

5.1.3 Cada aspecto/región objeto de calificación será valorada asignándole de 1 a 10 puntos, según la siguiente escala:

Calificación	Puntuación
Excelente .....	10
Muy Bueno .....	9
Más que Bueno .....	8
Bueno .....	7
Regular .....	6
Suficiente .....	5
Insuficiente .....	<5

5.1.4 No se puntuarán, ni se inscribirán en el Libro Genealógico, aquellos ejemplares que en alguna región/aspecto no alcancen los 5 puntos (Insuficiente —I—).

5.2 Puntuaciones.—Los aspectos/regiones a valorar son los que a continuación se relacionan, con expresión, para cada uno de ellos, del correspondiente coeficiente de ponderación. En consecuencia, los puntos que se asignen a cada uno de ellos se multiplicarán por el coeficiente multiplicador respectivo, resultando así la puntuación definitiva.

#### 5.2.1 Parcial.

##### I. Machos.

A) Desarrollo muscular. Coeficiente multiplicador: 0,700.

1. Anchura anterior.
2. Anchura cruz-dorso.
3. Lomos.
4. Curvatura de nalga.
5. Anchura de muslo.
6. Profundidad de muslo.

B) Tamaño. Coeficiente multiplicador: 0,500.

1. Alzada a la cruz.
2. Profundidad torácica.
3. Longitud escápulo-isquiática.
4. Longitud de grupa.
5. Anchura entre ancas.
6. Anchura de grupa.
7. Circunferencia de caña.

C) Extremidades y aplomos. Coeficiente multiplicador: 0,400.

1. Patas anteriores, de frente.
2. Patas anteriores, lateral.
3. Patas posteriores, de frente.
4. Patas posteriores, lateral.
5. Talones.

D) Aspecto general. Coeficiente multiplicador: 0,150.

1. Armonía del conjunto.
2. Testículos.

II. Hembras.—Se contemplarán las mismas regiones/aspectos que en el caso de los machos, salvo en lo que concierne a los testículos, que serán sustituidos por la ubre. En lo que concierne a los coeficientes multiplicadores se establecen los siguientes:

A) Desarrollo muscular. Coeficiente multiplicador: 0,650.

B) Tamaño. Coeficiente multiplicador: 0,550.

C) Extremidades y aplomos. Coeficiente multiplicador: 0,400.

D) Aspecto general. Coeficiente multiplicador: 0,125.

Obtenida de la forma anteriormente descrita la puntuación de los ejemplares, éstos quedarán calificados según las siguientes denominaciones:

Denominación	Siglas	Puntuación obtenida	
		Machos	Hembras
Excelente .....	EX	90 o más	
Muy Bueno .....	MB	85-90	
Más que Bueno .....	+B	80-84	
Bueno .....	B	75-79	
Suficiente .....	S	70-74	65-74
Insuficiente .....	I	< 70	< 65

#### 6. Defectos excluyentes

En hembras: defectos y/o alteraciones genitales incompatibles con la normalidad reproductiva.

En machos: testículos con defectos y/o alteraciones genitales incompatibles con la normalidad reproductiva.

Animal basto y poco equilibrado.

Aplomos defectuosos.

Pelo blanco, negro, y/o con manchas de éstos.

Capa y/o coloraciones diferentes al color pardo.

## MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

**881** REAL DECRETO 1797/2003, de 26 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03).

La Instrucción para la recepción de cementos (RC-97) fue aprobada por el Real Decreto 776/1997, de 30 de mayo.

El Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, en aplicación de la Directiva 93/68/CEE, regula las condiciones de importación, comercialización y uso de los productos de construcción a fin de garantizar su libre circulación, estableciendo la obligatoriedad del marcado «CE» —cuando existan las condiciones que lo permitan— al objeto de dar cumplimiento a dichas exigencias.

La Decisión 97/555/CE de la Comisión, de 14 de julio de 1997, establece el procedimiento de certificación de la conformidad de los cementos comunes con los requisitos de la Directiva 89/106/CE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, y el «Diario Oficial de las Comunidades Europeas» número C 20, de 23 de enero de 2001, publica el título de la referencia de la norma armonizada de dichos productos, así como la fecha de entrada en vigor del marcado «CE» para los cementos

comunes en aplicación de la citada directiva, por lo que existen las condiciones que permiten exigir el marcado «CE» para estos productos.

La Comisión Permanente del Cemento, radicada en el Ministerio de Fomento, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, y conforme a las funciones que tiene encomendadas, ha considerado necesario proponer la revisión de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-97), con la finalidad, por una parte, de dar cumplimiento a lo establecido en el citado Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, y, por otra, de actualizarla en relación con las novedades que en materia de normativa técnica se han producido durante su período de vigencia.

Esta disposición ha sido sometida al procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, previsto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, modificada por la Directiva 98/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de julio de 1998, así como en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, que incorpora estas directivas al ordenamiento jurídico español, y, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 24.1.c) de la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, al trámite de audiencia que en ella se establece, y se ha remitido a los sectores afectados.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Fomento y de Ciencia y Tecnología y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 26 de diciembre de 2003,

#### DISPONGO:

**Artículo 1.** *Aprobación de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03).*

Se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-03), que se inserta a continuación.

