



Organismo Nacional de Normalización y
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

ANTEPROYECTO DE NORMA MEXICANA **APROY-NMX-C-205-ONNCCE-**

(Cancelará a la NMX-C-205-ONNCCE-2005)

**Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la
Resistencia del Concreto a la Congelación y Deshielo Acelerados**

*Building Industry – Concrete – Determination of Resistance of Concrete to Rapid
Freezing and Thawing*

APROY-NMX-C-205-ONNCCE-

(Cancelar a la NMX-C-205-ONNCCE-2005)

Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la Resistencia del Concreto a la Congelación y Deshielo Acelerados

Building Industry – Concrete – Determination of Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing

COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PRODUCTOS, SISTEMAS Y SERVICIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN



Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.

Ceres No. 7, Col. Crédito Constructor, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03940, Ciudad de México.

Tel: (01 55) 56 63 29 50

normas@onncce.org.mx

www.onncce.org.mx

© COPYRIGHT, DERECHOS RESERVADOS ONNCCE, S. C., MÉXICO MMXV

Prefacio

Este anteproyecto de Norma Mexicana fue preparado por el Comité Técnico de Normalización de Productos, Sistemas y Servicios para la Construcción del ONNCCE y en su elaboración participaron las siguientes empresas e instituciones:

Documento de trabajo no vigente

Índice de contenido

1	Objetivo y campo de aplicación	1
2	Referencias normativas	1
3	Materiales	1
4	Aparatos	1
5	Preparación y acondicionamiento de las muestras.....	2
6	Condiciones ambientales.....	2
7	Procedimiento.....	2
8	Cálculo y expresión de los resultados.....	4
9	Precisión.....	5
10	Informe del ensayo	5
11	Vigencia.....	6
12	Concordancia con Normas Internacionales	6
13	Bibliografía.....	7

Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la Resistencia del Concreto a la Congelación y Deshielo Acelerados

Building Industry – Concrete – Determination of Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing

1 Objetivo y campo de aplicación

Este anteproyecto de Norma Mexicana establece dos procedimientos para la determinación de la resistencia de probetas de concreto a ciclos acelerados y repetidos, de congelación y deshielo en laboratorio, pudiendo someterse el material a cualquiera de ellos.

Ambos procedimientos tienen por objeto determinar los efectos de las variaciones en las propiedades del concreto, sobre la resistencia del mismo a los ciclos de congelación y deshielo especificados en el procedimiento particular.

Ninguno de los dos procedimientos pretende proporcionar cuantitativamente la durabilidad que pueda esperarse de un tipo específico de concreto.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos normativos vigentes o los que los sustituyan son indispensables para la aplicación de este anteproyecto de Norma Mexicana.

- NMX-C-089-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Concreto – Determinación de las frecuencias fundamentales, transversal, longitudinal y torsional de especímenes de concreto – Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-089-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de septiembre de 2019.
- NMX-C-159-ONNCCE-2016, Industria de la construcción – Concreto - Elaboración y curado de especímenes de ensayo (Cancela a la NMX-C-159-ONNCCE-2004 y NMX-C-160-ONNCCE-2004), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de julio de 2016.
- NMX-C-169-ONNCCE-2009, Industria de la construcción – Concreto – Extracción de Especímenes Cilíndricos o Prismáticos de Concreto Hidráulico Endurecido (Cancela a la NMX-C-169-1996-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de noviembre de 2009.

3 Materiales

- Probetas
- Guantes
- Franela o fieltros

4 Aparatos

4.1 Para la congelación y deshielo

El cual consta de:

- Una o varias cámaras en las que las probetas pueden someterse a los ciclos de congelación y deshielo que se especifican en la norma mexicana del producto correspondiente.
- Un equipo de refrigeración y calentamiento.
- Controles para producir continua y automáticamente ciclos reproducibles a la temperatura especificada.

El aparato debe quedar arreglado adecuadamente para cada procedimiento.

4.2 Termómetros de resistencia o termopares

Capaces de medir la temperatura en varios puntos dentro de la cámara de prueba y en el centro de las probetas de control, con una aproximación de ± 1 °C.

