

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE
LOS MATERIALES**

PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS

TÍTULO: 02. Materiales para Concreto Hidráulico

CAPÍTULO: 004. Calidad de Aditivos Químicos para Concreto Hidráulico

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene las características de calidad de los aditivos químicos que se utilizan en la fabricación de concreto hidráulico.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los aditivos químicos son materiales que se añaden al concreto inmediatamente antes o durante el mezclado, con el propósito de modificar convenientemente su comportamiento en el estado fresco o de inducir mejoras en determinadas propiedades del concreto endurecido. Los principales aditivos químicos utilizados en la fabricación de concreto hidráulico son:

B.1. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA

Se utilizan para disminuir la cantidad de agua de la mezcla, incrementar la resistencia del concreto reduciendo la relación agua/cemento, sin alterar su consistencia original, o bien para aumentar la trabajabilidad sin disminuir la resistencia.

B.2. ADITIVOS RETARDANTES

Se utilizan para retardar el fraguado del concreto aumentando así el tiempo de manejo antes de su colocación.

B.3. ADITIVOS ACELERANTES

Se utilizan para acelerar el fraguado del concreto permitiendo obtener mayor resistencia a corta edad.

B.4. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA Y RETARDANTES

Producen efectos combinados de los aditivos reductores de agua y retardantes.

B.5. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA Y ACELERANTES

Producen efectos combinados de los aditivos reductores de agua y acelerantes.

B.6. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO

Proporcionan una reducción de agua mayor de la que producen los aditivos reductores de agua.

B.7. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO Y RETARDANTES

Proporcionan una reducción mayor de agua que los aditivos reductores de agua y se combinan con los efectos de los retardantes de fraguado.

B.8. ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES

Proporcionan un incremento mínimo de nueve (9) centímetros en el revenimiento, para producir un concreto fluido con revenimiento superior a diecinueve (19) centímetros, sin pérdida de cohesión ni retardo en el tiempo de fraguado.

B.9. ADITIVOS SUPERFLUIDIFICANTES Y RETARDANTES

Proporcionan un incremento mínimo de nueve (9) centímetros en el revenimiento, para producir un concreto fluido con revenimiento superior a diecinueve (19) centímetros, sin pérdida de cohesión y con retardo en el tiempo de fraguado.

B.10. ADITIVOS INCLUSORES DE AIRE

Se agregan al concreto durante su elaboración, con el fin de incorporar aire en él, mejorando su trabajabilidad y disminuyendo la segregación y el sangrado.

C. REFERENCIAS

Es referencia de esta Norma, la norma AASHTO T 160-93, *Length Change of Hardened Hydraulic Cement Mortar and Concrete*.

Además, esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Aditivos para Concreto y de Materiales para Curado	M-MMP-2-02-050
Tiempo de Fraguado del Concreto con Acelerante	M-MMP-2-02-051
Tiempo de Fraguado del Concreto con Retardante	M-MMP-2-02-052
Características del Concreto con Inclusor de Aire	M-MMP-2-02-053
Revenimiento del Concreto Fresco	M-MMP-2-02-056
Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto	M-MMP-2-02-058
Resistencia a la Tensión de Cilindros de Concreto	M-MMP-2-02-059
Resistencia del Concreto a Congelación y Deshielo ...	M-MMP-2-02-060

D. REQUISITOS DE CALIDAD

- D.1.** El concreto elaborado con alguno de los aditivos químicos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, o reductores de agua y acelerantes, descritos en las Fracciones B.1. a B.5., cumplirá con los requisitos establecidos en la Tabla 1 de esta Norma, según corresponda.

- D.2.** El concreto elaborado con alguno de los aditivos químicos reductores de agua de alto rango, reductores de agua de alto rango y retardantes, superplastificantes, superfluidificantes y retardantes, o inclusores de aire, descritos en las Fracciones B.6. a B.10., cumplirá con los requisitos establecidos en la Tabla 2 de esta Norma.

- D.3.** El sangrado del concreto elaborado con un aditivo inclusor de aire, no excederá en más de dos (2) por ciento al del espécimen de concreto hecho con resina de *Vinsol* neutralizado, elegido como agente patrón inclusor de aire.

D.4. Cuando un aditivo inclusor de aire se vaya a usar en concreto para estructuras, en donde la resistencia a la flexión, la adherencia entre concretos o los cambios volumétricos sean de especial importancia, adicionalmente se cumplirá con:

TABLA 1.- Requisitos de calidad para concretos con aditivos químicos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, y reductores de agua y acelerantes ^[1]