**Artículo 2.** *Ámbito de aplicación.*

El ámbito de aplicación de este real decreto se extiende, con carácter obligatorio, a las recepciones de cementos que se realicen en las obras de construcción, en las centrales de fabricación de hormigón y en la fábricas de productos de construcción en cuya composición se incluya cemento.

**Disposición derogatoria única.** *Derogación normativa.*

A la entrada en vigor de este real decreto queda derogado el Real Decreto 776/1997, de 30 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-97).

**Disposición final única.** *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, a 26 de diciembre de 2003.

JUAN CARLOS R.

El Vicepresidente Segundo del Gobierno  
y Ministro de la Presidencia,  
JAVIER ARENAS BOCANEGRA

## INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS (RC-03)

### CAPÍTULO I

#### Generalidades

**Artículo 1.** *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.

**Artículo 2.** *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 artículo 4.1, 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 28 de octubre, y disposiciones que lo desarrollan.

### CAPÍTULO II

#### Tipos de cementos y especificaciones

**Artículo 3.** *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 artículo 4.3.



#### Artículo 4. Especificaciones.

##### 4.1 Cementos comunes.

##### 4.1.1 Composición de los cementos comunes:

Las proporciones en masa de los componentes de los cementos comunes de UNE-EN 197-1:2000 se especifican en la tabla 4.1.1, según su clasificación por denominación, designación y tipo.

##### 4.1.2 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 4.1.2 según sus clases de resistencia.

TABLA 4.1.2

*Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos comunes*

Clase de resistencia (1)	Resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> ) 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 — Horas	Expansión — mm
	2 días	7 días	28 días				
32,5N	—	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 12	≤ 10
32,5R	≥ 10,0	—					
42,5N	≥ 10,0	—	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60		
42,5R	≥ 20,0	—					
52,5N	≥ 20,0	—	≥ 52,5	—	≥ 45		
52,5R	≥ 30,0						

(1) R = Alta resistencia inicial.

N = Resistencia inicial normal.

(2) 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa.

##### 4.1.3 Prescripciones químicas de los cementos comunes:

Las prescripciones que deben cumplir los cementos comunes relativos a las características químicas figuran en la tabla 4.1.3.

TABLA 4.1.3

*Prescripciones químicas de los cementos comunes*

Característica	Norma de ensayo	Tipo de cemento	Clase de resistencia	Prescripción (1)
Pérdida por calcinación.	UNE-EN 196-2:1996	CEM I CEM III	Todas	≤ 5,0 %
Residuo insoluble.	UNE-EN 196-2:1996 (2)	CEM I CEM III	Todas	≤ 5,0 %
Contenido de sulfatos (expresado en SO <sub>3</sub> ).	UNE-EN 196-2:1996	CEM I CEM II (3) CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,5 %
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 4,0 %
		CEM III (4)	Todas	

Característica	Norma de ensayo	Tipo de cemento	Clase de resistencia	Prescripción (1)
Contenido de cloruros (Cl <sup>-</sup> ).	UNE 80217:1991 (EN 196-21)	Todos (5)	Todas	≤ 0,10 % (6)
Puzolanicidad.	UNE-EN 196-5:1996	CEM IV	Todas	Puzolanicidad 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 insoluble 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 fabricado 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.

#### 4.1.4 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.

#### 4.2 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 4.2.1 a 4.2.3.

##### 4.2.1 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 4.2.1. 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:

a) 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.

b) La ceniza volante silícea o puzolana natural molienda 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 puzolanicidad a la edad de siete días, según UNE-EN 196-5:1996.

c) 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.

d) El cemento de referencia, tanto para el ensayo de puzolanicidad como para el de resistencia será el I 42,5 R/SR según UNE 80303-1:2001.

TABLA 4.2.1

#### Prescripciones adicionales para los cementos resistentes a los sulfatos

Tipo	Resistentes a los sulfatos (SR)	
	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	≤ 6,0	≤ 22,0
III/A	≤ 8,0	≤ 25,0
III/B	Los de siempre	
III/C	Los de siempre	
IV/A	≤ 6,0	≤ 22,0
IV/B	≤ 8,0	≤ 25,0
V/A	≤ 8,0	≤ 25,0

Las prescripciones sobre C<sub>3</sub>A y (C<sub>3</sub>A + C<sub>4</sub>AF) se refieren a porcentajes en masa de clínker. 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 clínker según UNE-EN 196-2:1996.

##### 4.2.2 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 4.2.2. 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 4.2.1.

TABLA 4.2.2

*Prescripciones adicionales para los cementos resistentes al agua de mar*

Tipo	Resistentes al 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.

#### 4.2.3 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.

### 4.3 Cementos de albañilería.

#### 4.3.1 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:

Materias primas empleadas en el proceso de fabricación de clinker, o productos resultantes de dicho proceso.

Cales hidráulicas, o cales 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 4.3.1.

