

METODO RILEM DE MUESTREO, CONFECCION, CONSERVACION Y ENSAYOS MECANICOS DEL HORMIGON

COMISION ENSAYOS DE CEMENTOS Y HORMIGONES DE LA RILEM

PRESENTACION

En 1947 fue constituida la RILEM, Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions.

Desde entonces ha desarrollado una fecunda labor, promoviendo intercambio de ideas e información, en coloquios y encuestas, con participación de laboratorios de todo el mundo.

Asimismo ha trabajado en la redacción de normas internacionales, como la de ensayo de cementos, norma RILEM-CEMBUREAU, que ha sido adoptada por muchos países, Chile entre ellos.

La norma de ensayo de hormigones que aquí presentamos fue aprobada oficialmente por la RILEM en octubre de 1965, tras un largo período de estudio. Sobre la base de una proposición del profesor Inge Lyse, su discusión se inició a fines de 1961 en el seno de la Comisión de Hormigones y Cementos. Forman parte de esa comisión especialistas de diferentes países. Chile cuenta en ella con dos miembros: Sergio Rojas, del DICTUC, y Atilano Lamana, del IDIEM.

Por el interés que ha despertado esta norma en Chile y por haber participado el IDIEM en la discusión de ella, nos ha parecido conveniente darla a conocer en nuestra Revista, lo que hacemos agradeciendo a M. Robert L'Hermitte, Secretario General de la RILEM, por su autorización para traducirla y publicarla.

PARTE I

CAMPO DE APLICACION

1.1. Este método tiene por objeto evaluar la resistencia del hormigón a la compresión, a la flexión y a la tracción indirecta, en los dos casos siguientes:

- Control de la producción de hormigón, determinando la resistencia de muestras tomadas, bien sea durante la descarga de la mezcladora, bien sea directamente del hormigón ya descargado, mantenidas esas muestras en condiciones especificadas de conservación. En este control no se tiene en cuenta el tipo de transporte o el modo de colocación o de compactación del hormigón fresco en la obra.
- Determinación de la resistencia del hormigón conservado en condiciones lo más parecidas posible a las de la estructura.

1.2. Todas las operaciones requeridas por este control deben ser realizadas por personal calificado.

PARTE II

METODOS DE MUESTREO DEL HORMIGON FRESCO EN LA OBRA.

2.1.1. Los procedimientos utilizados para el muestreo han de comprender todas las precauciones necesarias para obtener muestras fielmente representativas del hormigón. El volumen de la muestra será por lo menos de 1,25 a 1,50 veces el volumen total de las probetas y en ningún caso menor de 6 litros.

2.1.2. Para el muestreo en la mezcladora, la muestra se tomará de la descarga en el momento en que se haya vaciado aproximadamente la mitad del hormigón. El recipiente utilizado para recoger la muestra será de características tales que no produzca segregación y estará hecho de un material no absorbente.

2.1.3. Para el muestreo del hormigón en el momento y lugar de entrega, la muestra se tomará mientras se descarga el hormigón o inmediatamente después. La muestra estará constituida al menos por tres porciones tomadas de puntos bien distribuidos, evitando los bordes de la masa, donde puede estar segregada.

2.1.4. Cada serie de probetas destinadas a ensayos mecánicos puede provenir de una o de varias amasadas.

2.2. La muestra obtenida por cualquiera de los dos métodos antes descritos, se mezcla, si es necesario, sobre una superficie no absorbente con una pala u otro instrumento apropiado, para asegurar la homogeneidad del hormigón. La muestra se protege cuidadosamente de la intemperie y las probetas se confeccionan lo antes posible.

. PARTE III
 METODOS DE CONFECCION Y CONSERVACION DE LAS PROBETAS
 DE HORMIGON

3.1. Las características geométricas de las probetas (Fig. 1) serán las siguientes:

- a) cubos de arista d
- b) cilindros de diámetro d y longitud $2d$
- c) prismas de arista $d \times d \times L$, siendo $L \geq 3,5 d$

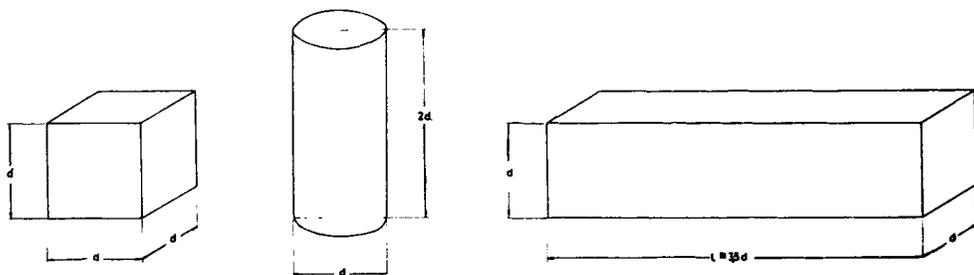


Fig. 1

En ellas,

$d \geq 4$ veces el tamaño máximo nominal del árido.

