

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Febrero ■ 2011



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

Determinación de la finura de los cementantes hidráulicos

(Método de
permeabilidad
al aire)



42

SECCIÓN
COLECCIONABLE

Determinación de la finura de los cementantes hidráulicos (Método de permeabilidad al aire)

El objetivo y campo de aplicación de la Norma Mexicana NMX-C-056-1997-ONNCCE, radica en establecer el método de prueba bajo el cual es determinada la finura del cemento Portland en términos de la superficie específica medida en centímetros cuadrados por gramo o en metros cuadrados por kilogramo de cemento, usando el aparato de permeabilidad del aire de Blaine. Aunque el método de prueba ha sido usado para la determinación de finura de otros materiales, debe entenderse que, en general, las mediciones realizadas representan valores relativos de superficie específica más que valores absolutos de la misma. También es importante hacer notar que la publicación de esta versión editada de la norma no sustituye a la consulta de la norma en su totalidad.

Aparatos, materiales y equipo

Aparato de Blaine: El aparato de permeabilidad del aire de Blaine, consiste en un dispositivo que permite el paso de una cantidad definida de aire a través de una capa preparada de cemento de porosidad definida. El número y tamaño de los poros está en función del tamaño de las partículas, lo cual determina la velocidad con que el aire pasa a través de la capa de cemento.

Celda de permeabilidad:

La celda de permeabilidad debe consistir de un cilindro construido de acero inoxidable que no se amalgame con el mercurio. La parte superior de la celda deberá formar un ángulo recto con su eje principal. La parte inferior de la celda (cople macho) debe estar hecha para que ajuste herméticamente con la parte superior



del manómetro (cople hembra), de tal manera que el aire no salga entre las superficies de contacto. Además, deberá contar con un reborde, que deberá estar integrado a la celda, o estar firmemente sujeto a la parte inferior de la misma; tendrá la finalidad de sostener el disco de metal perforado. La celda debe tener en la parte superior, una ceja saliente que facilite el retiro de la celda del manómetro. Cabe decir que se ha encontrado que el acero inoxidable AISI tipo 303 (UNS con designación S30300) es el adecuado para la construcción de la celda y del émbolo.

Disco: El disco será construido de material no corrosivo, perforado con 30 a 40 agujeros de 1 mm de diámetro, distribuidos uniformemente sobre su área. Deberá quedar marcado en la parte central de uno de sus lados de una manera legible, de modo que permita al operador colocarlo siempre en la misma posición dentro de la celda.

La marca o inscripción no tocará ninguna de las circunferencias de los agujeros ni quedará en la superficie que descansa en el borde de la celda. El disco deberá quedar ajustado y cómodo al interior de la celda.

El émbolo: El émbolo debe estar construido de acero inoxidable, que no se amalgame con el mercurio, y se ajustará al interior de la celda. La parte inferior del émbolo debe ser plana con sus aristas a escuadra, formando ángulo recto con su eje principal, y debe tener una salida de aire, formada por una superficie plana colocada a lo largo del émbolo.

La parte superior del émbolo deberá estar provista con una ceja de tal manera que,



cuando el émbolo sea colocado en la celda, el cuello haga contacto con la parte superior de la misma.

Papel Filtro. El papel filtro deberá ser del mismo diámetro que el interior de la celda, con bordes lisos y de porosidad homogénea. Por su parte, el papel de retención medio, correspondiente al tipo 1, grado B, de las especificaciones federales para papel filtro de los Estados Unidos de América (UU-P-236), es una especificación que puede usarse para la selección del papel.



de viscosidad y densidad bajas, tal como el dibutilftalato (dibutil 1,2 benzenodicarboxilato) o un aceite mineral ligero.

El cronómetro: El cronómetro debe tener un mecanismo de paro y arranque y deberá permitir que se tomen las distintas lecturas.

Calibraciones

Muestra: La calibración del aparato se debe hacer empleando una muestra patrón. En el momento de la prueba, la muestra debe estar a la temperatura ambiente del recinto donde se efectúe.



Volumen de la capa de cemento compactado: Se debe determinar el volumen de la capa compactada de cemento por el método del mercurio desplazado. Coloque dos papeles filtros en la celda de permeabilidad; presione los bordes hasta abajo, usando un émbolo con un diámetro un poco más pequeño que el de la celda, hasta que los papeles filtros se asienten bien en el disco de metal perforado; después, llene la celda con mercurio grado reactivo QP, o mejor, removiendo cualquier burbuja de aire adherida a las paredes de la celda. Use unas pinzas pequeñas cuando manipule la celda, si la celda está hecha de material que forme amalgama como el mercurio, el interior de la celda deberá estar protegido por una muy delgada capa de aceite antes de la adición del mercurio.

Manómetro: El manómetro de tubo, en U, será construido de acuerdo al desafío indicado en la figura 1, usando un diámetro de pared estándar y tubería de vidrio. La parte superior de una de las ramas del manómetro debe ajustar herméticamente con la celda de permeabilidad. La rama del manómetro conectada a la celda de permeabilidad, tendrá una línea grabada alrededor del tubo en la parte inferior del brazo lateral -por la cual se realizará la succión en el manómetro; a partir de esta marca y hacia arriba, debe tener grabadas otras líneas.