TABLA 4.3.1

*Composición de los cementos de albañilería*

Tipo y clase de resistencia	Contenido (% en masa)	
	Clinker portland	Aditivos (1) (2)
MC 5	≥ 25	≤ 1 (1)
MC 12,5 MC 12,5 X MC 22,5 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.

#### 4.3.2 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 4.3.2.1 según sus clases de resistencia.

TABLA 4.3.2.1

*Prescripciones mecánicas y físicas de los cementos de albañilería*

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)
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				

(1) El ensayo deberá ser realizado según UNE-EN 196-1:1996. 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 es menor de 6 horas, no se prescribe ningún requisito para final de fraguado.

Adicionalmente, para los cementos de albañilería también son de aplicación las prescripciones establecidas en la tabla 4.3.2.2, 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 4.3.2.2

*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

## 4.3.3 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 4.3.3.

TABLA 4.3.3

*Prescripciones químicas de los cementos de albañilería*

Característica	Norma de ensayo	Tipo y clase del 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.

## 4.4 Cementos blancos.

Cementos blancos son aquellos que cumplen con las prescripciones señaladas en el apartado 4.1, o en el 4.3, así como con las adicionales de blancura indicadas en 4.4.2.

## 4.4.1 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 4.1.1.

Los componentes principales, clínker 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.

## 4.4.2 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 4.1.2, 4.1.3 y 4.1.4.

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 que 85,0.

## 4.4.3 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 4.3.1.

Las proporciones en masa de los componentes del cemento de albañilería blanco se especifican en la tabla 4.4.3.

TABLA 4.4.3

*Composición del cemento de albañilería blanco*

Tipo y clase de resistencia	Contenido (% en masa)	
	Clínker portland	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.

## 4.4.4 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 relativos a las características mecánicas y físicas figuran en la tabla 4.4.4.1.

TABLA 4.4.4.1

*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 196-1:1996. 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 del 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 4.4.4.2,



relativas a mortero fresco. Las características del mortero fresco serán determinadas sobre una pasta de consistencia normal obtenida para un valor de penetración de  $35 \pm 3$  mm, determinado por aplicación del método de referencia definido en UNE-EN 413-2:1995.

TABLA 4.4.4.2

*Requisitos para mortero fresco*

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

Las prescripciones que debe cumplir el cemento de albañilería blanco relativos a las características químicas figuran en la tabla 4.4.4.3.

TABLA 4.4.4.3

*Prescripciones químicas del cemento de albañilería blanco*

Característica	Norma de ensayo	Tipo y clase del cemento	Requisito (% en masa, referido a muestra desecada)
Contenido de sulfatos (expresado como $\text{SO}_3$ ).	UNE-EN 196-2:1996	BL 22,5 X	$\leq 3,0$ (1)
Contenido de cloruros (expresado como $\text{Cl}^-$ ).	UNE 80217:1991 (EN 196-21)	BL 22,5 X	$\leq 0,10$

(1) Si el contenido de clinker es mayor o igual al 55% en masa, el límite máximo aplicable será del 3,5% en masa.

## 4.5 Cemento para usos especiales.

Las proporciones en masa de los componentes del cemento para usos especiales se especifican en la tabla 4.5. Los componentes de este cemento han de cumplir los requisitos que para ellos se establecen en el anexo II.

TABLA 4.5

*Tipo de cemento para usos especiales y composición: proporción en masa (1)*

Tipos de cemento	Designación	Clínker (K)	Escorias de horno alto (S)	Puzolanas naturales (2) (P)	Cenizas volantes (V)	Componentes minoritarios adicionales (3)
ESP VI-1	VI-1	25-55	45-75			0-5

(1) Los valores de la tabla se refieren a % en masa respecto al núcleo de cemento, entendiéndose por tal el clínker y las adiciones, con exclusión del sulfato de calcio (regulador de fraguado) y de los aditivos.

(2) El contenido de puzolana natural no deberá ser superior el 40%.

(3) Los componentes minoritarios adicionales pueden ser filler, o uno o más de los componentes principales, a menos que estén incluidos ya como tales en el cemento.

## 4.5.1 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 4.5.1.

TABLA 4.5.1

*Prescripciones mecánicas y físicas del cemento para usos especiales*

Clases de resistencia	Resistencia a compresión ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) UNE-EN 196-1:1996		Tiempo de fraguado UNE-EN 196-3:1996		Estabilidad de volumen UNE-EN 196-3:1996
	28 días	90 días	Inicio — Minutos	Final — Horas	Expansión — Milímetros
22,5 N	$\geq 12,5$	$\leq 32,5$	$\geq 22,5$	$\geq 60$	$\leq 12$
32,5 N	$\geq 22,5$	$\leq 42,5$	$\geq 32,5$	$\leq 12$	$\leq 10$
42,5 N	$\geq 32,5$	$\leq 52,5$	$\geq 42,5$		

## 4.5.2 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 4.5.2.

TABLA 4.5.2

*Prescripciones químicas de los cementos para usos especiales*

Tipo de cemento	Prescripciones	
ESP VI-1	Contenido de sulfatos (expresado como $\text{SO}_3$ ). UNE-EN 196-2:1996	Contenido de cloruros (expresado como $\text{Cl}^-$ ) UNE 80217:1991 (EN 196-21)
	$\leq 3,5\%$	$\leq 0,10\%$

## 4.6 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 4.6.1 y 4.6.2.

TABLA 4.6.1

*Prescripciones mecánicas y físicas para los cementos de aluminato de calcio*

Resistencia a compresión ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) 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)
$\geq 20$	$\geq 40$	$\geq 60$	$\leq 12$

TABLA 4.6.2

*Prescripciones químicas para los cementos de aluminato de calcio*

Características	Método de ensayo	Prescripciones — % en masa
Contenido de alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).	UNE-EN 196-2:1996.	≥ 36 y ≤ 55
Contenido de sulfuros (S <sup>-</sup> ).	UNE-EN 196-2:1996.	≤ 0,10
Contenido de cloruros (Cl <sup>-</sup> ).	UNE 80217:1991.	≤ 0,10
Contenido de álcalis (1).	UNE 80217:1991.	≤ 0,40
Contenido de sulfatos (expresado como SO <sub>3</sub> ).	UNE-EN 196-2:1996.	≤ 0,50

(1) Expresado como Na<sub>2</sub>O equivalente (Na<sub>2</sub>O+0,658 K<sub>2</sub>O).

**Artículo 5. 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 adiciones, 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 del cemento, es decir:

S : escoria de horno alto;  
D: humo de sílice;  
P: puzolana 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 las 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 artículo 3. 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 unas siglas a continuación de las otras, 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, a 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.

**CAPÍTULO III****Usos de los cementos****Artículo 6. 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 los 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.

#### Artículo 7. *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  $SO_3$ , 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 IIIb y IIIc, 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 ( $Na_2O + 0,658 K_2O$ ) 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 artículo 4.4.

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 III se recogen recomendaciones de uso de los cementos para distintos tipos de aplicaciones.

#### 7.1 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 7.1.a.

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

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

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

Los cementos utilizables para estas aplicaciones se recogen en la tabla 7.1.a.

TABLA 7.1.a

Aplicación	Tipo de hormigón	Cementos utilizables
Hormigones estructurales con $f_{ck} \leq 50 N/mm^2$ .	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 III/C.
	Armado.	Cemento 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 III/C, CEM V/B.
Hormigones estructurales con $f_{ck} > 50 N/mm^2$ .	Pretensado	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D.
	En masa.	Cementos comunes, excepto los tipos CEM I, CEM II/A-D.
	Armado. Pretensado.	

#### 7.2 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 tipos de cementos será precisa una justificación especial, de acuerdo con el artículo 36.2 de la mencionada EHE.

## CAPÍTULO IV

### Suministro y almacenamiento

#### Artículo 8. *Suministro.*

##### 8.1 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 dis-

poner 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 artículo 3. 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 res-

ponsabilidad 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.

## 8.2 Expedición de los cementos.

Los cementos incluidos en esta Instrucción se expedirán:

- a) En sacos adecuados para que su contenido no sufra alteración.
- b) 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.

## 8.3 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 se 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.

## Artículo 9. Documentación del suministro.

### 9.1 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:

1. Identificación de las instalaciones de suministro de cemento:

- a) Nombre de la fábrica que ha producido el cemento, indicando el tipo de fábrica según el artículo 8.1.
- b) Nombre y dirección registrada de la empresa suministradora; adicionalmente, nombre y dirección de la empresa fabricante del cemento si es distinta de la suministradora.
- c) Identificación del centro de suministro, en su caso (punto de expedición, centro de distribución o almacén de distribución).

2. Fecha de suministro.

3. Identificación del vehículo que lo transporta (matrícula).

4. Cantidad que se suministra.

5. Designación normalizada del cemento conforme a esta instrucción.

6. Nombre y dirección del comprador y punto de destino del cemento.

7. Referencia del pedido.

8. Referencia a las normas EN y UNE de especificaciones aplicables al cemento suministrado.

9. Advertencias en materia de seguridad y salud para la manipulación del producto.

10. Restricciones de empleo.

11. Información adicional necesaria, en su caso:

a) Límite de cloruros en %, sólo cuando el cemento común fabricado tiene un contenido de cloruros superior al límite especificado en la tabla 4.1.3.

b) 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 %.

c) Nomenclatura normalizada de aditivos, sólo cuando, de acuerdo con el apartado 5.5 de UNE-EN 197-1:2000, se utilice un aditivo conforme con UNE-EN 934:1998.

12. En su caso, logotipo del marcado «CE» y el número de identificación del organismo de certificación.

13. En su caso, contraseña del certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios.

14. En su caso, número del certificado de conformidad «CE».

15. En su caso, referencia al distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el artículo 11.4.1, 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 aquélla:

1. 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:

a) Identificación del cliente y lugar de suministro (obra, central de hormigón, fábrica, etc.).

b) Designación de los cementos amparados por la garantía, y

c) Plazo de validez del documento que no podrá ser superior a seis meses.

