

**NORMAS ESPAÑOLAS
UNE 2002
PARA CEMENTOS**



IECA

**Instituto Español del Cemento
y sus Aplicaciones**

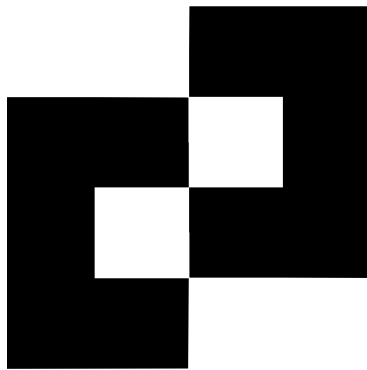
Autor:

Prof. Dr. José Calleja Carrete

Editado en Junio de 2002 por:

Instituto Español del Cemento y su Aplicaciones (IECA)
José Abascal, 53
28003 Madrid

NORMAS ESPAÑOLAS
UNE 2002
PARA CEMENTOS



IECA

Instituto Español del Cemento
y sus Aplicaciones

NORMAS ESPAÑOLAS
UNE 2002
PARA CEMENTOS

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	1
2. NUEVAS NORMAS ESPAÑOLAS PARA CEMENTOS EN 1996	1
3. NUEVAS NORMAS ESPAÑOLAS PARA CEMENTOS EN 2002	2
4. CONTENIDO DE LAS NORMAS ESPAÑOLAS PARA CEMENTOS EN 2002	4
4.1 De la Norma UNE-EN 197-1: 2000	5
4.2 De la Norma UNE 80303-1: 2001	6
4.3 De la Norma UNE 80303-2: 2001	9
4.4 De la Norma UNE 80303-3:2001	9
4.5 De la Norma UNE 80304:86	9
4.6 De la Norma UNE 80305: 2001	12
4.7 De la Norma UNE 80307:2001	12
4.8 De la Norma UNE 80309:94	13
4.9 De la Norma UNE 80310:96	13
4.10 De la Norma UNE 80401:91	13
4.11 De la Norma UNE 80402:2002	13
4.12 De la Norma UNE 80403:96	13
4.13 De la Norma UNE-EN 197-2:2000	13
4.14 De la Norma UNE-ENV 413-1:95	14
5. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS, FÍSICAS, QUÍMICAS Y DE DURABILIDAD DE LOS CEMENTOS	14
5.1 Especificaciones mecánicas	14
5.2 Especificaciones físicas	16
5.3 Especificaciones químicas	16
5.4 Especificaciones de durabilidad	16
6. DENOMINACIONES Y DESIGNACIONES NORMALIZADAS Y COMPLETAS DE LOS CEMENTOS	20
6.1 De los cementos de la Norma UNE-EN 197-1:2000. Ejemplos.	20
6.2 De los cementos de las Normas UNE 80303-1:2001, UNE 80303-2:2001 y UNE 80303-3:2001. Ejemplos	21
6.3 De los cementos de la Norma UNE 80305:2001. Ejemplos	22
6.4 De los cementos de la Norma UNE 80307:2001. Ejemplo	22
6.5 De los cementos de la Norma UNE 80309. Ejemplos	22

6.6	De los cementos de la Norma UNE 80310	23
6.7	De los cementos de la Norma UNE-ENV 413-1:95. Ejemplos	23
7.	CRITERIOS DE CONFORMIDAD	24
8.	SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS ENTRE LA NORMA ESPAÑOLA UNE EN 197-1:2000 Y SU PRECEDENTE LA UNE 80301:96	26
9.	PRINCIPALES CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS CEMENTOS DE LAS NORMAS ESPAÑOLAS UNE VIGENTES EN 2002	29
9.1	De la Norma UNE-EN 197-1:2000	31
9.2	De la Norma UNE 80303-1:2001	33
9.3	De la Norma UNE 80303-2:2001	33
9.4	De la Norma UNE 80303-3:2001	33
9.5	De la Norma UNE 80305:2001	34
9.6	De la Norma UNE 80307:2001	34
9.7	De la Norma UNE 80309:94	35
9.8	De la Norma UNE 80310:96	35
9.9	De la Norma UNE-ENV 413-1:95	35
10.	RECOMENDACIONES, CONTRAINDICACIONES Y PRECAUCIO NES PARA EL USO DE LOS CEMENTOS DE LAS NORMAS ESPAÑOLAS UNE 2002	36
11.	CERTIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS	37
11.1	Certificación AENOR	37
11.1.1	Conceptos básicos generales	37
11.1.2	La Certificación AENOR para Cementos	37
11.1.3	Laboratorios Verificadores	38
11.1.4	Organismos de Control Autorizados (OCAs)	38
11.2	Otras Certificaciones	38
11.2.1	Certificación N + H	38
11.2.2	Certificación C.C.R.R.	38
11.2.3	Marcado CE	39
12.	CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS	40
12.1	Certificación AENOR	40
12.1.1	Conceptos básicos generales	40
12.1.2	La Certificación AENOR para Sistemas	40
12.2	Otras Certificaciones	41
12.2.1	Certificación IQNet	41
13.	ETIQUETADO Y MARCADO DE LOS CEMENTOS	42
	INFORMACIÓN GENERAL	48

1. ANTECEDENTES

Después de los sucesivos acontecimientos históricos que dieron lugar a la creación y desarrollo de la Comunidad Europea CE primero, y de la Unión Europea UE después, la firma de la llamada Acta Única estableció en 1992 un mercado común sin trabas ni fronteras. Como parte de ello la Comisión de la Comunidad Europea preparó una Directiva sobre Productos de la Construcción, en la cual se fijan los criterios para la Normalización y la Certificación de dichos productos, entre ellos el cemento.

De la normalización y certificación de este último fue encargado el Comité Europeo de Normalización CEN y, dentro del mismo, su Comité Técnico TC 51. Este preparó a su vez, a partir de los primeros años 80 del pasado siglo, sucesivos borradores de una norma para cemento, de los cuales resultó en 1992 la norma experimental –provisional o transitoria hasta su aceptación definitiva, previos los ajustes y enmiendas pertinentes–, ENV 197-1:92.

Desde entonces, y aún antes en el caso español, los distintos países de la actual Unión Europea UE fueron tratando de aproximar más o menos sus normas nacionales para cemento a la citada europea ENV 197-1:92, con arreglo a distintos criterios basados en sus posibilidades y/o conveniencias, en cada caso.

En el caso de España esta tarea ha corrido a cargo del organismo español de normalización AENOR (Asociación Española de Normalización), a través de su Comité Técnico de Normalización CTN 80 "Cementos y Cales" y, dentro de éste, de su Subcomité SC3 (AENOR/CTN 80/SC3) para la definición, clasificación y especificaciones de todos los cementos.

Como resultado de todo ello vieron la luz en 1996 las Normas UNE (Una Norma Española) de AENOR ("Normas Españolas UNE 1996 para Cementos": IECA–Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. Madrid, Abril 1997), que brevemente se mencionan a continuación.

2. NUEVAS NORMAS ESPAÑOLAS PARA CEMENTOS EN 1996

En dicho año 1996 la normativa española de AENOR para cementos llegó a estar constituida por las siguientes normas principales con sus respectivos contenidos:

– Norma UNE 80301:96

Definiciones, clasificación y especificaciones de los cementos. Sustituyó a su precedente la UNE 80 301:88 e incorporó el contenido de la UNE 80 302:91, a la cual anuló. Fue equivalente a la europea ENV 197-1:92.

– Norma UNE 80303:96

Cementos resistentes a sulfatos y/o agua de mar (sin equivalente entonces –y aún hoy, en 2002– en CEN). Sustituyó a las UNE 80 303:86 y UNE 80 303:91.

– Norma UNE 80304:86

Cálculo de la composición potencial del clínker portland. Permaneció entonces y permanece ahora sin modificar, desde 1986, dada su naturaleza.

– Norma UNE 80305:96

Cementos blancos. (Sin equivalente entonces –ni ahora– en CEN).

– Norma UNE 80306:96

Cementos de bajo calor de hidratación. Sustituyó a la UNE 80 303:86. (Sin equivalente, hasta ahora, en CEN, si bien ya hay varias propuestas avanzadas al respecto).

– Norma UNE 80307:96

Cementos para usos especiales. (Sin equivalente en CEN). Fue nueva en 1996.

– Norma UNE 80310:96

Cementos de aluminato de calcio –antes llamados cementos aluminosos–. Tendrá su equivalente en CEN, en la cual se basó, y sustituyó a la UNE 80 301:88, en la cual se incluían también estos cementos.

– Norma UNE 80401:91

Método de toma y preparación de muestras de cemento. Es la versión oficial española de la Norma Europea EN 197-7 de Diciembre de 1989.

– Norma UNE 80402:87

Suministro y control de recepción de cementos.

– Norma UNE 80403:96

Evaluación de la conformidad de los cementos. Se publicó en Agosto de 1996.

3. NUEVAS NORMAS ESPAÑOLAS PARA CEMENTOS EN 2002

Todas las normas citadas anteriormente han ido evolucionando hasta alcanzar el estado actual, a la fecha de 2002.

- La Norma UNE 80301:96 para cementos comunes ha sido sustituida, a partir del 1 de Abril de 2002, por la Norma UNE-EN 197-1:2000, transcripción literal y versión española de la europea EN 197-1:2000, vigente ya en exclusiva para todos los países miembros de la UE desde dicha fecha.
- La Norma UNE 80 303:96 se ha desdoblado en dos partes: la Norma UNE 80303-1: 2001, relativa a los cementos resistentes a los sulfatos, y la Norma UNE 80303-

2:2001, referente a los cementos resistentes al agua de mar. Incluye además una tercera parte, la Norma UNE 80303-3:2001, tocante a los cementos de bajo calor de hidratación, la cual sustituye a la Norma UNE 80306:96, del mismo contenido.

- La Norma 80305:96, concerniente a los cementos blancos, queda con la misma denominación, aunque con distinto contenido y referida a la fecha de 2001: la Norma UNE 80305:2001. Esta norma está complementada con la Norma UNE 80117:2001 de Métodos de Ensayos (Físicos) de Cementos, para la Determinación del Color de los Cementos Blancos, la cual sustituye a la precedente norma experimental UNE 80117:87 EX.
- La Norma UNE 80306:96, relativa a los cementos de bajo calor de hidratación, ha pasado a ser como se indicaba antes, la Parte 3 de la Norma UNE 80303: Norma UNE 80303-3:2001.
- La Norma UNE 80307:96, referente a los cementos para usos especiales, queda asimismo con igual denominación, si bien referida a la fecha de 2001 y con un solo cemento en su contenido.
- La Norma UNE 80310:96 para los cementos de aluminato de calcio queda de momento como tal, al no haber sido modificada.
- Las Normas UNE 80401:99 (EN 196-7:89), relativa a los métodos de toma y preparación de muestras de cemento y UNE 80403:96, referente a la evaluación de la conformidad, por ahora se mantienen como tales, al no haber sido actualizadas. La UNE 80402:2002 para el suministro y control de los cementos sustituye a la de 1987.
- La Norma UNE-EN 413-1:1995, relativa a los cementos de albañilería, está pendiente de la aprobación de la europea EN 413-1, la cual ha sido ya votada por los países de la UE y probablemente se publique en el curso del 2002.

En resumen, el estado actual, a la fecha de Marzo de 2002, de las principales normas para cemento, es el siguiente:

– Norma UNE-EN 197-1:2000

Para Cementos Comunes: Definiciones, Denominaciones, Designaciones, Composición, Clasificación y Especificaciones de los mismos.

– Norma UNE 80303-1:2001

Para Cementos Resistentes a Sulfatos.

– Norma UNE 80303-2:2001

Para Cementos Resistentes al Agua de Mar.

– Norma UNE 80303-3:2001

Para Cementos de Bajo Calor de Hidratación.

– Norma UNE 80304:2001

Para el Cálculo de la Composición Potencial del Clínter Portland.

– Norma UNE 80305:2001

Para Cementos Blancos.

– Norma UNE 80307:2001

Para Cementos para Usos Especiales.

– Norma UNE 80309:94

Para Cementos Naturales.

– Norma UNE 80310:96

Para Cementos de Aluminato de Calcio.

– Norma UNE-ENV 413-1:95

Para Cementos de Albañilería

– Norma UNE 80401:91 (EN 196-8:89)

Para Toma y Preparación de Muestras de Cemento.

– Norma UNE 80402:2002

Para Suministro y Control de Recepción de Cementos.

– Norma EN 197-2:2000

Para Evaluación de la Conformidad.

4. CONTENIDO DE LAS NORMAS ESPAÑOLAS PARA CEMENTOS EN 2002

Con carácter general, en todas ellas figuran los distintos tipos, subtipos y clases o categorías de resistencia de los cementos, a los que en cada caso afectan, incluyendo la definición –denominación y designación de los mismos–, su composición, especificaciones mecánicas, físicas, químicas y de durabilidad, así como los correspondientes criterios de conformidad y, en su caso, las características especiales o adicionales y los anexos a la norma, si los hubiere.

A tenor de lo expuesto, las Normas Españolas UNE en el presente año 2002 incluyen los siguientes contenidos:

4.1 De la Norma UNE-EN 197-1:2000

Comprende los cementos comunes utilizados con carácter general en morteros y hormigones de todas clases, agrupados en los siguientes tipos, con sus respectivas denominaciones y designaciones (Cuadro 1).

CUADRO 1 - Tipos de cemento

Tipos de cemento	Denominaciones	Designaciones
I	Cemento Portland	CEM I
II	Cemento Portland con adiciones	CEM II
III	Cemento Portland con escorias de horno alto	CEM III
IV	Cemento puzolánico	CEM IV
V	Cemento compuesto	CEM V

Algunos de estos tipos se subdividen en subtipos, según el contenido de la adición o mezcla de adiciones presentes en el cemento. Estos subtipos, según dicho contenido creciente, pueden ser A, B o C. Y las adiciones acompañantes en todo caso del clinker portland, designado por "K", pueden ser, con sus denominaciones y designaciones las siguientes (Cuadro 2).

Todas estas adiciones, junto con el clinker K, aislada o conjuntamente según los casos, pueden ser "componentes principales" de los cementos, si forman parte de los mismos en proporciones altas, superiores a 5 %. Y también, y asimismo aislada o conjuntamente, pueden ser "componentes minoritarios", si su proporción total es igual o inferior a 5%, siempre que no formen ya parte como componentes principales del cemento.

De este modo, los tipos y subtipos de los cementos, en función de las adiciones que contengan, quedan constituidos como muestra el Cuadro 3, con sus respectivas denominaciones y designaciones.

