



Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



03



GRANULOMETRÍA

OBTENCIÓN DE LA CURVA
GRANULOMÉTRICA DE LAS
ARENAS DE CONSTRUCCIÓN

OBJETIVO

Aplicar el método de ensayo que consiste en cribar el agregado fino a través de una serie de tamices elaborados por los alumnos (*ver práctica 02 “GRANULOMETRÍA, elaboración de Tamices”*) tratando de conservar las características que establece la norma **ASTM-C-136-05** “Método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregados fino y grueso.”; para comparar sus resultados y comprobar si el agregado fino cumple con las prescripciones granulométricas establecidas en la norma.

Que el alumno aprenda el proceso de tamizado para separar los diferentes tamaños de partículas presentes en las arenas, aprendiendo a obtener el porcentaje de arenas retenidas y el porcentaje de arenas acumuladas para poder graficar la curva granulométrica, identificando si dicha arena se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la normativa, y cuáles serían las consideraciones si dicha curva se sale por el límite inferior o superior de la gráfica de referencia.

La arena representa un recurso primario para elaborar mortero o concreto, es por ello importante el conocer las características que debe poseer para su correcto uso en las mezclas. Siendo el objetivo de la presente practica el aplicar el método de ensayo de cribado de agregado fino mediante tamices con diferentes dimensiones en su apertura. La práctica requiere conocimiento de elaboración de tamices (*Ver practica 02 Granulometría, elaboración de tamices*) y va dirigida a alumnos y docentes. El alumno mediante la puesta en práctica del ensayo adquiere conocimiento del proceso de tamizado e identifica los diferentes tamaños de partícula y rango de cumplimiento de la arena para su uso en diseño de mezclas. El docente realiza un seguimiento de los contenidos vertidos en el aula y su asimilación en la práctica. El fin de conocer la curva granulométrica de las arenas para un alumno de arquitectura es ampliar su valoración de materiales para su correcto uso en la construcción. El objetivo se logra mediante la puesta en práctica de una manera consiente de los pasos descritos en el documento. El reconocer si una arena cumple o no con la curva granulométrica determina una mejora en la formación del alumno.

INTRODUCCIÓN

Retomando los criterios de la practica 02 “GRANULOMETRÍA, elaboración de Tamices” la arena es un conjunto de fragmentos sueltos de rocas o minerales de pequeño tamaño. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0.063 y 2 milímetros. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano de arena. Las partículas por debajo de los 0.063 mm y hasta 0.004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava.

TAMAÑO Y GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico de la arena tiene por objeto determinar las cantidades en que están presentes partículas de ciertos tamaños en el material. La distribución de los tamaños de las partículas se realiza mediante el empleo de mallas de aberturas cuadradas, de los tamaños siguientes: 3/8”, y números de los tamices número 4, 8, 16, 30, 50 y 100 respectivamente (Ver tabla 1).

Malla o tamiz
9.5mm (3/8)
4.75mm (No. 4)
2.36mm (No. 8)
1.18mm (No. 16)
600µm (No. 30)
300µm (No. 50)
150µm (No. 100)

Tabla 1 Tamices establecidos por la norma ASTM-C-33 para determinar la curva granulométrica de las arenas

La granulometría es la distribución de las partículas de materiales granulares de varios tamaños, que generalmente se expresa en términos de porcentajes acumulados mayores o menores en cada una de las series de tamaños o de aberturas de mallas, o los porcentajes entre ciertos rangos de aberturas de mallas. Los requisitos de granulometría están establecidos por la norma **ASTM C 33** “Especificación Normalizada de Agregados para Concreto”.