La unión de las ramas del manómetro será en forma de U y quedará a una distancia específica la cual será medida desde la parte inferior del brazo lateral de succión, hasta la parte más baja del tubo en U. El brazo de succión lateral tendrá una válvula o abrazadera que haga cierre hermético. El manómetro deberá estar montado firmemente y de tal manera que los brazos queden verticales.

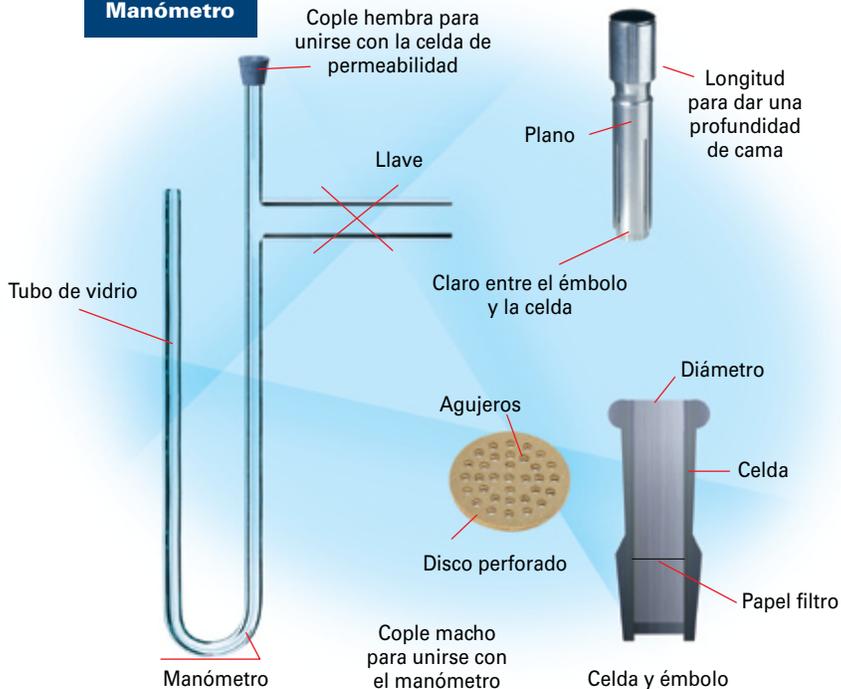
Líquido del manómetro: El manómetro deberá estar lleno hasta la marca inferior, con un líquido que no sea volátil ni higroscópico,

Nivele el mercurio con la cima de la celda por medio de presión ligera de una pequeña placa de vidrio, hasta que sea desplazado el mercurio excedente. Asegúrese de que no existan burbujas o vacíos entre la superficie del mercurio y la placa de vidrio. Retire el mercurio de la celda, péselo y anote su peso.

Retire uno de los papeles filtros de la celda e introduzca una cantidad de cemento, comprímalo con un filtro arriba y otro abajo de la muestra. En el espacio superior vacío, añada mercurio, retire el aire atrapado y nivele el mercurio como antes con la pequeña placa de vidrio; retire el mercurio de la celda, péselo y anote su peso. Cabe hacer notar dos cosas: que no es necesario usar la muestra estándar



Figura 1
Manómetro



para la determinación del volumen, y que la capa de cemento deberá estar firme. Si está demasiado suelta, o no se puede comprimir al volumen deseado, ajuste la cantidad de cemento empleado.

Calcule el volumen ocupado por el cemento en la celda: Haga al menos dos determinaciones del volumen de cemento, usando diferentes compactaciones para cada una. El valor del volumen del cemento utilizado para cálculos futuros, debe ser el promedio de dos valores obtenidos que concuerden.

Anote la temperatura en la cercanía de la celda, al principio y al final de la determinación.

Preparación de la muestra: Ponga el contenido de una ampollita de muestra de cemento estándar en un frasco y agite vigorosamente por dos minutos para dispersar el cemento y romper los grumos.

Déjelo reposar otros dos minutos sin quitar la tapa, luego retírela y agite suavemente para distribuir en la muestra la fracción fina que se deposita en la superficie después del reposo.

Peso de la muestra: El peso de la muestra estándar requerida para la calibración deberá ser la necesaria para producir una capa de cemento con una porosidad de 0.500 ± 0.005 . Conviene subrayar que la porosidad es la relación del volumen de poros en la capa de cemento entre el volumen total de la capa.

Preparación de la cama del cemento.

Coloque el disco perforado en el fondo de la celda, con la cara marcada hacia abajo. Coloque un papel filtro sobre el disco de metal y presione los bordes hacia abajo con un émbolo que tenga un diámetro ligeramente más pequeño que el de la celda, pese la cantidad de cemento determinada y colóquela en la celda; golpee los lados de la celda ligeramente para nivelar la cama de cemento, coloque un papel filtro encima del cemento y comprímalo con el émbolo hasta que el cuello del mismo esté en contacto con la parte superior de la celda. Con suavidad, saque el émbolo a una corta distancia y gírelo alrededor de 90° . Comprima nuevamente y sáquelo de manera suave. Es necesario usar un papel filtro nuevo en cada determinación.

