

LIBRO: **MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES**

PARTE: **2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS**

TÍTULO: 02. Materiales para Concreto Hidráulico

CAPÍTULO: 059. Resistencia a la Tensión de Cilindros de Concreto

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar la resistencia a la tensión por compresión diametral del concreto hidráulico a que se refiere la Norma N-CMT-2-02-005, *Calidad del Concreto Hidráulico*, en muestras tomadas conforme al Manual M-MMP-2-02-055, *Muestreo de Concreto Hidráulico* en especímenes cilíndricos.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la resistencia a la tensión del concreto hidráulico mediante la compresión diametral en especímenes cilíndricos moldeados, con una relación altura/diámetro de 2 a 1.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con los siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Calidad del Concreto Hidráulico	N-CMT-2-02-005
Muestreo de Concreto Hidráulico	M-MMP-2-02-055
Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto	M-MMP-2-02-058

D. EQUIPO Y MATERIAL

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad, considerando siempre la fecha de su caducidad.

D.1. MÁQUINA PARA PRUEBA (PRENSA)

D.1.1. Mecánica, hidráulica o neumática, con capacidad de 300 kN (30 581 kg) con control de velocidad de aplicación de carga, sin producir impactos ni pérdidas de carga. Contará con certificado de calibración vigente expedido por un laboratorio debidamente acreditado.

Si tiene solamente una velocidad de carga que cumpla con lo indicado en el procedimiento de la prueba, contará con algún dispositivo complementario que sea operado mecánica o manualmente, a fin de ajustar la carga a una velocidad adecuada para su calibración.

D.1.2. La máquina se debe calibrar antes de ser puesta en operación y posteriormente, cada 2 000 pruebas, lo cual podrá ampliarse hasta 12 000 si no se detectan desviaciones. La calibración de las máquinas será efectuada por un laboratorio aprobado por la Secretaría, cada año como máximo si el número de especímenes ensayados es menor a 40 000; para

una cantidad mayor, la calibración debe efectuarse cada 40 000 pruebas. Se realizará una calibración inmediatamente después de que se efectúen reparaciones o ajustes en los mecanismos de medición, cada vez que se cambie de sitio o se tengan dudas acerca de la exactitud de los resultados, sin importar cuando se efectuó la última verificación.

D.1.3. Equipada con dos bloques sólidos de acero, para la aplicación de la carga, con superficie de contacto y una dureza Rockwell no menor de C-55. El bloque superior contará con asiento esférico y el otro será un bloque rígido sencillo, sobre el cual descansará el espécimen. Con excepción de los círculos concéntricos que se describen abajo, las superficies de apoyo no diferirán de un plano, en más de 0,025 mm en una longitud de 150 mm; para placas menores de 150 mm, la tolerancia en cuanto a su condición plana es de 0,025 mm. Es recomendable que para las placas nuevas se considere sólo la mitad de estas tolerancias.

D.1.3.1. El apoyo inferior puede ser la platina, si ésta es fácilmente desmontable y susceptible de rectificarse o un bloque adicional que puede o no estar fijo a la platina.

En caso de emplearse este bloque, cumplirá con los siguientes requisitos:

- Se rectificará cuando se requiera para conservar las condiciones específicas de sus superficies, las cuales serán paralelas entre sí; su dimensión horizontal menor será por lo menos 3% mayor que la longitud del espécimen por probar.
- Cuando el bloque inferior de apoyo se use para centrar el espécimen, el centro del bloque coincidirá con el centro de la cabeza esférica y se tendrá la precaución de que dicho bloque esté fijo a la platina.
- El bloque de apoyo inferior tendrá como mínimo 22,5 mm de espesor después de cualquier rectificación de superficies.

D.1.3.2. La placa superior de carga, con asiento esférico, cumplirá con los siguientes requisitos:

- Su diámetro máximo no excederá los valores indicados en la Tabla 1 de este Manual.

