - \* Las de este Pliego.
- Toma de muestras
  - \* Se realizará según lo indicado en este Pliego.



- Ensayos
  - \* Los señalados en el artículo ya citado.
- Criterios de aceptación o rechazo
  - \* El no cumplimiento de algunas de las especificaciones será condición suficiente para el rechazo de la partida de cemento.
- **Agua de amasado**
  - Especificaciones
    - \* Las de este Pliego.
  - Ensayos
    - \* Los indicados en el artículo citado.
  - Criterios de aceptación o rechazo
    - \* El no cumplimiento de las especificaciones será razón suficiente para considerar el agua como no apta para amasar hormigón.
- **Áridos**
  - Especificaciones
    - \* Las de este Pliego.
  - Ensayos
    - \* Los indicados en el artículo citado.
  - Criterios de aceptación o de rechazo
    - \* El no cumplimiento de las especificaciones es condición suficiente para calificar el árido como no apto para fabricar hormigón.
    - \* El no cumplimiento de la limitación de tamaño máximo hace que el árido no sea apto para las piezas en cuestión. si se hubiera hormigonado algún elemento con hormigón fabricado con áridos en tal circunstancia, deberán adoptarse las providencias que considere oportuno la Dirección de las obras, a fin de garantizar que, en tales elementos, no se han formado oquedades o coqueras de importancia que puedan hacer peligrar la sección correspondiente.
- **Aditivos**
  - Especificaciones
    - \* Las de este pliego
  - Ensayos
    - \* Antes de comenzar la obra, se comprobará en todos los casos el efecto del aditivo sobre las características de calidad del hormigón; tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos del hormigón citados en el artículo 86.  
Igualmente se comprobará, mediante los oportunos ensayos de laboratorio, la ausencia en la composición del aditivo de compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras.  
Como consecuencia de lo anterior, se seleccionarán las marcas y tipos admisibles en la obra, la constancia de cuyas características de composición y calidad garantizará el fabricante correspondiente.
    - \* Durante la ejecución de la obra se vigilará que el tipo y marca del aditivo utilizado sean precisamente los aceptados según el párrafo anterior.
    - \* Por lo que respecta a las adiciones, antes de comenzar la obra se realizarán en un laboratorio oficial u oficialmente acreditado los ensayos citados en los apartados de "Aditivos" y "Cementos". La determinación del índice de actividad resistente deberá realizarse con cemento de la misma procedencia que el previsto para la ejecución de la obra.
    - \* Al menos una vez cada tres meses de obra se realizarán las siguientes comprobaciones sobre las



adiciones: trióxido de azufre, pérdida por calcinación y finura para las cenizas volantes, y pérdida por calcinación y contenido de cloruros para el humo de sílice, con el fin de comprobar la homogeneidad del suministro.

- Criterios de aceptación o rechazo

El no cumplimiento de alguna de las especificaciones será condición suficiente para calificar el aditivo como no apto para agregar a hormigones.

Cualquier posible modificación de las características de calidad del producto que se vaya a utilizar, respecto a las del aceptado en los ensayos previos al comienzo de la obra, implicará su no utilización hasta que la realización, con el nuevo tipo, de los ensayos previstos en a) autorice su aceptación y empleo en la obra.

## xii. Control de la calidad del hormigón

El control de la calidad del hormigón amasado se extenderá normalmente a su consistencia, a su resistencia y durabilidad con independencia de la comprobación del tamaño máximo del árido.

Este control de la calidad del hormigón se realizará de acuerdo con lo indicado en los apartados siguientes de este artículo.

## xiii. Control de la consistencia del hormigón

### Especificaciones

La consistencia será la especificada en su momento, por la Dirección, con las tolerancias que a continuación se indican:

TIPO DE CONSISTENCIA	TOLERANCIA EN CM
Seca	0
Plástica	$\pm 1$
Blanda	$\pm 1$
Fluida	$\pm 2$

### Ensayos

Siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia; se determinará el valor de consistencia, mediante el cono de Abrams, de acuerdo con la Norma UNE 83.313/90

### Criterios de aceptación o rechazo

El no cumplimiento de las especificaciones implicará el rechazo automático de la amasada correspondiente a la corrección de la dosificación.

## xiv. Control de la resistencia del hormigón

Independientemente de los ensayos de control de materiales componentes y de la consistencia del hormigón, a que se refieren los apartados anteriores, los ensayos para el control de la resistencia del hormigón con carácter preceptivo, son los indicados en el apartado Ensayos de control del Hormigón de este artículo.

Otros tipos de ensayos son los llamados "información", que se efectuarán cuando lo requiera la Dirección de las obras.

Finalmente, antes del comienzo del hormigonado puede resultar necesaria la realización de ensayos previos y/o ensayos característicos, los cuales se describen en los apartados correspondientes.

Los ensayos previos, característicos y de control, se refieren a probetas cilíndricas de 15 x 30 cm., fabricadas, curadas y ensayadas a veintiocho días de edad, según UNE 83.301/91, UNE 83.303/84 y UNE 83.304/84.





**xv. Control de la durabilidad del hormigón**

A efectos de las especificaciones relativas a la durabilidad del hormigón contempladas en la tabla "Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento", se llevarán a cabo los siguientes controles:

- Control documental de las hojas de suministro, con objeto de comprobar el cumplimiento de las limitaciones de la relación a/c y del contenido de cemento.
- Control de la profundidad de penetración de agua.

Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MINIMO (mm) SEGUN LA CLASE DE EXPOSICION (**)													
		I	Ila	Ilb	IIla	IIlb	IIlc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E	
máxima relación a/c	masa	0,65	-	-	-	-	-	-	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50	
	armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50	
	pretensado	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50	
mínimo contenido de cemento (kg/m³)	masa	200	-	-	-	-	-	-	275	300	325	275	300	275	
	armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300	
	pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300	

**Control y ensayos**

El control documental de las hojas de suministro se realizará para todas las amasadas del hormigón que se lleven a cabo durante la obra.

El control de la profundidad de penetración de agua se efectuará con carácter previo al inicio de la obra, mediante la realización de ensayos, según UNE 83309:90 EX, sobre un conjunto de tres probetas de un hormigón con la misma dosificación que el que se va a emplear en obra. La toma de muestras se realizará en la misma instalación en la que va a fabricarse el hormigón durante la obra.

Tanto el momento de la citada operación, como la selección del laboratorio encargado para la fabricación, conservación y ensayo de estas probetas deberán ser acordados previamente por la Dirección de Obra, el Suministrador de hormigón y el Usuario del mismo.

En el caso de hormigones fabricados en central, la Dirección de Obra podrá eximir de la realización de estos ensayos cuando el suministrador presente la documentación que se indica en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Se rechazarán aquellos ensayos realizados con más de seis meses de antelación sobre la fecha en la que se efectúa el control, o cuando se detecte que las materias primas o las dosificaciones empleadas en los ensayos son diferentes de las declaradas para la obra por el Suministrador.

**Criterios de valoración**

La valoración del control documental del ensayo de profundidad de penetración de agua se ordenarán con el siguiente criterio:

- Las profundidades máximas de penetración  
Z1 # Z2 # Z3



- Las profundidades medias de penetración:

T1 # T2 # T3

El hormigón ensayado deberá cumplir simultaneamente las siguientes condiciones:

$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} \leq 50mm \quad Z_3 \leq 65mm$$

$$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \leq 30mm \quad T_3 \leq 40mm$$

#### xvi. Ensayos previos del hormigón

Se realizarán en laboratorio antes de comenzar las obras, de acuerdo con lo prescrito en este Pliego. Su objeto es establecer la dosificación que habrá de emplearse, teniendo en cuenta los materiales disponibles y aditivos que se vayan a emplear, y las condiciones de ejecución previstas.

Para llevarlos a cabo, se fabricarán al menos cuatro series, de amasadas distintas, de dos probetas cada una para ensayo a los 28 días de edad, por cada dosificación que se desee establecer, y se operará de acuerdo con los métodos de ensayo UNE 83.300/84, UNE 83.301/91, UNE 83.303/84 y UNE 83.304/84.

De los valores así obtenidos se deducirá el valor de la resistencia media en el laboratorio, fcm, el cual deberá superar el valor exigido a la resistencia de proyecto con margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce la ejecución en obra, la resistencia característica real de la obra sobrepase también a la de proyecto.

#### xvii. Ensayos característicos del hormigón

Salvo en el caso de emplear hormigón procedente de central o de que se posea experiencia previa con los mismos materiales y medios de ejecución, estos ensayos son preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar, en general antes del comienzo del hormigonado, que la resistencia característica real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto.

Los ensayos se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de seis amasadas diferentes de hormigón, por cada tipo que haya que emplearse, enmoldando tres probetas por masa; las cuales se ejecutarán, conservarán y romperán según los métodos de ensayos UNE 83.300/84, UNE 83.301/91, UNE 83.303/84 y UNE 83.304/84 a los 28 días de edad.

Con los resultados de las roturas se calculará el valor medio correspondiente a cada amasada, obteniéndose la serie de seis resultados medios:

X1 # X2 # ... # X6

El ensayo característico se considerará favorable si se verifica:

X1 + X2 - X3 . fck

En cuyo caso se aceptará la dosificación y proceso de ejecución correspondientes.

En caso contrario no se aceptarán, introduciéndose las oportunas correcciones y retrasándose el comienzo del hormigonado hasta que, como consecuencia de nuevos ensayos característicos, se lleguen a dosificaciones y procesos aceptables.



**xviii. Ensayos de control del hormigón****Generalidades**

Estos ensayos son preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar, a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto.

El control podrá realizarse en dos modalidades:

Modalidad 1: Control a nivel reducido.

Modalidad 2: Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas.

Modalidad 3: Control estadístico del hormigón, cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan.

Los ensayos se realizan sobre probetas fabricadas, conservadas y rotas según UNE 83.300/84, UNE 83.301/91, UNE 83.303/84 y UNE 83.304/84.

**Control a nivel reducido**

En este nivel el control se realiza por medición de la consistencia del hormigón, fabricado de acuerdo con dosificaciones tipo.

Con la frecuencia que se indique en el presente Pliego o por la Dirección de Obra, y con no menos de cuatro determinaciones espaciadas a lo largo del día, se realizará un ensayo de medida de la consistencia según UNE 83.313/90.

De la realización de tales ensayos quedará en obra la correspondiente constancia escrita, a través de los valores obtenidos y decisiones adoptadas en cada caso.

**Control al 100 por 100**

Esta modalidad de control es de aplicación a cualquier obra. El control se realiza determinando la resistencia de todas las amasadas componentes de la parte de obra sometida a control y calculando, a partir de sus resultados, el valor de la resistencia característica real, según el artículo 39.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Para que el conjunto de amasadas sometidas a control sea aceptable, es preciso que

$$f_{c, \text{real}} = f_{\text{est}}$$

**Control estadístico del hormigón**

Esta modalidad de control es la de aplicación general a obras de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón pretensado.

A efectos de control, salvo excepción justificada, se dividirá la obra en lotes, inferiores al menor de los límites de la tabla que se adjunta. No se mezclarán en un mismo bote elementos de tipología estructural distinta. Todas las unidades de producto de un mismo lote procederán del mismo suministrador, estarán elaboradas con las mismas materias primas y serán el resultado de la misma dosificación nominal.

En el caso de hormigones fabricados en central, de hormigón preparado en posesión de un Sello o Marca de Calidad, en el sentido expresado en el Artículo 81º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE se podrán aumentar los límites de la tabla al doble, siempre y cuando se den además las siguientes condiciones:

- Los resultados de control de producción están a disposición del Peticionario y deberán ser satisfactorios. La Dirección de Obra revisará dicho punto y lo recogerá en la documentación final de la obra.
- El número mínimo de lotes que deberá muestrearse en obra será de tres, correspondiendo, si es posible, a lotes relativos a los tres tipos de elementos estructurales que figuran en la tabla.



- En el caso de que en algún lote la  $f_{est}$  fuera menor que la resistencia característica de proyecto, se pasará a realizar el control normal sin reducción de intensidad, hasta que en cuatro lotes consecutivos se obtengan resultados satisfactorios.

## LÍMITES MÁXIMOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS LOTES DE CONTROL

Límite superior	Tipo de elementos estructurales		
	Estructuras que tienen elementos comprimidos (pilares, pilas, muros, portantes, pilote, etc.)	Estructuras que tienen únicamente elementos sometidos a flexión (forjados de hormigón con pilares metálicos, tableros, muros de contención, etc.)	Macizos / zapatas, estribos de puentes, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>
Número de amasadas <sup>(1)</sup>	50	50	100
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	--
Número de plantas	2	2	--

(1) Este límite no es obligatorio en obras de edificación.

El control se realizará determinando la resistencia de N amasadas por lote siendo:

Si $f_{ck} \leq 25 \text{ N/mm}^2$	$N \geq 2$
$25 \text{ N/mm}^2 < f_{ck} \leq 35 \text{ N/mm}^2$	$N \geq 4$
$f_{ck} > 35 \text{ N/mm}^2$	$N \geq 6$

La toma de muestras se realizará al azar entre las amasadas de la obra sometidas a control. Cuando el lote abarque dos plantas, el hormigón de cada una de ellas deberá dar origen, al menos, a una determinación.

Ordenados los resultados de las determinaciones de resistencia de la N amasadas controladas en la forma:

$$X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_m \leq \dots \leq X_N$$

Se define como resistencia característica estimada, en este nivel, la que cumple las siguientes expresiones:

$$\text{Si } N < 6; f_{est} = K_N \cdot X_1$$

$$\text{Si } N \geq 6; f_{est} = 2 \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_{m-1}}{m-1} - X_m \leq K_N \cdot X_1$$

Siendo:

- $K_N$  = Coeficiente dado en el cuadro en función de N y del tipo de instalación en que se fabrique el hormigón.
- $X_1$  = Resistencia de la amasada de menor resistencia.
- $m$  =  $N/2$  si N es par.
- $m$  =  $(N-1)/2$  si N es impar.



## VALORES DE KN

N	Hormigones fabricados en central							Otros casos
	Clase A			Clase B		Clase C		
	Recorrido relativo máx, r	KN		Recorrido relativo máx, r	K <sub>N</sub>	Recorrido relativo máx, r	K <sub>N</sub>	
		Con sello Calidad	Sin sello calidad					
2	0.29	0.93	0.90	0.40	0.85	0.50	0.81	0.75
3	0.31	0.95	0.92	0.46	0.88	0.57	0.85	0.80
4	0.34	0.97	0.94	0.49	0.90	0.61	0.88	0.84
5	0.36	0.98	0.95	0.53	0.92	0.66	0.90	0.87
6	0.38	0.99	0.96	0.55	0.94	0.68	0.92	0.89
7	0.39	1.00	0.97	0.57	0.95	0.71	0.93	0.91
8	0.40	1.00	0.97	0.59	0.96	0.73	0.95	0.93

**Las plantas se clasifican de acuerdo con lo siguiente:**

- La clase A se corresponde con instalaciones con un valor del coeficiente de variación \* comprendido entre 0,08 y 0,13.
- La clase B se corresponde con instalaciones con un valor del coeficiente de variación \* comprendido entre 0,13 y 0,16.
- La clase C se corresponde con instalaciones con un valor del coeficiente de variación \* comprendido entre 0,16 y 0,20.
- Otros casos incluye los hormigones con un valor del coeficiente de variación \* comprendido entre 0,20 y 0,25.

**Los ensayos de información pueden consistir en:**

- La fabricación y rotura de probetas, en forma análoga a la indicada para los ensayos de control, pero conservando las probetas, no en agua, sino en unas condiciones que sean lo más parecidas posibles a aquellas en las que se encuentre el hormigón cuya resistencia se busca.
- La rotura de probetas testigo extraídas del hormigón endurecido (método de ensayo UNE 83.302/84, UNE 83.303/84 y UNE 83.304/84). Esta forma de ensayo sólo podrá realizarse cuando dicha extracción sea posible sin afectar de un modo sensible a la capacidad de resistencia de la obra.
- Como complemento de los anteriores, el empleo de métodos no destructivos confiables, debidamente correlacionados con aquéllos, que merezcan la aprobación del Ingeniero Director.

Para la valoración de la resistencia de los ensayos a), b) y c), debe tenerse en cuenta que en soportes o elementos análogos, hormigonados verticalmente, la resistencia puede estar reducida en un 10 por 100 (10%), como se considera en el cálculo.

**xix. Control de la calidad del acero**

Se efectuará de acuerdo con lo previsto en los artículos de este Pliego.



**Control de la ejecución**

El control de la ejecución tiene por objeto garantizar el cumplimiento de las prescripciones generales de este Pliego.

Corresponde a la Dirección de la Obra la responsabilidad de la realización del control de la ejecución, el cual se adecuará, necesariamente, al nivel correspondiente, en función del valor adoptado para  $\gamma_f$  en el proyecto, y de los años previsibles en caso de accidentes según la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

Se consideran los siguientes tres niveles para la realización del control de la ejecución.

- \* Control de ejecución a nivel reducido.
- \* Control de ejecución a nivel normal.
- \* Control de ejecución a nivel reducido

Este nivel que control, que solo será aplicable para armaduras pasivas, se contempla en aquellos casos en los que el consumo de acero de la obra es muy reducido o cuando existen dificultades para realizar ensayos completos sobre el material.

En estos casos, el acero a utilizar estará certificado y se utilizará como resistencia de cálculo el valor:

$$0,75 \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

El control consiste en comprobar, sobre cada diámetro:

- Que la sección equivalente cumple lo especificado en este Pliego, realizándose dos comprobaciones por cada partida de material suministrado a obra.
- Que no se tomen grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 144 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

**OPERACIONES OBJETO DE CONTROL DURANTE LA EJECUCIÓN**

(En las operaciones que proceda se efectuará el control dimensional)

<i>Fase de control</i>	<i>Operaciones que se controlan</i>
PREVIO AL HORMIGONADO	Revisión de los planos de proyecto y de obra. Comprobación, en su caso, de hormigoneras, vibradores, maquinaria de transporte, máquinas de hormigonado continuo, aparatos de medida, moldes para las probetas, equipos de laboratorio, dispositivos de seguridad, medidas de seguridad, etc. Replanteo. Andamiajes y cimbras. Encofrados y moldes. Doblado de armaduras. Empalmes de armaduras. Colocación de armaduras. Previsión de juntas. Previsión del hormigonado en tiempo frío. Previsión del hormigonado en tiempo caluroso. Previsión del hormigonado bajo lluvia.
DURANTE EL HORMIGONADO	Fabricación, transporte y colocación del hormigón. Juntas. Hormigonado en tiempo frío. Hormigonado en tiempo caluroso. Hormigonado bajo lluvia.
POSTERIOR AL HORMIGONADO	Curado Descimbramiento, desencofrado y desmoldeo. Tolerancias en dimensiones, flechas y contraflechas, combas laterales, acabado de superficies, etc. Transporte y colocación de elementos prefabricados. Previsión de acciones mecánicas durante la ejecución. Reparación de defectos superficiales.

**Control a nivel normal**

Este nivel de control se aplica a todas las armaduras, tanto activas como pasivas.

En el caso de las armaduras pasivas, todo el acero de la misma designación que entregue un mismo suministrador se clasificará, según su diámetro, en serie fina (diámetros inferiores o iguales a 10 mm), serie media (diámetros 12 a 20 mm) y serie gruesa (igual o superior a 25 mm). En el caso de armaduras activas, el acero se clasificará según este mismo criterio, aplicado al diámetro nominal de las armaduras.

- **Productos certificados**

Para aquellos aceros que estén certificados (ver la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya), los ensayos de control no constituyen en este caso un control de recepción en sentido estricto, sino un control externo complementario de la certificación, dada la gran responsabilidad estructural del acero. Los resultados del control del acero deben ser conocidos antes de la puesta en uso de la estructura.





A efectos de control, las armaduras se dividirán en lotes, correspondientes cada uno a un mismo suministrador, designación y serie, y siendo su cantidad máxima de 40 toneladas o fracción en el caso de armaduras pasivas, y 20 toneladas o fracción en el caso de armaduras activas.

Para la realización de este tipo de control se procederá de la siguiente manera:

- Se tomarán dos probetas por cada lote, para sobre ellas:

- \* Comprobar que la sección equivalente cumple lo especificado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.
- \* En el caso de barras y alambres corrugados comprobar que las características geométricas de sus resaltos están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia según la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya
- \* Realizar, después de enderezado, el ensayo de doblado-desdoblado indicado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

- Se determinarán, al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, carga de rotura y alargamiento (en rotura, para las armaduras pasivas; bajo carga máxima, para las activas) como mínimo en una probeta de cada diámetro y tipo de acero empleado y suministrador según las UNE 7474-1:92 y 7326:88 respectivamente. En el caso particular de las mallas electrosoldadas se realizarán, como mínimo, dos ensayos por cada diámetro principal empleado en cada una de las dos ocasiones; y dichos ensayos incluirán la resistencia al arrancamiento del nudo soldado según UNE 36462:80.

- En el caso de existir empalmes por soldadura en armaduras pasivas, se comprobará la soldabilidad, de acuerdo con lo especificado en el apartado "Comprobación de la soldabilidad".

#### ■ Productos no certificados

A efectos de control, las armaduras se dividirán en lotes, correspondientes cada uno a un mismo suministrador, designación y serie, y siendo su cantidad máxima de 20 toneladas o fracción en el caso de armaduras pasivas, y 10 toneladas o fracción en el caso de armaduras activas.

#### Se procederá de la siguiente forma:

- Se tomarán dos probetas por cada lote, para sobre ellas:

- \* Comprobar que la sección equivalente cumple lo especificado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.
- \* En el caso de barras y alambres corrugados comprobar que las características geométricas de sus resaltos están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia según la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya
- \* Realizar, después de enderezado, el ensayo de doblado-desdoblado indicado en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" o normativa que la sustituya.