Resultan así los 27 cementos de la Norma, cuyos márgenes de contenidos, cualitativa y cuantitativamente en cuanto a componentes principales y secundarios se refiere, son los del Cuadro 4.

CUADRO 2 - Tipos de adiciones

Adiciones	
Denominaciones	Designaciones
Escoria de horno alto	S
Humo de sílice	D
Puzolana natural	P
Puzolana natural calcinada	Q
Ceniza volante silíceo	V
Ceniza volante calcárea	W
Esquisto calcinado	T
Caliza L	L
Caliza LL	LL

A todos los tipos y subtipos de cemento del Cuadro 4 les pueden corresponder alguna de las clases o categorías de resistencia del Cuadro 5, expresadas en megapascales (MPa) –newtons por milímetro cuadrado (N/mm²)– (Sistema Internacional de Unidades).

4.2 De la Norma UNE 80303-1:2001

Dentro de los cementos con características especiales o adicionales, los cementos resistentes a los sulfatos (SR) –que son los "titulares" de esta norma– pueden ser, de entre los 27 incluidos en el Cuadro 4, los insertos en el Cuadro 6, siempre que sus respectivos clínkeres cumplan, en cuanto a sus contenidos porcentuales en masa de aluminato tricálcico C₃A y de suma de éste y de ferrito aluminato tetracálcico C₄AF, los límites señalados en dicho cuadro.

Es de advertir que no se especifica ningún límite en el caso de los cementos de los tipos III/B y III/C, los cuales, en razón de sus contenidos altos de escoria de horno alto –son homólogos de los CEM III/B y CEM III/C del Cuadro 4–, son siempre resistentes a los sulfatos. También son resistentes al agua de mar –Norma UNE 80303-2:2001–, aunque no se da la reciprocidad, en razón de las respectivas exigencias.

La norma señala también condiciones que han de cumplir –además de las de la Norma UNE-EN 197-1:2000– las adiciones, en particular las de naturaleza puzolánica, en el caso de los cementos que las contengan.

CUADRO 3 - Tipos y subtipos de cemento

Tipo de cemento	Subtipo	Denominación	Designación
CEM I	Sin subtipo	Cemento Portland	CEM I
CEM II	A B	Cemento Portland con escoria de horno alto	CEM II/A-S CEM II/B-S
	Sólo A	Cemento Portland con humo de sílice	CEM II/A-D
	A B	Cemento Portland con puzolana natural	CEM II/A-P CEM II/B-P
	A B	Cemento Portland con puzolana natural calcinada	CEM II/A-Q CEM II/B-Q
	A B	Cemento Portland con ceniza volante silíceas	CEM II/A-V CEM II/B-V
	A B	Cemento Portland con ceniza volante calcárea	CEM II/A-W CEM II/B-W
	A B	Cemento Portland con esquisto calcinado	CEM II/A-T CEM II/B-T
	A B	Cemento Portland con caliza L	CEM II/A-L CEM II/B-L
	A B	Cemento Portland con caliza LL	CEM II/A-LL CEM II/B-LL
	A B	Cemento Portland mixto con todas las adiciones	CEM II/A-M CEM II/B-M
CEM III	A B C	Cemento con escoria de horno alto	CEM III/A CEM III/B CEM III/C
CEM IV	A B	Cemento puzolánico con D, P, Q, V, W	CEM IV/A CEM IV/B
CEM V	A B	Cemento compuesto co S, P, Q, V	CEM V/A CEM V/B

CUADRO 4 - 27 Cementos comunes de la Norma UNE-EN 197-1:2000

Tipo princip.	Denominación de los 27 productos (tipos de cementos comunes)		Composición (proporción en masa) ¹⁾										Consist. minorit.	
			Componentes principales											
			Clinker K	Escoria de horno alto S	Humo de sílice D ²⁾	Puzolana		Cenizas volantes		Esquistos calcinados T	Caliza			
						natural P	natural calcinada Q	silíceos V	cálcicas W		L	LL		
CEM I	Cemento Portland	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Cemento Portland con escoria	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con humo de sílice	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con puzolana	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con ceniza volante	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con esquistos calcinados	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con caliza	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
CEM II/A-LL		80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5	
CEM II/B-LL		65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5	
Cemento Portland compuesto ³⁾	CEM II/A-M	80-94	<----- 6-20 ----->									0-5		
	CEM II/B-M	65-79	<----- 21-35 ----->									0-5		
CEM III	Cemento con escoria de horno alto	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM IV	Cemento puzolánico ³⁾	CEM IV/A	65-89	-	<----- 11-35 ----->				-	-	-	0-5		
		CEM IV/B	45-64	-	<----- 36-35 ----->				-	-	-	0-5		
CEM V	Cemento compuesto ³⁾	CEM V/A	40-64	18-30	-	<----- 18-30 ----->		-	-	-	-	0-5		
		CEM V/B	20-38	31-50	-	<----- 31-50 ----->		-	-	-	-	0-5		

¹⁾ Los valores de la tabla se refieren a la suma de los componentes principales y minoritarios (núcleo de cemento).

²⁾ El porcentaje de humo de sílice está limitado al 10 %.

³⁾ En cementos Portland compuestos CEM II/A-M y CEM II/B-M, en cementos puzolánicos CEM IV/A y CEM IV/B y en cementos compuestos CEM V/A y CEM V/B los componentes principales además del clinker deben ser declarados en la designación del cemento (véase el apartado 8 de la norma).

CUADRO 5 - Categorías de cemento

Clase de resistencia	Resistencia a compresión MPa (N/mm ²)			
	Resistencia inicial		Resistencia normal	
	2 días	7 días	28 días	
32.5 N	---	≥ 16.0	≥ 32.5	≤ 52.5
32.5 R	≥ 10.0	---		
42.5 N		≥ 20.0	---	≥ 42.5
42.5 R	---			
52.5 N	≥ 30.0	---	≥ 52.5	---
52.5 R		---		

4.3 De la Norma UNE 80303-2:2001

Del mismo modo, los cementos resistentes al agua de mar (MR) incluidos en esta norma pueden ser, dentro de los 27 cementos comunes del Cuadro 4, los insertos en el Cuadro 7, si sus clínkeres respectivos satisfacen, en lo que respecta a sus contenidos porcentuales en masa de aluminato tricálcico C_3A y de suma de éste y de ferritoaluminato tetracálcico C_4AF , los límites indicados en dicho cuadro. Nótese que tampoco aquí se señala límite alguno en el caso de los cementos III/B y III/C, por las razones ya expuestas, los cuales son siempre resistentes al agua de mar, aunque no necesariamente a los sulfatos, por ser sus exigencias menos estrictas que en el caso de éstos –Norma UNE 80303-1:2001–.

4.4 De la Norma UNE 80303-3:2001

Los cementos de bajo calor de hidratación (BC), que son los incluidos en esta norma, son todos aquéllos de entre los de la Norma UNE-EN 197-1:2000 que a la edad de 5 días desarrollan una energía térmica inferior a 272 J/g (65 cal/g), determinada por el método de Langavant –método semiadiabático o de la "botella termos"–, descrito en la Norma de Ensayo UNE 80118:86.

Como ya se indicó, esta norma ha sustituido a la Norma UNE 80306:96, su homóloga anterior.

4.5 De la Norma UNE 80304:86

Es complementaria de las Normas UNE 80303-1:2001 y UNE 80303-2001 para cementos resistentes a los sulfatos y al agua de mar, respectivamente, y permite la determinación cuantitativa de los contenidos de C_3A y $C_3A + C_4AF$ de los clínkeres de

CUADRO 6

Cementos resistentes a los sulfatos

Tipos	Denominaciones		Subtipos (designaciones)	Especificaciones del clinker de los cementos SR	
				C ₃ A %	C ₃ A + C ₄ AF %
I	Cementos Portland resistentes a los sulfatos		I	≤ 5	≤ 22
II	Cementos Portland con adiciones resistentes a sulfatos	Con escoria de horno alto (S)	II/A-S	≤ 6	≤ 22
			II/B-S		
		Con humo de sílice (D)	II/A-D		
		Con puzolana natural (P)	II/A-P		
			II/B-P		
Con ceniza volante (V)	II/A-V				
	II/B-V				
III	Cementos con adiciones, resistentes a los sulfatos	Con escoria de horno alto (S)	III/A	≤ 8	≤ 25
			III/B	Ninguna ¹⁾	
			III/C		
IV	Cementos puzolánicos (D+P+V)	IV/A	≤ 6	≤ 22	
IV/B		≤ 8	≤ 25		
V	Cementos compuestos (S+P+V)			V/A	

NOTA – Los tipos y subtipos de los cementos se refieren a los homólogos definidos en la Norma UNE-EN 197-1.

¹⁾ Los cementos CEM III/B y CEM III/C siempre son resistentes a los sulfatos.

CUADRO 7

Cementos resistentes al agua de mar

Tipos	Denominaciones		Subtipos (designaciones)	Especificaciones del clinker de los cementos SR	
				C ₃ A %	C ₃ A + C ₄ AF %
I	Cementos Portland resistentes al agua de mar		I	≤ 5	≤ 22
II	Cementos Portland con adiciones, resistentes al agua de mar	Con escoria de horno alto (S)	II/A-S	≤ 8	≤ 25
			II/B-S		
		Con humo de sílice (D)	II/A-D		
		Con puzolana natural (P)	II/A-P		
			II/B-P		
Con ceniza volante (V)	II/A-V				
	II/B-V				
III	Cementos con adiciones, resistentes al agua de mar	Con escoria de horno alto (S)	III/A	≤ 10	≤ 25
			III/B	Ninguna ¹⁾	
			III/C		
IV	Cementos puzolánicos (D+P+V)		IV/A	≤ 8	≤ 25
			IV/B		
V	Cementos compuestos (S+P+V)		V/A	≤ 10	≤ 25

NOTA – Los tipos y subtipos de los cementos se refieren a los homólogos definidos en la Norma UNE-EN 197-1.

¹⁾ Los cementos CEM III/B y CEM III/C siempre son resistentes al agua de mar.

dichos cementos, aplicando al análisis químico de los mismos el cálculo de la composición potencial de R.H. Bogue, en la forma siguiente:

- Para A/F ⁽¹⁾ > 0.64:

$$C_3A$$
 ⁽¹⁾ % = 2.65 A % - 1.69 F %

$$C_4AF$$
 % = 3.04 F %

- Para A/F = 0.64:

$$C_3A$$
 % = 0.0 %

- Para A/F < 0.64:

En lugar de C_3A y C_4AF la composición potencial consta de $C_4AF + C_2F$ (o bien: C_6AF_2), con ausencia, por lo tanto, de C_3A .

$$C_4AF$$
 % + C_2F % (o C_6AF_2 %) = 2.10 A % + 1.70 F %

Esta norma, dada su naturaleza, no ha sufrido modificación desde su primera y única versión de 1984.

4.6 De la Norma UNE 80305:2001

Se refiere a los cementos blancos (BL), los cuales son todos aquéllos de la Norma UNE-EN 197-1, más uno de la Norma UNE-EN 413-1:1995 –en vías de publicación–: el cemento blanco de albañilería BL MC 22.5 X, que cumplan, además de los requisitos de las respectivas normas, con la especificación de blancura –establecida por las coordenadas CIELAB determinadas por el método de ensayo de la Norma UNE 80117–, de manera que el parámetro L^* definido en la misma sea igual o mayor que 85.0.

El cemento de albañilería que puede ser blanco es, como se indica, el MC 22.5 X de la norma correspondiente, el cual es equivalente al cemento blanco para solados de la Norma UNE 80305:96 anulada y sustituida por la presente.

Los cementos blancos que lo sean, de entre los de la Norma UNE-EN 197-1:2000, pueden tener también otras características adicionales normalizadas, tales como la de ser resistentes a los sulfatos y/o al agua de mar, y/o de bajo calor de hidratación, si cumplen además los requisitos que a los respectivos efectos prescriben las normas UNE 80303-1:2001, UNE 80303-2:2001 y UNE 80303-3:2001, en cada caso.

4.7 De la Norma UNE 80307:2001

Incluye un solo cemento para usos especiales –establecidos en el Informe UNE 80300 IN de AENOR– (ESP VI-1), el cual se compone de clínker K (25–55 %), escorias de horno alto, puzolanas naturales P y cenizas volantes silíceas V (45–75 % del conjunto de las tres) y componentes minoritarios (0–5 %), todos los cuales deben responder a las exigencias que para los mismos señala la Norma UNE-EN 197-1:2000.

(1) Simbología y formulación usualmente empleadas en la Química del Cemento.

4.8 De la Norma UNE 80309:94

Esta norma afecta a los Cementos Naturales, tanto de fraguado lento (CNL) como de fraguado rápido (CNR), definidos como conglomerantes hidráulicos obtenidos por calcinación a temperaturas inferiores a las de clinkerización, pero suficientemente elevadas, de margas de composición adecuada y homogénea.

4.9 De la Norma UNE 80310:96

Se refiere al cemento de aluminato de calcio (CAC/R) antes conocido como "cemento aluminoso", compuesto, a diferencia del portland, principalmente por aluminato monocálcico $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (CA), a cuya hidratación debe sus propiedades y comportamiento.

A este respecto, y por consiguiente en cuanto a los principios esenciales para su empleo y correcta utilización, la norma contiene un Anexo A (Informativo) que es imprescindible tener muy en cuenta.

4.10 De la Norma UNE 80401:91

Es la versión oficial española de la Norma Europea EN 196-7 y afecta a los Métodos para la Toma y Preparación de las Muestras de Cemento, señalando las clases de muestras según su finalidad; los ejemplos y procedimientos para las tomas de las mismas; la frecuencia y tamaño de las tomas; y el envasado, conservación e identificación de las muestras tomadas.

4.11 De la Norma UNE 80402:2002

Se refiere al establecimiento de las condiciones para el Suministro y Control de Recepción de los Cementos, así como al Procedimiento de Verificación de las características de los mismos. Está muy relacionada con la Norma UNE 80401 (EN 196-7) en la parte referente a la toma y preparación de las muestras para el control de recepción, y en ella se señalan los ensayos a realizar y los criterios de conformidad aplicables para la aceptación o rechazo de los suministros de cementos con y sin distintivo de calidad oficialmente reconocido.

4.12 De la Norma UNE 80403:96

Incluye la Evaluación de la Conformidad de los Cementos. Sustituida el 1 de abril de 2002 por la UNE-EN 197-2:2000

4.13 De la Norma UNE-EN 197-2:2000

Esta norma, afecta a la Evaluación de la Conformidad de los Cementos con las especificaciones de sus respectivas normas. Señala a estos efectos las tareas correspondientes, tanto al fabricante del cemento –control de producción y autocontrol– como a los organismos autorizados –seguimiento, verificación y aceptación del control de producción; evaluación estadística de resultados de ensayos de autocontrol; ensayos sobre

muestras de contraste y evaluación de sus resultados; e inspección de fábricas y evaluación de sus laboratorios–, y se ocupa también del Certificado de Conformidad de los Cementos, de la Marca de Conformidad y de los Requisitos Adicionales para los Centros de Distribución de los Cementos.

