

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Agosto ■ 2013



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

Industria de la Construcción

Concreto Hidráulico - Práctica
para examinar y muestrear el
concreto endurecido en el
sitio de colado.



72

SECCIÓN
COLECCIONABLE

Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Práctica para examinar y muestrear el concreto endurecido en el sitio de colado

En esta ocasión presentamos la Norma Mexicana - NMX-C-236-ONNCCE-2010. El lector puede emplear la siguiente información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, cabe advertir que esta presentación no reemplaza el estudio completo que se haga de la Norma.

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma establece los procedimientos para realizar el examen visual, así como el muestreo del concreto hidráulico endurecido, realizados en el sitio de colado. Asimismo, es aplicable al examen y muestreo del concreto para elementos prefabricados, productos precolados y especímenes de laboratorio.

Referencias

La Norma se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

- NMX-C-089-ONNCCE Industria de la Construcción-Concreto determinación de las frecuencias fundamentales transversal, longitudinal y torsional de especímenes de concreto.
- NMX-169-ONNCCE Industria de la Construcción-Concreto-Extracción de especímenes cilíndricos o prismáticos de concreto hidráulico endurecido.
- NMX-Z-012-Muestreo para la inspección por atributos-Parte1: Información general y aplicaciones.

Definición

Elemento de concreto: Estructura o parte de una estructura que ha sido construida con concreto hidráulico.



Condiciones ambientales:

Las que prevalezcan en el sitio del ensayo.

Plan de procedimiento

Objetivo: Este examen sirve para proporcionar la información que se va a emplear para evaluar la condición del concreto en la estructura.

Personal: El personal técnico que realice el examen debe estar capacitado y contar con la experiencia suficiente en el manejo del equipo e interpretación de las observaciones realizadas, así como informar sobre el plan de muestreo y su ejecución. A los operadores se les puede requerir estar presentes durante el muestreo y ensayo.

Propósito: Las investigaciones de la condición del concreto en servicio se llevan a cabo por las siguientes razones:

- Determinar la capacidad del concreto para cumplir bajo condiciones de servicio de manera satisfactoria.
- Identificar los factores que causen peligro o falla.
- Analizar las diversas condiciones del concreto que causen o contribuyan al servicio adecuado o a la falla de éste.
- Establecer los métodos para reparar o reemplazar, sin peligro de recurrencia de la falla.
- Determinar el cumplimiento de las especificaciones de la construcción.
- Obtener en caso de falla o servicio inadecuado datos que coadyuven a deslindar responsabilidades.
- Evaluar la calidad de los componentes empleados en el concreto.

Objetivo de la investigación

La investigación del concreto en servicio puede estar limitada únicamente a las áreas o elementos aislados de la estructura que muestren deterioro. La investigación debe ser enfocada sobre todo al estudio del concreto y puede requerir de otros análisis, tales como las condiciones de la cimentación, condición del servicio, sistemas constructivos y la comparación con otras estructuras.

Investigación preliminar

Propósito: Las investigaciones preliminares son usadas para verificar la existencia de alguna falla, describir su naturaleza, estimar su magnitud, el efecto posible en el comportamiento y la seguridad de la estructura.

Métodos: La investigación preliminar debe incluir: la inspección visual de la estructura, la revisión de los planos y las especificaciones, la evaluación de los informes disponibles sobre las condiciones de servicio, examen petrográfico, ensayos de muestras seleccionadas y reacciones químicas anormales en el concreto, deflexión, expansión o contracción de porciones típicas de la estructura que se deben medir de manera apropiada.

La condición del concreto en el sitio puede evaluarse empleando procedimientos de ensayos no destructivos. Se deben ensayar porciones críticas de las estructuras y muestrearse extrayendo corazones,

según el método de la norma mexicana NMX-C-169-ONNCCE. Los corazones pueden examinarse de acuerdo con el método de la Norma Mexicana NMX-C-089-ONNCCE. Resulta conveniente, en casos específicos, fotografiar las oquedades significativas.

Conclusiones

Los resultados de la investigación preliminar deben ayudar a determinar las condiciones del concreto. En ciertos casos son adecuados para una conclusión final del significado de la falla observada; de no ocurrir esto se debe asegurar que las investigaciones preliminares proporcionen la información necesaria para delinear un plan de trabajo de acuerdo a la presente Norma.

