

NORMA CHILENA

NCh163

Primera edición
2013.07.22

Aridos para morteros y hormigones - Requisitos

Aggregates for mortars and concretes - Requirements



Número de referencia
NCh163:2013

© INN 2013



DOCUMENTO PROTEGIDO POR COPYRIGHT

© INN 2013

Derechos de autor:

La presente Norma Chilena se encuentra protegida por derechos de autor o copyright, por lo cual, no puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, sin permiso escrito del INN. La publicación en Internet se encuentra prohibida y penada por la ley.

Se deja expresa constancia que en caso de adquirir algún documento en formato impreso, éste no puede ser copiado (fotocopia, digitalización o similares) en cualquier forma. Bajo ninguna circunstancia puede ser revendida. Asimismo, y sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, los documentos adquiridos en formato .pdf, tiene autorizada sólo una impresión por archivo, para uso personal del Cliente. El Cliente ha comprado una sola licencia de usuario para guardar este archivo en su computador personal. El uso compartido de estos archivos está prohibido, sea que se materialice a través de envíos o transferencias por correo electrónico, copia en CD, publicación en Intranet o Internet y similares.

Si tiene alguna dificultad en relación con las condiciones antes citadas, o si usted tiene alguna pregunta con respecto a los derechos de autor, por favor contacte la siguiente dirección:

Instituto Nacional de Normalización - INN
Matías Cousiño 64, piso 6 • Santiago de Chile
Tel. + 56 2 445 88 00
Fax + 56 2 441 04 29
Correo Electrónico info@inn.cl
Sitio Web www.inn.cl
Publicado en Chile

Contenido

Página

	Preámbulo	ii
1	Alcance y campo de aplicación	1
2	Referencias normativas	1
3	Términos y definiciones.....	2
4	Clasificación.....	4
5	Requisitos.....	4
5.1	Requisitos generales.....	4
5.2	Requisitos especiales áridos finos y filler del árido.....	6
5.3	Clasificación granulométrica del árido fino.....	7
5.4	Clasificación granulométrica del árido grueso	8
6	Extracción de muestras	9
7	Ensayos	9
7.1	Ensayos de caracterización	9
7.2	Ensayos de control de recepción	9
7.3	Ensayos complementarios	10
8	Aceptación y rechazo.....	10
Anexos		
	Anexo A (normativo) Método para determinar cubicidad de partículas.....	11
A.1	Generalidades	11
A.2	Términos y definiciones.....	11
A.3	Resumen del método	11
A.4	Equipo.....	11
A.5	Extracción y acondicionamiento de la muestra	12
A.6	Procedimiento.....	12
A.7	Cálculo	12
	Anexo B (normativo) Método para determinar índice de trituración.....	15
B.1	Índice de trituración áridos gruesos	15
B.2	Índice de trituración áridos finos.....	16
B.3	Cálculos	17
	Anexo C (informativo) Tamaños máximos de un árido	20
C.1	Generalidades	20
C.2	Determinación del tamaño máximo	20
	Anexo D (normativo) Granulometría	22
D.1	Generalidades	22
D.2	Tipos granulométricos de áridos finos	22
D.3	Características de los tipos granulométricos de áridos	23
D.4	El árido combinado	23
	Anexo E (informativo) Muestreo y frecuencia de ensayos.....	27
E.1	Tolerancia de producción de áridos.....	27
E.2	Control de áridos para morteros y hormigones.....	27
	Anexo F (informativo) Estados de humedad de los áridos.....	28
F.1	Generalidades	28
F.2	Estados higrométricos de un árido	28

Aridos 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 COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Esta norma se estudió a través del Comité Técnico *Hormigón y mortero*, para establecer los requisitos de los áridos usados en morteros y hormigones usados en obras de construcción.

Por no existir Norma Internacional, en la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la norma NCh163:1979 *Aridos para morteros y hormigones - Requisitos generales* y antecedentes técnicos proporcionados por el Comité Técnico.

La norma NCh163 ha sido preparada por el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, ICH, en el marco del proyecto Modelo para el Reconocimiento de Organizaciones Sectoriales que Desarrollan Normas (OSEN).

Los Anexos A y B forman parte de la norma.

Los Anexos C, D, E y F no forman parte de la norma, se insertan sólo a título informativo.

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.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 22 de julio de 2013.

Aridos 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 tratados, y las mezclas de éstos, para la elaboración de mortero y hormigón.

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/m³ y 3 000 kg/m³ que se emplean en la elaboración de morteros y hormigones.

1.4 Esta norma no contempla los requisitos específicos aplicables a áridos especiales como áridos reciclados, áridos artificiales, 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	<i>Aridos para morteros y hormigones - Extracción y preparación de muestras.</i>
NCh165	<i>Aridos para morteros y hormigones - Tamizado y determinación de la granulometría.</i>
NCh166	<i>Aridos para morteros y hormigones - Determinación de impurezas orgánicas en las arenas.</i>
NCh170	<i>Hormigón - Requisitos generales.</i>
NCh1018	<i>Hormigón - Preparación de mezclas para ensayos en laboratorio.</i>
NCh1117	<i>Aridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades reales y neta y de la absorción de agua de las gravas.</i>
NCh1223	<i>Aridos para morteros y hormigones - Determinación del material fino menor a 0,080 mm.</i>
NCh1239	<i>Aridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta y de la absorción de agua de las arenas.</i>
NCh1325	<i>Aridos - Determinación del equivalente de arena en suelos y áridos finos.</i>
NCh1327	<i>Aridos para morteros y hormigones - Determinación de partículas desmenuzables.</i>
NCh1328	<i>Aridos para morteros y hormigones - Determinación de la desintegración - Método de los sulfatos.</i>
NCh1369	<i>Aridos - Determinación de la resistencia al desgaste por abrasión e impacto - Método de la máquina de Los Angeles.</i>
NCh1444	<i>Aridos para morteros y hormigón - Determinación de cloruros y sulfatos.</i>
NCh2256/1	<i>Morteros - Parte 1: Requisitos.</i>
NCh2260	<i>Morteros - Preparación de mezclas de prueba y mezclas comparativas en el laboratorio.</i>
NCh3240	<i>Aridos para morteros y hormigones - Determinación del coeficiente de forma de las gravas.</i>
ASTM C 33	<i>Standard Specification for Concrete Aggregates.</i>
ASTM C 123	<i>Standard Test Method for Lightweight Particles in Aggregate.</i>