- Se determinarán, al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, carga de rotura y alargamiento (en rotura, para las armaduras pasivas; bajo carga máxima, para las activas) como



mínimo en una probeta de cada diámetro y tipo de acero empleado y suministrador según las UNE 7474-1:92 y 7326:88 respectivamente. En el caso particular de las mallas electrosoldadas, se realizarán, como mínimo, dos ensayos por cada diámetro principal empleado en cada una de las dos ocasiones; y dichos ensayos incluirán la resistencia al arrancamiento del nudo soldado según UNE 36462:80.

- En el caso de existir empalmes por soldadura en armaduras pasivas se comprobará la soldabilidad, de acuerdo con lo especificado en el apartado "Comprobación de la soldabilidad".

En este caso los resultados del control del acero deben ser conocidos antes del hormigonado de la parte de obra correspondiente.

#### **Comprobación de la soldabilidad**

En el caso de existir empalmes por soldadura, se deberá comprobar que el material posee la composición química apta para la soldabilidad, de acuerdo con UNE 36068:94, así como comprobar la aptitud del procedimiento de soldeo, de acuerdo con lo que sigue.

##### **a) Soldadura a tope**

Este ensayo se realizará sobre los diámetros máximo y mínimo que se vayan a soldar.

De cada diámetro se tomarán seis probetas consecutivas de una misma barra, realizándose con tres los ensayos de tracción, y con las otras tres el ensayo de doblado-desdoblado, procediéndose de la siguiente manera:

\* Ensayo de tracción: De las tres primeras probetas consecutivas tomadas para este ensayo, la central se ensayará soldada y las otras sin soldadura, determinando su carga total de rotura. El valor obtenido para la probeta soldada no presentará una disminución superior al 5 por 100 de la carga total de rotura media de las otras 2 probetas, ni será inferior a la carga de rotura garantizada.

De la comprobación de los diagramas fuerza-alargamiento correspondientes resultará que, para cualquier alargamiento, la fuerza correspondiente a la barra soldada no será inferior al 95 por 100 del valor obtenido del diagrama de la barra testigo del diagrama inferior.

La base de medida del extensómetro ha de ser, como mínimo, cuatro veces la longitud de la oliva.

\* Ensayo de doblado-desdoblado: Se realizará sobre tres probetas soldadas, en la zona de afección del calor (HAZ) sobre el mandril de diámetro indicado en la Tabla 31.2.b de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

##### **b) Soldadura por solapo**

Este ensayo se realizará sobre la combinación de diámetros más gruesos a soldar, y sobre la combinación de diámetro más fino y más grueso.

Se ejecutarán en cada caso tres uniones, realizándose el ensayo de tracción sobre ellas. El resultado se considerará satisfactorio si, en todos los casos, la rotura ocurre fuera de la zona de solapo o, en el caso de ocurrir en la zona soldada, no presenta una baja del 10% en la carga de rotura con respecto a la media determinada sobre tres probetas del diámetro más fino procedente de la misma barra que se haya utilizado para obtener las probetas soldadas, y en ningún caso por debajo del valor nominal.

##### **c) Soldadura en cruz**

Se utilizarán tres probetas, resultantes de la combinación del diámetro más grueso y del diámetro más fino, ensayando a tracción los diámetros más finos. El resultado se considerará satisfactorio si, en todos los casos la rotura no presenta una baja del 10% en la carga de rotura con respecto a la



media determinada sobre tres probetas de ese diámetro, y procedentes de la misma barra que se haya utilizado para obtener las probetas soldadas, y en ningún caso por debajo del valor nominal. Asimismo se deberá comprobar, sobre otras tres probetas, la aptitud frente al ensayo de arrancamiento de la cruz soldada, realizando la tracción sobre el diámetro más fino.

d) Otro tipo de soldaduras

En el caso de que existan otro tipo de empalmes o uniones resistentes soldadas distintas de las anteriores, la Dirección de Obra deberá exigir que se realicen ensayos de comprobación al soldeo para cada tipo, antes de admitir su utilización en obra.

**Condiciones de aceptación o rechazo de los aceros**

Según los resultados de ensayo obtenidos, la Dirección de Obra se ajustará a los siguientes criterios de aceptación o rechazo que figuran a continuación. Otros criterios de aceptación o rechazo, en casos particulares, se fijarán, en su caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas particulares o por la Dirección de Obra.

a) Control a nivel reducido

Comprobación de la sección equivalente: Si las dos comprobaciones que han sido realizadas resultan satisfactorias, la partida quedará aceptada. Si las dos resultan no satisfactorias, la partida será rechazada. Si se registra un sólo resultado no satisfactorio, se comprobarán cuatro nuevas muestras correspondientes a la partida que se controla. Si alguna de estas nuevas cuatro comprobaciones resulta no satisfactoria, la partida será rechazada. En caso contrario, será aceptada.

Formación de grietas o fisuras en los ganchos de anclaje: La aparición de grietas o fisuras en los ganchos de anclaje o zonas de doblado de cualquier barra, obligará a rechazar toda la partida a la que corresponda la misma.

b) Control a nivel normal

Se procederá de la misma forma tanto para aceros certificados como no certificados.

\* Comprobación de la sección equivalente: Se efectuará igual que en el caso de control a nivel reducido, aceptándose o rechazándose, en este caso, el lote, que es el sometido a control.

\* Características geométricas de los resaltos de las barras corrugadas: El incumplimiento de los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia será condición suficiente para que se rechace el lote correspondiente.

\* Ensayos de doblado-desdoblado: Si se produce algún fallo, se someterán a ensayo cuatro nuevas probetas del lote correspondiente. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar el lote correspondiente.

\* Ensayos de tracción para determinar el límite elástico, la carga de rotura y el alargamiento en rotura: Mientras los resultados de los ensayos sean satisfactorios, se aceptarán las barras del diámetro correspondiente, tipo de acero y suministrador. Si se registra algún fallo, todas las armaduras de ese mismo diámetro existentes en obra y las que posteriormente se reciban, serán clasificadas en lotes correspondientes a las diferentes partidas suministradas, sin que cada lote exceda de las 20 toneladas para las armaduras pasivas y 10 toneladas para las armaduras activas. Cada lote será controlado mediante ensayos sobre dos probetas. Si los resultados de ambos ensayos son satisfactorios, el lote será aceptado. Si los dos resultados fuesen no satisfactorios, el lote será rechazado, y si solamente uno de ellos resulta no satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo completo de todas las características mecánicas que deben comprobarse sobre 16 probetas. El resultado se considerará satisfactorio si la media aritmética de los dos resultados más bajos



obtenidos supera el valor garantizado y todos los resultados superan el 95% de dicho valor. En caso contrario el lote será rechazado.

\* Ensayos de soldeo: En caso de registrarse algún fallo en el control del soldeo en obra, se interrumpirán las operaciones de soldadura y se procederá a una revisión completa de todo el proceso.

#### **Pruebas de carga**

Se estará a lo dispuesto en el artículo 99.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, en vigor.

### **3.8.- ENCOFRADOS Y MOLDES**

#### **i. Definición**

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo in situ de hormigones y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón.

Se entiende por molde el elemento, generalmente metálico, fijo o desplegable, destinado al moldeo de un elemento estructural en lugar distinto al que ha de ocupar en servicio, bien se haga el hormigonado a pie de obra, o bien en una planta o taller de prefabricación.

#### **ii. Ejecución**

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Desencofrado.

#### **Construcción y montaje**

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrado, cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica; debiendo justificarse la eficacia de aquellas otras que se propongan y que, por su novedad, carezcan de dicha sanción, a juicio del Director de las obras.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha prevista del hormigonado y, especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento; así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a cinco milímetros (5 mm).

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad.

Los encofrados de fondo de los elementos rectos o planos de más de seis metros (6 m) de luz libre, se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera concavidad en el intradós.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas, serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas; colocando, si es preciso, angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. El Director podrá autorizar, sin embargo, la utilización de berenjenos para achaflanar dichas aristas. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5 mm) en las líneas de las aristas.



Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón moldeadas en aquéllos no presenten defectos, bombeos, resaltos, ni rebabas de más de cinco milímetros (5 mm) de altura.

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellas se pueden aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón; y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón; sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado; para lo cual se podrá autorizar el empleo de una selladura adecuada.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director la aprobación escrita del encofrado realizado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a las zonas de anclaje, para que los ejes de los tendones sean exactamente normales a los anclajes. Se comprobará que los encofrados y moldes las deformaciones de las piezas en ellos hormigonadas, y resisten adecuadamente la redistribución de cargas, que se origina durante el tesado de las armaduras y la transmisión del esfuerzo de pretensado al hormigón. Especialmente, los encofrados y moldes deben permitir, sin coartarlos, los acortamientos de los elementos que en ellos se construyan.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón.

Estas aberturas se dispondrán con un espaciamiento vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m), y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los encofrados perdidos deberán tener la suficiente hermeticidad para que no penetre en su interior lechada de cemento. Habrán de sujetarse adecuadamente a los encofrados exteriores para que no se muevan durante el vertido y compactación del hormigón.

Se pondrá especial cuidado en evitar su flotación en el interior de la masa de hormigón fresco.

En el caso de prefabricación de piezas en serie, cuando los moldes que forman cada bancada sean independientes, deberán estar perfectamente sujetos y arriostrados entre si para impedir movimientos relativos durante la fabricación, que pudiesen modificar los recubrimientos de las armaduras activas, y consiguiendo las características resistentes de las piezas en ellos fabricadas.

Los moldes deberán permitir la evacuación del aire interior al hormigonar, por lo que en algunos casos será necesario prever respiraderos.

Cuando un dintel lleva una junta vertical de construcción, como es el caso de un tablero continuo construido por etapas o por voladizos sucesivos con carro de avance, el cierre frontal de la misma se hará mediante un encofrado provisto de todos los taladros necesarios para el paso de las armaduras pasivas y de las vainas de pretensado.

En el caso de que los moldes hayan sufrido desperfectos, deformaciones, alabeos, etc, a consecuencia de los cuales sus características geométricas hayan variado respecto a las primitivas, no podrán forzarse para hacerles recuperar su forma correcta.

Los productos utilizados para facilitar el desencofrado o desmoldeo deberán estar aprobados por el Director. Como norma general, se emplearán barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua, o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo. En su aplicación deberá evitarse que escurran por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. No deberán impedir la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, en especial cuando se trate de elementos que posteriormente hayan de unirse entre si para trabajar solidariamente.

### **Desencofrado**

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto, podrá efectuarse a los tres días (3 d) de hormigonada la pieza; a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas, u otras



causas, capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto, o los costeros horizontales, no deberán retirarse antes de los siete días (7 d), con las mismas salvedades apuntadas anteriormente.

El Director podrá reducir los plazos anteriores, respectivamente a dos días (2 d) o a cuatro días (4 d), cuando el tipo de cemento empleado proporcione un endurecimiento suficientemente rápido.

El desencofrado deberá realizarse tan pronto sea posible, sin peligro para el hormigón, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán además las siguientes prescripciones:

Antes de la operación de tesado se retirarán los costeros de los encofrados y, en general, cualquier elemento de los mismos que no sea sustentante de la estructura, con el fin de que actúen los esfuerzos de pretensado con el mínimo de coacciones.

Los alambres y anclajes del encofrado que hayan quedado fijados al hormigón se cortarán al ras del paramento.

### iii. Medición y abono

Los encofrados y moldes se medirán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie de hormigón medidos sobre Planos. A tal efecto, los forjados se considerarán encofrados por la cara inferior y bordes laterales, y las vigas por sus laterales y fondos.

## 3.9.- EXPLANACIÓN

### 3.9.1.- DEMOLICIONES Y ESCARIFICADOS

#### 3.9.1.1.- Demoliciones

##### i. Definición

Consisten en el derribo de todas las construcciones que obstaculicen la obra o que sea necesario hacer desaparecer para dar por terminada la ejecución de la misma.

- Derribo de construcciones
- Retirada de los materiales de derribo

Según el procedimiento de ejecución se establece la siguiente división:

- Demolición elemento a elemento. Los trabajos se efectúan siguiendo un orden que, en general, corresponden al orden inverso seguido para la construcción.
- Demolición por colapso. En este caso la demolición puede efectuarse mediante empuje, por impacto de bola de gran masa o mediante el uso de explosivos.

##### ii. Ejecución de las obras

###### Condiciones Generales

Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Dirección de las obras, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos. Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

En especial, deberán adoptarse de forma general las siguientes precauciones:





- Cuando la construcción se sitúa en una zona urbana y su altura sea superior a 5 m. al comienzo de la demolición, estará rodeada de una valla, verja o muro de altura no menor a 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del edificio no menor de 1,50 m. Cuando dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento luces rojas, a distancias no mayores de 10 m., y en las esquinas.
- Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la demolición, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillas, árboles, farolas.
- En fachadas de edificios que den a la vía pública se situarán protecciones como redes o lonas, así como una pantalla inclinada, rígida, que recoja los escombros o herramientas que puedan caer. Esta pantalla sobresaldrá de la fachada una distancia no menor de 2 m.
- No se permitirán hogueras dentro del edificio y las exteriores estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.
- Antes de iniciar la demolición se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las Compañías Suministradoras.
- Se taponará el alcantarillado y se revisarán los locales del edificio, comprobando que no existe almacenamiento de materiales combustibles o peligrosos, ni otras derivaciones de instalaciones que no procedan de las tomas del edificio, así como si se han vaciado todos los depósitos y tuberías.
- Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, en evitación de formación de polvo durante los trabajos.
- Durante la demolición, si aparecen grietas en los edificios medianeros, se colocarán testigos, a fin de observar los posibles efectos de la demolición y efectuar su apuntalamiento o consolidación si fuese necesario.

#### Demolición elemento a elemento

- El orden de demolición se efectuará, en general, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.
- No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostamiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.
- En elementos metálicos en tensión se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte o al suprimir las tensiones.
- Se apuntalarán los elementos en voladizo antes de aligerar sus contrapesos.
- En general, se desmontarán sin trocear los elementos que puedan producir cortes o lesiones, como vidrios, aparatos sanitarios, etc.
- El corte o desmontaje de un elemento, no manejable por una sola persona, se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmiten al resto del edificio o a los mecanismos de suspensión.
- El abatimiento de un elemento se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento de sus puntos de apoyo, mediante mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento.
- El vuelco sólo podrá realizarse para elementos despiezables, no empotrados, situados en fachadas hasta una altura de dos plantas y todos los de planta baja. Será necesario previamente, atirantar y/o apuntalar el elemento, rozar inferiormente 1/3 de su espesor o anular los anclajes, aplicando la fuerza por encima del centro de gravedad del elemento. Se dispondrá, en el lugar de caída, de suelo consistente y de una zona de lado no menor a la altura del elemento más la mitad de la altura desde donde se lanza.
- Las cargas se comenzarán a elevar lentamente, con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso, se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial.
- Se evitará la formación de polvo regando ligeramente los elementos y/o escombros.
- Al finalizar la jornada no deben quedar elementos del edificio en estado inestable, de forma que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas no puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos del edificio que puedan ser afectados por aquella.





### Demolición por empuje

La altura del edificio o parte de edificio a demoler, no será mayor de 2/3 de la altura alcanzable por la máquina.

La máquina avanzará siempre sobre suelo consistente y los frentes de ataque no aprisionarán a la máquina, de forma que ésta pueda girar siempre 360°.

No se empujará, en general, contra elementos no demolidos previamente, de acero ni de hormigón armado. Se habrá demolido previamente, elemento a elemento, la parte de edificio que está en contacto con medianerías, dejando aislado el tajo de la máquina.

Se empujará en el cuarto superior de la altura de los elementos verticales y siempre por encima de su centro de gravedad.

Cuando existan planos inclinados, como faldones de cubierta, que puedan deslizar sobre la máquina, deberán demolerse previamente.

### Demolición por impacto de bola de gran masa o mediante el uso de explosivos

La utilización de estos sistemas requerirá un estudio especial en cada caso.

### Retirada de los materiales de derribo

La Dirección suministrará una información completa sobre el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones que sea preciso ejecutar.

Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale la Dirección.

## **iii. Control y criterios de aceptación o rechazo**

Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adoptan las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución de la demolición se adapta a lo especificado en este Pliego.

## **3.9.1.2.- Escarificado del firme**

### **i. Definición**

Se define como obras de escarificado del firme las consistencias en la disgregación del afirmado existente, cualquiera que sea su constitución, efectuada con medios mecánicos, para proceder a su remoción y posterior sustitución o compactación de los productos resultantes. No se incluye en esta unidad el escarificado del terreno o de caminos sin firme.

### **ii. Operaciones que comprende**

La ejecución de esta unidad incluye la escarificación o demolición del firme, retirada de los productos removidos o de la superficie resultante, una vez retirados dichos productos.

### **iii. Ejecución de las Obras**

La escarificación y demolición se llevará a cabo en las zonas y con la profundidad que se estipule en los Planos o que, en su defecto, señale la Dirección.

Los productos removidos se transportarán a lugar de empleo o vertedero, según ordene la Dirección.



### 3.9.2.- DESBROCE DEL TERRENO

#### i. Definición

Se define como desbroce del terreno la operación consistente en extraer y retirar de las zonas ocupadas todos los árboles, tocones, raíces, arbustos, materiales, plantas, maleza, broza, hojarasca, postes, caños, tuberías, canaletas, revestimientos de cunetas y zanjas y taludes, así como escombros, basuras o restos de demoliciones, o cualquier material indeseable que estorbe la realización de las obras.

Las zonas a desbrozar deberán ser las indicadas, aproximadamente en los Planos o que marque la Dirección de obra, no ejecutándose esta unidad en las zonas limpias o en donde se pueda retirar directamente la tierra vegetal.

#### ii. Operaciones que comprende

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de limpieza y desbroce.
- Retirada de estos materiales, con transporte a vertedero o acopio.

Todo ello realizado de acuerdo con las presentes especificaciones y con lo que sobre el particular disponga la Dirección de obra.

#### iii. Ejecución de las obras

##### Desarrollo de los trabajos

Los trabajos de desbroce se ejecutarán solamente en las zonas fijadas por la Dirección y se organizarán de forma que se produzcan las menores molestias posibles al tráfico y zonas colindantes.

En los desmontes todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (0,10 m.) de diámetro, deberán extraerse con una profundidad mínima de cincuenta centímetros (0,50 m.) por debajo de la superficie preparada para recibir el firme.

Del terreno natural sobre el que se haya de asentar el terraplén se arrancarán todos los tocones o raíces con diámetro superior a diez centímetros (0,10 m.), de tal forma que no quede ninguno dentro del cimiento del terraplén a menos de quince centímetros (0,15 m.) de profundidad bajo la superficie de la base de asiento del terraplén.

El desbroce de zonas para cunetas, rectificación de canales y cauces, se efectuará únicamente hasta obtener la profundidad necesaria para efectuar la excavación correspondiente a estas áreas. En zonas fuera de los límites de la explanación, los troncos podrán cortarse a ras de suelo, en lugar de extraerlos.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones o raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactará hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente. Todos los pozos y demás oquedades que aparezcan en la explanación serán rellenados igualmente.

##### Precauciones especiales

Las operaciones de excavación se efectuarán con las necesarias precauciones para lograr unas condiciones de seguridad suficiente y evitar daños a las construcciones existentes y árboles o plantaciones que deben permanecer. La Dirección de obra señalará y marcará los árboles, arbustos o plantas que se han de conservar y para evitarles daños se procederá a talar los restantes desde fuera hacia el centro del área a limpiar a menos que la Dirección de obra disponga otra cosa. Cualquier daño que se cause será corregido por el Contratista, a sus expensas.



Cuando fuese necesario evitar daños a edificios, propiedades particulares, estructuras, árboles y plantaciones, o interrupciones del tránsito, los árboles se cortarán en trozos de arriba hacia abajo. Si para proteger a los árboles o vegetación destinada a permanecer, fuera necesario levantar vallas o utilizar cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán a lo que sobre el particular ordena la Dirección de la obra.

Cuando se trate de desbroce previo a la ejecución de plantaciones, el Contratista realizará un desbroce selectivo eliminando la vegetación indeseable y demás elementos citados, y respetando las plantaciones y vegetación que deban permanecer.

En este caso, para eliminar la parte aérea de la vegetación se emplearán los aparatos adecuados a la consistencia y espesura de dicha vegetación y a la topografía del terreno. En los taludes de mucha pendiente se efectuará a mano, utilizando las herramientas usuales según el tipo de vegetación.

Cuando el terreno permita efectuar el desbroce mecánicamente, se emplearán subsolares, bulldozers, flecos, flecos con cuchillas y arados o polipastos, y en el caso de existir solamente tapiz herbáceo, se emplearán gradas de disco, girocultores o arados de discos.

#### **Destino de los materiales resultantes**

A excepción de las maderas que se fijen como de propiedad particular, las restantes maderas cortadas que cumplan las exigencias establecidas al respeto, podrán ser utilizadas por el Contratista para las construcciones auxiliares, siempre que se obtenga para ello una autorización escrita de la Dirección de obra.

Los árboles con aprovechamiento comercial quedarán a disposición de la Administración y el Contratista, de acuerdo con lo que la Dirección de obra indique al respecto, efectuará su tala de forma que las partes comerciales serán limpiadas de ramas y cortezas, aserradas en trozos adecuados y almacenadas cuidadosamente a lo largo de la obra y separadas de los montones que hayan de ser quemados o desechados. La longitud de los trozos de madera será superior a tres metros (3 m.), si lo permite el tronco.