TABLA 1.- Diámetros de la placa superior de carga

Diámetros de los especímenes de prueba mm	Diámetro máximo de la placa mm
100	165
150	250
200	280

- El bloque de apoyo con asiento esférico puede tener caras cuadradas, siempre y cuando el diámetro del mayor círculo inscrito no exceda a los diámetros señalados en la Tabla 1 de este Manual; sin embargo, se aceptan máquinas con placa superior de carga de dimensiones mayores, si se garantiza el correcto acoplamiento a la base superior del espécimen por probar.
- El centro de la esfera coincidirá con el de la superficie de la cara de apoyo, con una tolerancia de $\pm 5\%$ del radio de la esfera. El diámetro de la esfera será equivalente, cuando menos al 75% del diámetro del espécimen por probar. Preferentemente, el área de contacto tendrá forma circular; mientras que la esfera y el soporte se diseñarán para que el acero en las áreas de contacto, no se deforme de manera permanente.
- La superficie curva del soporte y la porción esférica se conservarán limpias y se lubricarán con aceite mineral delgado y no con grasas lubricantes.

- La porción móvil del bloque de carga será sostenida cerca del asiento esférico; sin embargo, su diseño permitirá que la cara de apoyo pueda girar libremente por lo menos 4° en cualquier dirección.

D.2. DISPOSITIVO DE LECTURA DE CARGA

D.2.1. Dispositivo de carátula

- Provisto de una escala graduada con división mínima de 2 kN (204 kg). Es recomendable mantener la uniformidad de la graduación en la escala de toda la carátula. Además la carátula contará con una línea de referencia en cero y una graduación que inicie en forma progresiva, cuando menos en el 10% de su capacidad.
- Con una aguja indicadora, la cual tendrá longitud suficiente para coincidir con las marcas de graduación sin que el ancho de su extremo llegue a ser mayor que el claro libre entre dos graduaciones menores.
- Equipada cada carátula con una aguja de arrastre de la misma longitud que la aguja indicadora y un mecanismo para ajustar a la referencia en cero en caso de desviación.
- La separación mínima entre dos graduaciones, no será menor a 2 mm para realizar una lectura adecuada.

D.2.2. Dispositivo con sistema digital

Si el sistema de carga cuenta con un indicador digital, éste estará equipado con un dispositivo que registre la carga máxima aplicada.

D.3. BARRA O PLACA DE CARGA SUPLEMENTARIA

En caso de que el diámetro o la dimensión mayor de los bloques de carga superior o inferior, sea menor que la longitud del cilindro por probar, se puede utilizar una barra o placa como suplemento. Las barras o placas serán de acero, con caras planas y rectificadas con una tolerancia de 0,025 mm cuando se midan sobre cualquier línea de contacto con la superficie de carga. Tendrán un ancho mínimo de 50 mm y un espesor no menor que la distancia entre el borde de la placa de carga y el extremo libre del cilindro.

D.4. DISPOSITIVO PARA TRAZAR LÍNEAS DIAMETRALES

Formado por un canal de acero de aproximadamente 100 mm de ancho y 400 mm de longitud, con patines rectificadas para presentar sus orillas planas así como una pieza vertical perpendicular provista de una ranura al centro que sirve como guía al lápiz para marcar el cilindro, como se muestra en la Figura 1 de este Manual.

D.5. TIRAS PARA DISTRIBUIR LA CARGA

De madera (triplay), neopreno o similar, sin imperfecciones, con una longitud igual a la del cilindro de concreto o mayor, de 25 mm de ancho y 3 mm de espesor. Estas tiras se colocarán entre el espécimen y las platinas inferior y superior de carga de la máquina de prueba, o entre el cilindro y las barras o placas suplementarias. Las tiras para distribución de carga se desecharán después de cada prueba.

E. PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES

- E.1. La preparación de las probetas se hará de acuerdo con lo establecido en el Manual M-MMP-2-02-058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto*; estos especímenes cumplirán con las dimensiones, moldeo y curado establecidos para cilindros de concreto.