NORMA CHILENA

NCh163:2013

ASTM C 227	<i>Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement-Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method).</i>
ASTM C 289	<i>Standard Test Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates (Chemical Method).</i>
ASTM C 295/C 295M	<i>Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete.</i>
ASTM C 1260	<i>Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method).</i>
ASTM D 422	<i>Standard Test Method for Particle Size Analysis of Soils.</i>
UNE-EN 933-4	<i>Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos - Parte 4: Determinación de la forma de las partículas. Coeficiente de forma.</i>
UNE-EN 933-9	<i>Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos - Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.</i>
UNE-EN 933-10	<i>Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos - Parte 10: Evaluación de los finos. Granulometría de los fillers (tamizado en corriente de aire).</i>

3 Términos y definiciones

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

3.1

árido

material pétreo compuesto de partículas duras, de forma y tamaño estables

3.2

árido artificial

árido de origen mineral resultante de un proceso industrial que suponga modificación térmica u otra

3.3

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 5

3.4

árido liviano

árido de bajo peso volumétrico que se usa para preparar hormigón liviano, tales como arcilla expandida, perlita, escoria, piedra pómez natural, cenizas volcánicas, ceniza volante sinterizada o cenizas industriales, entre otros que se usan para preparar hormigón liviano

3.5

árido grueso

árido retenido en el tamiz de abertura de 4,75 mm, ver Tabla 6

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.

3.6

árido natural

árido procedente de yacimientos pétreos y que no ha sido sometido a proceso de trituración

NORMA CHILENA

NCh163:2013

3.7

árido total; árido combinado

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

3.8

árido procesado

árido que ha sido sometido a proceso de trituración o clasificación por tamaños o lavado en operaciones mecanizadas u otro proceso controlado

3.9

árido reciclado

áridos resultante del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción

3.10

árido triturado

árido que ha sido sometido a proceso de trituración

3.11

fracción granulométrica, D_i - d_i

fracción de un árido que pasa a través del mayor de dos tamices D_i y que queda retenida por el tamiz menor d_i

NOTA Para efectos de esta designación se asume que D_i corresponde al tamaño máximo nominal y a su vez d_i corresponde a la abertura del menor tamiz de las series establecidas en NCh165 por el que pase menos del 10% de áridos, según NCh3240.

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 del árido

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

3.14

tamaño máximo absoluto de un árido, 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, 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

NORMA CHILENA

NCh163:2013

4 Clasificación

4.1 Los áridos gruesos se clasifican según su fracción granulométrica, porcentaje de partículas chancadas y proceso de producción al que han sido sometidos, cuya designación general tiene la forma (D-d) Chxx% P.

en que:

(D-d) = fracción granulométrica;

Chxx% = porcentaje de partículas chancadas, determinado según Anexo A;

P = proceso definido según Tabla 1.

EJEMPLO (40-10) Ch80% T = designa un material cuya fracción granulométrica es D = 40 mm y d = 10 mm, con un 80% de partículas chancadas y que ha sido sometido a proceso mecánico de trituración.

4.2 Los áridos finos se clasifican según su fracción granulométrica y proceso de producción al que han sido sometidos, cuya designación general tiene la forma (D-d) P en que:

(D-d) = fracción granulométrica;

P = proceso definido según Tabla 1.

Tabla 1 - Proceso de fabricación de los áridos para morteros y hormigones

Producción de los áridos	Designación P
Natural	N
Triturado	T
Mezcla	M

NOTA Para determinar partículas chancadas, ver Anexo A.

5 Requisitos

5.1 Requisitos generales

Los áridos para morteros y hormigones deben cumplir las siguientes características físicas y químicas, y los valores límites que deben cumplir se indican en Tablas 2 y 3.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

Tabla 2 - Características físicas

Requisitos (D)	Valores límites		Norma de ensayo
	Arido grueso	Arido fino	
1. Granulometría	Ver Tabla 6	Ver Tabla 5	NCh165
2. Material fino menor que 0,075 mm (A)			
a) Aridos naturales % máx.	1,0	5,0	NCh1223
b) Aridos triturados % máx.	1,0	7,0 (ver 5.2)	
3. Equivalente de arena %, mín. (A)		75	NCh1325
4. Absorción de agua (porosidad) % máximo	2,0	3,0	NCh1117 NCh1239
5. Resistencia al desgaste. Máquina de Los Angeles, % máx.	35	-	NCh1369
6. Coeficiente de forma del árido grueso % mín.	80		NCh3240
7. Partículas desmenuzables % máx.	5,0	3,0	NCh1327
8. Resistencia a la desintegración por sulfato (B)			NCh1328
a) Con sulfato de sodio % máx.	10,0	10,0	
b) Con sulfato de magnesio % máx.	15,0	15,0	
9. Índice de trituración (C)			Anexo B
a) Para hormigón sometido a desgaste % máx.	20,0	4,0	
b) Para todo otro hormigón % máx.	30,0	5,0	
10. Partículas chancadas, % mínimo			Anexo A
a) Hormigón sometido a flexotracción	50	-	
b) Otros hormigones	-		
11. Carbón y lignito:			ASTM C123
a) Para hormigón a la vista % máx.	0,5	0,5	
b) Para todo otro hormigón % máx.	1,0	1,0	
A) En caso de que contenido de finos sea mayor al indicado en tabla y/o el equivalente de arena sea menor que 75%, proceder según 5.2.2.			
B) El ensayo es optativo con cualquiera de las sales.			
C) Este método se utiliza tanto como complemento del ensayo de desgaste Los Angeles o para sustituirlo cuando no se disponga de éste, según lo indicado en Anexo B.			
D) En caso que los áridos no cumplan algunos requisitos indicados en esta tabla, se deben realizar mezclas de prueba de acuerdo a NCh1018 y NCh2260 que cumplan con los requisitos de morteros y hormigones que son importantes para la aplicación particular en consideración.			

