

Aridos para morteros y hormigones - Determinación de la densidad aparente

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.

La norma NCh1116, ha sido preparada por el Departamento de Arquitectura y Construcción del Instituto Nacional de Normalización sobre la base de un documento elaborado por el Centro Tecnológico del Hormigón, y en su estudio participaron los organismos y las personas naturales siguientes:

Cemento Bío-Bío Depto. Control de Calidad

Ciro Ríos
Arnoldo Bucarey

Corporación de Obras Urbanas, Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, COU

Alejandro Riveros
Jaime Téllez

Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Católica, DICTUC

Sergio Rojas
Lautaro Troncoso

Departamento de Tecnología y Administración de Obras, Facultad de Arquitectura de la Universidad de Chile, DTAO

Walter Brehme
Carlos Maldonado
Belisario Maldonado
Mario Aguilera
Guillermo Schrebler
Miguel Valenzuela

Departamento de Construcción Civil UTE, La Serena
Dirección de Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas
Dirección de Obras Portuarias, Ministerio de Obras Públicas
Distribuidora Nacional de Cemento y Materiales de Construcción, DINACEM

Hernán Delpiano

NCh1116

Departamento de Relaciones Técnicas
Empresa Agua Potable de Santiago, EAPS
Instituto de Investigaciones y Ensayes de Materiales
de la Universidad de Chile, IDIEM
Instituto Nacional de Normalización, INN
Laboratorio Hormigones Depto. Construcción Civil, UTE
Valdivia
Laboratorio Cemento Polpaico
Laboratorio Dirección de Vialidad, Ministerio de
Obras Públicas
Pavimentación de Santiago

Armando Soto
Eduardo Alvarez

Juan Egaña
Alfredo Cifuentes

Heriberto Vivanco
Patricio Downey

Luis Guzmán
Mario Sepúlveda

Esta norma concuerda fundamentalmente con la norma ASTM C 29-71 *Test for unit Weight*.

El anexo A forma parte del anexo de la norma.

Esta norma ha sido aprobada en sesión del H. Consejo del Instituto Nacional de Normalización efectuada el 31 de Mayo de 1976.

Esta norma ha sido declarada Norma Chilena Oficial de Emergencia de la República de Chile por Decreto N°52 del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, de fecha 17 de Enero de 1977.

Aridos para morteros y hormigones - Determinación de la densidad aparente

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los procedimientos para determinar la densidad aparente de los áridos.

1.2 Esta norma se aplicará al ensayo de los áridos de densidad real entre 2 000 y 3 000 kg/m³, que se emplean en la elaboración de morteros y hormigones.

2 Referencias

NCh22	Física - Mecánica - Magnitudes y unidades.
NCh163	Aridos para morteros y hormigones - Especificaciones.
NCh164	Aridos para morteros y hormigones - Extracción y preparación de muestras.
NCh165	Aridos para morteros y hormigones - Determinación de la granulometría.
NCh1075	Balanzas - Terminología, clasificación y principios de construcción.

3 Terminología

3.1 **huecos**: espacios vacíos entre las partículas (granos) de un árido.

3.2 **poros**: espacios vacíos interiores de una partícula (grano) de árido.

3.2.1 **poro accesible**: poro permeable o abierto.

3.2.2 **poro inaccesible**: poro impermeable o cerrado.

NCh1116

3.3 densidad (ρ), de acuerdo con NCh22, es el cociente entre la masa (m) de una sustancia y su volumen (v) a una temperatura especificada. Se expresa en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3).

3.3.1 densidad aparente (densidad a granel; densidad bruta) (ρ_a): densidad en que se considera el volumen macizo de las partículas de un árido, más el volumen de los poros y de los huecos. Este volumen corresponde a la capacidad de la medida que lo contiene.

3.3.1.1 densidad aparente compactada (ρ_{ac}): densidad aparente del árido compactado en la medida según los procedimientos indicados en esta norma.

3.3.1.2 densidad aparente suelta (ρ_{as}): densidad del árido vaciado en la medida según el procedimiento indicado en esta norma.

3.4 medida: recipiente de capacidad volumétrica normal.

3.5 secado hasta masa constante: límite de secado en que dos pesadas sucesivas, separadas por una hora de secado en estufa, difieren en un porcentaje igual o inferior al 0,1% de la menor masa determinada.

3.6 Otros términos empleados en esta norma aparecen definidos en NCh163.

4 Resumen del procedimiento

Vaciar el árido en una medida de capacidad volumétrica especificada (v) para el tamaño máximo nominal del árido. Determinar la masa (m) del árido suelto o compactado que llena la medida. Determinar la densidad aparente dividiendo la masa del árido por la capacidad volumétrica de la medida. Calcular la densidad aparente como el promedio aritmético de dos ensayos sobre muestras gemelas.

5 Aparatos

5.1 Balanza

Tendrá una capacidad superior a la masa de la medida llena con un árido de densidad aparente de $2\ 000\ \text{kg}/\text{m}^3$, y una precisión igual o superior al 0,1% de la pesada. Los términos capacidad y precisión de una balanza están definidos en NCh1075.

5.2 Estufa

Tendrá circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensayo.

5.3 Varilla pisón

Será una barra cilíndrica de acero liso de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud, con sus extremos terminados en semiesferas de 16 mm de diámetro.

5.4 Medidas

Serán metálicas, impermeables y provistas de dos asas. Su forma interior será un cilindro recto abierto por una de sus caras planas y rectificado para asegurar sus dimensiones interiores.

5.4.1 Dimensiones

Las medidas tendrán las dimensiones que se indican en tabla 1, y podrán emplearse para áridos de tamaño máximo nominal igual o inferior a los señalados en la primera columna de la tabla.