2. 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:

a) 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.

b) En el caso de que el cemento esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el artículo 11.4.1, 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.

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

- a) Nombre de la fábrica.
- b) Nombre de la empresa.
- c) Designación del cemento.
- d) Período de referencia del control de producción.
- e) Número de muestras consideradas en el control de producción.
- f) Fecha de expedición del certificado.

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

- a) Especificación, según esta instrucción.
- b) Valor medio.
- c) Número de ensayos.
- d) Desviación típica.
- e) Valor inferior.
- f) 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:

- a) Especificación, según esta instrucción.
- b) Valor medio.
- c) Número de ensayos.
- d) Número de resultados defectuosos.
- e) Número de resultados defectuosos admisibles, según conforme a las normas referidas en el artículo 3.

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:

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

## 9.2 Documentación en suministros a granel.

En el caso de cemento expedido a granel, se acompañará la documentación conforme a lo establecido en el apartado 9.1. 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.

## 9.3 Documentación en suministros en sacos.

Cuando el cemento se expide en sacos, se acompañará de la documentación descrita en el apartado 9.1. 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 artículo 11.4.1, deberá estar perfectamente diferenciada y separada de la información relativa al marcado «CE».

Los sacos llevarán impresas 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 artículo 8.1, 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.

## Artículo 10. 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.

## CAPÍTULO V

### Recepción

## Artículo 11. Control de recepción.

El control de recepción se llevará a cabo en el lugar de suministro del 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 artículo 8 de esta instrucción.

Los requisitos indicados en este capítulo son aplicables 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:

1. Planificación del control.
2. Identificación y control documental.
3. Toma de muestra.
4. Realización de ensayos.
5. Conformidad del lote.

#### 11.1 Planificación del control.

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

a) En el caso de suministros de cemento con distinta designación o procedencia, se constituirán lotes independientes para cada tipo de material y procedencia.

b) 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.

c) 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.

d) 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.

e) 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:

a) Ensayos de composición: una vez cada tres lotes de un mismo tipo de cemento, cuando proceda, conforme lo indicado en el anexo IV.

b) Ensayos físicos, mecánicos y químicos: todos los incluidos en el anexo IV sobre las muestras de cada uno de los lotes.

#### 11.2 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:

a) Que el material dispone de la documentación que acredite que está legalmente fabricado y comercializado,

conforme a lo establecido en el artículo 2 de esta instrucción.

b) Que la documentación de suministro es conforme a lo establecido en el artículo 9 de esta instrucción.

En caso de que el cemento esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el apartado 4.1:

c) Certificado que acredite que, en la fecha de recepción, posee un distintivo oficialmente reconocido en el sentido expuesto en el apartado 11.4.1. 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 de hormigón estructural se comprobará además:

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

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.

#### 11.3 Toma de muestras.

##### 11.3.1 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 dé 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 11.5.1 y 11.5.2, 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 este 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 11.4.1, 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 el 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.

**11.3.2 Laboratorios de ensayo.**

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.

**11.3.3 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 11.3.2, 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.

**11.3.4 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 muestras, se hará en dicho lugar y en ese momento.

La toma de muestras se efectuará de acuerdo con lo establecido en los apartados 11.3.5 y 11.3.6, según se efectúe el suministro en sacos o a granel.

**11.3.5 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 11.5. 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 ensa-

ys 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.

**11.3.6 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 tres 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 apartado 11.5. 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. 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 de recepción cuando corresponda. 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 ocho kilogramos o 16 kilogramos, cuando el fabricante solicite una muestra, prescindiendo de la muestra de control.

**11.3.7 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.

**11.3.8 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.

### 11.3.9 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.

### 11.4 Realización de ensayos.

#### 11.4.1 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 eximirlos 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 V. 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.

#### 11.4.2 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 IV aplicando, para cada caso, los métodos de ensayo indicados en el artículo 4. 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 IV, 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 V 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 IV.

#### 11.4.3 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.

### 11.5 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 11.5.1 para el caso general, y en el apartado 11.5.2, 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 11.4.1 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.

#### 11.5.1 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 artículo 4.1, 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 11.5.1.1 y 11.5.1.2, para control por variables y control por atributos, respectivamente.

##### 11.5.1.1 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:

$$x_1 - k_1 \cdot \sigma \geq L \quad (1)$$

$$x_n + k_1 \cdot \sigma \leq U \quad (2)$$

siendo:

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

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

$\sigma$  la desviación estándar de la población de procedencia (\*).

$k_1$  una constante, definida en la tabla 11.5.1.

$L$  el límite inferior especificado a igualar o superar por algunas características del cemento, definido en el capítulo II 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 capítulo II para cada propiedad y tipo de cemento.

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

(\*) 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 11.3.2, referido a ensayos efectuados con una antigüedad máxima de tres meses.