Toda la madera, excepto la que ha de ser usada y todos los troncos, raíces, maleza hojarasca y demás residuos provenientes del desbroce, podrán ser quemados, siempre y cuando exista el permiso escrito de la autoridad competente en la zona de las obras.

Los materiales a quemar se formarán en o cerca del centro de la zona limpiada o en espacios abiertos de la proximidad, donde no exista el peligro de daño para árboles, vegetaciones o construcciones. No podrá realizarse tal operación sobre las zonas o superficies a plantar, salvo expresa autorización de la Dirección.

### **3.9.3.- EXCAVACIÓN EN TIERRA VEGETAL**

#### **i. Definición**

Se define la excavación de tierra vegetal como la excavación y transporte a acopio, lugar de empleo o vertedero, de los terrenos cultivados o con vegetación, que se encuentran en el área de construcción.

#### **ii. Operaciones que comprende**

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Excavación, carga y transporte a lugar de empleo, acopio o vertedero.
- Descarga y apilado.

Todo ello realizado conforme a las presentes especificaciones y a las instrucciones complementarias dadas por la Dirección de obra.

#### **iii. Ejecución de las obras**

Antes del comienzo de los trabajos, el contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, un plan de trabajos en el que figuren las zonas en que se va a extraer la tierra vegetal y las zonas elegidas para acopio. Una vez aprobado dicho plan se empezarán los trabajos.



**El espesor a excavar será el fijado en los Planos o el ordenado por la Dirección.**

Al excavar la tierra vegetal se pondrá cuidado en no convertirla en barro para lo cual se utilizará maquinaria ligera e incluso, si la tierra está seca, se podrán emplear motoniveladoras para su remoción. La tierra vegetal excavada se mantendrá separada de piedras, escombros, basuras o restos de troncos y ramas.

El acopio de la tierra vegetal se hará en lugares apropiados y de tal forma que no interfiera al tráfico ni a la ejecución de las obras o perturbe los desagües y drenajes provisionales o definitivos y en lugares de fácil acceso para su conservación y posterior transporte a lugar de empleo. Será de cuenta del Contratista la disponibilidad de los terrenos usados para zonas de acopio.

El acopio de tierra vegetal se hará en caballones de un metro y medio (1,50 m.) de altura, con la superficie ligeramente abonada y sus taludes laterales lisos e inclinados para evitar su erosión.

La tierra vegetal que no haya de utilizarse posteriormente o que se rechace, se transportará a vertedero, sin que proceda, abono adicional por esta carga y transporte.

**3.9.4.- EXCAVACIÓN EN LA EXPLANACIÓN****i. Definición**

Se define como excavación de la explanación, el conjunto de operaciones para excavar, evacuar y nivelar las zonas donde han de asentarse las carreteras, incluyendo arcones, taludes, cunetas y zanjas de desagües superficiales.

**ii. Clasificación de las excavaciones**

A los solos efectos de las obras a que se refiere este Pliego, las excavaciones a efectuar se clasifican en los siguientes tipos:

**Excavación en tierra**

Se define como tierra aquel material que puede excavar sin necesidad de voladuras. A este tipo pertenece también roca alterada o agrietada que pueda ser arrancada mediante un tractor sobre orugas de 18.000 kg. de tracción, previsto de escarificadoras hidráulicas.

Aunque para facilitar la excavación hayan de emplearse explosivos aisladamente, la clasificación de la excavación sigue siendo la misma. También pueden considerarse excavación en tierra, las rocas erráticas y trozos de roca hasta medio metro cúbico (0,500 m3) de volumen, a pesar de que hayan de ser machacadas antes de su colocación en el terraplén.

Además, pertenecen a este tipo de excavación en tierra, los bancos rocosos con espesor menor de cincuenta centímetros (0,50 cm.).

**Excavación en roca**

Se define como roca el terreno que sólo puede excavar mediante voladuras o maquinaria de aire comprimido.

Como roca se clasifican también inclusiones y filones de roca que se encuentran en el granito descompuesto cuyo espesor sea mayor de cincuenta centímetros (0,50 m.), además de rocas erráticas y trozos de roca con volumen mayor de medio metro cúbico (0,500 m3).

La excavación no clasificada se entenderá en el sentido de que, a efectos de abono, el terreno a excavar es homogéneo, con independencia de los distintos tipos que realmente se presenten.

**iii. Operaciones que comprende**

La ejecución de la presente unidad incluye las operaciones siguientes:

- Excavación de la explanación, que puede ser en tierra, en roca o no clasificada.
- Carga y transporte a vertedero, acopio o lugar de empleo.
- Descarga y acopio, si procede.



- Acabado de la explanación.

#### iv. Ejecución de las obras

##### Trabajos preparatorios

De no existir en el Cuadro nº 1 precios unitarios independientes para las unidades de "Desbroce del Terreno" y de "Excavación de tierra vegetal", se considera que dichas operaciones quedan incluidas en la presente unidad.

Una vez desbrozada la traza y retirada la tierra vegetal necesaria, se procederá a la toma de los perfiles iniciales y a continuación se iniciarán las obras de excavación de acuerdo con las dimensiones indicadas en los Planos.

El Contratista indicará a la Dirección de obra, con la suficiente antelación, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni resolverá sin autorización de la Dirección de obra.

##### Excavación en tierra

Cuando la Dirección lo ordene, en los tramos finales de desmonte se excavará adicionalmente, en unos veinte metros (20 m.) de longitud, una sección cuneiforme, empezando en cero (0) en la zona de desmonte que diste veinte metros (20 m.) del punto de transición y acabando en setenta y cinco centímetros (0,75 m.) de profundidad, en el punto de transición, respecto a la rasante de la explanación. El material excavado se sustituirá por aquel que forma el terraplén continuo, aplicándolo en capas de igual espesor y compactación.

##### Excavación en roca

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca de sustención situada debajo de la futura explanada de la carretera. En general, estas excavaciones se iniciarán por la parte superior, en capas de altura convenientes para evitar los perjuicios indicados anteriormente.

En las excavaciones en roca el Contratista deberá excavar, como mínimo, quince centímetros (0,15 m.) por debajo de la cota inferior de la capa más baja del firme y la excavación resultante se rellenará con material adecuado hasta la indicada cota, salvo que se haya previsto en el Proyecto una explanada mejorada o capa similar a este fin. Dicho relleno será de abono, aplicándose el precio unitario de "Terraplén", con análoga salvedad.

Si como consecuencia de los barrenos empleados, las excavaciones en roca maciza presentaran cavidades en las que el agua quedase detenida, el Contratista dispondrá a su costa los rellenos correspondientes en la forma que le ordene la Dirección de la obra.

Los taludes en roca han de adaptarse a la naturaleza de la misma. Se eliminarán las peñas colgantes que sean peligrosas y refinará o nivelará la superficie resultante de acuerdo con las instrucciones de la Dirección.

##### Destino de los materiales excavados

El destino de los materiales excavados podrá ser uno de los siguientes: Terraplén, rellenos, cualquier otro lugar de empleo, acopio o vertedero.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación de la explanación se utilizarán en lo posible, en la formación de terraplenes, pedraplenes, rellenos, encanchados, plantaciones, etc., y demás usos fijados en el Proyecto o señalados por la Dirección de obra.

Irán a acopio, para su utilización posterior, aquellos materiales que siendo utilizables no puedan utilizarse inmediatamente.

Los fragmentos de bolos de piedra y roce que aparezcan en la explanada, deberán transportarse a acopio, lugar de empleo o vertedero, según ordene la Dirección, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene, para su empleo en terraplenes o rellenos. La dirección podrá ordenar que estos fragmentos se utilicen en la protección de taludes o canalizaciones de agua que se realicen como defensa contra la posible erosión de zonas vulnerables o cualquier otro fin análogo.

La Dirección de obra podrá disponer que, en lugar de enviar a vertedero los materiales rechazados, se destinen a la ampliación o mejora de taludes, rellenos, etc.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 157 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

Con autorización de la Dirección, podrá el Contratista usar los materiales destinados a la construcción de terraplenes en otros lugares de la obra, pero, en todos casos, vendrá obligado a proporcionar a sus expensas, una cantidad análoga de material de características aprobadas por la Dirección de obra, en sustitución de aquellos.

Los materiales no utilizables se transportarán a vertedero. Irán a vertedero todos los materiales excavados que estén formados por turbas, humus, materiales congelados, etc., y aquellos rechazados por inadecuados. No se enviará a vertedero ningún material sin la previa autorización de la Dirección de obra.

#### **Acabado de la explanación**

Cuando la Dirección lo considere necesario, se pasará sobre la superficie resultante, una vez terminada la excavación, un supercompactador de cincuenta toneladas (50 Tm.). Las veces que sea preciso para localizar las áreas inestables y compactar adicionalmente las inferiores. Los pozos y oquedades que aparezcan se rellenarán y estabilizarán hasta que su superficie se ajuste al resto.

Si el material encontrado correspondiese a lo que más adelante se define como "suelo tolerable", la Dirección podrá ordenar una sustitución de este último por un "suelo adecuado", en una profundidad de hasta cincuenta centímetros (0,50 m.), a fin de conseguir continuidad a lo largo de toda la obra, de la capa denominada coronación de terraplén.

Si aparecen suelos inadecuados, el Contratista excavará y transportará a vertedero tales materiales y los reemplazará por "suelos adecuados", en la profundidad y condiciones que en cada caso señale la Dirección.

Las zonas inestables de pequeña superficie (blandones), deberán ser saneadas de acuerdo con las instrucciones de la Dirección. Se excavará el material inestable, transportándolo a vertedero y se sustituirá por material procedente de otras excavaciones o de préstamos, que por lo menos tendrá la calidad de "suelo adecuado". La Dirección podrá ordenar operaciones especiales para la estabilización de estas zonas.

Los arcones, taludes y cunetas deberán refinarse de acuerdo con lo que sobre el particular se señale en los planos u ordene la Dirección cuidando especialmente las transiciones entre taludes de distinta inclinación, así como el paso de las secciones en desmonte a las secciones en terraplén.

#### **Drenaje durante los trabajos**

Con el fin de garantizar un desagüe libre, las explanadas provisionales en los desmontes se construirán con la pendiente suficiente.

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación se aliviarán las aguas superficiales y de filtración, ejecutando las zanjas y drenajes superficiales provisionales que sean precisos.

Los cauces del agua existentes no se modificarán en el transcurso de la ejecución de las obras sin autorización previa de la Dirección.

### **3.9.5.- TERRAPLENES**

#### **i. Ejecución de las obras**

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

#### **Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.**

Si el relleno tipo terraplén se construye sobre terreno natural, se efectuará en primer lugar, de acuerdo con lo estipulado en los artículos "Desbroce del terreno" y "Excavación en explanación" de este Pliego, el desbroce del citado terreno y la eliminación de la capa de tierra vegetal.

Sin embargo el Proyecto o el Director de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego, podrán eximir de la eliminación de la capa de tierra vegetal en rellenos tipo terraplén de más de diez metros (10 m) de altura, donde los asientos a que pueden dar lugar, en particular los diferidos, sean pequeños comparados con los totales del relleno y siempre que su presencia no implique riesgo de inestabilidad.





En rellenos tipo terraplén sobre suelos compresibles y de baja resistencia, sobre todo en el caso de suelos orgánicos o en zonas pantanosas, la vegetación podrá mejorar la sustentación de la maquinaria de movimiento de tierras y facilitar las operaciones de compactación de las primeras tongadas. En estos casos el Proyecto o el Director de las Obras, podrán indicar su posible conservación.

Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del terreno natural en la extensión y profundidad especificada en el Proyecto.

Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el relleno tipo terraplén, se escarificará el terreno de acuerdo con la profundidad prevista en el Proyecto y se tratará conforme a las indicaciones relativas a esta unidad de obra, dadas en el artículo 302, "Escarificación y compactación" de del PG-3, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural. Cuando lo indique el Proyecto, se extenderán capas de materiales granulares gruesos o láminas geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas del relleno.

Si el relleno tipo terraplén debe construirse sobre un firme preexistente, éste se escarificará y compactará según lo indicado en el artículo 303 "Escarificación y compactación del firme existente" de este Pliego. En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos tipo terraplén se prepararán éstos, mediante banquetas u otras actuaciones pertinentes, a fin de conseguir la adecuada unión con el nuevo relleno.

Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Cuando el relleno tipo terraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que exista agua superficial, se conducirá el agua fuera del área donde vaya a construirse, antes de comenzar su ejecución, mediante obras que podrán tener el carácter de accesorias, y que se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, siguiendo las instrucciones del Director de las Obras.

Las tongadas susceptibles de saturarse durante la vida del relleno tipo terraplén se construirán, de acuerdo con el Proyecto, con un material en el que la granulometría impida el arrastre de partículas y en el que las deformaciones que puedan producirse al saturarse sean aceptables para las condiciones de servicio definidas en el Proyecto.

Las transiciones de desmonte a relleno tipo terraplén se realizarán, tanto transversal como longitudinalmente, de la forma más suave posible según lo indicado en el Proyecto o en su defecto, excavando el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no mayor de un medio (1V:2H). Dicha pendiente se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de al menos un metro (1 m).

En los rellenos tipo terraplén situados a media ladera, se escalonará la pendiente natural del terreno de acuerdo con lo indicado en el Proyecto. Las banquetas así originadas deberán quedar apoyadas en terreno suficientemente firme. Su anchura y pendiente deberán ser tales que la maquinaria pueda trabajar con facilidad en ellas.

En general y especialmente en las medias laderas donde, a corto y largo plazo, se prevea la presencia de agua en la zona de contacto del terreno con el relleno, se deberán ejecutar las obras necesarias, recogidas en el Proyecto, para mantener drenado dicho contacto.

Dado que las operaciones de desbroce, escarificado y escalonado de las pendientes dejan la superficie de terreno fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento previsto y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones de la superficie.





La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas deberán ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

#### Extensión de las tongadas.

Una vez preparado el apoyo del relleno tipo terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales, que se han definido anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final.

El espesor de estas tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, será de treinta centímetros (30 cm). En todo caso, el espesor de tongada ha de ser superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del material a utilizar.

El extendido se programará y realizará de tal forma que los materiales de cada tongada sean de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director de las Obras.

Los rellenos tipo terraplén sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos. En rellenos de más de cinco metros (5 m) de altura, y en todos aquellos casos en que sea previsible una fuerte erosión de la superficie exterior del relleno, se procederá a la construcción de caballones de tierra en los bordes de las tongadas que, ayudados por la correspondiente pendiente longitudinal, lleven las aguas hasta bajantes dispuestas para controlar las aguas de escorrentía. Se procederá asimismo a la adopción de las medidas protectoras del entorno, previstas en el Proyecto o indicadas por el Director de las Obras, frente a la acción, erosiva o sedimentaria, del agua de escorrentía.

Salvo prescripción en contra del Proyecto o del Director de las Obras, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa y, en general, en el sentido longitudinal de la vía.

Deberá conseguirse que todo el perfil del relleno tipo terraplén quede debidamente compactado, para lo cuál, se podrá dar un sobreancho a la tongada del orden de un metro (1 m) que permita el acercamiento del compactador al borde, y después recortar el talud. En todo caso no serán de abono estos sobreanchos.

#### Humectación o desecación.

En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará esta operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras, préstamos), bien en acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas adecuados para asegurar la citada uniformidad (desmenuzamiento previo, uso de rodillos "pata de cabra", etc.).

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas, para conseguir la compactación prevista, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

#### Compactación.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 160 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

Los valores de densidad y humedad a alcanzar serán los que se indican en los apartados de "Grado de compactación" y de "Humedad de puesta en obra" de este artículo, o los que, en su caso, fijen el Proyecto o el Director de las Obras.

Las zonas de trasdós de obra de fábrica, zanjas y aquellas, que por reducida extensión, u otras causas, no puedan compactarse con los medios habituales tendrá la consideración de rellenos localizados y se estará a lo dispuesto en el artículo "Rellenos localizados" de este Pliego.

#### Control de la compactación.

##### \* Generalidades.

El Control de la compactación tendrá por objeto comprobar por un lado que cada tongada cumple las condiciones de densidad seca y humedad, según lo establecido en el apartado de "Compactación" de este artículo así como por el Proyecto y el Director de las Obras, y por otro lado, que las características de deformabilidad sean las adecuadas para asegurar un comportamiento aceptable del relleno.

A este efecto, el control se efectuará por el método de "Control de producto terminado", a través de determinaciones "in situ" en el relleno compactado, comparándose los resultados obtenidos con los correspondientes valores de referencia. En circunstancias especiales, el Proyecto o el Director de las Obras podrán prescribir, además, la realización de ensayos complementarios para caracterizar las propiedades geotécnicas del relleno (resistencia al corte, expansividad, colapso, etc.).

Con este método de "Control de producto terminado" se considerará que la compactación de una tongada es aceptable siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- La densidad seca "in situ" es superior al máximo valor mínimo establecido en este Pliego, en el Proyecto o por el Director de las Obras, y el grado de saturación se encuentra dentro de los límites establecidos en el Proyecto, o en su defecto en este Pliego. Estos aspectos se comprobarán conforme a lo indicado en el apartado de "Análisis de los resultados" de este artículo.
- El módulo de deformación vertical en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2) según NLT 357 es como mínimo, según el tipo de material y en función de la zona de obra de que se disponga, el siguiente:

\* En cimiento, núcleo y espaldones, cincuenta megapascals (Ev2 = 50 MPa) para los suelos seleccionados y treinta megapascals (Ev2 = 30 MPa) para el resto.

\* En coronación, cien megapascals (Ev2 = 100 MPa) para los suelos seleccionados y sesenta megapascals (Ev2 = 60 MPa) para el resto.

\* En este ensayo de carga sobre placa ejecutado conforme a NLT 357, la relación, K, entre el módulo de deformación obtenido en el segundo ciclo de carga, Ev2 y el módulo de deformación obtenido en el primer ciclo de carga, Ev1, no puede ser superior a dos con dos (K=2,2).

Cuando lo indique el Proyecto o lo aconsejen las características del material o de la obra, y previa autorización del Director de las Obras, las determinaciones "in situ" de densidad, humedad, y módulo de deformación se complementarán por otras, como los ensayos de huella ejecutados según NLT 256 o el método de "Control de procedimiento" a partir de bandas de ensayo previas. En estas últimas deberán quedar definidas, para permitir su control posterior, las operaciones de ejecución, equipos de extendido y compactación, espesores de tongada, humedad del material y número de pasadas, debiendo comprobarse en esas bandas de ensayo que se cumplen las condiciones de densidad, saturación, módulo de deformación y relación de módulos que se acaban de establecer. En estas bandas o terraplenes de ensayo el número de tongadas a realizar será, al menos, de tres (3).



El Proyecto o el Director de las Obras podrán establecer la utilización de ensayos complementarios para la comprobación del comportamiento del relleno o de determinadas características del mismo (como los ensayos de Cross-hole, ondas superficiales, ensayos penetrométricos, asentómetros, células de presión total o intersticial, etc.).

\* Ensayos de referencia.

a. Ensayo de compactación Próctor:

El Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, señalará, entre el Próctor normal (UNE 103500) o el Próctor modificado (UNE 103501), el ensayo a considerar como Próctor de referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Próctor modificado.

En este sistema de control, se clasificarán los materiales a utilizar en grupos cuyas características sean similares. A estos efectos se consideran similares aquellos materiales en los que se cumpla, en un mínimo de tres (3) muestras ensayadas, lo siguiente:

- Pertenencia al mismo tipo de clasificación definida en el apartado de "Clasificación de los materiales" de este artículo.
- Rangos de variación de la densidad seca máxima en el ensayo Próctor de referencia no superiores al tres por ciento (3%).
- Rangos de variación de la humedad óptima en el ensayo Próctor de referencia no superiores al dos por ciento (2%).

Dentro de cada grupo se establecerán los correspondientes valores medios de la densidad seca máxima y de la humedad óptima que servirán de referencia para efectuar el análisis de los resultados del control. Se determinará asimismo la zona de validez indicada en el apartado de "Análisis de los resultados" de este artículo.

El volumen de cada uno de esos grupos será mayor de veinte mil metros cúbicos (20.000 m³). En caso contrario se recurrirá a otro procedimiento de control.

En el caso de que los materiales procedentes de una misma zona de extracción no puedan agruparse de la forma anteriormente descrita ni sea posible separarlos para su aprovechamiento, no será aplicable el método de control de producto terminado mediante ensayos Próctor, debiéndose recurrir al empleo intensivo del ensayo de carga con placa según NLT 357, con alguno complementario como el de huella según NLT 256, o el método de control de procedimiento, según determine el Director de las Obras.

b. Ensayo de carga con placa:

Para determinar el módulo de deformación del relleno tipo terraplén se utilizará el ensayo de carga con placa. Las dimensiones de dicha placa serán tales que su diámetro o lado sea al menos cinco (5) veces superior al tamaño máximo del material utilizado. En ningún caso la superficie de la placa será inferior a setecientos centímetros cuadrados (700 cm²). El ensayo se realizará según la metodología NLT 357 aplicando la presión, por escalones, en dos ciclos consecutivos de carga.

En caso de necesidad, el Proyecto podrá fijar otras condiciones de ensayo que las de la norma indicada, en cuyo caso deberá establecer los valores correspondientes a exigir para el módulo de deformación del segundo ciclo de carga Ev2, y para la relación K entre módulos de segundo y primer ciclos de carga.

c. Ensayo de la huella:

En el caso de realizar el ensayo de la huella se utilizará la norma NLT 256, en la que se indica el control de asientos, sobre diez (10) puntos separados un metro (1 m), antes y después del paso del camión normalizado.



