
NORMA CUBANA

NC

ASTM C 183: 2012
(Publicada por la ASTM en 2008)

**CEMENTO HIDRÁULICO — MÉTODO DE ENSAYO — TOMA Y
PREPARACIÓN DE MUESTRAS
(ASTM C 183: 2008, IDT)**

Hydraulic Cement — Test method — Taking and preparation of samples

ICS: 91.100.10

1. Edición Octubre 2012
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba.
Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio
Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

ASTM C 183: 2012

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 22 del Cemento, en el que están representadas las siguientes entidades:
 - Ministerio de la Construcción (MICONS)
 - Empresa de Tecnologías Industriales para la Construcción (TICONS)
 - Unión de Empresas de Asbesto Cemento
 - Ministerio de la Industria Básica (MINBAS)
 - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR)
 - Ministerio de Educación Superior (MES)
 - Grupo Azucarero (AZCUBA)
 - Centro Nacional de Envase y Embalaje
 - Poder Popular
 - Oficina Nacional de Normalización (ONN)
- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la versión en Inglés de la Norma Internacional ASTM C 183 – 08 *Standard Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement*.
- Se realizó cambio en el título para que el mismo se corresponda con las series regionales y nacionales existentes.
- Sustituye la norma NC 522:2007 *Cemento Hidráulico. Método de ensayo. Toma y preparación de muestras*.
- Consta de los Anexos A y B (Informativos).

© NC, 2012

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

0 Introducción

Presenta los cambios editoriales siguientes:

- En el Capítulo 2 se actualizan las Referencias Normativas.
- El Apartado 4.3 se sustituye la última oración por: No todo el cemento es vendido sobre la base de estos muestreos y ensayos.
- En el Apartado 4.4 se sustituye la palabra hechos por realizados.
- En el Apartado 5.1 se sustituye la palabra continuamente por continuo.
- En el Apartado 6.1 se sustituye la palabra hechos por realizados.
- El Apartado 6.3 se sustituye por cuando se haga realidad lo antes expuesto, el laboratorio de ensayo proveerá los resultados no antes que el número de días establecidos después del muestreo.

CEMENTO HIDRÁULICO — MÉTODO DE ENSAYO — TOMA Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS

1 Objeto

Esta Norma Cubana establece los procedimientos para el muestreo del cemento hidráulico y la determinación de la cantidad de las muestras a ensayar después que ha sido producido y está listo para ser ofertado a la venta.

Los valores establecidos en las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI) deberán ser considerados como la norma.

Esta Norma Cubana no pretende indicar todas las medidas de seguridad relacionadas, si hay alguna asociada a su uso. Es responsabilidad del usuario establecer medidas de seguridad y salud apropiadas, y determinar la aplicabilidad de estas regulaciones limitantes previamente al uso de esta norma.

2 Referencias Normativas

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. Para las no fechadas se toma en cuenta la última edición de la norma de referencia (incluyendo todas las enmiendas).

NC 95 Cemento Portland. Especificaciones

NC 96 Cemento con adición activa. Especificaciones

NC 97 Cemento de albañilería. Especificaciones

NC 98 Cemento resistente a los sulfatos. Especificaciones

NC 99 Cemento de moderado y bajo calor de hidratación. Especificaciones

NC 100 Cemento Portland de alta resistencia inicial. Especificaciones

NC 101 Cemento blanco. Especificaciones

NC 526 Cemento Hidráulico. Términos y definiciones (En revisión)

3 Términos y definiciones

A los fines de esta Norma, se aplican los términos y las definiciones siguientes:

3.1 lote

Cantidad específica de cemento que es sometida a inspección en un mismo tiempo. Un lote puede ser uno o más recipientes llenados consecutivamente. Un lote puede ser, también, el contenido de una o más unidades de transporte que representan una descarga del mismo recipiente de almacenamiento.

3.2 proporción de ensayos reducida

Programa de ensayo para tomar solamente dos muestras a ensayar, procedentes de un grupo de muestras obtenidas y preparadas para ensayar a una proporción normal según se describe en esta misma norma. El programa utiliza factores probabilísticos y está diseñado de modo que, cuando los resultados obtenidos de las dos muestras satisfacen los requerimientos del programa, puede considerarse con un 95% de confianza, que significa que menos de un 5 % de las muestras estarían fuera de los límites de la especificación.

