NORDOM 91-7:025

CT: 91-7

Coordinador: Pedro Moreta

Método de ensayo estándar para el análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos

ANTEPROYECTO

Advertencia

Este documento no es una Norma Nacional NORDOM. Se distribuye para su revisión y comentarios. Está sujeto a cambios sin previo aviso y no puede ser referido como un Estándar Internacional.

Los destinatarios de este borrador están invitados a enviar, con sus comentarios, la notificación de cualquier derecho de patente relevante del que tengan conocimiento y proporcionar documentación de respaldo.

Contenido

Prefacio iii

1 Objeto y campo de aplicación 1

1.1 Objeto 1

1.2 Campo de aplicación 1

2 Referencias normativas 1

3 Términos y definiciones 2

4 Resumen del Método de Ensayo 3

5 Resumen del Método de Ensayo 3

6 Aparatos 3

7 Muestreo 4

8 Procedimiento 5

9 Cálculo 9

10 Informe 11

11 Precisión y Sesgo 11

Bibliografia ..... ¡Error! Marcador no definido.

Prefacio

El Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL), es el organismo oficial que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas (NORDOM) a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC), Comisión del Codex Alimentarius (CCA), Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), representando a la Republica Dominicana ante estos Organismos.

La norma **NORDOM 91-7:025 Método de ensayo estándar para el análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos**, ha sido desarrollada por la Dirección de Normalización del Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL), siguiendo las reglas de la Directiva INDOCAL ISO/IEC parte 2 :2018: Principios y Reglas para la Estructura y Redacción de Documentos (OD-DNO-001) y el PR-DNO-002 Desarrollo, adopción y revisión de normas dominicanas (NORDOM) y otros documentos normativos.

El estudio de la citada norma estuvo a cargo del **Comité Técnico CTN 91-7 Hormigón y productos de hormigón,** integrado por representante de los sectores regulador, oficial, academia, privado y consumidor, quienes iniciaron su trabajo tomando como base la norma internacional **ASTM C136-19 Método de ensayo estándar para el análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos,** de la cual partió la propuesta a ser estudiada en el comité.

Dicha propuesta de norma fue aprobada como anteproyecto de norma por el comité técnico de trabajo, en la reunión **No. 03 de fecha 13 de septiembre del 2025**, y enviada a consulta pública por un período de 60 días.

Formaron parte del Comité Técnico, las entidades y personas naturales siguientes:

PARTICIPANTES:	**REPRESENTANTES:**
Noemí Pichardo	Cemento Progreso
Antonio Reyes Scarlet Jorge Peguero	Instituto Nacional de Protección a los Derechos del Consumidor (PROCONSUMIDOR)
Ányelo de la Rosa	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)
Elieser Ogando	Industrias Aguayo
Leisy Guillén	Industrias Bisonó
Karina Rodríguez	Cementos Cibao
Francisco Jiménez	Ministerio de la Vivienda y Edificaciones (MIVED)
Fabio Terrero Pedro Moreta	Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)

Método de ensayo estándar para el análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos

1 Objeto y campo de aplicación

1.1 Objeto

Esta norma tiene como objeto establecer un método de ensayo estándar para determinar la distribución del tamaño de las partículas en agregados finos y gruesos mediante tamizado en seco o húmedo, a fin de evaluar su conformidad con los requisitos de gradación establecidos para su uso en mezclas de concreto, asfalto u otras aplicaciones en la construcción.

1.2 Campo de aplicación

1.2.1 Este método de ensayo se aplica a todo tipo de agregados naturales, manufacturados o reciclados, tanto finos como gruesos, utilizados en obras civiles, construcción de pavimentos, fabricación de concreto y mezclas asfálticas. Es aplicable en laboratorios de control de calidad, producción y diseño de mezclas, permitiendo verificar que los materiales cumplan con las especificaciones técnicas exigidas por normas como ASTM C33 o proyectos particulares

1.2.2 Los valores indicados en unidades del Sistema Internacional (SI) o en unidades del sistema inglés (pulgadas-libra) deben considerarse de manera independiente como estándar. Los valores de cada sistema pueden no ser equivalentes exactos; por lo tanto, cada sistema debe usarse de forma independiente. Combinar valores de ambos sistemas puede resultar en incumplimiento de la norma.