NORMA CHILENA

NCh163:2013

Tabla 3 - Características químicas

Requisitos	Valores límites		Norma de ensayo
	Arido grueso	Arido fino	
1. Impurezas orgánicas (A) a) Solución patrón colorimétrica medido desde más claro a más oscuro, máx. b) Vidrios de color patrón, máx.	- -	Igual 3	NCh166
2. Cloruros como Cl^- % máx. referido al peso total de la muestra, (B)	0,05		NCh1444
3. Sulfatos solubles en agua referidos al árido seco (C) % máx.	0,3		NCh1444
4. Reacción Alkali-Arido método químico (D) a) $R_c > 70$, el árido es considerado potencialmente reactivo si: b) $R_c < 70$, el árido es considerado potencialmente reactivo si:	$Sc > R_c$ $Sc > 35 \pm 0,5 R_c$		ASTM C 289
A) El color límite está fijado por un color patrón. Cuando la mayor coloración se deba a la presencia de carbón o lignito que no excedan de los límites indicados en 4 de esta tabla. La arena se puede utilizar siempre que cumpla con los requisitos indicados en NCh170 y NCh2256/1, respectivamente.			
B) Hormigones pretensados y aplicaciones especiales pueden requerir otros requisitos establecidos en las normativas respectivas. El árido que no cumpla esta especificación podrá 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 cumplan 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, respectivamente.			
D) En caso que los áridos no cumplan los requisitos indicados, se podrán realizar ensayos complementarios como métodos de los prismas de mortero ASTM C 227, expansión a 3 y 6 meses ASTM C 1260, método petrográfico ASTM C 295, solicitar información complementaria respecto de sus niveles de peligrosidad sobre mezclas de prueba considerando lo establecido en NCh170.			

5.2 Requisitos especiales áridos finos y filler del árido

5.2.1 Se deben utilizar áridos finos cuyo equivalente de arena, EA, determinado según NCh1325, sea mayor o igual que 75.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

5.2.2 Aquellos áridos que no cumplan Requisitos 2 y 3 de Tabla 2, pueden ser utilizados siempre que el valor obtenido de azul de metileno, ensayado según UNE-EN 933-9, sea menor o igual que 0,30 g de azul por cada 100 g de finos para casos de exposición severa y menor o igual que 0,60 g de azul por cada 100 g de finos para otros casos.

NOTA El árido fino triturado y 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 u otros componentes nocivos para morteros y hormigones, se debe tener cuidado en diferenciar correctamente estos materiales.

El árido fino natural con elevadas proporciones de material que pasa por el tamiz de 0,075 mm (N° 200) es más probable que contenga arcilla mineral.

Actualmente, se dispone de diversos medios para la caracterización de estos finos, fuera de los ya nombrados, tales como análisis petrográfico, el análisis de hidrómetro (ASTM D 422), y análisis de difracción de rayos X, cuyos resultados deben ser evaluados por un especialista.

5.2.3 La granulometría del filler del árido, determinada según UNE-EN 933-10, debe cumplir con los límites indicados en Tabla 4.

Tabla 4 - Granulometría filler del árido

Tamaño de tamiz mm	% acumulado que pasa
	Resultados individuales
2	100
0,125	85 - 100
0,075	70 - 100

5.3 Clasificación granulométrica del árido fino

5.3.1 El árido fino, cuya granulometría es determinada según NCh165, se clasifica granulométricamente según los límites indicados en Tabla 5.

5.3.2 El árido fino que no clasifique en Tabla 5, puede ser utilizado siempre que se cumplan las condiciones indicadas en Anexo D o que las mezclas de prueba preparadas con estos áridos finos cumplan con los requisitos de las especificaciones particulares de la obra.

5.3.3 En caso que el árido presente hasta 5% de material retenido en el tamiz 4,75 mm se debe efectuar una conversión de la granulometría original considerando como 100% el material que pasa por el tamiz de 4,75 mm de abertura nominal.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

Tabla 5 - Bandas granulométricas para árido fino

Tamices mm	Tamaño máximo, D_n , mm		
	% acumulado que pasa		
	Hormigón y mortero	Mortero	
	4,75	2,36	1,18
9,5	100	-	-
4,75	95 - 100	100	-
2,36	80 - 100	95 - 100	100
1,18	50 - 85	70 - 100	95 - 100
0,600	25 - 60	40 - 75	50 - 100
0,300	5 - 30	10 - 35	15 - 40
0,150	0 - 10	2 - 15	2 - 20
Módulo de finura	3,45 - 2,15	2,83 - 1,75	2,38 - 1,40
Retenido entre tamices 0,315 y 0,150	-	< 25	< 25
% retenido entre dos tamices sucesivos	-	< 45	

5.4 Clasificación granulométrica del árido grueso

5.4.1 El árido grueso, cuya granulometría es determinada según NCh165, se clasifica granulométricamente según los límites indicados en Tabla 6.