$d = d_n (1 \pm 0,06)$, siendo d_n su dimensión nominal.

$d_n = 10, 15, 20, 25$ o 30 cm.

$d_n = 15$ cm, de preferencia.

3.2. Dispositivos

3.2.1. Los moldes para las probetas de ensayo deben estar fabricados de un material no absorbente y ser lo bastante rígidos para conservar su forma durante la confección de las probetas. Las caras interiores de los moldes cúbicos y prismáticos, y la base de los moldes cilíndricos no deben separarse de un plano de contacto en más de $0,05$ mm. El ángulo formado por el fondo y las paredes del molde, así como por las caras adyacentes de los cubos y prismas ha de ser igual a $90^\circ \pm 0,5^\circ$.

Las juntas del molde tienen que ser estancas y estar untadas ligeramente con aceite mineral o cualquiera otra sustancia apropiada, que no reaccione con el cemento, a fin de evitar la adherencia del hormigón con el molde.

3.2.2. La barra de picar será recta, de 2 a 3 cm² de sección transversal, de 50 a 60 cm de longitud y con extremos planos.

3.3. Preparación de las probetas.

3.3.1. *Compactación a mano.* Las probetas se confeccionan colocando el hormigón en los moldes en dos capas como mínimo, de manera que ninguna tenga



más de 10 cm de espesor. Cada capa será picada con la barra a razón de por lo menos 8 golpes por cada 100 cm² de superficie. Los golpes han de distribuirse uniformemente en toda la sección del molde y deben penetrar en la capa inmediatamente inferior. La capa del fondo tiene que ser picada atravesando todo su espesor.

3.3.2. Compactación por vibración. Cuando la vibración se utilice efectivamente para compactar el hormigón en la obra, las probetas se vibrarán con un medio apropiado hasta obtener la compacidad deseada. Con hormigón de aire incorporado no deben utilizarse agujas vibratoras.

3.3.3. La superficie del hormigón será enrasada por medios convenientes al nivel del borde superior del molde, y cubierta de una manera eficaz para evitar la evaporación.

3.4. Refrentado y rectificación de las probetas.

3.4.1. Las caras de carga de todas las probetas que se separen de un plano de contacto en más de 0,05 mm, serán refrentadas o rectificadas de manera que presenten una superficie plana normal al eje, con tolerancia de 0,5°. La capa de refrentado será lo más delgada posible, y no deberá fluir ni fisurarse durante el ensayo.

3.4.2. Las probetas que se vayan a ensayar en la posición en que se llenaron, pueden ser refrentadas después que haya cesado el asentamiento del hormigón en los moldes, por lo general de 2 a 6 horas después del moldeo, con una capa consistente y delgada de pasta pura de cemento. De 1 a 4 horas antes del refrentado se preparará con cemento una pasta pura y consistente, la cual se remezclará en el momento de aplicarla. El refrentado se realizará por medio de una placa de vidrio que tenga al menos 6 mm de espesor, o de una placa metálica rectificada que tenga al menos 12 mm de espesor, y cuyas dimensiones en la superficie excedan a las del molde al menos en 25 mm. La adherencia de la pasta a la placa de refrentar puede evitarse embadurnando la placa con una fina capa de aceite o de grasa.

Se debe acomodar la placa sobre la pasta de cemento hasta que la superficie inferior de la placa se halle en estrecho contacto con el borde superior del molde en todos sus puntos. La placa debe mantenerse colocada hasta el momento de desmoldar la probeta.

3.4.3. Las probetas que no respondan completamente a las exigencias del párrafo 3.4.1. y que no sean refrentadas con pasta pura de cemento sobre el hormigón fresco (como se dice en 3.4.2), serán refrentadas o rectificadas para obtener una superficie plana antes del ensayo. Se pueden emplear mezclas de azufre y materiales granulares, cementos o cualquier otro material que presente una resistencia a la compresión igual o mayor que la prevista para la probeta en el momento de ensayo.

3.5. Conservación de las probetas.

3.5.1. Las probetas destinadas al control de la resistencia prevista del hormigón o las que sirven de base para la aceptación del hormigón, quedarán en los moldes durante 16 horas por lo menos. Durante ese período se conservarán en condiciones que mantengan el ambiente circundante inmediato a una temperatura de $20 \pm 4^{\circ}\text{C}$. Después de desmoldarlas se conservarán en el agua, o en una cámara húmeda en la cual se mantenga agua libre sobre todas las superficies a la vez, o en arena totalmente saturada, a una temperatura de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta el momento del ensayo. Las probetas no deben exponerse a corrientes de agua.