NOTA Los valores indicados en unidades del Sistema Internacional (SI) o en unidades del sistema inglés (pulgadas-libra) deben considerarse de manera independiente como estándar. Los valores de cada sistema pueden no ser equivalentes exactos; por lo tanto, cada sistema debe usarse de forma independiente. Combinar valores de ambos sistemas puede resultar en incumplimiento de la norma.

1.2.3 Esta norma no pretende abordar todos los aspectos relacionados con la seguridad, si los hubiere, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad, salud y medio ambiente, así como determinar la aplicabilidad de las restricciones reglamentarias antes de su utilización.

1.2.4 Esta norma internacional fue desarrollada de conformidad con los principios internacionalmente reconocidos sobre normalización, establecidos en la Decisión sobre los Principios para la Elaboración de Normas Internacionales, Guías y Recomendaciones, emitida por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos se mencionan en el texto de tal manera que parte o todo su contenido constituye requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluidas las enmiendas).

NORDOM 100, Sistema internacional de unidades

NORDOM 670, Hormigón y productos de hormigón. Especificaciones de los Agregados para el hormigón.

ASTM C117, Método de ensayo para determinar los materiales más finos que el tamiz de 75 µm (No. 200) en agregados minerales mediante lavado.

ASTM C125, Terminología relativa al concreto y a los agregados para concreto.

ASTM C637, Especificación para los agregados para concreto de protección contra radiación.

ASTM C670, Práctica para la preparación de declaraciones de precisión y sesgo para métodos de ensayo de materiales de construcción.

ASTM C702, Práctica para la reducción de muestras de agregado al tamaño requerido para los ensayos.

ASTM D75, Práctica para el muestreo de agregados.

ASTM E11, Especificación para mallas de alambre tejidas para tamices de ensayo y tamices de prueba.

ASTHO AASHTO T 27, Método de ensayo estándar para el análisis granulométrico de agregados finos y gruesos mediante tamizado.

3 Términos y definiciones

Para la aplicación de esta norma se utilizarán los siguientes términos y definiciones:

3.1
Agregado
Material granular, como arena, grava, piedra triturada, escoria de alto horno de hierro u otros materiales similares, que puede usarse junto con materiales cementantes para formar concreto hidráulico o mortero, o utilizarse como un material de construcción independiente.

3.2
Agregado grueso
Agregado que queda predominantemente retenido en el tamiz de 4.75 mm (No. 4); o Aquella porción de un agregado que queda retenida en el tamiz de 4.75 mm (No. 4).

Nota 1: Las definiciones son alternativas que se aplican según las circunstancias. La definición (1) se utiliza para un agregado completo, ya sea en su condición natural o después del procesamiento. La definición (2) se aplica a una porción del agregado. Los requisitos para las propiedades y la gradación deben indicarse en la especificación correspondiente.

3.3
Agregado fino
(1) Agregado que pasa por el tamiz de 9.5 mm (3/8 in) y casi completamente por el tamiz de 4.75 mm (No. 4), y que queda predominantemente retenido en el tamiz de 75 µm (No. 200); o (2) Aquella porción de un agregado que pasa por el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y queda retenida en el tamiz de 75 µm (No. 200).

Nota 1: Las definiciones son alternativas que deben aplicarse según las diferentes circunstancias. La definición (1) se aplica a un agregado en su totalidad, ya sea en su condición natural o después del procesamiento. La definición (2) Se aplica a una porción del agregado. Los requisitos sobre propiedades y gradación deben establecerse en las especificaciones.