5.4.2 Los áridos gruesos que no correspondan a ninguno de los grados indicados en Tabla 6 pueden ser utilizadas siempre que las mezclas de prueba preparadas con estos áridos gruesos cumplan con los requisitos de las especificaciones particulares de la obra.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

Tabla 6 - Bandas granulométricas para árido grueso

Tamices mm	% acumulado que pasa para los siguientes grados (definidos por tamaños límites en mm)								
	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	100	-	Nota	-	Nota	-	-	-	-
63	90 - 100	100	100	-	-	-	-	-	-
50	35 - 70	90 - 100	90 - 100	100	100	-	-	-	-
37,5	0 - 15	33 - 70	-	90 - 100	90 - 100	100	-	-	-
25	-	0 - 15	35 - 70	20 - 55	-	90 - 100	100	-	-
19	0 - 5	-	-	0 - 15	35 - 70	-	90 - 100	100	-
12,5	-	0 - 5	10 - 30	-	-	25 - 60	-	90 - 100	100
9,5	-	-	-	0 - 5	10 - 30	-	20 - 55	40 - 70	90 - 100
4,75	-	-	0 - 5	-	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0 - 15	10 - 30
2,36	-	-	-	-	-	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 10
1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	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.

6 Extracción de muestras

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

7 Ensayos

7.1 Ensayos de caracterización

Son los destinados a determinar la aptitud de un árido para el uso en la elaboración de morteros y hormigones. En general, deben considerar todos los requisitos de Tablas 2 y 3.

NOTA En caso de exploración de yacimientos el productor debe asegurar que el material integral extraído es tal que le permitirá cumplir los requisitos indicados en Tablas 2 y 3.

7.2 Ensayos de control de recepción

- Granulometría.
- Material fino menor que 0,075 mm.
- Absorción de agua.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

- d) Otros que se indiquen expresamente en la especificación particular de la obra, o que ordene el profesional responsable de la dosificación según NCh170 o NCh2256/1, con el fin de controlar:
- Propiedades críticas de un árido determinadas por factores locales (por ejemplo: sales solubles, impurezas orgánicas, % chancado, entre otros).
 - Propiedades requeridas para obtener morteros y hormigones de características especiales (por ejemplo: resistencia al desgaste para hormigones de pavimentos, entre otros).

7.3 Ensayos complementarios

Son aquellos no incluidos en el grupo de ensayos indicados en 7.1 y 7.2 que se efectúan eventual y esporádicamente con el fin de obtener mayor información sobre un árido.

8 Aceptación y rechazo

El árido que no cumpla con las especificaciones indicadas en las cláusulas precedentes debe ser rechazado para uso, salvo que las partes pacten otros requisitos que garanticen las características técnicas de los morteros y hormigones confeccionados con dichos materiales.

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 pétreo 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 aun teniendo dos a más caras fracturadas presentan sus cantos redondeados.

A.2.3 rodado: partícula pétreo que no posee aristas

A.2.4 laja: partícula pétreo 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.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

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 de cubicidad de partículas

Tamaño máximo absoluto de las partículas mm	Masa mínima de muestra g
50	2 000
25	1 000
20	500
12,5 y menor	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 110°C ± 5°C.

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:

$$Ch_i(\%) = \frac{B_i + D_i}{A_i} \times 100$$

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).

NORMA CHILENA

NCh163:2013

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

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

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:

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

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:

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

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

NORMA CHILENA

NCh163:2013

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:

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

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:

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

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;

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:

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

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.

Anexo B **(normativo)**

Método para determinar índice de trituración

B.1 Índice de trituración 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 Los Angeles 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 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 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 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y enfriado a temperatura ambiente. Tamizar y cortar el material en los tamices de corte especificados en Tabla B.1.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

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	9,5 - 4,75	1,250
		5	4,75 - 2,36	0,630
		2,5	2,36 - 1,25	0,315
		1,25	1,25 - 0,63	0,160

B.1.4 Procedimiento de ensayo

- Efectuar dos ensayos, uno por cada corte de material, según procedimiento y obtener el promedio de los resultados.
- 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).
- Colocar el molde con su base en la máquina de ensayo a compresión, colocar el pistón en posición horizontal sobre la carga confinada.
- 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.
- Levantar la carga y tamizar el material ensayado separando el fino, por los tamices indicados en Tabla B.1.
- Pesar cuidadosamente el material retenido, (C), y el material fino que pasó, (B).

B.2 Índice de trituración 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 Los Angeles 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

- Máquina para impacto**, con un martinete de 14 kg $\pm$ 0,2 kg, como se indica en Figura B.2.
- Molde de acero**, con base soldada, de 102 mm de diámetro interno, 51 mm de alto y 6,5 mm de espesor de pared.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

- 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 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 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 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 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.
- 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, IT_p

$$IT_p(\%) = \frac{B}{A} \times 100$$

en que:

A = peso de la muestra, expresado en gramos (g);

B = peso del material, expresado en gramos (g).

B.3.2 Indice de trituración total, 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, n_i , que representa a la muestra ensayada.

