

Dr. Ferran Gomà i Ginestà
Professor de Patologia i Control de l'Edificació
E.T.S.A.B. UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA
Travessera de Gràcia, 266 àtic 1ª
Tel : +93 845 26 68 i Fax
08025 - B A R C E L O N A
LABORATORI DE RECERCA QUÍMICA
recercalabgoma@eresmas.net

CIMENTS COLLET S.L.
CIMENTS Naturals.
Colònia Collet d'Eyne
08694 GUARDIOLA DEL BERGUEDA

Referencia: Collet8incontrol.FC.10-4 castellano

**CONTROL DE LA CALIDAD DEL CEMENTO NATURAL DE LA FABRICA
DE CEMENTOS COLLET, S.L. SEGUN NORMAS VIGENTES**

1.- INTRODUCCIÓN

En fecha setiembre de 2008 hemos recibido un saco de 20 kg de cemento natural rápido de referencia " MARFIL - PUR ", para realizar los ensayos pertinentes i así evaluar su calidad según las normas vigentes para este tipo de cemento.

El cemento natural rápido de la fábrica de Cementos Collet, S.L. es el único cemento natural de Cataluña que se obtiene por explotación en mina por seguimiento de un estrato geológico conocido y de composición constante en todo el estrato.

Desde principios del siglo pasado, esta cuenca minera se explotó por parte del Sr. Pujol Thomes con el nombre de "Cementos i cal Pujol Thomes", y a partir del año 1940 fue continuada con el nombre de "Cementos Collet, S.L.", los cuales siguen explotando el mismo estrato geológico en diferentes puntos, dentro de la misma cuenca minera.

Esta condición de constancia natural del crudo lo hace poseedor de una seguridad en la calidad obtenida, que ningún otro cemento puede ofrecer.

Es por esta razón que lo consideramos como especial por su constancia de parámetros químicos i por sus propiedades de resistencia a los sulfatos, que no tienen los cementos Pórtland normales.

2.- SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CAMBIOS DE NORMATIVA PARA LOS CEMENTOS NATURALES EN ESPAÑA

Las normas que regían estos cementos hasta ahora eran las normas UNE 80309:1994 y UNE 80309:2003, de AENOR. Estas normas consideraban el cemento natural como mezcla de Pórtland, en vez de considerarlo como clínker de entidad propia, de una composición fija y calcinada a una determinada temperatura.

Siguiendo estas normas, el cemento natural no tiene entidad propia, y por tanto no existe como tal.

Por suerte, estas dos normas han sido sustituidas, y la comunidad europea a dado como definición de cemento natural, común para los diferentes países, la siguiente:

“Un cemento natural es un conglomerante hidráulico obtenido por calcinación a temperatura suficientemente elevada, pero inferior a la de clinkerización, de margas de composición regular, sometidas después a la molturación fina con adición máxima de un 5 % de sustancias no nocivas, que cumplen con las especificaciones de la norma UNE 80309:2006”

3.- DETERMINACIONES EXPERIMENTALES ESPECIFICADAS POR LA NORMA UNE 80309:2006

3.1 Características físicas i mecánicas

3.1.1 Determinación de la finura

Se ha determinado la finura del cemento según la norma UNE 80122. Los resultados se exponen en la siguiente tabla.

TABLA I

Residuo máximo (%) sobre:	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Valor medio	VALORES MÁXIMOS UNE 80309:2006
Tamiz 160 µm (ISO 565)	17,6	16,1	16,9	16,9	17
Tamiz 80 µm (ISO 565)	35,4	34,3	34,8	34,8	35

La muestra recibida cumple justo con el valor normativo.

3.1.2 Determinación del tiempo de fraguado

Hemos determinado el tiempo de fraguado del cemento natural recibido según norma UNE-EN 196-3. En la siguiente tabla exponemos los resultados obtenidos, así como los valores especificados para los cementos naturales rápidos por la norma UNE 80309:2006.

