

## Granulometría. Tamizado.

### Terminología

El tamizado es el método más sencillo para realizar controles sobre la distribución de tamaños de una muestra. Se usa ampliamente en medidas de distribuciones granulométricas a causa de la simplicidad de operación y de interpretación de la técnica, de su bajo coste y de su buena fiabilidad. Puede emplearse en un amplio rango de medidas desde tamaños próximos a las 20  $\mu\text{m}$ .

El tamizado consiste en la **separación mecánica** de las diferentes fracciones granulométricas cuando se pasan a través de series de tamices (figura 1) cuya abertura exacta es conocida. La fracción del material que queda retenida en cada tamiz se denomina **residuo** (\*) y son partículas y/o aglomerados de “diámetro” superior o igual a la abertura del tamiz. La fracción que pasa a través de cada tamiz se denomina **cernido**.

La técnica de tamizado se emplea para materiales con tamaños superiores a las 45  $\mu\text{m}$ , ya que por debajo de este valor las medidas presentan importantes problemas de reproducibilidad de los resultados, especialmente en materiales con elevada tendencia a la aglomeración, como las arcillas.

El tamizado puede realizarse con muestras secas y se denomina entonces “**tamizado por vía seca**” o con muestras en suspensión y dispersadas, que es el “**tamizado por vía húmeda**”.

Para **caracterizar un tamiz** (\*\*) debe definirse un parámetro que nos informe sobre el tamaño de la abertura. Se emplea el “**número de malla**” o la “**luz de malla**”.

1. **Número de malla.** Es el número de aberturas del tamiz por unidad de longitud o de superficie. Este parámetro no permite conocer exactamente la abertura del orificio y puede, por tanto, inducir a confusión, ya que su valor dependerá del espesor del hilo utilizado.
2. **Luz de malla.** Es la distancia entre dos hilos consecutivos. Se emplea la micra ( $\mu\text{m}$ ) o el milímetro (mm) como unidad.

(\*) Se conoce también como “**rechazo**”.

(\*\*) Nos estamos refiriendo exclusivamente a los tamices que se emplean a escala de laboratorio para la caracterización granulométrica de muestras. En este tipo de tamices, las aberturas son cuadradas y el espesor del hilo es, o puede ser, conocido, por lo que quedan perfectamente caracterizados mediante su luz de malla o su número de malla. No ocurre así con los tamices de uso industrial que pueden tener diferentes formas y configuraciones, desde tejidos a chapas agujereadas de diferentes formas, barras entrecruzadas, etc.

### Series de tamices.

En la tabla siguiente se muestran series normalizadas de tamices con tela metálica. La luz de malla de los tamices de la serie ASTM E11-17 aumenta a razón de  $2^{0,25}$  de la luz de malla del tamiz anterior. El número de tamiz de esta serie se refiere al número de mallas por pulgada.

Designación.	ASTM E 11-17.	ISO-565/3310-1.
	Luz de malla (mm).	Luz de malla <sup>1</sup> (mm).
N.16	1180	1180
		1120
N.18	1000	1000
		900
N.20	850	850
		800
N.25	710	710
		630
N.30	600	600
		560
N.35	500	500
		450
N.40	425	425
		400
N.45	355	355
		315

<sup>1</sup> Las series ASTM E11-17 e ISO 565/3310-1 (tamices con tela metálica) abarcan desde 125 mm hasta 20  $\mu\text{m}$ .

N.50	300	300
		280
N.60	250	250
		224
N.70	212	212
		200
N.80	180	180
		160
N.100	150	150
		140
N.120	125	125
		112
N.140	106	106
		100
N.170	90	90
		80
N.200	75	75
		71
N.230	63	63
		56
N.270	53	53
		50
N.325	45	45
		40
N.400	38	38
		36
N.450	32	32
N.500	25	25
N.635	20	20

Para medidas de gran precisión, existen en el mercado tamices de chapa electroformada con agujero cuadrado, de acuerdo con las normas ISO 3310-1:2016 y ASTM E-161-12. Estos tamices poseen unas tolerancias mucho más pequeñas que los tamices de tela metálica, del orden de  $\pm 2\%$ . Las tolerancias, para el mismo tipo de aberturas en tamices de tela metálica son de 2 a 10 veces superiores según el tipo de tela empleado.