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

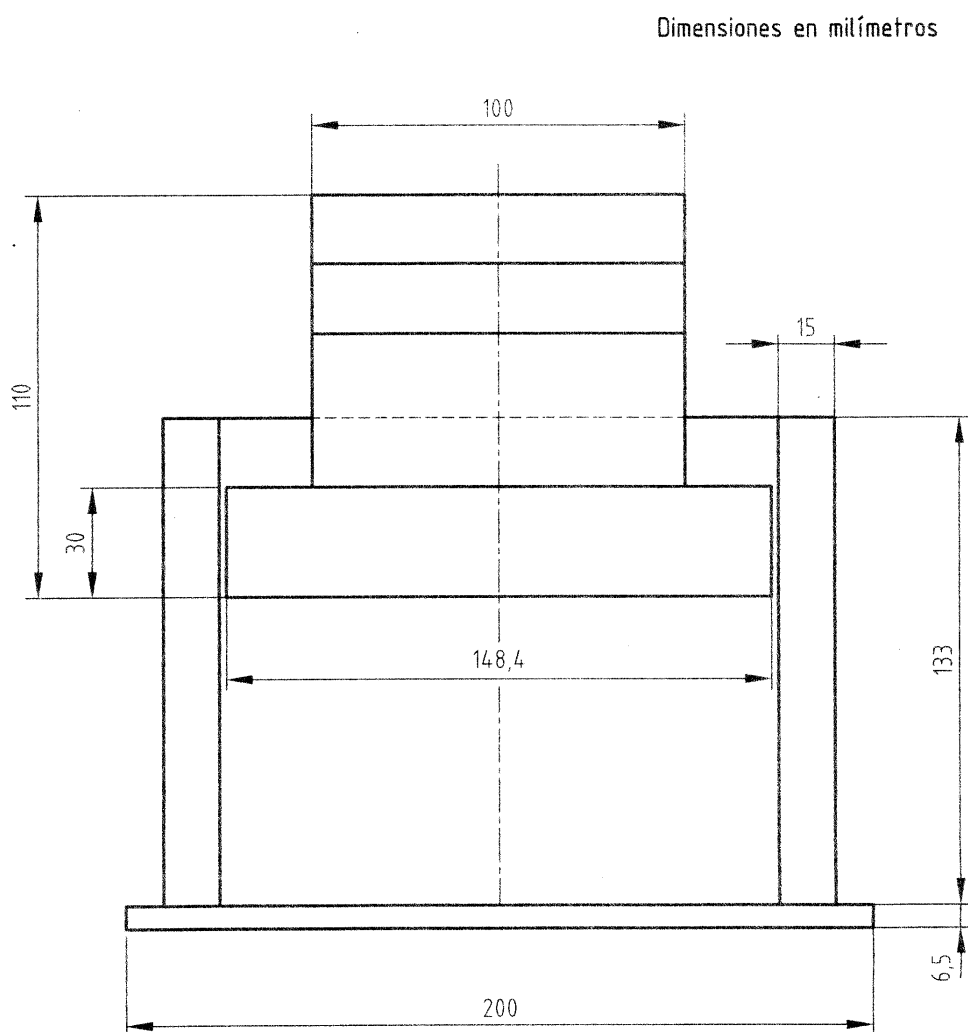
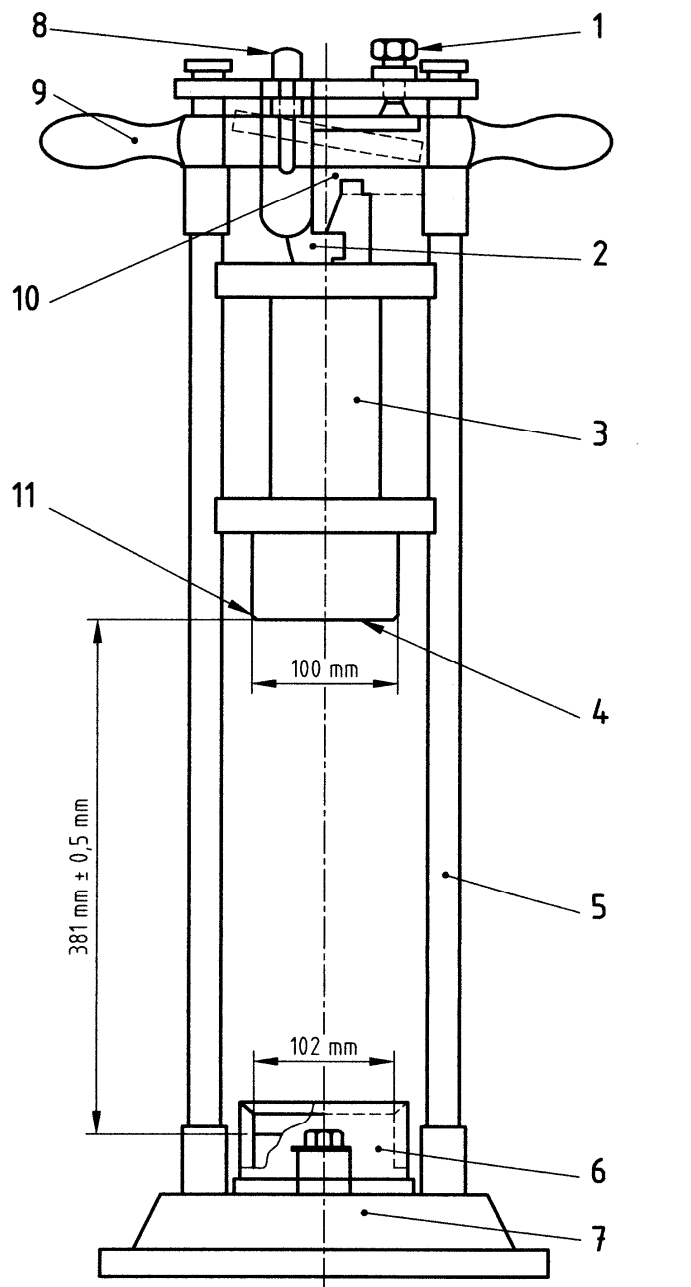


Figura B.1 - Cilindro de acero



- | | |
|---------------------------------|--|
| 1 Pasador para soltar mecanismo | 6 Molde cilíndrico de acero endurecido |
| 2 Uñeta para soltar mecanismo | 7 Base circular |
| 3 Martinete (14±0,2) kg | 8 Pasador para sujetar mecanismo |
| 4 Superficie endurecida | 9 Manillas |
| 5 Barras guías | 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).