4 Significación y uso

4.1 Los procedimientos de muestreo descritos son concebidos para usarlos en la obtención de muestras de cemento hidráulico después de que ha sido manufacturado y está listo para ofertarlo a la venta. No son procedimientos de muestreo planeados para los propósitos del control de calidad durante la producción. Los procedimientos esbozados prescriben que cantidad de muestras a ensayar y proveen una guía para el informe de conformidad o no conformidad de los cementos con los requisitos de las especificaciones de los clientes.

4.2 Esta práctica es referida como un procedimiento para el muestreo de los cementos de albañilería, cementos Portland, cementos hidráulicos mezclados y los cementos hidráulicos expansivos según las especificaciones NC 95, NC 96, NC 97, NC 98, NC 99, NC 100 y NC 101.

4.3 La mayoría de las especificaciones y recomendaciones para la construcción requieren que los cementos hidráulicos a ser usados en la obra, cumplan los requerimientos aplicables a las especificaciones relevantes del cliente, así como, las especificaciones NC 95, NC 96, NC 97, NC 98, NC 99, NC 100 y NC 101. Si la recomendación o la especificación requieren el muestreo del cemento manufacturado, las previsiones dadas en el Apartado 4.4 son aplicables. No todo el cemento es vendido sobre la base de estos muestreos y ensayos.

4.4 Los procedimientos contemplados en esta práctica deberán ser realizados por, o para, los compradores del cemento hidráulico quienes están usando una recomendación o una especificación que implica muestrear y ensayar para determinar si las muestras son conformes con las especificaciones relevantes para la aceptación. El ensayo es hecho usando métodos específicos para determinar si las muestras logran resultados de ensayo que cumplan las especificaciones, y los ensayos sirvan como bases para la aceptación o rechazo del lote del material muestreado.

4.5 Tampoco es planificado o requerido que todos los cementos sean ensayados usando todos los métodos de ensayo referidos en esta Norma Cubana.

5 Tipos y tamaños de las muestras y quienes las tomarán

5.1 Una muestra de cemento obtenida en una operación, de un transportador, de un silo, o de un embarque a granel, será denominada muestra puntual. Una muestra obtenida durante un intervalo de 10 min usando un dispositivo automático que hace un muestreo continuo en una corriente de cemento puede ser también denominada muestra puntual. Las muestras puntuales obtenidas a intervalos preestablecidos durante un período de tiempo pueden combinarse para formar una muestra compuesta representativa del cemento producido durante este período de tiempo.

5.2 Todas las muestras, ya sean puntuales o compuesta, deben tener una masa de al menos 5 kg.

5.3 El cliente puede designar a un representante para supervisar el muestreo, el envase, y el embarque de las muestras cuando es así especificado en el contrato de compra – venta.

5.4 Las muestras se envasarán en recipientes herméticos, a prueba de humedad, enumeradas consecutivamente en el orden en que son tomadas. El contrato de compra venta establecerá quién pagará los costos de muestreo, envase, embarque y el ensayo de las muestras.

NOTA: Los envases de cloruro de polivinilo, algunas veces, se ha encontrado que afectan la potencialidad de las muestras de cementos introductores de aire en las mezclas. Este mismo problema podría ser experimentado con envases hechos con otros plásticos.

6 Requerimientos de tiempo en la programación de los ensayos

6.1 Cuando los ensayos de los cementos hidráulicos son realizados en un laboratorio diferente al perteneciente del productor, el programa de muestreo del cemento, el tiempo de la transportación de las muestras, y el programa de ensayo de las mismas deberá ser coordinado entre el cliente, el productor y el laboratorio de ensayo, de modo que los resultados de los ensayos estarán disponibles cuando sean requeridos.

6.2 El productor hará que el cemento esté disponible para el muestreo y el ensayo suficientemente temprano, antes que el resultado sea necesitado, de modo que al menos se cumplan los intervalos de tiempo aplicables listados en el Apartado 6.3.