4.14 De la Norma UNE-ENV 413-1:95

Se refiere a las especificaciones para los cementos de albañilería, cuyos tipos, clases y composición, así como sus características mecánicas, y las exigibles a sus morteros, se exponen en el Cuadro 8.

CUADRO 8 - Cementos de albañilería

Tipos	Clase de resistencia	Composición % en masa			Resistencias a compresión N/mm ² (MPa)			Mortero fresco	
		Clinker	Materias orgánicas	Aireante	A 7 días	A 28 días		Contenido de aire % en volumen	Retención de agua % en masa
					Mínima	Mínima	Máxima		
MC 5	5	≥ 25	≤ 1	exigido	---	≥ 5	≤ 15	≥ 8 y ≤ 20	≥ 80 y
MC 12.5	12.5	≥ 40			no autorizado	≥ 7	≥ 12.5		
MC 12.5 X				≥ 10		≥ 22.5	≤ 42.5	≤ 6	≤ 95
MC 22.5 X	22.5								

5. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS, FÍSICAS, QUÍMICAS Y DE DURABILIDAD DE LOS CEMENTOS

Estas especificaciones se dan en los cuadros siguientes, referidas a todos y cada uno de los cementos de las normas descritas en los apartados 3 y 4 anteriores, señalándose en cada cuadro las citadas normas, por el mismo orden secuencial en que han sido descritas antes.

5.1 Especificaciones mecánicas

Se refieren a las clases de resistencia y a los valores mínimos –y en su caso máximos– exigidos a cada edad –horas 1, 3 y 6; días 1, 2, 7, 28 y 90–, según los tipos de cemento y las normas correspondientes. Valores expresados en N/mm² o MPa, con indicación de las normas de ensayo por las que los mismos han de ser determinados. Tal indica el Cuadro 9.

CUADRO 9 - Especificaciones mecánicas de los cementos

Referencias	Normas	Cementos	Clases de resistencia	Resistencia a compresión (N/mm ² - MPa -) A:									Normas de ensayo	
				Horas			Días							
				1	3	6	1	2	7	28		90		
										Mín.	Máx.			
1	UNE-EN 197-1:2000 UNE 80303-1:2001 UNE 80303-2:2001 UNE 80303-3:2001	Todos	32.5 N	---	---	---	---	---	≥ 16.0	≥ 32.5	≤ 52.5	---	UNE-EN 196-1	
			32.5 R	---	---	---	---	≥ 10.0	---			---		
			42.5 N	---	---	---	---	---	---	≥ 42.5	≤ 62.5	---		
			42.5 R	---	---	---	---	---	---	---	---			
			52.5 N	---	---	---	---	≥ 20.0	---	---	---			
			52.5 R	---	---	---	---	≥ 30.0	---	≥ 52.5	---	---		
2	UNE 80305:2001	BL 22.5 X	22.5 N	---	---	---	---	---	≥ 10.0	≥ 22.5	≤ 42.5	---	Como 6	UNE EN 80117: 2001
		El resto	Como 1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	Como 1	
3	UNE 80307:2001	ESP VI-1	22.5 N	---	---	---	---	---	---	≥ 12.5	≤ 32.5	≥ 22.5	UNE-EN 196-1	
			32.5 N	---	---	---	---	---	---	≥ 22.5	≤ 42.5	≥ 32.5		
			42.5 N	---	---	---	---	---	---	≥ 32.5	≤ 52.5	≥ 42.5		
4	UNE 80309:1994	CNR 4	4	0.5	0.8	1.0	1.2	---	2.0	4.0	---	---	UNE 80116	
		CNR 8	8	1	1.5	2.0	2.5	---	5.2	8.0	---	---		
		CNL 8	8	---	0.4	0.8	2.0	---	5.0	8.0	---	---		
5	UNE 80310:1996	CAC/R	---	---	---	≥ 20.0	≥ 40.0	---	---	---	---	---	UNE-EN 196-1	
6	ENV 413-1:1994 UNE-ENV 413-1:1995	MC 5	5	---	---	---	---	---	---	≥ 5.0	≤ 15.0	---	UNE-EN 196-1	
		MC 12.5	12.5	---	---	---	---	---	≥ 7.0	≥ 12.5	≤ 32.5	---		
		MC 12.5 X	12.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
		MC 22.5 X	22.5	---	---	---	---	---	≥ 10.0	≥ 22.5	≤ 42.5	---		

5.2 Especificaciones físicas

Se refieren, de la misma manera que las mecánicas del Cuadro 9, a los tiempos de fraguado: principios –mínimos comunes a todos los cementos– y finales –máximos, en su caso–; a la expansión máxima admisible, en milímetros, determinada por el método de las agujas Le Chatelier; y a las características especiales o adicionales, tales como calor de hidratación máximo, blancura mínima y finura expresada como residuos máximos sobre los tamices indicados en cada caso, determinadas por los métodos de ensayo de las normas correspondientes, asimismo señaladas. De todo lo cual da cuenta el Cuadro 10.

5.3 Especificaciones químicas

De análoga forma afectan a los valores máximos porcentuales en masa admisibles para la pérdida por calcinación PC, el residuo insoluble RI, el contenido de sulfatos expresados como SO_3 , el de cloruros expresados como Cl^- , y a la puzolanicidad, en su caso. Todo ello queda indicado en el Cuadro 11, con señalamiento de las normas de ensayo operantes en cada caso, así como de las aclaraciones pertinentes, referidas a algunos de los cementos de las normas mencionadas en dicho cuadro.

El Cuadro 12 indica asimismo, por lo que se refiere a los cementos naturales, de aluminato de calcio, y de albañilería de las respectivas normas, los valores máximos y mínimos correspondientes en cada caso a los distintos parámetros de su composición, con señalamiento de las normas de ensayo aplicables para la determinación de los mismos.

5.4 Especificaciones de durabilidad

En lo que respecta a las exigencias que en cuanto a durabilidad les deban ser aplicables a los cementos, tan sólo la Norma UNE-EN 197-1:2000, como envolvente de las UNE 80303-1, 2 y 3; UNE 80305 y UNE 80307, todas ellas de fecha 2001, señala que, para aplicaciones del cemento en condiciones ambientales severas, la elección del mismo influye en la durabilidad de los conglomerados, por ejemplo en lo que depende de la resistencia de los mismos al hielo-deshielo, a los ataques químicos, y a la protección que puedan conferir a las armaduras contra la corrosión, en función de las clases de exposición a las que dichos conglomerados puedan estar sometidos.

Y que, en tal sentido, la elección del cemento, en cada caso, será la que las reglamentaciones para los conglomerados –morteros y hormigones– válidas en el lugar de uso del cemento, impongan para dichos conglomerados.

CUADRO 10 - Especificaciones físicas de los cementos

Referencias	Normas	Cementos	Clase de resistencia	Especificaciones físicas								
				Fraguado		Expansión	Calor de hidratación	Blancura	Finura	Norma ENV 413-1: 1994	Normas de ensayo	
				Principio	Final							
				Minutos		Milímetros	J/g cal/g	Residuos/tamiz de x µm				
1	UNE-EN 197-1:2000 UNE-80303-1:2001 UNE-80303-2:2001	TODOS	32.5 N R	≥ 75	---	≤ 10	---	---	---	---	UNE-EN 196-1:1996 UNE-EN 196-3:1994	UNE80118:1986
			42.5 N R	≥ 60								
			52.5 N R	≥ 45	≤ 272 ≤ 65							
2	UNE-80305:2001	BL 22.5 X	22.5 N	≥ 60	≤ 15 H	≤ 10	---	L* ≥ 85.0	≤ 15 % 90 µm	Como 6	Como 6	UNE-EN 80117:2001
		El resto	Como 1					---	---	Como 1		
3	UNE-80307:2001	ESP VI-1	22.5 N	≥ 60	---	≤ 10	---	---	---	---	UNE-EN 196-3:1994	
			32.5 N									
			42.5 N									
4	UNE-80309:1994	CNR 4	4	≥ 1	≤ 8	---	---	---	≤ 17 % 160 µm	---	UNE 80 102 116 122 UNE 7050	
		CNR 8	8									
		CNL 8	8	≥ 10	≤ 120				≤ 35 % 80 µm			
5	UNE-80310:1996	CAC/R	---	≥ 60	---	---	---	---	---	---	UNE-EN 196-1 UNE-EN 196-3	
6	ENV 413-1:1994 UNE-ENV 413-1:1995	MC 5	5	≥ 60	≤ 15 H	≤ 10	---	---	≤ 15 % 90 µm	Otras exigencias (ver norma ENV 413-1:1994)	UNE-EN 196-1 UNE-EN 196-3 UNE-EN 413-2	
		MC 12.5	12.5									
		MC 12.5 X										
		MC 22.5 X										22.5

CUADRADO 11 - Especificaciones químicas de los cementos

Ref.	Normas	Cementos		Clases de resistencia	Especificaciones químicas						
					PC*	1) RI*	2) SO ₃ * 3)	1) Cl ⁻ *	PUZ*	Normas de ensayo	
**	UNE-EN 197-1:2000	** CEM I CEM III	*** Y SUS HOMOLOGOS ***	TODAS	≤ 5.0 %	≤ 5.0 %		≤ 0.1 %			
***	UNE 80303-1:2001	** CEM I CEM II ²⁾		32.5 N 32.5 R 42.5 N			≤ 3.5 %				UNE-EN 196-2 ¹⁾
***	UNE 80303-2:2001	CEM IV CEM V		42.5 R 52.5 N 52.4 R							UNE-EN 196-21 ⁴⁾
***	UNE 80303-3:2001										
***	UNE 80305:2001	** CEM III ³⁾		TODAS			≤ 4.0 %				
***	UNE 80307:2001	** CEM IV		TODAS						Cumplir el ensayo	UNE-EN 196-5

* PC = Pérdida por calcinación. RI = Residuo insoluble. SO₃ = Trióxido de azufre. Cl⁻ = Cloruros. PUZ = Puzolanicidad
Porcentajes en masa del cemento final. (Completo: núcleo del cemento + regulador de fraguado).

1) Determinación del residuo insoluble en ácido clorhídrico y carbonato de sodio.

2) El cemento tipo CEM II/B-T puede contener hasta 4.5 % de SO₃ en todas sus clases de resistencia

3) El cemento CEM III/C puede contener hasta 4.5 % de SO₃

4) El cemento tipo CEM III puede contener más de 0.10 % de cloruros, consignándolo en envases y albaranes. Para hormigón pretensado el límite puede ser más bajo, consignándolo en los albaranes de entrega

CUADRO 12 - Especificaciones químicas de los cementos naturales, de aluminato de calcio y de albañilería

Normas	Cementos	Clases de resistencia	Especificaciones químicas											Normas de ensayos
			PC 1)	RI 2)	CaO C	Si O ₂ S	Al ₂ O ₃ A	Fe ₂ O ₃ F	SO ₃ S	A/F 3)	Cl ⁻	Alc 4)	S = 5)	
UNE 80309:1994	CNR 4	4												UNE 80215
	CNR 8	8	≤ 16 %	≤ 10 %	≥ 45 %	≥ 18 %	≥ 5 %	≥ 2 %	≥ 4 %	≥ 2	----	----	----	
	CNL 8	8												
UNE 80310:1996	CAC/R	----	----	----	----	----	≥30 % ≥55 %	----	≤ 0.5 %	----	≤ 0.10 %	≤ 0.4 %	≤ 0.10 %	UNE-EN 196-2 UNE 80217
ENV 413-1:1994	MC 5	5	----	----	----	----	----	----	≤ 2.0 %	----	----	----	----	UNE-EN 196-2 EN 196-21
	MC 12.5	12.5	----	----	----	----	----	----	≤ 3.0 %	----	≤ 0.10 %	----	----	
UNE-ENV 413-1:1995	MC 12.5 X		22.5	----	----	----	----	----	----	≤ 3.0 %	----	≤ 0.10 %	----	
	MC 22.5 X	22.5		----	----	----	----	----	≤ 3.0 %	----	≤ 0.10 %	----	----	

1) PC = Pérdida por calcinación

2) RI = Residuo insoluble

3) A/F = Relación Al₂O₃/Fe₂O₃ (A/F)

4) Alc. = Álcalis expresados como óxido de sodio equivalente : Na₂O eq. = Na₂O % + 0.659 K₂O %

5) S = Azufre en forma de sulfuros

6. DENOMINACIONES Y DESIGNACIONES NORMALIZADAS Y COMPLETAS DE LOS CEMENTOS

Las denominaciones y designaciones normalizadas de los cementos incluidos en las normas ya descritas, responden a los criterios señalados a continuación para cada una de ellas.

6.1 De los cementos de la Norma UNE-EN 197-1:2000

Son los llamados "cementos comunes", de los tipos I a V, subtipos A y B y en su caso C, con clases de resistencia 32.5, 42.5 y 52.5 a 28 días, en sus variantes de normal ordinaria N a dicha edad, y de normal elevada R, ésta a edades cortas de 2 ó 7 días.

La denominación y designación de estos cementos responden a las respectivas de la columna segunda de los Cuadros 1, 3 y 4: Cemento Portland CEM I; Cemento Portland CEM II; Cemento con Escorias de Horno Alto CEM III; Cemento Puzolánico CEM IV; y Cemento Compuesto CEM V. En cada caso se indicará a continuación el subtipo A, B o C del cemento y la adición contenida en el mismo –S, D, P, Q, V, W, T, L, LL, o, en su caso, las mezclas de las mismas–. Debe seguir la clase de resistencia –32.5, 42.5 ó 52.5–, con la indicación de si se trata, para cada resistencia normal exigida a 28 días, de resistencia iniciales ordinarias N, o elevadas, R, exigidas a 2 y/o 7 días.