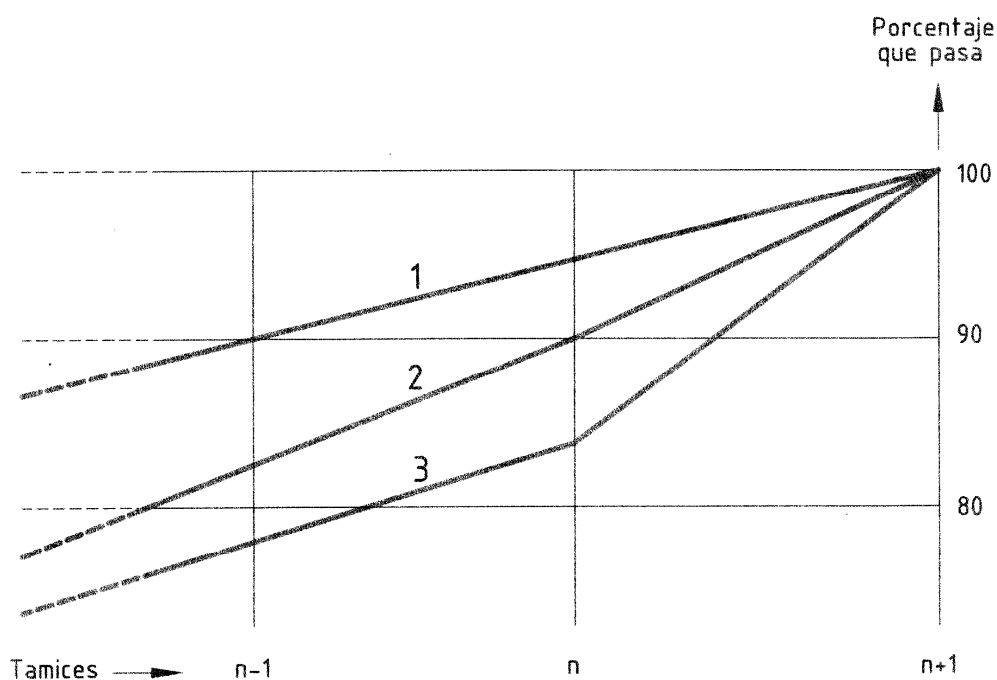
C.2 Determinación del tamaño máximo

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 5 y 6, 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.



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

Anexo D (normativo)

Granulometría

D.1 Generalidades

Las bandas granulométricas indicadas en Tablas 5 y 6 proporcionan una zona de trabajo amplia para la mayoría de los áridos con los cuales se obtienen morteros y hormigones compactos y de trabajabilidad adecuada.

Cuando no se disponga de materiales que clasifiquen en Tablas 5 y 6, se debe recurrir a experiencias de laboratorio o a aquellos áridos que la práctica ha demostrado como utilizables. De igual forma en aplicaciones especiales, es posible emplear áridos con otras composiciones granulométricas.

Cuando se decida usar áridos que no clasifiquen en Tablas 5 y 6, se recomienda considerar la influencia de este árido en la compacidad y segregación de morteros y hormigones.

D.2 Tipos granulométricos de áridos finos

En Tabla D.1 se incluye, además de la granulometría media normal (tamaño 3), otros tipos granulométricos que se pueden emplear en casos especiales.

Tabla D.1 - Tipos granulométricos de áridos

% acumulado que pasa para los tamaños siguientes:							
Tamaños	1	2	3	4	5	6	7
Denominación Tamices mm	Muy gruesa	Gruesa	Media o normal	Media gruesa	Fina	Muy fina	Discontinua
9,5	100	100	100	100	100	100	100
4,75	60 - 75	75 - 90	95 - 100	70 - 90	90 - 100	95 - 100	30 - 60
2,36	35 - 55	55 - 80	80 - 100	40 - 80	85 - 100	90 - 100	30 - 40
1,18	27 - 50	35 - 60	50 - 85	40 - 70	70 - 90	85 - 100	30 - 40
0,600	15 - 40	22 - 40	25 - 60	40 - 60	60 - 80	80 - 100	17 - 40
0,300	8 - 25	12 - 25	5 - 30	25 - 37	37 - 50	50 - 62	9 - 25
0,150	3 - 10	3 - 10	0 - 10	6 - 13	12 - 20	15 - 20	4 - 10
MF mín.	3,45	2,95	2,15	2,50	2,46	1,13	3,85
MF máx.	4,52	3,98	3,38	3,79	3,60	1,80	4,80

NORMA CHILENA

NCh163:2013

D.3 Características de los tipos granulométricos de áridos

D.3.1 Tamaño 1 - Muy grueso

Este material no se encuentra comúnmente en nuestro país en forma natural y debe ser compuesto artificialmente en un proceso industrial de clasificación.

Es recomendable que la granulometría se trabaje, por lo menos, con dos fracciones separadas por tamaños, por ejemplo de 0 mm a 2,36 mm y de 2,36 mm a 9,5 mm.

D.3.2 Tamaño 2 - Grueso

Son áridos similares a los anteriores, pero que contienen mayor porcentaje de granos de tamaño medio.

D.3.3 Tamaño 3 - Medio o normal

Sus granulometrías corresponden fundamentalmente con las recomendaciones de esta norma y con la actual ASTM C 33.

D.3.4 Tamaño 4 - Medio-grueso

Son áridos cuya granulometría tiene mayor cantidad de granos de tamaños gruesos que el caso anterior.

D.3.5 Tamaño 5 - Fino

Estos áridos finos tienen mayor superficie específica, pueden ser usadas con el aporte tecnológico adecuado.

D.3.6 Tamaño 6 - Muy fino

Arido fino de mayor superficie específica que la anterior, generalmente se usa en morteros, para uso en hormigón se debe combinar con otros tipos granulométricos de Tabla D.1.

D.3.7 Tamaño 7 - Discontinuos

Se define como árido discontinuo a aquel que a su granulometría le faltan los granos intermedios en dos espacios sucesivos en la serie normal de tamices. En general, tienen una alta proporción de gruesos (70%).