El ensayo de huella se efectuará correlacionado con el ensayo de placa de carga NLT 357 y por tanto los valores de huella admisibles serán aquellos que garanticen el resultado de la placa de carga. Los mismos serán establecidos por el Director de las Obras a propuesta del Contratista apoyada por los correspondientes ensayos de contraste.

En todo caso los valores de huella admisible no serán superiores a los siguientes:

- En cimiento, núcleo y espaldones: cinco milímetros (5 mm).
- En coronación: tres milímetros (3 mm).

\* Determinación "in situ".

a. Definición de lote:

Dentro del tajo a controlar se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, al menor que resulte de aplicar a una sola tongada de terraplén los siguientes criterios:

- Una longitud de carretera (una sola calzada en el caso de calzadas separadas) igual a quinientos metros (500 m).
- En el caso de la coronación una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) y en el resto de las zonas, una superficie de cinco mil metros cuadrados (5.000 m<sup>2</sup>) si el terraplén es de menos de cinco metros (5 m) de altura y de diez mil metros cuadrados (10.000 m<sup>2</sup>) en caso contrario. Descontando siempre en el conjunto de estas superficies unas franjas de dos metros (2 m) de ancho en los bordes de la calzada y los rellenos localizados según lo definido en el artículo "Rellenos localizados" de este pliego.
- La fracción construida diariamente.
- La fracción construida con el mismo material, del mismo préstamo y con el mismo equipo y procedimiento de compactación.

Nunca se escogerá un lote compuesto de fracciones correspondientes a días ni tongadas distintas, siendo por tanto entero el número de lotes escogido por cada día y tongada.

b. Muestras y ensayos a realizar en cada lote:

Dentro de la zona definida por el lote se escogen las siguientes muestras independientes:

- Muestra de superficie: Conjunto de cinco (5) puntos, tomados en forma aleatoria de la superficie definida como lote. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- Muestra de borde: En cada una de las bandas de borde se fijará un (1) punto por cada cien metros (100 m) o fracción. Estas muestras son independientes de las anteriores e independientes entre sí. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- Determinación de deformaciones: En coronación se hará un ensayo de carga con placa según NLT 357 por cada uno de los lotes definidos con anterioridad. En el resto de las zonas el Director de las Obras podrá elegir entre hacer un ensayo de placa de carga por cada lote o bien hacer otro tipo de ensayo en cada lote, como puede ser el de huella, de forma que estando convenientemente correlacionadas se exijan unos valores que garanticen los resultados del ensayo de placa de carga, aspecto este que se comprobará, al menos, cada cinco (5) lotes.

La determinación de deformaciones habrá de realizarse siempre sobre material en las condiciones de densidad y grado de saturación exigidas, aspecto que en caso de duda, y en cualquier caso que el Director de las Obras así lo indique, habrá de comprobarse. Incluso se podrá obligar a eliminar la costra superior de material desecado antes de realizar el ensayo.



Para medir la densidad seca "in situ" podrán emplearse procedimientos de sustitución (método de la arena UNE 103503, método del densómetro, etcétera), o preferentemente métodos de alto rendimiento como los métodos nucleares con isótopos radiactivos.

En todo caso, antes de utilizar estos últimos, se calibrarán sus resultados con las determinaciones dadas por los procedimientos de sustitución. Esta calibración habrá de ser realizada para cada uno de los grupos de materiales definidos en el apartado "Determinación in situ" a) de este artículo y se comprobará al menos una vez por cada diez (10) lotes ensayados. De forma análoga se procederá con los ensayos de humedad, por secado según UNE 103300 y nucleares.

Para espesores de tongada superiores a treinta centímetros (30 cm) habrá de garantizarse que la densidad y humedad medidas se corresponden con las del fondo de la tongada.

## ii. Limitaciones a la ejecución

Los rellenos tipo terraplén se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite, salvo que se justifique adecuadamente la viabilidad de la puesta en obra y la consecución de las características exigidas y esta justificación fuese aceptada por el Director de las Obras.

El Director de las Obras deberá tener en cuenta la influencia de las lluvias antes de aprobar el extendido y compactación del relleno.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible se eliminará el espesor de las tongadas afectado por el paso del tráfico.

## iii. Medición y abono

Los rellenos tipo terraplén se abonarán por metros cúbicos (m³), medidos sobre los planos de perfiles transversales, siempre que los asientos medios del cimiento debido a su compresibilidad sean inferiores, según los cálculos del Proyecto, al dos por ciento (2 %) de la altura media del relleno tipo terraplén.

En caso contrario podrá abonarse el volumen de relleno correspondiente al exceso ejecutado sobre el teórico, siempre que este asiento del cimiento haya sido comprobado mediante la instrumentación adecuada, cuya instalación y coste correrá a cargo del Contratista.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido a un exceso de excavación o cualquier otro caso de ejecución incorrecta imputable al Contratista ni las creces no previstas en este Pliego, en el Proyecto o previamente autorizadas por el Director de las Obras, estando el Contratista obligado a corregir a su costa dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

## 3.10.- PAVIMENTACIÓN

### 3.10.1.- BASES DE HORMIGÓN HIDRÁULICO CONVENCIONAL

#### i. Definición

Las bases de hormigón para pavimento consistirán en una capa de hormigón hidráulico compactado mediante vibrado.



## ii. Materiales

El hormigón empleado será el descrito en el Documento de Presupuesto. Asimismo los materiales constituyentes del hormigón cumplirán con lo especificado en el Artículo "Obras de hormigón en masa o armado" de este Pliego.

Los áridos que se utilicen para la fabricación del hormigón para capas de base de los firmes de calzadas, tendrán un coeficiente de desgaste de los Ángeles inferior a treinta y cinco (35). Su tamaño máximo será de 40 mm.

El hormigón se fabricará con cementos tipo CEM-I, CEM-II, ó ESP-VI.

La consistencia del hormigón será plástica, con asiento en el cono de Abrams comprendido entre tres y cinco centímetros (3 y 5 cm).

La resistencia característica a compresión simple a los 28 días será la especificada en el Proyecto.

## iii. Ejecución

La fabricación, transporte, vertido, compactación mediante vibrado, el hormigonado en condiciones especiales y el tratamiento de juntas se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido para estos aspectos en el Artículo "Obras de hormigón en masa o armado".

No se procederá a la extensión del material hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene grado de compactación requerido y rasantes indicadas en los planos.

La superficie de asiento deberá estar limpia de materias extrañas y su acabado será regular.

Inmediatamente antes de la extensión del hormigón y si no está previsto un riego de sellado u otro sistema, se regará la superficie de forma que quede húmeda, evitando que se formen charcos.

La extensión del hormigón se realizará tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, de forma tal que después de la compactación se obtenga la rasante y sección definidas en los planos, con las tolerancias establecidas en las presentes prescripciones.

No se permitirán el vuelco directo sobre la explanada, la formación de caballones ni la colocación por semiancho adyacentes con más de una (1) hora de diferencias entre los instantes de sus respectivas extensiones, a no ser que la Dirección de Obra autorice la ejecución de una junta longitudinal. Cuando el ancho de la calzada lo permita se trabajará hormigonando todo el ancho de la misma, sin juntas de trabajo longitudinales.

Los encofrados deberán permanecer colocados al menos ocho (8) horas. El curado del hormigón en las superficies expuestas deberá comenzar inmediatamente después.

Se prohíbe toda adición de agua a las masas a su llegada al tajo de hormigonado.

En las bases de hormigón se dispondrán juntas de dilatación y contracción en los lugares indicados en los planos o según criterios establecidos por el Director de obra. Para la ejecución de juntas se seguirá lo dispuesto en el artículo "Juntas de contracción y dilatación" de este pliego.

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede permanentemente vertical, debiendo recortarse la base anteriormente terminada.

Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más de dos (2) horas. Si se trabaja por fracciones del ancho total se dispondrán juntas longitudinales si existe un desfase superior a una (1) hora entre las operaciones en franjas adyacentes.

El hormigón se vibrará con los medios adecuados, que han de ser expresamente aprobados por el Director de obra.





La superficie acabada no presentará irregularidades mayores de 10 mm cuando se compruebe con regla de 3 m, tanto paralela como normalmente al eje de la vía. Para lograr esta regularidad superficial se utilizarán los medios adecuados (fratás, maestras, reglas vibrantes, etc), que han de ser expresamente aprobados por el Director de obra.

La base de hormigón se curará mediante riego continuo con agua. Si el Director prevé la imposibilidad de controlar esta operación, puede prescribir el curado con emulsión asfáltica o con productos filmógenos.

Antes de permitir el paso de tráfico de cualquier naturaleza o de extender una nueva capa deberá transcurrir un tiempo mínimo de 3 días.

#### iv. Control y criterios de aceptación y rechazo

##### Control del hormigón

El control del hormigón se realizará mediante el control de la consistencia y el de la resistencia a compresión simple a los 28 días, de acuerdo con lo establecido en el artículo "Obras de hormigón en masa o armado" de este pliego.

Salvo que el Director haya autorizado expresamente la utilización de plastificantes, el asiento en el cono de Abrams no superará los 5 cm en el momento de la puesta en obra.

La formación de lotes y muestreo para el control de la resistencia se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

- Los lotes para control de resistencia serán de un volumen de 100 m<sup>3</sup>, o la producción de un máximo de 1 semana.
- En cada uno de los lotes se empleará un N = 2.

Cuando en un lote de control se obtenga

$$f_{est} \geq f_{ck}$$

tal parte de la obra se aceptará.

Cuando resulte

$$f_{ck} > f_{est} \geq 0,90 f_{ck}$$

la obra se aceptará, pero dará lugar a una penalización, según se establece en el apartado siguiente.

Cuando

$$f_{est} < 0,90 f_{ck}$$

se procederá a realizar ensayos de información consistente en la extracción al menos de 3 testigos aleatoriamente localizados en la extensión del lote afectado, cuando éste tenga una edad superior a 28 días.

Los testigos se extraerán y ensayarán de acuerdo con las Normas UNE 83302-84 y 83304-84.

La resistencia característica estimada se deducirá de los resultados de la resistencia a compresión de los testigos extraídos. La resistencia a compresión de los testigos deberá ser previamente corregida por edad en caso de que se superen los 56 días para aplicar, en su caso, la penalización establecida en el siguiente apartado.

En el caso de que los ensayos de información llegasen a

$$f_{est} \geq 0,80 f_{ck}$$

se aceptará la obra con penalización.

En otro caso se estará a lo dispuesto por el Director de obra, quien podrá, según su criterio, ordenar, demoler y reconstruir la parte afectada.

En ningún caso se aceptarán bases con

$$f_{est} < 0,7 f_{ck}$$





Control de espesor de la capa

El espesor de la capa de hormigón será, como mínimo, el previsto en los planos de Proyecto.

Si la diferencia entre el espesor real y el de Proyecto es inferior a 1/10 del espesor, se recibirá la unidad de obra, aplicándose las penalizaciones correspondientes. Si la diferencia es mayor se procederá a la demolición y reconstrucción de la base de hormigón.

**v. Penalizaciones**

Se realizarán de acuerdo con lo indicado en el apartado "Control y criterios de aceptación y rechazo" del artículo "Obras de hormigón en masa o armado" del presente Pliego.

**vi. Medición y abono**

Las bases de hormigón se abonarán por m<sup>3</sup> realmente colocados, medidos en las secciones tipo señaladas en los planos.

**3.10.2.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

**3.10.2.1.- Central de fabricación**

La capacidad mínima de acopio de cemento corresponderá al consumo de una jornada y media (1,5) a rendimiento normal, salvo que la distancia al punto de aprovisionamiento fuera inferior a cien kilómetros (100 km), en cuyo caso el límite se podrá rebajar a una (1) jornada, previa autorización del Director de las Obras.

El hormigón se fabricará en centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar, simultáneamente, el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. La producción horaria de la central de fabricación deberá ser capaz de suministrar el hormigón sin que la alimentación de la pavimentadora se interrumpa y, en cualquier caso, no podrá ser inferior a la correspondiente a una velocidad de avance de la pavimentadora de sesenta metros por hora (60 m/h).

En pavimentos para carreteras con categorías de tráfico pesado T00 a T1, la central de fabricación estará dotada de un higrómetro dosificador de agua y de un sistema de registro y, en su caso, con visualización de la potencia absorbida por los motores de accionamiento de los mezcladores, y de las pesadas en los áridos, cemento, agua y eventuales aditivos.

Las tolvas para áridos deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Para el cemento a granel se utilizará una báscula independiente de la utilizada para los áridos. El mecanismo de carga estará enclavado contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada estuviera adecuadamente cargada. El de descarga contra una eventual apertura antes de que la carga del cemento en la tolva de pesada hubiera finalizado, y de que la masa del cemento en ella difiriera en menos del uno por ciento (1%) de la especificada; además estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los áridos.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 167 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

La dosificación de los áridos se podrá efectuar por pesadas acumuladas en una (1) sola tolva o individualmente con una (1) tolva de pesada independiente para cada fracción.

En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán enclavadas entre sí, de forma que:

- No podrá descargar más de un (1) silo al mismo tiempo.
- El orden de descarga no podrá ser distinto al previsto.
- La tolva de pesada no se podrá descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los áridos, y estén cerradas todas las descargas de las tolvas.
- La descarga de la tolva de pesada deberá estar enclavada contra una eventual apertura antes de que la masa de árido en la tolva, difiera en menos de un uno por ciento (1%) del acumulado de cada fracción.

Si se utilizasen tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La descarga de cada tolva de pesada deberá estar enclavada contra una eventual apertura antes de que la masa de árido en ella difiera en menos de un dos por ciento (2%) de la especificada.

El enclavamiento no permitirá que se descargue parte alguna de la dosificación, hasta que todas las tolvas de los áridos y la del cemento estuvieran correctamente cargadas, dentro de los límites especificados. Una vez comenzada la descarga, quedarán enclavados los dispositivos de dosificación, de tal forma que no se pueda comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de masa de las balanzas a cero, con una tolerancia del tres por mil (0,3%) de su capacidad total.

Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones y de movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando ésta funcione, sus lecturas, después de paradas las agujas, no difieran de la masa designada en más del uno por ciento (1%) para el cemento, uno y medio por ciento (1,5%) para cada fracción del árido o uno por ciento (1%) para el total de las fracciones si la masa de éstas se determinase conjuntamente.

Su precisión no deberá ser inferior al cinco por mil (0,5%) para los áridos, ni al tres por mil (0,3%) para el cemento. El agua añadida se medirá en masa o volumen, con una precisión no inferior al uno por ciento (1%) de la cantidad total requerida.

Una vez fijadas las proporciones de los componentes la única operación manual que se podrá efectuar para dosificar los áridos y el cemento de una amasada será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente, a juicio del Director de las Obras. Los aditivos en polvo se dosificarán en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al tres por ciento (□□ 3%) de la cantidad especificada de producto.

El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deberán estar enclavados de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

### 3.10.2.2.- Elementos de transporte

El transporte del hormigón fresco, desde la central de fabricación hasta el equipo de extensión, se realizará con camiones sin elementos de agitación, de forma que se impida toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en aquél. Su caja deberá ser lisa y estanca, y estar perfectamente



limpia, para lo cual se deberá disponer de un equipo adecuado. Estos camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor para proteger el hormigón fresco durante su transporte evitando la excesiva evaporación del agua o la intrusión de elementos extraños.

Deberán disponerse los equipos necesarios para la limpieza de los elementos de transporte antes de recibir una nueva carga de hormigón.

La producción horaria del equipo de transporte deberá ser capaz de suministrar el hormigón sin que la alimentación de la pavimentadora se interrumpa a la velocidad de avance aprobada por el Director de las Obras, considerada como mínimo de sesenta metros por hora (60 m/h).

### 3.10.2.3.- Equipos de puesta en obra del hormigón

#### ➤ PAVIMENTADORAS DE ENCOFRADOS DESLIZANTES

El equipo de puesta en obra del hormigón estará integrado como mínimo por las siguientes máquinas:

- Un equipo para el reparto previo del hormigón fresco, con un espesor uniforme y a toda la anchura de pavimentación. En pavimentos de carreteras con categorías de tráfico pesado T00 a T2, se empleará una extendidora y en el resto de los casos el Director de las Obras podrá autorizar el empleo de una pala mecánica de cazo ancho.
- Una pavimentadora de encofrados deslizantes por cada capa de construcción, capaz de extender, vibrar y enrasar uniformemente el hormigón fresco. La que se emplee en la capa superior deberá realizar, además, un fratasado de forma que se obtenga mecánicamente una terminación regular y homogénea, que no necesite retoques manuales.

La pavimentadora deberá estar equipada con un sistema de guía por cable, debiendo actuar los servomecanismos correctores apenas las desviaciones de la pavimentadora rebasen tres milímetros (3 mm) en alzado, o diez milímetros (10 mm) en planta.

La pavimentadora estará dotada de encofrados móviles de dimensiones, forma y resistencia suficientes para sostener el hormigón lateralmente durante el tiempo necesario para obtener la sección transversal prevista, sin asiento del borde de la losa. Tendrá los dispositivos adecuados acoplados para mantener limpios los caminos de rodadura del conjunto de los equipos de extensión y terminación.

La pavimentadora deberá poder compactar adecuadamente el hormigón fresco en toda la anchura del pavimento, mediante vibración interna aplicada por elementos cuya separación estará comprendida entre cuarenta y sesenta centímetros (40 a 60 cm), medidos entre sus centros. La separación entre el centro del vibrador extremo y la cara interna del encofrado correspondiente no excederá de quince centímetros (15 cm). La frecuencia de cada vibrador no será inferior a ochenta hertzios (80 Hz), y la amplitud será suficiente para ser perceptible en la superficie del hormigón fresco a una distancia de treinta centímetros (30 cm).

Los elementos vibratorios de las máquinas no se deberán apoyar sobre pavimentos terminados, y dejarán de funcionar en el instante en que éstas se detengan.

La longitud de la maestra enrasadora de la pavimentadora deberá ser suficiente para que no se aprecien ondulaciones en la superficie del hormigón extendido.

Si los pasadores o las barras de unión se insertan en el hormigón fresco por vibración, el equipo de inserción no requerirá que la pavimentadora se detenga y, para los pasadores, deberá estar dotado de un dispositivo que señale automáticamente su posición, a fin de garantizar que las juntas queden centradas en ellos con una tolerancia máxima de cincuenta milímetros (50 mm) respecto de la posición real.



Detrás del equipo de inserción de los pasadores, o si el hormigón se extiende en una única capa, la pavimentadora deberá ir provista de un fratas mecánico transversal oscilante, capaz de corregir todo tipo de irregularidades; así mismo se arrastrará una arpillera mojada que borre las huellas producidas por el fratas.

La arpillera consistirá en un paño de yute con un peso mínimo de trescientos gramos por metro cuadrado (300 g/m<sup>2</sup>), que cubra toda la superficie de terminación con una longitud de asiento al arrastrar mínima de un metro y medio (1,5 m). Además de mantenerse húmeda, se deberá cambiar o lavar periódicamente.

Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4, si la junta longitudinal se ejecuta en fresco, la pavimentadora deberá ir provista de los dispositivos automáticos necesarios para dicha operación.

En pavimentos de carreteras con categorías de tráfico pesado T00 a T2, la pavimentadora para el hormigón extendido en una capa, o para la capa superior si se extiende en dos capas, estará dotada de un fratas mecánico longitudinal oscilante. Antes de la ejecución de la textura superficial, se arrastrará una arpillera mojada y lastrada a toda la anchura de la pavimentación, hasta borrar las huellas dejadas por el fratas.

#### ➤ **EQUIPOS MANUALES DE EXTENSIÓN DEL HORMIGÓN**

En áreas pequeñas o reparaciones en las que se utilice hormigón con superplastificantes (reductores de agua de alta actividad), el Director de las Obras podrá autorizar su extensión y compactación por medios manuales. En este caso, para enrasar el hormigón se utilizará una regla vibrante ligera.

Si el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares admitiera el fratasado manual, o si el Director de las Obras lo autorizara, en aquellos lugares que, por su forma o por su ubicación, no sea posible el empleo de máquinas, la superficie del hormigón se alisará y nivelará con fratas de longitud no inferior a cuatro metros (4 m) y una anchura no inferior a diez centímetros (10 cm), rigidizados con costillas y dotados de un mango suficientemente largo para ser manejados desde zonas adyacentes a la de extensión.

En carreteras con categorías de tráfico pesado T3 y T4, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá admitir el fratasado manual.

#### ➤ **SIERRAS**

Las sierras para la ejecución de juntas en el hormigón endurecido deberán tener una potencia mínima de dieciocho caballos (18 CV) y su número deberá ser suficiente para seguir el ritmo de hormigonado sin retrasarse, debiendo haber siempre al menos una (1) de reserva. El número necesario de sierras se determinará mediante ensayos de velocidad de corte del hormigón en el tramo de prueba. El tipo de disco deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

Las sierras para juntas longitudinales deberán estar dotadas de una guía de referencia para asegurar que la distancia a los bordes del pavimento se mantiene constante.

#### ➤ **DISTRIBUIDOR DEL PRODUCTO FILMÓGENO DE CURADO**

Los pulverizadores deberán asegurar un reparto continuo y uniforme en toda la anchura de la losa y en sus costados descubiertos, e ir provistos de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento y de otro mecánico en el tanque de almacenamiento del producto, que lo mantendrá en continua agitación durante su aplicación.

En zonas pequeñas, irregulares o inaccesibles a dispositivos mecánicos, el Director de las Obras podrá autorizar el empleo de pulverizadores manuales.