4.3 Para pruebas dinámicas

Debe cumplir con lo especificado en la NMX-C-089-ONNCCE-2019 (véase 2 Referencias).

4.4 Balanza

Con capacidad aproximada de 50 % superior a la masa de las probetas y con exactitud de por lo menos 4,5 g en la amplitud de ± 10 % de la masa de las probetas.

4.5 Tanque de control de la temperatura

Debe estar equipado, con dispositivos para mantener la temperatura de las probetas que se encuentran sumergidas en el agua, de tal manera que cuando se saquen del tanque y se prueben a la frecuencia fundamental transversal, las probetas estén dentro del intervalo de temperatura de 3 °C a 8 °C.

La cámara de prueba del aparato de congelación y deshielo se puede aprovechar, interrumpiendo su funcionamiento al final del ciclo de deshielo, para mantener las probetas dentro de ella siempre y cuando se cumpla con el requisito de que las probetas se prueben, para la frecuencia fundamental transversal, dentro de los límites de temperatura antes señalados.

5 Preparación y acondicionamiento de las muestras

Las probetas que se usan en esta prueba deben ser de forma prismática, elaboradas y curadas de acuerdo con la NMX-C-159-ONNCCE-2016 (véase 2 Referencias). Se recomienda el uso de probetas no menores de 76 mm de grueso ni mayores de 137 mm de ancho y no menores de 360 mm ni mayores de 406 mm de longitud. Estas probetas pueden ser también corazones o prismas cortados de concreto endurecido de acuerdo con la NMX-C-169-ONNCCE-2009 (véase 2 Referencias). Si se usa este tipo de probeta no debe dejarse secar a condiciones de humedad menores que la estructura de la cual se han extraído. Esto se puede lograr envolviéndola en plástico u otro medio adecuado.

Para esta prueba las probetas se guardan en agua saturada de cal desde el momento que se saquen de los moldes hasta el comienzo de la prueba de congelación y deshielo. Todas las probetas que se vayan a comparar unas con otras, inicialmente deben ser de las mismas dimensiones nominales.

6 Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales, son las que imperen en el lugar al momento de realizar la prueba.

7 Procedimiento

A continuación, se mencionan dos procedimientos para la determinación de la resistencia de probetas de concreto a ciclos acelerados y repetidos, de congelación y deshielo en laboratorio, pudiendo someterse el material a cualquiera de ellos.

- A.** Congelación y deshielo acelerados en agua.

B. Congelación en aire y deshielo en agua, acelerados.

Inmediatamente después del periodo de curado, el cual, a menos que se especifique otra cosa, debe ser de 14 días, se inician las pruebas de congelación y deshielo, colocando las probetas en el aparato al iniciarse la fase de deshielo del ciclo. Las probetas se deben sacar del aparato en condiciones de deshielo a intervalos que no excedan de 36 ciclos de exposición a los ciclos de congelación y deshielo, se debe probar para determinar la frecuencia fundamental transversal a una temperatura de 3 °C a 8 °C; se pesan y se regresan al aparato.

En caso de que se sepa por anticipado que las probetas se puedan deteriorar rápidamente, se deben probar la frecuencia fundamental transversal a intervalos que no excedan de 10 ciclos. Para asegurarse que las probetas están completamente descongeladas y a su temperatura especificada, se colocan en el tanque de control de temperatura o se mantienen hasta el final del ciclo de deshielo, en la cámara de congelación y deshielo, por un tiempo suficiente para que alcancen la temperatura especificada. Se deben proteger las probetas contra la pérdida de humedad mientras se encuentren fuera de la cámara de congelación y deshielo.

7.1 Para el procedimiento "A"

Cada probeta debe quedar cubierta por 3 mm de agua durante todo el tiempo de la prueba, y debe ser colocada en el fondo de un recipiente adecuado, de tal manera que el calor del medio intercambiador no se transmita directamente, a través del fondo del recipiente, a toda el área de la parte inferior de la probeta y quede sujeta a condiciones sustancialmente diferentes del resto de ella. Se ha encontrado adecuado para este propósito, colocar en el fondo del recipiente una rejilla plana, de alambre delgado de 3,2 mm o un bloque de 13 mm a 16 mm de espesor de madera tratada con parafina.