3.5.2. Las probetas destinadas a ensayos de compresión y que tengan $d \geq 15$ cm, pueden asimismo mantenerse húmedas durante 5 días o más, conservándolas después en aire de humedad relativa mínima 60% hasta el momento del ensayo.

3.5.3. Cuando se trate de determinar la resistencia real u otras cualidades del hormigón colocado en obra, las probetas serán conservadas en condiciones que se asemejen lo más posible a las de la estructura.

PARTE IV

METODOS DE ENSAYO DE LAS PROBETAS

4.1. Los ensayos de las probetas pueden efectuarse sobre cualquier máquina de ensayo de capacidad suficiente, con tal que la carga sea aplicada de una manera continua y sin choques.

El error de las cargas, en el intervalo de ensayo, no debe sobrepasar + 1%.

La máquina de ensayo debe poseer dos platos de carga, de acero, de espesor suficiente para evitar cualquier deformación, y cuyas caras tengan una dureza de 60 Rockwell como mínimo. El plato superior ha de llevar una rótula esférica, y el inferior, sobre el que reposa la probeta, estará constituido por un bloque muy rígido.

Las superficies de carga de los platos deben ser a lo menos iguales, y mejor algo mayores, que las caras correspondientes de las probetas. Las caras de carga, cuando estén nuevas, no deben en ningún punto separarse de un plano de contacto en más de 0,02 mm, y deben continuar siendo planas dentro de los límites de tolerancia de $\pm 0,05$ mm. En el plato de rótula esférica, el diámetro de la esfera no debe ser mucho mayor que la dimensión de la probeta, y el centro de la esfera debe coincidir aproximadamente con el centro de la cara de carga.

4.2.1. Las probetas confeccionadas según 3.5.1. serán ensayadas en estado húmedo y lo antes posible después de sacarlas de la sala de conservación, manteniéndolas entretanto húmedas bajo una tela u otra cubierta mojada.

4.2.2. Las probetas confeccionadas según 3.5.2 y 3.5.3. se ensayarán en el estado húmedo que resulte de las condiciones de conservación.

4.2.3. Para determinar la superficie de la sección, las dimensiones de la probeta se medirán con precisión de 1 mm.

4.3. Método de ensayo a compresión.

4.3.1. Poner el plato de carga macizo, con su cara tratada vuelta hacia arriba, sobre la plataforma de carga de la máquina, directamente bajo el plato de carga de rótula esférica (plato superior). Limpiar las caras de carga de los platos y las de la probeta; centrar la probeta sobre el plato de carga inferior. Cuando el plato de rótula esférica llegue a contacto con la probeta, hacer girar a mano la parte móvil hasta establecer un contacto uniforme. Los cubos se ensayarán con preferencia sobre dos caras moldeadas. Para la compresión transversal de los prismas, los platos deben tener dimensiones tales que las caras de contacto sean realmente cuadradas y tengan las mismas dimensiones que la arista menor nominal del prisma ensayado.

3.3.2. La carga debe ser aplicada de una manera continua y sin choques, a velocidad constante de $6 \pm 4 \text{ kg/cm}^2 \text{ seg}$. Durante la aplicación de la primera mitad de la carga máxima se permite una velocidad mayor. No debe hacerse ninguna corrección en los mandos de la máquina mientras la probeta se deforma rápidamente inmediatamente antes de la rotura. Se continúa la carga hasta la rotura de la probeta y se registra la carga máxima soportada por la probeta en el curso del ensayo.

4.4. Método de ensayo a flexión.

4.4.1. Para el ensayo a flexión podrá emplearse el método de carga en uno o en dos puntos, utilizando para ello placas que aseguren que la carga se mantenga vertical, sin excentricidad ni torsión.

4.4.2. Los prismas deben ser ensayados con una luz que sea igual o mayor que 3 veces la arista menor del prisma.

4.4.3. Los prismas se colocaran, de preferencia, en posición transversal a la que tenían en el molde, y centrados bajo la placa de carga. Se puede aplicar la carga rápidamente hasta el 50% de la carga de rotura, después de lo cual se continuará a una velocidad tal que el aumento de tensión en las fibras extremas no sobrepase $0,5 \pm 0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ seg}$.

La tracción de rotura por flexión se calcula de la manera siguiente:

$$\sigma_r = \frac{6M}{d_1 \cdot d_2^2}$$

siendo d_1 = ancho del prisma, medido en la zona de rotura

d_2 = altura del prisma

M = momento flector en la sección de rotura.