3.4
Análisis por tamizado
Proceso para separar partículas de un material en función de su tamaño, utilizando una serie de tamices de aberturas conocidas

3.5
Gradación
Distribución del tamaño de las partículas dentro de una muestra de agregado, normalmente expresada como el porcentaje que pasa por una serie de tamices estándar

3.6
Tamaño máximo de agregado
Abertura más pequeña de un tamiz a través de la cual se permite, pero no se requiere, que pase la totalidad del agregado

Nota 1: Las especificaciones sobre agregados usualmente estipulan una abertura de tamiz a través de la cual todo el agregado puede, pero no está obligado a, pasar, de manera que se permite que un pequeño porcentaje del agregado quede retenido en dicho tamiz

3.7
Tamaño nominal máximo de un agregado
Es el mayor tamaño de tamiz que permite el paso del agregado, pero por el que no más del 10 % del material queda retenido

Nota 1:Para cualquier otra definición de los términos utilizados en esta norma, consulte la norma de terminología NORDOM 635 o la ASTM C125.

4 Resumen del Método de Ensayo

Una muestra de agregado seco de masa conocida se separa mediante una serie de tamices con aberturas progresivamente más pequeñas, con el fin de determinar la distribución del tamaño de las partículas.

5 Resumen del método de ensayo

5.1 Este método de ensayo se utiliza principalmente para determinar la gradación de los materiales que se proponen para ser utilizados como agregados o que ya se están utilizando como tales. Los resultados se emplean para verificar el cumplimiento de la distribución del tamaño de las partículas con los requisitos especificados aplicables, y para proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de diversos productos de agregado y mezclas que contienen agregados. Los datos también pueden ser útiles para desarrollar relaciones relacionadas con la porosidad y el empaquetamiento (compactación) de las partículas.

5.2 La determinación precisa del material más fino que el tamiz de 75 µm (No. 200), no puede lograrse únicamente con este método de ensayo. Para determinar el material más fino que el tamiz de 75 µm (No. 200) mediante lavado, utilice el Método de Ensayo ASTM C117.

6 Aparatos

6.1 Balanzas: Las balanzas o básculas utilizadas en el ensayo de agregados finos y gruesos deben tener la legibilidad y precisión siguientes:

6.1.1 Para agregado fino, deben ser legibles hasta 0.1 g y precisas hasta 0.1 g o el 0.1 % de la carga de ensayo, lo que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.

6.1.2 Para agregado grueso, o mezclas de agregado fino y grueso, deben ser legibles y precisas hasta 0.5 g o el 0.1 % de la carga de ensayo, lo que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.

6.2 Tamices: La malla del tamiz debe estar montada sobre marcos resistentes, construidos de manera que se evite la pérdida de material durante el tamizado. La malla del tamiz y los marcos estándar deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM E11. Los marcos de tamices no estándar deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM E11, en lo que corresponda.

NOTA Se recomienda utilizar tamices montados en marcos de diámetro mayor al estándar de 203.2 mm [8 in.] para el ensayo de agregados gruesos, con el fin de reducir la posibilidad de sobrecargar los tamices. Véase el apartado 8.3.

6.3 Tamizadora mecánica: Si se utiliza un dispositivo de tamizado mecánico, este debe generar un movimiento en los tamices que provoque que las partículas salten, rueden o se giren de modo que se presenten en diferentes orientaciones sobre la superficie de tamizado. La acción de tamizado debe ser tal que se cumpla el criterio de eficacia del tamizado descrito en el apartado 8.4, en un período de tiempo razonable.

NOTA Se recomienda el uso de una tamizadora mecánica cuando el tamaño de la muestra sea de 20 kg o más, aunque también puede utilizarse con muestras más pequeñas, incluyendo agregados finos. Un tiempo excesivo (más de aproximadamente 10 minutos) para lograr un tamizado adecuado puede causar degradación de la muestra. La misma tamizadora mecánica puede no ser práctica para todos los tamaños de muestra, ya que una gran superficie de tamizado, necesaria para el análisis de agregados gruesos de gran tamaño nominal, podría resultar en pérdida de parte de la muestra si se utiliza con muestras pequeñas de agregado grueso o con agregado fino.

7 Muestreo

7.1 El agregado debe muestrearse conforme a la norma ASTM D75. El tamaño de la muestra de campo debe ser la cantidad indicada en la norma ASTM D75, o cuatro veces la cantidad requerida en los apartados 7.4 y 7.5 (excepto según se modifique en 7.6), lo que sea mayor.