Recopilación de información

Información complementaria: La investigación del comportamiento del concreto debe estar precedida (o acompañada) por los informes pertenecientes a las especificaciones del proyecto, el contrato de construcción, los procesos constructivos, los agregados del concreto, las condiciones climatológicas durante y después de la construcción, así como las condiciones reales de servicio. Los informes deben establecer los requisitos especificados para los materiales y el trabajo terminado, además, deben revelar circunstancias o condiciones que acusen o contribuyan a la falla del concreto. Los informes de la operación y mantenimiento pueden describir el comienzo o iniciación y progreso de un comportamiento no satisfactorio.

Entrevistas: Se deben realizar con los ingenieros del contratista, inspectores y proveedores para obtener la información pertinente que no se incluyó en el informe por escrito. Los propietarios y usuarios de las construcciones deben ser consultados en lo que concierne al inicio y progreso de una falla evidente, especialmente en lo relativo a cualquier cambio en las condiciones de empleo y servicio.

Investigaciones detalladas del concreto en las construcciones

Procedimientos: La investigación detallada del concreto en las construcciones debe incluir los procedimientos que se requieren para lograr los objetivos dentro del programa y el tiempo autorizado para su desarrollo. Después de la investigación preliminar quedarán establecidas las condiciones generales del concreto y la magnitud de cualquier comportamiento no satisfactorio.

La investigación detallada debe comprender:

- Un examen minucioso de los elementos o estructuras de concreto.
- Observaciones y ensayos de campo para definir y evaluar la condición del concreto en el sitio y la seguridad de la estructura.
- Obtención y ensayo de muestras para verificar la calidad del concreto.

Objetivo del examen de campo: Se debe hacer un examen visual detallado con personal capacitado y experimentado en este tipo de análisis. En este examen se localizan y describen todas las características del concreto. Todas las construcciones afectadas o

porciones de ellas deben ser identificadas y describir cuantitativamente las fallas observadas.

El examen debe extenderse a las fuentes de agregados, agua y aditivos, así como al cumplimiento de estos de acuerdo a las normas correspondientes. Se recomienda tomar fotografías de aspectos importantes de las construcciones, sus partes adyacentes y manifestaciones de la falla.

Observaciones: Los aspectos del concreto que se deben registrar son:

- Naturaleza, cantidad de grietas y fracturas.
- Cambio de volumen, deflexión o dislocación de elementos de la construcción manifestado por lo cerrado o abierto de las juntas, la inclinación, desalineamiento de elementos estructurales. Las condiciones de las superficies expuestas, especialmente aspectos como descamación, protuberancias, insanidad, desintegración, desgaste excesivo y decoloración.
- Evidencia de reacciones cemento-agregado.
- Materiales contaminantes sobre la superficie del concreto, en grietas, en oquedades o poros.
- Procedimiento de reparación.

Algunos aspectos listados en esta sección deben detectarse fácilmente por medio de un examen de laboratorio. Cabe decir que otras propiedades del concreto que se requieren registrar son: La colocación y consolidación adecuada; si el concreto tiene aire incluido; la evidencia de segregación o sangrado; las indicaciones de alto o bajo contenido de agua. En el caso de concreto reforzado la condición del acero y su localización en la sección, la naturaleza y condición de otros elementos embebidos.

Cualquier fenómeno que indique falla del concreto debe estudiarse en relación a las posibles causas o factores que lo contribuyan tales como: variaciones en el área expuesta; secuencia de la colocación; condiciones prevalecientes durante la colocación; fuente de abastecimiento del concreto y los materiales para su elaboración; problemas identificables de manejo; colocación de acabado; condiciones de curado y protección temprana y cumplimiento con lo indicado en los planos estructurales.

De acuerdo a la variación de las condiciones de exposición en el área durante la construcción, puede incluirse lo siguiente:

- Variaciones en exposición solar, las zonas a la sombra probablemente están sujetas a ciclos de menor temperatura.
- Variaciones en las exposiciones en la exposición a la humedad que pueda presentarse por la orientación de la construcción con respecto a los vientos dominantes durante el tiempo de lluvias o nevadas y los cuales pueden verse afectados por los ciclos térmicos diurnos.
- Variaciones en la composición mineralógica del subsuelo, de tal manera que parte de la construcción se cimienta en una zona que contiene sulfuros o sulfatos inestables.





- Variaciones en el contenido de humedad del subsuelo durante o después de la construcción.