7.2 Para el procedimiento "B"

Cada probeta debe estar completamente rodeada de aire durante la fase de congelación, y de agua durante la fase de deshielo. En este procedimiento no es recomendable que las probetas se mantengan dentro de los recipientes.

Los soportes en los cuales descansan las probetas deben ser de tal forma, que estos no entren en contacto con toda la superficie del lado soportado o el fondo de la probeta, siendo así las condiciones sustancialmente diferentes de las impuestas al resto de la probeta. Se ha encontrado adecuado para este propósito, el uso de rejillas relativamente abiertas, varillas o perfiles, de metal, siempre y cuando el medio intercambiador de calor pueda circular en la dirección del eje longitudinal de las varillas o perfiles.

La temperatura del medio intercambiador de calor debe ser uniforme en toda la cámara, con una tolerancia de $\pm 3,3$ °C en cualquier momento y en cualquier punto de la superficie de cualquier recipiente que contenga la probeta en el procedimiento "A", o sobre la superficie de cualquier probeta para el "B" excepto durante la transición entre la congelación y el deshielo.

7.3 Ciclos de congelación y deshielo

De acuerdo con los procedimientos "A" y "B", para el ciclo de congelación y deshielo, se deben efectuar mediciones de temperatura, tanto en las probetas de control de un concreto similar como en las probetas bajo prueba, en las que en todas ellas se hayan embebido dispositivos adecuados para medir la temperatura. Se deben cambiar frecuentemente de posición las probetas de control, de tal forma que puedan indicar las variaciones máximas de temperatura en diferentes lugares de la cámara.

7.3.1 Ciclo nominal de congelación y deshielo para ambos procedimientos

Este consiste en bajar alternativamente la temperatura de las probetas de (4,5 °C a -18 °C y elevarla de -18 °C a 4,5 °C en más de 2 h y menos de 4 h. Para el procedimiento "A" se deben emplear en el deshielo más del 25 % del tiempo y para el procedimiento "B", más del 20 %. Al final del periodo de enfriamiento las temperaturas en el centro de las probetas deben ser $-18,0$ °C $\pm 1,5$ °C y al final del periodo de calentamiento la temperatura debe ser de $4,5$ °C $\pm 1,5$ °C, procurando que las probetas se mantengan entre $-19,5$ °C y 6 °C.

El tiempo requerido para que la temperatura en el centro de cualquier probeta aislada, pueda reducirse de 3 °C a -16 °C, debe ser mayor de la duración del periodo de enfriamiento; y el tiempo requerido para que la temperatura en el centro de cualquier probeta aislada, se eleve de -16 °C a 3 °C, debe ser mayor que la mitad de la duración del periodo de calentamiento. Para probetas que deben ser comparadas una con otra, el tiempo requerido para cambiar la temperatura en el centro de cualquiera de las probetas de 2 °C a -12 °C debe diferir menos de un sexto de la duración

del periodo de enfriamiento, a partir del tiempo requerido para cualquier probeta y el tiempo para cambiar la temperatura en el centro de cualquiera de las probetas, de -12 °C a 2 °C debe diferir menos de una tercera parte de la duración del período de calentamiento, a partir del tiempo requerido para cualquier probeta.

En muchos casos, las condiciones del tiempo y temperatura uniforme pueden controlarse convenientemente manteniendo la cantidad de probetas en el equipo durante todo el tiempo. En el caso de que no pueda disponerse de una cantidad de probetas igual a la capacidad de la cámara, pueden usarse probetas simuladas para llenar los espacios vacíos.

Este procedimiento también ayuda a mantener el nivel constante de solución en la probeta en el tanque.

En el caso de tener probetas de concreto compuestas de diversos materiales o con propiedades térmicas diferentes, es aconsejable que tales probetas se prueben independientemente, haciéndole al equipo los ajustes necesarios.