7.2 Mezcle completamente la muestra y reduzca su cantidad a un volumen adecuado para el ensayo, utilizando los procedimientos aplicables descritos en la norma ASTM C702. La muestra para el ensayo debe tener aproximadamente la cantidad deseada en estado seco y debe ser el resultado final del proceso de reducción. No se permite reducir la muestra hasta alcanzar una cantidad predeterminada exacta.

NOTA Cuando el análisis granulométrico, incluyendo la determinación del material que pasa la malla de 75 µm, sea la única prueba propuesta, el tamaño de la muestra puede reducirse en el campo para evitar el envío de cantidades excesivas de material adicional al laboratorio.

7.3 Agregado fino: El tamaño de la muestra de ensayo, después del secado, deberá ser de 300 g como mínimo.

7.4 Agregado grueso: El tamaño de la muestra de ensayo de agregado grueso deberá cumplir con lo contenido en el siguiente cuadro:

Tamaño máximo nominal, Aberturas cuadradas, mm (in.)	Tamaño de la muestra de ensayo, mínimo, kg [lb]
9.5 (3/8)	1 [2]
12.5 (1/2)	2 [4]
19.0 (3/4)	5 [11]
25.0 (1)	10 [22]
37.5 (11/2)	15 [33]
50 (2)	20 [44]
63 (21/2)	35 [77]
75 (3)	60 [130]

90 (31/2)	100 [220]
100 (4)	150 [330]
125 (5)	300 [660]

7.5 Mezclas de agregados gruesos y finos: El tamaño de la muestra de ensayo de mezclas de agregados gruesos y finos deberá ser el mismo que el indicado para el agregado grueso en 7.4.

7.6 Muestras de agregado grueso de gran tamaño: El tamaño de la muestra requerido para agregados con un tamaño máximo nominal de 50 mm [2 in.] o mayor es tal que impide una reducción y ensayo convenientes de la muestra como una unidad, salvo que se utilicen separadores mecánicos grandes y agitadores de tamices. Como opción, cuando no se disponga de dicho equipo, en lugar de combinar y mezclar los incrementos de muestra y luego reducir la muestra de campo al tamaño de ensayo, realice el análisis granulométrico sobre varios incrementos de muestra aproximadamente iguales, de modo que la masa total ensayada cumpla con el requisito de 7.4.

7.7 En caso de que se deba determinar la cantidad de material que pasa la malla de 75 µm (No. 200) mediante el Método de Ensayo C117, proceda de la siguiente manera:

7.7.1 Para agregados con un tamaño máximo nominal de 12.5 mm [1/2 in.] o menor, utilice la misma muestra de ensayo tanto para el Método de Ensayo ASTM C117 como para este método de ensayo. Primero, ensaye la muestra conforme al Método de Ensayo ASTM C117 hasta la operación final de secado; luego, tamice en seco la muestra según lo estipulado en los apartados 8.2 a 8.7 de este método de ensayo.

7.7.2 Para agregados con un tamaño máximo nominal mayor de 12.5 mm [1/2 in.], utilice una sola muestra de ensayo como se describe en 7.7.1, o, de forma opcional, utilice muestras de ensayo separadas para el Método de Ensayo ASTM C117 y para este método de ensayo.

7.7.3 Cuando las especificaciones requieran la determinación de la cantidad total de material que pasa la malla de 75 µm mediante lavado y tamizado en seco, utilice el procedimiento descrito en 7.7.1.

8 Procedimiento

8.1 Seque la muestra hasta masa constante a una temperatura de 110 ± 5 °C [230 ± 10 °F].

NOTA Para fines de control, especialmente cuando se desean resultados rápidos, generalmente no es necesario secar el agregado grueso para el ensayo de análisis granulométrico, ya que los resultados se ven poco afectados por el contenido de humedad, salvo que el tamaño máximo nominal sea menor a aproximadamente que 12.5 mm (1/2 in.), que el agregado contenga una cantidad considerable de material más fino que 4.75 mm (No. 4), o que el agregado sea altamente absorbente, como un agregado liviano. Además, las muestras pueden secarse a temperaturas más altas, como las asociadas al uso de placas calefactoras, sin afectar los resultados, siempre que el vapor escape sin generar presiones que fracturen las partículas y que las temperaturas no sean tan elevadas como para causar descomposición química del agregado.

