

## Distribución granulométrica de las arcillas.

### ¿Qué es una distribución granulométrica?

La distribución granulométrica de un material es una descripción estadística de la **distribución de tamaños** de los elementos particulados, o granulados, que componen una muestra. Esta muestra debe ser representativa de la población de la que procede, para, a partir de ella, poder inferir la distribución granulométrica completa de esta.

Las distribuciones granulométricas representan los porcentajes en que están presentes las diferentes fracciones o tamaños que conforman una muestra. Pueden expresarse de forma tabulada, como un listado de datos “porcentajes- tamaños” o de forma gráfica, expresando los porcentajes en ordenadas y los tamaños en abscisas. La representación gráfica muestra, por tanto, en un sistema de coordenadas, los tamaños clasificados en intervalos de clase, frente a la frecuencia u ocurrencia de dichos tamaños en una muestra dada. La frecuencia se expresa generalmente como porcentaje de una fracción dada con respecto al total de las fracciones consideradas. Cuando el número de intervalos, es decir, el número de medidas es muy grande (por ejemplo cuando se mide la distribución granulométrica mediante una técnica instrumental como la difracción láser) la distribución granulométrica se expresa como una función continua “*Porcentajes = f(tamaños)*” tal como se aprecia en la figura 1.

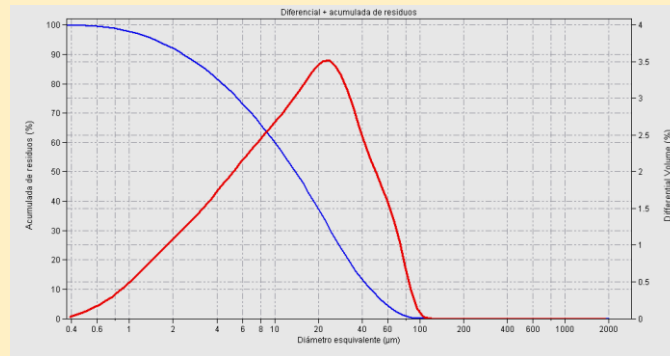


Figura 1. Distribución granulométrica diferencial (roja) y acumulada (azul) de una pasta.  
Fuente: autor

Para caracterizar el “tamaño” de una partícula o de un gránulo irregular suele emplearse el concepto “diámetro”. Este término tiene sentido si la partícula es perfectamente esférica, pero resulta bastante equívoco cuando no lo es. Para salvar esta dificultad se recurre a un concepto teórico de tamaño de grano que se denomina “diámetro equivalente” (ver “¿Quieres saber más?”).

### ¿Cómo influye la granulometría en las propiedades de las arcillas y de las pastas cerámicas?

Gran parte de las propiedades de las arcillas y de las pastas cerámicas están influenciadas, además de por su composición, por la distribución del tamaño de grano de los materiales que las forman. Así pues, puede afirmarse que la distribución granulométrica de las arcillas influye marcadamente en las **propiedades** que estas aportan a las pastas cerámicas, que son:

- **Plasticidad:** La plasticidad está relacionada con diferentes características de las arcillas (minerales presentes, capacidad de cambio iónico, etc.) y el tamaño de partícula es uno de ellos. En general existe una **relación entre el tamaño de partícula** de los minerales arcillosos y la **plasticidad**, de manera que a menor tamaño de partícula, mayor es la plasticidad aportada:

Plasticidad:            montmorillonita >> illita > caolinita

- **Resistencia mecánica en seco:** Existe una relación directa entre plasticidad y resistencia mecánica en seco, de manera que a mayor plasticidad de una composición, mayor es la resistencia mecánica en seco de las piezas conformadas (en igualdad de condiciones de todas las demás variables).
- **Compacidad en crudo (verde y seco):** La distribución de los tamaños de grano determina la compacidad del sistema, de forma que distribuciones muy uniformes (poca dispersión de tamaños) compactan peor que distribuciones dispersas (mucha dispersión de tamaños). Notar que no depende del tamaño medio de las partículas sino de la dispersión de los tamaños de partícula.

- **Comportamiento en el secado:** La compacidad es una medida indirecta de la porosidad, por tanto la compacidad de un material en verde (conformado pero aún húmedo) informa sobre la porosidad de este material y, en consecuencia, de su comportamiento en el secado, ya que la estructura porosa condicionará la velocidad con la se eliminará el agua en la primera fase de secado.
- **Comportamiento durante la cocción:** El tamaño de las partículas y agregados determina, el número de contactos y de forma indirecta la superficie específica ( $m^2/g$ ) y por lo tanto determina la reactividad de la composición en la cocción, ya que las reacciones en un material cerámico se producen entre sólidos (reacciones sólido – sólido) por lo que se ven favorecidas por el mayor número de contactos entre las partículas que se dan cuando el tamaño de estas es pequeño.

#### ¿Quieres saber más?

##### Concepto de diámetro equivalente.

El “**diámetro equivalente**” de una partícula coincide con el diámetro de una esfera que tiene una determinada característica (volumen, superficie, velocidad de sedimentación, etc.) equivalente a la de la partícula cuyo tamaño se desea determinar. Las técnicas empleadas en la medida de tamaños de partícula suelen medir propiedades relacionadas con estos y se asume que se refieren a una esfera, con lo que se hace referencia a un único número, el diámetro de esta esfera, para caracterizar el tamaño de la partícula irregular medida.

Algunos ejemplos:

- **Diámetro de volumen.** Diámetro de la esfera que tiene el mismo volumen que la partícula.
- **Diámetro de superficie.** Diámetro de la esfera que tiene la misma superficie que la partícula.
- **Diámetro de Stokes.** Diámetro de la esfera que tiene la misma velocidad de sedimentación, en régimen laminar, que la partícula.
- **Diámetro de tamiz.** Diámetro de la esfera de mayor tamaño que pasaría a través de las aberturas de un tamiz.

##### Algunas ideas sobre la interpretación de distribuciones granulométricas.

Una distribución granulométrica puede expresarse de forma **diferencial** (figura 1, línea roja) o de forma **acumulada** (figura 1, línea azul). Normalmente se presentan los resultados de una distribución granulométrica, tanto en forma diferencial como acumulada, mediante una tabla o en forma gráfica (figura 1).

La forma diferencial expresa el porcentaje de partículas en número, en masa, en superficie o en volumen, presente en cada intervalo. Por su parte, la forma acumulada expresa el porcentaje total de partículas de tamaño inferior o superior a un diámetro equivalente determinado. En el primer caso se habla de una **distribución acumulada de cernidos** y en el segundo de una **distribución acumulada de residuos**.

A partir de los resultados de una granulometría, pueden calcularse algunos parámetros que describen parcialmente la distribución de tamaños como:

- **Residuo a un tamaño determinado.** Es un solo punto de una curva acumulada de residuos. Expresa el porcentaje de la muestra (en número, en masa, en superficie o en volumen) superior a un diámetro equivalente dado. En la figura 1 puedes observar que el residuo a  $20 \mu m$  es igual al 60 % o dicho de otra manera, *el 60 % del volumen de la muestra tiene un tamaño superior a  $20 \mu m$* . Este dato se suele expresar de la siguiente forma:  $R_{20\mu m} = 60 \%$  en volumen.
- **Medidas de tendencia central.** Son los parámetros estadísticos que pretenden definir el **centro de la distribución**, por lo que se denominan también “medidas de centralización”. Son la **media**, **moda**, y **mediana**.
- **Medidas de dispersión.** Las medidas de tendencia central casi nunca son suficientes, por ellas solas, para describir satisfactoriamente una distribución granulométrica, por lo que hay que recurrir también a las medidas de dispersión. Algunas medidas de la dispersión de series estadísticas se emplean con frecuencia para caracterizar la dispersión de distribuciones granulométricas, como por ejemplo la **varianza**, la **desviación típica** o el **índice de variabilidad**.