Requisito	Reductor de agua	Retardante	Acelerante -	Reductor de agua y retardante	Reductor de agua y acelerante
Contenido de agua respecto a la MC*; %, máx. ^[2]	95	---	---	95	95
Tiempo de fraguado. Desviación aceptable respecto a la MC*; h:min					
Inicial: No menos de	---	1:0 después	1:0 antes	1:0 después	1:0 antes
No más de	*1:0 – 1:3	3:3 después	3:3 antes	3:3 después	3:3 antes
Final: No menos de	---	---	1:0 antes	---	1:0 antes
No más de	*1:0 – 1:3	3:3 después	---	3:3 después	---
Esfuerzo de compresión respecto a la MC*; %, mínimo ^{[3] [4]}					
3 días	110	90	125	110	125
7 días	110	90	100	110	110
28 días	110	90	100	110	110
180 días	100	90	90	100	100
365 días	100	90	90	100	100
Esfuerzo de flexión respecto a la MC*; %, mín. ^[4]					
3 días	100	90	110	100	110
7 días	100	90	100	100	100
28 días	100	90	90	100	100
Proporción del cambio de longitud respecto a la MC* (ρ_{mp}); %, máx. ^[5]	135	135	135	135	135
Incremento del cambio de longitud respecto a la MC* (I_{mp}); %, máximo ^[5]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Factor de durabilidad relativa; %, mínimo ^[6]	80	80	80	80	80

* MC = Mezcla de control. ** 1:0 antes ni 1:3 después.

- [1] Los valores de esta Tabla asumen la aceptación de una variación normal en los resultados de las pruebas.
- [2] El contenido de agua referido como porcentaje respecto de la mezcla de control, se calcula con base en las masas unitarias de la mezcla con el aditivo de prueba y de la mezcla de control.
- [3] La finalidad del requerimiento del 90 por ciento de la resistencia a compresión para un concreto elaborado con aditivo retardante, es asegurar un nivel de comportamiento comparable con el del concreto de referencia.
- [4] Las resistencias a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo estudio, a determinada edad de prueba, no serán menores del 90% de aquellas alcanzadas a cualquier edad de prueba anterior, con el propósito de asegurar que la resistencia a la compresión y flexión del concreto que contiene el aditivo bajo prueba no decrezca con el tiempo. Estos límites son aplicables dependiendo del tipo de esfuerzo al que estará sujeto el elemento estructural donde se empleará el concreto.
- [5] Requisitos opcionales: Los especímenes para deformaciones longitudinales consistirán en prismas hechos y probados de acuerdo con la norma AASHTO T 160, excepto el período de curado, que será de 14 días. Cuando el cambio de longitud de la mezcla de control (ΔL_{mc}) sea igual que 0,03% o mayor, se aplicará el límite correspondiente a la proporción del cambio de longitud de la mezcla de prueba respecto a la mezcla de control determinada mediante la siguiente expresión: $\rho_{mp} = (\Delta L_{mp} / \Delta L_{mc}) \times 100$, donde ΔL_{mp} es el cambio de longitud de la mezcla de prueba. Si el cambio de longitud de la mezcla de control (ΔL_{mc}) es menor de 0,03%, se aplicará el límite correspondiente al incremento del cambio de longitud de la mezcla de prueba respecto a la mezcla de control determinado mediante la siguiente expresión: $I_{mp} = \Delta L_{mp} - \Delta L_{mc}$.
- [6] Este requisito es aplicable sólo cuando el aditivo se utilice en un concreto con aire incluido que pueda estar expuesto a congelación y deshielo mientras se encuentre húmedo.

TABLA 2.- Requisitos de calidad para concretos con aditivos químicos reductores de agua de alto rango, reductores de agua de alto rango y retardantes, superplastificantes, superfluidificantes y retardantes, e inclusores de aire ^[1]

Requisito	Reductor de agua, alto rango ^[2]	Reductor de agua, alto rango y retardante ^[2]	Superplastificante	Superplastificante y retardante	Incluidor de aire
Contenido de agua respecto a la MC*; %, máx. ^[3]	88	88	---	---	---
Tiempo de fraguado. Desviación aceptable respecto a la MC*; h:min					
Inicial: No menos de	---	1:0 después	---	1:0 antes	± 1:15
No más de	**1:0 – 1:3	3:3 después	**1:0 – 1:3	3:3 antes	---
Final: No menos de	---	---	---	---	± 1:15
No más de	**1:0 – 1:3	3:3 después	**1:0 – 1:3	3:3 después	---
Esfuerzo de compresión respecto a la MC*; %, mínimo ^[4]					
1 días	140	125	90	90	90
3 días	125	125	90	90	90
7 días	115	115	90	90	90
28 días	110	110	90	90	90
180 días	100	100	90	90	90
365 días	100	100	90	90	90
Esfuerzo de flexión respecto a la MC*; %, mín. ^[4]					
3 días	110	110	90	90	90
7 días	100	100	90	90	90
28 días	100	100	90	90	90
Proporción del cambio de longitud respecto a la MC* (ρ_{mp}); %, máx. ^[5]	135	135	135	135	120
Incremento del cambio de longitud respecto a la MC* (I_{mp}); %, máximo ^[5]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Factor de durabilidad relativa; %, mínimo ^[6]	80	80	80	80	80
Incremento de revenimiento respecto a la MC*; cm, mínimo	---	---	9	9	---

* MC = Mezcla de control. ** 1:0 antes ni 1:3 después.

