

Boletín Técnico ICCG

Ensayos no destructivos para evaluación de la resistencia del concreto endurecido



Instituto del Cemento y del Concreto de
Guatemala - ICCG

*Promoviendo la Industria del Cemento
y del Concreto en Guatemala*

Ensayos no destructivos

Los ensayos no destructivos son métodos que no causan daño en la estructura a evaluar. Su función principal es para determinar las condiciones y estimar la resistencia del concreto endurecido de una forma confiable. En este documento trataremos los 4 métodos de ensayo que cuentan con procedimientos normalizados y son los siguientes:

- Martillo de rebote (Esclerométrico).
- Ensayo de penetración.
- Ensayo de madurez.
- Ensayo de extracción por deslizamiento.

Cada método posee sus limitaciones, por lo que estos ensayos proporcionan resultados que deben utilizarse con el debido análisis e interpretación.

Estos métodos de ensayo se pueden utilizar como procedimientos de evaluación de estructuras durante su proceso constructivo, como un apoyo al control de calidad y el aseguramiento de la calidad. También se pueden utilizar para la evaluación de estructuras ya existentes con el fin de tomar decisiones para continuar con su uso, disponer de uno nuevo o realizar intervenciones a la estructura para adecuarla a un uso determinado.

Martillo de rebote o esclerométrico NTG 41017 h11 (ASTM C805)

Este método de ensayo permite determinar la uniformidad superficial del concreto, delimitar zonas deterioradas o de dudosa calidad, así también se puede utilizar para estimar la resistencia del concreto en el sitio.

El ensayo consiste en un martillo de acero que golpea con una determinada cantidad de energía un émbolo de acero, el cual está en contacto con la superficie del concreto. La lectura se obtiene midiendo la distancia de rebote del martillo, la que nos permite dar una

indicación de la resistencia del concreto en el área analizada.

Las relaciones entre el número de rebote y la resistencia del concreto que provee los fabricantes de los martillos, deben ser usadas solamente para dar indicaciones de la resistencia relativa del concreto en diferentes regiones de la estructura.

Para obtener información más certera de la resistencia del concreto, es necesario realizar correlaciones, es decir establecer la relación entre la resistencia y el número de rebote para un concreto determinado, utilizando un determinado martillo. La correlación se efectúa estableciendo la relación de los números de rebote obtenidos en la estructura de concreto, con la resistencia de núcleos o testigos extraídos de la misma estructura.

Para la interpretación de los números de rebote se debe tomar en cuenta que martillos del mismo diseño pueden dar números de rebote diferentes, por lo que, los ensayos deben ser realizados con el mismo martillo. Como se indica en la norma NTG 41017 h11 (ASTM C805) *“si se usa más de un martillo, deberán hacerse ensayos en un rango adecuado de superficies de concreto típicas, para determinar la longitud de las diferencias que pueden ser esperadas”*.

Además se debe tomar en cuenta, que para una mezcla de concreto determinada, el valor (Número) de rebote es influenciado por factores como la humedad de la superficie del área de ensayo, la formaleta que se utilizó para construir el elemento, el material y acabado, el espesor de la estructura y el grado de carbonatación de la superficie del concreto.

Este método no es adecuado como base para la aceptación o el rechazo del concreto.

En la norma NTG 41017 h11 (ASTM C 805) se describen las características que deben tener el área de ensayo, así como su preparación. También se indica el procedimiento de como se efectúa el ensayo.



Figura 1. Martillo esclerométrico. Fuente: Equipos de ensayo no destructivos.

Ensayo de penetración NTG 41017 h18 (ASTM C803)

Este método de ensayo trata sobre la determinación de la resistencia del concreto endurecido a la penetración por una sonda o aguja de acero.

Este método es aplicable para la evaluación de la uniformidad del concreto y para delimitar zonas de baja calidad o de concreto deteriorado en las estructuras.

Como se indica en la norma NTG 41017 h18 (ASTM C803) el ensayo consiste en un dispositivo impulsor accionado con pólvora que suministra una cantidad conocida de energía a una sonda o aguja de acero.

La resistencia a la penetración se determina in situ, ya sea con la medición de las longitudes expuestas de las sondas que han sido introducidas en el concreto o por la medición

de la profundidad del orificio creado por la penetración de la sonda o aguja de acero.

Para estimar la resistencia del concreto en la estructura aplicando este método, es necesario establecer una correlación entre la resistencia a la penetración del concreto utilizando un aparato determinado y la resistencia a compresión del concreto obtenido de núcleos extraídos de la estructura o de especímenes elaborados en la obra. También se debe considerar que para una mezcla de concreto determinada, los resultados del ensayo pueden ser afectados por la rugosidad de la superficie formada por el tipo de formaleta (Madera o metal), la dureza y el tipo del agregado utilizado.



Figura 2. Aparato de penetración. Fuente: Equipos de ensayos no destructivos.

En la norma NTG 41017 h18 (ASTM C803) se describen el equipo que consiste en el dispositivo impulsor, sonda de acero, aguja de acero, instrumento de medición y el dispositivo de colocación. También se describe el procedimiento para realizar el ensayo.

Ensayo de madurez NTG 41042 (ASTM C1074)

Esta práctica proporciona un procedimiento para la estimación de la resistencia del concreto por medio del método de la madurez. El índice de madurez se expresa en términos del factor temperatura-tiempo o en términos de la edad equivalente a una temperatura especificada.