La cimentación, materiales y condiciones del subsuelo deben examinarse de manera cuidadosa si hay la posibilidad de que su acción afecte la capacidad de trabajo del concreto.

Las observaciones realizadas junto con la información obtenida de acuerdo a esta Norma, y los resultados de las investigaciones preliminares que se describen también en esta Norma, deben agruparse con propiedad en un solo informe que incluya otros aspectos de mayor alcance.

Muestreo

El muestreo de cada concreto debe hacerse de forma aleatoria. Además, deben obtenerse muestras para ejemplificar condiciones no usuales o aspectos que ayuden a la identificación de las causas de la falla del concreto. Éstas deben analizarse aparte de las muestras que se tomen para ejemplificar estadísticamente las propiedades del concreto en el sitio.

1. Las que se destinan para representar la variedad del concreto en el sitio.
2. Aquéllas que muestran aspectos específicos de interés pero no se destinan individual o colectivamente a ser representativas de una porción sustancial del concreto.

Las muestras deben incluir porciones de concreto superficial y profundo, debido a que el concreto puede variar de modo sustancial con la profundidad en el desarrollo de grietas, deterioro de la pasta del cemento, desarrollo de las reacciones cemento-agregado y otros aspectos.

Estas muestras deben ser del tamaño y número suficiente para permitir la realización de los diversos ensayos de laboratorio sobre muestras o porciones de ellas que se emplean para otros ensayos, por lo tanto, el programa de muestreo efectúa con conocimiento de los ensayos que se realizan de acuerdo al plan de muestreo.

Plan de muestreo:

Se deben tomar muestras representativas de acuerdo a un plan preconcebido que cumpla con lo establecido en esta Norma. El plan debe apegarse a los lineamientos marcados en las normas mexicanas aplicables. En su ausencia, hay que utilizar la NMX-Z-012 referente al muestreo estadístico.

Condición I:

El examen preliminar, aunado a otras informaciones, puede indicar si el concreto es uniforme en calidad.

Condición II:

El examen preliminar, y alguna otra información, pueden indicar que el concreto es de dos o más características.

En la condición I:

La localización del muestreo debe hacerse aleatoria o sistemáticamente en toda el área de interés. Para grandes estructuras y áreas considerables de pavimento, la secuencia del muestreo debe repetirse con alguna frecuencia predeterminada tal como puede ser a cada 50 m², 100 m² o 500 m² del concreto expuesto. Puede emplearse cualquier método para determinar la localización del muestreo siempre y cuando no sea selectivo.

En la condición II:

Las muestras deben tomarse para comparar el comportamiento de diversas categorías del concreto empleando procedimientos estadísticos.

Métodos de muestreo recomendado:

Preparar a escala un bosquejo u obtener fotografías amplificadas a escala de la superficie o superficies de las que se deben obtener muestras representativas y subdividir el área en cuando menos 10 zonas más o menos iguales, que representan la totalidad del área por investigar. Designar cada zona mediante un número o letra y escoger las zonas que se van a muestrear.

En una investigación de especímenes de ensayo o productos de concreto, las unidades por examinar y ensayar deben seleccionarse aleatoriamente. Conviene subrayar que los productos prefabricados de grandes dimensiones, tales como elementos portantes, tubos y pilotes pueden muestrearse empleando el método recomendado para estructuras y pavimentos.

El procedimiento puede modificarse para obtener muestras de elementos o miembros de concreto que han sido separados de las construcciones que están bajo investigación. Si es necesario evitar nodos o zonas con armados críticos, tuberías embebidas u otros aspectos de construcción, se debe cambiar la localización del muestreo a una distancia mínima necesaria.

Tamaño de la muestra:

Para los especímenes sujetos a ensayos que proporcionan un valor numérico, la cantidad de elementos debe determinarse de acuerdo con las especificaciones del método seleccionado para el nivel de confiabilidad deseado.

Procedimientos de muestreo:

De las estructuras de concreto deberán obtenerse muestras representativas y ensayarse de acuerdo con la Norma mexicana NMX-C-169-ONNCE. Se debe tener cuidado para evitar el corte en secciones críticas, acero de refuerzo, conductos de instalaciones eléctricas y otros servicios. La obtención de las muestras debe hacerse empleando herramientas adecuadas para evitar alterar las características del concreto.

Las muestras para ensayo deben ser representativas de toda la sección del concreto, por ejemplo, en el caso de una losa muestra debe comprender todo el espesor. En el caso de columnas, deben extraerse cuando menos tres, una en cada zona, superior, media e inferior de la superficie expuesta.