Ejemplos:

1. Un cemento portland conforme con la Norma UNE-EN 197-1, con clase de resistencia 42.5 y elevada resistencia inicial, se identificaría como:

Cemento Portland UNE-EN 197-1 CEM I 42.5 R

2. Un cemento portland con escoria de horno alto S, subtipo B, con clase de resistencia 42.5 y resistencia inicial ordinaria tendría como identificación:

Cemento Portland con Escoria UNE-EN 197-1 CEM II/B-S 42.5 N

3. Un cemento portland mixto conteniendo escoria de horno alto S, ceniza volante V y caliza LL, subtipo A, con clase de resistencia 32.5 y resistencia inicial elevada, se identifica como:

Cemento Portland Mixto UNE-EN 197-1 CEM II/A-M (S-V-L) 32.5 R

4. Un cemento con escorias de horno alto S, subtipo C, con clase de resistencia 32.5 y resistencia inicial ordinaria se identifica así:

Cemento con Escoria UNE-EN 197-1 CEM III/C 32.5 N

5. Un cemento puzolánico con humo de sílice D y puzolana natural P, subtipo A, con clase de resistencia 42.5 y resistencia inicial ordinaria, se identificaría como:

Cemento Puzolánico UNE-EN 197-1 CEM IV/A (D-P) 42.5 N

6. Un cemento compuesto con escoria de horno alto S y ceniza volante silícea V, subtipo A, con clase de resistencia 32.5 y resistencia inicial ordinaria tendría como identificación:

Cemento Compuesto UNE-EN 197-1 CEM V/A (S-V) 32.5 N

6.2 De los cementos de las Normas UNE 80303-1, 2 y 3:2001

Son los resistentes a los sulfatos, al agua de mar y de bajo calor de hidratación, respectivamente, y a tales atributos responden sus denominaciones.

En cuanto a sus designaciones, corresponden a las de sus homólogos de la Norma UNE-EN 197-1:2000, pero suprimiendo de ellas el prefijo CEM y añadiendo, después de la clase de resistencia y separados por una barra, los sufijos SR, MR o BC, en cada caso, seguidos de la mención de la norma correspondiente.

Si en un mismo cemento se dieran simultáneamente dos de las características señaladas, SR y BC, o MR y BC –sabido que todo cemento SR es también MR, pero no a la inversa–, en su designación irían, detrás de la clase de resistencia y separados por barra, los sufijos correspondientes, en su orden. Y a continuación la mención, también por su orden, de las dos partes afectadas de la norma correspondiente.

Ejemplos:

1. Un cemento portland resistente a sulfatos, con clase de resistencia 42.5 y resistencia inicial elevada, tendría como designación:

I 42.5 R/SR UNE 80303-1

2. Un cemento portland resistente al agua de mar, con escoria de horno alto S, subtipo A, con clase de resistencia 32.5 y resistencia inicial elevada, se designaría como:

II/A-S 32.5 R/MR UNE 80303-2

3. Un cemento portland resistente al agua de mar, con puzolana natural P, subtipo B, con clase de resistencia 32.5 y resistencia inicial ordinaria, que además fuese un cemento de bajo calor de hidratación, tendría por designación:

II/B-P 32.5 N/MR/BC UNE 80303-2/3

4. Un cemento con escorias de horno alto resistente al agua de mar, subtipo B, con clase de resistencia 32.5 y resistencia inicial ordinaria, que al mismo tiempo fuese de bajo calor de hidratación, se designaría así:

III/B 32.5 N/MR/BC UNE 80303-1/3

6.3 De los cementos de la Norma UNE 80305:2001

Son los denominados cementos blancos, homólogos de los de la Norma UNE-EN 197-1, más el cemento de albañilería 22.5 X. En la designación de los primeros se suprime el prefijo CEM, sustituyéndolo por BL; en la designación del segundo se incluye dicho prefijo. Sigue al prefijo la designación del tipo de cemento, la categoría resistente del mismo acompañada de la indicación de resistencia inicial ordinaria, N, o elevada, R, y de la mención de la norma.

Si en un mismo cemento se diera simultáneamente alguna otra característica, como la de bajo calor de hidratación BC, ésta iría a continuación de la clase de resistencia, separada con una barra. Siguiendo a la mención de la norma de los cementos blancos iría la correspondiente a los de bajo calor de hidratación, siempre en dicho orden.

Ejemplos:

1. Un cemento portland blanco, con clase de resistencia 42.5 y resistencias iniciales elevadas, se designaría así:

BL I 42.5 R UNE 80305

2. Un cemento portland blanco con caliza L, con clase de resistencia 32.5 y resistencia inicial ordinaria, que a su vez fuese de bajo calor de hidratación, tendría como designación:

BL II/B-L 32.5 N/BC UNE 80305 UNE 80303-3

3. Un cemento portland blanco con caliza LL, con clase de resistencia 32.5 y resistencias iniciales elevadas, que fuese también de bajo calor de hidratación, se designaría:

BL II/A-LL 32.5 R/BC UNE 80305 UNE 80303-3

4. Un cemento de albañilería blanco se designaría como:

BL 22.5 X UNE 80305

6.4 De los cementos de la Norma UNE 80307 :2001

El único cemento para usos especiales incluido en esta norma, y así denominado, se designa con el tipo del mismo, ESP VI-1, seguido de la clase de resistencia y la indicación de si la inicial es ordinaria N o elevada R, y, a continuación, de la norma de referencia. Su designación sería la siguiente:

ESP VI-1 32.5 N UNE 80307

6.5 De los cementos de la Norma UNE 80309

Son los cementos denominados naturales, designados genéricamente con el prefijo CN seguido de las letras R o L para especificar si se trata de cementos rápidos o lentos

–de fraguado–, seguidas a su vez de la clase de resistencia a 28 días y de la mención de la norma. Su designación completa respondería a los siguientes

Ejemplos:

1. Un cemento natural rápido, de clase de resistencia 4, sería designado como:

CNR 4 UNE 80309

2. Un cemento natural lento, de clase de resistencia 8, se designaría así:

CNL 8 UNE 80309

6.6 De los cementos de la norma UNE 80310

Son los cementos denominados "de aluminato de calcio" –antes llamados "cementos aluminosos"–, de endurecimiento muy rápido y, por lo tanto, de muy altas resistencias a cortas edades. Se designan con el prefijo CAC seguido de la letra R indicativa de altas resistencias iniciales, separada con una barra, y de la referencia a la norma.

Un cemento de aluminato de calcio se designaría así:

CAC/R 80310

6.7 De los cementos de la Norma UNE-ENV 413-1:95

Son los cementos denominados "de albañilería", cuya designación consta del prefijo MC ("masonry cement"), seguido de la clase de resistencia –5, 12.5 ó 22.5 a 28 días– y, en su caso, de una X, indicativa de que en dichos cementos no se autoriza la inclusión de agentes aireantes, para distinguirlos de aquellos otros en los que dicha inclusión es exigida –ausencia de la X–. A continuación, la indicación de la norma de referencia.

Sus designaciones completas responden a los siguientes

Ejemplos:

1. Un cemento de albañilería con clase de resistencia 5, en el que es exigible la presencia de aireante, se designaría así:

MC 5 ENV 413-1

2. Un cemento de albañilería con clase de resistencia 12.5, en el que la inclusión de aireante no está autorizada, tendría como designación:

MC 12.5 X ENV 413-1

3. Un cemento de albañilería con clase de resistencia 12.5 en el que la inclusión de aireante es exigible, se designaría como:

MC 12.5 ENV 413-1

4. Un cemento de albañilería con clase de resistencia 22.5, en el que la inclusión de aireante no está autorizada, se designará así:

MC 22.5 X ENV 413-1

7. CRITERIOS DE CONFORMIDAD

Los criterios de conformidad de los cementos con las exigencias que las respectivas normas les imponen en relación con su composición y con las propiedades mecánicas, físicas y químicas, son criterios estadísticos, acompañados de procedimientos de verificación, bien sea por variables o bien por atributos. Estos criterios se señalan con precisión en cada norma, fijándose los métodos de ensayos y las frecuencias mínimas con las que se han de llevar a cabo dichos ensayos para el autocontrol del fabricante del cemento.

La conformidad y los ensayos de autocontrol se refieren, no sólo a la composición del cemento, sino también a las propiedades exigibles a los componentes del mismo.

Las pautas generales para todo ello se dan en la Norma UNE-EN 197-1: 2000 –que no trata del control de recepción de suministros–, con detalles complementarios incluidos en los Anexos A y ZA –Informativos– de dicha norma, así como en la Norma Europea EN 197-2. Esta norma indica también los criterios para la evaluación continua de la certificación de la conformidad por parte de un organismo de certificación reconocido como tal.

El certificado de conformidad "CE" permite al fabricante del cemento utilizar el marcado "CE" según se detalla en el Anejo ZA, debiendo redactar dicho fabricante –o su representante– una declaración para cada producto con certificado de conformidad "CE", en la que consten los datos que se indican en el citado Anejo.

El marcado "CE" de conformidad afecta tanto al cemento ensacado como al cemento a granel y requiere el señalamiento de una serie de datos, tales como los que se detallan en el Cuadro 13.

El citado Anejo ZA prevé, por razones prácticas, distintas formas de presentar la documentación necesaria para obtener el marcado "CE" de conformidad, en el caso del cemento ensacado. En el caso del cemento a granel el marcado de conformidad "CE" y toda la información acompañante descrita en el Anejo ZA para el cemento ensacado, deberá ir recogida, de forma adecuada, en los documentos comerciales relativos al citado cemento expedido a granel.

CUADRO 13 - Datos necesarios para consignar en el marcado CE



0123

Empresa

Dirección registrada

Fabrica ¹⁾

Año
(o sello con la fecha)

0123-CPD-0456

EN 197-1

CEM I 42.5 R

Información adicional

El marcado CE de conformidad consiste en el símbolo "CE" dado en la directiva 93/68/EEC.

Número de identificación del organismo de certificación.

Nombre o marca comercial del fabricante.

Dirección del fabricante.

Nombre o marca comercial de la fábrica donde se produce el cemento ¹⁾.

Los dos últimos dígitos del año en que se estampó el marcado ²⁾.

Número del certificado de conformidad CE.

Número de la norma europea.

Ejemplo de designación normalizada que indique el tipo de cemento y su clase de resistencia, tal y como se especifica en el capítulo 8 de la Norma Europea EN-197-1.

Límite de cloruros en % ³⁾. Límite de pérdida por calcinación de cenizas volantes en % ⁴⁾. Nomenclatura normalizada de aditivos ⁵⁾.

¹⁾ Considerando necesario por las exigencias de la Norma Europea EN 197-2 pero no obligatorio.

²⁾ El año de marcado se debería referir, o bien a la fecha de ensacado, o bien a la fecha de expedición desde la fábrica o punto de expedición.

³⁾ Sólo cuando el cemento común fabricado tiene un contenido de cloruros superior al límite especificado en la Tabla 3 de esta parte de la norma europea.

⁴⁾ Sólo cuando, de acuerdo con el apartado 5.2.4.1 de esta Norma Europea EN 197-1 se utilice una ceniza volante con una pérdida por calcinación comprendida entre 5.0 % y 7.0 %.

⁵⁾ Sólo cuando, de acuerdo con el apartado 5.5 de esta Norma Europea EN 197-1 se utilice un aditivo conforme con la serie EN 934.

8. SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS DE LA NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 197-1:2000 Y SU PRECEDENTE LA UNE 80301:96

Los cementos de la Norma UNE-EN 197-1:2000 son los incluidos en el Cuadro 14, y los de la Norma UNE 80301:96 los insertos en el Cuadro 15.

En términos generales las semejanzas y diferencias entre ambas normas son las expresadas en el Cuadro 16. Se refieren a los siguientes hechos:

- i) El número de tipos principales de cementos es el mismo en ambas normas –5–, a los cuales corresponden las mismas denominaciones;
- ii) El número de subtipos y, por lo tanto, el número total de cementos distintos, es diferente: 27 y 16, en la nueva norma UNE-EN 197-1:2000 y en la antigua UNE 80301:96, respectivamente;
- iii) El número de componentes principales y minoritarios difiere en ambas normas: 10 en la primera y 6 en la segunda. Los 4 nuevos componentes son: las puzolanas naturales calcinadas Q, las cenizas volantes calcáreas W, los esquistos calcinados T y las calizas LL con contenidos de carbono orgánico total (TOC) inferiores a 0.20 % en masa.
- iv) Los 11 cementos de diferencia entre ambas normas tienen, en la primera de ellas, las denominaciones correspondientes a los 4 componentes tanto principales como minoritarios introducidos como nuevos en la misma;

En cuanto a las "equivalencias" –o, por mejor decir, semejanzas o parecidos– entre los 11 nuevos cementos de la Norma UNE-EN 197-1:2000 y los de la sustituida y anulada UNE 80301:96, sólo se dan de manera aproximada y en determinados aspectos particulares, tal y como se explica a continuación.

Los nuevos materiales Q, W y T actúan principalmente como puzolánicos –los W y T con alguna actividad hidráulica–, y en tal sentido la similitud puede ser mayor entre Q y P, por una parte, y entre W y V, por otra, y algo entre W y T con S. En cuanto a T, puede asimilarse en unos aspectos más a W –y por lo tanto a V– que a P; y en otros aspectos puede asemejarse más a Q. Por lo tanto, podría ocupar una posición intermedia, explicable por la mayor complejidad de dicho material.

En cuanto al también nuevo material calizo LL, es evidente su semejanza con la caliza L de la norma antigua –y asimismo de la nueva–.

Resultan así las "equivalencias" –no más que aproximadas– entre los cementos de las dos normas, señaladas en el Cuadro 16, dado que los componentes principales Q, W y T –y los cementos que los contienen– figuran en el Cuadro 14 de la Norma UNE-EN 197-1:2000, y no en el Cuadro 15 de la Norma UNE 80301:96, de tal manera que las diferencias se hacen destacar en el Cuadro 17.

CUADRO 14 - Tipos de cemento y composiciones: proporción en masa ¹⁾ UNE-EN 197-1:2000

Tipo princip.	Denominación de los 27 productos (tipos de cementos comunes)		Composición (proporción en masa) ¹⁾										Constit. minorit.	
			Componentes principales											
			Clinker K	Escoria de horno alto S	Humo de sílice D ²⁾	Puzolana		Cenizas volantes		Esquistos calcinados T	Caliza			
						natural P	natural calcinada Q	silíceas A	cálcicas W		L	LL		
CEM I	Cemento Portland	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Cemento Portland con escoria	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con humo de sílice	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con puzolana	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con ceniza volante	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/BW	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con esquistos calcinados	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con caliza	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
CEM II/B-LL		65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5	
Cemento Portland compuesto ³⁾	CEM II/A-M	80-94	<----- 6-20 ----->										0-5	
	CEM II/B-M	65-79	<----- 21-55 ----->										0-5	
CEM III	Cemento con escoria de horno alto	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Cemento puzolánico ³⁾	CEM IV/A	65-89	-	<----- 11-35 ----->					-	-	-	0-5	
		CEM IV/B	45-64	-	<----- 36-55 ----->					-	-	-	0-5	
CEM V	Cemento compuesto ³⁾	CEM V/A	40-64	18-30	-	<----- 18-30 ----->			-	-	-	-	0-5	
		CEM V/B	20-38	31-50	-	<----- 31-50 ----->			-	-	-	-	0-5	

¹⁾ Los valores de la tabla se refieren a la suma de los componentes principales y minoritarios (núcleo de cemento).