D.4 El árido combinado

Para cumplir con las condiciones de compacidad, docilidad y otras del hormigón, se pueden recomendar las zonas que se muestran en Figuras D.1 y D.2, cuyas curvas límites se indican en Tabla D.2.

Una adecuada proporción de los áridos finos y áridos gruesos especificada en Tablas 5 y 6 permite en la gran mayoría de los casos obtener áridos combinados que cumplen con estas bandas.

NORMA CHILENA

NCh163:2013

Las zonas tienen el significado siguiente:

$D_{\text{máx.}}$ 38,1 mm:

- Zona 1 - Aceptable para pavimentos, entre curva A y B.
- Zona 2 - Construcción corriente, entre curvas límites: B y C.
- Zona 3 - Construcción especial entre curvas C y D con altas dosis de cemento.

$D_{\text{máx.}}$ 19 mm:

- Zona 1 - Construcción corriente de poco espesor (menor a 15 cm) entre curva A y B.
- Zona 2 - Construcción con alta densidad de enfierradura, entre curvas límites: B y C, con altas dosis de cemento.

La curva del árido combinado debe tener en lo posible una formación similar (paralela) a las curvas límites, y no debe cruzar de una zona a otra.

Arido combinado
Granulometrías recomendadas para dosificación
 $D_{m\acute{a}x.} : 38,1 \text{ mm}$

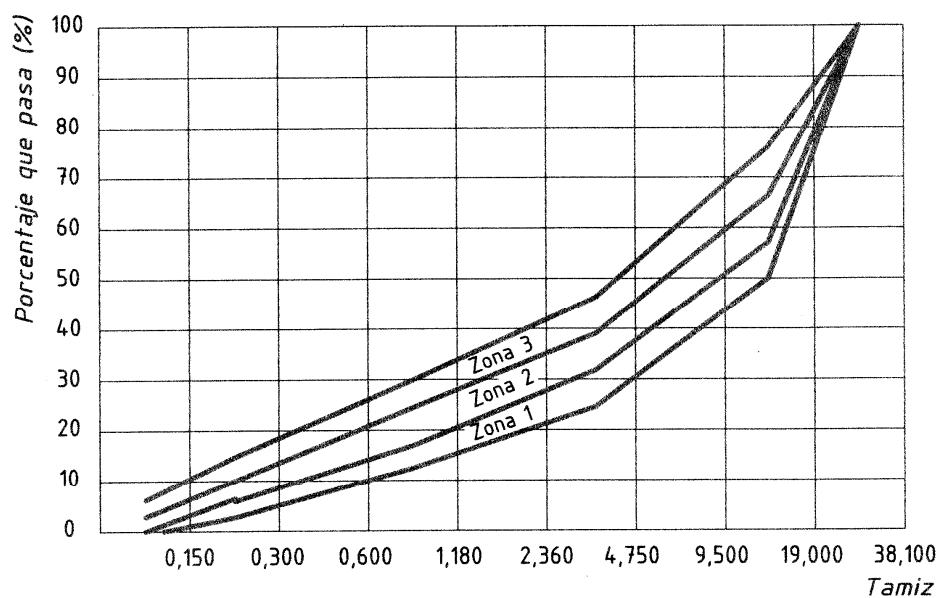


Figura D.1 - Curva límite para $D_{m\acute{a}x.} : 38,1 \text{ mm}$

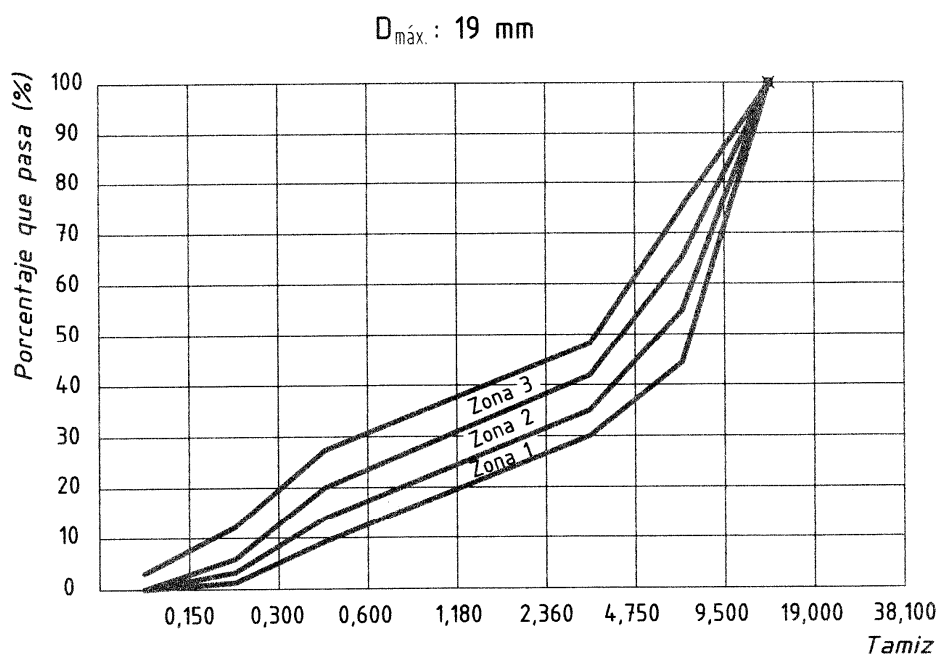


Figura D.2 - Curva límite para $D_{m\acute{a}x.} : 19 \text{ mm}$

NORMA CHILENA

NCh163:2013

**Tabla D.2 - Arido combinado - Granulometrías recomendadas para dosificación
 (% acumulado que pasa)**

Tamiz mm	D _{máx.} 38,1 mm				D _{máx.} 19 mm			
	% que pasa acumulado				% que pasa acumulado			
	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Curva 4	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Curva 4
38,10	100	100	100	100	-	-	-	-
19,00	50	58	67	75	100	100	100	100
9,50	36	44	52	60	45	55	65	75
4,75	24	32	40	47	30	35	42	48
2,36	18	25	31	38	23	28	35	42
1,18	12	17	24	30	16	21	28	34
0,60	7	12	17	23	9	14	21	27
0,30	3	7	11	15	2	3	5	12
0,15	0	0	2	5	0	0	0	2

Anexo E **(informativo)**

Muestreo y frecuencia de ensayos

E.1 Tolerancias de producción de áridos

El módulo de finura del árido fino no debe variar en más de 0,20 referido al módulo de finura típico. El comprador o especificador tiene la autoridad para aprobar un cambio en la base módulo de finura.