6.3 Cuando esto se haya hecho, el laboratorio de ensayo proveerá los resultados no antes que el número de días establecidos después del muestreo:

Ensayo	Intervalo de tiempo en días
Resistencia mecánica 1 día, análisis químico, finura, tiempo de fraguado y estabilidad de volumen.	8
Resistencia mecánica 3 días	10
Resistencia mecánica y calor de hidratación a los 7 días	14
Resistencia mecánica y calor de hidratación a los 28 días	35

7 Muestreo

El cemento puede ser muestreado por cualquiera de los métodos aplicables descritos en esta sección:

7.1 Del transportador que suministra al almacenamiento a granel: Tome una muestra puntual, que tenga una masa de por lo menos 5 kg y a un intervalo de 6 horas aproximadamente.

7.2 Muestreo de transferencia: Tome la muestra del cemento almacenado mientras es transferido de un silo a otro. Tome una muestra puntual de la corriente de transferencia por cada 360 Mg (360 t) de cemento, o una fracción de la misma, pero no tome menos de dos muestras puntuales y combínelas para hacer una muestra compuesta.

7.3 Cuando ninguno de los métodos anteriores es aplicable, y cuando sea autorizada por el cliente, las muestras pueden ser tomada por uno de los siguientes métodos:

7.3.1 Del punto de descarga del almacenamiento a granel

Extraiga cemento a través de la abertura de descarga en una corriente constante hasta que se complete la toma de la muestra. Estime la cantidad de cemento en Mg (t) que va a ser sacado por una abertura de descarga mediante la expresión $0,055 d^3 \times 0,2$ donde d es el espesor en metros del cemento sobre la abertura de descarga. Si se realiza el muestreo en un silo circular alto, tome todas las muestras de una sola abertura. Si la cantidad de cemento en el silo excede los 1 100 Mg (1 100 t) y se hace un muestreo en silos rectangulares bajos, las acciones de descarga realizadas en el muestreo deben ser tales que, el número de muestras represente más de la mitad del contenido del recipiente o más de 1 800 Mg (1 800 t) . Cuando se hace un muestreo en puntos de descarga de cemento almacenado a granel, mientras el cemento está fluyendo por las aberturas, tome muestras a intervalos tales que al menos dos muestras puntuales sean obtenidas por cada 360 Mg (360 t) en el silo.

7.3.2 Del almacenamiento a granel o del embarque a granel por medio de un tubo muestreador ranurado

Cuando la profundidad del cemento a muestrear no excede 2,1 m, obtenga las muestras usando un tubo muestreador ranurado diseñado para este fin. (Ver Figura 1). Debe tener entre 1,5 m y 1,8 m de largo y aproximadamente 35 mm de diámetro exterior, y consiste de dos tubos telescópicos de latón pulido con aberturas que se abren y cierran por rotación del tubo interior; el tubo exterior está provisto con una punta afilada para facilitar la operación. Tome las muestras de cemento en puntos bien distribuidos y varias profundidades, de manera tal que, las muestras tomadas representen el cemento implicado.

7.3.3 Del cemento ensacado por medio del tubo muestreador

Obtenga las muestras usando un tubo muestreador diseñado para hacer un muestreo en sacos. (Ver Figura 2). El tubo exterior es de latón y debe tener aproximadamente 520 mm de largo y 32 mm de diámetro. Tiene un hueco de aire, y un émbolo de madera dura con un largo de 210 mm. Inserte el muestreador diagonalmente en la válvula de la bolsa y sitúe el pulgar sobre el hueco de aire. Entonces saque el muestreador. Tome una muestra de un saco en cada 4,5 Mg (4,5 t) o una fracción de éstas.

7.3.4 Del embarque a granel de un carro o camión

a) Embarque simple

Si solamente un carro o camión está siendo cargado y la carga es continua y toda de la misma fuente, tome una muestra de 5 kg. Si no es continua o se desconoce, para formar la muestra de ensayo combine cinco o más porciones de diferentes puntos en la carga.

b) Embarque múltiple

Cuando el embarque consiste de varios carros o camiones cargados de la misma fuente y en el mismo día, muestre el cargamento a razón de una muestra por cada 90 Mg (90 t) de cemento, o una fracción de éstas, pero tome como mínimo dos muestras. Considere el cemento representado por tales muestras como un lote y ensaye las muestras de acuerdo con el método esbozado en el Capítulo 9.