### 3.10.3.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.10.3.1.- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo

La producción del hormigón no se podrá iniciar en tanto que el Director de las Obras no haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación y en el tramo de prueba, la cual deberá señalar, como mínimo:

- La identificación y proporción ponderal en seco de cada fracción del árido en la amasada.
- La granulometría de los áridos combinados por los tamices 40 mm; 25 mm; 20 mm; 12,5 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,500 mm; 0,250 mm; 0,125 mm y 0,063 mm de la UNE-EN 933-2.
- La dosificación de cemento, la de agua y, eventualmente, la de cada aditivo, referidas a la amasada (en masa o en volumen según corresponda).
- La resistencia característica a flexotracción a siete (7) y veintiocho días (28 d).
- La consistencia del hormigón fresco y el contenido de aire ocluido.

Será preceptiva la realización de ensayos de resistencia a flexotracción para cada fórmula de trabajo, con objeto de comprobar que los materiales y medios disponibles en obra permiten obtener un hormigón con las características exigidas. Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de seis (6) amasadas diferentes, confeccionando dos (2) series de dos (2) probetas por amasada, según la UNE 83301, admitiéndose para ello el empleo de una mesa vibrante. Dichas probetas se conservarán en las condiciones previstas en la citada norma, para ensayar a flexotracción, según la UNE 83305, una (1) serie de cada una de las amasadas a siete días (7 d) y la otra a veintiocho días (28 d).

La resistencia de cada amasada a una cierta edad se determinará como media de las probetas confeccionadas con hormigón de dicha amasada y ensayadas a dicha edad. La resistencia característica a una cierta edad se estimará como el noventa y seis por ciento (96%) de la mínima resistencia obtenida a dicha edad, en cualquier amasada.

Si la resistencia característica a siete días (7 d) resultara superior al ochenta por ciento (80%) de la especificada a veintiocho días (28 d), y no se hubieran obtenido resultados del contenido de aire ocluido y de la consistencia fuera de los límites establecidos, se podrá proceder a la realización de un tramo de prueba con ese hormigón. En caso contrario, se deberá esperar a los veintiocho días (28 d) y, se introducirán los ajustes necesarios en la dosificación, y se repetirán los ensayos de resistencia.

Si la marcha de las obras lo aconsejase, el Director de las mismas podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, que se justificará mediante los ensayos oportunos. En todo caso, se estudiará y aprobará una nueva fórmula siempre que varíe la procedencia de alguno de los componentes, o si, durante la producción, se rebasaran las tolerancias establecidas en este artículo.

#### 3.10.3.2.- Preparación de la superficie de asiento

Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que vaya a extenderse el hormigón.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto el Director de las Obras deberá indicar las medidas necesarias para obtener dicha regularidad superficial y en su caso como subsanar las deficiencias.

Antes de la puesta en obra del hormigón, si la superficie de apoyo fuera de hormigón magro, se colocará una lámina de material plástico como separación entre ambas capas.

Las láminas de plástico se colocarán con solapes no inferiores a quince centímetros (15 cm). El solape tendrá en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

Se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo al personal y equipos que sean imprescindibles para la ejecución del pavimento. En este caso, se tomarán todas las precauciones que exigiera el Director de las Obras, cuya autorización será preceptiva.

En época seca y calurosa, y siempre que sea previsible una pérdida de humedad del hormigón, el Director de las Obras podrá exigir que la superficie de apoyo se riegue ligeramente con agua, inmediatamente antes de



la extensión, de forma que ésta quede húmeda pero no encharcada, eliminándose las acumulaciones que hubieran podido formarse.

### 3.10.3.3.- Fabricación del hormigón

#### i. Acopio de áridos

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas de áridos. Cada fracción será suficientemente homogénea y se deberá poder acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

El número de fracciones no podrá ser inferior a tres (3). El Director de las Obras podrá exigir un mayor número de fracciones, si lo estimará necesario para mantener la composición y características del hormigón.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar que se produzcan contaminaciones entre ellas. Si los acopios se fueran a disponer sobre el terreno natural, se drenará la plataforma y no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos, a no ser que se pavimente la zona de acopio. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptación; esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido. No se emplearán métodos de transporte desde los acopios a las tolvas de la central que pudieran causar segregación, degradación o mezcla de fracciones de distintos tamaños.

El volumen mínimo de acopios antes de iniciar la producción de la mezcla no deberá ser inferior al cincuenta por ciento (50%) en carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2.

#### ii. Suministro y acopio de cemento

El cemento se suministrará y acopiará de acuerdo con el artículo 202 de este Pliego. La masa mínima de cemento acopiado en todo momento no deberá ser inferior a la necesaria para la fabricación del hormigón durante una jornada y media (1,5) a rendimiento normal. El Director de las Obras podrá autorizar la reducción de este límite a una (1) jornada, si la distancia entre la central de hormigonado y la fábrica de cemento fuera inferior a cien kilómetros (100 km).

#### iii. Acopio de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación; los sacos de productos en polvo se almacenarán en sitio ventilado y defendido, tanto de la intemperie como de la humedad del suelo y de las paredes. Los aditivos suministrados en forma líquida, y los pulverulentos diluidos en agua, se almacenarán en depósitos estancos y protegidos de las heladas, equipados de elementos agitadores para mantener los sólidos en suspensión.

#### iv. Amasado del hormigón

La carga de cada una de las tolvas de áridos se realizará de forma que el contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por ciento (50 a 100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación del árido fino, aun cuando ésta fuera de un (1) único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas.

El amasado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de todos los componentes. La cantidad de agua añadida a la mezcla será la necesaria para alcanzar la relación



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 172 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>



agua/cemento fijada por la fórmula de trabajo; para ello, se tendrá en cuenta el agua aportada por la humedad de los áridos, especialmente del árido fino.

Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua de amasado, mientras que los aditivos en polvo se deberán introducir en el mezclador junto con el cemento o los áridos.

A la descarga del mezclador todo el árido deberá estar uniformemente distribuido en el hormigón fresco, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de pasta de cemento. Los tiempos de mezcla y amasado necesarios para lograr una mezcla homogénea y uniforme, sin segregación, así como la temperatura máxima del hormigón al salir del mezclador serán fijados durante la realización del tramo de prueba. Si se utilizase hielo para enfriar el hormigón, la descarga no comenzará hasta que se hubiera fundido en su totalidad, y se tendrá en cuenta para la relación agua/cemento (a/c).

Antes de volver a cargar el mezclador, se vaciará totalmente su contenido. Si hubiera estado parado más de treinta minutos (30 min), se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en él. De la misma manera se procederá, antes de comenzar la fabricación de hormigón con un nuevo tipo de cemento.

El Director de las Obras podrá autorizar el empleo de hormigón preparado y su transporte en camiones hormigonera exclusivamente para arcones y superficies de pavimentación muy reducidas.

#### **v. Transporte del hormigón**

El transporte del hormigón fresco desde la central de fabricación hasta su puesta en obra se realizará tan rápidamente como sea posible. No se mezclarán masas frescas fabricadas con distintos tipos de cemento. El hormigón transportado en vehículo abierto se protegerá con cobertores contra la lluvia o la desecación.

La máxima caída libre vertical del hormigón fresco en cualquier punto de su recorrido no excederá de un metro y medio (1,5 m) y, si la descarga se hiciera al suelo, se procurará que se realice lo más cerca posible de su ubicación definitiva, reduciendo al mínimo posteriores manipulaciones.

#### **vi. Elementos de guía y acondicionamiento de los caminos de rodadura para pavimentadoras de encofrados deslizantes.**

La distancia entre piquetes que sostengan el cable de guiado de las pavimentadoras de encofrados deslizantes no podrá ser superior a diez metros (10 m); dicha distancia se reducirá a cinco metros (5 m) en curvas de radio inferior a quinientos metros (500 m) y en acuerdos verticales de parámetro inferior a dos mil metros (2 000 m). Se tensará el cable de forma que su flecha entre dos piquetes consecutivos no sea superior a un milímetro (1 mm).

Donde se hormigone una franja junto a otra existente, se podrá usar ésta como guía de las máquinas. En este caso, deberá haber alcanzado una edad mínima de tres días (3 d) y se protegerá la superficie de la acción de las orugas interponiendo bandas de goma, chapas metálicas u otros materiales adecuados, a una distancia conveniente del borde. Si se observan daños estructurales o superficiales en los caminos de rodadura, se suspenderá el hormigonado, reanudándolo cuando aquél hubiera adquirido la resistencia necesaria, o adoptando precauciones suficientes para que no se vuelvan a producir daños.

Los caminos de rodadura de las orugas estarán suficientemente compactados para permitir su paso sin deformaciones, y se mantendrán limpios. No deberán presentar irregularidades superiores a quince milímetros (15 mm).

#### **vii. Colocación de los elementos de las juntas**

Los elementos de las juntas se atenderán a los Planos y al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los pasadores se colocarán paralelos entre sí y al eje de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de veinte milímetros (20 mm).

La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, será de diez milímetros (10 mm) si se insertan por vibración, o de cinco milímetros (5 mm), medidos antes del vertido del hormigón, si se colocan previamente al mismo.

Si los pasadores no se insertan por vibración en el hormigón fresco, se dispondrán sobre una cuna de varillas





metálicas, suficientemente sólidas y con uniones soldadas, que se fijará firmemente a la superficie de apoyo. La rigidez de la cuna en su posición definitiva será tal, que al aplicar a un extremo de cualquier pasador una fuerza de ciento veinte newtons (120 N) en dirección horizontal o vertical, el desplazamiento del extremo del pasador no será superior a un cinco por mil (0,5%) de su longitud.

Las barras de unión deberán quedar colocadas en el tercio (1/3) central del espesor de la losa.

#### 3.10.3.4.- Puesta en obra del hormigón

La puesta en obra del hormigón se realizará con pavimentadoras de encofrados deslizantes. La descarga y la extensión previa del hormigón en toda la anchura de pavimentación se realizarán de modo suficientemente uniforme para no desequilibrar el avance de la pavimentadora; esta precaución se deberá extremar al hormigonar en rampa.

Se cuidará que delante de la maestra enrasadora se mantenga en todo momento, y en toda la anchura de pavimentación, un volumen suficiente de hormigón fresco en forma de cordón de unos diez centímetros (10 cm) como máximo de altura; delante de los frateses de acabado se mantendrá un cordón continuo de mortero fresco, de la menor altura posible.

Donde la calzada tuviera dos (2) o más carriles en el mismo sentido de circulación, se hormigonarán al menos dos (2) carriles al mismo tiempo, salvo indicación expresa en contrario, del Director de las Obras.

Se dispondrán pasarelas móviles con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar daños al hormigón fresco, y los tajos de hormigonado deberán tener todos sus accesos bien señalizados y acondicionados para proteger el pavimento recién construido.

Donde el Director de las Obras autorizase la extensión y compactación del hormigón por medios manuales, se mantendrá siempre un volumen suficiente de hormigón delante de la regla vibrante, y se continuará compactando hasta que se haya conseguido la forma prevista y el mortero refluya ligeramente a la superficie.

#### 3.10.3.5.- Colocación de armaduras en pavimento continuo de hormigón armado

Las armaduras se dispondrán en las zonas y en la forma que se indiquen en los Planos, paralelas a la superficie del pavimento, limpias de óxido no adherente, aceites, grasas y otras materias que puedan afectar la adherencia del acero con el hormigón. Si fuera preciso, se sujetarán para impedir todo movimiento durante el hormigonado.

Cuando se dispongan sobre cunas o soportes, estos deberán soportar una fuerza puntual de dos y medio kilonewtons (2,5 kN) sin deformación visible.

La tolerancia máxima en el espaciamiento entre armaduras longitudinales será de dos centímetros (2 cm).

Si se disponen armaduras transversales, éstas se colocarán por debajo de las longitudinales. El recubrimiento de las armaduras longitudinales no será inferior a cinco centímetros (5 cm), ni superior a siete centímetros (7 cm).

Si no se uniesen mediante soldadura a tope, las armaduras longitudinales se solaparán en una longitud mínima de treinta (30) diámetros. El número de solapes en cualquier sección transversal no excederá del veinte por ciento (20%) del total de armaduras longitudinales contenidas en dicha sección.

Las armaduras se interrumpirán diez centímetros (10 cm) a cada lado de las juntas de dilatación.

#### 3.10.3.6.- Ejecución de juntas en fresco

En la junta longitudinal de hormigonado entre una franja y otra ya construida, antes de hormigonar aquélla se aplicará al canto de ésta un producto que evite la adherencia del hormigón nuevo al antiguo. Se prestará la mayor atención y cuidado a que el hormigón que se coloque a lo largo de esta junta sea homogéneo y quede



perfectamente compactado. Si se observan desperfectos en el borde construido, se corregirán antes de aplicar el producto antiadherente.

Las juntas transversales de hormigonado en pavimentos de hormigón en masa, irán siempre provistas de pasadores, y se dispondrán al final de la jornada, o donde se hubiera producido por cualquier causa una interrupción en el hormigonado que hiciera temer un comienzo de fraguado, según el apartado 550.8.1. Siempre que sea posible se harán coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación, modificando si fuera preciso la situación de aquéllas; de no ser así, se dispondrán a más de un metro y medio (1,5 m) de distancia de la junta más próxima.

En pavimentos de hormigón armado continuo se evitará la formación de juntas transversales de hormigonado, empleando un retardador de fraguado. En caso contrario se duplicará la armadura longitudinal hasta una distancia de un metro (1 m) a cada lado de la junta.

Las juntas longitudinales se podrán realizar mediante la inserción en el hormigón fresco de una tira continua de material plástico o de otro tipo aprobado por el Director de las Obras. Se permitirán empalmes en dicha tira siempre que se mantenga la continuidad del material de la junta. Después de su colocación, el eje vertical de la tira formará un ángulo mínimo de ochenta grados sexagesimales (80°) con la superficie del pavimento. La parte superior de la tira no podrá quedar por encima de la superficie del pavimento, ni a más de cinco milímetros (5 mm) por debajo de ella.

### 3.10.4.- TERMINACIÓN

#### 3.10.4.1.- Generalidades

Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se empleará hormigón aún no extendido. En todo caso, se eliminará la lechada de la superficie del hormigón fresco.

#### 3.10.4.2.- Terminación con pavimentadoras de encofrados deslizantes

La superficie del pavimento no deberá ser retocada, salvo en zonas aisladas, comprobadas con reglas de longitud no inferior a cuatro metros (4 m). En este caso el Director de las Obras podrá autorizar un fratasado manual, en la forma indicada en el apartado correspondiente.

#### 3.10.4.3.- Terminación de los bordes

Terminadas las operaciones de fratasado descritas en el apartado anterior, y mientras el hormigón esté todavía fresco, se redondearán cuidadosamente los bordes de las losas con una llana curva de doce milímetros (12 mm) de radio.

#### 3.10.4.4.- Textura superficial

Además de lo especificado en el apartado 550.4.3.1 referente a fratas y arpillera, una vez acabado el pavimento y antes de que comience a fraguar el hormigón, se dará a su superficie una textura homogénea, según determine el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras. Dicha textura podrá consistir en un estriado o ranurado, longitudinal en la calzada y longitudinal o transversal en los arcenes.

La textura superficial por estriado se obtendrá por la aplicación manual o mecánica de un cepillo con púas de plástico, alambre, u otro material aprobado por el Director de las Obras, que produzca estrías sensiblemente paralelas o perpendiculares al eje de la calzada, según se trate de una textura longitudinal o transversal.



La textura superficial por ranurado se obtendrá mediante un peine con varillas de plástico, acero, u otro material o dispositivo aprobado por el Director de las Obras, que produzca ranuras relativamente paralelas entre sí.

Para las carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá prever, o el Director de las Obras autorizar, la sustitución de las texturas por estriado o ranurado por una denudación química de la superficie del hormigón fresco, obtenida mediante la aplicación de un retardador de fraguado y la posterior eliminación por barrido con agua del mortero no fraguado. También podrá prever la incrustación de gravilla en la superficie del hormigón fresco combinada con la denudación. En ese caso la gravilla deberá cumplir lo especificado y, salvo justificación en contrario, la dotación será de cinco kilogramos por metro cuadrado (5 kg/m<sup>2</sup>).

La aplicación del retardador de fraguado tendrá lugar antes de transcurridos quince minutos (15 min) de la puesta en obra, extendiendo a continuación una membrana impermeable, que se mantendrá hasta la eliminación del mortero. Esta operación se realizará antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h), salvo que el fraguado insuficiente del hormigón requiera alargar este periodo.

#### 3.10.4.5.- Numeración y marcado de las losas

Una vez dada la textura al pavimento, las losas exteriores de la calzada se numerarán con tres (3) dígitos, aplicando una plantilla al hormigón fresco. El marcado tendrá una profundidad mínima de cinco milímetros (5 mm), con cifras de diez centímetros (10 cm) de altura y a una distancia de treinta centímetros (30 cm) del borde o junta longitudinal y de la junta transversal. Cuando se emplee el denudado, se tomarán medidas para evitar este en las zonas de marcado.

Se numerará al menos una (1) losa de cada dos (2), en sentido de avance de la pavimentadora, volviendo a comenzarse la numeración en cada hito kilométrico.

Se marcará el día de hormigonado en la primera losa ejecutada ese día. En los pavimentos continuos de hormigón armado, se marcará el día en los dos extremos de la losa.

#### 3.10.4.6.- Protección y curado del hormigón fresco

##### i. Generalidades

Durante el primer período de endurecimiento, se protegerá el hormigón fresco contra el lavado por lluvia, contra la desecación rápida, especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación o viento y contra enfriamientos bruscos o congelación.

Si el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, lo exige, se colocará una tienda sobre las máquinas de puesta en obra o un tren de tejadillos bajos de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de pavimento igual, al menos, a cincuenta metros (50 m). Alternativamente, el Director de las Obras podrá autorizar la utilización de una lámina de plástico o un producto de curado resistente a la lluvia.

El hormigón se curará con un producto filmógeno durante el plazo que fije el Director de las Obras, salvo que éste autorice el empleo de otro sistema. Deberán someterse a curado todas las superficies expuestas de la losa, incluidos sus bordes, apenas queden libres.

Durante un período que, salvo autorización expresa del Director de las Obras, no será inferior a tres días (3 d) a partir de la puesta en obra del hormigón, estará prohibido todo tipo de circulación sobre el pavimento recién ejecutado, con excepción de la imprescindible para aserrar juntas y comprobar la regularidad superficial.

##### ii. Curado con productos filmógenos

Si para el curado se utilizasen productos filmógenos, se aplicarán apenas hubieran concluido las operaciones de acabado y no quedase agua libre en la superficie del pavimento.



El producto de curado será aplicado, en toda la superficie del pavimento, por medios mecánicos que aseguren una pulverización del producto en un rocío fino, de forma continua y uniforme, con la dotación aprobada por el Director de las Obras, que no podrá ser inferior a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado (250 g/m<sup>2</sup>).

Se volverá a aplicar producto de curado sobre los labios de las juntas recién serradas y sobre las zonas mal cubiertas o donde, por cualquier circunstancia, la película formada se haya estropeado durante el período de curado.

En condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvia, el Director de las Obras podrá exigir que el producto de curado se aplique antes y con mayor dotación.

### iii. Curado por humedad

En las categorías de tráfico pesado T3 y T4 el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrá autorizar el curado de la superficie por humedad, en cuyo caso, se cubrirá con arpilleras, esterillas u otros materiales análogos de alto poder de retención de humedad, que se mantendrán saturados durante el período de curado, apenas el hormigón hubiera alcanzado una resistencia suficiente para no perjudicar a la textura superficial. Dichos materiales no deberán estar impregnados ni contaminados por sustancias perjudiciales para el hormigón, o que pudieran teñir o ensuciar su superficie.

Mientras que la superficie del hormigón no se cubra con los materiales previstos, se mantendrá húmeda adoptando las precauciones necesarias para que en ninguna circunstancia se deteriore el acabado superficial del hormigón.

### iv. Protección térmica

Durante el período de curado, el hormigón deberá protegerse contra la acción de la helada o de un enfriamiento rápido. En el caso de que se tema una posible helada, se protegerá con una membrana de plástico lastrada contra el viento y aprobada por el Director de las Obras, hasta el día siguiente a su puesta en obra.

Si fuera probable el enfriamiento brusco de un hormigón sometido a elevadas temperaturas diurnas, como en caso de lluvia después de un soleamiento intenso o de un descenso de la temperatura ambiente en más de quince grados Celsius (15 °C) entre el día y la noche, se deberá proteger el pavimento en la forma indicada en el párrafo anterior, o se anticipará el aserrado de las juntas, tanto transversales como longitudinales, para evitar la fisuración del pavimento.

### v. Ejecución de juntas serradas

En juntas transversales, el hormigón endurecido se serrará de forma y en instante tales, que el borde de la ranura sea limpio y no se hayan producido anteriormente grietas de retracción en su superficie. En todo caso el serrado tendrá lugar antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde la puesta en obra.

Las juntas longitudinales se podrán serrar en cualquier momento después de transcurridas veinticuatro horas (24 h), y antes de las setenta y dos horas (72 h) desde la terminación del pavimento, siempre que se asegure que no habrá circulación alguna, ni siquiera la de obra, hasta que se haya hecho esta operación. No obstante, cuando se espere un descenso de la temperatura ambiente de más de quince grados Celsius (15 °C) entre el día y la noche, las juntas longitudinales se serrarán al mismo tiempo que las transversales.

Si el sellado de las juntas lo requiere, y con la aprobación del Director de las Obras, el serrado se podrá realizar en dos (2) fases: la primera hasta la profundidad definida en los Planos, y practicando, en la segunda, un ensanche en la parte superior de la ranura para poder introducir el producto de sellado.

Si a causa de un serrado prematuro se astillaran los labios de las juntas, se repararán con un mortero de resina epoxi aprobado por el Director de las Obras.

