

# PROMPT

## Cemento Natural

### INTRODUCCIÓN

El cemento natural PROMPT (CNP) resulta de la cocción, a temperatura moderada, de una caliza arcillosa de composición regular, extraída de bancos homogéneos, seguida de una trituración muy fina. Esta fabricación particular, permite la formación de componentes característicos, con la presencia de silicatos de calcio, principalmente en forma de silicato dicálcico activo, de aluminato de calcio, rico en alúmina y de sulfato de aluminio de calcio, que es una particularidad específica de este cemento.

La composición mineralógica del cemento natural PROMPT le confiere propiedades particulares de fraguado rápido (de unos minutos a media hora), y de resistencia a las aguas ácidas y sulfatadas.

Tras una breve descripción de su fabricación y de sus características, presentaremos algunas de sus principales aplicaciones, cuyas propiedades aportan soluciones interesantes y, con frecuencia, originales.

### NORMA Y CARACTERÍSTICAS

PROMPT cumple la norma NF P 15-314, que define sus características. La conformidad a dicha norma es verificada por el Laboratorio de Pruebas de los Materiales de la Ciudad de París, con arreglo a la atribución de la marca NF. La norma NF P 15-317 "Cementos para obras marítimas", le reconoce apto para las obras marítimas, apoyándose en los resultados de las pruebas de larga duración efectuadas en el puerto de La Rochelle.

La tabla 1C.1 presenta los valores promedio de las principales características del cemento natural PROMPT, obtenidos al final de los controles de producción del año 1993.

Las pruebas de retracción y de resistencia a la compresión se efectúan sobre mortero 1/1. Esta dosificación, típica de las pruebas de conformidad del cemento natural PROMPT, ha sido elegida para tener en cuenta dosificaciones elevadas en cemento, aconsejadas en la mayoría de las aplicaciones del cemento natural PROMPT.

Las dos principales características del cemento natural PROMPT, en lo que se refiere a la evolución de la resistencia a la compresión, son una subida rápida en resistencia desde los primeros minutos hasta unas horas, y luego una progresión regular e importante hasta noventa días (dos últimas líneas de la tabla).

Dicha progresión sigue de manera continuada y progresiva durante 10 años y más.

Resistencia a la compresión sobre mortero 1/1*	Valores promedios (kg/cm <sup>2</sup> )	Especificaciones de la norma (kg/cm <sup>2</sup> )
15 minutos	62	>40
1 hora	82	>60
3 horas	94	>80
1 día	139	>100
7 días	226	>140
28 días	282	>190
90 días	403	

\*Este ensayo es conforme a la norma NF EN 196-1, excepto en lo que se refiere a la relación Cemento/arena en el mortero que aquí es de 1/1, mientras que para los cementos corrientes (conforme a la norma NF P 15-301) es de 1/3.

### Propiedades de fraguado y de endurecimiento rápidos

Los campos de aplicación figuran a continuación en la tabla 1C.11. La figura 1C.1 permite ver gráficamente la cinética de endurecimiento.

Tabla 1C.11. Campos de aplicación del fraguado rápido

Campos de aplicación	Medios de puesta en obra	Recomendaciones Dosificación
Calafateado de barcos	Pasta pura	Única utilización aconsejada en pasta pura
Obtención de fisuras		
Taponamiento de vías de agua		
Sellados tradicionales rápidos		
Sellados rápidos de alta resistencia inicial	Mortero	No se debe reamasar después del fraguado. Evitar el exceso de agua Arena + PROMPT
Estabilización de taludes o de rocas	Mortero proyectado por vía seca con	Respetar la Norma AFTES (áridos con una humedad inferior al 3%.
Revestimiento de galerías	lanza de	600 kg/m <sup>3</sup>
Protección de riberas	predisolución	
Sellados tradicionales rápidos	Mortero	Arena + PROMPT

Los resultados de estos gráficos son valores promedios, obtenidos sobre varios años de producción (prismas de 4 x 4 x 16 cm., a relación cemento/arena = 1/1, agua/cemento = 0,38, conservación en agua a 20 °C). La hidratación de los aluminatos muy reactivos del cemento PROMPT natural, permite el desarrollo de las resistencias desde el primer cuarto de hora, lo cual facilita una puesta en servicio rápida de las obras. La hidratación lenta del C2S genera una progresión lenta de las resistencias durante varios años. Este fenómeno, que da posibilidades de "autocicatrización" sobre un largo plazo, es un parámetro de durabilidad importante.