7.4 Protección de las muestras

Cuando las muestras sean tomadas, se deberán situar directamente en recipientes herméticos, a prueba de humedad para evitar la absorción de humedad y la aireación de la muestra. Si las muestras son situadas en latas, llénela completamente y séllelas inmediatamente. Se podrán usar bolsas de papel multicapas a prueba de humedad, o bolsas de plástico, si son lo suficientemente fuertes para evitar las roturas, y de ser posible, se deberán cerrar y sellar inmediatamente después del llenado, de tal manera que, se elimine el exceso de aire y se evite la absorción de humedad y la aireación de las muestras. Las muestras serán tratadas como se describe en Capítulo 8 siguiente.

8 Preparación de las muestras

8.1 Antes del ensayo, cada muestra deberá pasar a través del tamiz 850 μm (No. 20), o cualquier otro tamiz que tenga los mismos tamaños de abertura, y antes de mezclar la muestra, rompa los grumos y elimine las materias extrañas. Decante los materiales extraños, y los grumos endurecidos, que no se rompan durante el tamizado o cepillado. Deberá almacenar el cemento en recipientes herméticos a prueba de humedad para evitar la aireación o absorción de humedad antes del ensayo.

Esquema del muestreador de cemento

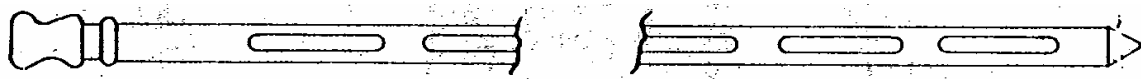


Figura 1 — Tubo muestreador ranurado
Largo: 1,5 - 1,8 m. Diámetro exterior: 35 mm

NOTA 1: Consiste de dos tubos telescópicos de latón pulido con aberturas que se abren y cierran por rotación del tubo interior; el tubo exterior está provisto con una punta afilada para facilitar la operación.

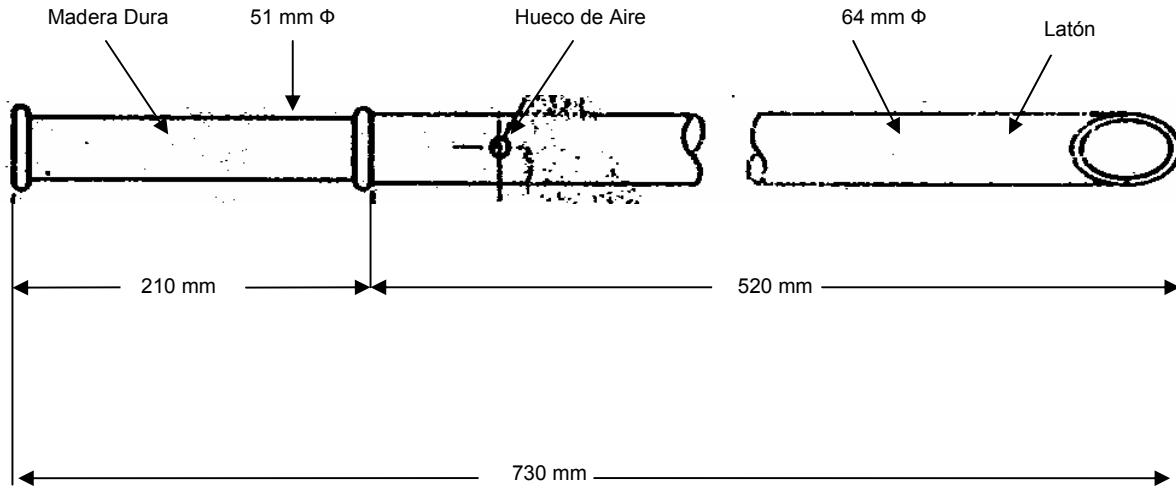


Figura 2 — Tubo muestreador para sacos
Largo: 520 mm. Diámetro interior: 32 mm. Largo del embolo: 210 mm

NOTA 2: El tubo exterior es de latón y tiene un hueco de aire, y un émbolo de madera dura.

9 Cantidad de muestras de ensayo

9.1 Generalidades

Cuando se requiera, el cliente especificará la cantidad de cada ensayo específico. Los ensayos se deberán hacer con muestras individuales o compuesta, escogidas como se especifica aquí en el Apartado 9.4. Haga sólo aquellos ensayos requeridos por la especificación aplicada.