Hasta el sellado de las juntas, o hasta la apertura del pavimento a la circulación si no se fueran a sellar, aquéllas se obturarán provisionalmente con cordeles u otros elementos similares, de forma que se evite la introducción de cuerpos extraños en ellas.



## vi. Sellado de las juntas

Terminado el período de curado del hormigón y si está previsto el sellado de las juntas, se limpiarán enérgica y cuidadosamente el fondo y los labios de la ranura, utilizando para ello un cepillo giratorio de púas metálicas, discos de diamante u otro procedimiento que no produzca daños en la junta, y dando una pasada final con aire comprimido. Finalizada esta operación, se imprimirán los labios con un producto adecuado, si el tipo de material de sellado lo requiere.

Posteriormente se colocará el material de sellado previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se cuidará especialmente la limpieza de la operación, y se recogerá cualquier sobrante de material. El material de sellado deberá quedar conforme a los Planos.

### 3.10.5.- TRAMO DE PRUEBA

Adoptada una fórmula de trabajo, según el apartado 550.5.1, se procederá a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de hormigonado y espesor que se vayan a utilizar en la obra.

La longitud del tramo de prueba definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá ser, como mínimo, de doscientos metros (200 m). El Director de las Obras determinará si fuera aceptable su realización como parte integrante de la obra de construcción.

En el tramo de prueba se comprobará que:

- Los medios de vibración serán capaces de compactar adecuadamente el hormigón en todo el espesor del pavimento.
- Se podrán cumplir las prescripciones de textura y regularidad superficial.
- El proceso de protección y curado del hormigón fresco será adecuado.
- Las juntas se realizarán correctamente.

Si la ejecución no fuese satisfactoria, se procederá a la realización de sucesivos tramos de prueba, introduciendo las oportunas variaciones en los equipos o métodos de puesta en obra. No se podrá proceder a la construcción del pavimento en tanto que un tramo de prueba no haya sido aprobado por el Director de las Obras.

El curado del tramo de prueba se prolongará durante el período prescrito en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y a los cincuenta y cuatro días (54 d) de su puesta en obra, se extraerán de él seis (6) testigos cilíndricos, según la UNE 83302, situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de siete metros (7 m) en sentido longitudinal, y separados más de cincuenta centímetros (50 cm) de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta, según la UNE 83306, a cincuenta y seis días (56 d), después de haber sido conservados durante las cuarenta y ocho horas (48 h) anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la UNE 83302. El valor medio de los resultados de estos ensayos servirá de base para su comparación con los resultados de los ensayos de información

### 3.10.6.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

#### 3.10.6.1.- Resistencia

La resistencia característica a flexotracción a veintiocho días (28 d) cumplirá lo indicado en el apartado 550.3.

#### 3.10.6.2.- Alineación, rasante, espesor y anchura

Las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica, no deberán ser superiores a tres centímetros (3 cm), y la superficie de la capa deberá tener las pendientes indicadas en los planos.



La rasante de la superficie acabada no deberá quedar por debajo de la teórica, en más de diez milímetros (10 mm), ni rebasar a ésta en ningún punto. El espesor del pavimento no podrá ser inferior, en ningún punto, al previsto en los Planos de secciones tipo. En todos los perfiles se comprobará la anchura del pavimento, que en ningún caso podrá ser inferior a la teórica deducida de la sección tipo de los Planos.

### 3.10.6.3.- Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, no superará los valores indicados en la tabla 550.3.

TABLA 550.3 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm)

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	CALZADAS DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS
50	< 1,5	< 1,5
80	< 1,8	< 2,0
100	< 2,0	< 2,5

### 3.10.6.4.- Textura superficial

La superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme y exenta de segregaciones.

La profundidad de la textura superficial, determinada por el método del círculo de arena, según la NLT-335, deberá estar comprendida entre sesenta centésimas de milímetro (0,60 mm) y noventa centésimas de milímetro (0,9 mm).

### 3.10.6.5.- Integridad

Las losas no deberán presentar grietas, salvo las excepciones consideradas.

## 3.10.7.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

### 3.10.7.1.- Generalidades

Se interrumpirá el hormigonado cuando llueva con una intensidad que pudiera, a juicio del Director de las Obras, provocar la deformación del borde de las losas o la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

La descarga del hormigón transportado deberá realizarse antes de que haya transcurrido un período máximo de cuarenta y cinco minutos (45 min), a partir de la introducción del cemento y de los áridos en el mezclador. El Director de las Obras podrá aumentar este plazo si se utilizan retardadores de fraguado, o disminuirlo si las condiciones atmosféricas originan un rápido endurecimiento del hormigón.

No deberá transcurrir más de una hora (1 h) entre la fabricación del hormigón y su terminación. El Director de las Obras podrá aumentar este plazo hasta un máximo de dos horas (2 h), si se emplean cementos cuyo principio de fraguado no tenga lugar antes de dos horas y media (2 h 30 min), si se adoptan precauciones para retrasar el fraguado del hormigón o si las condiciones de humedad y temperatura son favorables. En ningún caso se colocarán en obra amasadas que acusen un principio de fraguado, o que presenten segregación o desecación.

Salvo que se instale una iluminación suficiente, a juicio del Director de las Obras, el hormigonado del pavimento se detendrá con la antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

Si se hormigona en dos (2) capas, se extenderá la segunda lo más rápidamente posible, antes de que comience el fraguado del hormigón de la primera. En cualquier caso, entre la puesta en obra de ambas capas no deberá transcurrir más de una hora (1 h).

Si se interrumpe la puesta en obra por más de media hora (1/2 h) se cubrirá el frente de hormigonado de forma que se impida la evaporación del agua. Si el plazo de interrupción fuera superior al máximo admitido





entre la fabricación y puesta en obra del hormigón, se dispondrá una junta de hormigonado transversal, según lo indicado en el apartado 550.5.9.

### 3.10.7.2.- Limitaciones en tiempo caluroso

En tiempo caluroso se extremarán las precauciones, de acuerdo con las indicaciones del Director de las Obras, a fin de evitar desecaciones superficiales y fisuraciones.

Apenas la temperatura ambiente rebase los veinticinco grados Celsius (25 °C), se controlará constantemente la temperatura del hormigón, la cual no deberá rebasar en ningún momento los treinta grados Celsius (30 °C). El Director de las Obras podrá ordenar la adopción de precauciones suplementarias a fin de que el material que se fabrique no supere dicho límite.

### 3.10.7.3.- Limitaciones en tiempo frío

La temperatura de la masa de hormigón, durante su puesta en obra, no será inferior a cinco grados Celsius (5 °C) y se prohibirá la puesta en obra del hormigón sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a cero grados Celsius (0 °C).

En general, se suspenderá la puesta en obra siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados Celsius (0 °C). En los casos que, por absoluta necesidad, se realice la puesta en obra en tiempo con previsión de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material. Si, a juicio del Director de las Obras, hubiese riesgo de que la temperatura ambiente llegase a bajar de cero grados Celsius (0 °C) durante las primeras veinticuatro horas (24 h) de endurecimiento del hormigón, el Contratista deberá proponer precauciones complementarias, las cuales deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

Si se extendiese una lámina de plástico de protección sobre el pavimento, se mantendrá hasta el aserrado de las juntas.

El sellado de juntas en caliente se suspenderá, salvo indicación expresa del Director de las Obras, cuando la temperatura ambiente baje de cinco grados Celsius (5 °C), o en caso de lluvia o viento fuerte.

### 3.10.7.4.- Apertura a la circulación

El paso de personas y de equipos, para el aserrado y la comprobación de la regularidad superficial, podrá autorizarse cuando hubiera transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y se hubiera secado el producto filmógeno de curado, si se emplea este método.

El tráfico de obra no podrá circular sobre el pavimento hasta que éste no haya alcanzado una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento (80%) de la exigida a veintiocho días (28 d). Todas las juntas que no hayan sido obturadas provisionalmente con un cordón deberán sellarse lo más rápidamente posible.

La apertura a la circulación no podrá realizarse antes de siete días (7 d) de la terminación del pavimento.

## 3.11.- JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y DE DILATACIÓN

### i. Definiciones y clasificaciones

- Junta:

Superficie de discontinuidad en las estructuras de hormigón. Unas juntas son definidas en los planos del proyecto con el fin de evitar la fisuración del hormigón por efectos térmicos o mecánicos; otras vienen obligadas por condicionantes del planeamiento de ejecución de la estructura por elementos o partes de hormigonado ininterrumpido y, por último, otras son discontinuidades no previstas, debidas a las





interrupciones o demoras no programadas que eventualmente pueden acontecer durante las operaciones de hormigonado.

- Juntas de contracción:

Juntas definidas para evitar el desarrollo de fisuras incontroladas originadas por el efecto térmico de contracción del hormigón debido, principalmente, a la disipación del calor de hidratación del cemento y a la retracción de secado en la primera edad del hormigón; sirven también para absorber la contracción térmica causada por los eventuales descensos periódicos de la temperatura del macizo de hormigón. Se subdivide en:

- \* Junta a tope
- \* Junta abierta (con relleno posterior de hormigón)
- \* Junta inducida

- Juntas de dilatación:

Juntas que conservan una cierta abertura para impedir el contacto de sus dos caras. La abertura inicial debe ser suficiente para absorber el aumento de dimensiones de los elementos de estructura que separa la junta, debidos a la dilatación térmica por elevación de temperatura. Generalmente, para conseguir la abertura de la junta, se coloca una plancha de material polimérico espumado (poliestireno expandido u otro material deformable). En obras de hormigón armado se subdividen en:

- \* Junta de dilatación sin armadura pasante
- \* Juntas de dilatación con armadura pasante

La ejecución de las juntas de contracción a tope incluirá: las operaciones de encofrado y desencofrado; el moldeo de ranuras y cajetines para los dispositivos de inyección posterior, en su caso; la formación de dientes y artesas; el sistema de sellado de la junta en paramento y/o en el interior, en su caso; y, en general, cuantas operaciones sean necesarias para la formación de la junta, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Director.

La ejecución de las juntas de contracción abiertas se realizará de modo análogo al de las juntas a tope, con la única salvedad de que es preciso efectuar el encofrado en ambas caras de la junta. Posteriormente, una vez disipado el calor de la hidratación del cemento en su mayor parte y descendida la temperatura del hormigón por debajo de un límite prefijado, se procede al relleno del hueco entre paramentos de la junta, con hormigón ordinario o con un hormigón o mortero de retracción compensada.

La ejecución de las juntas de contracción inducidas se puede efectuar por alguno de los siguientes métodos:

- Mediante una tabla, colocada de canto, que se retira cuando el hormigón ha endurecido lo suficiente para que no se desportillen los bordes de la ranura así moldeada.
- Por la colocación de una lámina de material polimérico que se deja "in situ".
- Por corte del hormigón endurecido con una sierra de disco de carborundo.

La ejecución de las juntas de dilatación incluirá, además de las operaciones indicadas anteriormente, el relleno para la formación del huelgo que debe quedar entre ambas caras de la junta.

Las juntas de contracción a tope y las abiertas, así como las juntas de dilatación, pueden disponer o no de sistemas de estanquidad para evitar el paso del agua, tanto en el sentido del paramento exterior hacia el trasdós como en sentido contrario, o ambos a la vez.

Los sistemas de impermeabilización se clasifican en dos tipos:

- Impermeabilización de juntas en paramento.
- Impermeabilización de juntas en el interior:
  - \* Con banda polimérica.



\* Con chapa de cobre.

## ii. Materiales

### Material de relleno de la junta

Se define como material de relleno de la junta, la plancha de un material elástico que, adosada a una de las caras de la junta ya hormigonada, determina la abertura que debe quedar en la junta de dilatación.

El material de relleno será comprensible, no contendrá elementos duros que pudieran coser la junta y deberá garantizar la abertura requerida en la junta, teniendo en cuenta la presión que contra el relleno ejercerá el hormigón fresco que se coloca en segunda fase. Para las juntas en paramentos vistos no se permitirá el empleo de materiales que, a lo largo de la vida de la obra, puedan descomponerse produciendo manchas en la superficie del hormigón, tales como planchas de corcho aglomerado con productos bituminosos o similares.

Por lo general se emplearán los siguientes materiales:

- Planchas de espuma rígida para juntas abiertas.
- Planchas y cintas de plástico celular para relleno de juntas de dilatación.

### Materiales para la impermeabilización de la junta.

Las masillas de sellado para la impermeabilización de las juntas en paramento pueden ser bituminosas (se estará a lo dispuesto en el artículo "Masillas bituminosas para juntas") o de material polimérico.

Cuando el sistema de impermeabilización de la junta sea con banda polimérica, los materiales cumplirán lo especificado en los artículos de "Bandas elastoméricas para estanquidad de juntas" y "Bandas de PVC para estanquidad de juntas".

Cuando el sistema de impermeabilización de la junta sea con chapa de cobre, en su elaboración se utilizarán chapas o bandas de cobre laminadas en frío de los tipos C-1120 o C-1130, de los definidos en la Norma UNE 37.137/83.

## iii. Ejecución

Las juntas se construirán de acuerdo con los planos de proyecto y los planos complementarios que el Director hubiere entregado al Contratista.

La separación entre caras de las juntas de dilatación, o abertura de la junta, figurará de forma expresa en los planos e incluso, se la referirá al período del año en que se ejecute la parte de obra correspondiente, ya que la abertura inicial deberá ser suficiente para absorber el aumento de dimensiones de los elementos de obra que separa la junta, originados por la dilatación térmica debida al aumento de temperatura a partir del momento de construcción de la junta.

La ejecución de una junta de dilatación incluirá las siguientes operaciones:

- El desencofrado, limpieza, eliminación de salientes y de materias extrañas y repaso de defectos del paramento del hormigón de primera fase.
- La colocación, en la cara de la junta del hormigón de primera fase, de las planchas del material de relleno, cuyo espesor deberá ser el adecuado para obtener la abertura de junta especificada.
- La ejecución del hormigón de segunda fase por los procedimientos habituales.

La ejecución de las juntas de contracción a tope, constará de las mismas operaciones que en las juntas de dilatación, excepto la colocación del material de relleno.

La ejecución de las juntas de contracción abiertas se realizará por los mismos procedimientos que los usados en los paramentos vistos de la obra de hormigón. El relleno de hormigón o mortero entre las caras de la junta se ejecutará por procedimientos ordinarios.

La ejecución de las juntas de contracción inducidas se realizará por el método que se indique de entre los señalados en el apartado "Definiciones y clasificaciones" de este artículo.



Los dispositivos de impermeabilización interior de la junta, en su caso, deberán colocarse previamente al hormigonado de la primera fase, cuidando su estado y colocación en el hormigonado de la segunda fase. Así mismo, se moldearán o encofrarán los cajetines, ranuras, dientes, conductos, etc, que definan los planos u ordene el Director en el paramento o cara de la junta a hormigonar en primera fase.

Las planchas del material de relleno de las juntas se cortarán de forma precisa fuera del tajo de hormigonado, y se manipularán de modo que no queden restos de material dentro del recinto encofrado. Se cuidará especialmente la unión mediante sellado de las piezas que constituyen el relleno de la junta, con el fin de impedir la penetración de lechada de cemento o mortero a través de dichas uniones. En ningún caso se utilizarán las planchas de material de relleno como encofrado autoestable.

En las juntas con armadura pasante, no se doblarán sus barras durante la ejecución de la junta.

#### iv. Control y criterios de aceptación y rechazo

Se controlarán todos los materiales que intervienen en la ejecución de la junta, mediante la exigencia del certificado de Origen Industrial y la comprobación de sus características aparentes.

La ejecución de la junta se controlará mediante la realización de las inspecciones necesarias para comprobar que se cumplen las especificaciones de este artículo, y las que ordene el Director.

### 3.12.- RIEGOS DE IMPRIMACIÓN

#### i. Definición

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso.

#### ii. Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará, en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

#### Ligante hidrocarbonado

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- FM100 del artículo "Betún fluidificado para riegos de imprimación", de este Pliego.
- EAI, ECI, EAL-1 o ECL-1 del artículo "Emulsiones bituminosas", de este Pliego, siempre que en el tramo de prueba se muestre su idoneidad y compatibilidad con el material granular a imprimir.

#### Árido de cobertura

##### ▪ Condiciones generales

El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

##### ▪ Granulometría

La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2, y no contener más de un quince por ciento (15%) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2, según la UNE-EN 933-1.



**▪ Limpieza**

El árido deberá estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

**▪ Plasticidad**

El equivalente de arena del árido, según la UNE-EN 933-8, deberá ser superior a cuarenta (40).

**iii. Dotación de los materiales**

La dotación del ligante quedará definida por la cantidad que sea capaz de absorber la capa que se imprima en un período de veinticuatro horas (24 h). Dicha dotación no será inferior en ningún caso a quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m<sup>2</sup>) de ligante residual.

La dotación del árido de cobertura será la mínima necesaria para la absorción de un exceso de ligante, o para garantizar la protección de la imprimación bajo la acción de la eventual circulación durante la obra sobre dicha capa. Dicha dotación, en ningún caso, será superior a seis litros por metro cuadrado (6 l/m<sup>2</sup>).

En cualquier circunstancia, el Director de las Obras fijará las dotaciones, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

**Equipo necesario para la ejecución de las obras**

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

**Equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado**

Deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio del Director de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

En puntos inaccesibles al equipo descrito en el párrafo anterior, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano.

Si fuese necesario calentar el ligante, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna, la cual deberá ser calorífuga. En todo caso, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por un motor, y estar provista de un indicador de presión. El equipo también deberá estar dotado de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calefactor.

**Equipo para la extensión del árido de cobertura**

Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas. Únicamente se podrá extender el árido manualmente, previa aprobación del Director de las Obras, si se tratase de cubrir zonas aisladas en las que hubiera exceso de ligante.

En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar una repartición homogénea del árido.

**iv. Ejecución de las obras****Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación, cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halle reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales referente a la unidad de obra de que se trate, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o las instrucciones del Director de las Obras.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del ligante hidrocarbonado, la superficie a imprimir se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras



mecánicas o máquinas de aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a imprimir. Una vez limpia la superficie, se regará ligeramente con agua, sin saturarla.

#### **Aplicación del ligante hidrocarbonado**

Cuando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se aplicará el ligante hidrocarbonado con la dotación y a latemperatura aprobadas por el Director de las Obras. Éste podrá dividir la dotación total en dos (2) aplicaciones, si así lo requiere la correcta ejecución del riego.

La extensión del ligante hidrocarbonado se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Para ello, se colocarán, bajo los difusores, tiras de papel u otro material en las zonas donde se comience o interrumpa el riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20 a 100 sSF), según la NLT-138, en el caso de que se emplee un betún fluidificado para riegos de imprimación, o entre cinco y veinte segundos Saybolt Furol (5 a 20 sSF), según la NLT-138, en el caso de que se emplee una emulsión bituminosa.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos -tales como bordillos, vallas, señales, balizas, árboles, etc. estén expuestos a ello.

#### **Extensión del árido de cobertura**

La eventual extensión del árido de cobertura se realizará, por orden del Director de las Obras, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre la imprimación o donde se observe que, parte de ella, está sin absorber veinticuatro horas (24 h) después de extendido el ligante.

La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por el Director de las Obras. En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un dos por ciento (2%) de agua libre, este límite podrá elevarse al cuatro por ciento (4%), si se emplea emulsión bituminosa.

Se evitará el contacto de las ruedas de la extendidora con ligante sin cubrir. Si hubiera que extender árido sobre una franja imprimada, sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquélla de unos veinte centímetros (20 cm) de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

#### **v. Limitaciones de la ejecución**

El riego de imprimación se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (10 °C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar por el Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de imprimación se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa a aquel superpuesta, de manera que el ligante hidrocarbonado no haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Director de las Obras lo estime necesario, se efectuará otro riego de imprimación, el cual no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable al Contratista.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de imprimación, mientras no se haya absorbido todo el ligante o, si se hubiese extendido árido de cobertura, durante las cuatro horas (4 h) siguientes a la extensión de dicho árido. En todo caso, la velocidad de los vehículos no deberá sobrepasar los cuarenta kilómetros por hora (40 km/h).

#### **vi. Control de calidad**

##### **Control de procedencia de los materiales**

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos "Betún fluidificado para riego de imprimación" y "Emulsiones bituminosas" de este Pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 185 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

De cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán dos (2) muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada una de ellas se determinará el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8.

#### **Control de calidad de los materiales**

##### **▪ Control de calidad del ligante hidrocarbonado**

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos "Betún fluidificado para riego de imprimación" y "Emulsiones bituminosas" de 3 de este Pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

##### **▪ Control de calidad del árido de cobertura**

El control de calidad del árido de cobertura será fijado por el Director de las Obras.

#### **Control de ejecución**

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La superficie imprimada diariamente.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

Las dotaciones de ligante hidrocarbonado y, eventualmente, de árido, se comprobarán mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel, o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación del ligante o la extensión del árido, en no menos de cinco (5) puntos.

En cada una de estas bandejas, chapas u hojas, se determinará la dotación de ligante residual, según la NLT-353. El Director de las Obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de ligante hidrocarbonado y áridos, por otros medios.

Se comprobarán la temperatura ambiente, la de la superficie a imprimir y la del ligante hidrocarbonado, mediante termómetros colocados lejos de cualquier elemento calefactor.

#### **Criterios de aceptación o rechazo**

La dotación media, tanto del ligante residual como, en su caso, de los áridos, no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento (15%). No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados.

El Director de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

#### **vii. Medición y abono**

El ligante hidrocarbonado empleado en riegos de imprimación se abonará por superficie regada multiplicada por la dotación media del lote. El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el de la aplicación del ligante hidrocarbonado.

El árido, eventualmente empleado en riegos de imprimación, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas y pesadas directamente en una báscula contrastada. El abono incluirá la extensión del árido.





