

EL CONCRETO EN LA OBRA

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Julio ■ 2009



EDITADO POR EL INSTITUTO
MEXICANO DEL CEMENTO Y
DEL CONCRETO, A.C.

Cementos hidráulicos: Especificaciones y métodos de prueba

Segunda parte



Ilustraciones: Felipe Hernández

23

SECCIÓN
COLECCIONABLE

Cementos hidráulicos: Especificaciones y métodos de prueba

Segunda parte



En este resumen se presenta la segunda parte de la Norma Mexicana NMX C-414-ONNCCCE 2004 "Industria de la construcción-Cementos Hidráulicos-Especificaciones y métodos de prueba". Usted puede usarlo para familiarizarse con los procedimientos básicos de la Norma. Sin

embargo, este resumen no tiene la intención de reemplazar los estudios completos que usted haga de la Norma.

Especificaciones

Los componentes de los cementos deben cumplir con los límites establecidos en la Tabla 2.

Nota 2 (ver tabla 2)

⁽¹⁾ Los componentes minoritarios deben ser uno más de los componentes principales representados en la tabla.

⁽²⁾ Los materiales puzolánicos incluyen: puzolanas naturales, artificiales y/o cenizas volantes.

Tabla 2: Componentes de los cementos

Tipo	Denominación	Componentes (% en masa)					
		Principales					Minoritarios ⁽¹⁾
		Clinker Pórtland + yeso	Escoria granulada de alto horno	Materiales puzolánicos ⁽²⁾	Humo de sílice	Caliza	
CPO	Cemento Pórtland Ordinario	95 - 100	--	--	--	--	0-5
CPP	Cemento Pórtland Puzolánico	50 - 94	--	6 - 50	--	--	0-5
CPEG	Cemento Pórtland con Escoria Granulada de Alto Horno	40 - 94	6-60	--	--	--	0-5
CPC	Cemento Pórtland Compuesto ⁽³⁾	50 - 94	6-35	6-35	1 - 10	6 - 35	0-5
CPS	Cemento Pórtland con Humo de Sílice	90 - 99	--	--	1 - 10	--	0-5
CEG	Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno	20 - 39	61 - 80	--	--	--	0-5

Tabla 3: Requisitos de los componentes principales

Componente principal	Índice de actividad con cemento CPO 30 a 28 días % (mínimo)*	Carbonatos totales (% mínimo)**
Escoria granulada de alto horno	75	--
Puzolana	75	--
Humo de sílice	100	--
Caliza	--	75

⁽³⁾ El Cemento Pórtland Compuesto debe llevar, como mínimo, dos componentes principales, excepto cuando se adicione caliza, ya que esta puede ser en forma individual o en conjunto con clinker+yeso.

Los componentes principales deben cumplir con lo establecido en la Tabla 3.

Nota 3 (ver tabla 3)

* La actividad hidráulica de los componentes se verifica de acuerdo a lo establecido

en Métodos de prueba para determinar los requisitos de los componentes (Actividad hidráulica).

**El Contenido de carbonatos totales se verifica de acuerdo a lo establecido en Métodos de prueba para determinar los requisitos de los componentes (Contenido de carbonatos totales).

Especificaciones físicas

Resistencia a 28 días: La resistencia mecánica a la compresión a los 28 debe cumplir con lo establecido en la Tabla 4. Se verifica con la NMX-C-061-ONNCCE.

Resistencia a 3 días: La resistencia mecánica a la compresión a los 3 días para los cementos 30 R Y 40 R, debe cumplir con lo establecido en la Tabla 4. Se verifica con la NMX-C-061-ONNCCE.

Tiempo de fraguado: Para todos los tipos de cemento y todas las clases resistentes se debe cumplir con las especificaciones de tiempo de fraguado indicados en la Tabla 4. Se verifica con la NMX-C-059-ONNCCE.

Estabilidad de volumen: Para todos los tipos de cemento y todas las clases resistentes se debe cumplir con las especificaciones de expansión/contracción de la Tabla 4. Se verifica con la NMX-C-062-ONNCCE.