La granulometría más conveniente para el agregado fino o arenas depende del tipo de mezcla para la cual sea empleada, la cual puede ser desde un mortero hasta un concreto; en las cuales el contenido de cemento tiene grandes afectaciones, tanto económicas como mecánicas. Por ejemplo, el implementar arenas con una elevada cantidad de finos, será necesario una mayor cantidad de cemento y agua en la mezcla. En caso de implementar una mayor cantidad de agregados gruesos en la mezcla, lo que se obtendrá serán morteros o concretos con menor trabajabilidad. En ambos casos la resistencia del material se ve afectada por no mantener una granulometría como lo establece la normativa. Por lo tanto, al realizar una mezcla de agua-cemento donde se adicione una arena que presente una adecuada granulometría, se obtendrán mezclas con mejores características físicas durante el estado fresco, mejorando su trabajabilidad y obteniendo una resistencia a la

INTRODUCCIÓN

compresión mayor, en comparación de una mezcla donde la arena no tenga una adecuada granulometría.

La granulometría de las arenas es una característica que se plasma gráficamente en un diagrama conocido como “curva granulométrica” en la cual se representa por medio de una línea curva la distribución de los diferentes tamaños de partículas que conforman a las arenas. La curva granulométrica de las arenas se obtiene después de separar por tamaño los granos de la arena siguiendo los procedimientos y equipos establecidos en la norma **ASTM-C-136-05** “Método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregados fino y grueso” y su principal uso es determinar si la arena se encuentra dentro de los parámetros granulométricos establecidos en la norma **ASTM C 33** “Especificación Normalizada de Agregados para Concreto” o en su defecto, si nos encontramos ante una arena con exceso de partículas finas o exceso de partículas gruesas.

Para graficar la granulometría se utilizan los rangos máximos y mínimos que establece la norma ASTM C 33, lo cual como su nombre lo especifica, definen los valores máximos o mínimos que deberá tener la arena de los diferentes tamaños de partícula de acuerdo con la Tabla 1 “Tamices establecidos por la norma ASTM-C-33 para determinar la curva granulométrica de las arenas” y cuyos valores son expresados en porcentajes.



Ilustración 1 Arena rosa con muchos finos (izquierda), Arena rosa correctamente graduada (derecha)

MATERIALES

- El juego de tamices elaborados en la práctica 02 “GRANULOMETRÍA, elaboración de Tamices.
- 7 bolsas herméticas resellables.
- Marcador permanente, el cual se utilizará para identificar las bolsas y el número de tamiz.
- Brocha de 1” de ancho, se puede sustituir por un paño o papel.
- 500 gramos de arena de construcción, procurar que la arena no presente humedad, deberá estar completamente seca. Se recomienda secarla al sol por lo menos 4 horas.
- Báscula
- Cronometro
- Bolsa para basura tamaño jumbo, la cual será utilizada para cubrir la mesa de trabajo y posteriormente verter los desechos generados durante la práctica.
- Paquete de sanitas o Servitoallas, mismas que serán utilizadas por los alumnos para la limpieza del material antes durante y después de la práctica, así como de la mesa de trabajo.

Adicionalmente, los alumnos pueden optar por el uso de guantes de látex y cubrebocas si lo consideran prudente.



Figura 1 Materiales.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1

Colocar cada recipiente de plástico de manera descendente, de tal manera que en la parte de arriba quede el que tenga la perforación de mayor diámetro (11/64" 4.36mm, "#4") y en la parte inferior el de menor diámetro (3/64" 1.19mm, "#100") seguido del "FONDO" (Figura 2).



Figura 2 Acomodo de los recipientes.

2

Pesar las bolsas vacías (Figura 3) y con la ayuda del marcador permanente, indicar el peso de la bolsa y el número de tamiz o el diámetro de la broca (Figura 4), considerando que se tendrán que marcar las 7 bolsas de la misma forma como están marcados los



Figura 3 Pesado de las bolsas



Figura 4 Identificación de las bolsas.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

3

Pesar 300 gramos de arena y vaciarla desde la parte superior de la torre de tamices, posteriormente tapar el ultimo contenedor con la tapa que no fue cortada (Figura 5).