La diferencia de temperatura entre el centro de la probeta y su superficie, en ningún momento debe exceder de 28 °C.

El periodo de transición entre las fases de congelación y deshielo del ciclo no debe exceder de 10 min, excepto cuando las probetas sean probadas de acuerdo al Capítulo 5 de este anteproyecto de norma mexicana.

7.4 Variantes de los procedimientos "A" y "B"

Cuando se sacan las probetas de la cámara se enjuagan con agua limpia y se regresan a la misma, combinando su posición al azar. Se continúan las pruebas hasta que las probetas se hayan sometido a 300 ciclos o hasta que el módulo de elasticidad relativo de cada probeta alcance el 60% del módulo inicial, lo que ocurra primero. No es recomendable que las probetas se continúen probando cuando el módulo de elasticidad se encuentre abajo del 50 %.

Esto es importante para cuando se utilice el procedimiento "A", debido al peligro de que se deterioren los recipientes para las probetas. Cuando se saque una probeta debido a una falla, se deben reemplazar por una probeta simulada para el resto de la prueba.

Se recomienda que la frecuencia fundamental longitudinal, se determine inicialmente como una comprobación acerca de la precisión en la determinación de la frecuencia fundamental transversal y que la frecuencia fundamental torsional se determine inicialmente como una comprobación acerca de la precisión en la determinación de la frecuencia fundamental transversal y que la frecuencia fundamental torsional se determine inicial y periódicamente como una comprobación del valor de la relación de Poisson. Cuando se tenga que interrumpir la secuencia de los ciclos de congelación y deshielo, las probetas se deben guardar en condiciones de congelación. Si por falla del equipo u otras razones es necesario interrumpir los ciclos durante el periodo establecido, se debe mantener las probetas en condiciones de congelación en los recipientes rodeadas de hielo si es posible.

Si esto no es posible, se cubren y sellan en condición húmeda con un material impermeable que prevenga la deshidratación, guardándolas en un refrigerador, o en un cuarto frío, manteniendo la temperatura a 18 °C ± 1,5 °C.

Cuando se utiliza el procedimiento "B", se debe proceder como en el párrafo anterior. En general, esto es indeseable para las probetas que deben permanecer en condición de deshielo por más de dos ciclos, pero se pueden permitir periodos más largos, si esto ocurre sólo una o dos veces durante la prueba.

8 Cálculo y expresión de los resultados

8.1 Módulo de elasticidad dinámico relativo

El valor numérico del módulo de elasticidad dinámico se debe calcular como sigue:

$$P_c = \frac{n_{12}}{n_1} \times 100$$

En donde:

P_c es el módulo dinámico relativo de elasticidad después de "c" ciclos de congelación y deshielo, en por ciento.

N es la frecuencia transversal fundamental, a cero ciclos de congelación y deshielo.

n_1 es la frecuencia transversal después de “c” ciclos de congelación y deshielo.

Este cálculo del módulo dinámico de elasticidad relativo está basado en la suposición de que la masa y las dimensiones de las probetas permanecen constantes durante la prueba. Esta suposición no es verdadera en muchos casos debido a la desintegración de las probetas. Sin embargo, si la prueba se hace para comparar los módulos dinámicos relativos entre diferentes probetas o proporcionamientos de concreto (PC) como fue definido es adecuado para este propósito.

8.2 Factor de durabilidad

Se calcula como sigue:

$$FD = \frac{PN}{M}$$

En donde:

FD es el factor de durabilidad de las probetas.

P es el módulo dinámico de elasticidad relativo a N ciclos, en %

N es el número de ciclos requeridos para que “P” alcance el valor mínimo especificado para dar por terminada la prueba, o el número de ciclos a los cuales debe darse por terminada la exposición, cualquiera que sea menor.

M es el número de ciclos especificados a los cuales se termina la prueba.

9 Precisión

Al momento de revisar el presente documento, no se contó con datos suficientes para establecer la precisión de la prueba.