9.2 Ensayo normal

Determine el número de muestras para ser ensayadas de acuerdo con la Tabla 1. La razón normal de ensayos será usada bajo las siguientes condiciones:

- 9.2.1 Antes de que la historia de la calidad sea establecida.
- 9.2.2 Cuando ninguna muestra de una molienda particular haya sido ensayada dentro de un año.
- 9.2.3 Cuando la historia de calidad está basada completamente sobre datos más viejos que dos años.
- 9.2.4 Cuando se estima necesario recalcular el límite crítico por causa de la evidencia de la pérdida de control mostrado por las gráficas de control del rango.

NOTA: Muestras puntuales tomadas en momentos inapropiados, tales como: inmediatamente después de reparaciones o ajustes de equipos de la producción, o desde lugares inadecuados, o desde la superficie del material en un carro, no reflejarán adecuadamente las propiedades del cemento, y por tanto, no deberán ser usadas como la base para la aceptación o rechazo de algún lote.

9.3 Ensayo reducido

Después de haber establecido la historia de la calidad, pruebe con la cantidad reducida de ensayos. Si los resultados de estos ensayos están en el rango crítico, haga unos ensayos adicionales hasta completar el número de ensayos correspondiente a la relación normal, como se muestra en la Tabla 1.

NOTA: Cuando la historia de la calidad indica que los resultados para un requerimiento dado estarán probablemente dentro el rango crítico, y haya una sustancial demora en la terminación de los ensayos que podría resultar de hacer algunos ensayos adicionales (por ejemplo, la resistencia a la compresión), sería más conveniente hacer los ensayos a un ritmo normal más que a un ritmo reducido.

9.4 Selección de las muestras de ensayo

Tome las muestras para ensayar de cada lote mediante algún método aleatorio. Se propone el siguiente método: Sitúe en un recipiente un grupo de marcadores enumerados consecutivamente en cantidad igual al número de muestras y mézclelos, entonces saque sucesivamente del recipiente un marcador enumerado cada vez hasta que la cantidad de marcadores sacados sea igual a la cantidad de muestras que deberán ser ensayadas según la razón normal. Si el ensayo es para ser hecho según el ritmo reducido, mezcle de nuevo los marcadores sacados anteriormente y tome de ellos dos. El número de identificación de los marcadores indica la identificación de la muestra a tomar.

Tabla 1 — Número de muestras por ensayo

Tamaño del lote / Número de muestras	Número de ensayos	
	Ritmo normal	Ritmo reducido
2	2	2
3	3	2
4 - 10	4	2
11 - 20	6	2
Sobre 20	8	2

9.5 Establecimiento de una historia de calidad y las cartas de control

9.5.1 Historia de calidad

La historia de la calidad representará el cemento de la misma fuente como el cemento a ser ensayado, y estará basada en datos de no más de 2 años. No habrá historia sin los resultados de ensayos de no menos de 40 muestras representativas de no menos de 7 lotes de cemento. Las muestras de ensayo serán conformes a las partes aplicables de este método. Un par serán dos muestras de ensayo del mismo lote, en secuencia numérica. Varios pares procedentes del mismo lote pueden ser usados cuando sea posible. Un número de muestras pareadas describiendo un lote grande puede ser reducida como sigue: de un grupo de muestras consecutivamente enumeradas describiendo el lote entero, seleccione un subgrupo mediante algún método aleatorio.

Haga una lista con los números que identifican el subgrupo en orden consecutivo, y paréelos en el orden de la lista. Calcule el rango (la diferencia entre los resultados de los ensayos del par) por cada par de resultado de ensayo. Calcule la división por el número de pares de la suma de los rangos para obtener el rango medio \bar{r} . Calcule el rango medio \bar{r} de cada propiedad física y química limitada por los requerimientos de las especificaciones.

9.5.2 Límites críticos

Calcule los límites críticos **C** de cada propiedad física y química limitada por los requerimientos de las especificaciones. Primero, multiplique el rango medio \bar{r} por el factor probabilística 2,49, esto resultará a un número que por conveniencia es llamado **d**. Si el requerimiento tiene una especificación en el límite máximo, obtenga **C** mediante la substracción de **d** de la especificación límite y, si hay una especificación en el límite mínimo, sume **d** a la especificación límite. Mantenga las cartas de la historia de la calidad.