#### Tamizado por vía seca.

La distribución de tamaños de materiales atomizados o granulados y de algunas materias primas de tamaño grueso, como las arenas de rutilo, circonio, cuarzos muy gruesos, etc. pueden controlarse de manera rápida y económica mediante el tamizado en seco de una muestra de peso conocido ( $w$ ), dispuesta en el tamiz superior de una batería de tamices ordenados de mayor a menor luz de malla sometida a vibración durante un determinado período de tiempo (figura 1). La muestra a ensayar, se hace pasar a través de los tamices, ayudada por la fuerza de gravedad y por la vibración de éstos, y se determina el peso retenido en cada tamiz, que se denomina residuo ( $R_i$ ).



Figura 1. Vibroastidor y serie de tamices.  
Fotografías: Rafael Galindo.

Generalmente no se analizan por tamizado partículas con tamaños inferiores a 45  $\mu\text{m}$  (N.325) o 38  $\mu\text{m}$  (N.400) <sup>(1)</sup> ya que la tendencia a la aglomeración de las pequeñas partículas hace que los resultados por debajo de este valor en tamizado por vía seca sean poco fiables.

Los errores experimentales más frecuentes en esta técnica son la aglomeración de la muestra por efecto de la humedad, si ésta no se ha secado correctamente; la obstrucción de las aberturas de los tamices y la posible rotura de gránulos por una intensidad de agitación excesiva o a causa de un tiempo prolongado de agitación. La tendencia a la aglomeración de los gránulos o de las partículas y agregados es tanto mayor, cuanto más pequeños son éstos.

#### Tamizado por vía húmeda: residuos.

Se emplea como control de la molienda de pastas o como control granulométrico de algunas materias primas de tamaño grueso. Generalmente se mide un sólo punto, el residuo a 125  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$  o 45  $\mu\text{m}$  de una muestra de barbotina de peso y contenido en sólidos conocido (y por tanto de peso seco conocido) y se conoce como "residuo a xx micras".

Para el control de residuo de pastas cerámicas los tamices habituales suelen ser de 63 y 125 micras de luz de malla. En esmaltes se emplea habitualmente el de 45  $\mu\text{m}$ . El procedimiento operativo, tanto para barbotinas como para polvos, es el siguiente <sup>(2) (3)</sup>:

- Para **pastas en barbotina**, se pesan 100 g de barbotina y se le añaden 300 cc de agua. Después se dispersa la suspensión durante 10 minutos en un baño de ultrasonidos.
- En el caso de **pastas en polvo** tendremos que preparar una suspensión a partir de 50 g del material seco y 200 cc de agua, dispersarla y dejarla en reposo al menos una hora. En este caso el control será un poco más lento que para barbotinas.
- Para **esmaltes en suspensión** se pesan 100 g y se procede como en las pastas en barbotina.

Los siguientes pasos siguientes son iguales en los tres casos: Se vierte la suspensión sobre el tamiz ayudándonos de un chorro de agua (figura 2). Terminamos cuando veamos que el agua que sale del tamiz está completamente clara.



Figura 2. Vertido de la suspensión en el tamiz.  
Fotografía: Rafa Galindo

Recogemos el residuo en un recipiente de vidrio (figura 3) y lo secamos para poder obtener su peso seco (figura 4).



Figura 3. Se recoge el vertido en un recipiente de vidrio.  
Fotografías: Ana Monferrer.



Figura 4. Se introduce en la estufa para su secado a peso constante.  
Fotografía: Ana Monferrer.

Para obtener el valor del residuo en el caso de **pastas en barbotinao** esmaltes en suspensión usaremos la expresión:

$$R = \frac{m_r}{MS \cdot m_b} \cdot 10^4$$

En la que:

- R: residuo expresado en %.
- $m_r$  : peso del residuo seco (g).
- MS : contenido en sólidos de la barbotina (%)
- $m_b$  : peso inicial de barbotina (g).

Para obtener el valor del residuo en el caso de materiales en polvo:

$$R = \frac{m_r}{m} \cdot 100$$

En la que:

- R: residuo expresado en %.
- $m_r$  : peso del residuo seco (g).
- $m$  : peso de la muestra (g).