Nota 4 (ver tabla 5)

⁽¹⁾En los casos donde las propiedades del cemento puedan ser mejoradas excediendo los límites de sulfato (SO_3) establecidos en la tabla, es permisible exceder dichos límites siempre que no cause expansiones mayores a 0,020% a los 14 días de inmersión en agua de acuerdo a las normas NMX-C-131, y NMX-C-185-ONNCCE.

Características especiales

Cuando se requiera que un cemento tenga alguna característica especial, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 1, éste debe cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 6. Se verifica con métodos para determinar las características químicas (NMX-C-418-ONNCCE), y (NMX-C-180-

Tabla 4: Especificaciones físicas

Clase Resistente	Resistencia a compresión (N/mm^2)			Tiempo de fraguado (min)		Estabilidad de volumen en autoclave (%)	
	3 días mínimo	28 días mínimo	máximo	Inicial Mínimo	Final Máximo	Expansión Máximo	Contracción Máximo
20	---	20	40	45	600	0,80	0,20
30	---	30	50	45	600	0,80	0,20
30 R	20	30	50	45	600	0,80	0,20
40	---	40	---	45	600	0,80	0,20
40 R	30	40	---	45	600	0,80	0,20

Tabla 5: Especificaciones químicas

Propiedades	Tipos de cemento	Especificación (% en masa)
Perdida por ignición	CPO,CEG	Max 5,0%
Residuo insoluble	CPO,CEG	Max 5,0%
Sulfato (SO_3) ⁽¹⁾	Todos	Max 4,0%

ONNCCE) y (NMX-C-151 ONNCCE), y con el Apéndice normativo A.

Muestreo: Para llevar a cabo un muestreo con los métodos de prueba de debe consultar la Norma NMX-C414-2004 Capítulo 7. ONNCCE

Procedimiento de muestreo.

Tipos y tamaño de las muestras.

Métodos de muestreo

- Del cemento envasado.
- Del cemento a granel, muestreo de tolvas o camiones.
- Embarque sencillo.
- Embarques múltiples.
- Homogeneización.

Métodos de prueba

Métodos de prueba para determinar los requisitos de los componentes (NMX-C-273-ONNCCE).

Métodos para determinar las características físicas (NMX-C-061-ONNCCE), (NMX-C-059-ONNCCE) y (NMX-C-062-ONNCCE).

Métodos para determinar las características químicas (NMX-C-131-ONNCCE) y (NMX-C-185-ONNCCE).

Métodos para determinar las características especiales (NMX-C-418-ONNCCE), (NMX-C-180-ONNCCE) y (NMX-C-151-ONNCCE).

Evaluación de resultados

Marcado, etiquetado y envase

- Producto envasado.



Tabla 6: Especificaciones de los cementos con características especiales

Nomenclatura	Característica especial	Expansión por ataque de sulfatos (max. %)	Expansión por la reacción álcali-agregado (max. %)		Calor de hidratación (Max.) kJ/kg (Kcal/kg)		Blancura (min. %)
		1 Año	14 días	56 días	7 días	28 días	
RS	Resistente a los Sulfatos	0,10	---	---	---	---	---
BRA	Baja Reactividad Álcali Agregado	---	0,020	0,060	---	---	---
BCH	Bajo Calor de Hidratación	---	---	---	250 (60)	290 (70)	---
B	Blanco	---	---	---	---	---	70



NMX-C-414-ONNCCE-1999*	NMX-C-002 (Cancelada), CEMENTO PUZOLANICO ASTM C- 595
CPP 30, CPP 30R, CPC 30Y CPC 30R	TIPO PUZ 1
CPP 20 y CPC 20	TIPO PUZ 2
NMX-C-414-ONNCCE-1999*	NMX-C-175 (CANCELADA) ESCORIA DE ALTO HORNO ASTM C- 595
A partir de CPEG 30	Cemento con Escoria

*Estos cementos pueden tener las características especiales RS, BRA y BCH.

- Producto a granel.

A. Apéndice normativo-Método de prueba para determinar la blancura de los cementos hidráulicos: Para llevar a cabo la determinación de la blancura del cemento blanco debe consultar la Norma NMX-C-414-2004 ONNCCE).

B. Introducción

- Aparatos y materiales.
- Procedimiento.
- Medición de la blancura.