NOTA 1: Los mejores estimados del rango \bar{r} y consecuentemente de **C** resultarán si los resultados de los ensayos no son redondeados. Por ejemplo, el resultado del análisis del SiO₂ de 21,78 % es preferible al valor redondeado de 21,8 %. Para la finura, el valor calculado de 3 243 es preferible al valor redondeado 3 240.

9.5.3 Carta de control de los rangos

Mantenga las cartas de control de los rangos para indicar cuando el límite crítico necesita ser recalculado. Multiplique el rango medio \bar{r} , como se obtuvo como en el Apartado 9.5.2, por el factor probabilístico 3,267 para obtener el límite de control superior para cada rango entre cada par consecutivo de los resultados de ensayos. En la escala horizontal de la carta habrá grupos sucesivos de dos, y en la escala vertical estará el rango. Cuando la carta de rangos indica pérdidas de control (puntos fuera del límite de control), el límite crítico **C** puede necesitar ser recalculado. La ocurrencia de dos puntos consecutivos fuera del límite superior de control del rango, o la ocurrencia de tres puntos fuera del límite superior de control en cualquier serie de cinco puntos consecutivos, puede ser la causa para recalcular el límite crítico. Cuando se hace necesario recalcular el límite crítico, suspenda los ensayos reducidos hasta que se establezca una nueva historia de la calidad.

NOTA 2: Ejemplos del cálculo de \bar{r} , **d**, historias de calidad y cartas de control son mostrados en la Tabla 2 y las Figura 3 y Figura 4. Las especificaciones límites usadas en estos ejemplos son hipotéticas.

9.6 Informe para los ensayos normales

Cuando el ensayo es hecho a un ritmo normal, reporte que el cemento cumple con las especificaciones si satisface los requisitos especificados, y se informará que falla en el cumplimiento de los requerimientos si no cumple cada uno de los requisitos especificados.

9.7 Informe para los ensayos reducidos

Cuando el ensayo es hecho al ritmo reducido, se informará que el cemento cumple los requisitos si el promedio de los resultados de los ensayos es mayor que el límite crítico del límite especificado. Si el promedio de los resultados para uno o varios requerimientos está entre los límites críticos y las especificaciones límite, ensaye muestras adicionales (en total igual al número de ensayos al ritmo normal) para ese requerimiento, y si en el completamiento de los ensayos adicionales, todos

los resultados satisfacen el requerimiento especificado, informará el cemento como conforme con las especificaciones. Reporte el cemento como que falla al satisfacer los requerimientos especificados si cualquiera de los resultados de los ensayos no es conforme con los requerimientos respectivos.

9.8 Cuando a un cemento es reportado como fallido en el cumplimiento del requerimiento especificado, ponga en el informe que requerimiento del cemento no cumple y el límite aplicable.

10 Conformidad y repetición del ensayo

10.1 Si cualquier resultado de ensayo no cumple los requerimientos de una especificación, el lote de cemento no será reportado como no cumplidor de la especificación hasta que este incumplimiento no sea confirmado por la repetición del ensayo descrito en el siguiente inciso.

10.2 Una repetición de ensayo debe ser una prueba adicional de cierta propiedad que se hace cuando el ensayo inicial de esa propiedad da lugar a un resultado no conforme con los requerimientos de la especificación. Una repetición de ensayo puede consistir de una determinación sencilla o de un conjunto de determinaciones replicadas.

10.3 Las repeticiones deben realizarse de acuerdo con las disposiciones de la especificación aplicable. Si no existen las disposiciones el siguiente procedimiento debe ser usado:

10.3.1 Haga la repetición sobre una porción de la misma muestra que fue utilizada para la prueba inicial. Use métodos de referencia siempre que estén establecidos para la determinación de la propiedad que requiere la repetición del ensayo, y en tal caso, use sólo los resultados obtenidos por métodos de referencia. Las repeticiones de ensayos deben consistir del mismo número de determinaciones requeridas para la muestra inicial o si existe una regulación de precisión interna del laboratorio la cual esté basado en un número específico de replicas (o sea, determinaciones duplicadas o triplicadas), el número de réplicas que se usará, será el de esta regulación. Si se requieren 2 o más determinaciones, el valor reportado será el promedio de los resultados que están dentro de los límites de precisión del método al 95% del nivel de confianza, como está establecido en la especificación aplicable o como es generalmente reconocido.