TABLA II

Referencia de la Muestra	Tiempo Inicial minutos	tiempo Final Minutos
Muestra 1	2' 00''	4' 00''
Muestra 2	2' 30''	4' 40''
Prescripciones de la Norma UNE 80309:2006		
CNR 4	> 1	< 8
CNR 8	> 1	< 8

Los tiempos de fraguado obtenidos corresponden a un cemento natural rápido.

3.1.3 Resistencia a compresión

En los diferentes estudios de los análisis completos de este cemento, hemos encontrado que tiene una media de entre 6-13 % de feldespatos e inertes, y la utilización de este cemento, por lo que se refiere a su rápido fraguado y altas resistencias, lo hace muy útil para su utilización por el paleta, sin adición de arena.

Las condiciones de puesta en obra recomendadas por el fabricante son las que corresponden a las utilizadas prácticamente por el paleta.

Por otro lado, la evaluación del aglomerante, por lo que respecta a las resistencias, se ha de hacer con la consistencia que la norma especifica, es decir, introduciendo arena hasta encontrar un desparramamiento de 100 mm.

Por tanto la evaluación de las curvas de resistencias, las hemos determinado de las dos maneras, con y sin adición de arena. En todos los casos se ha utilizado ácido cítrico como retardante de fraguado, para poder realizar la serie de probetas con la suficiente garantía.

Siguiendo la metodología especificada por la norma, los resultados son los expuestos a continuación.

A) Sin adición de arena

Hemos determinado la resistencia a compresión sencilla según la normativa vigente UNE 80.116 para una muestra de cemento natural sin adición de arena suplementaria, para una relación $a/c=0,32$, según recomendaciones del fabricante.

TABLA III

Muestra sin adición de arena: Relación a/c= 0,32

	Tensión máxima, KN	Superficie, en mm ²	Resistencia, en N/mm ²	VALORES MÍNIMOS UNE 80309:2006	
				CNR 4	CNR 8
1 Hora	20.000	1600	12.5	0.5	1.0
3 “	29.600	1600	18.5	0.8	1.5
6 “	32.160	1600	20.1	1.0	2.0
24 “	35.680	1600	22.3	1.2	2.5
7 Días	42.080	1600	26.3	2.0	5.2
28 “	50.560	1600	31.6	4.0	8.0

Se han determinado las constantes estadísticas estándar de los resultados obtenidos a 28 días.

	Tensión máxima kN	R ₂₈ N/mm ²
1	47.520	29.7
2	49.120	30.7
3	50.080	31.3
4	51.040	31.9
5	51.680	32.3
6	53.760	33.6

R 28	\bar{X}_{R28}	31.6
	σ	1.23
	C.V. %	3.9

B) Con adición de arena normalizada hasta obtener un desparramamiento de 100 mm

Hemos determinado la resistencia a compresión sencilla según la normativa vigente UNE 80.116 para una muestra de cemento natural. Los resultados obtenidos son los expuestos en la siguiente tabla.

TABLA IV

Muestra con arena: Relación s/c=2,5, relación a/c= 0,5

	Tensión máxima, KN	Superficie, en mm ²	Resistencia, en N/mm ²	VALORES MÍNIMOS UNE 80309:2006	
				CNR 4	CNR 8
1 Hora	13.280	1600	8.3	0.5	1.0
3 “	17.600	1600	11.0	0.8	1.5
6 “	20.000	1600	12.5	1.0	2.0
24 “	21.920	1600	13.7	1.2	2.5
7 Días	24.320	1600	15.2	2.0	5.2
28 “	28.000	1600	17.5	4.0	8.0

Se han determinado las constantes estadísticas estándar de los resultados obtenidos a 28 días.

	Tensión máxima kN	R ₂₈ N/mm ²
1	25.440	15.9
2	26.080	16.3
3	27.200	17.0
4	29.120	18.2
5	29.760	18.6
6	30.400	19.0

R 28	\bar{X}_{R28}	17.5
	σ	1.17
	C.V. %	6.7

En las siguientes gráficas exponemos los resultados de las resistencias obtenidas a compresión, con y sin adición de arena.

