

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.

APLICACIONES DE AGREGADOS RECICLADOS.



PUESTA EN OBRA

AEROPUERTO DE BARAJAS, MADRID

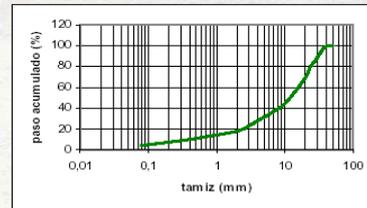
ÁRIDO UTILIZADO: Zahorra hormigón + Zahorra aglomerado

UNIDAD DE OBRA: Accesos nueva terminal

CANTIDAD DE ÁRIDO: 25.000 t

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

LÍMITES DE ATTERBERG	NO PLÁSTICA
EQUIVALENTE DE ARENA	67
RESISTENCIA A FRAGMENTACIÓN	24
LIMPIEZA SUPERFICIAL	1.73
ANGULOSIDAD	100%
FORMA	5%
COMPUESTOS TOTALES DE AZUFRE	0,00%



PUESTA EN OBRA



CARRIL BICI DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID

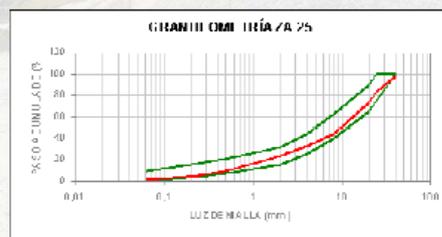
ÁRIDO UTILIZADO: Zahorra hormigón

UNIDAD DE OBRA: Base del carril

CANTIDAD DE ÁRIDO: 60.000 t

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Compuestos totales de azufre	0,30%
Coefficiente de limpieza	0,08%
Equivalente de arena	75
Índice de plasticidad	No Plástico
Coefficiente Los Ángeles	34%
Índice de lajas	7%
Partículas trituradas	95%
Granulometría	CUMPLE
Densidad	99%-100%



HOSPITAL DE VALLECAS, MADRID

ÁRIDO UTILIZADO: Zahorra hormigón

UNIDAD DE OBRA: Base accesos y
aparcamiento

CANTIDAD DE ÁRIDO: 60.000 t



GRANULOMETRÍA

UNE-EN 933-1:1998 y UNE-EN 933-1:1998/A1:2006

1. OBJETIVO DEL ENSAYO

Este ensayo tiene por objeto determinar la granulometría de los áridos de hasta 90 mm mediante su división y separación con una serie de tamices en fracciones granulométricas de tamaño decreciente.

2. INSTRUMENTAL Y EQUIPOS

El instrumental y equipos necesarios para realizar este ensayo son:

- Juego de tamices de ensayo (90-80-63-32-16-8-4-2-1-0,5-0,25-0,125-0,063) con tapa y fondo herméticos. (*)
- Estufa ventilada a (110 ± 5) °C.
- Dispositivo de lavado (p.ej.: pila-fregadero con decantador)
- Balanza de precisión $\pm 0,1$ % de la masa de la muestra de ensayo
- Bandejas de diferentes tamaños, cardas y brochas
- Tamizadora (opcional)



(*) Serie básica

3. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Este método se aplica a áridos de origen natural o artificial, incluidos los áridos ligeros, con una dimensión nominal de hasta 90 mm, excluyendo los fillers.

4. EJECUCIÓN DEL ENSAYO

Las etapas a considerar son las siguientes:



a

Selección de la cantidad mínima de muestra de árido necesaria

La masa mínima seca de la muestra de ensayo, reducida según UNE-EN 932-2:1999 se obtendrá de la siguiente tabla para áridos de densidades entre 2 t/m^3 y 3 t/m^3 .

Para áridos de densidades distintas a las indicadas deberá aplicarse a la masa mínima un factor corrector basado en la relación de las densidades.

Para áridos de otros tamaños, la masa mínima de la muestra puede obtenerse por interpolación de las masas de la tabla.

Se debe tomar una masa mínima superior en un 5-10 % a la indicada en la tabla para que la masa seca mínima sea al menos la de ésta. Esta masa se registra como M_s . (Masa seca total)

Tamaño máximo D (mm)	Masa mínima seca de muestra en (kg)
90	80
63	40
32	10
16	2,6
8	0,6
4	0,2

b

Lavado (opcional)

Cuando el lavado pueda alterar las propiedades físicas del árido se deberá hacer el tamizado por vía seca.

En caso contrario, el lavado de los áridos no es necesario, pero permite una mayor precisión en los resultados obtenidos, eliminando previamente los finos como se indica:

- Inmersión de la muestra en un recipiente, agitándola con fuerza para conseguir la completa suspensión de los finos portantes.
- En la zona habilitada para el lavado, colocar el tamiz de 0,063 mm con otro de protección encima (4, 1, 0,125 mm, ...), vertiendo el contenido del recipiente en pequeñas cantidades en el tamiz superior, evitando que obturen los tamices. Se eliminan las partículas inferiores a 0,063 mm lavando hasta que el agua que fluya por el tamiz de 0,063mm no arrastre más finos (agua clara).





c

Determinación de la masa seca de la muestra lavada de árido

La determinación de la masa de árido que pasado por el tamiz de 0,063 mm se efectúa por diferencia de pesadas entre la masa inicial seca total (M_1) y la masa del árido una vez lavado y secado a una temperatura de $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ hasta obtener masa constante (M_2)

NOTA: Se debe obtener la masa constante de la muestra de ensayo, para lo cual se realiza previamente el ensayo de contenido en agua por secado en estufa.

d

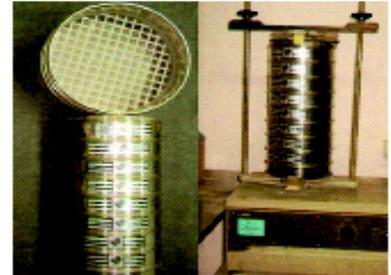
Tamizado

Verter el material lavado y secado (o directamente la muestra seca) en el juego de tamices previamente ensamblados y dispuestos, de arriba abajo, en orden decreciente de tamaños de abertura con el fondo y la tapa. Es necesario incorporar el tamiz de 0,063 mm, ya que el proceso de lavado no elimina todos los finos.

Aplicar un movimiento de planetario sobre la columna en la tamizadora o, en caso contrario, de forma manual, comenzando con el de mayor tamaño de abertura.

El tamizado siempre debe finalizarse manualmente, dándose por terminado cuando la masa de árido retenida en cada tamiz no varíe en más de un 1 % en un minuto de tamizado manual.

NOTA: El número de tamices a emplear viene definido por el tamaño máximo del árido (D), empleando siempre la columna de tamices de abertura inferior hasta el de 0,063 mm.



e

Pesaje de las fracciones obtenidas

Pesar el material retenido por el tamiz de mayor tamaño de abertura y registrar su masa como R_1 , continuando en orden decreciente hasta llegar al tamiz de 0,063 mm registrando las masas de las diferentes fracciones de material retenido como R_2, R_3, \dots, R_n .

Pesar el material tamizado que quede en la bandeja del fondo, y registrando su masa como P.

5. CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

La masa de las partículas retenidas en los diferentes tamices se expresa como porcentaje respecto de la masa seca total del material.

Los porcentajes acumulados que pasan por cada tamiz se presentan en forma numérica y, si es necesario, en forma gráfica.

Los pasos a seguir para el cálculo de los resultados son:

Expresar el % de la masa retenida en cada tamiz respecto de la masa seca total.	$\text{Porcentaje retenido en el tamiz } i = \frac{R_i}{M_1} \times 100$
Calcular el % acumulado de la masa seca total que pasa por cada tamiz, excluyendo el tamiz 0,063 mm.	$\text{Porcentaje que pasa por el tamiz } i = 100 - \left(\sum_{j=1}^i R_j \times 100 \right)$
Calcular el % de finos (f) que pasa por el tamiz de 0,063 mm utilizando la siguiente expresión: <i>NOTA: Si la muestra no se ha lavado, entonces $M_2 = M_1$.</i>	$f = \frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100$
Validar los resultados obtenidos, comprobando que la suma de las masas de todas las fracciones (R_i) y la masa de material tamizado que queda en el fondo (P) no difiere en más de un 1 % de la masa M_2 . En caso contrario habría que repetir el ensayo. <i>NOTA: La fórmula en valor absoluto</i>	$\frac{M - (\sum R + P)}{M} \times 100 \leq 1\%$

Donde:

R_i es la masa retenida por el tamiz i (kg)
 M_1 es la masa seca de la muestra de ensayo (kg)

M_2 es la masa seca tra el lavado (kg)
P es la masa de material tamizado que queda en el fondo (kg)

PRUEBAS MENOS COMUNES EN AGREGADOS, (CEMENTERA CRUZ AZUL).

Prueba de abrasión, máquina de los Ángeles (NMX-C-196-1990)

Límites de consistencia y contracción lineal (NMX-C-416-ONNCCE-2003)

Equivalente de arena (NMX-C-416-ONNCCE-2003)

Coefficiente de forma (NMX-C-436-ONNCCE-2004)

Partículas planas y alargadas ASTM-D-4791-95)
 Efecto de materia orgánica (NMX-C-088-1997-ONNCCE)
 Análisis petrográficos (NMX-C-265-1984)
 Determinación del contenido de sales solubles en agua (cloruros y sulfatos)
 Reactividad potencial (Método químico) NMX-C-271-ONNCCE-1999
 Reactividad potencial (Método de las barras de mortero) NMX-C-180-ONNCCE-2001
 Intemperismo acelerado (sanidad) NMX-C-075-ONNCCE-2006
 Determinación de grumos de arcilla y partículas deleznales, NMX-C-071-ONNCCE-2004
 Determinación de partículas ligeras, NMX-C-072-1997-ONNCCE
 Muestreo de agregados en banco o almacén (NMX-C-030-ONNCCE-2004)

DETERMINACION DE PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS (NMX-C-030-ONNCCE-2004, NMX-C-073-ONNCCE-2004, NMX-C-077-1997-ONNCCE, NMX-C-084-1990, NMX-C-088-1997-ONNCCE, NMX-C-164-ONNCCE-2002, NMX-C-165-ONNCCE-2004, NMX-C-166-1990, NMX-C-170-1997-ONNCCE)
 Pruebas físicas de muestra de grava o arena, incluye: granulometría, masa específica, absorción, masas volumétricas suelta y varillada, materia orgánica y pérdida por lavado.

Normas para agregados	
NMX-C-030-ONNCCE-2004	Industria de la construcción - Agregados - Muestreo
NMX-073-ONNCCE-2004	Industria de la construcción - Agregados - Masa volumétrica - Método de prueba
NMX-077-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - Agregados para concreto - Análisis granulométrico - Método de prueba
NMX-C-084-1990	Industria de la construcción - Agregados para concreto - Partículas más finas que la criba f 0.075 (no. 200) - Por medio de lavado - Método de prueba.
NMX-C-164-ONNCCE-2002	Industria de la construcción - Agregados - Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado grueso
NMX-C-165-ONNCCE-2004	Industria de la construcción - Agregados - Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado fino - Método de prueba
NMX-C-166-1990	Industria de la construcción - Agregados - Contenido total de humedad por secado - Método de prueba
NMX-C-170-1997-ONNCCE	Industria de la construcción - Agregados - Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para las pruebas