Prueba de permeabilidad: Introduzca la celda de permeabilidad en el tubo del manómetro, teniendo la certeza de que la conexión sea hermética. Tenga cuidado de no sacudir o perturbar la capa de cemento preparada. Una pequeña porción de grasa deberá ser aplicada en el tubo esmerilado que une al manómetro con la celda.

La eficiencia de la prueba se puede determinar de la siguiente manera: después de que coloque la celda en el manómetro, aplique vacío para subir el líquido del manómetro; cierre la válvula y bloquee la parte superior de la celda para impedir el paso del aire. Cualquier caída continua del nivel del aceite en el manómetro indica una fuga en el sistema y habrá que intentar colocarla nuevamente hasta que el nivel quede quieto y así poder proseguir con la medición.

Suavemente evacúe el aire interno del tubo U hasta que el líquido alcance la marca superior. Después, cierre la válvula rápidamente. Encienda el cronómetro cuando la parte baja del menisco del líquido del manómetro alcance la segunda marca, la siguiente de la superior, y deténgalo cuando el menisco del líquido alcance la tercera marca; registre la lectura del tiempo del intervalo medido y anótelos en segundos. Registre la temperatura de la prueba en grados centígrados.

En la calibración del aparato haga al menos tres determinaciones del tiempo de escurrimiento con tres muestras preparadas por separado de la muestra estándar. La calibración deberá ser hecha por el mismo operador que haga las determinaciones de finura. Conviene anotar que la muestra puede ser dispersada y reusada para la preparación de la capa de prueba previniendo que sea mantenida



en un lugar seco, y todas las pruebas sean hechas dentro de cuatro horas después de abrir la ampolleta o el dispositivo que la contenga.

Recalibración

Los aparatos deberán recalibrarse en las siguientes condiciones:

En intervalos periódicos para corregir posibles desgastes en el émbolo o la celda de permeabilidad.

Si ocurre cualquier pérdida de líquido del manómetro.

Si existe un cambio en el tipo de papel.

Se recomienda preparar un estándar de finura secundario, con la finalidad de usarlo para verificar las determinaciones del aparato entre las calibraciones programadas con la muestra estándar.

Procedimiento

Temperatura del cemento: El cemento deberá estar a la temperatura del local donde se realice la prueba.

Tamaño de la muestra: El peso de muestra usada para la prueba será el mismo que el usado en la muestra estándar de la prueba de calibración, excepto en las determinaciones para el cemento Tipo III, o en otros tipos de cemento muy finos que, para este peso, ocupan un volumen mayor; lo que impide que, con la misma presión, la ceja del émbolo haga contacto con la celda; en este caso, el peso de la muestra será el requerido para producir una capa con una porosidad de $0,530 \pm 0,005$. Cuando este método sea empleado para materiales diferentes al cemento Portland o para una muestra de cemento Port-

land que requiera porosidades diferentes, la masa de la muestra debe ajustarse para conseguir una capa firme y dura por el proceso de compactación, de tal manera que se compacte con una presión normal ejercida por el pulgar, esto es, la muestra no será suficiente si la presión del pulgar es poca, y será demasiada si la presión ejercida no es suficiente para confinar la muestra al volumen deseado, notándose este efecto por el rebote del émbolo cuando la presión del pulgar cesa.

Preparación de la cama de cemento:

Prepare la cama de cemento de acuerdo con el método ya descrito.

Prueba de permeabilidad: Realice la prueba de permeabilidad de acuerdo con el método descrito anteriormente, excepto que sólo una determinación del tiempo de escurrimiento es suficiente en cada capa.

Cálculos

Calcule los valores de superficie de acuerdo a la Norma NMX-C-056-1997-ONNCCE.

Reporte

Para cementos Portland y cementos tipo Portland, reporte los resultados de una sola determinación en una sola capa. Para materiales de muy alta finura, con intervalos grandes de tiempos, reporte el promedio de dos pruebas cuyos resultados no difieran entre sí en más de un 2%, si no es así, descarte los valores y repita la prueba, hasta que se obtengan dos valores con una diferencia no mayor del 2%. Para calcular el valor de la superficie específica en m^2/kg se multiplica el área de la superficie en cm^2/g por el factor de 0.1. **C**

Bibliografía de la norma NMX-C-056:

NOM-008-SCFI-1993, "Sistema general de unidades de medida".

NMX-Z-013-1977, "Guía para la redacción y presentación de normas mexicanas".

Nota: Tomado de la Norma Mexicana NMX-C-056-1997- ONNCCE. "Industria de la construcción-Determinación de la finura de los cementantes hidráulicos (Método de permeabilidad al aire)", para promover la capacitación y el buen uso del cemento y del concreto. 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: 5663 2950, de México, DF.