8.2 Seleccione tamices con aberturas adecuadas para proporcionar la información requerida por las especificaciones aplicables al material que se va a ensayar. Utilice tamices adicionales según se desee o sea necesario para obtener otra información, como el módulo de finura, o para controlar la cantidad de material retenido en un tamiz. Coloque los tamices en orden descendente de tamaño de abertura, desde arriba hacia abajo, y deposite la muestra en el tamiz superior. Agite los tamices manualmente o con un equipo mecánico durante un período suficiente, establecido mediante prueba o verificado por medición sobre la muestra real de ensayo, para cumplir con el criterio de adecuación del tamizado descrito en 8.4.

8.3 Limite la cantidad de material en un tamiz determinado de manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación de tamizado. Para los tamices con aberturas menores de 4.75 mm (No. 4), la cantidad retenida al finalizar el tamizado no debe

exceder los 7 kg/m^2 de superficie de tamizado (Nota 8.3.1.3). Para tamices con aberturas de 4.75 mm (No. 4) o mayores, la cantidad retenida en kilogramos no debe exceder el producto de 2.5 × (abertura del tamiz, mm × área efectiva de tamizado, m^2). Esta cantidad se muestra en la Tabla 1 para cinco dimensiones comunes de marcos de tamices. En ningún caso la cantidad retenida debe ser tan grande como para causar deformación permanente en la malla del tamiz.

8.3.1 Evite la sobrecarga de material en un tamiz individual utilizando uno de los siguientes métodos:

8.3.1.1 Inserte un tamiz adicional con una abertura de tamaño intermedio entre el tamiz que podría sobrecargarse y el tamiz inmediatamente superior a este en el conjunto original de tamices.

8.3.1.2 Divida la muestra en dos o más porciones, tamizando cada porción por separado. Combine las masas de las distintas porciones retenidas en un tamiz específico antes de calcular el porcentaje de la muestra retenido en dicho tamiz.

8.3.1.3 Utilice tamices con un marco de mayor tamaño que proporcionen una mayor superficie de tamizado.

NOTA Los 7 kg/m^2 equivalen a 200 g para el tamiz usual de 203 mm [8 pulgadas] de diámetro (con un diámetro efectivo de superficie de tamizado de 190.5 mm [7.5 in.]).

8.4 Continúe el tamizado durante un período suficiente y de tal manera que, al finalizar, no más del 1 % en masa del material retenido en cualquier tamiz individual pase a través de ese tamiz durante 1 minuto de tamizado manual continuo, realizado de la siguiente forma:

8.4.1 Sostenga el tamiz individual, provisto de una bandeja ajustada en la parte inferior y una tapa, en una posición ligeramente inclinada con una mano.

8.4.2 Golpee con fuerza y con un movimiento ascendente el costado del tamiz contra el talón de la otra mano a una velocidad de aproximadamente de 150 golpes por minuto, girando el tamiz aproximadamente un sexto de vuelta cada 25 golpes.

8.4.3 Al determinar la suficiencia del tamizado para tamaños mayores que el tamiz de 4.75 mm (No. 4), limite el material en el tamiz a una sola capa de partículas.

8.4.4 Si el tamaño de los tamices montados para el ensayo hace que el movimiento descrito sea impráctico, utilice tamices de 203 mm [8 in.] de diámetro para verificar la suficiencia del tamizado.

8.5 En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, consulte 8.3.1 para evitar la sobrecarga de los tamices individuales.

8.5.1 Opcionalmente, reduzca la porción más fina que la malla de 4.75 mm (No. 4) utilizando un divisor mecánico conforme a la norma ASTM C702. Si se sigue este procedimiento, calcule la masa de cada fracción por tamaño de la muestra original de la siguiente manera:

$A = (W1 / W2) \times B$

Donde:

A = masa de la fracción por tamaño con base en la muestra total

W_1 = masa de la fracción más fina que la malla de 4.75 mm (No. 4) en la muestra total

W_2 = masa de la porción reducida del material más fino que la malla de 4.75 mm (No. 4) que fue realmente tamizada

B = masa de la fracción por tamaño en la porción reducida tamizada

8.6 A menos que se utilice un agitador de tamices mecánico, tamice manualmente las partículas mayores de 75 mm [3 in.] determinando la abertura más pequeña del tamiz por la que pueda pasar cada partícula. Comience la prueba con el tamiz de menor abertura que se va a utilizar. Rote las partículas, si es necesario, para determinar si pasan a través de una abertura en particular; sin embargo, no fuerce las partículas para que pasen por una abertura.