Este método puede ser utilizado para estimar la resistencia in situ del concreto y decidir sobre el inicio de las actividades críticas de construcción como por ejemplo: la remoción de las formaletas y de parales, realizar el Post-tensionamiento de tendones y la apertura al tránsito, además puede usarse para estimar la resistencia de los especímenes de laboratorio curados bajo condiciones de temperatura no normalizadas.

El ensayo consiste en estimar la resistencia del concreto utilizando un índice de madurez expresado en términos del factor de temperatura-tiempo o en términos de la edad equivalente a una temperatura especificada, es decir que la madurez indica el desarrollo de la resistencia en función del tiempo y la temperatura. Como se muestra en la norma NTG 41042 (ASTM C1074) *“se requiere elaborar la relación resistencia-madurez de la mezcla de concreto en el laboratorio y del registro de la historia de temperaturas del concreto para el cual se va a estimar la resistencia”*.

Para desarrollar este método, según NTG 41042 (ASTM C1074), se deben tomar en cuenta las siguientes limitaciones:

- El concreto debe mantenerse en una condición que permita la hidratación constante del cemento.
- El método no toma en cuenta los efectos de la temperatura en los concretos a edades tempranas y en la resistencia última a largo plazo.

La precisión de la resistencia estimada depende de la apropiada determinación de la función de madurez para la mezcla de concreto usada en particular. En la norma NTG 41042 (ASTM C1074) se describe detalladamente el procedimiento para desarrollar la relación de resistencia

madurez, las fórmulas para el cálculo del índice de madurez, el procedimiento para estimar la resistencia del concreto en la obra y el equipo para monitorear y registrar la temperatura del concreto.



Figura 3. Aparato para ensayo de madurez.
Fuente: Equipos de ensayos no destructivos.

Ensayo de extracción por deslizamiento NTG 41017 h26 (ASTM C900)

Este método de ensayo determina la resistencia a la extracción por deslizamiento (Pull-out) del concreto endurecido, mediante la medición de la fuerza requerida para extraer un dispositivo de metal introducido en el concreto.

Para un concreto y equipo de ensayo dado, las resistencias a la extracción por deslizamiento se pueden relacionar con los resultados de ensayos de resistencia a la compresión. Se debe tomar en cuenta que para un concreto y equipo de ensayo determinado, las relaciones de la resistencia a la extracción y la resistencia a la compresión pueden ser afectadas por la forma del dispositivo introducido en el concreto, las dimensiones del anillo de reacción, la profundidad de instalación del dispositivo en el concreto y el tipo de agregado (de peso liviano o normal). Las relaciones son más confiables si los especímenes de ensayo de extracción por deslizamiento y los especímenes de ensayo de resistencia a la compresión, son de un tamaño similar, elaborados a una densidad similar, y curados bajo condiciones similares.

El dispositivo se puede instalar de dos formas, la primera, se coloca y funde dentro del concreto fresco y la segunda, se instala en el concreto endurecido. Para la primera forma de instalación del dispositivo, los resultados obtenidos se pueden utilizar para estimar la resistencia del concreto en la obra y determinar si se ha alcanzado un nivel apropiado para proceder por ejemplo, con el post-tensado de elementos, remover formaletas y parales, poner en servicio la estructura, verificar si el curado ha sido adecuado, etc. En el segundo caso se utiliza para estimar la resistencia de construcciones existentes.

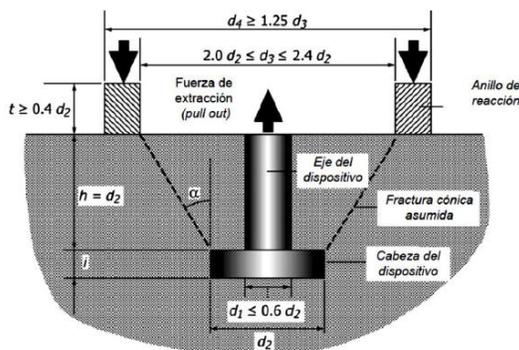


Figura 4. Sección esquemática transversal del ensayo de extracción por deslizamiento fundido en obra. Fuente: Norma NTG 41017 h26.



Figura 5. Aparato para ensayo de extracción por deslizamiento. Fuente: Equipos de ensayos no destructivos.

En la norma NTG 41017 h26 (ASTM C900) se describe detalladamente el equipo a utilizar en este método, como debe ser la ubicación e instalación de los dispositivos, la cantidad de ensayos individuales a realizarse para permitir

la ejecución de las actividades críticas en la obra (Post-tensado, remoción de formaletas, puesta en servicio, etc.), el procedimiento para realizar el ensayo y los cálculos para determinar el promedio y la desviación estándar de las fuerzas de extracción por deslizamiento que representan ensayos de la colocación de concreto dado.

Referencias

- COGUANOR NTG 41017 h11 (ASTM C805) Método de ensayo. Determinación del número de rebote en concreto endurecido.
- COGUANOR NTG 41017 h18 (ASTM C803) Método de ensayo. Determinación de la resistencia a la penetración del concreto endurecido.
- COGUANOR NTG 41017 h26 (ASTM C 900) Método de ensayo. Resistencia a la extracción por deslizamiento (Pull-out) del concreto endurecido.
- COGUANOR NTG 41042 (ASTM C1074) Práctica para la estimación de la resistencia del concreto por el método de la madurez.