Si fuera posible, las muestras deben tomarse perpendiculares a las capas en las cuales el concreto se ha depositado. En caso de existir contacto con aguas agresivas u otras sustancias de la misma índole es conveniente obtener muestras de esas zonas. Cabe decir que el realizar las perforaciones en todo el espesor del elemento permite determinar la extensión de una grieta, la condición de las juntas de construcción, la magnitud de una reacción de los álcalis del cemento-agregado, la condición del concreto en contacto con la base y la viabilidad del concreto.

Todas las muestras deben identificarse y orientarse con marcas pintadas, envolverse herméticamente para preservar el contenido de humedad de la estructura en el momento de muestreo y empacarse para que queden protegidas contra daños en tránsito y almacenamiento.

Precauciones

La práctica de esa Norma debe incluir el empleo de materiales, operaciones y equipo peligroso por lo que es conveniente establecer medidas de seguridad apropiadas.

Cálculo de los resultados

Evaluación de la desviación estándar: Los resultados del ensayo de muestras obtenidos de acuerdo con esta norma, se evalúan mediante procesos estadísticos basados en valores promedio y desviación estándar de los valores individuales.

Evaluación de la calidad del concreto: La calidad del concreto en estudio puede obtenerse comparando el promedio de valores con el obtenido para el concreto de las mismas características de buena calidad.

En la condición II los concretos deben agruparse por sus características, condiciones de exposición, por el tipo de especímenes de ensayo o productos de concreto prácticamente según la condición I para establecer la localización de muestreos, número de muestras y para relacionar tipo de especímenes o unidades de producto para su examen. Por ejemplo, el área de pavimento de concreto de un nivel específico de calidad completamente deteriorado, parcialmente deteriorado o sano se debe muestrear por separado, de acuerdo con los métodos recomendados, de tal modo que se obtengan tres juegos de muestras, cada uno elaborado con el concreto de una categoría específica. Cualquier número de grupos de muestras deben requerirse para una investigación apropiada del concreto que está dentro del objetivo de un plan aprobado, tal como la evaluación adecuada del concreto de diferentes niveles de calidad y condiciones de exposición.

Cumplimiento de las especificaciones de construcción

Para determinar si el concreto endurecido cumple con las especificaciones, las muestras deben ser en cantidad y dimensiones suficientes que permitan la realización de los ensayos de acuerdo con los procedimientos establecidos en las normas correspondientes.

Se permite efectuar dos o más ensayos en la (s) muestra(s) siempre y cuando los ensayos realizados inicialmente no modifiquen las propiedades del concreto que se va a evaluar. Cualquier repetición o uso sucesivo de elementos debe estipularse en detalle con antelación en el plan de muestreo, de tal manera que se especifiquen las clases de ensayos que deben hacerse, la secuencia, las precauciones que deben tomar al hacerlas y el manejo de las muestras.

A continuación damos un ejemplo: A un corazon de concreto se le debe determinar la masa específica, absorción, resistencia a la compresión, análisis petrográfico y contenido de cemento por el método gravímetro.

Informe del ensayo

El personal que supervise los ensayos de laboratorio, los análisis o los ensayos de las muestras, debe recibir información completa de la identificación y origen de las muestras y saber cuál es el objetivo de la investigación. La información específica que debe suministrarse al supervisor o consultor es la siguiente:

- Croquis de la ubicación de cada elemento, su orientación, profundidad y procedimiento de muestreo. Proporcionar las fotografías de las muestras y de los lugares de muestreo.
- Investigaciones preliminares y de campo detalladas, incluyendo la descripción del comportamiento del concreto en servicio y los resultados del examen en el sitio. Deben incluirse los ensayos de campo, procedencia del concreto y los materiales para su fabricación.
- Resultados de los ensayos o análisis que se hayan efectuado en el concreto o en los materiales para su elaboración. **C**

Bibliografía:

ASTM C 823 /C823M-07 Standard practice for examination and sampling of hardened concrete in constructions.

Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no es equivalente con ninguna internacional por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

Nota: Tomado de la Norma Mexicana NMX-C-236-ONNCCE-2010. Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Práctica para Examinar y Muestrear el Concreto Endurecido en el Sitio de Colado. Especificaciones y métodos de ensayo. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: normas@mail.onncce.org.mx, o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, de México, DF.