²⁾ El porcentaje de humo de sílice está limitado al 10 %.

³⁾ En cementos Portland compuestos CEM II/A-M y CEM II/B-M, en cementos puzolánicos CEM IV/A y CEM IV/B y en cementos compuestos CEM V/A y CEM V/B los componentes principales además del clinker deben ser declarados en la designación del cemento (véase el apartado 8 de la norma).

CUADRO 15 - Norma UNE 80 301:1996. Tipos de cementos y composiciones: proporción en masa ¹⁾

Tipo de cemento	Denominación	Designación	Clinker K	Escoria de horno alto S	Humo de Sílice D ³⁾	Puzolanas Naturales P	Cenizas volantes V	Caliza L	Componentes minoritarios ADIC ²⁾
CEM I	Cemento Portland	CEM I	95 - 100	----	----	----	----	----	0 - 5
CEM II	Cemento Portland con escoria	CEM II/A-S	80 - 94	6 - 20	----	----	----	----	0 - 5
		CEM II/B-S	65 - 79	21 - 35	----	----	----	----	0 - 5
	Cemento Portland con humo de sílice	CEM II/A-D	90 - 94	----	6 - 10	----	----	----	0 - 5
	Cemento Portland con puzolana	CEM II/A-P	80 - 94	----	----	6 - 20	----	----	0 - 5
		CEM II/B-P	65 - 79	----	----	21 - 35	----	----	0 - 5
	Cemento Portland con ceniza volante	CEM II/A-V	80 - 94	----	----	----	6 - 20	----	0 - 5
		CEM II/B-V	65 - 79	----	----	----	21 - 35	----	0 - 5
	Cemento Portland con caliza	CEM II/A-L	80 - 94	----	----	----	----	6 - 20	0 - 5
Cemento Portland mixto ⁴⁾	CEM II/A-M	80 - 94	<----- 6 - 20 ⁵⁾ ----->						
	CEM II/B-M	65 - 79	<----- 21 - 35 ⁵⁾ 6) ----->						
CEM III	Cemento de horno alto	CEM III/A	35 - 64	36 - 65	----	----	----	----	0 - 5
		CEM III/B	20 - 34	66 - 80	----	----	----	----	0 - 5
CEM IV	Cemento puzolánico	CEM IV/A	65 - 89	----	<----- 11 - 35 ----->			----	0 - 5
		CEM IV/B	45 - 64	----	<----- 36 - 55 ----->			----	0 - 5
CEM V	Cemento compuesto	CEM V/A	40 - 64	18 - 30	----	<----- 18 - 30 ----->		----	0 - 5

1) Los valores del cuadro se refieren al núcleo del cemento con exclusión del sulfato de calcio y de cualquier aditivo. Representan % en masa.

2) 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.

3) La proporción de humo de sílice se limita al 10 %.

4) Cuando algún cemento Portland mixto, en razón de su composición, se pueda incluir en alguno de los tipo II anteriores, deberá llevar la denominación y designación correspondiente a dicho tipo.

5) La proporción de filler se limita a 5 %.

6) La proporción de caliza se limita a 20%.

CUADRO 16

Diferencias	UNE-EN 197-1:2000	UNE 80 301:96
Tipos de cementos	5	5
Subtipo de cemento	27	16
Número de cementos	27	16
Número de componentes principales de cementos	10	6
Número de componentes minoritarios de cementos	10	6
Equivalencias (Semejanzas) aproximadas de cementos	CEM II/A-Q CEM II/A-W CEM II/A-T]	[CEM II/A-P CEM II/A-V
	CEM II/A-LL	CEM II/A-L
	CEM II/B-Q CEM II/B-W CEM II/B-T]	[CEM II/B-P CEM II/B-V
	CEM II/B-L CEM II/B-LL]	Sin equivalencia
	CEM III/C CEM V/B]	Sin equivalencia

En este cuadro figuran, en sombreados oscuro y claro, los componentes principales –columnas– y los respectivos cementos –filas– incluidas en el Cuadro 14, pero no en el 15. El sombreado claro corresponde al componente W y a cementos CEM II/A, B-Q, T a los CEM II/A, B-P, W, respectivamente, en los términos antes señalados, es más problemática.

9. PRINCIPALES CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS CEMENTOS DE LAS NORMAS ESPAÑOLAS UNE VIGENTES EN 2002

Con independencia del tratamiento extenso y detallado que probablemente se dará de las aplicaciones generales y específicas de los cementos incluidos en la normalización española en 2002, y que posiblemente forme parte de otras publicaciones de IECA –"Recomendaciones para la Utilización de los Cementos de las Normas UNE 2002"–,

CUADRO 17 - Los 27 cementos de la UNE-EN 197-1:2000

Tipo princip.	Denominación de los 27 productos (tipos de cementos comunes)		Composición (proporción en masa) ¹⁾										Consist. minorit.	
			Composición											
			Clinker K	Escoria de horno alto S	Humo de sílice D ²⁾	Puzolana		Cenizas volantes		Esquistos calcinados T	Caliza			
						natural P	natural calcinada Q	silíceas A	cálcicas W		L	LL		
CEM I	Cemento Portland	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Cemento Portland con escoria	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con humo de sílice	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con puzolana	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con ceniza volante	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland con esquistos calcinados	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
	Cemento Portland con caliza	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5
CEM II/B-LL		65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5	
Cemento Portland mixto ³⁾	CEM II/A-M	80-94						6-20					0-5	
	CEM II/B-M	65-79						21-35					0-5	
CEM III	Cemento con escoria de horno alto	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM IV	Cemento puzolánico ³⁾	CEM IV/A	65-89	-			11-35			-	-	-	0-5	
CEM V	Cemento compuesto ³⁾	CEM IV/B	45-64	-			36-35			-	-	-	0-5	
		CEM V/A	40-64	18-30	-			18-30			-	-	-	0-5

1) Los valores de la tabla se refieren a la suma de los componentes principales y minoritarios (núcleo de cemento).

2) El porcentaje de humo de sílice está limitado al 10 %.

3) En cementos Portland compuestos CEM II/A-M y CEM II/B-M, en cementos puzolánicos CEM IV/A y CEM IV/B y en cementos compuestos CEM V/A y CEM V/B los componentes principales además del clinker deben ser declarados en la designación del cemento (véase el apartado 8 de la norma).

así como tal vez también de AENOR –Informe UNE: "Recomendaciones para el uso de los Cementos. UNE 80300:2002"–, se esbozan aquí, de forma muy general, las aplicaciones más importantes de los distintos tipos de cementos de las diferentes normas UNE, como se indica a continuación.

9.1 De la Norma UNE-EN 197-1:2000

Las aplicaciones más importantes de los "cementos comunes" de esta norma son las señaladas en el Cuadro 18.

Son de empleo general en hormigones y morteros sin características ni circunstancias especiales los cementos de los tipos CEM II y CEM IV. Estos últimos particularmente también si se trata de hormigones para ambientes de naturaleza moderadamente ácida o carbónica agresiva, o para masas de hormigón de gran volumen, como las de las obras hidráulicas –presas–, particularmente si responden también a los requisitos de la Norma UNE 80303-3, es decir, si son de bajo calor de hidratación, BC. Son los

CUADRO 18 - Principales aplicaciones de los cementos

Cementos de la norma UNE-EN 197-1:2000	
Tipos Aplicaciones	
CEM I	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para hormigones de muy altas resistencias • Para obras públicas especiales en hormigón pretensado • Para prefabricación de elementos de hormigón
CEM II	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para hormigones y morteros en general
CEM III	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para hormigones en ambientes agresivos por <ul style="list-style-type: none"> • Sulfatos de terrenos • Agua de mar (Particularmente si responden a UNE 80 303-1 ó 2)
CEM IV	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para hormigones y morteros en general, en ambientes ácidos moderadamente agresivos • Para obras hidráulicas (Especialmente si responden a UNE 80 303-3)
CEM V	<ul style="list-style-type: none"> • Aptos para estabilización de suelos y terrenos • En bases tratadas para carreteras y para firmes de hormigón • Para grandes macizos de hormigón de presas (hormigón compactado con rodillo)

CEM IV cementos asimismo aptos para el caso de hormigones con áridos reactivos con los álcalis.

Los de tipo CEM III son cementos adecuados para hormigones expuestos a ataques por sulfatos, bien sea de suelos y terrenos, o bien por los del agua de mar. Y tanto más y mejor, si además cumplen con las exigencias de las Normas UNE 80303-1 o UNE 80303-2, esto es, si son resistentes a sulfatos SR, o al agua de mar MR, en cada caso.

Los CEM V, compuestos y coparticipantes de las características de los CEM III y CEM IV, son idóneos para obras de infraestructura vial, es decir, para estabilización de suelos y terrenos –suelocemento y gravacemento–, y para el tratamiento de bases para carreteras y firmes de hormigón. Son particularmente aptos para hormigón compactado con rodillo, como puede ser el caso de grandes macizos de hormigón de presas o de cimentaciones.

Los cementos CEM I quedan circunscritos para hormigones de carácter muy especial en obras públicas de gran responsabilidad, como estructuras de hormigón pretensado y elementos estructurales prefabricados, pretensados o no.

Naturalmente que en cuanto a los subtipos y clases o categorías de resistencia de cada tipo, utilizables preferentemente en cada caso, ello dependerá de las circunstancias. La clase de resistencia deberá ser siempre, con el margen de garantía necesario, la que el tipo de elemento estructural, estructura u obra requieran. El subtipo, A o B, deberá asimismo alcanzar, con margen, la clase de resistencia requerida. A igualdad o semejanza de lo demás, los subtipos A permiten alcanzar clases de resistencia más altas que los subtipos B –como es lógico–, sobre todo a plazos cortos y medios.

Desde el punto de vista de la durabilidad, por el contrario, los subtipos B, por su mayor contenido de adiciones en relación con los subtipos A, en general suelen conferir un mayor grado de resistencia química a los hormigones frente a los ataques de agentes y medios para los cuales la(s) adición(es) es(son) específicamente resistente(s), por su naturaleza y/o por su(s) acción(es). Cuestión aparte es la mayor o menor protección que impartan a las armaduras frente a la corrosión: los subtipos A proporcionan mayor protección, por su mayor contenido de clínker con respecto a los subtipos B.

En conclusión, siempre que en cada caso se alcance la resistencia mecánica requerida por el hormigón de la obra –por disponer tanto en el subtipo A como en el B de un determinado tipo de cemento, de la clase de resistencia necesaria–, serán preferibles los subtipos A cuando primen aspectos de mayor velocidad de endurecimiento –más rápido desarrollo de resistencias a corto plazo–, o de mayor, protección de las armaduras frente a la corrosión; y serán preferibles los subtipos B cuando, sobre los aspectos anteriores, primen los de la resistencia química del hormigón frente a otros tipos de agresividad, corrosión de armaduras aparte.

9.2 De la Norma UNE 80303-1:2001

Los cementos SR son utilizables en hormigones que hayan de estar sometidos a ataques por sulfatos de calcio y/o de magnesio contenidos en suelos o terrenos. Por lo tanto, se emplean en cimentaciones en terrenos yesíferos y en obras marítimas en las que se den circunstancias muy agresivas. Si bien, en principio, todos los cementos de la norma son resistentes a los sulfatos –por cumplir las especificaciones de la misma–, probablemente no lo sean en la misma medida.

Previsiblemente, a igualdad o semejanza de otros factores, el orden –aproximado– de mayor a menor grado de resistencia a los sulfatos sea el siguiente: CEM III; CEM IV o CEM V; CEM II; CEM I. Y dentro de los cementos del tipo CEM II: CEM II-S; CEM II-P o CEM II-V; CEM II-D. En cuanto a los subtipos A o B, en cada caso, es válido lo señalado al respecto para los cementos de la Norma UNE-EN 197-1:2000.

Los cementos SR de esta norma son también MR de la norma UNE 80303-2, por cumplir con condiciones más exigentes que las de éstos. Lo recíproco, naturalmente, no se cumple.

9.3 De la Norma UNE 80303-2:2001

Los cementos MR son adecuados para hormigones que hayan de resistir ataques por agua de mar, en distintas condiciones de agresividad baja o media, o de obras situadas en ambientes marinos.

En principio, y con referencia a este medio agresivo, a los cementos MR les es aplicable lo señalado para los SR de la Norma UNE 80303-1:2001.

Sin embargo, y dado que en el agua de mar además de sulfatos hay cloruros en gran concentración y éstos pueden afectar muy directa e importantemente a la corrosión de las armaduras del hormigón, el orden de preferencia de unos u otros cementos de esta norma frente a los ataques por agua de mar incluida la corrosión de las armaduras por los cloruros de la misma, no sea el mismo que en el caso de los cementos SR; es más, el orden en este caso podría aproximarse al inverso del operante en el caso anterior: CEM I; CEM II/A-D; CEM II-S; CEM II/A-V o CEM II/A-P; CEM III; CEM V; CEM IV.

Con relación a la preferencia de los subtipos A o B en cada caso, vale lo indicado para los cementos en el caso de las dos normas anteriores.

Los cementos MR, como queda apuntado, no son siempre resistentes a sulfatos, aunque éstos sí son siempre resistentes al agua de mar, por las razones ya expuestas.

9.4 De la Norma UNE 80303-3:2001

Los cementos de bajo calor de hidratación, BC, son utilizables en aquellos casos en los que el desprendimiento de un calor de hidratación elevado, sobre todo si dicho des-

prendimiento es rápido, puede dar lugar a fuerte retracción térmica –incluida la retracción plástica–, y a la consiguiente fisuración, en particular si se trata de hormigones de baja resistencia a la tracción y poco deformables –de relativamente alto módulo de elasticidad–.

Son aplicables, por lo tanto, en casos en los que por falta de una disipación suficientemente rápida del calor de hidratación, la acumulación de éste provoque altas temperaturas en el hormigón, las cuales, por un fuerte choque térmico ante un enfriamiento rápido –por ejemplo, nocturno, tras de un hormigonado vespertino–, dé lugar a la correspondiente retracción de tipo térmico.

Tal puede suceder en el caso de grandes masas de hormigón –como los macizos de presas y de grandes cimentaciones–, y también en el hormigonado en tiempo o climas cálidos. En este último caso, si se da al mismo tiempo una baja humedad relativa ambiental, se pueden producir desecaciones durante el fraguado y primeras fases del endurecimiento, causantes de la retracción plástica del hormigón.