## Ejemplo

A título orientativo, en la figura 4 se muestra una captura de pantalla de una hoja Excel con los cálculos relativos a un tamizado por vía seca de un atomizado empleado en la fabricación de baldosas cerámicas. Se han calculado las representaciones en masa, número de partículas y superficie y se muestra el histograma correspondiente a la representación diferencial en peso y las gráficas correspondientes a las representaciones diferencial y acumulada de residuos y cernidos, también en peso. Para entender mejor la tabla y las gráficas puedes consultar la ficha "[Expresión de granulometrías](#)".

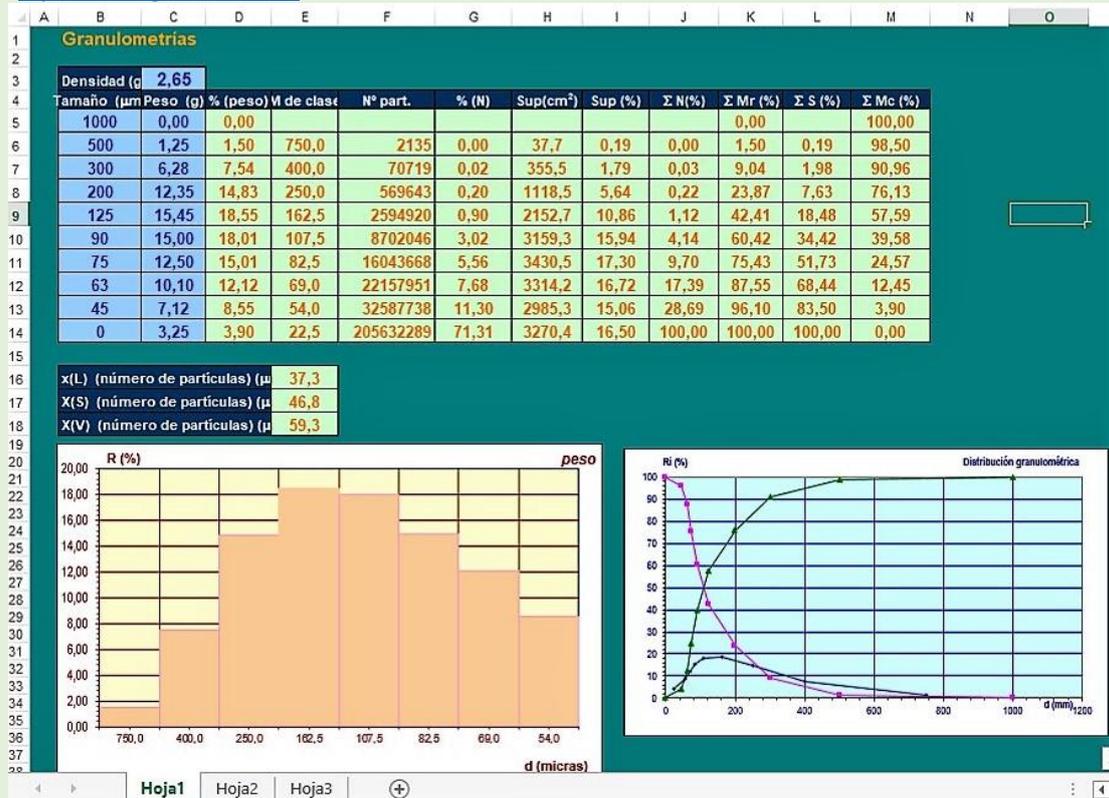


Figura 4. Cálculo de una distribución granulométrica de un atomizado mediante tamizado por vía seca.  
Imagen: Rafael Galindo.

## Bibliografía

- (1) DINGER, D.R. "Characterization techniques for ceramists". Ed. Morris Publishing. (2005).
- (2) AMORÓS, J.L. "Manual para el control de calidad de materias primas arcillosas". Pgs 95 a 97. ITC. Castellón (1998).
- (3) BOU, E. "Manual para el control de calidad de materias primas empleadas en la preparación de los vidriados cerámicos". Pgs 271,271. ITC. Castellón (2000).