8.7 Determine la masa de cada fracción por tamaño utilizando una balanza que cumpla con los requisitos especificados en 5.1, con una aproximación del 0.1 % respecto a la masa seca total original de la muestra. Compare la masa total del material después del tamizado con la masa original seca colocada en los tamices. Si las cantidades difieren en más de un 0.3 % (basado en la masa seca original), no utilice los resultados con fines de aceptación.

8.8 Si la muestra ha sido previamente ensayada mediante el Método de Ensayo ASTM C117, sume la masa de material más fino que la malla de 75 µm (No. 200) determinada por ese método a la masa que pasa la malla de 75 µm (No. 200) por tamizado en seco de la misma muestra en este método de ensayo.

Tabla 1— Cantidad máxima permitida de material retenido en un tamiz, kg [lb]

Tamaño de la abertura del tamiz, mm	Dimensiones nominales del tamiz[A]				
	Diámetro [8 in.][B]	Diámetro [10 in.][B]	Diámetro [12 in.][B]	[14 in. × 14 in.]	[14.5-in. x 23-in.]
	Área de tamizado, m²[ft²]				
	0.0285 [0.3]	0.0457 [0.5]	0.0670 [0.7]	0.1225 [1.3]	0.2158 [2.3]
125	C	C	C	C	67.4 [148 ½]
100	C	C	C	30.6 [67 ½]	53.9 [118 ¾]
90	C	C	15.1 [33 ¼]	27.6 [60 ¾]	48.5 [106 ¾]
75	C	8.6 [19]	12.6 [27 ¾]	23.0 [50 ¾]	40.5 [89 ¼]
63	C	7.2 [15 ¾]	10.6 [23 ¼]	19.3 [42 ½]	34.0 [75]
50	3.6 [8]	5.7 [13]	8.4 [18 ½	15.3 [33 ¾]	27.0 [59 ½]
37.5	2.7 [6]	4.3 [9 ½]	6.3 [13 ¾]	11.5 [25 ¼]	20.2 [44 ½]
25.0	1.8 [4]	2.9 [6 ½]	4.2 [9 ¼]	7.7 [17]	13.5 [29 ¾]
19.0	1.4 [3]	2.2 [4 ¾]	3.2 [7 ½]	5.8 [12 ¾]	10.2 [22 ½]
12.5	0.89 [2]	1.4 [3]	2.1 [4 ¾]	3.8 [8 ¼]	6.7 [14 ¾]
9.5	0.67 [1 ½]	1.1 [2 ½]	1.6 [3 ½]	2.9 [6 ¼]	5.1 [11 ¼]
4.75	0.33 [¾]	0.54 [1 ¼]	0.80 [1 ¾]	1.5 [3 ¼]	6.7 [14 ¾]

[A] Dimensiones del marco del tamiz en unidades de pulgadas: 8.0 pulgadas de diámetro; 10,0 pulgadas de diámetro; 12.0 pulgadas de diámetro; 13.8 por 13.8 pulgadas (14 por 14 pulgadas nominales); 14.6 por 22.8 pulgadas (16 por 24 pulgadas nominales).

[B] El área útil de tamizado para marcos de tamices redondos se basa en un diámetro efectivo de 12.5 mm [1⁄2 in.] menor que el diámetro nominal del marco, ya que la norma ASTM E11 permite que el sellador entre la malla del tamiz y el marco se extienda 6.5 mm [1⁄4 in.] sobre la malla del tamiz. Por lo tanto, el diámetro efectivo de tamizado para un tamiz de 203 mm [8.0 in.] de diámetro nominal es de 190.5 mm [7.5 in.]. Algunos fabricantes producen tamices cuyo sellador no invade totalmente los 6.5 mm [1⁄4 in.] de la malla.