Los cementos de menor calor de hidratación –o por lo menos los que más lentamente lo desprenden– son aquéllos en cuya composición intervienen menores proporciones de clínker y mayores de adiciones.

9.5 De la Norma UNE 80305:2001

Los cementos blancos BL se utilizan, como es lógico, en hormigones blancos –o coloreados, en los cuales el cemento blanco sirve de soporte al color aportado por componentes minerales adecuados compatibles con el cemento y con el hormigón–.

Los hormigones blancos –y, en su caso, coloreados– son hormigones estructurales de cara vista utilizados con fines arquitectónicos, decorativos, de señalización, etc.

Cementos blancos se utilizan también, tanto en su versión de "portland" como "de albañilería", en solados, pavimentaciones, enfoscados, revocos, albañilería en general, así como en la prefabricación de elementos que, con alguno de los citados fines, los requieran.

9.6 De la Norma UNE 80.307:2001

El único cemento incluido en esta norma, el ESP VI-1 para usos especiales tiene empleo para los fines muy específicos que para el mismo se puedan señalar, según el tipo de aplicación u obra.

En tal sentido este cemento es utilizable en la estabilización de suelos y terrenos, en la fabricación de suelo-cemento y gravacemento, en la formación de subbases para carreteras, y para hormigones pobres compactados con rodillo. Nunca para elementos estructurales.

9.7 De la Norma UNE 80309:94

Los cementos naturales CN (R o L) son utilizables –realmente ya en muy escasa y cada vez en menor medida– únicamente para algunos fines de albañilería, y en la práctica exclusivamente para morteros. Nunca para ningún fin o elemento estructural.

9.8 De la Norma UNE 80310:96

La utilización de los cementos de aluminato de calcio CAC/R, por su temprana, rápida y fuerte exotermia, se pueden utilizar en el hormigonado en tiempo o clima muy fríos, siempre que las circunstancias de la obra y su finalidad y servicio lo permitan, y se observen las indicaciones del Anejo A (Informativo) de la norma.

Por la naturaleza química de este cemento y de sus productos de hidratación se puede utilizar para hormigones resistentes a diversos medios agresivos, como aguas puras, ácidas débiles, orgánicas o minerales, suelos con sulfatos, agua de mar, productos orgánicos, etc., en las circunstancias ya mencionadas.

Se pueden emplear también en trabajos de mantenimiento y reparación de obras de hormigón de cementos comunes, previas precauciones recomendadas en el citado Anejo.

El cemento fraguado de aluminato de calcio tiene una alta resistencia a la temperatura, por lo cual, con áridos adecuados, es apto para morteros y hormigones refractarios. También puede dar, en condiciones asimismo adecuadas, conglomerados resistentes a la abrasión.

9.9 De la Norma ENV-EN 413-1:95

Los cementos de albañilería, MC, son aptos para toda clase de trabajos de albañilería y enlucidos que los requieran, como revocos, enfoscados, morteros de juntas, etc., si cumplen con las condiciones de resistencia, durabilidad –frente al hielo (contenido de aire) y a los ataques químicos–, trabajabilidad (cohesión del mortero fresco), adherencia y retención de agua que para dichos empleos se les exigen.

Otros usos especiales de estos cementos pueden requerir intercambio de información adicional entre fabricantes y usuarios de los mismos llevados a cabo de acuerdo con normas o reglamentos nacionales –en su caso–, o por convenio entre las partes. La elección de uno u otro de estos cementos se hará de acuerdo con la legislación vigente al respecto en el lugar en que el cemento de albañilería haya de ser utilizado.

En determinados países los cementos de albañilería suelen –o pueden– ser designados con otros nombres, como el de "cales hidráulicas artificiales" o "cales eminentemente hidráulicas artificiales"; pero en todo caso deben cumplir todas las exigencias que les impone esta norma, lo cual ha de ser confirmado mediante un marcado especial sobre el embalaje y en los documentos acompañantes del material.

El cumplimiento de las citadas exigencias, expresadas en forma de valores característicos, se verificará mediante los métodos de ensayo descritos en las Normas EN 196 y EN 413-2:94, complementaria de la presente –o por medio de métodos alternativos a los de referencia–; éstos son, en cualquier caso, aplicables siempre, y por lo tanto decisivos en caso de litigio.

La Norma ENV 413-1:94 incluye los Criterios y Procedimientos de Conformidad de estos cementos con las exigencias de la misma. Contiene asimismo un Anejo A (Informativo) relativo a la "cohesión a consistencia normal", o "tiempo de flujo" del mortero –determinante de la trabajabilidad del mismo–, y determinado mediante el correspondiente método de ensayo descrito en la Norma EN 413-2:94.

10. RECOMENDACIONES, CONTRAINDICACIONES Y PRECAUCIONES PARA EL USO DE LOS CEMENTOS DE LAS NORMAS UNE 2002

Así como en el opúsculo "Normas Españolas UNE 1996 para Cementos", editado por IECA en Abril de 1997, al cual sustituye el presente, se señalaba que el contenido de este apartado excedía del objeto y finalidad del mismo, así sucede también ahora en relación con el actual.

Se indicaba entonces que dicho contenido se exponía en sendas publicaciones, de IECA y de AENOR, como asimismo en alguna de carácter oficial. La situación presente es la misma, ya que el contenido mencionado formará parte de las publicaciones que, en breve, llevarán por títulos: "RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS CEMENTOS DE LAS NORMAS UNE 2002" y "PRONTUARIO PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS CEMENTOS DE LAS NORMAS UNE 2002", respectivamente, de IECA, y, tal vez, de un Informe AENOR UNE 80300:2002 (ó 2003), con el título de "RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LOS CEMENTOS", el cual sustituirá a su precedente de fecha 2000.

Estas publicaciones tendrán el mismo carácter que sus homólogas anteriores, a las cuales reemplazarán.

En cuanto a la publicación oficial relativa al tema del epígrafe de este apartado, será, como es natural, la Instrucción EH correspondiente del Ministerio de Fomento, vigente en la fecha de aplicación.

11. CERTIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS

11.1 Certificación AENOR

11.1.1 Conceptos básicos generales

La certificación en general es la acción realizada por una entidad u organismo, reconocidos como independientes de las partes interesadas, por la cual se declara la confianza de que un producto, proceso o servicio es conforme con una norma o documento normativo o reglamentario especificado.

Entre las entidades acreditadas para la certificación en general y para la particular referente a toda una serie de productos entre los que se incluyen los cementos, figura AENOR.

11.1.2 La Certificación AENOR para Cementos

La Certificación AENOR para Cementos –como para otros productos– otorga (en su caso) una Marca de Conformidad o Distintivo de Calidad –Cuadro 19– reconocido por la Administración Española, que atestigua y garantiza el cumplimiento de los cementos con todas las exigencias de las Normas UNE que les afectan, a efectos de la Instrucción para la Recepción de Cementos, RC, y de la Instrucción del Hormigón, EHE, de la Administración Española –Ministerio de Fomento–.

La Certificación de la Marca AENOR para cementos es voluntaria y se solicita a través del Comité Técnico de Certificación CTC-015 de AENOR, encargado de la misma. Está basada en un Programa de Autocontrol por parte del fabricante, y en unos ensayos de Control Externo llevados a cabo por un Laboratorio de Referencia. Todo ello ajustado al Reglamento Particular RP.015 de la Marca AENOR.

La Certificación de AENOR tuvo como antecedente la de IECA a partir de 1986, basada en los mismos principios adoptados después por AENOR –Sello de Calidad IECA para Cementos–, la cual con sus modificaciones, se integró en el Sistema de Certificación AENOR en fecha 12 de Julio de 1988; año en el que se declaró obligatoria por Real Decreto la Homologación por el Ministerio de Industria y Energía, de los cementos para todo tipo de obras y productos prefabricados. Poco después, en 1989, una Orden Ministerial estableció la Certificación o Marca AENOR voluntaria como alternativa a la Homologación, por ser aquella más exigente que ésta en cuanto a controles.

La Certificación AENOR, con su distintivo característico "N" –Cuadro 19–, exime de la realización de los ensayos de recepción de cementos previstos en la Instrucción RC para dicha recepción, habiendo sido reconocida por el Ministerio de Fomento en Resolución del 4 de Junio de 2001, a efectos de la Instrucción de Hormigón EHE.

CUADRO 19
Marca AENOR



11.1.3 Laboratorios Verificadores

Los Laboratorios de Referencia, externos, antes mencionados –llamados también "Laboratorios Verificadores"– son entidades subcontratadas por AENOR encargadas de analizar y ensayar periódicamente –cada mes y cada año– las muestras de cada tipo de cemento producido por cada fábrica acogida al Sistema de Certificación de la Marca AENOR.

Estos laboratorios son: INTEMAC y LOEMCO en Madrid y LABEIN en Bilbao.

11.1.4 Organismos de Control Autorizado (OCAs)

Son asimismo entidades subcontratadas por AENOR para la toma de muestras de cementos, una vez al mes en las fábricas, y una vez al año en los puntos de expedición. Se encargan también, junto con Inspectores de la Secretaría de la Marca –residente en IECA– de realizar cada año las Auditorías del Sistema de Certificación.

Estos organismos son: NORCONTROL, NOVOTEC y CUALICONTROL-ACI, S.A.I., en Madrid; IGC INSPECCIÓN, en Pozuelo de Alarcón (Madrid); ATISAE, en Málaga; y EUROCONTROL, en Muriedas (Cantabria).

11.2 Otras Certificaciones

11.2.1 Certificación N + H

Es el reconocimiento de los certificados y de las marcas de conformidad emitidos como procedimiento equivalente al de la Homologación realizada por el Ministerio de Industria y Energía, hasta ser sustituida ésta.

La certificación de AENOR fue reconocida como tal en todos los casos en que se desarrolló la certificación de un producto –en este caso el cemento– para el que también existía homologación.

11.2.2 Certificación C.C.R.R.

Ésta confiere el "Certificado de Conformidad con Requisitos Reglamentarios" (CCRR), documento oficial emitido por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, basado en la Reglamentación aplicable del Ministerio de Industria y Energía: RD 1313/1988, de 28 de octubre (Homologación obligatoria) y OM de 17 de Enero de 1989 (Marca AENOR

para Cementos equivalente a la Homologación y sustitutiva de la misma); y de la Dirección General de Industria: Resolución de 12 de Junio de 1997 (Sistema de Realización de Controles de Producción y Distribución del Cemento).

Esta certificación afecta obligatoriamente desde el 1 de Abril de 2001 a los cementos de las Normas UNE 80303, 80305, 80306, 80307 y 80310.

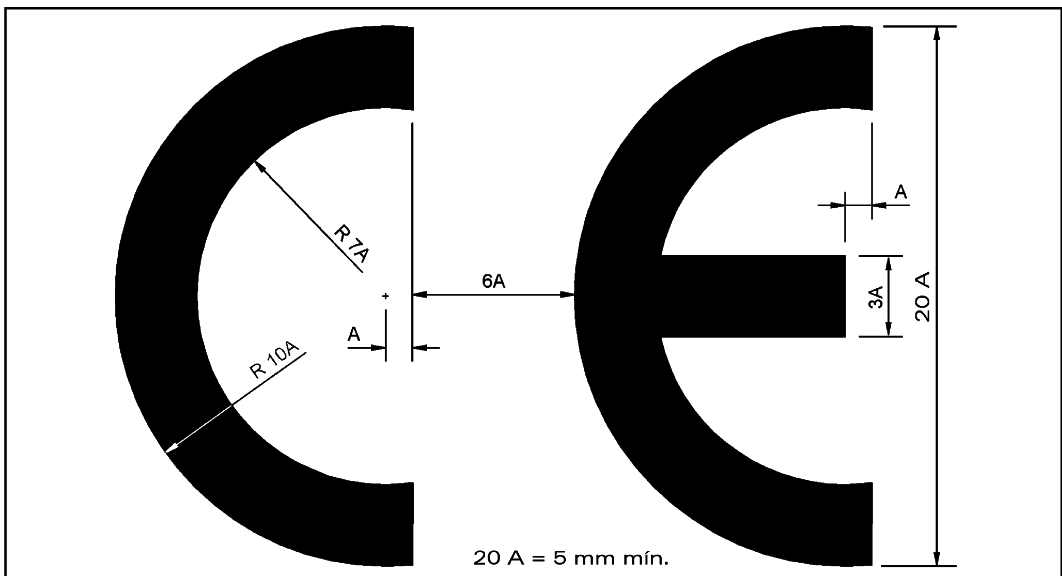
El Laboratorio Verificador Oficial de acuerdo con los requisitos reglamentarios según la Norma UNE 80403 es LOEMCO, y los Organismos de Control Autorizados –OCAs– para la toma de muestras, los reconocidos oficialmente como tales, antes señalados.

11.2.3 Mercado CE

Es el sistema para verificación de la conformidad de los cementos comunes de la Tabla 1 de la Norma Europea EN 197-1:2000 con las especificaciones de dicha norma para los mismos, de acuerdo con su apartado 9: "Criterios de Conformidad", y con la Norma EN 197-2:2000: "Evaluación de la Conformidad".

El Certificado de Conformidad CE emitido por el Organismo Certificador acreditado permite al fabricante del cemento ostentar en sus envases y en los albaranes de expedición el Mercado CE (CE) –Cuadro 20–, seguido del número de identificación del Organismo Notificador del Certificado de Conformidad CE, y con la información que éste exige.

CUADRO 20 - Mercado CE



La información del Mercado CE sobre el saco de cemento y/o en el albarán de expedición es la señalada en el Cuadro 21.

El Mercado CE para cementos ha debido ser implantado obligatoriamente en todos los Estados Miembros de la UE a partir del 1 de Abril de 2002 para los cementos comunes –sustituyendo a la Homologación en el caso de España–, señalando que el producto se adapta a la reglamentación y puede ser comercializado en los países de la UE.

La entidad española notificada por la UE como Organismo de Certificación CE para los Productos de la Construcción, y por lo tanto para el Cemento, en virtud de la Directiva 83/196/CEE, es AENOR.

Más información sobre Certificación de Cementos se puede obtener en la página WEB de IECA: www.ieca.es o en la de AENOR: www.aenor.es.

12. CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS

12.1 Certificación AENOR

12.1.1 Conceptos básicos generales

La Certificación de Sistemas se refiere a la de los de Calidad, entendiendo por tales los conjuntos formados por la estructura –organización– de las empresas –fábricas– y sus procedimientos, procesos y recursos para llevar a cabo la gestión de la CALIDAD.

12.1.2 La Certificación AENOR para Sistemas

AENOR está acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) según la Norma Europea EN 45012 para certificar sistemas de aseguramiento de la calidad en los 39 sectores existentes –entre ellos el del Cemento–, según las Normas UNE-EN ISO 9000.