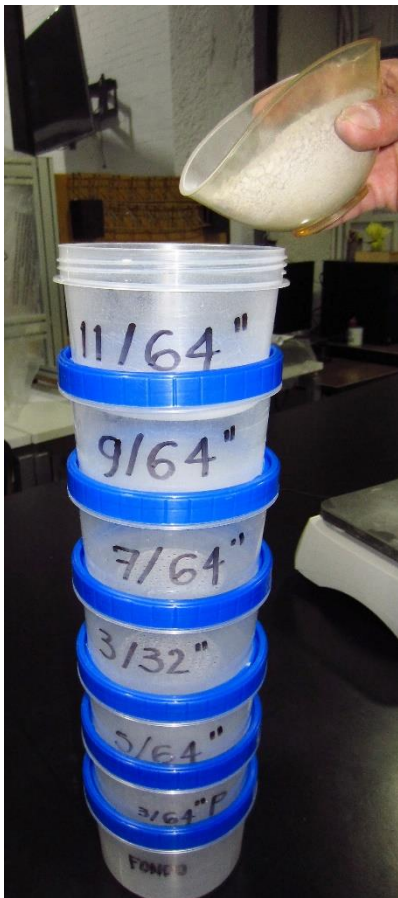
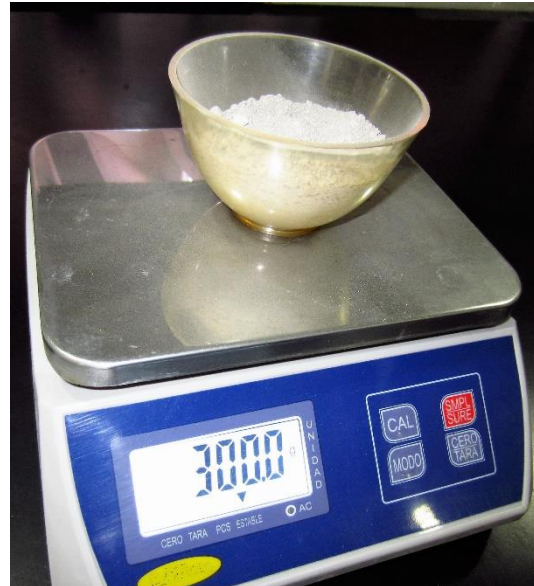
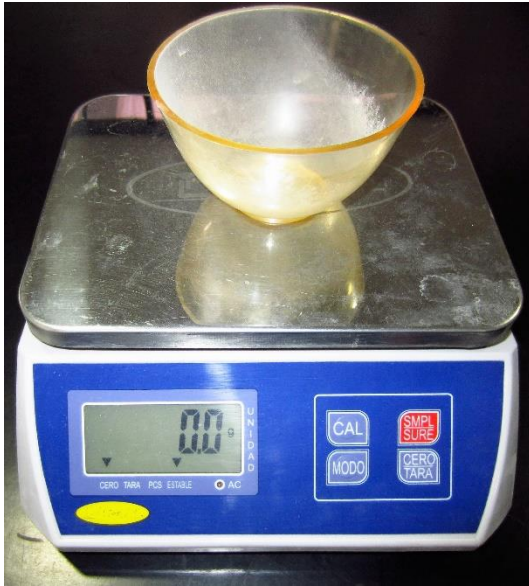


Figura 5 Pesado de la arena, descontando el peso del recipientes y vaciado de la arena en los tamices.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

4

Agitar de manera constante los contenedores por intervalos de 1 minuto (*Figura 6*). Verificando si se ha separado adecuadamente la arena, de no ser así continuar agitando, manteniendo los intervalos de tiempo de 1 minuto. Para garantizar que se ha separado adecuadamente la arena, agitar el contenedor sobre una hoja blanca, si aún cae material (*Figura 7*) significa que hace falta continuar agitando hasta que deje de caer material (*Figura 8*).



Figura 6 Agitado de los tamices.



Figura 7 Indica que es necesaria continuar agitando.