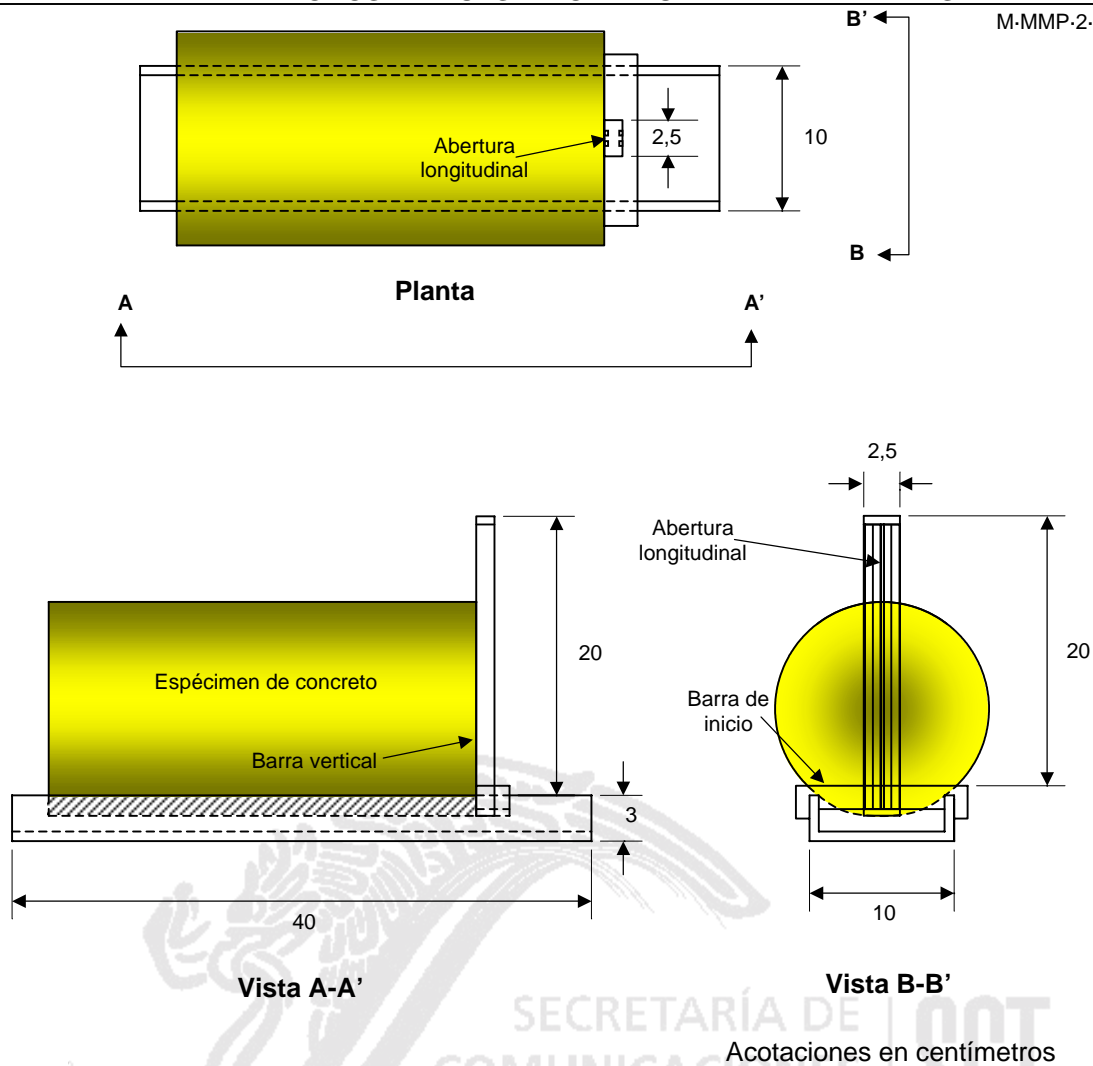


FIGURA 1.- Dispositivo para trazar líneas diametrales

- E.2.** En cada extremo del espécimen se dibuja una línea diametral que sirva como referencia, verificando que las líneas se dibujen sobre el mismo plano axial.
- E.3.** Se determina el diámetro del espécimen de prueba que se registra como d , con aproximación de 1 mm, calculándolo como el promedio de tres diámetros medidos cerca de los extremos y al centro del cilindro.
- E.4.** Se determina la longitud del cilindro, que se registra como l , con aproximación de 1 mm, calculándola como el promedio de por lo menos dos medidas tomadas en el plano, que contienen las líneas marcadas en los extremos.

F. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

- F.1.** Una de las tiras de carga se centra sobre la platina inferior, se coloca el cilindro en posición horizontal sobre la tira y se alinea, de tal forma que las líneas marcadas sobre los extremos estén verticales y centradas con relación a las tiras.
- F.2.** Posteriormente la segunda tira de carga se coloca longitudinalmente sobre el cilindro, centrándola también con relación a las líneas marcadas en los extremos.