11 Palabras clave

11.1 cemento hidráulico; muestreo; ensayo

Tabla 2 — Datos de ensayos de resistencia y álcalis del cemento

Lote N°	Muestra N°	Álcalis %	Rango %	Resistencia 7 d MPa	Rango MPa
88	1	0,58	0,03	35,5	1,44
	13	0,61		37,0	
	17	0,57	0,02	32,2	0,86
	21	0,55		33,1	
91	1	0,55	0,00	32,0	1,95
	5	0,55		33,9	
	13	0,57	0,03	34,3	0,92
	21	0,54		35,2	
98	5	0,55	0,01	33,8	0,42
	13	0,56		34,2	
	17	0,56	0,00	35,4	0,92
	21	0,56		36,3	
106	5	0,42	0,03	35,6	1,44
	13	0,45		34,2	
	17	0,47	0,08	33,3	0,72
	21	0,39		32,6	
107	4	0,47	0,01	34,1	0,72
	8	0,46		34,8	
	12	0,40	0,01	32,3	1,44
	20	0,41		33,7	
111	4	0,45	0,01	36,1	0,80
	8	0,44		36,9	
	12	0,41	0,01	35,6	0,57
	20	0,40		36,2	
112	3	0,45	0,03	36,8	2,59
	7	0,48		34,2	
	15	0,48	0,01	34,5	0,80
	19	0,49		35,3	
113	2	0,49	0,03	34,0	0,92
	15	0,46		33,1	
	20	0,47	0,02	34,4	0,48
	24	0,49		34,0	
120	1	0,46	0,00	32,5	0,67
	6	0,46		33,2	
	11	0,46	0,00	32,2	0,92
	21	0,46		33,2	
123	6	0,46	0,01	36,6	0,26
	11	0,45		36,3	
	21	0,44	0,00	35,3	0,55
	26	0,44		35,8	
Total	40		0,34		19,39
Límite de especificación			0,60		30,0
ř			0,017		0,969
d = 2,49 ř			0,042		2,413
Límite crítico			0,60 - 0,042 = 0,558		30 + 2,4 = 32,4
3,267 ř			0,0555		3,17
Límite de control			0,056		3,2

ANEXO A
(Informativo)