Figura 8 Proceso adecuado de tamizado.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

5

Después de haber corroborado que la arena se ha separado satisfactoriamente (*Figura 8*), vaciar la cantidad de arena retenida en el contenedor en la bolsa de su misma clasificación, pesar nuevamente la bolsa con arena (*Figura 9*), descontar el peso inicial de la bolsa al peso actual y anotar el resultado, el cual será el peso real de la arena en la bolsa. Repetir este procedimiento para todos los contenedores respectivamente (*Figura 10*).



Figura 9 Vaciado y pesado de la arena de acuerdo con el tamaño.



Figura 10 Vaciado y pesado de los diferentes tamaños de arena.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

6

Con los pesos de la arena obtenidos en el paso 5 llenar la tabla 2 incluyendo el peso retenido en el fondo y sumar las cantidades. Recordad que se inició la prueba con 300 gramos de arena, por lo que la suma no puede ser mayor a esa cantidad. De igual forma no es aceptable si se perdió más del 3% de material (9 gramos).

Nº. de malla o tamiz	Peso Retenido (gramos)
11/64" (4.36mm) #4	
9/64" (3.57mm) #8	
7/64" (2.77mm) #16	
3/32" (2.38mm) #30	
5/64" (1.98mm) #50	
3/64" (1.19mm) #100	
FONDO	
TOTAL	

Tabla 2 Pesos retenidos de la arena, después del proceso de tamizado

7

Una vez que se ha obtenido el peso total del material (*Tabla 2*) se considerará este nuevo valor como el 100% de la arena, recordemos que este valor no puede ser mayor a 300 gramos, o menor a 291 gramos. Con este valor se obtendrán los porcentajes retenidos en cada malla de la siguiente forma, anotando los valores en la **Tabla 3**, complementando los datos con los obtenidos en la tabla 2.

El peso retenido en cada malla se divide entre el total obtenido en la tabla 2 y se multiplica por 100, el resultado se anota en la columna de % Retenido de la tabla 3 y se anota en la fila correspondiente. Repitiendo el proceso hasta obtener todos los valores de la tabla. Realizar la suma de los porcentajes acumulados, la cual deberá de ser lo más cercana al 100, considerando los decimales que no se suman.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

N°. de malla o tamiz	Peso Retenido (gramos)	% Retenido
11/64" (4.36mm) #4		
9/64" (3.57mm) #8		
7/64" (2.77mm) #16		
3/32" (2.38mm) #30		
5/64" (1.98mm) #50		
3/64" (1.19mm) #100		
FONDO		
TOTAL		

Tabla 3 Porcentaje acumulado de la arena, después del proceso de tamizado

8

Una vez que se ha obtenido el porcentaje total retenido del material (*Tabla 3*) se procederá a obtener el porcentaje acumulado de la arena para llenar la **Tabla 4**, complementando los datos con los obtenidos en la tabla 3.

Utilizar los valores del **% Acumulado** de la tabla 4 y graficarlos en la **Gráfica 1 Curva de granulometría para los agregados finos**.

EL PORCENTAJE ACUMULADO ES IGUAL AL TOTAL DEL PORCENTAJE RETENIDO MENOS EL PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ SIGUIENTE.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

N°. de malla o tamiz	Peso Retenido (gramos)	% Retenido	% Acumulado
11/64" (4.36mm) #4			
9/64" (3.57mm) #8			
7/64" (2.77mm) #16			
3/32" (2.38mm) #30			
5/64" (1.98mm) #50			
3/64" (1.19mm) #100			
FONDO			
TOTAL			

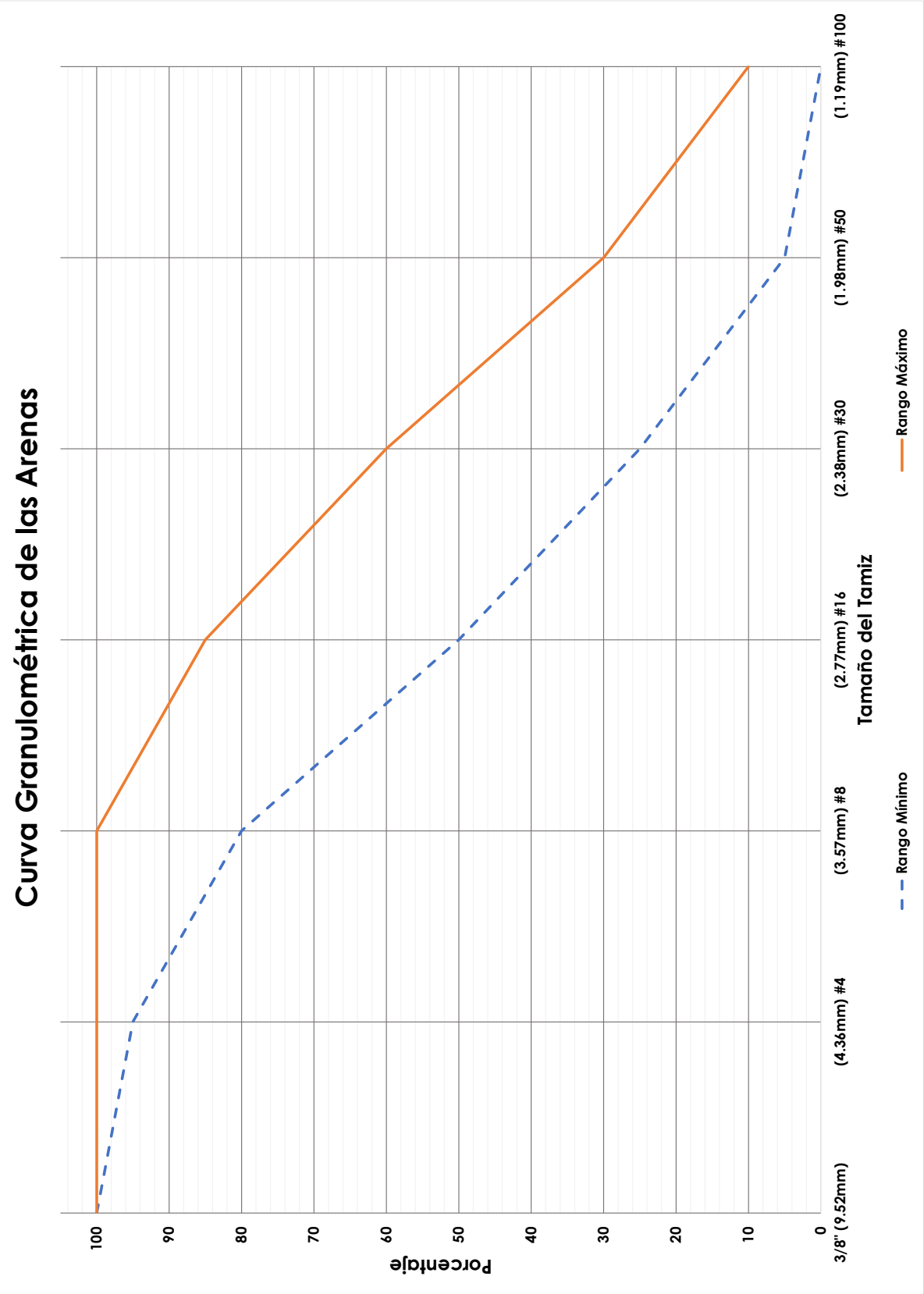
Tabla 4 Porcentajes retenidos de la arena, después del proceso de tamizado

Para el llenado de la tabla 4 se puede apoyar en el ejemplo de la tabla 5

Peso Inicial de la Arena = 200 gr.			
Numero de malla	Peso retenido (gr.)	% Retenido	% Acumulado
No. 4	15	$[(15 \times 100) / 196] = 7.65$	$(99.97 - 7.65) = 92.32$
No. 8	20	10.20	82.12
No.16	45	22.95	59.17
No. 30	56	28.57	30.60
No.50	35	17.85	12.75
No.100	20	10.20	2.55
Residuo	5	2.55	0.00
Total =	196	99.97	

Tabla 5 EJEMPLO del llenado de la tabla para obtener los porcentajes retenidos y acumulados de las arenas considerando un peso inicial del material de 200g.

GRÁFICA DE RESULTADOS



Gráfica 1 Curva de granulometría para los agregados finos.

CUESTIONARIO

Si la curva granulométrica de una arena está por encima de los límites permitidos, qué problemas se tendrían en la elaboración de mezclas de mortero. (Valor 2/10)

- A. Se tendrá que adicionar una mayor cantidad de agua
- B. Se disminuirá la resistencia
- C. Se consumirá una mayor cantidad de cemento

Si la curva granulométrica de una arena está por debajo de los límites permitidos, qué problemas se tendrían en la elaboración de mezclas de mortero. (Valor 2/10)

- A. Se tendrá que adicionar una menor cantidad de agua
- B. Se aumenta la resistencia
- C. Se obtendrá una mezcla muy porosa

¿Cómo identificar si una arena carece de finos con solo observar la gráfica de la curva granulometría obtenida? (Valor 2/10)

- A. La curva se sale por los rangos mínimos
- B. La curva se sale por los rangos máximos
- C. La curva se mantiene al centro de los rangos

¿Cómo identificar si una arena está saturada de gruesos con solo observar la gráfica de la curva granulometría obtenida? (Valor 2/10)

- A. La curva se sale por los rangos mínimos
- B. La curva se sale por los rangos máximos
- C. La curva se mantiene al centro de los rangos

¿Cuál es la norma que establece los rangos máximos y mínimos que determinan la curva granulométrica de las arenas? (Valor 2/10)

- A. ASTM-C-133-05
- B. ASTM-C-33
- C. ASTM-C-136-05

RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO

Si la curva granulométrica de una arena está por encima de los límites permitidos, qué problemas se tendrían en la elaboración de mezclas de mortero. (Valor 2/10)

- A. Se tendrá que adicionar una mayor cantidad de agua
- B. Se disminuirá la resistencia**
- C. Se consumirá una mayor cantidad de cemento

Si la curva granulométrica de una arena está por debajo de los límites permitidos, qué problemas se tendrían en la elaboración de mezclas de mortero. (Valor 2/10)

- A. Se tendrá que adicionar una menor cantidad de agua
- B. Se aumenta la resistencia
- C. Se obtendrá una mezcla muy porosa**

¿Cómo identificar si una arena carece de finos con solo observar la gráfica de la curva granulometría obtenida? (Valor 2/10)

- A. La curva se sale por los rangos mínimos**
- B. La curva se sale por los rangos máximos
- C. La curva se mantiene al centro de los rangos

¿Cómo identificar si una arena está saturada de gruesos con solo observar la gráfica de la curva granulometría obtenida? (Valor 2/10)

- A. La curva se sale por los rangos mínimos**
- B. La curva se sale por los rangos máximos
- C. La curva se mantiene al centro de los rangos

¿Cuál es la norma que establece los rangos máximos y mínimos que determinan la curva granulométrica de las arenas? (Valor 2/10)

- A. ASTM-C-133-05
- B. ASTM-C-33**
- C. ASTM-C-136-05



Coordinador

Dr. Alberto Muciño Vélez

Editor

Dra. Gemma Luz Sylvia Verduzco Chirino

Autor

Mtro. Antonio Tahuiton Mora

Colaboradores

Dr. César Armando Guillén Guillén
Mtra. Perla Rafael Santa Ana Lozada

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



GRANULOMETRÍA OBTENCIÓN DE LA CURVA GRANULOMETRÍA DE LAS ARENAS DE CONSTRUCCIÓN

Esta práctica fue realizada en las instalaciones del Laboratorio de Materiales y Sistemas Estructurales (LMSE) de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. Con el apoyo del Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME) con numero PE403618, para fines académicos sin fines de lucro.