

Abril 1998

### TÍTULO

**Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos**

**Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas**

**Método del tamizado**

*Test for geometrical properties of aggregates. Part 1: Determination of particle size distribution. Sieving method.*

*Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats. Partie 1: Détermination de la granularité. Analyse granulométrique par tamisage.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 933-1 de agosto 1997.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 7139 de febrero 1958.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 146 *Áridos* cuya Secretaría desempeña ANEFA.



ICS 91.100.20

**Descriptor:** Árido, ensayo, característica geométrica, tamaño de grano, análisis granulométrico, análisis por tamizado, preparación de muestra de ensayo.

Versión en español

**Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos**  
**Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas**  
**Método del tamizado**

Test for geometrical properties of aggregates. Part 1: Determination of particle size distribution. Sieving method.

Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats. Partie 1: Détermination de la granularité. Analyse granulométrique par tamisage.

Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinkörnungen. Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung. Siebverfahren.

Esta Norma Europea ha sido aprobada por CEN el 1997-07-16. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la Norma Europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta Norma Europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles**

## ÍNDICE

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>ANTECEDENTES</b> .....  | <b>5</b>      |
| <b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....  | <b>6</b>      |
| <b>2 NORMAS PARA CONSULTA</b> .....  | <b>6</b>      |
| <b>3 DEFINICIONES</b> .....  | <b>6</b>      |
| <b>4 PRINCIPIO</b> .....   | <b>6</b>      |
| <b>5 EQUIPO</b> .....  | <b>7</b>      |
| <b>6 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO</b> .....   | <b>7</b>      |
| <b>7 PROCEDIMIENTO OPERATORIO</b> .....  | <b>8</b>      |
| <b>8 CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....   | <b>10</b>     |
| <b>9 INFORME DEL ENSAYO</b> .....  | <b>10</b>     |
| <b>ANEXO A (Informativo) REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS</b> .....                              | <b>12</b>     |
| <b>ANEXO B (Normativo) MÉTODO DE ENSAYO PARA ÁRIDOS<br/>NO ADECUADOS PARA SECADO EN ESTUFA</b> ..... | <b>13</b>     |
| <b>ANEXO C (Informativo) EJEMPLO DE HOJA DE RESULTADOS DE ENSAYO</b> ...                             | <b>14</b>     |

## ANTECEDENTES

Esta norma europea ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 154 "Áridos", cuya secretaria desempeña BSI.

Esta norma europea deberá alcanzar el rango de norma nacional, bien por publicación de un texto idéntico, bien por ratificación, antes de febrero de 1998, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de febrero de 1998.

Esta norma europea forma parte de una serie de normas de ensayos que determinan las propiedades geométricas de los áridos. Los métodos de ensayo concernientes a otras propiedades de los áridos serán tratados en las partes de las Normas Europeas siguientes:

EN 932 – *Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos.*

EN 1097 – *Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos.*

EN 1367 – *Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de meteorización de los áridos.*

EN 1744 – *Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos.*

Se está elaborando una norma europea de "*Ensayos para los fillers utilizados en mezclas bituminosas*".

Las otras partes de la Norma EN 933 serán las que se enumeran a continuación:

*Parte 2: Determinación de la granulometría. Tamices de ensayo. Tamaño nominal de las aberturas.*

*Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.*

*Parte 4: Determinación de la forma de las partículas. Coeficiente de forma.*

*Parte 5: Determinación del porcentaje de las caras de fractura de las partículas de árido grueso.*

*Parte 6: Determinación de la textura y forma. Coeficiente de flujo del árido grueso.*

*Parte 7: Determinación del contenido en conchas. Porcentaje de conchas en el árido grueso.*

*Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.*

*Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo del azul de metileno.*

*Parte 10: Determinación de los finos. Granulometría de los fillers (tamizado por chorro de aire).*

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, los organismos de normalización de los siguientes países deben adoptar esta Norma Europea: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea tiene como objeto definir un método, utilizando tamices, para la determinación de la granulometría de los áridos. Se aplica a áridos de origen natural o artificial, incluidos los áridos ligeros, con una dimensión nominal de hasta 63 mm, excluyendo los fillers.

NOTA – La determinación de la granulometría del filler se especificará en el proyecto prEN 933-10 Ensayos para determinar las características geométricas de los áridos. Parte 10: Determinación de los finos. Granulometría de los fillers.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta Norma Europea incorpora las disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones citadas con fecha, sólo se aplican a esta Norma Europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación.