[C] Los tamices indicados tienen menos de cinco aberturas completas. No deben usarse para ensayos de tamizado, excepto según lo dispuesto en el apartado 8.6.

9 Cálculo

9.1 Calcule los porcentajes que pasan, los porcentajes totales retenidos o los porcentajes en diversas fracciones de tamaño con una aproximación de 0.1 %, sobre la base de la masa total de la muestra seca inicial. Si la misma muestra de ensayo fue previamente ensayada según el Método de Ensayo ASTM C117, incluya la masa del material más fino que el tamiz de 75 µm (No. 200) obtenida por lavado en el cálculo del análisis por tamizado; y utilice la masa total de la muestra seca antes del lavado en el Método de Ensayo C117 como base para calcular todos los porcentajes.

9.1.1 Cuando los incrementos de muestra se ensayen según lo dispuesto en 7.6, sume las masas de las porciones de los incrementos retenidos en cada tamiz, y utilice estas masas para calcular los porcentajes conforme a lo indicado en 9.1.

9.2 Calcule el módulo de finura, cuando se requiera, sumando los porcentajes totales de material en la muestra que es más grueso que cada uno de los siguientes tamices (porcentajes acumulados retenidos), y dividiendo la suma entre 100:

150 µm (No. 100), 300 µm (No. 50), 600 µm (No. 30), 1.18 mm (No. 16), 2.36 mm (No. 8), 4.75 mm (No. 4), 9.5 mm (3/8 in.), 19.0 mm (3/4 in.), 37.5 mm (1/2 in.) y tamices mayores, incrementados en razón de 2 a 1.

Tabla 2— Precisión

	Porcentaje total de material que pasa		**Desviación Estándar (1s), %[A]**	**Rango Aceptable entre dos Resultados (d2s), %[A]**
Agregado Grueso:[B] Precisión de un solo operador	<100	≥ 95	0.32	0.9
	<95	≥ 85	0.81	2.3
	<85	≥ 80	1.34	3.8
	<80	≥ 60	2.25	6.4
	<60	≥ 20	1.32	3.7
	<20	≥ 15	0.96	2.7
	<15	≥ 10	1.00	2.8
	<10	≥ 5	0.75	2.1
	<5	≥ 2	0.53	1.5
	<2	> 0	0.27	0.8
	<100	≥ 95	0.35	1.0
	<95	≥ 85	1.37	3.9
	<85	≥ 80	1.92	5.4
	<80	≥ 60	2.82	8.0

Precisión entre laboratorios	<60	≥ 20	1.97	5.6
	<20	≥ 15	1.60	4.5
	<15	≥ 10	1.48	4.2
	<10	≥ 5	1.22	3.4
	<5	≥ 2	1.04	3.0
	<2	> 0	0.45	1.3

[A] Estos valores representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s) descritos en la norma ASTM C670.
[B] Las estimaciones de precisión se basan en agregados con un tamaño máximo nominal de 19.0 mm (3/4 in.)

Tabla 2— Precisión. Continuación

TABLA 3— Datos de Precisión para Muestras de Ensayo de 300 g y 500 g

	Porcentaje total de material que pasa		**Desviación Estándar (1s), %[A]**	**Rango Aceptable entre dos Resultados (d2s), %[A]**
Agregado Fino: Precisión de un solo operador	<100	≥ 95	0.26	0.7
	<95	≥ 60	0.55	1.6
	<60	≥ 20	0.83	2.4
	<20	≥ 15	0.54	1.5
	<15	≥ 10	0.36	1.0
	<10	≥ 2	0.37	1.1
	<2	> 0	0.14	0.4
Precisión entre laboratorios	<100	≥ 95	0.23	0.6
	<95	≥ 60	0.77	2.2
	<60	≥ 20	1.41	4.0
	<20	≥ 15	1.10	3.1
	<15	≥ 10	0.73	2.1
	<10	≥ 2	0.65	1.8
	<2	> 0	0.31	0.9

[A] Estos valores representan, respectivamente, los límites (1s) y (d2s) descritos en la práctica ASTM C670.