### 3.13.- RIEGOS DE ADHERENCIA

#### 1) Definición

Se define como riego de adherencia la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa que no sea un tratamiento superficial con gravilla, o una lechada bituminosa.

A efectos de aplicación de este artículo, no se considerarán como riego de adherencia los definidos en como riegos de curado.

#### 2) Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará, en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear vendrá fijado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- ECR-1D; Emulsión bituminosa termoadherente.
- ECR-1-m o ECR-2-m; artículo "Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros", de este Pliego.

El empleo de emulsiones bituminosas modificadas con polímeros de este Pliego será preceptivo en riegos de adherencia para capas de rodadura con espesores iguales o inferiores a cuatro centímetros (= 4 cm), para las categorías de tráfico pesado T00 y T0.

#### 3) Dotación de los materiales

La dotación del ligante hidrocarbonado a utilizar vendrá definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Dicha dotación no será inferior en ningún caso a doscientos gramos por metro cuadrado (200 g/m<sup>2</sup>) de ligante residual, ni a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado (250 g/m<sup>2</sup>) cuando la capa superior sea una mezcla bituminosa discontinua en caliente; o una capa de rodadura drenante; o una capa de mezcla bituminosa en caliente, tipo D ó S empleada como rehabilitación superficial de una carretera en servicio.

No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal dotación, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

#### 4) Equipo necesario para la ejecución de las obras

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

Equipo para la aplicación de la ligante hidrocarbonado

El equipo para la aplicación del ligante irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio del Director de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

Cuando el riego de adherencia se aplique antes de la extensión de una mezcla bituminosa discontinua en caliente, en obras de carreteras con intensidades medias diarias superiores a diez mil (10.000) vehículos/día o cuando la extensión de la aplicación sea superior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>), en las categorías de tráfico pesado T00 a T1, el sistema de aplicación del riego deberá ir incorporado al de la





extensión de la mezcla, de tal manera que de ambos simultáneamente se garantice una dotación continua y uniforme. Análogamente serán preceptivos los requisitos anteriores en capas de rodadura de espesor igual o inferior a cuatro centímetros (= 4 cm), en especial en las mezclas bituminosas drenantes, cuando se traten de aplicaciones para rehabilitación superficial de carreteras en servicio.

El resto de aplicaciones para categorías de tráfico pesado superiores a T2 y en obras de más de setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>) de superficie para categorías de tráfico pesado T3 y T4, el equipo para la aplicación del ligante deberá disponer de rampa de riego.

En puntos inaccesibles a los equipos descritos anteriormente, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano.

Si fuese necesario calentar el ligante, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna, la cual deberá ser calorífuga. En todo caso, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por un motor, y estar provista de un indicador de presión. El equipo también deberá estar dotado de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calefactor.

## 5) Ejecución de las obras

### Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de adherencia cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales referente a la unidad de obra de que se trate, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o las instrucciones del Director de las Obras.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

Si la superficie fuera un pavimento bituminoso en servicio, se eliminarán, mediante fresado, los excesos de ligante hidrocarbonado que hubiesen, y se repararán los desperfectos que pudieran impedir una correcta adherencia.

Si la superficie tuviera un riego de curado de los definidos en el artículo "Riegos de curado" de este Pliego, transcurrido el plazo de curado, se eliminará éste por barrido enérgico, seguido de soplo con aire comprimido u otro método aprobado por el Director de las Obras.

### Aplicación de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por el Director de las Obras. Su extensión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Para ello, se colocarán, bajo los difusores, tiras de papel u otro material en las zonas donde se comience o interrumpa el riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

La temperatura de aplicación del ligante será tal que su viscosidad esté comprendida entre diez y cuarenta segundos Saybolt Furol (10 a 40 sSF), según la NLT-138.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos, tales como bordillos, vallas, señales, balizas, etc., estén expuestos a ello.

### Limitaciones de la ejecución

El riego de adherencia se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (10 °C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a



juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de adherencia se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa a aquél superpuesta, de manera que el ligante hidrocarbonado haya curado o roto, pero sin que haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Director de las Obras lo estime necesario, se efectuará otro riego de adherencia, el cual no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable al Contratista.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia, hasta que haya terminado la rotura de la emulsión.

## 6) Control de calidad

### Control de procedencia de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en artículo “Emulsiones bituminosas” y “Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros” de este Pliego, según el tipo de emulsión a emplear.

### Control de calidad de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo “Emulsiones bituminosas” y “Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros” de este Pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

### Control de ejecución

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La superficie regada diariamente.

La dotación de emulsión bituminosa se comprobará mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel, o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación del ligante, en no menos de cinco (5) puntos. En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dotación de ligante residual, según la NLT-353. El Director de las Obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de ligante hidrocarbonado, por otros medios.

Se comprobarán la temperatura ambiente, la de la superficie a tratar y la de ligante hidrocarbonado, mediante termómetros colocados lejos de cualquier elemento calefactor.

### Criterios de aceptación o rechazo

La dotación media del ligante residual no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento (15%). No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados.

El Director de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

## 7) Medición y abono

La emulsión bituminosa empleada en riegos de adherencia se abonará por superficie regada multiplicada por la dotación media del lote. El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el de la aplicación de la emulsión.



### 3.14.- RIEGOS DE CURADO

#### i. Definición

Se define como riego de curado la aplicación de una película continua y uniforme de emulsión bituminosa sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico, al objeto de dar impermeabilidad a toda su superficie.

#### ii. Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

##### Ligante hidrocarbonado

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, el cual, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- EAR-1, ECR-1; artículo "Emulsiones bituminosas", de este Pliego.

##### Árido de cobertura

##### ▪ Condiciones generales

El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de curado será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

##### ▪ Granulometría

La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm, de la UNE-EN 933-2 y no contener más de un quince por ciento (15%) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm, de la UNE-EN 933-2, según la UNE-EN 933-1.

##### ▪ Limpieza

El árido deberá estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

##### ▪ Plasticidad

El equivalente de arena del árido, según la UNE-EN 933-8, deberá ser superior a cuarenta (40).

#### iii. Dotación de los materiales

La dotación de emulsión bituminosa a utilizar quedará definida por la cantidad que garantice la formación de una película continua, uniforme e impermeable de ligante hidrocarbonado. Dicha dotación no será inferior en ningún caso a trescientos gramos por metro cuadrado (300 g/m<sup>2</sup>) de ligante residual.

La dotación del árido de cobertura será la mínima necesaria para garantizar la protección del riego de curado bajo la acción de la eventual circulación durante la obra sobre dicha capa. Dicha dotación, en ningún caso, será superior a seis litros por metro cuadrado (6 l/m<sup>2</sup>).

En cualquier circunstancia, el Director de las Obras fijará las dotaciones a la vista de las pruebas realizadas en obra.



#### iv. Equipo necesario para la ejecución de las obras

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

##### Equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado

El equipo para la aplicación de la emulsión bituminosa irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio del Director de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

En puntos inaccesibles al equipo descrito en el párrafo anterior, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una lanza de mano.

Si fuese necesario calentar el ligante, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna, la cual deberá ser calorífuga. En todo caso, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por un motor, y estar provista de un indicador de presión. También deberá estar dotado el equipo de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calefactor.

##### Equipo para la extensión del árido de cobertura

Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas. Únicamente se podrá extender el árido manualmente, previa aprobación del Director de las Obras, si se tratase de cubrir zonas aisladas en las que hubiera exceso de ligante.

En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar una repartición homogénea del árido.

#### v. Ejecución de las obras

##### Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de curado cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales referente a la unidad de obra de que se trate, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o las instrucciones del Director de las Obras.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

##### Aplicación de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por el Director de las Obras. Su extensión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Para ello, se colocarán, bajo los difusores, tiras de papel u otro material en las zonas donde se comience o interrumpa el riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

La temperatura de aplicación del ligante será tal que su viscosidad esté comprendida entre diez y cuarenta segundos Saybolt Furol (10 a 40 sSF), según la NLT-138.

El plazo de curado deberá ser fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos, tales como bordillos, vallas, señales, balizas, etc., estén expuestos a ello.



**Extensión del árido de cobertura**

La eventual extensión del árido de cobertura se realizará, por orden del Director de las Obras, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre el riego de curado.

La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por el Director de las Obras. En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un cuatro por ciento (4%) de agua libre.

Se evitará el contacto de las ruedas de la extendidora con ligante sin cubrir. Si hubiera que extender árido sobre una franja imprimada, sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquélla de unos veinte centímetros (20 cm) de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

**Limitaciones de la ejecución**

El riego de curado se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (10 °C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

**vi. Control de calidad****Control de procedencia de los materiales**

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado “Emulsiones bituminosas” de este Pliego.

De cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán dos (2) muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada una de ellas se determinará el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8.

**Control de calidad de los materiales****▪ Control de calidad de la emulsión bituminosa**

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado “Emulsiones bituminosas” de este Pliego.

**▪ Control de calidad del árido de cobertura**

El control de calidad del árido de cobertura será fijado por el Director de las Obras.

**▪ Control de ejecución**

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La superficie regada diariamente.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote. Las dotaciones de emulsión bituminosa y, eventualmente, de árido, se comprobarán mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel, o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación del ligante o extensión el árido, en no menos de cinco (5) puntos.

En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dotación de ligante residual, según la NLT-353. El Director de las Obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de emulsión bituminosa y áridos, por otros medios.

Se comprobará la temperatura ambiente, la de la superficie a tratar y la del ligante hidrocarbonado, mediante termómetros colocados lejos de cualquier elemento calefactor.



**Criterios de aceptación o rechazo**

La dotación media, tanto de ligante residual como, en su caso, de los áridos, no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento (15%). No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados.

El Director de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

**vii. Medición y abono**

La emulsión bituminosa empleada en riegos de curado se abonará por toneladas (t) realmente empleadas y pesadas en una báscula contrastada, o bien por superficie regada multiplicada por la dotación media del lote. El abono incluirá el de la preparación de la superficie existente, el de la aplicación de la emulsión bituminosa y el de la eliminación posterior del riego de curado.

El árido, eventualmente empleado en riegos de curado, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas y pesadas directamente en una báscula contrastada. El abono incluirá la extensión del árido.

**3.15.- EL MARCADO CE DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS EN ESPAÑA**

Desde la aprobación de la norma europea de mezclas bituminosas, el marcado CE es obligatorio y desde el 1 de enero de 2007 cualquier fabricante de mezclas bituminosas español podrá solicitar al organismo notificado el inicio del proceso para la obtención del marcado CE de cada una de sus mezclas.

La Dirección General de Carreteras y Asefma están realizando un trabajo para la adaptación de las normas europeas EN-13108 y EN-12897, a las mezclas bituminosas españolas, afectando este desarrollo a las siguientes mezclas:

- Mezclas Bituminosas en Caliente (MBC)
- Productos complementarios de pavimentos de hormigón como pasadores, producto de relleno de juntas y sellado de juntas.
- Mezclas Bituminosas en Frío recicladas.
- Áridos, Ligantes Bituminosos, entre otros.

A todos estos materiales se les exigirá el marcado CE, marcado de calidad que será la referencia obligada en el futuro y son objeto del Comité Técnico de Normalización, CEN.

El marcado CE de mezclas bituminosas en caliente está basado en una serie de normas UNE-EN 13108, ya oficialmente publicadas en castellano. La normativa prevé una evaluación de conformidad del marcado CE basada en la inspección de todas las plantas de producción de mezclas bituminosas con una frecuencia anual.

**Normas que aplican**

La serie de normas UNE EN 13108 se dividen en 10 partes. Las partes de la 1 a la 7 son normas técnicas de productos. Éstas definen los diferentes tipos de mezclas que se pueden certificar con marcado CE (UNE EN 13108 Hormigón Bituminoso, UNE EN 13108-2 Mezclas Bituminosas para capas delgadas, etc.)

Las otras 2 partes, definidas como UNE EN 13108-20 y UNE EN 13108-21, son normas específicas para los ensayos iniciales de tipo y el control de producción en el centro productivo.

Los métodos de ensayo definidos en el UNE EN 13108 están descritos en la serie de normas UNE EN 12697, que recogen los métodos normalizados para el control de la calidad durante la producción de mezclas bituminosas en caliente en la planta.





**Procesos de Marcado CE**

La entrada en vigor de la normativa europea introduce cambios importantes en la gestión del control de calidad de la producción de este tipo de productos de la construcción. Este proceso de cambio se concrete en los siguientes puntos:

- **Redacción de un Manual de Control de la Producción en Fábrica:** Son todos los procedimientos exigidos por las normas para el control del Producto.
- **Ejecución de Ensayos Iniciales de Tipo:** Ensayos que caracterizan la formulación y que sirven al fabricante para declarar el producto y responsabilizarse sobre sus características.
- **Preparación y ejecución de ensayos de autocontrol de producto durante el año de un calendario:** La producción de mezclas bituminosas tiene que ser controlado y evaluada antes de poderse entregar en la obra.
- **Auditoría de control del proceso en fábrica inicial obligatoria:** Ejecutada por inspectores, donde se evalúa el estado de la planta de producción de las Mezclas Bituminosas.
- **Seguimiento anual de la conformidad de producto:** Auditoría, junto con ensayos de control, para asegurar la calidad del producto y afianzar la responsabilidad del fabricante frente al mismo.

**Nomenclatura**

Una variación importante frente a lo habitual, es el cambio de denominación de las mezclas bituminosas. Hasta ahora los nombres de las formulaciones venían definidos en el PG-, desde la entrada en vigor del marcado CE es obligatorio definir las mezclas con este nuevo criterio:

- 1) **Designación del tipo de mezcla** ( En el caso del Hormigón Asfáltico AC, en inglés Asphalt Concrete; en Mezclas Bituminosas Drenantes PA, en inglés Porous Asphalt, etc).
- 2) **Tamaño del tamiz que representa la mezcla (D).** No coincide con la dimensión máxima del árido. D es el tamiz por el cual el porcentaje en masa que pasa está entre el 90% y 100%.
- 3) **Capa de empleo** ("surf" en capa de rodadura, "base" en capa de base y "bin" en capa intermedia).
- 4) **El tipo de ligante empleado en la mezcla** (como por ejemplo 35/50, 50/70, etc)
- 5) **Letra de las fórmulas de las distintas mezclas que recuerda y diferencia** (S, D, G, MAM).
- 6) **Marca comercial.** El productor puede añadir cualquier nombre para distinguir su producto.

**Ensayos**

Los ensayos generales y empíricos que un fabricante ha de ejecutar para realizar una mezcla de tipo convencional (S, D ó G por ejemplo) están definidos en la UNE EN 13108-1.

Los ensayos iniciales de tipo según criterio empírico a ejecutar son los siguientes:

- Granulometría (de las mezclas producida con una determinada litología de áridos): EN 12697-2.
- Contenido en ligante: EN 12697-1 y EN 12697-39
- Sensibilidad al agua: EN 12697-12
- Temperatura de la mezcla: EN 12697-13
- Contenido en huecos, tanto los de relleno de betún como los de áridos minerales (con método de cálculo o con prensa giratoria): EN 12697-8 (EN 12697-5, EN 12697-6) EN 12697-31.





- Resistencia a la deformación permanente con método de Wheel Tracking: EN 12697-22.
- Reacción al fuego: EN 13501-1.
- Reacción a los Neumáticos claveteados: EN 12697-16.

### 3.16.- LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ESPAÑOLAS ACTUALES SEGÚN LA NORMA EUROPEA

Cada tipo de mezcla está definida dentro de la norma europea por una serie de requerimientos generales. Junto a éstos existen también otra serie de requerimientos como son los empíricos, prestacionales, los primeros empleados en España, y en la mayoría de los países.

La lista de requerimientos de cada una de las mezclas bituminosas de la norma europea empleadas en España, es decir, de las mezclas "Asphalt Concrete" (EN 13108-1, "Asphalt Concrete for very thin layers" (EN 13108-2) y "Porous Asphalt" (EN 13108-7), definiendo y encuadrando cada una de ellas dentro del PG-3.

#### - MEZCLAS BITUMINOSAS "Asphalt Concrete" (EN 13108-1)

Corresponde con el primer tipo de mezcla analizado en la norma pr EN 13108 y su denominación es "Asphalt Concrete", en España, Mezclas de tipo Hormigón Bituminoso u Hormigón Asfáltico, llamadas también Convencionales, correspondientes a la mezcla Densa, Semidensa y Gruesa, denominadas respectivamente D, S y G. Existen también otras mezclas bituminosas como las de alto módulo, MAM, o las drenantes, PA.

La lista de estos requerimientos que definen a las Mezclas Bituminosas tipo "Asphalt Concrete" son los siguientes de acuerdo con el pr EN 13108-1:

REQUERIMIENTOS	CARACTERÍSTICAS
GENERALES	Granulemetría
	Contenido en huecos
	Sensibilidad al agua
	Resistencia al fuego
	Resistencia al fuel (aeropuertos)
	Resistencia a fluidos de deshielo
	Resistencia a la abrasión
	Resistencia a la deformación permanente
	Temperatura de la mezcla

#### - MEZCLAS BITUMINOSAS "Asphalt Concrete for very thin layers" (EN 13108-2)

Corresponde con el primer tipo de mezcla analizado en la norma pr EN 13108 y su denominación es "Asphalt Concrete for very thin layers", en España, Mezclas Bituminosas en caliente tipo discontinuo en capa de delgado espesor, llamadas también Mezclas Discontinuas de tipo M y F.

La lista de los requerimientos para las Mezclas de tipo "Asphalt Concrete for very thin layers" son los siguientes de acuerdo con el pr EN 13108-2:

REQUERIMIENTOS	CARACTERÍSTICAS
GENERALES	Granulemetría
	Contenido en huecos
	Sensibilidad al agua
	Resistencia al fuego
	Resistencia al fuel (aeropuertos)



	Resistencia a fluidos de deshielo
	Resistencia a la abrasión
	Resistencia a la deformación permanente
	Temperatura de la mezcla
	Contenido mínimo de ligante

#### **- MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO “Porous Asphalt” (EN 13108-7)**

Corresponde con el último tipo de mezclas bituminosas analizadas en la nueva norma Europea, pr EN 13108-7 y su denominación es “Porous Asphalt”, en España, Mezclas Drenantes. Se designan con las letras PA y el artículo que las estudia, dentro del PG-3, es el mismo que analiza las mezclas bituminosas en caliente tipo Hormigón Asfáltico, artículo 542.

La lista de estos requerimientos generales para este tipo de mezclas son los siguientes:

REQUERIMIENTOS	CARACTERÍSTICAS
GENERALES	Granulemetría
	Contenido en huecos
	Sensibilidad al agua
	Resistencia al fuego
	Resistencia al fuel (aeropuertos)
	Resistencia a fluidos de deshielo
	Permeabilidad
	Temperatura de la mezcla
	Contenido mínimo de ligante

Las especificaciones dadas a las Mezclas Bituminosas, empleadas en España, se basan en una serie de propiedades mecánicas, de durabilidad, superficiales y relativas a la trabajabilidad de la mezcla. De todas éstas las que resultan más críticas en su comportamiento y las que normalmente clasifican y designan a estas mezclas son las que se muestran:

- Resistencia a las deformaciones plásticas
- Resistencia a la acción del agua
- Resistencia a la figuración térmica y al envejecimiento

Los ensayos relativos a las mezclas bituminosas recogidos en la norma europea serán 43. Dentro de la norma EN-12697 existen 43 apartados en los que se detallan cada una de estas 43 normas.

#### **3.16.1.- EL MARCADO DE MEZCLAS BITUMINOSAS**

La normativa de referencia para las Mezclas Bituminosas (MB) se concentra en dos normas armonizadas, la EN-13108 y la EN-12697. La primera recoge las normas correspondientes a especificaciones de materiales y de calidad: Ensayo Inicial de Tipo (initial type testing) y Control de Producción en Fábrica (factory production control), mientras que la segunda recoge los ensayos específicos de las mezclas bituminosas.

Un aspecto destacable de la normativa europea es que hace referencia únicamente a la MB como tal, y no a la forma de ponerla en obra. Esto supone que estas normas no sustituirían completamente a los artículos correspondientes (542 y 543) del PG-3, que seguirán siendo necesarios para fijar los criterios de puesta en obra y de aceptación del producto en obra: espesores, densidad, características superficiales, etc.

Las EN-13108-20 y 21 recogen los criterios, en principio mínimos y conformes con las últimas versiones (septiembre de 2003) de los suplementos 2 y 3 de la CEN BTS1 N888, a exigir en los sistemas de claidad de



los productores para el ensayo inicial de tipo, es decir para asegurar que con los componentes empleados y el sistema de producción se cumplen las exigencias elegidas para la mezcla, y para el sistema de control de producción en planta.

Las normas de ensayos se recogen en los distintos apartados de la EN-12697.

El procedimiento de marcado CE de las mezclas bituminosas (MB), es de conformidad con el 2+. Esto supone que el fabricante es responsable del ensayo inicial de tipo y del control de producción en fábrica. Además el fabricante deberá disponer de un sistema de calidad específico de su planta que será objeto de inspección inicial y estará sometido a vigilancia, supervisión y evaluación constantes (periódicamente) por un organismo autorizado.

En general se admite que una planta que disponga de un sistema de calidad ISO 9001-2000. En cualquier caso, los organismos autorizados deberán disponer de procedimientos propios que definan el sistema de inspección inicial, vigilancia, supervisión y evaluación que, a su vez, deberán ser objeto de algún tipo de armonización a nivel europeo para garantizar la equiparación de los marcados CE y evitar situaciones de desequilibrio.