4.5. Método de ensayo a tracción indirecta

4.5.1. La probeta se carga por intermedio de tiras de madera terciada, cartón o materiales similares, de dimensiones a , t , l (Fig. 2).

siendo $a = (0,08 \text{ a } 0,10) d$

$t = 3 \text{ a } 5 \text{ mm}$

$l = d$ para cubos y prismas

$l = 2d$ para cilindros

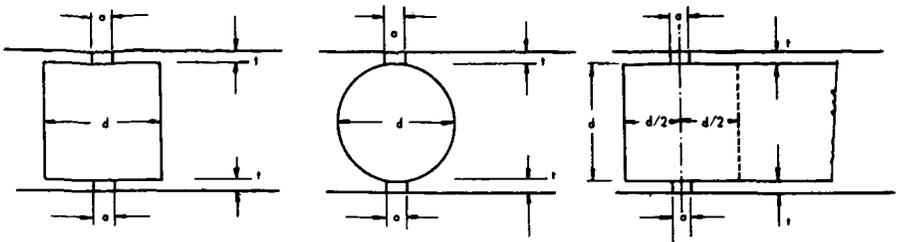


Fig. 2

4.5.2. El método de tracción indirecta puede ser utilizado también para cubos y prismas, aplicando directamente la carga por intermedio de superficies cilíndricas de acero, de radio $\frac{1}{2} d$.

4.5.3. La carga puede aplicarse rápidamente hasta el 50% de la carga prevista de rotura. Después, la velocidad de aplicación de la carga será tal que provoque un aumento de tracción de $0,5 \pm 0,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ seg.}$

La tracción indirecta de rotura se calcula por la fórmula

$$\sigma_r = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{P}{dl}$$

4.6. Informe

El informe de ensayo menciona generalmente los siguientes puntos:

1. Número de identificación
2. Fecha de ensayo
3. Fecha de confección del hormigón
4. Edad de la probeta
5. Condiciones de conservación, incluida la fecha de confección de las probetas en la obra, el tipo y fecha del refrentado.
6. Dimensiones de la probeta y, para los ensayos de flexión y de tracción, esquema de carga.
7. Superficie real de la sección transversal

8. Peso y densidad de las probetas
9. Carga máxima y velocidad de carga
10. Tensión calculada con precisión de 1 kg/cm^2
11. Tipo de rotura
12. Defectos en la probeta o en el refrentado.

APENDICE

RESULTADOS DE UNA ENCUESTA SOBRE LAS PROBETAS PARA ENSAYOS MECANICOS EMPLEADAS EN DIFERENTES PAISES

País	Ensayo de compresión	Ensayo de tracción
Bélgica	cubo 20 cm (investigación: cubo 14 - 16 cm, cilindro 15 x 30 cm) (hormigón de central: cubos 20 cm y 15,8 cm)	
Checoslovaquia	cubos 15, 20, 30 y 40 cm prismas 10 x 10 x 40 cm 15 x 15 x 60 cm 20 x 20 x 80 cm cilindro 15 x 30 y 20 x 40 cm	
Chile	cubo 20 cm	
E.U.A.	cilindro	
España	cilindro 15 x 30 cm (obras hidráulicas: cubos)	
Finlandia	cubo 20 cm (también: cilindro 15 x 30 cm)	prismas 10 x 10 x 50 cm y 10 x 15 x 80 cm
Francia	cilindro 16 x 32 cm (también: cubos 15 y 20 cm)	prismas 7 x 7 x 28 cm y 7 x 7 x 35 cm
Holanda	cubo 20 cm (también: prismas 10 x 10 x 30 cm y 10 x 10 x 65 cm)	prismas 10 x 10 x 30 cm 10 x 10 x 65 cm
Hungría	cubo 20 cm	prismas 15 x 15 x 60 cm
India	cubo 15 cm (con áridos de pequeño tamaño: cubo 10 cm) (también: cilindro 10 x 30 cm y cilindros pequeños en los que $\frac{\text{diámetro probeta}}{\text{tamaño máximo árido}} > 3$)	prismas 15 x 15 x 70 cm (con áridos de pequeño tamaño: 10 x 10 x 50 cm)
Noruega	cubo, cilindro	
Portugal	cubo	prisma
Reino Unido	cubo 15 cm (con árido de pequeño tamaño, cubos 10 cm)	prismas 15 x 15 x 70 cm (con áridos de pequeño tamaño, prismas 10 x 10 x 50 cm)
Suiza	cubo 20 cm (también: cubos 16 x 30 cm, prismas 12 x 12 x 36 y 20 x 20 x 60 cm) (hormigones para presas: cilindro 30 x 45 cm)	prismas 12 x 12 x 36 cm 20 x 20 x 60 cm 30 x 30 x 60 cm
U.R.S.S.	cubo 20 cm (también: cubo 15 cm) (con áridos de pequeño tamaño: cubo 10 cm)	
Yugoslavia	cubos 14 y 20 cm, cilindro 15 x 30 cm	prismas 12 x 12 x 36 cm 20 x 20 x 60 cm