Mediante el Certificado del Sistema de Calidad, más conocido como "Registro de Empresa" que AENOR otorga, una vez cumplidos los trámites y requisitos necesarios, se declara haber obtenido la confianza adecuada en la conformidad del sistema de calidad de una empresa –fábrica– debidamente identificada, con el modelo definido en la Norma UNE-EN ISO 9001:2000.

El emblema de la Marca AENOR de Empresa Registrada es el del Cuadro 22.

CUADRO 21- Información del mercado CE sobre el saco de cemento y/o el albarán de expedición

Símbolo CE	El mercado CE de conformidad consiste en el símbolo "CE" dado en la directiva 93/68/EEC	Notas
XXXXXX	Número de identificación del organismo de certificación	
Empresa	Nombre o marca comercial del fabricante	
Dirección registrada	Dirección del fabricante	
Fábrica	Nombre o marca comercial de la fábrica donde se produce el cemento (1)	(1) Considerado necesario por los requerimientos de la EN 197-2 pero no obligatorio
Año 99	Los dos últimos dígitos del año en que se estampó el marcado (2)	(2) El año de marcado debe referirse o bien a la fecha de ensacado o bien a la fecha de expedición desde la fábrica o punto de expedición
0123-CPD-0456	Número del certificado de conformidad CE	
EN 197-1	Referencia a la norma Europea	
CEM 42.5 R	Ejemplo de designación normalizada que indique el tipo de cemento y su clase de resistencia	
Información adicional	Límite de cloruros en % (3) Límite de pérdida por calcinación o de cenizas volantes en % (4) Nomenclatura normalizada de aditivos (5)	(3) Sólo cuando el cemento común se haya fabricado para cumplir con un contenido de cloruros diferente al límite especificado en la norma EN 197-1 (4) Sólo cuando se utilice como adición una ceniza volante con una pérdida por calcinación comprendida entre 5 % y 7 % (5) Sólo cuando, de acuerdo con el apartado 5.5 de la norma EN 197-1, se utilice un aditivo conforme con la serie EN 934

12.2 Otras Certificaciones

12.2.1 Certificación IQNet

IQNet es la Asociación Internacional de Certificación formada por los organismos líderes en la certificación de empresas –en el caso español AENOR–, cuyos objetivos son reconocer y promocionar los certificados expedidos por sus miembros en todos los sectores industriales –en este caso el del Cemento– y de servicios; y también coordinar los procesos de certificación de empresas que operan en distintos países.

CUADRO 22
Registro de empresas



Existe un reconocimiento mutuo de los certificados de los países miembros acogidos a IQNet, de forma que estos certificados adquieren un carácter multinacional. Aparte de ello, IQNet coordina también los proyectos de certificación para empresas multinacionales.

Como colofón de estos dos Apartados precedentes 11 y 12, relativos a la certificación de la calidad de los cementos como productos, y de los sistemas de la calidad de su producción como procesos para su adecuada fabricación, respectivamente, se ha pretendido poner de relieve hasta qué punto está garantizado el material cemento, dentro de los de construcción en general.

13. ETIQUETADO Y MARCADO DE LOS CEMENTOS

Las etiquetas y marcas de las bolsas o sacos de cemento, con y sin las Marcas de Calidad AENOR **ER** o CE **CE** y/u otras, así como con el Reconocimiento de Empresa, en su caso, **ER** deben atenerse a lo estipulado al respecto en los correspondientes Sistemas de Certificación de dichas Marcas.




En el caso de la Marca AENOR existen, por el momento, modelos propuestos para su inclusión en la Norma UNE 80402 –que es la competente para el caso–. Estos modelos responden a los ejemplos de los Cuadros 23, 24, 25 y 26, para sacos de 40 kilogramos; y el del Cuadro 27 para el saco de 25 kilogramos. Bien entendido que los sacos, además de 25 o 40 kg, pueden ser de cualquier otro peso autorizado oficialmente en cualquier Estado Miembro de la Unión Europea o que forme parte del acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo. Para sacos de distintos pesos las cotas señaladas en los cuadros 24 a 27 deberán ajustarse a la escala adecuada a cada caso.

Los ejemplos de los Cuadros 25 y 26 corresponden al anverso y al reverso de un saco de 40 kg de un cemento de albañilería blanco. Hay que señalar que los cementos de albañilería en general, y los cementos de albañilería blancos en particular, han de ser envasados en sacos de color distinto al de los de todos los demás cementos y concretamente en sacos de color violeta. Además, los sacos llevarán impreso, con letra de tamaño adecuado, no menor de 50 mm, la frase: “Estos cementos sólo son válidos para trabajos de albañilería”.

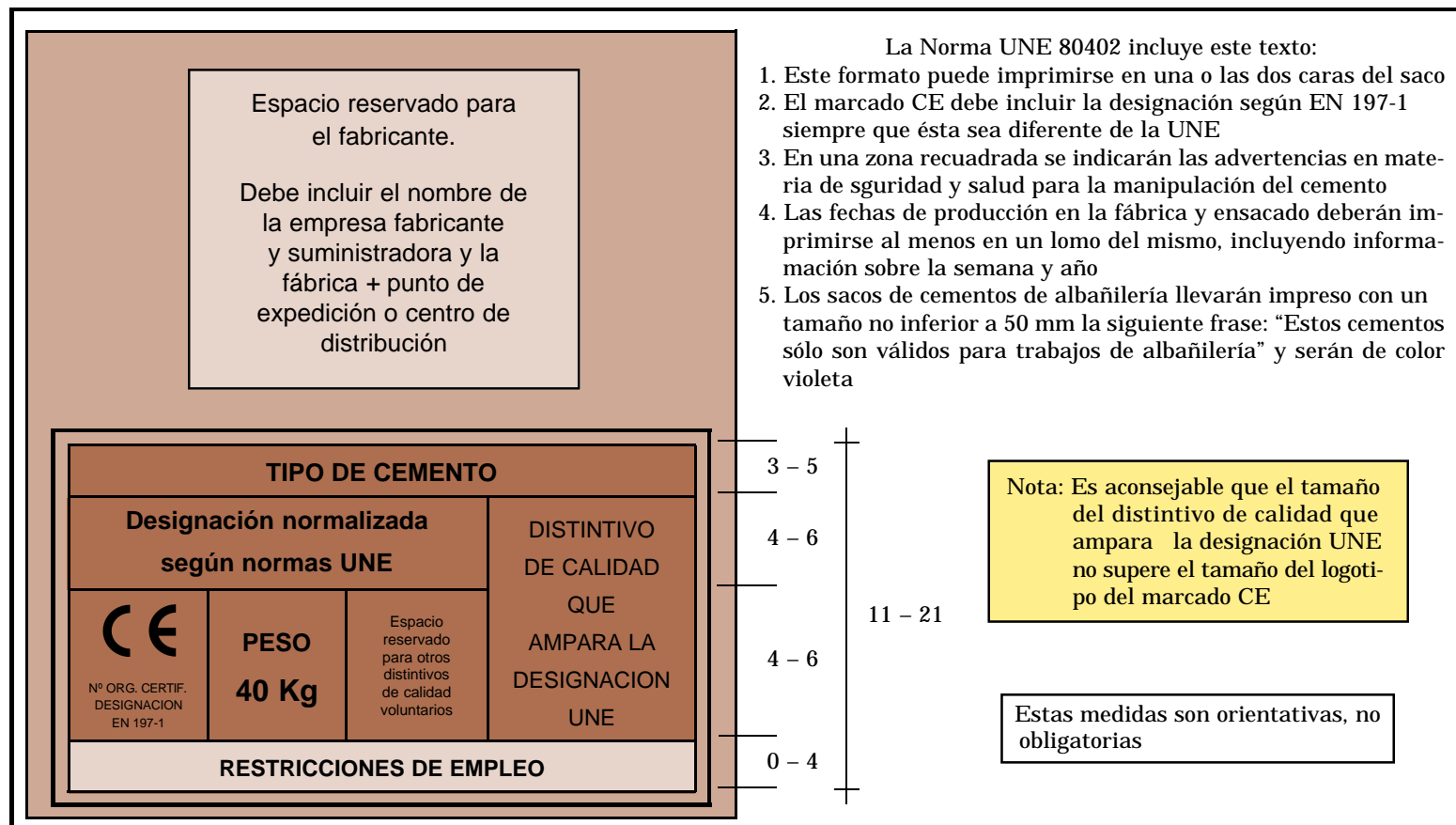
En cuanto al color de fondo de los sacos de otros tipos de cemento que no sean los de albañilería, no hay nada establecido. Los sacos de los cementos blancos que no son de albañilería, podrían ser de color blanco, lo cual sería un distintivo. Y respecto de los demás, se supone que en general sus sacos tendrán el color de fondo del papel Kraft.

Como se aprecia en los Cuadros 23 y 27, las etiquetas tienen un espacio a disposición del fabricante.

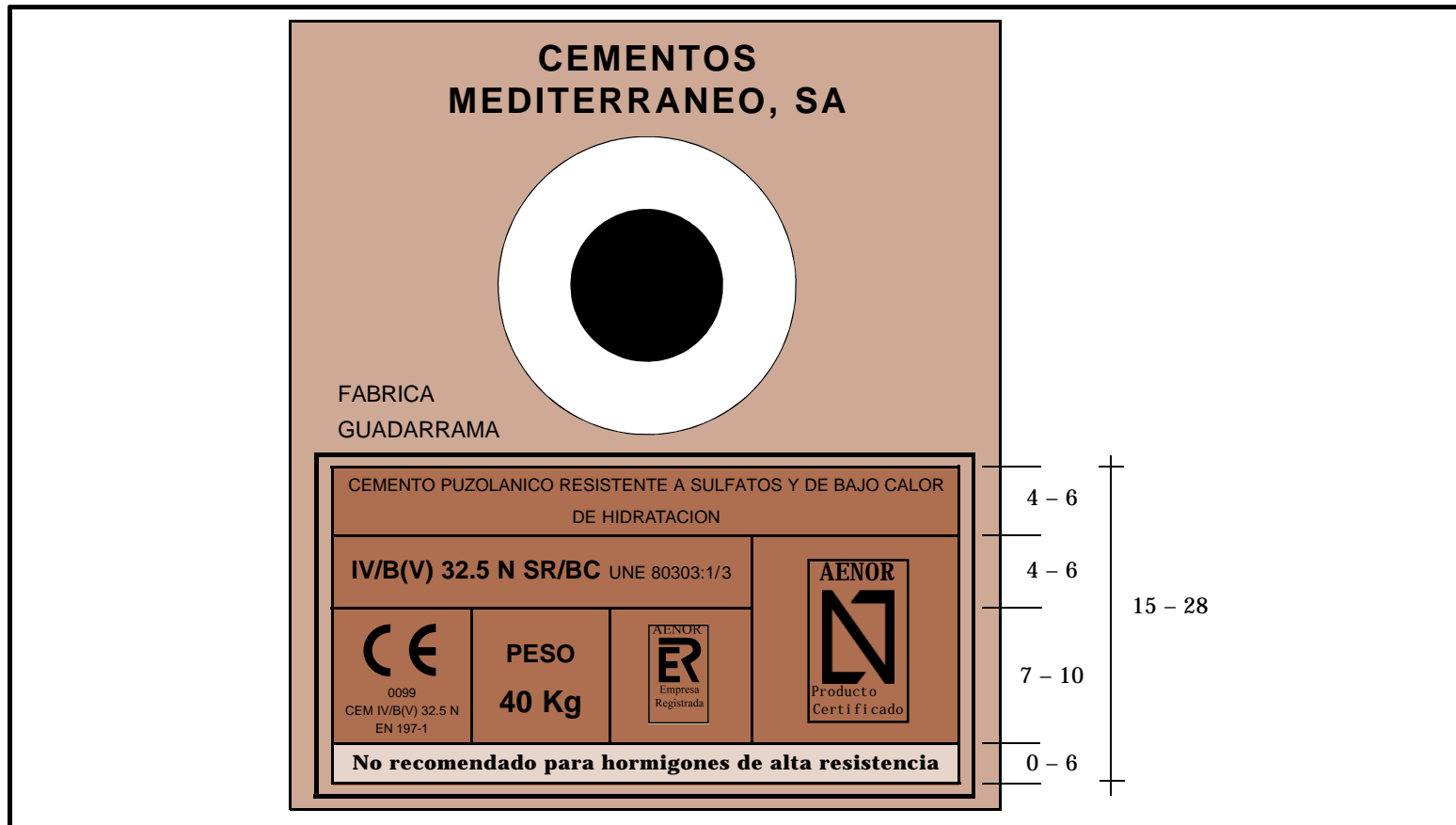
Los Cuadros 24 y 25 muestran ocupado el espacio reservado al fabricante, con los datos de una empresa y una fábrica ficticias. En el Cuadro 26, reverso del Cuadro 25, se destaca la advertencia –ya señalada en el anverso– de que el cemento contenido en el saco –un cemento de albañilería– sólo es válido para tal fin –es decir, no es apto para fines estructurales–.

Los restantes recuadros de la parte baja de la etiqueta contienen, a todo lo ancho de la misma, arriba la denominación completa del tipo de cemento; y abajo las restricciones de empleo del mismo, en su caso. Entre ambos recuadros, a la derecha, un espacio para el distintivo de calidad que respalda la Certificación AENOR –es decir, la Marca AENOR –. Entre los recuadros superior e inferior y el lateral derecho, dos recuadros iguales: el superior, y en toda su extensión, destinado a la designación completa del cemento, de acuerdo con lo señalado en el Apartado 6 de esta publicación; y el inferior dividido en tres espacios iguales : en el izquierdo, el Marcado CE , en su caso; en el central, el peso del saco de cemento –40 kg o 25 kg o cualquier otro–; y en el derecho otros distintivos de calidad voluntarios, en su caso –entre otros, el Registro de Empresa AENOR –.