#### **- ENSAYO INICIAL DE TIPO:**

Se recogen en la EN-13108-20 que se encuentra en fase de borrador, por lo que aún es susceptible de cambios importantes. Esta norma establece básicamente que, por cada tipo de mezcla que produzca, el fabricante deberá disponer de un procedimiento que garantice que la formulación empleada conduce al cumplimiento de los requerimientos (sean de tipo mecánico, como el módulo, o composicionales, como el contenido de ligante) de la norma armonizada correspondientes a dicho tipo de mezcla y que los resultados obtenidos se registran y presentan en un informe que contenga toda la información necesaria.

Cada formulación aprobada es válida por un periodo de 5 años, sujeta a los requerimientos de revisión. Algunas propiedades mecánicas como el módulo y la resistencia a la deformación plástica requieren revisiones al menos, cada 3 años.

El sistema de ensayo inicial de tipo debe incluir ensayos para demostrar que tanto los componentes como la mezcla cumplen los requerimientos. Para ello se establecen los ensayos mínimos a realizar sobre los componentes y la mezcla. En el caso de las mezclas, los ensayos pueden realizarse según 3 modelos:

- Todas las propiedades se validan a nivel laboratorio.
- Todas las propiedades se validan a nivel de planta
- Unas propiedades se validan en laboratorio y el resto en planta

Cuando se efectúa la validación en laboratorio, los ensayos se realizan con mezcla fabricada en laboratorio según la formulación analizada de acuerdo con la EN-13697-35. Cuando la validación se hace en planta, las probetas se fabrican con mezcla producida en la planta bajo las condiciones de operación declaradas en la formulación de la mezcla.

Aunque la norma no se aclara específicamente, debería entenderse que para aquellas plantas de MB que fabrican sus propios áridos o que emplean ligantes producidos en su propia empresa, es decir, que no están sometidos a un proceso de compra – venta entre terceros y, por tanto, no requieren el marcado CE, los requerimientos para estos componentes serían los mismos que si fueran fabricados para la venta.

Realizadas las pruebas, el fabricante preparará un informe por fórmula de trabajo de la Declaración de Conformidad incluyendo los siguientes datos:

- General:
  - Nombre y Dirección del fabricante
  - Identificación de la Planta de Producción
  - Tipo y categoría de la mezcla objeto de declaración
  - Exposición del método de validación empleado con referencia al Anejo C



- Componentes:
  - Cada tamaño de árido: tipo y origen
  - Ligante: tipo
  - Filler: tipo y origen
  - Aditivos: tipo y origen
  - Mezcla reciclada: declaración del rango admisible y métodos de control
  - Todos los componentes: resultados de Iso ensayos del acuerdo al Anejo A
- Fórmula de trabajo:
  - Formulación de la mezcla, expresada como composición de entrada (validación en laboratorio) y/o de salida (validación en planta).
  - Resultados de los ensayos, de acuerdo con los Anejos B y D.

### 3.16.2.- EL MARCADO DE LOS COMPONENTES

Aunque lo más importante para el fabricante de las Mezclas Bituminosas (MB) sea el marcado de éstas, reseñamos a continuación la situación del marcado CE de sus principales componentes (ligantes y áridos). No obstante el proceso debe ser el mismo que el de las mezclas, ya que el sistema especificado es el mismo: 2+.

#### - MARCADO DE LOS LIGANTES

La normativa de referencia está siendo desarrollada en el seno del CEN/TC-336.

Las especificaciones de betunes para carreteras están aprobadas (EN 12591), pero debido a que su puesta en marcha fue anterior a la publicación de la DCP, esta norma tiene carácter voluntario.

Además de las especificaciones sobre betunes "normales" hay dos normas de especificaciones sobre betunes "duros" y modificados o "especiales". Esto se complementa con los ensayos de muestreo, preparación de muestras, caracterización, etc.

Se muestra a continuación la tabla de requisitos de los betunes de carreteras según la EN-12591



Característica	20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220	250/330
<b>Propiedades obligatorias</b>									
Penetración a 25°C (mm/10)	20-30	30-45	35-50	40-60	50-70	70-100	100-150	160-220	250-330
Punto de Reblandecimiento (°C)	55-63	52-60	50-58	48-56	46-54	43-51	39-47	35-43	30-38
Resistencia al endurecimiento:	(RTFOT, TFOT y TFT, en caso de conflicto sólo es válido el RTFOT)								
Cambio de masa (% máx., +/-)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0
Penetración retenida (% mín.)	55	53	53	50	50	46	43	37	35
Pº. Rebl. tras RTFOT (°C,min)	57	54	52	49	48	45	41	37	32
Punto de inflam. V/A (°C, min)	240	240	240	230	230	230	230	220	220
Solubilidad (% mín.)	99,0								
<b>Propiedades opcionales</b>									
Conten. en parafinas (% máx.) <sup>(1)</sup>	2,2 según EN 12606-1 ó 4,5 según EN 12606-2								
Viscos. dinám. 60°C(Pa.s., mín)	440	260	225	175	145	90	55	30	18
Viscos. cinem. 135°C(mm²/s, mín)	530	400	370	325	295	230	175	135	100
Pº de fragilidad Fraass (°C, máx.)	--	-5	-5	-7	-8	-10	-12	-15	-16
Resistencia al endurecimiento:	En los Anexos Nacionales puede especificarse una de las siguientes 3 opciones : <sup>(2)</sup>								
1) Increm. de Pº. Rebl. (°C, máx.)	8	8	8	9	9	9	10	11	11
2) Increm. de Pº. Rebl. (°C, máx.)	10	11	11	11	11	11	12	12	12
Increm. de Pº Fraass (°C, máx.) <sup>(3)</sup>	--	-5	-5	-7	-8	-10	-12	-15	-16
3) Increm. de Pº. Rebl. (°C, máx.)	10	11	11	11	11	11	12	12	12
Índice de Penetración <sup>(3)</sup>	<--- -1,5 mínimo +0,7 máximo --->								
<sup>(1)</sup> En el futuro se pretende unificar el sistema de ensayo.									
<sup>(2)</sup> Se escoge una, y sólo una, de las tres opciones									
<sup>(3)</sup> Sobre el betún original, es decir, antes del proceso de endurecimiento.									

## EL MERCADO DE LOS ÁRIDOS

La normativa se encuentra contemplada y traspuesta en España, en la norma UNE-EN 13043 DE 2003 "Aridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras áreas pavimentadas". Dicha norma contempla muchas características, con sus correspondientes ensayos, que no siempre serían de aplicación en España (de acuerdo a la normativa vigente en materia de mezclas bituminosas).

La UNE-EN 13043 contempla el procedimiento de marcado CE de los áridos, que se complementa con la "Instrucción sobre criterios para la puesta en práctica del marcado CE de los áridos" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, cuyo objeto es armonizar los criterios de los organismos notificados para las tareas de evaluación de conformidad on el sistema 2+ (Certificación del Control de Producción en Fábrica) que es el estipulado para los áridos a emplear en mezclas bituminosas.



Esta instrucción establece, con carácter de mínimos, lo siguiente:

ENSAYOS A REALIZAR EN ÁRIDOS PARA MEZCLA BITUMINOSAS			
Norma	Ensayo		Frecuencia
Propiedades geométricas			
UNE-EN 933-1	Granulometría de las partículas y contenido de finos		Semanal
UNE-EN 933-3	Índice de lajas		Mensual
UNE-EN 933-5	Porcentaje de caras de fractura		Mensual
UNE-EN 933-9	Azul de metileno		Semestral
UNE-EN 933-10	Granulometrías de los filleres. Tamizado en corriente de aire		Semanal
Propiedades mecánicas y físicas			
UNE-EN 1097-2	Resistencia a la fragmentación	Ensayo de Los Ángeles	Anual
UNE-EN 1097-6	Densidad de partículas	Árido Grueso	Bienal
		Árido Fino	
UNE-EN 1097-8	Coeficiente de Pulimento Acelerado (sólo para capas de rodadura)		Anual

Por su parte los artículos 542 y 543 del PG-3, establecen las condiciones que deben reunir los áridos para su empleo en mezclas bituminosas en caliente, que son los siguientes:

- Árido Combinado:
  - Equivalente de Arena, UNE-EN 933-8
  - Azul de metileno: UNE-EN 939-9
- Árido Grueso:
  - Partículas trituradas, UNE-EN 933-5
  - Índice de lajas, UNE-EN 933-3
  - Desgaste Los Ángeles, UNE-EN 1097-2
  - Coeficiente de Pulimento Acelerado, UNE-EN 1097-8
  - Limpieza, UNE 146130 Anexo C
- Árido Fino:
  - Proporción de árido fino triturado
  - Limpieza
  - Desgaste de los Ángeles, UNE-EN 1097-2
- Polvo mineral:
  - Proporción de polvo mineral de aportación
  - Finura y actividad, NLT-176





## CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRIDOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS (PG-3)

		Mezclas D, S, G, MAM y PA						Mezclas M y F			
		T00	T0	T1	T2	T31 T32	T41 T42		T00	T0-T2	T31-T42
ÁRIDO COMBINADO											
Calidad		E.A. ≥ 50   ó   E.A. ≥40 + A.M. ≤10									
ÁRIDO GRUESO											
Partículas trituradas	Rodadura	100	100	100	100	≥90	≥75	M,F	100	100	≥75
	Intermedia	100	100	100	≥90	≥90	≥75				
	Base	100	≥90	≥90	≥75	≥75					
Índice de Lajas	D; S; G; MAM	≤20	≤25	≤25	≤30	≤35	≤35	F	≤20	≤20	≤25
	PA	≤20	≤25	≤25	≤25	≤25		M	≤15	≤15	≤25
Desgaste Los Ángeles	PA	≤15	≤15	≤20	≤20			F	≤20	≤20	≤25
	Rodadura	≤20	≤20	≤25	≤25	≤25	≤25	M	≤15	≤15	≤25
	Intermedia	≤25	≤25	≤25	≤25	≤25	≤25				
	Base	≤25	≤25	≤30	≤30	≤30					
Limpieza	Todos	< 0,5						M;F	< 0,5		
C.P.A.	PA	≥0,55	≥0,5	≥0,5	≥0,45	≥0,4	≥0,4	M;F	≥0,55	≥0,5	≥0,45
	Rodadura	≥0,55	≥0,5	≥0,5	≥0,45	≥0,4	≥0,4				
ÁRIDO FINO											
Coef. Desgaste L.A. del árido fino	Rodadura Intermedia	El del Árido Grueso ó ≤ 25						El del Árido Grueso ó ≤ 25			
	Base	El del Árido Grueso ó ≤ 30									
Árido fino no triturado	Rodadura	0%	0%	0%	0%	≤20%	≤20%	F	T00 a T1: 0%		T2 a T4: ≤10%
	Intermedia Base	0%	0%	0%	0%	≤10%	≤20%	M	0%	0%	0%
POLVO MINERAL											
Proporción de Polvo Mineral de Aportación	Rodadura	100	100	100	100	≥50	---	M;F	100	100	≥50
	Intermedia	100	100	100	≥50	≥50	---				
	Base	100	≥50	≥50	≥50	---	---				
Densidad aparente	Todos	0,5 – 0,8						0,5 – 0,8			





### 3.17.- REAL DECRETO 105/08 POR EL QUE SE REGULA LA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Este Real Decreto tiene por objeto establecer el régimen jurídico de que la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

#### Definiciones:

Además de las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley 10/98, de 21 de abril, de Residuos, a los efectos de este Real Decreto se entenderá por:

- **RESIDUO DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN:** Cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de "Residuos" incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/98, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.

- **RESIDUO INERTE:** Aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- **OBRA DE CONSTRUCCIÓN O DEMOLICIÓN:** La actividad consistente en:

- 1º.- La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otra análogo de ingeniería civil.

- 2º.- La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otras análogas, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos en las industrias extractivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma: tales como:

- Plantas de machaqueo
- Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo- cemento,
- Plantas de prefabricados de hormigón
- Plantas de fabricación de mezclas bituminosas
- Talleres de fabricación de encofrados
- Talleres de elaboración de ferralla
- Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
- Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.

- **OBRA MENOR DE CONSTRUCCIÓN O REPARACIÓN DOMICILIARIA:** Obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del



volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de Proyecto firmado por profesionales titulados.

- **PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN:**

- 1º Persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición, en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- 2º La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- 3º.- El importados o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

- **POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN:** La persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

- **TRATAMIENTO PREVIO:** Proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

**Ámbito de Aplicación:**

Este Real Decreto será de aplicación a los residuos de construcción y demoliciones definidos en el Artículo 2, con excepción de:

- Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino o reutilización.
- Los residuos de industrias extractivas reguladas por la Directiva 2006/21/CE del 15 de marzo.
- Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigaciones de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/03 de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.
- A los residuos que se generen en obras de construcción o demolición y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación este Real Decreto en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 203 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

**Artículo 4.- OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN:**

Además de los requisitos exigidos por la legislación sobre residuos, el productor de residuos de construcción y demolición deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) **Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición que contendrá como mínimo:**
- a. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas o metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
  - b. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del Proyecto
  - c. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
  - d. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5
  - e. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la Dirección Facultativa de la obra.
  - f. Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
  - g. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.
- b) **En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión a que se refiere la letra a) del apartado 1, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.**
- c) **Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este RD y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.**
- d) **En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía**



financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

#### **Artículo 5.- OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN:**

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el artículo 4.1.- y en este artículo. El Plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptados por el propietario, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción o demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por ORDEN MAM /304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino. Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrada deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.  
En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/98, de 21 de abril.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones y seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

▪ Hormigón:	80 Toneladas
▪ Ladrillos, tejas, cerámicos:	40 Toneladas
▪ Metal:	2 Toneladas
▪ Madera:	1 Tonelada
▪ Vidrio:	1 Tonelada
▪ Plástico:	0,5 Toneladas
▪ Papel y cartón:	0,5 Toneladas

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por



falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en le presente apartado.

- El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma en que se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el apartado 3, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

#### **Artículo 6.- RÉGIMEN DE CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, POSESIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

- Las Comunidades Autónomas y las entidades locales colaborarán y se prestarán a la asistencia mutua que pudieran precisar para el cumplimiento de las funciones que, respectivamente, les atribuye la legislación sobre residuos, en particular en relación con la autorización, vigilancia, inspección y sanción de la producción, posesión y gestión de residuos de construcción y demolición.
- En aquellas obras cuyo Proyecto, de acuerdo con el artículo 4, incluya un estudio de gestión de residuos de la obra, el cálculo de la cuantía de la fianza o garantía financiera equivalente establecida en el apartado anterior, se basará en el presupuesto de dicho estudio. No obstante, si se considera que el presupuesto ha sido elaborado de modo infundido a la baja, se podrá elevar motivadamente la fianza.

#### **Artículo 7.- OBLIGACIONES GENERALES DEL GESTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

Además de las recogidas en la Legislación sobre Residuos, el Gestor de Residuos de Construcción y Demolición, deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a). La información referida a cada año natural deberá contenerse durante los cinco años siguientes.



- c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este RD, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
- d) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor procedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

#### **Artículo 8.- ACTIVIDADES DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

- 1) El desarrollo de actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma, en los términos establecidos por la Ley 10/98, de 21 de abril.
- 2) La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por períodos sucesivos.
- 3) La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que se vaya a desarrollar la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.
- 4) Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

#### **Artículo 9.- ACTIVIDADES DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA OBRA EN QUE SE HAN PRODUCIDO**

- 1) La legislación de las comunidades autónomas podrá eximir de la autorización administrativa regulada en los apartados 1 a 3 del artículo 8 a los poseedores que se ocupen de la valorización de los residuos no peligrosos de construcción y demolición en la misma obra en que se han producido, fijando los tipos y cantidades de residuos y las condiciones en las que la actividad puede quedar dispensada de la autorización.
- 2) Las actividades de valorización de residuos regulados en este artículo se ajustarán a lo establecido en el Proyecto de Obra. En particular, la Dirección Facultativa de la obra deberá aprobar los medios previstos para dicha valorización in situ.
- 3) En todo caso, estas actividades se llevarán a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que perjudiquen al medio ambiente, y en particular, al agua, al aire, al suelo, a la fauna o a la flora, sin provocar molestias por ruido ni olores y sin dañar el paisaje y los espacios naturales que gocen de algún tipo de protección de acuerdo con la legislación aplicable.
- 4) Las actividades a las que sea de aplicación la exención contemplada en el apartado 1 deberán quedar obligatoriamente registradas en la forma que establezcan las Comunidades Autónomas.





**Artículo 11.- ACTIVIDADES DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN MEDIANTE DEPÓSITO EN VERTEDERO**

- 1) Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.  
Esta disposición no se aplicará a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable ni a los residuos de construcción y demolición cuyo tratamiento no contribuya a los objetivos establecidos en el artículo 1 ni a reducir los peligros para la salud humana o el medio ambiente.
- 2) La legislación de las comunidades autónomas podrá eximir de la aplicación del apartado anterior a los vertederos de residuos no peligrosos o inertes de construcción o demolición en poblaciones aisladas que cumplan con la definición que para este concepto recoge el artículo 2 del RD 1481/01, del 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, siempre que el vertedero se destine a la eliminación de residuos generados únicamente en esa población aislada.

**Artículo 12.- ACTIVIDADES DE RECOGIDA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo al órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma correspondiente, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someterse a autorización el ejercicio de estas actividades.

**Artículo 13.- UTILIZACIÓN DE RESIDUOS INERTES EN OBRAS DE RESTAURACIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y RELLENO**

- 1) La utilización de residuos inertes procedentes de actividades de construcción o demolición en la restauración de un espacio ambientalmente degradado, en obras de acondicionamiento o relleno, podrá ser considerada una operación de valorización, y no una operación de eliminación de residuos en vertedero, cuando se cumplan los siguientes requisitos:
  - a. Que el órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma así lo haya declarado antes del inicio de las operaciones de gestión de residuos.
  - b. Que la operación se realice por un gestor de residuos sometido a autorización administrativa de valorización de residuos. No se exigirá autorización de gestor de residuos para el uso de aquellos materiales obtenidos en una operación de valorización de residuos de construcción y demolición que no posean la calificación jurídica de residuo y cumplan los requisitos técnicos y legales para el uso al que se destinen.
  - c. Que el resultado de la operación sea la sustitución de recursos naturales que, en caso contrario, deberían haberse utilizado para cumplir el fin buscado con la obra de restauración, acondicionamiento o relleno.
- 2) Los requisitos establecidos en el apartado 1 se exigirán sin perjuicio de la aplicación, en su caso, del RD 2994/82, de 15 de octubre, sobre restauración de espacios naturales afectados por actividades extractivas.
- 3) Las administraciones públicas fomentarán la utilización de materiales y residuos inertes procedentes de actividades de construcción o demolición en la restauración de espacios ambientalmente degradado, obras de acondicionamiento o relleno, cuando se cumplan los requisitos establecidos en el apartado 1. En particular, promoverán acuerdos voluntarios entre los responsables de la correcta gestión de los residuos y los responsables de la restauración de los espacios ambientalmente degradados, o con los titulares de obras de acondicionamiento o relleno.





**Artículo 14.- PLANIFICACIÓN SOBRE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

Los planes sobre residuos de construcción y demolición o las revisiones de los existentes que, de acuerdo con los apartados 4 y 5 del artículo 5 de la Ley 10/98, de 21 de abril, aprueben las Comunidades Autónomas o las entidades locales, contendrán como mínimo:

- a) La previsión de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se producirán durante el periodo de vigencia del plan, desglosando las cantidades de residuos peligrosos y de residuos no peligrosos, y codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya.
- b) Los objetivos específicos de prevención, reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación, así como los plazos para alcanzarlos.
- c) Las medidas a adoptar para conseguir dichos objetivos, incluidas las medidas de carácter económico.
- d) Los lugares e instalaciones apropiados para la eliminación de los residuos.
- e) La estimación de los costes de las operaciones de prevención, valorización y eliminación.
- f) Los medios de financiación.
- g) El procedimiento de revisión.

**Artículo 15.- RESPONSABILIDAD ADMINISTRATIVA Y RÉGIMEN SANCIONADOR**

El incumplimiento de las obligaciones establecidas en este RD dará lugar a la aplicación del régimen sancionador previsto en la Ley 10/98, de 21 de abril.



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 209 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>



## CAPÍTULO III

## 4.- MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO

tecnigal, s.l.  
CONSULTING DE INGENIERÍA

PLIEGO DE CONDICIONES

Pág. 210



Copia auténtica do orixinal - Concello de Vigo

Data impresión: 13/10/2014 15:02

Páxina 210 de 211

Expediente 2546/440

Código de verificación: 28E83-E5AA2-AABB4-22822

Pode validar e/ou obter copia electrónica do documento utilizando o código QR da esquerda ou o código de verificación na dirección da sede electrónica <http://www.vigo.org/csv>

#### 4.1.- MEDICIÓN, VALORACIÓN Y ABONO

##### 4.1.1.- UNIDADES DE OBRA

Las unidades de obra se medirán, valorarán y abonarán según se recoge en los Cuadros de Precios I y II que figuran en el presente Proyecto.

##### 4.1.2.- PARTIDAS ALZADAS A JUSTIFICAR

Las partidas alzadas se justificarán aplicando el importe de las mediciones, realmente ejecutadas, por los precios que figuran en el Cuadro de Precios de este Proyecto.

En el caso de no existir precio en dicho Cuadro, se aplicará el precio que previamente se haya pactado.

Director de Proyecto  
El Ingeniero Municipal

Fdo.: D- ÁLVARO CRESPO CASAL

Vigo, Agosto de 2014  
Autores del Proyecto  
El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Fdo.: D. PABLO LÓPEZ FERNÁNDEZ  
Colegiado N°: 22.252

Fdo.: D. JOSÉ MANUEL FOUCES DÍAZ  
Colegiado N°: 1.930