10 Informe del ensayo

El informe debe incluir lo siguiente:

Reportar el seguimiento que se les da a las variables semejantes como es pertinente para las variables o combinación de variables estudiadas en esta prueba.

10.1 Propiedades de la mezcla de concreto

- Tipo y proporcionamiento de cemento, agregado fino y agregado grueso, incluyendo el tamaño máximo y granulometría (o designación del índice de granulometría) y relación agua-cemento
- Clase y proporción de cualquier aditivo usado
- Contenido de aire en el concreto fresco
- Masa unitaria del concreto fresco
- Consistencia del concreto fresco
- Contenido de aire en el concreto endurecido (compacidad), (cuando sea posible)

10.2 Procedencia de las probetas

- Indicar si la probeta fue cortada de concreto ya endurecido si así es se deben anotar sus dimensiones, forma y ubicación de la probeta en la estructura, así como, cualquier otra información de importancia.
- Tiempo de curado.

10.3 Procedimiento de mezclado, moldeado y curado

Se debe informar la diferencia en los procedimientos normales de mezclado, moldeado y curado de los prescritos en la NMX-C-159-ONNCCE-2016 (véase 2 Referencias).

10.4 Tipo de procedimiento de congelación y deshielo empleado, (A o B)

Reportar cual de los procedimientos fue utilizado.

10.5 Características de las probetas de concreto, elaboradas y curadas en el laboratorio

- Dimensión de las probetas a 0 ciclos de congelación y deshielo.
- Peso de las probetas a 0 ciclos de congelación y deshielo.
- Cualquier defecto que se presente en cada probeta a 0 ciclos de congelación y deshielo.

10.6 Resultados

En el informe deben indicarse los valores que a continuación se mencionan:

- Valores del factor de durabilidad de cada probeta y factor de durabilidad promedio de cada grupo de probetas similares y el valor especificado para el módulo dinámico relativo mínimo y número máximo de ciclos. Se recomienda que el resultado de la prueba y el promedio de resultados de cada grupo de probetas similares, se grafiquen los valores del módulo de elasticidad relativo en función del tiempo, expresado como número de ciclos de congelación y deshielo.
- Los valores de pérdida o aumento de peso de cada probeta y el valor promedio de cada grupo de probetas similar.
- Cualquier defecto en cada probeta apreciado durante la prueba, y el número del ciclo en que aparece dicho defecto.

11 Vigencia

La presente norma mexicana entra en vigor a los sesenta días siguientes de su declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación por parte de la Secretaría de Economía (SE).

12 Concordancia con Normas Internacionales

Este anteproyecto de Norma Mexicana no es equivalente (NEQ) con ninguna Norma Internacional.

13 Bibliografía

- [1] ASTM C666 / C666M-15, Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.
- [2] NMX-C-057-ONNCCE-2015, Industria de la construcción – Cementantes hidráulicos – Determinación de la consistencia normal (Cancela a la NMX-C-057-ONNCCE-2010), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de septiembre de 2015.
- [3] NMX-C-077-ONNCCE-2019, Industria De La Construcción – Agregados para concreto – Análisis granulométrico – Método de ensayo (Cancela al PROY-NMX-C-077-ONNCCE-2006 y a la NMX-C-077-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de abril de 2020.
- [4] NMX-C-251-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Concreto hidráulico – Terminología (Cancela a la NMX-C-251-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de septiembre de 2019.
- [5] NMX-Z-013-SCFI-2015, Guía para la estructuración y redacción de normas (Cancela a la NMX-Z-013/1-1977), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de noviembre de 2015.
- [6] NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.



Organismo Nacional de Normalización y
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

ANTEPROYECTO DE NORMA MEXICANA **APROY-NMX-C-205-ONNCCE-**

(Cancelará a la NMX-C-205-ONNCCE-2005)

Industria de la Construcción – Concreto – Determinación de la Resistencia del Concreto a la Congelación y Deshielo Acelerados
Building Industry – Concrete – Determination of Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing

Queda totalmente prohibida la reproducción, intercambio o distribución total o parcial de cualquiera de sus apartados en cualquier soporte mecánico o digital.