- [1] Los valores de esta Tabla asumen la aceptación de una variación normal en los resultados de las pruebas.
- [2] Las pruebas se harán usando el cemento, puzolana, agregados y aditivo incluidor de aire, con las proporciones y secuencia de incorporación de éstos en el mezclado, establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, pues la acción de los aditivos químicos puede variar con las propiedades y proporción de los ingredientes del concreto. Las mezclas que cuentan con aditivos reductores de agua de alto rango generalmente muestran mayor velocidad a la pérdida de revenimiento; cuando éstos aditivos son usados para incrementar la trabajabilidad, es decir de 15 a 20 cm de revenimiento, el efecto puede ser de duración limitada, volviendo al revenimiento original en un lapso de 30 a 60 min, dependiendo de los factores que normalmente afectan la pérdida de revenimiento.
- [3] El contenido de agua referido como porcentaje respecto de la mezcla de control, se calcula con base en las masas unitarias de la mezcla con el aditivo de prueba y de la mezcla de control.
- [4] Las resistencias a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo estudio, a determinada edad de prueba, no serán menores del 90% de aquellas alcanzadas a cualquier edad de prueba anterior, con el propósito de asegurar que la resistencia a la compresión y flexión del concreto que contiene el aditivo bajo prueba no decrezca con el tiempo. Estos límites son aplicables dependiendo del tipo de esfuerzo al que estará sujeto el elemento estructural donde se empleará el concreto.
- [5] Requisitos opcionales: Los especímenes para deformaciones longitudinales consistirán en prismas hechos y probados de acuerdo con la norma AASHTO T 160, excepto el periodo de curado, que será de 14 días. Cuando el cambio de longitud de la mezcla de control (ΔL_{mc}) sea igual que 0,03% o mayor, se aplicará el límite correspondiente a la proporción del cambio de longitud de la mezcla de prueba respecto a la mezcla de control determinada mediante la siguiente expresión: $\rho_{mp} = (\Delta L_{mp} / \Delta L_{mc}) \times 100$, donde ΔL_{mp} es el cambio de longitud de la mezcla de prueba. Si el cambio de longitud de la mezcla de control (ΔL_{mc}) es menor de 0,03%, se aplicará el límite correspondiente al incremento del cambio de longitud de la mezcla de prueba respecto a la mezcla de control determinado mediante la siguiente expresión: $I_{mp} = \Delta L_{mp} - \Delta L_{mc}$.
- [6] Este requisito es aplicable sólo cuando el aditivo se utilice en un concreto con aire incluido que pueda estar expuesto a congelación y deshielo mientras se encuentre húmedo.

CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-2-02-004/04

- D.5.** La Secretaría podrá verificar que el aditivo suministrado en el campo para su uso, sea igual en su comportamiento y, en su caso, en su composición, al aditivo presentado como muestra, probado y aprobado previamente. Las pruebas previas para la aprobación de aditivos se harán usando el cemento, los agregados y el agua, propuestos para cada trabajo específico.
- D.6.** Los aditivos que contengan cloruros no deberán emplearse en concreto presforzado, porque pueden acelerar la corrosión del acero de presfuerzo.
- D.7.** El tipo de aditivo para concreto que se utilizará en la obra será de acuerdo con el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- D.8.** El muestreo de los aditivos para concreto y la determinación de las propiedades en el concreto (tiempo de fraguado, revenimiento, resistencia a la compresión, contenido de aire y adherencia, resistencia a la tensión, variación de longitud y congelación y deshielo) se realizarán mediante los procedimientos contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, según corresponda.

E. ALMACENAMIENTO

- E.1.** Cuando se requiera almacenar los aditivos para concreto en una obra, por ser éstos de fabricación especial, se respetarán los requisitos indicados en la ficha técnica de cada fabricante, debiendo verificar el número de lote, fecha de fabricación y de caducidad.
- E.2.** El aditivo que permanezca debidamente almacenado por más de seis (6) meses, después de las pruebas de control correspondientes, será muestreado y probado nuevamente antes de usarse.

F. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

- F.1.** Para que un aditivo sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada suministro, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma y

con las características de calidad propias del fabricante o los fijados en forma especial en el proyecto, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.

- F.2.** La Secretaría podrá verificar en cualquier momento, la calidad y tipo de aditivo utilizado en la obra o podrá solicitar al Contratista de Obra la información correspondiente que acredite la calidad y tipo de aditivo.
- F.3.** Con el propósito de controlar la calidad del aditivo durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-050, *Muestreo de Aditivos para Concreto y de Materiales para Curado* y efectuará las pruebas correspondientes mediante los procedimientos contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C., para verificar que cumplan con los requisitos establecidos en esta Norma o los fijados en el proyecto, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.
- F.4.** Será motivo de rechazo aquel aditivo que haya caducado de acuerdo con su fecha de fabricación o que no cumpla con las características indicadas en su ficha técnica.

G. BIBLIOGRAFÍA

American Society for Testing and Materials (ASTM), C494, *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), M 194-94, *Chemical Admixtures for Concrete*.

Comisión Federal de Electricidad, *Manual de Tecnología del Concreto*, Sección 1, México (1994).