EN 933-2:1995 – *Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo. Tamaño nominal de las aberturas.*

prEN 932-2 – *Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 2: Métodos de reducción de muestras de laboratorio.*

prEN 932-5 – *Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 5: Equipo común y calibración.*

prEN 1097-6 – *Ensayos para determinar las características mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de las partículas y de la absorción de agua.*

ISO 3310-1:1990 – *Tamices de ensayo. Requisitos técnicos y ensayos. Parte 1: Tamices de ensayo de malla metálica.*

ISO 3310-2:1990 – *Tamices de ensayo - Requisitos técnicos y ensayos. Parte 2: Tamices de ensayo de chapa metálica perforada.*

## 3 DEFINICIONES

A efectos de esta norma, se aplican las definiciones siguientes:

**3.1 muestra de ensayo:** Muestra utilizada íntegramente para un mismo ensayo.

**3.2 masa constante:** Masa obtenida después del secado y tras pesadas sucesivas que no difieren entre sí en más del 0,1%, a intervalos de al menos una hora.

NOTA – La masa constante puede alcanzarse tras secado de la muestra de ensayo en una estufa regulada a  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  durante un período de tiempo predeterminado (véase 5.3) Los laboratorios de ensayo pueden determinar el tiempo necesario para alcanzar la masa constante en función del tipo y del tamaño de la muestra, así como, de la capacidad de secado de la estufa.

## 4 PRINCIPIO

El ensayo consiste en dividir y separar, mediante una serie de tamices, un material en varias fracciones granulométricas de tamaño decreciente. Los tamaños de abertura y el número de tamices se seleccionan según la naturaleza de la muestra y según la precisión requerida.

El método adoptado consiste en el lavado del árido y su posterior tamizado en vía seca. Cuando el lavado pueda alterar algunas propiedades físicas de los áridos ligeros, se debe realizar el tamizado en vía seca, no debiéndose aplicar el procedimiento descrito en 7.1.

NOTA – El tamizado en vía seca también es un método alternativo que puede ser utilizado para áridos exentos de partículas de aglomerantes. En caso de desacuerdo, el método aplicable será el de lavado y tamizado.

La masa de las partículas retenidas en los diferentes tamices se expresará como porcentaje de la masa inicial del material. Los porcentajes acumulados que pasan por cada tamiz se presentarán en forma numérica y si fuese necesario en forma gráfica (véase anexo A).

## 5 EQUIPO

A no ser que se establezca de otra manera, todo aparato deberá cumplir los requisitos generales del proyecto prEN 932-5.

**5.1 Tamices de ensayo**, de aberturas tal y como se especifica en la Norma EN 933-2 y de acuerdo con los requisitos de las Normas ISO 3310-1 e ISO 3310-2.

**5.2 Tapa y fondo herméticos, para los tamices**

**5.3 Estufa ventilada**, regulada por un termostato que mantenga la temperatura a  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , u otro aparato que permita el secado de los áridos, sin causar la rotura de las partículas.

**5.4 Dispositivo de lavado**

**5.5 Balanzas de precisión**, con un error máximo de  $\pm 0,1\%$  de la masa de la muestra de ensayo.

**5.6 Bandejas, cepillos**

**5.7 Máquina de tamizar** (opcional).

## 6 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

Las muestras se reducirán de acuerdo con el proyecto prEN 932-2 con el fin de obtener el número requerido de muestras de ensayo.

NOTA – Puede ser necesario humedecer las muestras que contengan una gran cantidad de finos antes de reducir las, para minimizar la segregación y la pérdida de polvo.

La masa de cada muestra de ensayo será la que se indica en la tabla 1, para áridos de densidades entre  $2,00 \text{ Mg/m}^3$  y  $3,00 \text{ Mg/m}^3$ .

**Tabla 1**  
**Masa de las muestras de ensayo para áridos de densidad normal de partícula**

| Tamaño máximo del árido <i>D</i><br>mm | Masa mínima de la muestra de ensayo<br>kg |
|--|---|
| 63                                     | 40  |
| 32                                     | 10  |
| 16                                     | 2,6                                       |
| 8                                      | 0,6                                       |
| ≤4                                     | 0,2                                       |

NOTA 1 – Para áridos de otros tamaños, la masa mínima de la muestra de ensayo podrá obtenerse por interpolación de las masas indicadas en la tabla 1.

NOTA 2 – Si la masa de la muestra de ensayo no cumple lo indicado en la tabla 1, la granulometría obtenida no cumple con esta norma y esto deberá indicarse en el informe del ensayo.

NOTA 3 – Para áridos de densidad de partícula inferior a 2,00 Mg/m<sup>3</sup> o superior a 3,00 Mg/m<sup>3</sup> (véase prEN 1097-6), deberá aplicarse a las masas de la muestra de ensayo indicadas en la tabla 1, un factor de corrección basado en la relación de las densidades, para obtener una muestra de ensayo de aproximadamente el mismo volumen que para áridos de densidad normal.

La reducción de la muestra permitirá obtener una muestra de ensayo de masa superior al mínimo indicado, pero no de un valor exacto predeterminado.

Secar la muestra de ensayo a una temperatura de  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  hasta masa constante. Después, enfriar, pesar y registrar su masa como  $M_1$ .

Para algunos tipos de árido, el secado a  $110 ^\circ\text{C}$  puede producir un efecto aglomerante lo suficientemente fuerte sobre las partículas que impide la separación de las partículas individuales durante los procedimientos de lavado y/o tamizado posteriores. Para dichos áridos, deberá adoptarse el procedimiento indicado en el anexo B.

## 7 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

### 7.1 Lavado

Colocar la muestra de ensayo en un recipiente y añadir agua suficiente hasta cubrirla.

NOTA 1 – Un período de almacenamiento bajo el agua de 24 h ayuda a romper los terrones. Podrá utilizarse un agente de dispersión.

Agitar la muestra con fuerza suficiente para obtener la completa separación y suspensión de los finos.

Mojar ambos lados de un tamiz de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) reservado para ser usado exclusivamente en este ensayo, y colocar encima de él un tamiz de protección (ejemplo, 1 mm o 2 mm). Instalar los tamices de forma que la suspensión tamizada pueda desecharse o, cuando se requiera, ser recogida en un recipiente adecuado. Verter el contenido del recipiente en el tamiz superior. Continuar el lavado hasta que el agua que fluya por el tamiz de ensayo 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) sea clara.

NOTA 2 – Se operará con precaución para evitar sobrecargar, desbordar o dañar el tamiz de ensayo de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) o el tamiz de protección. Para ciertos áridos, puede ser necesario verter solo los finos en suspensión del recipiente sobre el tamiz de protección de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm), continuando el lavado de los residuos gruesos en el recipiente y vertiendo los finos en suspensión sobre el tamiz de protección hasta que el agua que fluya por el tamiz de ensayo de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) sea clara.

Secar los residuos retenidos por el tamiz de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) a  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$  hasta masa constante. Después, enfriar, pesar y registrar su masa como  $M_2$ .

## 7.2 Tamizado

Verter el material lavado y secado (o directamente la muestra seca) en la columna de tamizado. La columna está formada por cierta cantidad de tamices ensamblados y dispuestos, de arriba a abajo, en orden decreciente de tamaños de abertura con el fondo y la tapa.

NOTA 1 – La experiencia ha demostrado que el lavado no elimina necesariamente todos los finos. Por lo tanto, es necesario incorporar un tamiz de ensayo de 63 µm (0,063 mm) en la serie.

Agitar la columna, manual o mecánicamente, y retirar entonces los tamices uno a uno, comenzando con el de mayor tamaño de abertura y agitar cada tamiz manualmente asegurando que no se pierde ningún material utilizando, por ejemplo, un fondo y una tapa.

Trasvasar todo el material que pasa por cada tamiz al siguiente tamiz de la columna antes de continuar la operación con ese tamiz.

NOTA 2 – El proceso de tamizado puede considerarse terminado cuando el material retenido no varía en más de 1,0% en un minuto de tamizado.

Para evitar sobrecargar los tamices, la fracción retenida en cada tamiz al final de la operación de tamizado (expresada en gramos) no deberá exceder:

$$\frac{A \times \sqrt{d}}{200}$$

donde

*A* es el área del tamiz, en milímetros cuadrados;

*d* es el tamaño de abertura del tamiz, en milímetros.

Si alguna de las fracciones retenidas supera esta cantidad, deberá utilizarse uno de los procedimientos siguientes:

- a) Dividir la fracción en porciones menores que el máximo especificado y tamizarlas una tras otra.
- b) Dividir la porción de la muestra que pasa por el tamiz inmediatamente superior mediante un divisor de muestras o por cuarteo, y continuar el análisis granulométrico sobre la muestra de ensayo reducida, considerando las reducciones en cálculos posteriores.

## 7.3 Pesaje

Pesar el material retenido por el tamiz de mayor tamaño de abertura y registrar su masa como *R*<sub>1</sub>.

Realizar la misma operación para el tamiz que se encuentre inmediatamente debajo y registrar la masa retenida como *R*<sub>2</sub>.

Continuar con la misma operación para todos los tamices de la columna, con objeto de obtener las masas de las diferentes fracciones de material retenido y registrar dichas masas como *R*<sub>3</sub>, *R*<sub>4</sub>, ... *R*<sub>*i*</sub>, ... *R*<sub>*n*</sub>.

Pesar el material tamizado, si lo hubiere, que quede en la bandeja del fondo y registrar su masa como *P*.

## 8 CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

### 8.1 Cálculo

Las diferentes masas registradas se anotarán en las hojas de resultados del ensayo (véase modelo en el anexo C).

Expresar la masa retenida en cada tamiz como porcentaje de la masa seca original  $M_1$ .

Calcular el porcentaje acumulado de la masa seca original que pasa por cada tamiz hasta el tamiz de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) excluido.

Calcular el porcentaje de finos ( $f$ ) que pasa por el tamiz de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) según la siguiente ecuación:

$$f = \frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100$$

donde

$M_1$  es la masa seca de la muestra de ensayo, en kilogramos;

$M_2$  es la masa seca del residuo retenido en el tamiz de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm), en kilogramos;

$P$  es la masa de material tamizado que queda en la bandeja, en kilogramos.

### 8.2 Validación de los resultados

Si la suma de las masas  $R_i$  y  $P$  difiere en más de 1% de la masa  $M_2$ , el ensayo debe repetirse.

## 9 INFORME DEL ENSAYO

### 9.1 Datos obligatorios

El informe de ensayo deberá incluir la siguiente información:

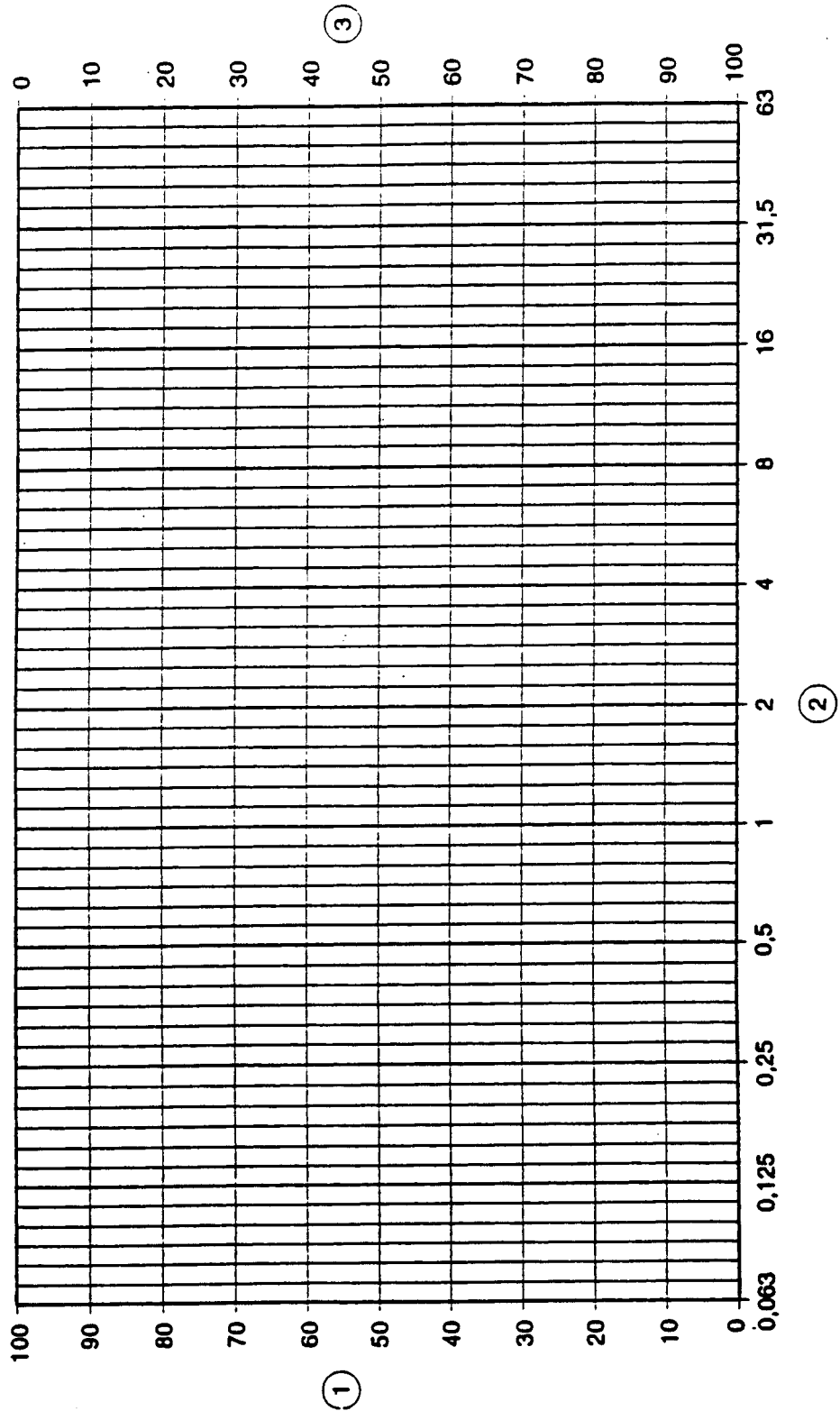
- a) el número de esta Norma Europea;
- b) identificación de la muestra;
- c) identificación del laboratorio;
- d) fecha de la recepción de la muestra;
- e) método de análisis (lavado y tamizado o tamizado en vía seca);
- f) porcentaje acumulado de la masa de la muestra de ensayo que pasa por cada uno de los tamices, redondeando al número decimal más próximo para el tamiz de 63  $\mu\text{m}$  (0,063 mm) y al número entero más próximo para los otros tamices.

## **9.2 Datos opcionales**

El informe de ensayo puede incluir la siguiente información:

- a) nombre y localización del yacimiento al que corresponde la muestra;
- b) descripción del material y del método de muestreo;
- c) representación gráfica de los resultados (véase anexo A);
- d) certificado del muestreo;
- e) masa de la muestra de ensayo;
- f) fecha del ensayo.

ANEXO A (Informativo)  
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS



- 1 % acumulado que pasa
- 2 Tamices de abertura cuadrada (mm)
- 3 % acumulado retenido

**ANEXO B (Normativo)**

**MÉTODO DE ENSAYO PARA ÁRIDOS NO ADECUADOS PARA SECADO EN ESTUFA**

Para los áridos que presenten problemas en su secado en estufa a 110 °C, se duplicará el número de muestras de ensayo necesarias y se registrarán sus masas. A continuación, se determinará mediante secado en estufa a  $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$  el porcentaje de humedad de cada una de las muestras de ensayo duplicadas. La otra muestra de ensayo deberá someterse a ensayo mediante el método de lavado y tamizado sin secado previo. La masa seca inicial de esta segunda muestra de ensayo deberá calcularse suponiendo que las muestras de ensayo duplicadas tienen un porcentaje de humedad idéntico y deberá registrarse como  $M_1'$ .

ANEXO C (Informativo)

EJEMPLO DE HOJA DE RESULTADOS DE ENSAYO

|   |                     |
|---|---------------------|
| <b>DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE LAS PARTÍCULAS – MÉTODO DEL TAMIZADO EN 933-1</b> | <b>Laboratorio:</b> |
| Identificación de la muestra  | Fecha:<br>Operador: |
| Método utilizado: lavado y tamizado/tamizado por vía seca (tachar el que no corresponda)  |                     |

Masa seca total  $M_1 =$  (o  $M_1' =$  véase anexo B)

Masa seca tras lavado  $M_2 =$

Masa seca de los finos eliminados mediante lavado  $M_1 - M_2 =$

| Tamaño de abertura del tamiz<br>mm        | Masa de material retenido ( $R_i$ )<br>kg | Porcentaje de material retenido<br>$R_i / M_1 \times 100$ | Porcentajes acumulados que pasan<br>$100 - (R_i / M_1 \times 100)$ |
|---|---|---|--|
|   | $R_1$<br>$R_2$                            |   | (al número entero más próximo)                                     |
| Material en la bandeja del fondo<br>$P =$ |   |   |  |

|   |
|---|
| <p>Porcentaje de finos (<math>f</math>) que pasan por el tamiz de 63 <math>\mu\text{m}</math> (0,063 mm) = <math>\frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100 =</math></p> <p style="text-align: right;">(al decimal más próximo)</p> |
|---|

|  |              |
|--|--------------|
| $\Sigma R_i + P =$                                     | Comentarios: |
| $\frac{M_2 - (\Sigma R_i + P)}{M_2} \times 100 =$ < 1% |              |

La masa seca de la muestra de ensayo deberá registrarse como  $M_1$  cuando se determine directamente o como  $M_1'$  cuando se calcule a partir de una muestra de ensayo duplicada.



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32