NOTA Si el módulo de finura es considerablemente diferente del valor utilizado en la mezcla de hormigón, podría ser necesario ajustes en la dosificación.

E.2 Control de áridos para morteros y hormigones

Se puede reducir en hasta un 50% la frecuencia mínima establecida en E.2.1, E.2.2 y E.2.3 cuando el productor presente los informes de ensayos de laboratorio acreditado y demuestre estabilidad en su producción.

Se debe extraer una muestra cada vez que exista un cambio de la fuente de abastecimiento, o cuando se aprecien cambios de alguna propiedad del material tales como almacenamiento prolongado en obra, contaminaciones u otros.

E.2.1 Control de áridos para mortero preparado en obra

La obra debe controlar la arena que usará en la fabricación del mortero, como mínimo se debe realizar un control semanal y para cada cambio de proveedor. En cada control la arena se debe someter, a lo menos, a la determinación del contenido de materia orgánica, contenido de finos por lavado y su granulometría.

E.2.2 Control de áridos para hormigón preparado en obra

La obra debe controlar los áridos que usará en la fabricación del hormigón, para esto debe extraer una muestra de cada tipo de árido, como mínimo se debe realizar un control semanal y para cada cambio de proveedor, según lo indicado en 7.2.

E.2.3 Control de áridos para hormigón preparado en central hormigonera

La planta de hormigón debe controlar los áridos que usará en la fabricación del hormigón, para esto debe extraer una muestra de cada tipo de árido, como mínimo se debe realizar un control mensual según lo indicado en 7.2.

Para la realización de ensayos de caracterización, se debe extraer una muestra representativa de la fuente de abastecimiento, como mínimo se debe relizar control de caracterización anual.

Anexo F **(informativo)**

Estados de humedad de los áridos

F.1 Generalidades

F.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.

F.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.

F.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.

F.2.1 Arido en estado seco (secado en horno)

Es el árido secado hasta masa constante en horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 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.

F.2.2 Arido 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.

F.2.3 Arido 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.

F.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.

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.

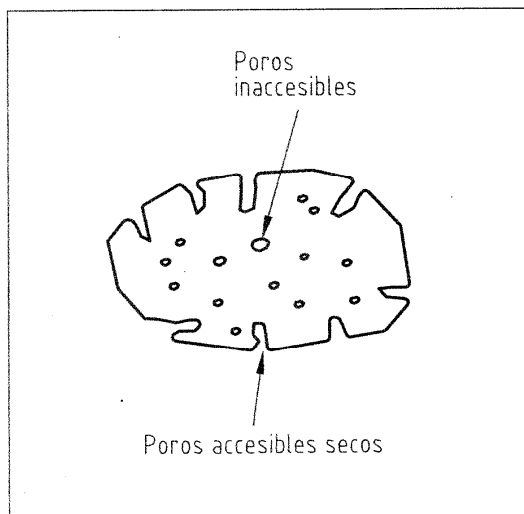


Figura E.1 - Árido seco (en estufa)



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

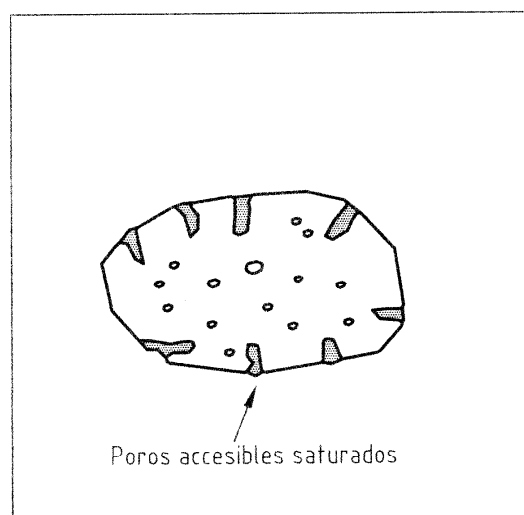


Figura E.3 - Árido saturado superficialmente seco

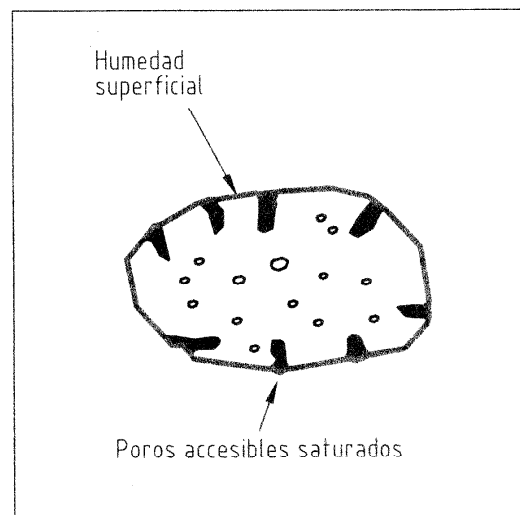


Figura E.4 - Árido húmedo

NCh163:2013

NORMA CHILENA

ICS 91.100.30