Donde la constante  $k_1$  toma los siguientes valores:

TABLA 11.5.1.1

N.º 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

### 11.5.1.2 Inspección por atributos.

Para el control por atributos el número de resultados no conformes de la muestra ( $C_D$ ) debe compararse con el número de resultados aceptables para el valor de sub-nominales del lote de procedencia ( $C_1$ ) definidos en la tabla 11.5.1.2.

TABLA 11.5.1.2

Número de muestras (n) $P_k = 10\%$	$C_1$	Número 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:

$$C_D \leq C_1$$

11.5.2 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 11.5.2.1 y 11.5.2.2 para los casos de control por variables y control por atributos, respectivamente.

### 11.5.2.1 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:

$$x_1 - k_2 \cdot \sigma \geq L \quad (1)$$

$$x_1 + k_2 \cdot \sigma \geq U \quad (2)$$

siendo:

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

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

$\sigma$  la desviación estándar de la población de procedencia (\*).

$k_2$  una constante definida en la tabla 11.5.2.1.

$L$  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.

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

Los valores de  $k_2$  se indican en la tabla 11.5.2.1:

TABLA 11.5.2.1

N.º de muestras (n)	$k_2$	
	Para $P_k = 5\%$	Para $P_k = 10\%$
	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

### 11.5.2.2 Inspección por atributos.

Para el control por atributos el número de resultados no conformes de la muestra ( $C_D$ ) debe compararse con el número de resultados aceptables para el valor de sub-nominales del lote de procedencia ( $C_2$ ) establecidos en la tabla 11.5.1.1.

TABLA 11.5.1.1

Número de muestras (n) $P_k = 10\%$	$C_2$	Número 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:

$$C_D \leq C_2$$

(\*) 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 artículo 9.1.

**ANEXO I****Normas UNE referenciadas**

UNE 80117:2001.	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación del color en los cementos blancos.
UNE 80118:1986 EX.	Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación del calor de hidratación por calorimetría semiadiabática (método del calorímetro de Langavant).
UNE 80122:1991 (EN 196-6).	Métodos de ensayo de cementos. Determinación de la finura.
UNE 80216:1991 (EN 196-4).	Métodos de ensayo de cementos. Determinación cuantitativa de los componentes.
UNE 80217:1991 (EN 196-21).	Métodos de ensayo de cementos. Determinación del contenido de cloruros, dióxido de carbono y alcalinos en los cementos.
UNE 80303-1:2001.	Cementos con características adicionales. Parte 1: cementos resistentes a los sulfatos.
UNE 80303-2:2001.	Cementos con características adicionales. Parte 2: cementos resistentes al agua de mar.
UNE 80303-3:2001.	Cementos con características adicionales. Parte 3: cementos de bajo calor de hidratación.
UNE 80304:1986.	Cementos. Cálculo de la composición potencial del clínker.
UNE 80305:2001.	Cementos blancos.
UNE 80307:2001.	Cementos para usos especiales.
UNE 80310:1996.	Cementos de aluminato de calcio.
UNE 80401:1991 (EN 196-7).	Métodos de ensayo de cementos. Métodos de toma y preparación de muestras.
UNE-EN 12878:2000.	Pigmentos para la coloración de materiales de construcción fabricados a partir de cemento y/o cla. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE-EN 196-1:1996.	Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: determinación de resistencias mecánicas.
UNE-EN 196-2:1996.	Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: análisis químico de cementos.
UNE-EN 196-3:1996.	Métodos de ensayo de cementos. Parte 3: determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad del volumen.
UNE-EN 196-5:1996.	Métodos de ensayo de cementos. Parte 5: ensayo de puzolanicidad para cementos puzolánicos.
UNE-EN 197-1:2000.	Cemento. Parte 1: composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
UNE-EN 197-2:2000.	Cemento. Parte 2: evaluación de la conformidad.
UNE-EN 413-2:1995.	Cementos de albañilería. Parte 2: métodos de ensayo.
UNE-EN 451-1:1995.	Métodos de ensayo de cenizas volantes. Parte 1: determinación de óxido de cal libre.
UNE-EN 459-2:1995.	Cales para construcción. Parte 2: métodos de ensayo.
UNE-EN 933-9:1999.	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.
UNE-EN 934:1988.	Aditivos para hormigones, morteros y pastas.
UNE-ENV 459-1:1994.	Cales para construcción. Parte 1: definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.
UNE-EN 45011:1998.	Requisitos generales para entidades que realizan la certificación de producto.
UNE-EN 45012:1998.	Requisitos generales para entidades que realizan la evaluación y certificación de sistemas de la calidad.
UNE-EN ISO/IEC 17025:2000.	Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

## ANEXO II

### Componentes del cemento

#### 1. General

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

#### 2. Componentes principales

##### 2.1 Clínker de cemento.

##### 2.1.1 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.

2.1.2 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 4.2.1.

##### 2.1.3 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>=</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<sup>=</sup>, 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 monocálcico (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.CaO).

##### 2.2 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.

##### 2.3 Puzolanas (P, Q).

##### 2.3.1 Generalidades.

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

Los materiales puzolánicos 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(CH)<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 puzolanas 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 puzolánicos deben prepararse correctamente, es decir, deben ser seleccionados, homogeneizados, secados o tratados térmicamente y pulverizados, dependiendo de su estado de producción o de suministro.