Gráfico 1

**Resistencias a compresión para Cemento Natural Rápido
Las Primeras 24 horas**

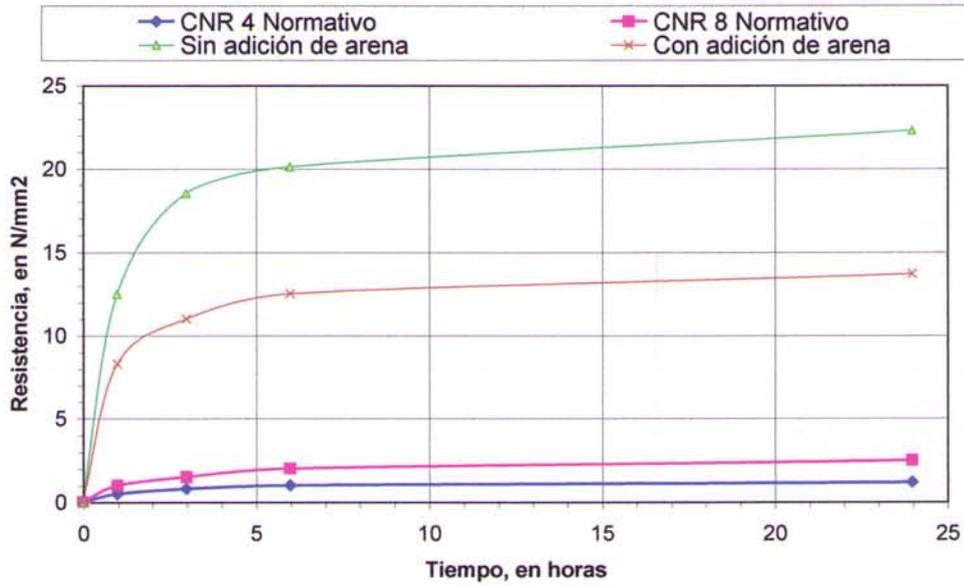
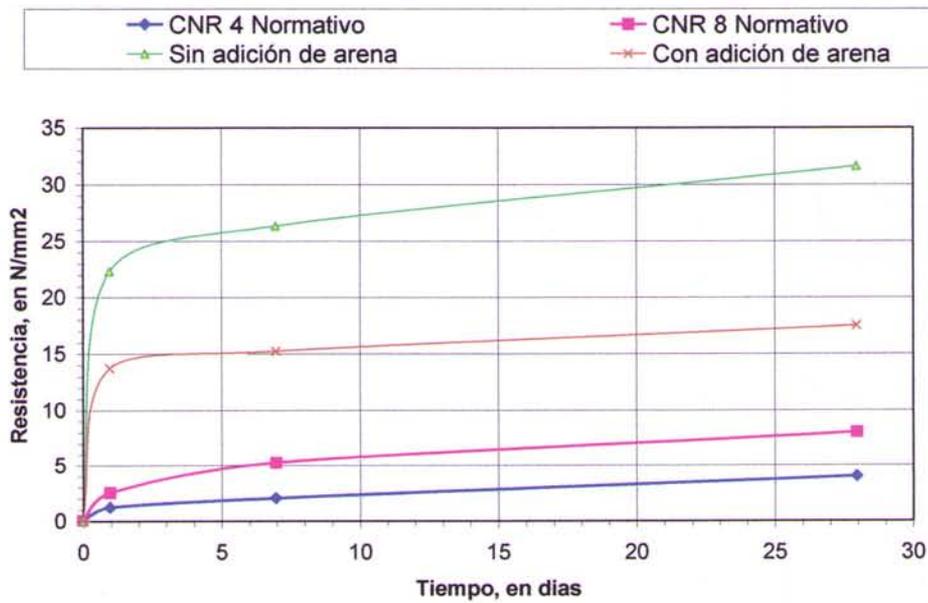


Gráfico 2

Resistencias a compresión para cemento Natural Rápido



3.1.4 Expansión por Le Chatelier

Hemos determinado la expansión de acuerdo con el ensayo de Le Chatelier, según la norma **CEN 196-3**. Los resultados se exponen en la siguiente tabla.