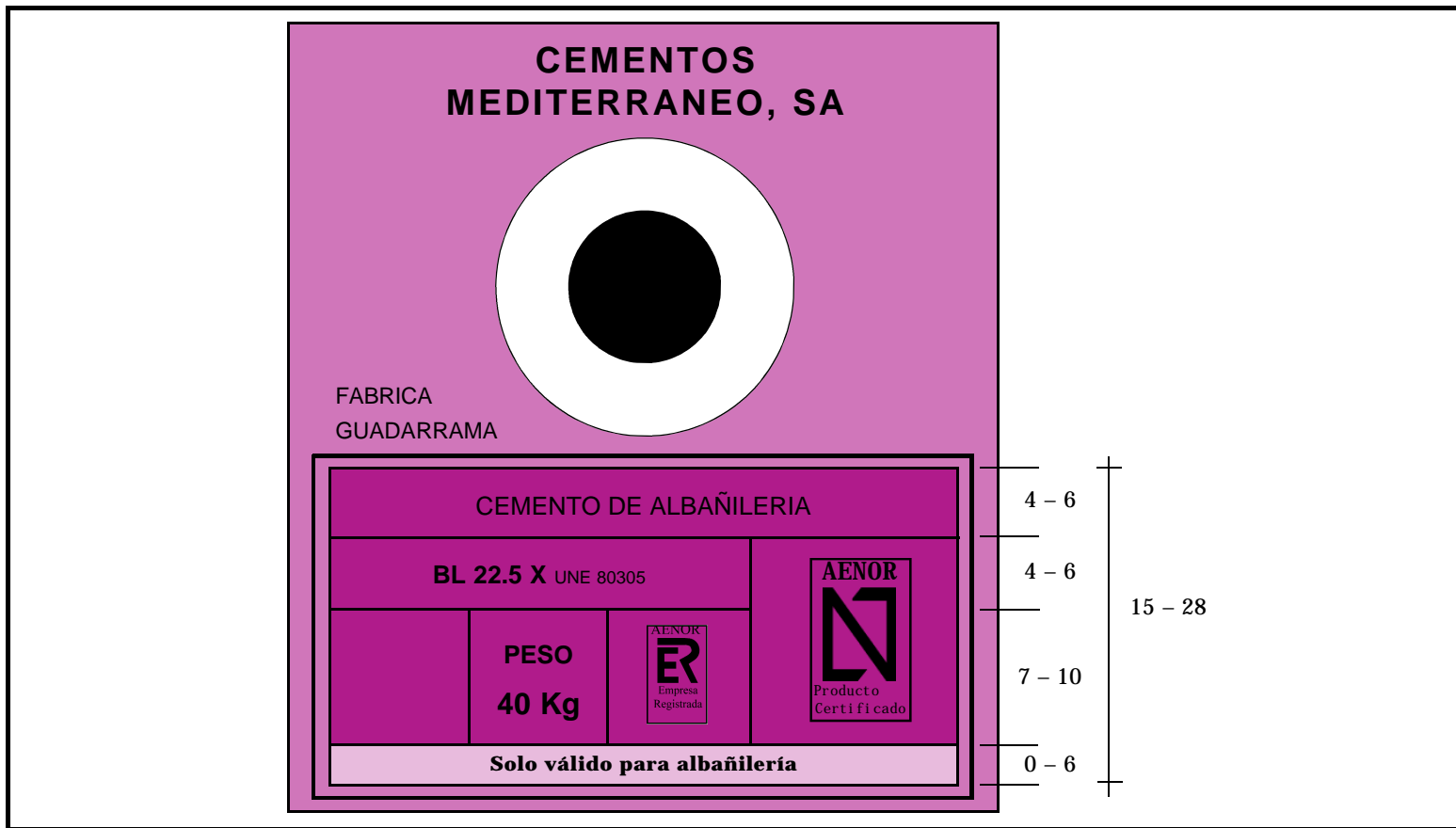
**CUADRO 23 - Modelo de saco de 40 kg incluido en la norma UNE 80402
(medidas en centímetros)**



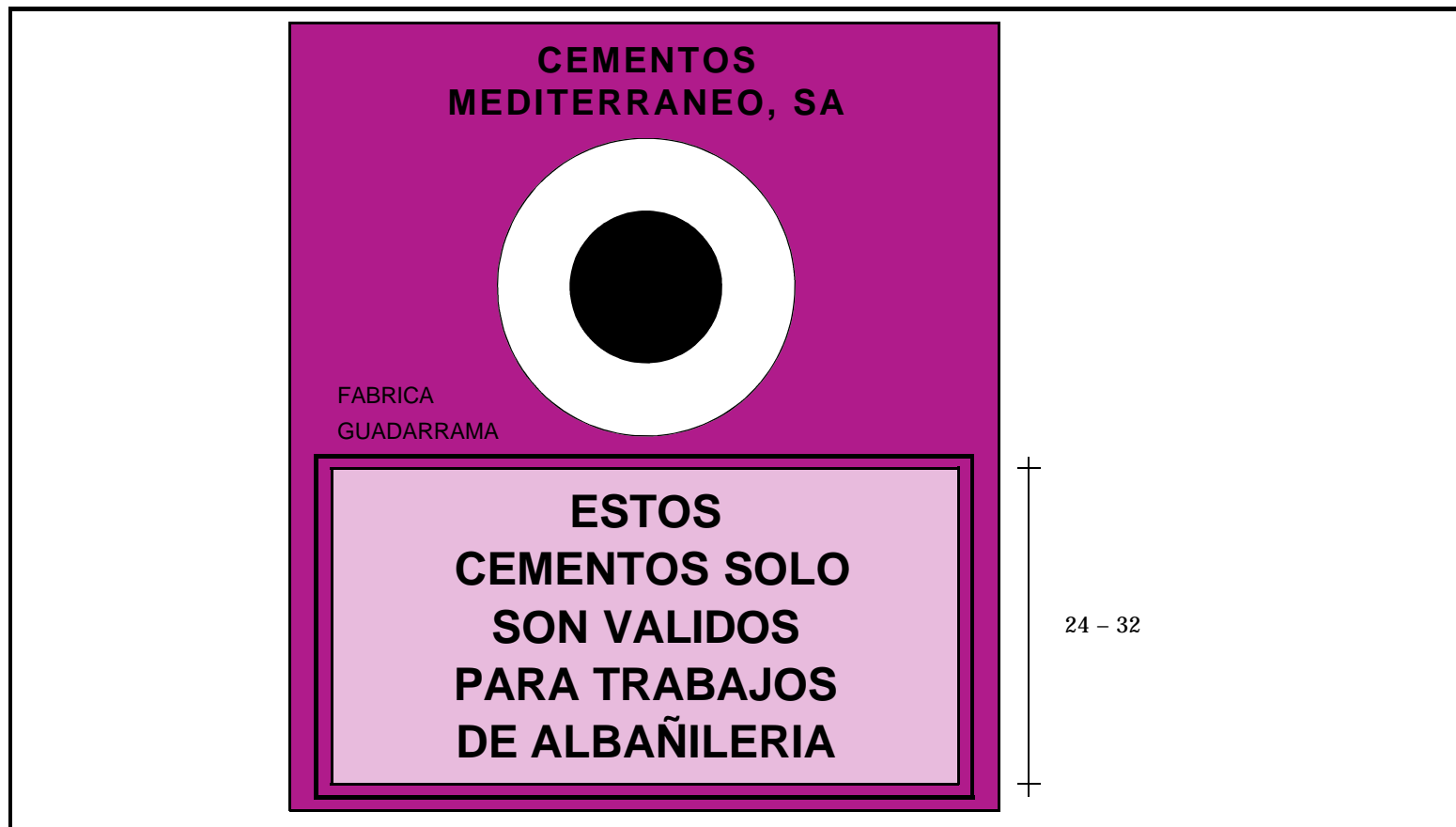
**CUADRO 24 - Modelo de saco de 40 kg según la norma UNE 80402
(medidas en centímetros)**



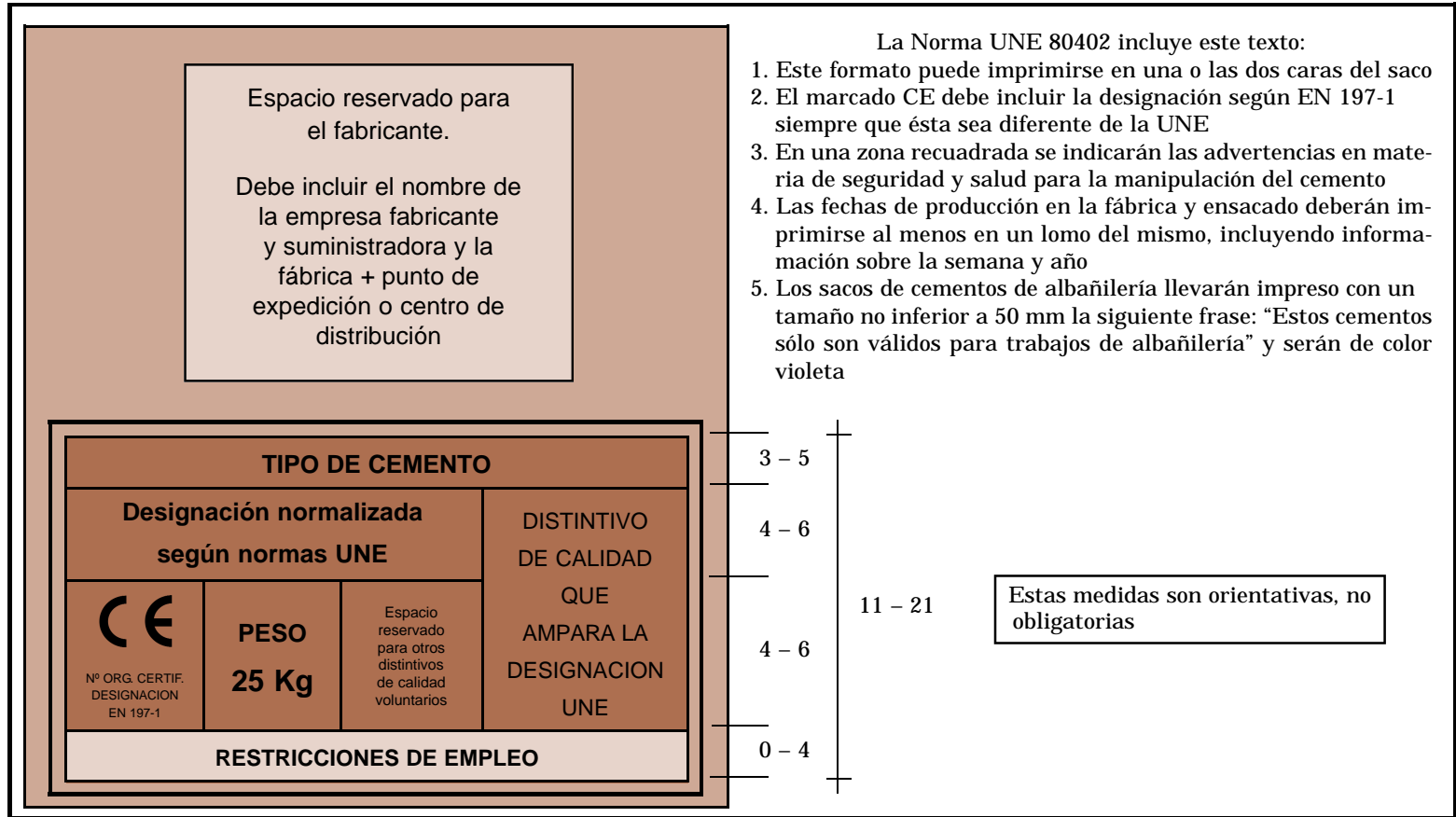
CUADRO 25 - Modelo de anverso de saco de cemento de albañilería blanco de 40 kg según la norma UNE 80402 (medidas en centímetros)



CUADRO 26 - Modelo de reverso de saco de cemento de albañilería blanco de 40 kg según la norma UNE 80402 (medidas en centímetros)



**CUADRO 27- Modelo de saco de 25 kg para incluir en la norma UNE 80402
(medidas en centímetros)**



INFORMACIÓN GENERAL

- Las normas UNE para cementos se pueden adquirir en:

AENOR

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA NORMALIZACIÓN

c/ Génova, 6

28004 MADRID

Tel.: 91-432-60-00

Fax. 91-310-40-32

e-mail: comercial@aenor.es

Página web: www.aenor.es

- Para cualquier información adicional sobre utilización y aplicaciones de los cementos se pueden dirigir a:

IECA

Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, en su sede central:

c/ José Abascal, 53 - 2º

28003 MADRID

Tel: 91-442-91-66

Fax: 91-442-72-94

e-mail: calidad@ieca.es

Página web: www.ieca.es

o a cualquiera de sus delegaciones:

DELEGACIÓN CANARIAS

c/ Juan Rejón, 103 - 3º A

35008 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Tel: 928/46-28-00

Fax: 928/46-14-03

e-mail: ieccanarias@ieca.es

DELEGACIÓN CATALUÑA

c/ Valencia, 245 - 3º- 5º p

08007 BARCELONA

Tel: 93/487-22-83 - 93/487-24-81

Fax: 93/487-04-10

e-mail: iecat@ciment-catala.org

DELEGACIÓN CENTRO

c/ Don Ramón de la Cruz, 88 Esc. 4 - 5ª

28006 MADRID

Tel: 91/401-41-12

Fax: 91/401-05-86

e-mail : iecacentro@ieca.es

DELEGACIÓN LEVANTE

c/ Naturalista Arévalo Baca, 3 - 4ª-16ª

46010 VALENCIA

Tel: 96/360-86-05

Fax: 96/360-44-81

e-mail: ieca.levante@terra.es

DELEGACION NOROESTE

Plaza de San Marcos, 6 - 4º F

24001 LEON

Tel: 987/23-48-33

Fax: 987/23-65-79

e-mail: iecanoroeste@infonegocio.com

DELEGACION NORTE

c/ Muxike Aurrekoa, 20 bajo

48993 ALGORTA - GETXO (VIZCAYA)

Tel: 94/491-53-61

Fax: 94/460-66-85

e-mail: ieca.norte@retemail.es

DELEGACION SUR

c/ Virgen de Regla, 1 Esc. B 1º 3

41011 SEVILLA

Tel: 95/427-40-43

Fax: 95/427-26-43

e-mail : ieca@servinnet.com

– Para información acerca de producción de cemento y temas de fabricación se pueden dirigir a:

AGRUPACIÓN DE FABRICANTES DE CEMENTO DE ESPAÑA

c/ José Abascal, 53 - 1º

28003 MADRID

Tel: 91/441-16-88

Fax: 91/442-38-17

e-mail: direccion@oficemen.com

Página web: www.oficemen.com

AGRUPACIÓN DE FABRICANTES DE CEMENTO DE ANDALUCÍA

c/ Bobby Deglané, 1
41001 SEVILLA
Tel: 95/421-73-67
Fax: 95/421-53-81
e-mail: afcaaf@interbook.net

AGRUPACIÓN DE FABRICANTES DE CEMENTO DE CATALUÑA

c/ Valencia, 245 - 3^o-5^o p
08007 BARCELONA
Tel: 93/487-22-83 - 93/487-24-81
Fax: 93/487-04-10
e-mail: afcc@ciment-catala.org
Página web: www.ciment-catala.org