##### 2.3.2 Puzolana natural (P).

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

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

En cuanto a las puzolanas 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:

a) 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.

b) La ceniza volante silíceo (V) o puzolana 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 puzolanidad a la edad de siete días, según el método de UNE-EN 196-5:1996.

c) 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 puzolanidad como para el de resistencia, será un I 42,5 R/SR.

##### 2.3.3 Puzolana natural calcinada (Q).

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

##### 2.4 Cenizas volantes (V, W).

##### 2.4.1 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 silíceas o calcáreas. 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.

#### 2.4.2 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.

2.4.2.1 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 2.3.2.1 de este anexo.

#### 2.4.3 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 al 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 ( $\text{SO}_3$ ) 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.

#### 2.5 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 196-3:1996, 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 ( $\text{SO}_3$ ) 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.

#### 2.6 Caliza (L, LL).

Las calizas cumplirán con los siguientes requisitos:

a) El contenido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), calculado a partir del contenido de óxido de calcio, no será inferior al 75 % en masa.

b) 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  $\text{cm}^2/\text{g}$ , determinada como superficie específica conforme a UNE-EN 196-6.

c) 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.

#### 2.7 Humo de sílice (D).

El humo de sílice se origina por la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos de arco eléc-

trico, para la producción de silicio y aleaciones de ferro-silicio, 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:

a) 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.

b) 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.

2.7.1 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 2.3.2.1 de este anexo.

### 3. 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 2 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.

### 4. 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, CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O), hemihidrato (CaSO<sub>4</sub>·½H<sub>2</sub>O), o anhidrita (sulfato de calcio anhidro CaSO<sub>4</sub>), 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.

### 5. 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.

#### 5.1 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.

#### 5.2 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 4.3.2.2 y 4.4.4.2 de la presente Instrucción. 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 III

### Recomendaciones de uso

#### 1. 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 utilidades. Asimismo, se incluyen comentarios y otras indicaciones particulares.

La recomendación para el uso de cementos recogida en los apartados 1 a 5 de este anexo debe considerarse también extendida 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, la Instrucción EHE incluye el anejo 3 titulado «Recomendaciones generales para la utilización de los cementos especificados en la Instrucción para recepción de cementos de la RC-97».

#### 2. 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.

##### 2.1 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 tabla 2.1.

TABLA 2.1

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 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/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.

### 2.2 Cementos para hormigón de presas.

Los cementos recomendados para la fabricación de hormigones para presas se recogen en la tabla 2.2.

TABLA 2.2

Aplicación	Cementos recomendados
Presas de hormigón vibrado. Presas de hormigón compactado.	Cementos comunes de los tipos CEM II/A y CEM IV/A. 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.

### 2.3 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 tabla 2.3.

TABLA 2.3

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, 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/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 42,5N.

### 3. Cementos para firmes de carreteras, de puertos y de aeropuertos

En la tabla 3 se describen los cementos recomendados en las siguientes aplicaciones: los pavimentos de hormigón vibrado, la estabilización in situ de suelos, el suelocemento, la gravacemento y el hormigón compactado.

TABLA 3

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.
Suelocemento y gravacemento 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, 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, suelocemento y gravacemento, se recomienda utilizar cementos de clase resistente baja (32,5).

Para aplicaciones especiales, como la reparación de pavimentos y obras urgentes, pueden emplearse cemen-

tos 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.

#### 4. Cementos para hormigones no estructurales

Los cementos utilizables en hormigones no estructurales, no incluidos en el apartado 3, se recogen en la tabla 4.

TABLA 4

Tipo de elemento	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 III/C.
Hormigones de limpieza y relleno de zanjas. Otros hormigones ejecutados en obra.	Cementos comunes. 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 III/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 artículo 4.4.

#### 5. Cementos para morteros de albañilería

Los cementos recomendados para la elaboración de morteros de albañilería son los recogidos en la tabla 5.

TABLA 5

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 se utilizarán los cementos blancos definidos en el artículo 5.4.

### ANEXO IV

#### Ensayos aplicables en la recepción de los cementos

##### 1. Ensayos de identificación del suministro

##### 1.1 Cementos comunes.

Cementos comunes (UNE-EN 197-1:2000)	Ensayos aplicables
CEM I.	Resistencias mecánicas (a las edades de siete y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a dos y 28 días para el resto). Determinación de pérdida por calcinación. Determinación de componentes.
CEM II.	Resistencias mecánicas (a las edades de siete y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a dos y 28 días para el resto). Determinación de la pérdida por calcinación, salvo para cementos portland con caliza. Determinación de componentes.

Cementos comunes (UNE-EN 197-1:2000)	Ensayos aplicables
CEM III.	Resistencias mecánicas (a las edades de siete y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a dos y 28 días para el resto). Determinación de pérdida por calcinación. Determinación de componentes (*).
CEM IV.	Resistencias mecánicas (a las edades de siete y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a dos y 28 días para el resto). Ensayo de puzolanidad a las edades de ocho y/o 15 días. Determinación de componentes.
CEM V.	Resistencias mecánicas (a las edades de siete y 28 días para clases resistentes 32,5 N, y a dos 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.