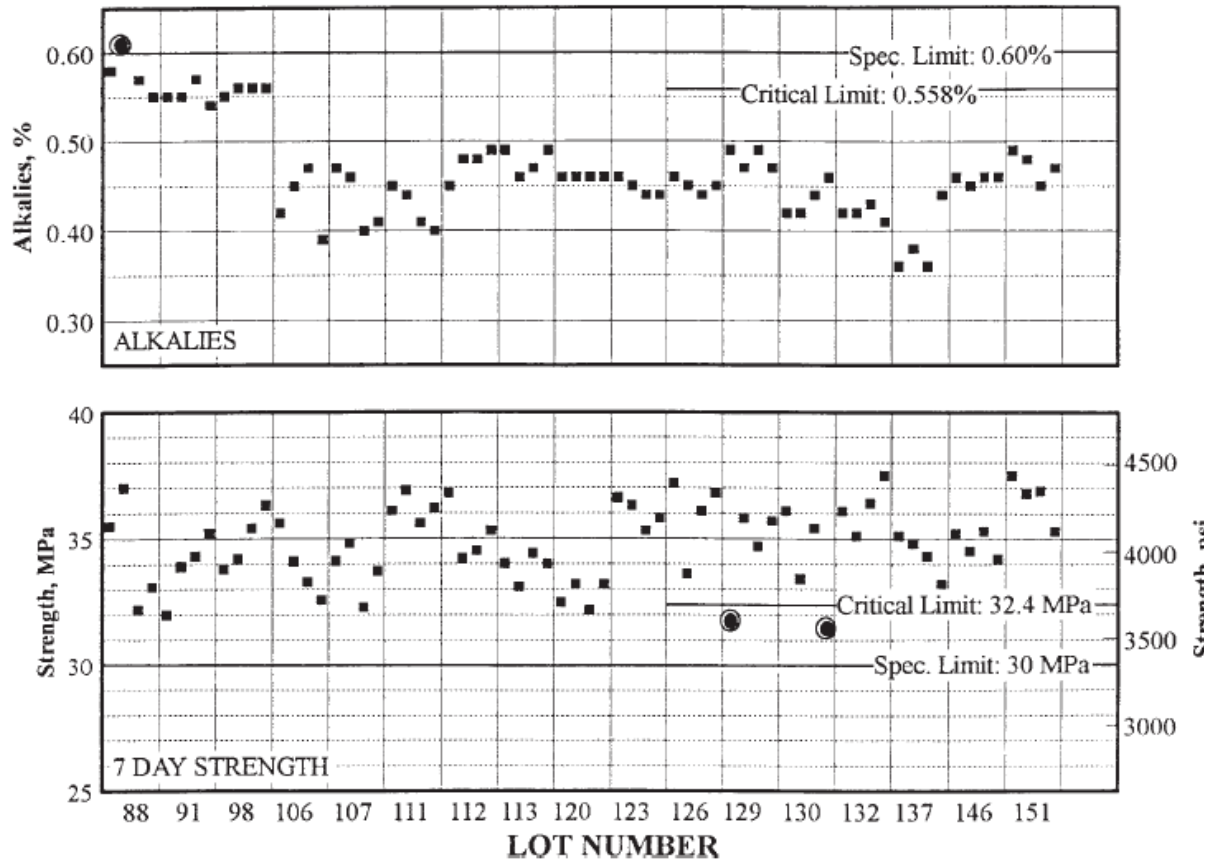


FIG. 3 Quality History Chart

ANEXO B
(Informativo)

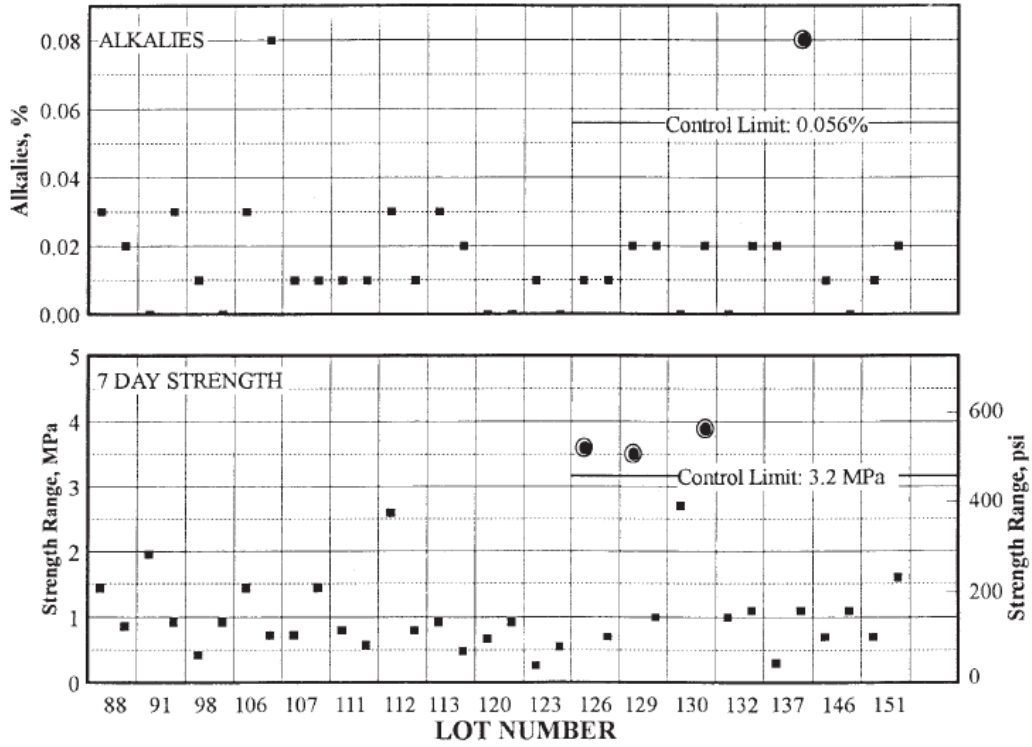


FIG. 4 Control Chart for Range

Bibliografia

[1] ASTM C 227 – 10 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement Aggregate Combinations (Mortar Bar Method).

[2] ASTM C 1012/C 1012M – 10 Standard Test Method for Length Change of Hydraulic Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution.