



Materiales de construcción

1º de Grado en Ingeniería Civil

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

SESIÓN 3

- Granulometría de un árido grueso
- Principio y fin de fraguado
- Fabricación de probetas normalizadas de mortero

Granulometría de un árido grueso

1.- OBJETO DE LA PRÁCTICA

Esta práctica expone el método que deberá seguirse para la determinación de la granulometría de un árido, tanto clasificado como de tamaño grueso como de fino, utilizando tamices con malla de abertura cuadrada.

2.- PROCEDIMIENTO

1. Se cuartea mediante un rifle la muestra de laboratorio hasta obtener una fracción completa cuyo peso, según el tamaño máximo del árido, sea aproximadamente, en kg, el siguiente:

Tamaño máximo	3 1/2 "	3 "	2 1/2 "	2 "	1 1/2 "	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	nº 4	nº 8
Cantidad	35	30	25	20	15	10	5	2.5	1.0	0.5	0.1

2. Se toman una serie de tamices, comenzando por aquel cuya abertura coincida con el tamaño máximo del árido, de tal forma que sus respectivas aberturas sean acordes con las especificaciones del árido que se ensaya.
3. Se colocan los tamices uno encima del otro de menor a mayor abertura de abajo hacia arriba, montando el conjunto sobre un fondo.
4. Se vierte el material sobre el tamiz superior, golpeando suavemente el conjunto para hacer que las piedras empiecen a bajar y quepa todo el árido sobre el tamiz superior, y se tapa el conjunto.
5. Se coloca la torre de tamices con su fondo y tapa en una tamizadora, se conecta el aparato a la red y se mantiene el movimiento de vaivén durante un minuto.
6. Se pesan sobre un recipiente las cantidades retenidas en cada uno de los tamices, cuidando que todo el árido caiga dentro del recipiente.

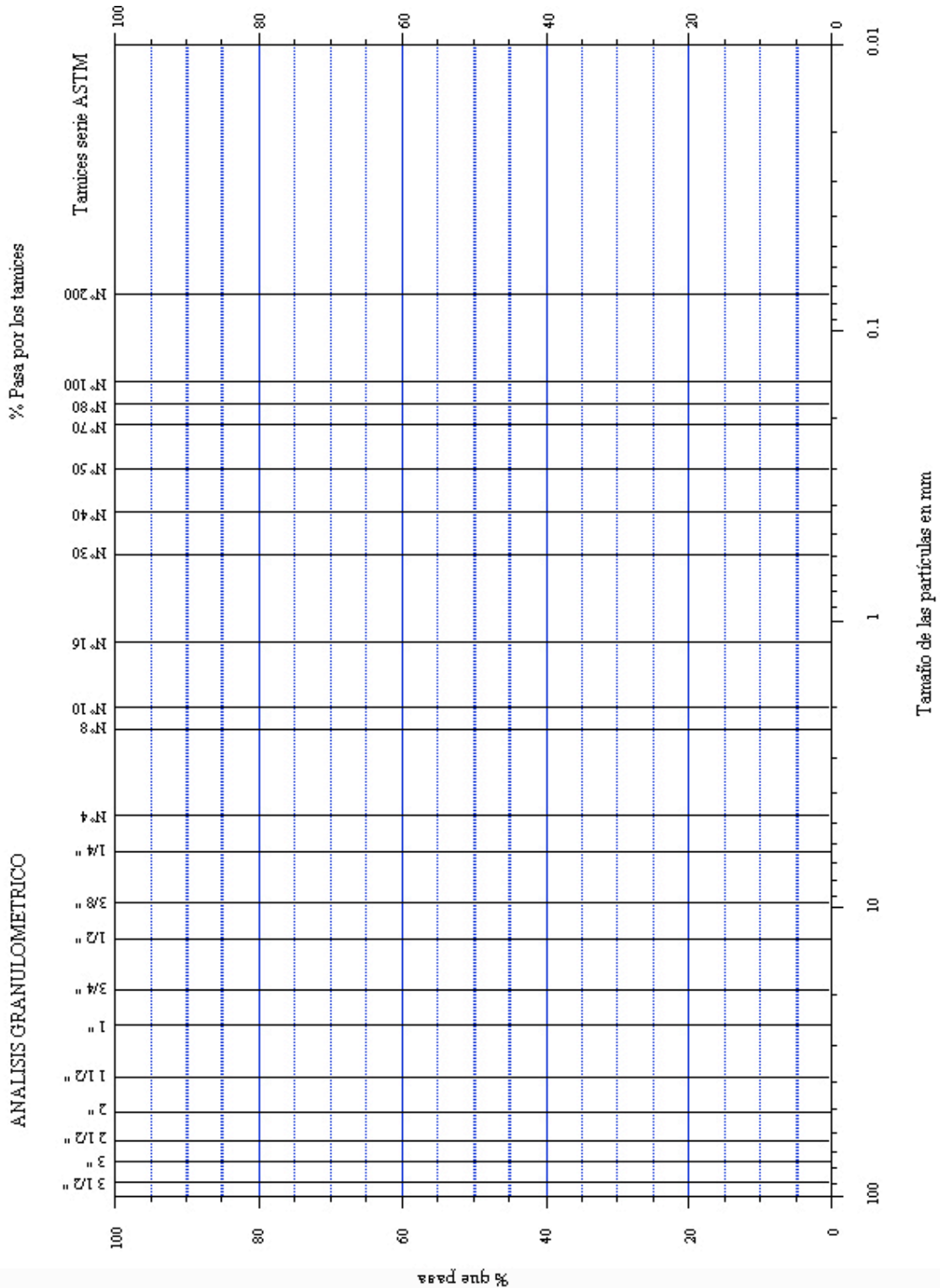
3.- RESULTADOS

1. Se anotan los pesos obtenidos en cada uno de los tamices en la columna “retenido entre tamices” en la parte correspondiente al peso y se realiza la suma de todas las cantidades anotadas, cuyo valor será muy aproximado a la cantidad inicial tomada.
2. Se obtienen los tanto por ciento correspondientes a cada peso con respecto al peso total y se anotan en la columna correspondiente.
3. Para expresar la granulometría en tanto por ciento “retenido acumulado” se suma, para cada tamiz, el tanto por ciento retenido en ese tamiz y en los superiores.
4. Para expresar la granulometría en tanto por ciento “que pasa” se resta de 100 el valor en tanto por ciento del retenido acumulado en cada uno de los tamices.

Material		GRAVA				GRAVILLA			
Tamiz	Abertura	Retenido entre tamices		Acumulado	Pasa	Retenido entre tamices		Acumulado	Pasa
	(mm)	Peso	%	%	%	Peso	%	%	%
3 1/2 "	88.90								
3 "	76.20								
2 1/2 "	63.50								
2 "	50.8								
1 1/2 "	38.10								
1 "	25.40								
3/4 "	19.10								
1/2 "	12.70								
3/8 "	9.52								
1/4 "	6.35								
Nº 4	4.76								
Nº 8	2.38								
Nº 10	2.00								
Nº 16	1.19								
Nº 30	0.59								
Nº 40	0.42								
Nº 50	0.297								
Nº 70	0.210								
Nº 80	0.177								
Nº 100	0.149								
Nº 200	0.074								
TOTAL	Pasa								
	Suma								

Material		ARROCILLO				ARENA			
Tamiz	Abertura	Retenido entre tamices		Acumulado	Pasa	Retenido entre tamices		Acumulado	Pasa
	(mm)	Peso	%	%	%	Peso	%	%	%
3 1/2 "	88.90								
3 "	76.20								
2 1/2 "	63.50								
2 "	50.8								
1 1/2 "	38.10								
1 "	25.40								
3/4 "	19.10								
1/2 "	12.70								
3/8 "	9.52								
1/4 "	6.35								
Nº 4	4.76								
Nº 8	2.38								
Nº 10	2.00								
Nº 16	1.19								
Nº 30	0.59								
Nº 40	0.42								
Nº 50	0.297								
Nº 70	0.210								
Nº 80	0.177								
Nº 100	0.149								
Nº 200	0.074								
TOTAL	Pasa								
	Suma								

En el gráfico el Alumno dibujará las curvas granulométricas de la grava, la gravilla, el arrocillo, la arena y el árido compuesto anteriormente definidos.



Principio y fin de fraguado

1. OBJETO DE LA PRÁCTICA

En esta práctica se describe el procedimiento para calcular el principio y fin de fraguado de un cemento, amasado con una cantidad de agua tal que la pasta tenga una consistencia normal.

2.- FUNDAMENTO

El tiempo de fraguado se determina observando la penetración de una aguja en una pasta de cemento de consistencia normal.

La práctica se desarrollará de acuerdo con las especificaciones marcadas en la EN 196-3 (Métodos de ensayo de cementos. Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen)

3.- CONDICIONES

El Laboratorio en el que se preparan y ensayan las pruebas debe mantenerse a una temperatura de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa no inferior al 65%.

El cemento, el agua y los aparatos utilizados para confeccionar y ensayar las probetas deben estar a una temperatura de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Para la realización del ensayo se empleará agua destilada o desionizada.

4.- APARATO DE VICAT

Las dimensiones del aparato de Vicat, junto con el molde, se representan en la figura 1.a y 1.b. La sonda y la aguja de Vicat figuran acotados en el gráfico 1.c, 1.d y 1.e.

La masa total de las partes móviles debe ser de 300 ± 1 g. Su movimiento debe ser exactamente vertical sin rozamiento apreciable, y sus ejes deben coincidir con el de la sonda.

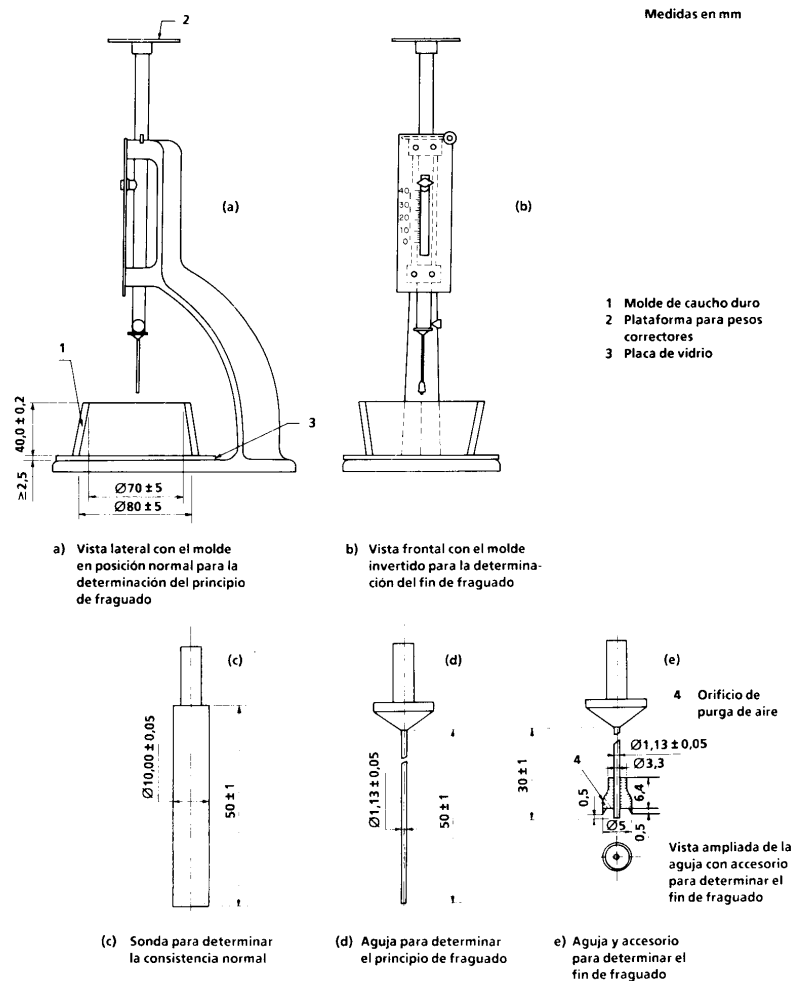


Figura 1. Aparato, molde, sonda y aguja de Vicat.

5.- PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO DE CONSISTENCIA NORMAL

1. Se calibra el aparato de Vicat, provisto de la **sonda**, figura 1.c, antes del ensayo, bajando la sonda hasta que descansa sobre la placa base que vaya a utilizarse y ajustando la puesta a cero en la escala. Se levanta la sonda hasta la posición de espera.
2. Se pesan 500 g de cemento y una cantidad de agua (esta última puede medirse con una probeta graduada).
3. Se añade el cemento al agua cuidadosamente en la amasadora para evitar la pérdida de cemento o agua. La amasadora cumplirá las disposiciones marcadas en el apartado 4.4 de EN 196-1. El tiempo de adición no debe ser inferior a 5 s ni superior a 10 s. Se anota el instante final de la adición

como tiempo cero a partir del cual se empezarán a contar las medidas de tiempo posteriores.

4. Se pone en marcha la amasadora inmediatamente y se hace funcionar a velocidad lenta durante 90 s.
5. Transcurridos los 90 s se detiene la máquina 15 s, durante los cuales se quita con un rascador adecuado cualquier pasta adherida al recipiente fuera de la zona de amasado y se devuelve a la mezcla.
6. Se vuelve a poner en marcha la máquina y se opera a velocidad lenta durante otros 90 s.
7. Se transfiere la pasta inmediatamente al molde, que ha sido colocado previamente sobre una placa base de vidrio ligeramente engrasada y se llena hasta rebosar sin compactación ni vibración excesiva.
8. Se quita el exceso de pasta mediante un movimiento de serrado suave con un utensilio de borde recto de tal modo que permita que la pasta llene el molde y tenga una superficie superior lisa.
9. Se lleva el molde y la placa base al aparato de Vicat y se sitúan centrados debajo de la sonda.
10. Se baja la sonda suavemente hasta estar en contacto con la superficie de la pasta. Se espera entre 1 y 2 s en esa posición a fin de evitar la velocidad inicial o la aceleración forzada de las partes móviles.
11. Se sueltan las partes móviles rápidamente y se permite que la sonda penetre verticalmente en el centro de la pasta. La liberación de la sonda se efectuará 4 min después del tiempo cero.
12. Se lee la escala 30 s después de la liberación de la sonda y se anota la lectura, que indica la distancia entre la cara inferior de la sonda y la placa base, junto con el contenido de agua de la pasta expresado en tanto por ciento de la masa del cemento
13. Se limpia la sonda inmediatamente después de cada penetración.
14. Se repite el ensayo con pastas de diferentes contenidos de agua hasta que se encuentre una que produzca una distancia de **6±1 mm** entre la sonda y

la placa base. Se anota el contenido de agua de esa pasta como el agua para la **pasta de consistencia normal**.

5.1.- RESULTADOS

Muestra n°:				
Masa de agua utilizada (g):				
% de agua utilizada:				
Distancia sonda-placa base (mm):				
Penetración (mm):				
Cantidad de agua de la pasta de consistencia normal del cemento (%):				

6.-PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DEL PRINCIPIO DE FRAGUADO.

1. Se calibra el aparato de Vicat, provisto de la **aguja**, figura (d), antes del ensayo, bajando la sonda hasta que descansa sobre la placa base que vaya a utilizarse y ajustando la puesta a cero en la escala. Se levanta la sonda hasta la posición de espera.
2. Se llena el molde de Vicat con pasta de consistencia normal y se enrasa, según se vio anteriormente.
3. El molde lleno y la placa base se almacenan en una cámara de tamaño adecuado a $20 \pm 1^\circ$ y a una humedad relativa no inferior al 90% mientras no se esté ensayando.
4. Cuando se crea oportuno se lleva al aparato de Vicat y se sitúa debajo de la aguja. Se baja la aguja suavemente hasta que haga contacto con la pasta y se espera entre 1 y 2 s. Se sueltan las partes móviles rápidamente y se permite que la aguja penetre verticalmente en la pasta.
5. Se lee la escala cuando la penetración cuando han transcurrido 30 s después de liberar la aguja. Se anota la lectura de escala, que indicará la distancia entre el extremo de la aguja y la placa base, junto con el tiempo a partir del instante cero.
6. Esta operación se repetirá cada 10 min, por ejemplo, en posiciones separadas convenientemente (no menos de 10 mm entre ellas y el borde) hasta que la distancia entre la aguja y la placa base sea de **4 ± 1 mm**, momento que indica el **principio de fraguado del cemento** con precisión

de 5 min. La precisión se puede mejorar reduciendo el intervalo de tiempo entre ensayos.

6.1.- RESULTADOS

Ensayo nº					
Tiempo transcurrido (min)					
Distancia aguja-placa (mm)					
Penetración (mm)					
PRINCIPIO DE FRAGUADO:				Precisión:	

7.- PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DEL FIN DE FRAGUADO

1. Se calibra el aparato de Vicat, provisto de la **aguja con un accesorio anular**, figura (e), para facilitar la observación exacta de penetraciones pequeñas.
2. Se invierte el molde lleno usado en la determinación del tiempo de principio de fraguado, de modo que los ensayos de fin de fraguado se efectúan sobre la cara en contacto con la placa base originalmente
3. El procedimiento es el mismo que el visto en el apartado anterior, salvo que los intervalos de tiempos entre ensayos pueden ampliarse hasta 30 min, por ejemplo.
4. Se registrará con aproximación de 15 min el tiempo transcurrido a partir del instante cero hasta que la aguja penetre por primera vez solamente **0.5 mm** en la pasta, como **tiempo final de fraguado**. Este será el tiempo al cabo del cual el accesorio anular deja por primera vez de hacer una señal en la probeta.

7.1.- RESULTADOS

Ensayo nº					
Tiempo transcurrido (min)					
¿Accesorio anular deja marca? (si/no)					
FIN DE FRAGUADO:				Precisión:	

Fabricación de probetas normalizadas de mortero

1.- OBJETO DE LA PRÁCTICA

En esta práctica se describe el procedimiento para determinar las resistencias, tanto a compresión como a tracción, de un cemento y, como consecuencia del valor de su resistencia a compresión, hallar la categoría del mismo.

2.- PROCEDIMIENTO

1. Se vierten, en la amasadora, 250 gr de agua y 500 gr de cemento. Se pone en marcha el aparato, a velocidad lenta, durante 30 segundos. A continuación, se echan 1500 gr de arena normalizada, volcándola repartida en 30 segundos. Después, se pone la velocidad rápida y se amasa otros 30 segundos.
2. Se para la amasadora y, durante 15 segundos, se separa el mortero adherido a la superficie lateral, empujándolo hacia el fondo. Se deja reposar durante un minuto y 15 segundos y, finalmente, se pone en marcha la amasadora, a velocidad rápida, durante un minuto.
3. Se tiene perfectamente limpio y engrasado un molde triple de 4x4x16 cm cada compartimento. Se fija el molde en la máquina compactadora y se vierten unos 300 gr de mortero en cada compartimento, distribuyéndolo por igual y sin ejercer presión. Se conecta la máquina para que deje caer el tablero de la misma 60 veces en otros tantos segundos. Se coloca otra capa y se compacta de igual forma.
4. Se quita el molde del aparato, se retira la tolva y se enrasa con una espátula, manteniéndola casi normal a la superficie y trasladándola, a la vez que se da un movimiento de vaivén, en el sentido de la dimensión mayor del molde. Finalmente, se alisa la cara superior con una paleta inclinada respecto a la superficie.
5. Las probetas se conservan dentro del molde durante 24 horas en una cámara a $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa no menor del 90%, no debiendo estar expuestas, durante este tiempo, a sacudidas o vibraciones que puedan alterar el valor de la resistencia.

6. Al cabo de este tiempo, se desmoldan y se sumergen en agua potable hasta el momento de su rotura, a temperatura de $21\pm 1^{\circ}\text{C}$, evitándose el contacto entre ellas y apoyándolas sobre una rejilla.
7. Pasado el tiempo preciso para poder ensayar las probetas, generalmente 28 días, se procede a su rotura a flexotracción, introduciéndolas en la prensa con una separación de 10 cm, produciéndose la rotura cuando llega a una carga de P kg.
8. Cada uno de los dos trozos en queda dividida la probeta, se ensayan a compresión en una prensa, aplicando la carga sobre una superficie de 4×4 cm, en una de las caras laterales de la probeta.
9. Calculados los valores de las resistencias de cada probeta, se obtiene el valor medio en cada caso. Se rechazan los valores que difieran en más del 15 % de ese valor medio y se expresa el resultado por el valor medio de los valores aceptados.