##### 1.2 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.

### 1.3 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 componentes.

Cementos de aluminato de calcio (UNE 80310:1996)	Ensayos aplicables
Cementos CAC/R.	Resistencias mecánicas (a las edades de seis y 24 horas). Determinación de 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.

## 2. Ensayos de control

### 2.1 Cementos comunes.

Cementos comunes (UNE-EN 197-1:2000)	Ensayos aplicables
CEM I.	Estabilidad de volumen. Tiempos de fraguado. Residuo insoluble. Contenido de sulfatos. Contenido de cloruros.
CEM II.	Estabilidad de volumen. Tiempos de fraguado. Contenido de sulfatos. Contenido de cloruros.
CEM III.	Estabilidad de volumen. Tiempos de fraguado. Residuo insoluble. Contenido de sulfatos. Contenido de cloruros.
CEM IV.	Estabilidad de volumen. Tiempos de fraguado. Contenido de sulfatos. Contenido de cloruros.
CEM V.	Estabilidad de volumen. Tiempos de fraguado. Contenido de sulfatos. Contenido de cloruros.

### 2.2 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.

### 2.3 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 como ensayos de control para 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 V

### Requisitos para el reconocimiento oficial de los distintivos de calidad

#### 1. 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 usua-

rio 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 2 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.

#### 2. Requisitos para el reconocimiento oficial de distintivos

##### 2.1 Requisitos de carácter general del distintivo.

a) El distintivo deberá ser de carácter voluntario y otorgado por un organismo certificador que cumpla los requisitos del apartado 2.4 de este anexo.

b) 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.

c) 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.

##### 2.2 Requisitos relativos a los productos amparados por el distintivo.

a) Todos los productos amparados por el distintivo deberán cumplir todas las prescripciones establecidas para ellos en esta instrucción.

b) 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 artículo 3 de esta instrucción, 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.

##### 2.3 Requisitos relativos a la fábrica, incluidos sus puntos de expedición o, en su caso, al centro de distribución.

a) 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.

b) Tendrá un laboratorio de control, propio o contratado.

c) 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.

d) 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.

e) Incluirá en el plan de autocontrol establecido muestras tomadas tanto dentro de la fábrica como fuera de ella.

#### 2.4 Requisitos relativos al organismo certificador.

a) 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.

b) Realizará una inspección inicial de la fábrica y de su control de producción.

c) 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.

d) Comprobará la conformidad del autocontrol con una periodicidad mensual.

e) 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.

f) Efectuará, mediante laboratorios verificadores, ensayos de contraste con periodicidad mensual, de las propiedades de los cementos amparados por el distintivo.

g) 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.

h) 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 tabla A.2.4.

TABLA A.2.4

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.

i) 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.

j) 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.

k) 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.

#### 2.5 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.

#### 2.6 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.

**882** *REAL DECRETO 4/2004, de 9 de enero, por el que se modifica la Reglamentación técnico-sanitaria de los aromas que se utilizan en los productos alimenticios y de los materiales de base para su producción, aprobada por el Real Decreto 1477/1990, de 2 de noviembre.*

El Real Decreto 1477/1990, de 2 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria de los aromas que se utilizan en los productos alimenticios y de los materiales de base para su producción, incluye en su anexo IV la lista positiva de sustancias aromatizantes artificiales permitidas en nuestro país, y en el anexo V, la lista limitativa de sustancias aromatizantes artificiales.

Dadas las diferencias existentes entre las legislaciones nacionales en materia de aromas, que pueden obstaculizar la libre circulación de productos alimenticios ocasionando casos de competencia desleal, el Reglamento (CE) n.º 2232/96 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de octubre de 1996, por el que se establece un procedimiento comunitario para las sustancias aromatizantes utilizadas o destinadas a ser utilizadas en o sobre los productos alimentarios, estableció el procedimiento para que los Estados miembros notificaran a la Comisión la lista de sustancias aromatizantes que podían utilizarse en o sobre los productos alimenticios comercializados en su territorio.

Basándose en dichas notificaciones, se elaboró un repertorio, aprobado por Decisión de la Comisión de 23 de febrero de 1999, por la que se aprueba un repertorio de sustancias aromatizantes utilizadas en o sobre los productos alimenticios elaborado con arreglo al Reglamento (CE) n.º 2232/96 del Parlamento Europeo y del Consejo, que deberá ser sometido a un programa de evaluación de las sustancias, según se especifica en el Reglamento (CE) n.º 1565/2000 de la Comisión, de 18 de julio de 2000, por el que se establecen las medidas necesarias para la adopción de un programa de evaluación con arreglo al Reglamento (CE) n.º 2232/96 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Dicho Reglamento (CE) n.º 1565/2000 considera que, habida cuenta del gran número de sustancias aromatizantes del repertorio y del plazo de cinco años para realizar el programa de evaluación, se deben hacer