TABLA V

	Relación agua/cemento	Medida inicial, en mm	Medida después de hervir	Expansión, en mm.
Muestra 1	0,32	30	33	3
Muestra 2	0,32	31	33	2

Los resultados muestran que el cemento natural recibido no es expansivo según el ensayo de Le Chatelier.

3.2 Características químicas

Las características químicas de la muestra de cemento estudiado, se han determinado según la norma UNE-EN 196-2. En la siguiente tabla se exponen los resultados obtenidos, así como los valores límites especificados por la norma UNE 80309:2006.

TABLA VI

	Muestra Cemento natural Collet	Valores límites especificados por la norma UNE 80309:2006.
% Óxido de silicio (SiO ₂)	18.3	≥ 18 %
% Óxido de calcio (CaO)	50.7	≥ 45 %
% Óxido de magnesio (MgO)	2.3	--
% Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	8.6	≥ 5 %
% Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	2.4	≥ 2 %
% Óxido de azufre (SO ₃)	3.8	≤ 4 %
% Óxido de potasio (K ₂ O)	1.4	--
% Óxido de sodio (Na ₂ O)	0.2	--
% pérdidas por calcinación		Total ≤ 16 %
Δ 100-550 ° C	0.5	
Δ 550-950 ° C	5.9	
% Residuo Insoluble	6.0	≤ 10 %
% CaO libre	1.40	--
Relación Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	3.5	≥ 2

4.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El cemento natural analizado presenta unas características adecuadas y cumple las condiciones especificadas por la norma UNE 80309:2006, tanto en lo que se refiere a los resultados de los parámetros físicos como químicos.

El uso generalizado de este cemento por parte de los usuarios es el que corresponde a la curva de resistencias CNR 8, sin adición de arena. La recomendación del fabricante es utilizar el cemento sin adición de arena, con una relación agua/cemento=0,34, entonces, tal y como se pone de manifiesto en los resultados obtenidos, se obtiene un aumento muy importante de las resistencias.

Para la evaluación de las condiciones técnicas añadiendo arena para un desparramamiento de 100 mm, según la norma UNE 80309:2006, el cemento estudiado también cumple la curva de resistencias CNR 8.

Las resistencias extraordinariamente altas de este tipo de cemento se explican porque es un cemento natural sulfoaluminato cálcico belítico (SCA-belítico), y el hecho que su composición sea constante, porque procede de una mina de un estrato específico del carbonífero, aseguran la constancia de estas resistencias para toda la producción de este cemento.

Cualquier otro cemento natural hecho con materiales de una cantera a cielo abierto, no tiene la composición fija, y por tanto, sus resistencias no son constantes, y veces, difícilmente controlables.

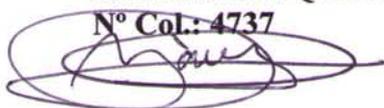
La aplicación específica de este cemento ha sido las vueltas a la catalana, en sustitución del que en un principio fue el yeso, el cual daba problemas. Fue posible hacer las vueltas a la catalana del Modernismo gracias a la valía excepcional de este tipo de cemento.

5.0 CONCLUSIONES

El cemento natural analizado presenta unas características adecuadas y cumple las condiciones especificadas por la norma UNE 80309:2006, tanto en lo que se refiere a los resultados de los parámetros físicos como químicos.

Las características específicas de este cemento son las altas resistencias a corto y largo plazo, y la resistencia al ataque por sulfato.

Firmado Mònica Vicente
Licenciada en Química
Nº Col.: 4737



Dr. F. Gomà
Nº Col.: 574
Barcelona 12-12-2008