B. Apéndice normativo-Procedimiento para la determinación de carbonatos totales. Se debe consultar la Norma NMX-C-414-2004 ONNCCE).

- Introducción.
- Materiales auxiliares
- Equipo, aparatos e instrumentos.
- Procedimiento.
- Cálculo y expresión de los resultados.

C. Apéndice normativo-Recomendación para la selección de los cementos.

Esta norma sustituyó a las que por muchos años se utilizaron en México, por ello incluye una nueva clasificación aplicable a todos los cementos en función a sus componentes. Asimismo, se han recalado aspectos de comportamiento como son: la resistencia mecánica desarrollada y la durabilidad que presenta con el tiempo ante los diversos agentes agresivos.

¿Cómo elegir?

La elección de un cemento para un fin determinado no es, en general, difícil. Es aconsejable utilizar siempre que se pueda, un cemento de uso general, por ejemplo, de acuerdo con esta norma mexicana, los cementos CPP, CPO, y CPC, con la clase resistente requerida.





Tabla C.1: Comparativa del cemento por su desempeño con otras normas (indicativa)

NMX-C-414-ONNCCE (Vigente)	NMX-C-001 (CANCELADA) NORMA ASTM C-150
CPO 30, CPO 30R y CPC 30R	TIPO I
Cualquier cemento que cumpla con la característica especial BCH y RS	TIPO II
CPO 40, CPO 40R y CPC 40R	TIPO III
Cualquier cemento que cumpla con la característica especial BCH	TIPO IV
Cualquier cemento que cumpla con la característica especial RS	TIPO V
CPO o CPC que cumpla con la característica especial B	BLANCO
Cualquier cemento que cumpla con la característica especial BRA	ESPECIAL, BAJO ÁLCALI TODOS LOSTIPOS

Razones para elegir cementos con características especiales

- La resistencia a sulfatos del terreno, al agua de mar o a otros medios agresivos.
- La reactividad de los agregados con los álcalis del cemento.
- Obras masivas del concreto en las que la temperatura pueda ocasionar agrietamientos por cambios térmicos.
- El color (blanco) del concreto.

Para informar y ayudar al usuario a elegir los cementos con características especiales en función de sus efectos en las propiedades, comportamiento y prestaciones del concreto, es útil atender a las recomendaciones que se incluyen en la Norma Mexicana del Cemento. Otras propiedades y comportamientos dependen más de la cantidad de cemento que de las características del mismo.

Las propiedades y el comportamiento del concreto dependen en gran medida del desempeño de su componente principal que es el Cemento, por lo que la elección del tipo de cemento más adecuado en cada caso tiene una influencia muy importante en los aspectos técnicos y económicos de la fabricación y uso del concreto.

Ante la variedad de cementos disponibles en el mercado, es preciso distinguir entre los cementos de uso general que se recomiendan para la mayoría de las construcciones y los cementos con caracte-

terísticas especiales que están diseñados para cuando se requiere obtener una mayor durabilidad del concreto ante el ataque de agentes agresivos. Finalmente, es importante mencionar que para elaborar una mezcla con el desempeño adecuado del concreto, es necesario: tomar en cuenta la capacidad requerida de carga y las condiciones de servicio del elemento a construir, definir el tipo y la cantidad de cemento, utilizar agregados de buena calidad, adicionar un buen aditivo químico para controlar la cantidad de agua utilizando la menor cantidad posible y mezclar en forma homogénea todos los materiales. **C**

Bibliografía

- NOM-008-SCFI-1993 "Sistema general de unidades de medida".
 NMX-Z-013-SCFI-1993 "Guía para la redacción y presentación de normas mexicanas".
 ASTM-C-150-02 "Standard specification for Portland cement".
 ASTM-C-595-02a "Standard specification for blended hydraulic cements".
 ASTM-C-1157-02a "Standard performance specification for hydraulic cement".
 EN 197-1:2000 "Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

Tomado de la Norma Mexicana NMX C-414-ONNCCE 2004: "Industria de la construcción-Cementos hidráulicos-Especificaciones y Métodos de prueba", con fines de promover la capacitación y el buen uso del cemento y del concreto. Usted puede obtener esta Norma y las relacionadas a agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en normas@mail.onncce.org.mx, o al teléfono 5663 2950. México, DF.