- F.3.** Se verifica que todo el conjunto, una vez ensamblado, cumpla con lo indicado en las Fracciones anteriores, efectuando los ajustes pertinentes para satisfacer los requisitos de alineamiento, como se muestra en la Figura 2 de este Manual.

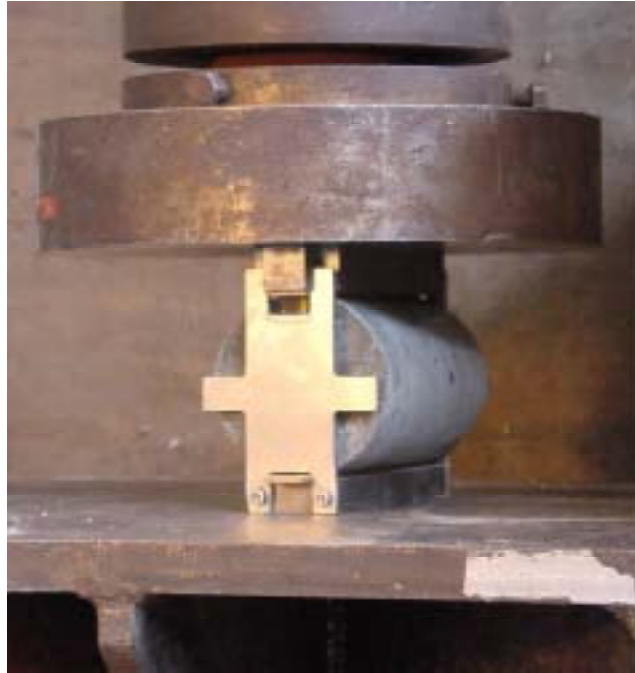


FIGURA 2.- Colocación del espécimen en la máquina para prueba

- F.4.** La carga se aplica en forma continua, sin impactos, a una velocidad constante, de tal manera que se logren esfuerzos de tensión por compresión diametral de 490 a 1 475 kPa/min (5 a 15 kg/cm²/min), hasta la falla del espécimen. Para cilindros de 15 x 30 cm, el rango de esfuerzos de tensión es de aproximadamente 481 a 1 471 kPa/min (4,90 a 15 kg/cm²/min).
- F.5.** Finalmente se registra la carga máxima aplicada P , indicada por la máquina de prueba en el momento de la falla, debiéndose observar y registrar el tipo de falla y la apariencia del concreto.

G. CÁLCULOS Y RESULTADOS

- G.1.** Se calcula y reporta como resultado de la prueba, la resistencia a la tensión por compresión diametral de los especímenes de concreto, utilizando la siguiente expresión:

$$T = \frac{20 P}{\pi l d}$$

Donde:

- T = Resistencia a la tensión por compresión diametral, (MPa)
- P = Carga máxima aplicada, (kN)
- l = Longitud promedio del espécimen, (cm)
- d = Diámetro promedio del espécimen, (cm)

- G.2.** El informe de los resultados incluirá, como mínimo, los siguientes datos:

- Clave de identificación del espécimen.
- Uso que se le dará al concreto

- Tipo de espécimen.
- Edad del espécimen.
- Historia del curado de los especímenes.
- Diámetro y altura en cm con aproximación a 1 mm.
- Carga de ruptura en kN.
- Descripción y tipo de la falla.
- Resistencia a la tensión por compresión diametral con aproximación de 10 kPa (0,1 kg/cm²).
- Descripción de la falla.
- Defectos observados en el espécimen.
- Nombre del operador o laboratorista que ejecutó la prueba.
- Fecha y hora de la prueba.
- Observaciones.

H. PRECAUCIONES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observarán las siguientes precauciones:

- H.1.** Que la prueba se realice lo más pronto posible en un lugar cerrado, limpio y libre de corrientes de aire y de cambios de temperatura que provoquen la alteración de las lecturas.
- H.2.** Que la carga se aplique con una aproximación de $\pm 3\%$.
- H.3.** Que no se reacomode o mueva el espécimen después de haber iniciado la aplicación de la carga.

I. CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS

NORMA	DESIGNACIÓN
Industria de la Construcción - Concreto - Determinación de la Resistencia a la Tensión por Compresión Diametral de Cilindros de Concreto	NMX-C-163-1997-ONNCCE