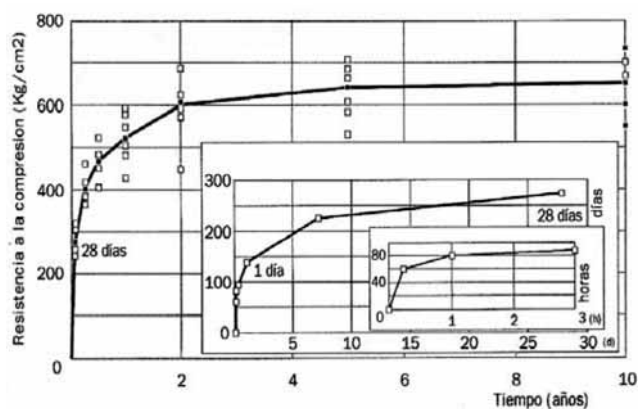


Fig. 1.C.1. Cinética de endurecimiento natural PROMPT

### Propiedades del Fraguado Regulable

El fraguado es regulable, sea añadiendo ácido cítrico, sea añadiendo cemento Portland. En este último caso, las resistencias iniciales de la mezcla son más bajas que las obtenidas, en las mismas condiciones, con el cemento PROMPT natural sólo. El cemento PROMPT natural es compatible con todos los cementos Portland, en todas las proporciones de la mezcla.

La tabla 1C.III define los diferentes campos de aplicación y la tabla 1C.IV los factores que modifican el fraguado.

Tabla 1C.III - Campos de aplicación del fraguado regulable.

Campos de aplicación	Medios de puesta en obra	Recomendaciones Dosificación
Hormigón de sellado Obras entre mareas	Hormigón vertido clásico amasado en hormigonera o manualmente	600 kg/m <sup>3</sup>
Montaje de tabaquería fina	Mortero clásico	arena + PROMPT
Albañilería rápida		

Tabla 1C.IV. Factores que modifican el tiempo de fraguado

(pasta pura. Agua/cemento = 0,36)

Temperatura (°C)		5	10	20	30
Tiempo de fraguado Según temperatura	Comienzo de fraguado (min)	5	3	1,5	1
	Fin de fraguado (min)	6	4	2	1,5
Acido cítrico (%)		0	0,3	0,6	0,8
Tiempo de fraguado Regulado añadiendo ácido cítrico (20 °C)	Comienzo de fraguado (min)	1,5	5	15	21
	Fin de fraguado (min)	2	6	16	24
CPA CEM I (%)		0	20	40	60
Tiempo de fraguado regulado añadiendo cemento Portland	Comienzo de fraguado a 5 °C (min)	5	6	14	110
	Fin de fraguado a 5 °C (min)	6	7	17	170
CPA CEM 1 42.5	Comienzo fraguado a 20 °C (min)	1,5	2,5	6	15
	Fin de fraguado a 20 °C (min)	2	3,5	7	20

Más allá de un 60% de adición de cemento Portland, el tiempo de fraguado es el de los cementos corrientes (NF P 15-301).

## Propiedades de Impermeabilización

La utilización en cemento o mortero, con fraguado retardado o no, para la impermeabilización, figura en las tablas 1C.V. La figura 1C.2 muestra la evolución del coeficiente de permeabilidad al agua de un hormigón proyectado a lo largo de varios meses.

Tabla 1C.V - Campos de aplicación de la impermeabilización

Campos de aplicación	Medios de puesta en obra	Recomendaciones Dosificación
Rejuntado de tubos Revestimientos	Mortero tradicional con ácido cítrico	Arena + PROMPT
Barrera contra subidas capilares Revestimiento de galerías y sótanos	Hormigón proyectado por vía seca	600 kg/m <sup>3</sup> .

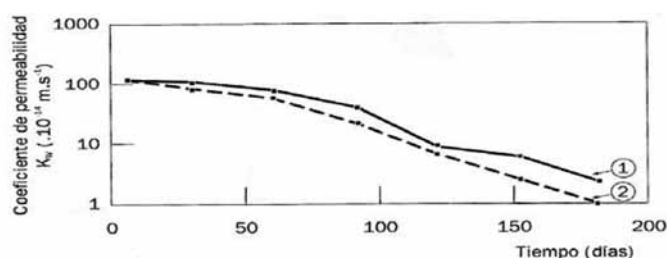


Fig. 1.C.2. Evolución del coeficiente de permeabilidad al agua de un hormigón proyectado de cemento natural PROMPT con el envejecimiento.

Las curvas se refieren a un hormigón proyectado por vía seca (450 kg/m<sup>3</sup> de CNP PM, áridos 0-10 mm.), con lanza de predisolución. Las curvas 1 y 2 corresponden, respectivamente, a una conservación en agua destilada y en agua saturada de sulfato de calcio. La bajada continuada del coeficiente de permeabilidad, verificada sobre seis meses, proviene de la capacidad del cemento PROMPT de formar hidratos a lo largo del tiempo. Un agua saturada en CaSO<sub>4</sub> no anula dicho efecto.

## Propiedades de Resistencia a las aguas ácidas y a las aguas sulfatadas

La tabla 1C.VI define 105 campos de aplicación del cemento natural PROMPT en presencia de aguas ácidas o sulfatadas.

El cemento natural PROMPT resiste bien a las aguas ácidas cuyo pH es superior a 4. Tiene un muy buen comportamiento en presencia de aguas sulfatadas, como lo indica la figura 1C.3

Tabla 1C.VI - Campos de aplicación en contacto con las aguas ácidas o sulfatadas

Propiedades del cemento PROMPT	Campos de aplicación	Medios de puesta en obra	Recomendaciones - dosificación
Resistencia a las aguas ácidas	Agroalimentario Ganadería Fosa séptica Lechería	Mortar or concrete with citric acid	Mortar: 900 kg/m <sup>3</sup> Concrete: 600 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a las aguas sulfatadas	Obras en aguas sulfatadas	Hormigón con ácido cítrico	

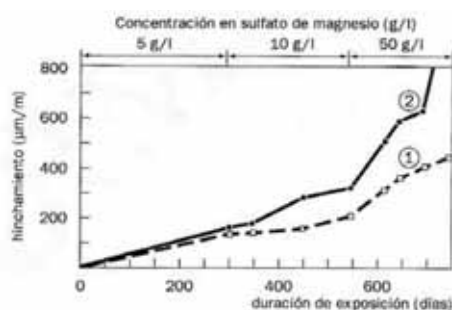


Fig. 1.C.3. Comportamiento del cemento natural PROMPT en ambiente agresivo sulfatado (MgSO<sub>4</sub>)

Probetas 4 x 4 x 16 cm., preparadas con un cemento natural PROMPT PM, de composiciones diferentes:

Curva 1: cemento/arena = 1/2, agua/cemento = 0,4

Curva 2: cemento/arena = 1/3, agua/cemento = 0,5

Las probetas son conservadas en inmersión total en una solución de sulfato de magnesio, cuya concentración ha sido fijada a 5 g/l durante 300 días, luego 10 g/l durante 250 días y, por fin, 50 g/l, durante 200 días. Durante este último periodo, el hinchamiento de las probetas ha sido de 220  $\mu\text{m}/\text{m}$  (curva 1).

La disminución progresiva de la permeabilidad sobre mortero, así como la baja liberación de sales durante su hidratación, permiten al cemento natural PROMPT resistir a las aguas sulfatadas concentradas (curva 1).