TABLA 3— Datos de Precisión para Muestras de Ensayo de 300 g y 500 g

Muestra de aptitud de agregado fino				**Dentro del laboratorio**		**Entre laboratorios**	
Resultado del ensayo	**Tamaño de la muestra**	**Número de laboratorios**	**Promedio**	**1s**	**d2s**	**1s**	**d2s**
Método de Ensayo ASTM C136 / AASHTO N.º T 27. Material total que pasa por el tamiz de 4,75 mm (N.º 4) (%)	500 g 300 g	285 276	99.992 99.990	0.027 0.021	0.066 0.060	0.037 0.042	0.104 0.117
Material total que pasa por el tamiz de 2,36 mm (N.º 8) (%)	500 g 300 g	281 274	84.10 84.32	0.43 0.39	1.21 1.09	0.63 0.69	1.76 1.92

Material total que pasa por el tamiz de 1,18 mm (N.º 16) (%)	500 g 300 g	286 272	70.11 70.00	0.53 0.62	1.49 1.74	0.75 0.76	2.10 212
Material total que pasa por el tamiz de 600 µm (N.º 30) (%)	500 g 300 g	287 276	48.54 48.44	0.75 0.87	2.10 2.44	1.33 1.36	3.73 3.79
Material total que pasa por el tamiz de 300 µm (N.º 50) (%)	500 g 300 g	286 275	13.52 13.51	0.42 0.45	1.17 1.25	0.98 0.99	2.73 2.76
Material total que pasa por el tamiz de 150 µm (N.º 100) (%)	500 g 300 g	287 270	2.55 2.52	0.15 0.18	0.42 0.52	0.37 0.32	1.03 0.89
Material total que pasa por el tamiz de 75 µm (N.º 200) (%)	500 g 300 g	278 266	1.32 1.30	0.11 0.14	0.32 0.39	0.31 0.31	0.85 0.85

10 Informe

10.1 Dependiendo del formato de las especificaciones para el uso del material bajo ensayo, el informe deberá incluir lo siguiente:

10.1.1 Porcentaje total de material que pasa por cada tamiz, o

10.1.2 Porcentaje total de material retenido en cada tamiz, o

10.1.3 Porcentaje de material retenido entre tamices consecutivos.

10.2 Los porcentajes deben informarse al número entero más cercano, excepto si el porcentaje que pasa por el tamiz de 75 µm (No. 200) es menor del 10 %, en cuyo caso se informará con una aproximación de 0.1 %.

10.3 El módulo de finura, cuando se requiera, debe informarse con una aproximación de 0.01.

11 Precisión y Sesgo

11.1 Precisión: Las estimaciones de precisión para este método de ensayo se presentan en la Tabla 2. Estas estimaciones se basan en los resultados del programa de muestras de comparación del laboratorio de referencia de materiales de AASHTO, con ensayos realizados conforme al método de ensayo ASTM C136 y la norma AASHTO T 27. Los datos se basan en el análisis de los resultados de ensayo de entre 65 y 233 laboratorios que ensayaron 18 pares de muestras de comparación de agregados gruesos, y entre 74 y 222 laboratorios que ensayaron 17 pares de muestras de comparación de agregados finos (Muestras No. 21 al 90). Los valores en la tabla se dan para distintos rangos de porcentaje total de agregado que pasa por un tamiz.

11.1.1 Los valores de precisión para el agregado fino en la Tabla 2 están basados en muestras de ensayo nominales de 500 g. La revisión de este método de ensayo en 1994 permite que la muestra de ensayo de agregado fino sea de un mínimo de 300 g. El análisis de los resultados de los ensayos con muestras de 300 g y 500 g de las muestras de comparación de agregados No. 99 y 100 (las cuales eran esencialmente idénticas) produjo los valores de precisión en la Tabla 3, que indican solo diferencias menores debido al tamaño de la muestra de ensayo.

NOTA Los valores para el agregado fino en la Tabla 2 se actualizarán para reflejar el tamaño de muestra de ensayo de 300 g una vez que se hayan realizado suficientes pruebas de comparación de agregados usando ese tamaño de muestra y se disponga de datos confiables.

Bibliografía

[1] ASTM C136, Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates