# Áridos para morteros y hormigones - Requisitos

## Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Este proyecto de norma ha sido preparado por el INN y está basado en la norma NCh163:2013 *Áridos para morteros y hormigones - Requisitos* y antecedentes técnicos nacionales aportados por el Comité de Anteproyecto, y se encuentra en consulta pública para que las partes interesadas emitan sus observaciones las cuales serán tratadas en un Comité Técnico.

Esta norma reemplazará a la norma NCh163:2013 *Áridos para morteros y hormigones - Requisitos* y la dejará no vigente técnicamente, una vez aprobada por el Consejo de INN.

Si bien se ha tomado todo el cuidado razonable en la preparación y revisión de los documentos normativos producto de la presente comercialización, INN no garantiza que el contenido del documento es actualizado o exacto o que el documento será adecuado para los fines esperados por el Cliente.

En la medida permitida por la legislación aplicable, el INN no es responsable de ningún daño directo, indirecto, punitivo, incidental, especial, consecuencial o cualquier daño que surja o esté conectado con el uso o el uso indebido de este documento.

CONSULTA PÚBLICA

# Áridos para morteros y hormigones - Requisitos

## 1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma especifica las propiedades de los áridos y filleres obtenidos mediante procesamiento de materiales naturales y/o materiales procesados, y las mezclas de éstos, para la elaboración de morteros y hormigones.

1.2 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los áridos para morteros y hormigones.

1.3 Esta norma se aplica a los áridos de densidad real entre 2 000 kg/m$^3$ y 3 000 kg/m$^3$ que se emplean en la elaboración de morteros y hormigones.

1.4 Esta norma permite la utilización de algunos áridos reciclados (ver cláusula 5) y de áridos artificiales (ver cláusula 6) sujetos al cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma.

En el caso de los áridos artificiales, en cláusula 6 se establece la factibilidad de uso de ellos cuando su densidad real está fuera de los límites establecidos en 1.3.

1.5 Esta norma no contempla los requisitos específicos aplicables a áridos especiales como áridos pesados y áridos livianos.

## 2 Referencias normativas

Los documentos siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

| | |
|---|---|
| *NCh164* | *Áridos para morteros y hormigones - Extracción y preparación de muestras.* |
| *NCh165* | *Áridos para morteros y hormigones - Tamizado y determinación de la granulometría* |
| *NCh166* | *Áridos para morteros y hormigones - Determinación de impurezas orgánicas en las arenas.* |
| *NCh170* | *Hormigón - Requisitos generales* |
| *NCh1018* | *Hormigón - Preparación de mezclas para ensayos en laboratorio.* |
| *NCh1117* | *Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades reales y neta y de la absorción de agua de las gravas.* |
| *NCh1223* | *Áridos para morteros y hormigones - Determinación del material fino menor a 0,080 mm.* |
| *NCh1239* | *Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta y de la absorción de agua de las arenas.* |

CONSULTA PÚBLICA

| | |
|---|---|
| *NCh1325* | *Áridos - Determinación del equivalente de arena en suelos y áridos finos.* |
| *NCh1327* | *Áridos para morteros y hormigones - Determinación de partículas desmenuzables.* |
| *NCh1328* | *Áridos para morteros y hormigones - Determinación de la desintegración - Método de los sulfatos.* |
| *NCh1369* | *Áridos - Determinación de la resistencia al desgaste por abrasión e impacto – Método de la Máquina de Los Ángeles.* |
| *NCh1444* | *Áridos para morteros y hormigón - Determinación de cloruros y sulfatos* |
| *NCh2256/1* | *Morteros - Parte 1: Requisitos* |
| *NCh2260* | *Morteros - Preparación de mezclas de prueba y mezclas comparativas en el laboratorio.* |
| *NCh3240* | *Áridos para morteros y hormigones - Determinación del coeficiente de forma de las gravas.* |
| *NCh3520* | *Cenizas volantes para hormigones - Requisitos* |
| *NCh3521* | *Áridos livianos y áridos porosos para hormigones - Determinación del coeficiente de resistencia a compresión y del coeficiente del módulo de elasticidad - Método de fases compuestas* |
| *ASTM C87* | *Standard Test Method for Effect Organic Impurities in Fine Aggregates on Strenth of Mortar* |
| *ASTM C123* | *Standard Test Method for Lightweight Particles in Aggregate.* |
| *ASTM C1260* | *Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method).* |
| *ASTM C1293* | *Standard Test Method for Determination of Length Change of Concrete due to Alkali Silica Reaction* |
| *UNE EN 933-9* | *Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos - Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.* |

## 3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma, se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1
árido
material granular utilizado en la construcción. Los áridos pueden ser naturales, procesados, reciclados o artificiales

3.2
árido natural
árido procedente de yacimientos pétreos (depósitos o canteras) y que no ha sido sometido a proceso de trituración

3.3
árido procesado
árido natural o recuperado de hormigón fresco (ver 3.4) que ha sido sometido a proceso de trituración, o clasificación por tamaños, o lavado en operaciones mecanizadas, u otro proceso controlado en una planta de áridos. Puede contener hasta un 5% de árido reciclado de hormigón endurecido

3.4
Árido recuperado de hormigón fresco
árido que se recupera de la planta de hormigón que cumple NCh1934 que se mantiene en estado fresco hasta ser sometido a un proceso de lavado y clasificación y que puede ser incorporado al acopio de áridos grueso o árido fino, según corresponda

CONSULTA PÚBLICA

3.5
árido artificial
material granular de origen mineral resultante de un proceso industrial que suponga modificación térmica u otra y especialmente diseñado para su fabricación o bien, es un subproducto de un proceso industrial con otro propósito

3.6
árido reciclado
árido obtenido del procesamiento industrial de materiales usados previamente en la construcción de elementos de hormigón o de la demolición de obras de construcción

3.6.1 Árido reciclado de hormigón endurecido
árido obtenido mediante un proceso industrial de trituración y lavado de hormigón endurecido que haya sido utilizado o no en obras y que no contenga residuo o material orgánico o inorgánico en forma significativa

3.6.2 Árido reciclado sin clasificar de obras de construcción
material que contiene diversos productos provenientes de obras de construcción y/o de demolición y que no ha sido sometido a procesos de clasificación y lavado

3.7
árido liviano
material granular de densidad real menor a 2000 kg/m$^3$ que se usa para preparar hormigón liviano

3.8
árido fino
árido que pasa por el tamiz de abertura de 4,75 mm y es retenido en el tamiz de 0,075 mm, ver Tabla 4

3.9
árido grueso
árido retenido en el tamiz de abertura de 4,75 mm, ver Tabla 5

NOTA La grava corresponde a árido grueso retenido en el tamiz de 20 mm y la gravilla corresponde a árido grueso que pasa por el tamiz de 20 mm y queda retenido en el tamiz de 4,75 mm.

3.10
árido combinado; árido total
árido resultante de la combinación de árido fino y árido grueso en proporciones definidas por el estudio de dosificación y que se ha de emplear en la confección de un hormigón

3.11
árido triturado
árido natural que ha sido sometido a proceso de trituración

3.12
granulometría
distribución porcentual en masa seca de los distintos tamaños de partículas (granos) que constituyen un árido, determinada de acuerdo con NCh165

3.13
filler
material cuya mayor parte pasa por el tamiz de 0,075 mm y que se puede añadir a morteros y hormigones para obtener ciertas propiedades

CONSULTA PÚBLICA

3.13.1 filler del árido
material originado durante el proceso de producción de áridos y que cumple 4.3.1

3.13.2 otros filler
material que proviene de procesos distintos al de producción de áridos (como la obtención de áridos reciclados y/o de áridos artificiales, material inerte o subproductos industriales, entre otros) y que cumplen lo establecido en 4.3.2

3.14
tamaño máximo absoluto de un árido, $\boldsymbol{D_a}$
corresponde a la abertura del menor tamiz de las series establecidas en NCh165, que deja pasar el 100% de la masa del árido

3.15
tamaño máximo nominal de un árido, $\boldsymbol{D_n}$
corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente menor que $D_a$ cuando por dicho tamiz pase el 90% o más de la masa de un árido. Cuando pasa menos del 90%, el tamaño máximo nominal se considera igual al tamaño máximo absoluto (ver Anexo C)

3.16
áridos potencialmente reactivos
áridos cuyos constituyentes pueden generar potencialmente una reacción química (RAA) con los álcalis presentes en el hormigón o mortero, determinado según ASTM C1260, reacción que puede producir daño en el hormigón o mortero (Ver Tabla 2 y 4.1.2.1)

3.17
áridos reactivos
áridos cuyos constituyentes pueden generar una reacción química (RAA) con los álcalis presentes en el hormigón o mortero, determinado según ASTM C1293 reacción que puede generar un daño en el hormigón o mortero (Ver Tabla 2 y 4.1.2.2)

## 4 Requisitos

### 4.1 Requisitos generales

Cada árido natural y procesado utilizado en la fabricación de morteros y hormigones debe cumplir los siguientes requisitos físicos y químicos, y sus valores límites que se indican en Tablas 1 y 2.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1 - Requisitos físicos

| Requisitos (D) | Valores límites | | Norma de ensayo |
|---|---|---|---|
| | Árido Grueso | Árido fino | |
| 1 Granulometría | Ver Tabla 5 | Ver Tabla 4 | NCh165 |
| 2 Material fino menor que 0,075 mm,<br>a) Áridos naturales, % máx<br>b) Áridos procesados, % máx | <br>1,0<br>1,0 | Ver Nota A<br>5,0<br>7,0 | NCh1223 |
| 3 Equivalente de arena, % mín. | - | 75 | NCh1325 |
| 4 Absorción de agua (porosidad)<br>Áridos naturales y procesados, % máx. | 2,0<br>NCh1117 | 3,0<br>NCh1239 | |
| 5 Resistencia al desgaste<br>Máquina de Los Ángeles, % máx | 35 | - | NCh1369 |
| 6 Coeficiente de forma, % mín | 80 | - | NCh3240 |
| 7 Partículas desmenuzables, % máx. | 5,0 | 3,0 | NCh1327 |
| 8 Resistencia a la desintegración por sulfatos (B)<br>a) Con sulfato de sodio, % máx.<br>b) Con sulfato de magnesio, % máx. | <br>10,0<br>15,0 | <br>10,0<br>15,0 | NCh1328 |
| 9 Índice de trituración (C)<br>a) Hormigón sometido a desgaste, % máx.<br>b) Para todo otro hormigón, % máx. | <br>20,0<br>30,0 | <br>4,0<br>5,0 | Anexo B |
| 10 Partículas chancadas, % mín.<br>a) Hormigón sometido a flexotracción<br>b) Otros hormigones | <br>50<br>- | | Anexo A |
| 11 Carbón y lignito, % máx.<br>a) Hormigón a la vista<br>b) Otros hormigones | <br>0,5<br>1,0 | <br>0,5<br>1,0 | ASTM C123 |

A) En caso que el contenido de finos del árido fino sea mayor al indicado en la Tabla y/o el equivalente de arena sea menor a 75%, proceder según 5.2.
B) El ensayo es optativo con cualquiera de las sales.
C) Este método se utiliza tanto como complemento del Ensayo de Desgaste de Los Ángeles o para sustituirlo cuando no se disponga de éste, según lo indicado en Anexo B.
D) En caso que los áridos no cumplan algunos de los requisitos indicados en esta Tabla y que éstos puedan afectar la durabilidad del hormigón o mortero, se debe verificar que el hormigón o mortero cumple lo establecido en las normas NCh170 y NCh2256/1 y las Especificaciones Técnicas del proyecto específico mediante un estudio técnico y la realización de mezclas de prueba (ver Anexo G).

Tabla 2 - Requisitos químicos

| Requisitos | Valores límites | | Norma de ensayo |
|---|---|---|---|
| | Árido grueso | Árido fino | |
| 1 Impurezas orgánicas (A)<br>a) Solución colorimétrica medido desde más claro a más oscuro, máx.<br>b) Vidrios de color patrón, máx. | <br>-<br>- | <br>Igual<br>3 | NCh166 |
| 2 Cloruros, como $Cl^-$, % máx. referido al peso total de la muestra (B) | 0,05 | | NCh1444 |
| 3 Sulfatos solubles en agua referido al árido seco (C), máx. | 0,3 | | NCh1444 |
| 4 Reacción árido-álcali, ver 4.1.2<br>a) Expansión máxima 14 días: el árido es considerado potencialmente reactivo (4.1.2.1)<br>b) Expansión máximo un año: el árido es considerado reactivo (4.1.2.2) | <br>≥ 0,10%<br>≥ 0,4% | | <br>ASTM C1260<br>ASTM C1293 |

A) El color límite está fijado por un color patrón. Opcionalmente se podría realizar el ensayo establecido en ASTM C87 cuando el color no cumple la coloración patrón.
B) Hormigones pretensados y aplicaciones especiales pueden requerir otros requisitos establecidos en las normativas respectivas. El árido que no cumpla esta especificación puede ser utilizado si cumple lo indicado en NCh170 respecto a la suma de $Cl^-$ aportados en las mezclas.
C) En caso que los áridos no cumplen los requisitos indicados, se deben realizar mezclas de prueba preparadas según NCh1018 y NCh2260, las que deben cumplir con los requisitos indicados en NCh170 y NCh2256/1 (ver Anexo G).

CONSULTA PÚBLICA

4.1.1 Cuando un árido grueso o un árido fino no cumple con algunos de los requisitos que establecen la Tabla 1 y/o Tabla 2, se pueden utilizar si mezclados con áridos naturales y/o procesados de otra fuente, la mezcla cumple los requisitos de Tabla 1 y/o Tabla 2 establecidos para la fracción gruesa o fina, la que corresponda aplicar.

4.1.2 Determinación de la reactividad árido álcali

4.1.2.1 Para verificar si un árido es potencialmente reactivo se debe realizar en primer lugar el ensayo según ASTM C1260. Para que el árido sea considerado potencialmente reactivo, la expansión a 14 días debe ser mayor o igual a 0,10%.

En caso que el árido sea clasificado como potencialmente reactivo, se puede usar si se considera lo establecido por NCh170 para hormigones que puedan estar en condiciones de que se produzca la reacción árido álcali.

4.1.2.2 Cuando el árido sea potencialmente reactivo según el ensayo a 14 días establecido en ASTM C1260, se puede determinar la expansión a un año según ASTM C1293.

Para que el árido sea considerado reactivo, la expansión debe ser mayor o igual a 0,04%. En este caso, el árido se puede usar si se considera lo establecido por NCh170 para hormigones que puedan estar en condiciones de que se produzca la reacción árido álcali.

4.2 Requisitos especiales áridos finos

4.2.1 El árido fino procesado que cumple Tablas 1 y 2 pero que contiene elevadas cantidades de material que pasa por el tamiz de 0,075 mm (N° 200) se debe evaluar de manera adicional para asegurar que está esencialmente compuesto de polvo de roca y no contiene cantidades apreciables de minerales de arcilla de tipo expansivo.

El árido fino natural y que contiene elevadas proporciones de material que pasa por el tamiz de 0,075 mm (N°200) se debe evaluar para asegurar que no contiene cantidades apreciables de minerales de arcilla de tipo expansivo.

4.2.2 Aquellos áridos finos que no cumplan Requisitos 2 y/o 3 de Tabla 1, pueden ser usados si sometidos al ensayo de azul de metileno, según UNE-EN 933-9 se obtiene un valor menor o igual que 3,0 g de azul por cada 1 kg de finos. Para valores superiores se debe evaluar según las condiciones de exposición establecidas en NCh170.

Nota: Actualmente, se dispone de diversos medios para la determinación de la presencia de arcillas expansivas, fuera de los ya nombrados, tales como análisis petrográfico, y análisis de difracción de rayos X, cuyos resultados deben ser evaluados por un especialista.

4.3 Filler

4.3.1 Filler del árido

La granulometría del filler del árido, determinada según NCh165, debe cumplir con los límites indicados en Tabla 3 y los requisitos de Tablas 1 y 2.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3 - Granulometría filler del árido

| Tamaño de tamiz | | % acumulado que pasa |
|---|---|---|
| Abertura, mm | Abertura, N° | Resultados individuales |
| 2 | 10 | 100 |
| 0.125 | 125 | 85 - 100 |
| 0,075 | 200 | 70 - 100 |

4.3.2 Otros tipos de filler

Cualquier otro material granular puede ser utilizado como filler siempre que cumpla los requisitos de Tablas 1, 2 y 3.

4.4 Clasificación granulométrica del árido fino

4.4.1 El árido fino natural y procesado, cuya granulometría es determinada según NCh165, se clasifica granulométricamente según los límites indicados en Tabla 4.

4.4.2 El árido fino natural y/o procesado y el árido fino artificial (ver cláusula 6) que no clasifique en Tabla 4, puede ser utilizado siempre que al mezclarlo con árido natural y/o procesado de otra fuente se pueda clasificar según Tabla 4.

Tabla 4 - Bandas granulométricas para árido fino

| % acumulado que pasa para los tamaños siguientes | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamaños | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Denominación | | Muy gruesa | Gruesa | Media | Media Gruesa | Fina | Muy fina | Discontinua |
| Preferida | Nominal | | | | | | | |
| 9,5 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4,75 | 5 | 60 - 75 | 75 – 90 | 95-100 | 70 – 90 | 90-100 | 95-100 | 30-60 |
| 2,36 | 2,5 | 35 – 55 | 55 - 80 | 80-100 | 40 – 80 | 85-100 | 90-100 | 30-40 |
| 1,18 | 1,25 | 27 – 50 | 35 – 60 | 50 - 85 | 40 - 70 | 70-90 | 85-100 | 30-40 |
| 0,600 | 0,63 | 15 – 40 | 22 – 40 | 25 – 60 | 40 – 60 | 60-80 | 80-100 | 17-40 |
| 0,300 | 0.315 | 8 – 25 | 12 – 25 | 5 – 30 | 25 – 37 | 37-50 | 50-62 | 9-25 |
| 0,150 | 0.160 | 3 - 10 | 3 - 10 | 0 - 10 | 6 - 13 | 12-20 | 15-20 | 4-10 |
| MF mín. | | 3,45 | 2,95 | 2,15 | 2,50 | 1,60 | 1,85 | 3,85 |
| MF máx. | | 3,98 | 3,98 | 3,45 | 3,79 | 2,46 | 1,18 | 4,80 |

4.5 Clasificación granulométrica del árido grueso

4.5.1 El árido grueso natural, procesado, reciclado (ver cláusula 5) o artificial (ver cláusula 6) cuya granulometría es determinada según NCh165, se clasifica granulométricamente según los límites indicados en Tabla 5.

4.5.2 Los áridos gruesos que no correspondan a ninguno de los grados indicados en Tabla 5 pueden ser utilizados según lo establecido en 4.1.1.

4.5.3 Cuando el árido grueso reciclado o el árido grueso artificial no se pueda clasificar según Tabla 5, la mezcla de cada uno de ellos con el árido grueso natural y/o procesado que cumpla con cláusulas 5 o 6, se debe poder clasificar según Tabla 5.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 5 - Bandas granulométricas para árido grueso

| Tamiz, mm | | % acumulado que pasa para los siguientes grados (definidos por tamaños límites en mm) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prefer | Nom | 63-37,5 | 50-25 | 50-4,75 | 37,5-19 | 37,5-4,75 | 25-4,75 | 19-4,75 | 12.5-4,75 | 9,5-2,36 |
| 75 | 80 | 100 | | Nota | | Nota | | | | |
| 63 | 63 | 90-100 | 100 | 100 | | | | | | |
| 50 | 50 | 35-70 | 90-100 | 90-100 | 100 | 100 | | | | |
| 37,5 | 40 | 0-15 | 35-70 | - | 90-100 | 90-100 | 100 | | | |
| 25 | 25 | - | 0-15 | 35-70 | 20-55 | - | 90-100 | 100 | | |
| 19 | 20 | 0-5 | - | - | 0-15 | 35-70 | - | 90-100 | 100 | |
| 12,5 | 12,5 | - | 0-5 | 10-30 | - | - | 25-60 | - | 90-100 | 100 |
| 9,5 | 10 | - | - | - | 0-5 | 10-30 | - | 20-55 | 40-70 | 90-100 |
| 4,74 | 5 | - | - | 0-5 | - | 0-5 | 0-10 | 0-10 | 0-15 | 10-30 |
| 2,36 | 2,5 | - | - | - | - | - | 0-5 | 0-5 | 0-5 | 0-10 |
| 1,18 | 1,25 | - | - | - | - | - | . | - | - | 0-5 |

NOTA El grado 50 mm - 4,75 mm corresponde a mezclas de los grados 50 mm - 25 mm con 25 mm - 4,75 mm y el grado 37,5 mm - 4,75 mm corresponde a mezcla de los grados 37,5 mm - 19 mm con 19 mm - 4,75 mm.

## 4.6 Árido combinado

4.6.1 Según lo establecido por NCh170, los áridos que se usan en hormigones deben estar separados al menos en dos fracciones.

Una proporción adecuada de áridos gruesos y áridos finos debe permitir obtener un árido combinado que permita satisfacer los requisitos exigidos al hormigón.

Cuando el árido fino y/o el árido grueso no se puedan clasificar según Tablas 4 o 5, para utilizar dichos áridos se debe fabricar una mezcla de prueba utilizando un árido combinado que permita cumplir las propiedades y requisitos del hormigón de la obra.

NOTA En Anexo D se recomienda una banda de árido combinado que puede servir de guía.

4.6.2 En caso que el árido fino vaya a ser utilizado en morteros, las mezclas de prueba señaladas en 4.6.1 se pueden realizar con una mezcla de árido fino que permita su clasificación según Tabla 5.

# 5 Áridos reciclados

## 5.1 Consideraciones generales

CONSULTA PÚBLICA

5.1.1 Esta norma sólo permite el uso de áridos reciclados de hormigón endurecido para reemplazar un porcentaje del árido grueso, según las condiciones que establece la presente norma.

Esta norma no permite el uso de áridos reciclados de otros materiales diversos provenientes de obras de construcción y/o de demolición.

5.1.2 Los áridos reciclados pueden contener un porcentaje máximo de otros materiales diversos respecto del peso total de la muestra que sea menor al 5% en el caso de material cerámico (ladrillos, tejas, palmetas cerámicas) o, 1% en el caso de partículas ligeras, asfaltos u otros materiales como vidrio, plástico o metales.

NOTA Las mezclas de áridos reciclados con áridos naturales y/o procesados pueden conferir ciertas características especiales a morteros u hormigones.

5.2 Requisitos de uso

5.2.1 Se permite el uso de áridos reciclados de hormigón endurecido que sean sometidos a un proceso del que se puede obtener un árido grueso mezclado en un porcentaje de reemplazo mayor al 5% del árido natural y/o procesado, siempre que se verifique que dicha mezcla cumple los requisitos establecidos en Tablas 1 y 2 y que esté incorporado en especificaciones sectoriales o en la especificación técnica del hormigón de la obra.

## 6 Áridos artificiales

### 6.1 Consideraciones generales

6.1.1 Esta norma permite el uso de áridos artificiales gruesos y finos que hayan recibido un tratamiento previo que permitan su uso en hormigones y el cumplimiento de la presente norma.

6.1.2 Los subproductos pueden ser o requieren ser reprocesados para la obtención de materiales adecuados para su uso como áridos en mortero u hormigones.

NOTA Los áridos artificiales pueden conferir características especiales a morteros u hormigones.

### 6.2 Requisitos

6.2.1 Los áridos artificiales que se quieran usar en la fabricación de morteros y hormigones, deben demostrar que no son peligrosos (ver D.S. 148 o sus modificaciones); es decir, que no son tóxicos, inflamables, reactivos ni corrosivos.

6.2.2 Los áridos artificiales deben cumplir con los requisitos establecidos en las Tablas 1 y 2.

No obstante, si los requisitos de coeficiente de forma y % de partículas chancadas no se cumplen, se puede autorizar su uso si se demuestra mediante la realización de mezclas de prueba que los morteros o los hormigones no presentan problemas de consistencia o de docilidad respectivamente.

Se permite el uso de áridos artificiales tanto grueso como fino, que no cumpla alguno de los requisitos establecidos en Tablas 1 y 2 si, al mezclarlo con árido natural y/o procesado de igual fracción que cumplan Tablas 1 y 2, se verifica que en dicha mezcla se cumplen los requisitos exigidos y que esté incorporado en especificaciones sectoriales o en la especificación técnica del hormigón de la obra.

6.2.3 Los áridos artificiales cuyo origen sean las cenizas volantes, deben cumplir lo establecido en NCh3520:2020, 4.1.5 a 4.1.8, de modo de asegurar los contenidos de calcio libre y reactivo, $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$, Álcalis como $Na_2O$ eq.

CONSULTA PÚBLICA

6.2.4 La densidad real de los áridos artificiales debe estar comprendida entre 2 000 y 3 000 kg/m$^3$.

6.2.4.1 La densidad real de algunos áridos artificiales pueden tener valores fuera de los límites establecidos por esta norma.

6.2.4.2 Cuando la densidad real sea mayor a 3 000 kg/m$^3$, se pueden utilizar si se demuestra, mediante morteros u hormigones de prueba, que el árido no produce segregación.

6.2.4.3 Cuando la densidad real sea menor a 2 000 kg/m$^3$ se deben realizar mezclas de prueba para verificar que no haya segregación y que de acuerdo a NCh3521 tiene un coeficiente de resistencia a compresión y un coeficiente de módulo de elasticidad adecuados.

NOTA Para verificar que no existe segregación se puede utilizar, por ejemplo, la uniformidad del hormigón.

## 7 Extracción de muestras

Los procedimientos de extracción y preparación de muestras se deben efectuar de acuerdo con NCh164.

## 8 Ensayos

### 8.1 Ensayos de caracterización

#### 8.1.1 Ensayos de caracterización inicial

En caso de explotación de un nuevo yacimiento u origen, el productor debe asegurar que el árido natural, procesado, reciclado o artificial cumple con los requisitos establecidos en Tablas 1 y 2 para que puedan ser usados en morteros y hormigones.

En los áridos reciclados y áridos artificiales se debe completar la caracterización considerando lo indicado en cláusulas 5 y 6.

Es responsabilidad del productor de dichos áridos la realización de los ensayos de caracterización inicial, los que deben ser ejecutados por un Laboratorio de ensayo autorizado por la Autoridad Competente y los informes de ensayo deben estar disponibles para consulta por parte de los usuarios.

#### 8.1.2 Frecuencia

Los ensayos de caracterización se deben realizar cuando:

a) la fuente de extracción de los áridos cambie; y/o

b) una vez al año, como mínimo.

En el caso de los áridos reciclados y los áridos artificiales, los ensayos de caracterización se deben realizar una vez cada tres meses o cada 10 000 toneladas producidas, la que sea menor

NOTA Esta frecuencia es la establecida en EHE – 08, Anexo 15.

CONSULTA PÚBLICA

8.2 Ensayos de verificación de la producción

8.2.1 Áridos naturales y procesados

8.2.1.1 Se consideran ensayos de verificación a los destinados a determinar las condiciones de un árido para recepción en obra o planta de hormigón, de modo de garantizar la estabilidad de las características asociadas al proceso de producción y se debe realizar por un Laboratorio de ensayo autorizado por la Autoridad Competente.

8.2.1.2 En Tabla 6 se incluyen las características que se deben verificar como control de producción.

Tabla 6 - Verificación de la producción – Requisitos

| Requisitos | Normas de ensayo |
|---|---|
| % finos < 0,075 mm | NCh1223 |
| Granulometría | NCh165 |
| % partículas chancadas | Anexo A |

8.2.1.3 Frecuencia

Su frecuencia de realización es cada 6 meses.

8.2.2 Áridos reciclados y artificiales

En el caso de áridos reciclados y áridos artificiales, además de los ensayos establecidos en Tabla 6, se debe verificar lo indicado en Tabla 7.

Tabla 7 - Áridos reciclados y áridos artificiales – Verificaciones adicionales

| Árido | | | |
|---|---|---|---|
| Reciclado | | Artificial | |
| Absorción | NCh1117 | Absorción | NCh1117 o NCh1239 |
| Material diverso | Anexo F | Densidad real | NCh1117 o NCh1239 |

Los ensayos de control de producción de áridos reciclados y artificiales se deben realizar semanalmente o cada 2 000 toneladas, la que sea menor

NOTA Esta frecuencia es la establecida en EHE – 08, Anexo 15.

CONSULTA PÚBLICA

Anexo A
(normativo)

Método para determinar cubicidad de partículas

A.1 Generalidades

Este método establece el procedimiento para determinar el contenido porcentual de partículas chancadas, rodadas y lajas de la fracción de un pétreo retenido en el tamiz de 4,75 mm.

A.2 Términos y definiciones

A.2.1
chancado
partícula pétrea que tiene dos o más caras fracturadas y que por ello posee al menos una arista

A.2.2
arista
línea que resulta de la intersección de dos superficies fracturadas

NOTA No se considerarán como chancado a aquellas partículas que aún teniendo dos a más caras fracturadas presentan sus cantos redondeados.

A.2.3
rodado
partícula pétrea que no posee aristas

A.2.4
laja
partícula pétrea cuya razón o cociente entre las dimensiones máxima y mínima, referida a un prisma rectangular circunscrito, es mayor que 5

A.3 Resumen del método

Tomar una muestra representativa del material retenido en el tamiz 4,75 mm, según Tabla A.1. Determinar la masa del chancado, rodado y laja. Calcular el porcentaje de cada una de estas fracciones presentes en la muestra.

A.4 Equipo

A.4.1 Balanza, de capacidad superior a la masa de la muestra de ensayo y una resolución de 0,1 g.

A.4.2 Horno, provisto de circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensayo.

A.4.3 Pie de metro, graduado en décimas de mm.

A.4.4 Tamices, Tamices de abertura de 4,75 mm y 19 mm.

A.4.5 Accesorios, recipientes metálicos, poruña, espátula, brocha.

CONSULTA PÚBLICA

A.5 Extracción y acondicionamiento de la muestra

A.5.1 Extraer y preparar la muestra de acuerdo con NCh164. El tamaño de la muestra debe ser tal que la masa de la fracción retenida en el tamiz 4,75 mm cumpla con lo indicado en Tabla A.1.

Tabla A.1 - Cantidad mínima de muestra de ensayo para cubicidad de partículas

| Tamaño máximo absoluto de las partículas<br>mm | Masa mínima de muestra<br>g |
|---|---|
| 50 | 2 000 |
| 25 | 1 000 |
| 20 | 500 |
| ≤ 12,5 | 250 |

A.5.2 Separar mediante tamizado la muestra acondicionada en dos fracciones, entre 4,75 mm y 19 mm, y retenido en 19 mm. En caso que la masa de algunas de estas fracciones represente un porcentaje menor que 5% de la masa total de la muestra, considerar la muestra de ensayo como una sola fracción.

A.5.3 Secar ambas fracciones hasta masa constante en horno a una temperatura de 110ºC ± 5ºC.

A.6 Procedimiento

A.6.1 Determinar la masa de las fracciones, registrar como $A_i$.

A.6.2 Para cada fracción determinar visualmente y separar las partículas chancadas y rodadas.

A.6.3 De la fracción chancada, determinar con un pie de metro la laja y registrar la masa de chancado sin laja como $B_i$ y la masa de laja chancada como $D_i$.

A.6.4 De la fracción rodada, determinar con un pie de metro la laja y registrar la masa de rodado sin laja como $C_i$ y la masa de laja como $E_i$.

NOTA Todas las masas determinadas se deben aproximar a 1 g.

A.7 Cálculo

A.7.1 Chancado parcial: Calcular el porcentaje de partículas chancadas de cada fracción de acuerdo a la expresión siguiente:

$$Ch_i = \frac{B_i + D_i}{A_i} 100$$

en que:

$A_i$ = masa de la fracción, expresada en gramos (g);
$B_i$ = masa de chancado, expresada en gramos (g);
$D_i$ = masa de laja chancada, expresada en gramos (g).

A.7.2 Rodado parcial: Calcular el porcentaje de partículas rodadas de cada fracción de acuerdo a la expresión siguiente:

CONSULTA PÚBLICA

$$R_i(\%) = \frac{C_i + E_i}{A_i} 100$$

en que:

$A_i$ = masa de la fracción, expresada en gramos (g);
$C_i$ = masa de rodado, expresada en gramos (g);
$E_i$ = masa de laja rodada, expresada en gramos (g).

A.7.3 Laja parcial: Calcular el porcentaje de lajas de cada fracción de acuerdo a la expresión siguiente:

$$L_i\,,(\%) = \frac{D_i + E_i}{A_i} 100$$

en que:

$A_i$ = masa de la fracción, expresada en gramos (g);
$D_i$ = masa de laja chancada, expresada en gramos (g).
$E_i$ = masa de laja rodada, expresada en gramos (g);

A.7.4 Factores de ponderación

Determinar los factores de ponderación $P_{20}$ y $P_5$ a partir de la granulometría del material. La suma de ellos por definición es igual a 1. Calcular a través de las expresiones siguientes:

$$P_{20} = \frac{100 - \%\ que\ pasa\ en\ 20\ mm}{100 - \%\ que\ pasa\ en\ 5\ mm}$$

$$P_5 = \frac{\%\ que\ pasa\ en\ 20\ mm - \%\ que\ pasa\ en\ 5\ mm}{100 - \%\ que\ pasa\ en\ 5\ mm}$$

A.7.5 Chancado total: Calcular el porcentaje de chancado total de la muestra, $Ch$, aproximando el resultado al entero, de acuerdo a la expresión siguiente:

$$Ch_T = Ch_{20} \cdot P_{20} + Ch_5 \cdot P_5$$

en que:

$Ch_{20}$ = porcentaje de chancado de la fracción retenida en el tamiz de 19 mm;
$Ch_5$ = porcentaje de chancado de la fracción que pasa por el tamiz de 19 mm y es retenida en el tamiz de 4,75 mm;
$P_{20}$ y $P_5$ = factores de ponderación definidos y calculados de acuerdo a A.7.4.

A.7.6 Rodado total: Calcular el porcentaje de rodado total de la muestra, $R_T$, aproximando el resultado al entero, de acuerdo a la expresión siguiente:

$$R_T = R_{20} \cdot P_{20} + R_5 \cdot P_5$$

en que:
$R_{20}$ = porcentaje de rodado de la fracción retenida en el tamiz de 19 mm;
$R_5$ = porcentaje de rodado de la fracción que pasa por el tamiz de 19 mm y es retenida en el tamiz de 4,75 mm;

CONSULTA PÚBLICA

$P_{20}$ y $P_5$ = factores de ponderación definidos y calculados de acuerdo a A.7.4.

A.7.7 Laja total: Calcular el porcentaje de laja total de cada fracción, $L_T$, aproximando el resultado al entero, de acuerdo a la expresión siguiente:

$$L_T = L_{20} \cdot P_{20} + L_5 \cdot P_5$$

en que:

$L_{20}$ = porcentaje de laja de la fracción retenida en el tamiz de 19 mm;
$L_5$ = porcentaje de laja de la fracción que pasa por el tamiz de 19 mm y es retenida en el tamiz de 4,75 mm;
$P_{20}$ y $P_5$ = factores de ponderación definidos y calculados de acuerdo a A.7.4.

CONSULTA PÚBLICA

Anexo B
(normativo)

Método para determinar índice de trituración

B.1 Índice de trituración de áridos gruesos

B.1.1 Generalidades

Este método establece el procedimiento para determinar el valor del índice de trituración por compresión de un árido grueso confinado en un molde y sometido a la acción de una carga gradual de compresión.

NOTA Este método se utiliza tanto como complemento del ensayo de desgaste mediante máquina de Los Ángeles o para sustituirlo cuando no se disponga de éste.

B.1.2 Equipos

a) Cilindro de acero, de pared gruesa, abierto en sus dos extremos, de 150 mm de diámetro interno y 100 mm de alto, con un plato de acero liso para base y un émbolo de la forma y dimensiones indicadas en Figura B.1.

b) Varilla de acero, de 16 mm de diámetro por 600 mm de largo, con un extremo redondeado.

c) Balanza, de 5 kg, con resolución de 1 g.

d) Horno, con circulación de aire y capaz de secar la muestra a 110ºC ± 5ºC.

e) Tamices, de 37,5 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,76 mm y 2,46 mm.

f) Máquina de compresión, de 400 kN o más de capacidad y velocidad regulable.

B.1.3 Preparación de la muestra

El material a ensayar, aproximadamente 20 kg, se debe secar en horno hasta masa constante a 110ºC ± 5ºC y enfriado a temperatura ambiente. Tamizar y cortar el material en los tamices de corte especificados en Tabla B.1.

Tabla B.1 - Cortes de la granulometría

| Métodos de ensayo | Material | | Tamices en mm para | |
|---|---|---|---|---|
| | Tipo | Grado | Fracción | Tamiz de corte |
| Compresión | Grueso | 40 | 40 - 20 | 5 |
| | | 20 | 20 - 10 | 2,5 |
| Impacto | Fino | 10 | 10 – 5 | 1,25 |
| | | 5 | 5 – 2,5 | 0,630 |
| | | 2,5 | 2,5 – 0,63 | 0,310 |
| | | 1,25 | 0,63 – 0,31 | 0,160 |

CONSULTA PÚBLICA

B.1.4 Procedimiento de ensayo

a) Efectuar dos ensayos, uno por cada corte de material, según procedimiento y obtener el promedio de los resultados.

b) Llenar el molde en tres capas, compactar cada una con 25 golpes de la varilla compactadora dados de 50 mm de altura, en caída libre. Enrasar y pesar, registrar el peso de la muestra (A).

c) Colocar el molde con su base en la máquina de ensayo a compresión, colocar el pistón en posición horizontal sobre la carga confinada.

d) Aplicar la carga de compresión en forma lenta y gradual de modo de alcanzar el total de la carga de 400 kN en 10 min.

e) Levantar la carga y tamizar el material ensayado separando el fino, por los tamices indicados en Tabla B.1.

f) Pesar cuidadosamente el material retenido, (C), y el material fino que pasó, (B).

B.2 Índice de trituración de áridos finos

B.2.1 Generalidades

Este método establece un procedimiento para determinar el valor de índice de trituración de áridos finos sometidos a la acción de impactos repetidos, en una situación de confinamiento.

NOTA Este método se utiliza tanto como complemento del ensayo de desgaste mediante máquina de Los Ángeles para árido de tamaño 4,75 mm - 2,36 mm (grado 7, según NCh1369) o para sustituirlo en el caso de árido fino.

B.2.2 Equipos

a) Máquina para impacto, con un martinete de 14 kg ± 0,2 kg, como se indica en Figura B.2.

b) Molde de acero, con base soldada, de 102 mm de diámetro interno, 51 mm de alto y 6,5 mm de espesor de pared.

c) Varilla de acero, de 10 mm de diámetro por 230 mm de largo redondeada en un extremo.

d) Horno, con circulación de aire con una capacidad para secar la muestra a 110ºC ± 5ºC.

e) Tamices, de 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,600 mm, 0,300 mm y 0,150 mm.

B.2.3 Preparación de la muestra

El material a ensayar, aproximadamente 12 kg, se debe secar en horno hasta masa constante a 110ºC ± 5ºC y enfriar a temperatura ambiente. Tamizar y cortar el material en los tamices de corte especificados en Tabla B.1 para los grados 2,45 mm y 1,25 mm, que son obligatorios. El ensayo para los grados 9,5 mm y 4,76 mm es optativo, y se debe hacer cuando los valores del índice de trituración obtenidos en los grados obligatorios no cumplan con lo indicado en Tabla 2, requisito 9.

B.2.4 Procedimiento de ensayo

a) Efectuar dos ensayos por cada corte de material, según procedimiento promediar los resultados obtenidos.

CONSULTA PÚBLICA

b) Llenar el molde en tres capas, compactar cada capa con 25 golpes de la varilla compactadora desde 50 mm de altura en caída libre. Enrasar y pesar.

c) Asegurar el molde en la base de la máquina y dar 15 golpes con el martinete en caída libre desde 380 mm de altura. Demorar en la operación un tiempo total de 15 s.

d) Pesar nuevamente la muestra, registrar como (A), y separar los finos por el tamiz que corresponde al grado, según Tabla B.1.

e) Pesar el material retenido, (C), el material que pasa por el tamiz correspondiente, (B).

NOTA Se considera el peso de la muestra inicial después de aplicar los golpes con el martinete, debido a las pérdidas de material que se producen por los golpes.

B.3 Cálculos

B.3.1 Índice de trituración parcial, $\boldsymbol{IT_p}$

$$IT_P\ (\%) = \frac{B}{A}$$

en que:

$A$ = peso de la muestra, expresado en gramos (g);
$B$ = peso del material, expresado en gramos (g).

B.3.2 Índice de trituración total, $\boldsymbol{IT_t}$

Determinados los valores de $IT_P$ obtenidos en B.3.1 para cada grado, calcular los $IT_t$ del árido grueso y del árido fino, ponderar los $IT_{Pi}$ según los porcentajes de cada fracción retenida, que representa a la muestra ensayada.

$$(\%) = \sum IT_{pi}\ x\ n_i\ /100$$

CONSULTA PÚBLICA

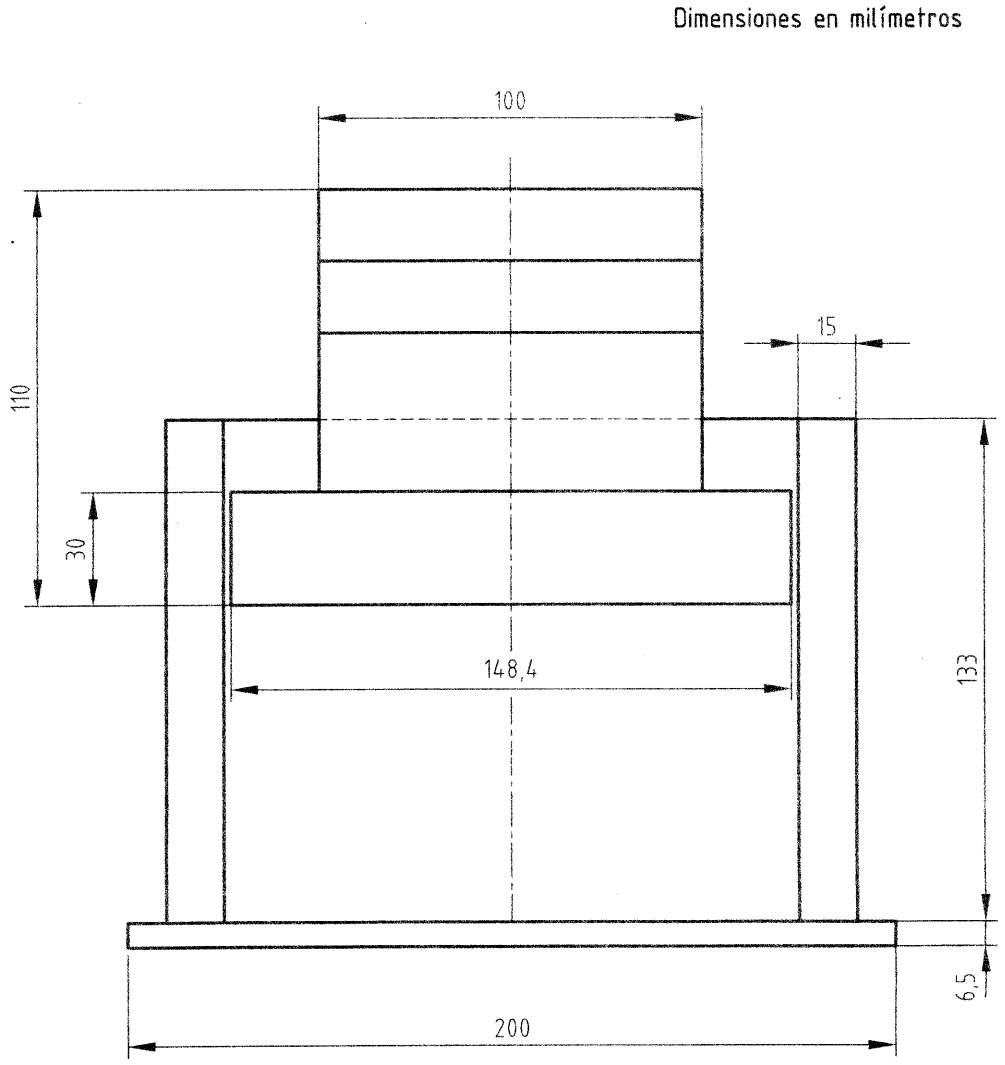
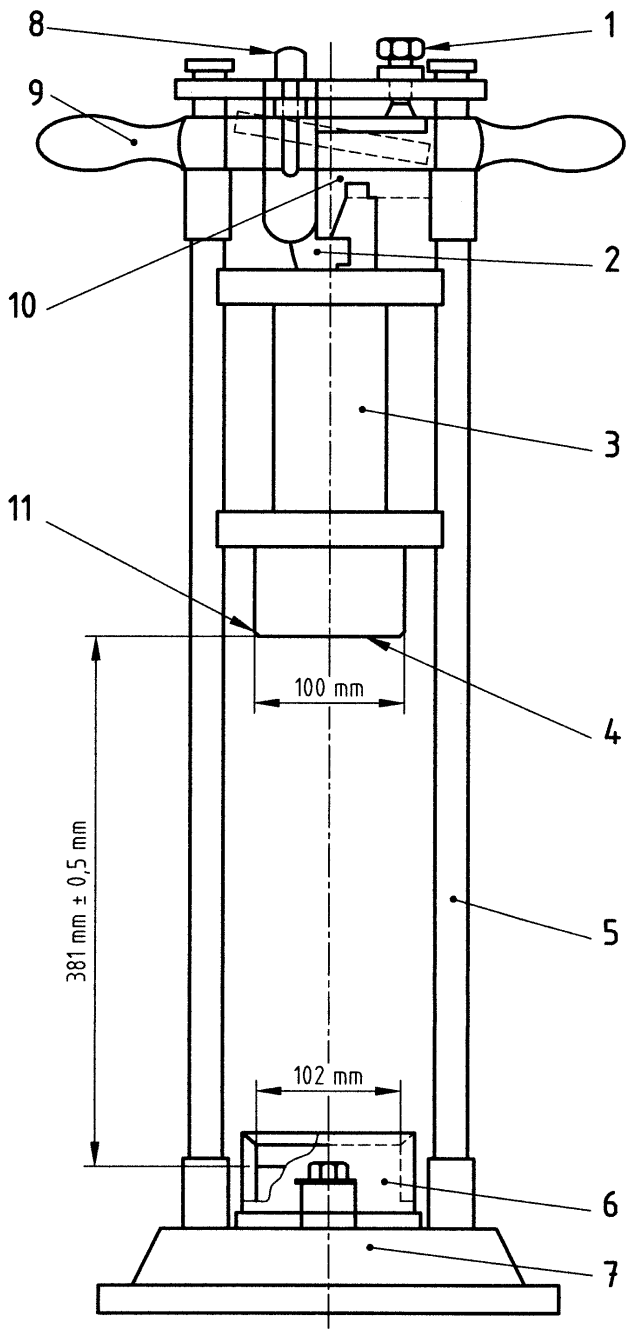



Figura B.1 - Cilindro de acero




1 Pasador para soltar mecanismo
2 Uñeta para soltar mecanismo
3 Martinete (14±0,2) kg
4 Superficie endurecida
5 Barras guías
6 Molde cilíndrico de acero endurecido
7 Base circular
8 Pasador para sujetar mecanismo
9 Manillas
10 Contador de golpes
11 Chaflán (1,6 mm)

**Figura B.2 - Máquina para impacto para áridos finos**

Anexo C
(informativo)

Tamaños máximos de un árido

C.1 Generalidades

C.1.1 Las especificaciones del tamaño máximo de los áridos en morteros y hormigones son importantes para obtener uniformidad en las mezclas, impermeabilidad y calidad en la textura superficial.

C.1.2 En un árido se distinguen dos tamaños máximos.

a) tamaño máximo absoluto, $D_a$;

b) tamaño máximo nominal, $D_n$.

C.1.3 El tamaño máximo que se emplea es el nominal $D_n$.

C.1.4 La elección del tamaño de árido que se debe usar, depende de las condiciones de colocación del hormigón (dimensiones del elemento y sus armaduras, medios disponibles de colocación y compactación, ver NCh170).

C.2 Determinación del tamaño máximo

C.2.1 Los tamaños máximos del árido se deben determinar a partir del análisis granulométrico efectuado de acuerdo con NCh165 y empleando los tamices indicados en Tablas 4 y 5, correspondientes a las series preferidas y complementaria de NCh165.

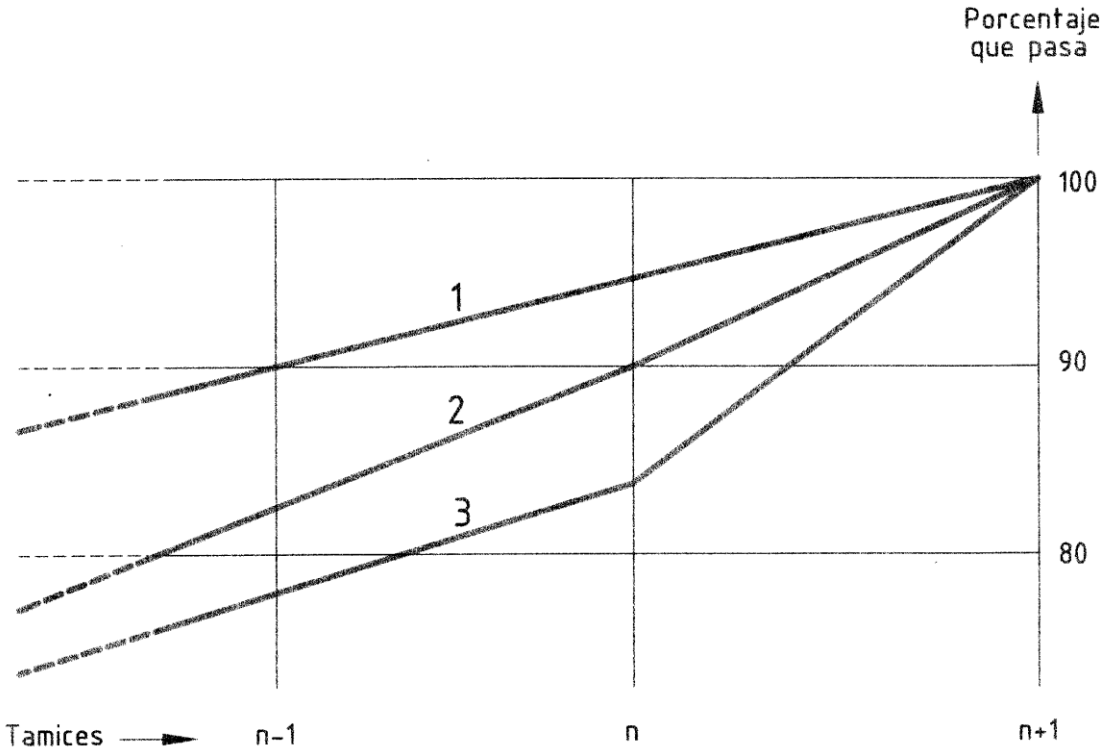
C.2.2 El tamaño máximo absoluto corresponde a la abertura del menor tamiz que deja pasar el 100% del árido.

C.2.3 El tamaño máximo nominal queda definido por una de las condiciones siguientes:

a) corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente inferior a $D_a$, cuando por dicho tamiz pasa el 90% o más de la masa del árido;

b) cuando pasa menos del 90%, el tamaño máximo nominal se debe considerar igual al tamaño máximo absoluto.

CONSULTA PÚBLICA




NOTA 1 Las curvas 1 y 2 corresponden a la condición a).

NOTA 2 La curva 3 corresponde a la condición b).

**Figura C.1 - Curvas tamaños máximos de áridos**

C.2.4 Ejemplo de determinación de los tamaños máximos

Si en Figura C.1, los tamices tienen las aberturas siguientes:

| TAMIZ | ABERTURA, mm |
|---|---|
| n + 1 | 40 |
| n | 25 |
| n - 1 | 20 |

Los tamaños máximos son:

| CURVA | $D_n$, mm | $D_a$, mm |
|---|---|---|
| (1) | 25 | 40 |
| (2) | 25 | 40 |
| (3) | 40 | 40 |

CONSULTA

# Anexo D
(Informativo)

## Árido combinado

D.1 En Tabla D.1 se recomiendan bandas granulométricas de árido combinado que posibilitan mezclas de áridos combinados para diversos tipos de hormigones.

Tabla D.1 - Árido combinado - Curvas granulométricas para mezclas de prueba

| SERIE | | $D_n$. = 37,5 mm | | $D_n$, 19 mm | |
|---|---|---|---|---|---|
| Preferida | Nominal | % que pasa acumulado | | % que pasa acumulado | |
| mm | mm | Curva 1 | Curva 2 | Curva 1 | Curva 2 |
| 37,5 | 40 | 100 | 100 | | |
| 19 | 20 | 50 | 83 | 100 | 100 |
| 9,5 | 10 | 36 | 66 | 45 | 80 |
| 4,75 | 5 | 24 | 51 | 30 | 53 |
| 2,36 | 2,5 | 18 | 41 | 23 | 46 |
| 1,18 | 1,25 | 12 | 33 | 16 | 38 |
| 0,60 | 0,63 | 7 | 25 | 9 | 30 |
| 0,30 | 0,315 | 3 | 17 | 2 | 15 |
| 0.15 | 0,150 | 0 | 7 | 0 | 5 |

CONSULTA PÚBLICA

Anexo E
(informativo)

Estados de humedad de los áridos

E.1 Generalidades

E.1.1 Debido a la estructura de las partículas (granos) que forman un árido, el agua actúa en ellos en forma importante, tanto en el proceso de explotación como durante la confección de los morteros y hormigones

E.1.2 Las partículas contienen microcavidades o poros superficiales que son accesibles a la penetración de la humedad o a la pérdida de ella si las condiciones del ambiente permiten su absorción o su eliminación.

E.1.3 El grado de humedad o sequedad que posee un árido determina cuatro estados higrométricos bien definidos.

F.2 Estados higrométricos de un árido

Las metodologías para determinar los distintos estados del árido son las indicadas en NCh1117 para áridos gruesos y NCh1239 para áridos finos.

E.2.1 Árido en estado seco (secado en horno)

Es el árido secado hasta masa constante en horno a 110 °C ± 5 °C, ver Figura E.1.

En este estado, el árido tiene su máxima capacidad de absorción y corresponde al estado en el cual el laboratorio efectúa la mayoría de los ensayos.

E.2.2 Árido en estado parcialmente seco (secado al aire)

Es el árido que ha estado expuesto al aire ambiente y cuyas partículas no tienen humedad superficial, pero en sus poros accesibles existe humedad parcial que no llega a saturarlos, ver Figura E.2.

En este estado, los áridos tienen una capacidad intermedia de absorción. Es el estado en que se encuentran la mayoría de los áridos gruesos en la obra o en el laboratorio.

E.2.3 Árido en estado saturado superficialmente seco

Es el árido cuyas partículas no tienen humedad en la superficie pero sus poros accesibles están saturados de agua.

Este estado se obtiene por un proceso controlado de laboratorio, que consiste en:

- En este estado, el árido no absorbe ni cede humedad y es el estado que sirve de base para fijar la razón agua/cemento en el cálculo de la dosificación, ver Figura E.3.

E.2.4 Árido en estado húmedo (con humedad libre)

Es el árido cuyas partículas tienen sus poros accesibles saturados de agua y agua libre en su superficie, ver Figura E.4.

CONSULTA PÚBLICA

En este estado el árido cede su humedad libre durante la fabricación de los morteros y hormigones. Corresponde al estado en que generalmente se encuentran los áridos finos.

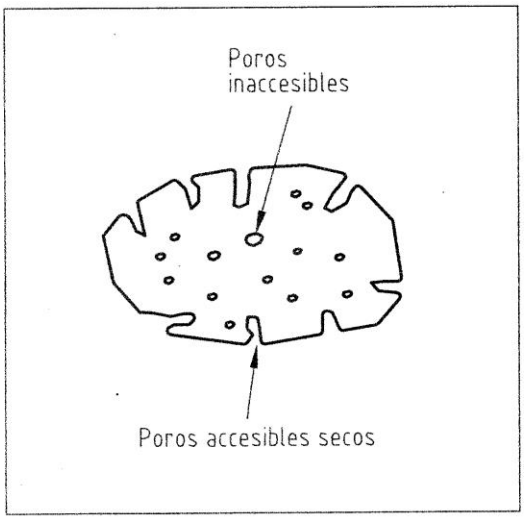



Figura E.1 - Arido seco (en estufa)

Figura E.2 - Arido parcialmente seco (al aire)

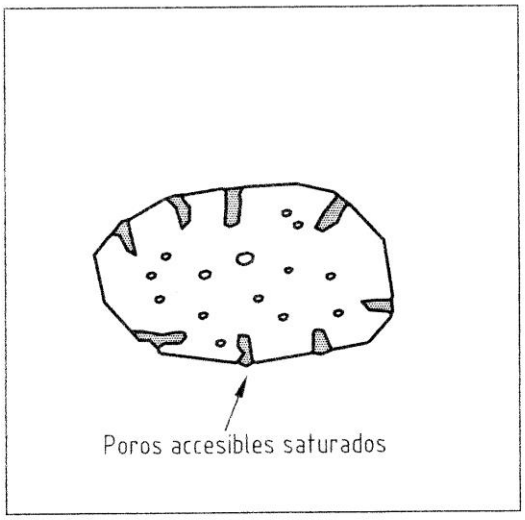



Figura E.3 - Arido saturado superficialmente seco

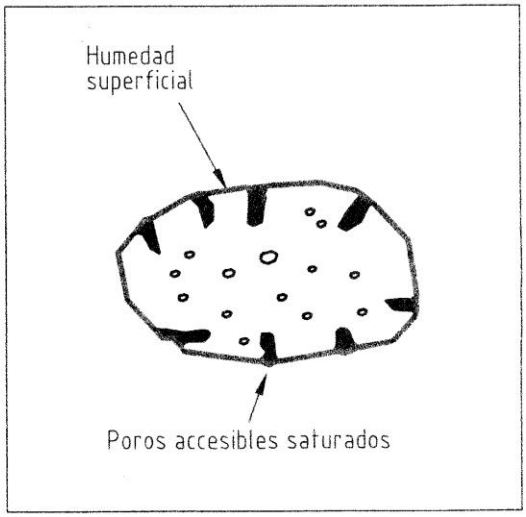



Figura E.4 - Arido húmedo

Anexo F
(informativo)

Método para determinar el porcentaje de material diverso en los áridos reciclados

F.1 Material diverso en los áridos reciclados de hormigón endurecido

F.1.1 Generalidades

Este método establece el procedimiento para determinar el porcentaje de material diverso que contiene una masa seca de árido reciclado de hormigón endurecido mediante su separación y comparación con la masa total del árido reciclado

F.1.2 Equipos

a) Balanza, con una resolución de 1 g y con una capacidad mayor a la de la masa de la muestra de árido reciclado.

b) Tamiz, de 4,75 mm de abertura, según NCh165.

F.1.3 Preparación de la muestra

Se extrae una muestra de árido reciclado según NCh164 y se reduce por cuarteo a la masa mínima de ensayo según lo indicado en Tabla F.1

Tabla F.1 - Masa mínima para ensayo

| Tamaño máximo nominal del árido, mm | Masa seca mínima de la muestra de ensayo, kg |
|---|---|
| 12,5 o menor | 2 |
| 20 | 3 |
| 25 | 4 |
| 40 | 5 |

F.1.4 Preparación de la muestra de ensayo

La muestra de ensayo se debe secar en horno hasta masa constante a 110ºC ± 5ºC y enfriar a temperatura ambiente. A continuación se pesa y se registra como $P_{AR}$.

A continuación, se separa el material diverso en las categorías identificadas en 5.1.2. Cada una de estas fracciones se pesa y se registran cada una como $F_1$, $F_2$, …, $F_n$.

F.1.5 Cálculo del material diverso

Para determinar el porcentaje de cada fracción de material diverso según 5.1.2 se aplica la siguiente fórmula:

$$Fracción\ material\ diverso, \% = \frac{F_i}{P_{AR}}\ 100$$

Cada fracción debe cumplir con lo establecido en 5.2.1.

CONSULTA PÚBLICA

Anexo G
(informativo)

# Validación de áridos mediante confección de hormigones de prueba en laboratorio

## G.1. Generalidades

G.1.1. En algunas situaciones es posible disponer de áridos que no cumplen con la totalidad de los requisitos establecidos en la presente norma, lo que no necesariamente significa que estos áridos queden invalidados para su uso en la confección de hormigones y morteros.

G.1.2. Cuando un árido presente el incumplimiento de uno o más de los requisitos físicos o químicos establecidos en Tablas 1 y 2, se puede validar y aprobar su uso, mediante la verificación de desempeño por medio de un estudio en base a hormigones o morteros de prueba según sea la aplicación en que el árido se va utilizar y validado de acuerdo a lo señalado en las cláusulas siguientes.

G.1.3. Las mezclas de prueba se deben realizar por un Laboratorio Oficial.

G.1.4 Las mezclas de prueba se deben preparar según lo indicado en NCh1018 y NCh2260 según corresponda a hormigones o morteros.

## G.2. Validaciones mínimas

G.2.1. La validación mínima necesaria para aprobar el uso de un árido, debe contemplar aspectos de docilidad, resistencia mecánica y durabilidad (si aplica) del hormigón o mortero.

G.2.2. En la Tabla G.1, se indican las propiedades de la mezcla que deben ser evaluadas, la norma de ejecución de los ensayos y la cantidad de probetas o amasadas a considerar, para cada edad de ensayo.

Tabla G.1 - Ensayos mínimos para validación de áridos

| Propiedad | Norma de ensayo | | Cantidad probetas o amasada |
|---|---|---|---|
| | Hormigón | Mortero | |
| Docilidad / Consistencia | NCh1019 | NCh2257 | 1 amasada |
| Resistencia mecánica compresión | NCh1037 | NCh158 | 2 probetas a edad de 1 día<br>2 probetas a edad de 7 días<br>2 probetas a edad de 28 días |
| Durabilidad (si aplica) | NCh2262 | NCh2456 / NCh2457 | 3 probetas a edad de 28 días |

## G.3. Validaciones especiales

G.3.1 Si el proyecto en donde se requiere el uso de los áridos, contempla para el hormigón o mortero requisitos especiales adicionales a los indicados G.2, el estudio de mezclas de prueba se debe complementar con los ensayos necesarios para tales fines, de acuerdo con las normas respectivas.

G.3.2. Algunas características especiales del hormigón o mortero, que pueden ser requeridas en un determinado proyecto son, entre otras, las siguientes:

a) Retracción;
b) Módulo de elasticidad;

CONSULTA PÚBLICA

c) Resistencia a la abrasión;
d) Resistencia a los ciclos de congelamiento y descongelamiento;
e) Resistencia al ataque de sulfatos y/o cloruros;
f) Exudación;
g) Tiempos de fraguado;
h) Retentividad.

G.4 Los resultados de los ensayos de validación en mezclas de prueba, definidos en G.2 y G.3, deben satisfacer los requerimientos establecidos para el hormigón o mortero en las Especificaciones Técnicas del proyecto en donde se van a usar los áridos.

G.5 Frecuencia de ejecución de ensayos

G.5.1 La frecuencia de ejecución de ensayos en mezclas de prueba, para la validación de los áridos, debe ser la señalada en las especificaciones técnicas del proyecto particular en donde los áridos van a ser utilizados o al menos, con una periodicidad anual.

CONSULTA PÚBLICA

Anexo H

(informativo)

Bibliografía

[1] EHE – 08, *Instrucción de Hormigón Estructural*, Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

CONSULTA PÚBLICA