Tabla 1 - Dimensiones de las medidas

Tamaño máximo nominal del árido ^{*)} mm	Capacidad volumétrica		Diámetro interior mm	Altura interior mm	Espesor mínimo de metal	
	m ³	ℓ			Base mm	Pared mm
16	0,003	3	155 ± 2	160 ± 2	5	2,5
25	0,010	10	205 ± 2	305 ± 2	5	2,5
50	0,015	15	255 ± 2	295 ± 2	5	3,0
100	0,030	30	355 ± 2	305 ± 2	5	3,0

*) Basado en tamices de abertura cuadrada de acuerdo con NCh165.

5.4.2 Refuerzos

Además de cumplir con los espesores mínimos indicados en tabla 1, las medidas de 15 y 30 ℓ serán reforzadas en sus bordes por una pletina de 3 a 5 mm de espesor y 40 mm de ancho, a fin de conservar su forma y dimensiones interiores en el trabajo brusco que requiera este ensayo.

5.4.3 Determinación de la capacidad volumétrica de la medida

El volumen de la Medida se determinará con una precisión de 0,1% pesando la masa de agua que llena la Medida, y dividiendo esta masa por la densidad del agua a la temperatura en que se encuentra (ver anexo A).

5.5 Herramientas y accesorios

Palas, poruña, brocha, caja para secado, etc., necesarias para los procedimientos establecidos en la presente norma.

6 Extracción de muestras

Las muestras se extraerán y prepararán de acuerdo con NCh164.

7 Tamaño de la muestra de ensayo

Será un volumen de árido aproximadamente igual al doble de la capacidad volumétrica de la medida correspondiente.

8 Preparación de la muestra de ensayo

8.1 Se podrá emplear árido proveniente del ensayo de tamizado, debidamente homogeneizado.

8.2 La muestra de ensayo se secará hasta masa constante en estufa a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y será cuidadosamente homogeneizada, asegurando la incorporación de todas las partículas más finas que componen la muestra.

9 Determinación de la densidad aparente compactada

9.1 Procedimiento por apisonado

Se aplicará a los áridos de tamaño nominal igual o menor a 50 mm.

- a) llenar la medida en tres capas de espesores aproximadamente iguales, teniendo la última capa un exceso de árido por sobre el borde de la medida;
- b) emparejar cada capa y compactar mediante 25 golpes de pisón uniformemente repartidos;
- c) apisonar la capa inferior en todo su espesor evitando dañar el fondo de la medida;
- d) apisonar las capas superiores haciendo penetrar el pisón en la capa inmediatamente inferior;
- e) eliminar el exceso de áridos empleando la varilla pisón como regla de enrase, sin presionar¹⁾;
- f) determinar y registrar la masa (kg) del árido compactado que llena la medida, aproximando al 0,1%.

9.2 Procedimiento por percusión

Se aplicará a los áridos de tamaño máximo nominal igual o superior a 50 mm e igual o inferior a 100 mm.

- a) llenar la Medida en tres capas de espesores aproximadamente iguales, teniendo la última capa un exceso de árido por sobre el borde de la Medida;
- b) emparejar cada capa;

¹⁾ En las gravas gruesas se considera que las pequeñas salientes de algunas partículas se compensan con los huecos que quedan hacia el interior en relación al plano del borde de la medida, por lo tanto, se evitará rellenar dichos huecos agregando partículas menores.

- c) compactar cada capa levantando la Medida alternativamente por sus asas opuestas, a una altura aproximada de 5 cm y dejándola caer contra una base firme (por ejemplo, un pavimento de hormigón);
- d) repetir hasta completar 50 percusiones dejando caer la Medida 25 veces de cada asa;
- e) eliminar el exceso de árido empleando la varilla pisón como regla de enrase, sin presionar²⁾.

10 Determinación de la densidad aparente suelta

10.1 Procedimiento por simple vaciado

Se aplicará a los áridos de tamaño máximo nominal igual o inferior a 100 mm.

NOTA - Este procedimiento es también aplicable a las arenas en estado húmedo.

- a) llenar la Medida con una pala o poruña, descargándola desde una altura de aproximadamente 5 cm sobre el borde superior de la Medida;
- b) desplazar la pala o poruña alrededor del borde, distribuyendo uniformemente el vaciado;
- c) eliminar el exceso de áridos empleando la varilla pisón como regla de enrase, sin presionar;
- d) determinar y registrar la masa (kg) del árido suelto que llena la medida aproximando al 0,1%.

11 Expresión de resultados

11.1 Densidad aparente compactada (ρ_{ac})

Calcular la densidad aparente compactada para cada ensayo según la fórmula siguiente, aproximando a 1 kg/m³.

$$\rho_{ac} = \frac{mc}{v} \cdot (\text{kg/m}^3)$$

siendo

mc = masa del árido compactado que llena la Medida (kg);

v = capacidad volumétrica de la Medida (m³).

²⁾ En las gravas gruesas se considera que las pequeñas salientes de algunas partículas se compensan con los huecos que quedan hacia el interior en relación al plano del borde de la medida, por lo tanto, se evitará rellenar dichos huecos agregando partículas menores.

11.2 Densidad aparente suelta (ρ_{as})

Calcular la densidad aparente suelta³⁾ para cada ensayo según la fórmula siguiente, aproximando a 1 kg/m^3 .

$$\rho_{as} = \frac{ms}{v} \cdot (\text{kg/m}^3)$$

siendo:

ms = masa del árido suelto que llena la Medida (kg);

v = capacidad volumétrica de la Medida (m^3).

11.3 Calcular la densidad aparente como el promedio aritmético de dos ensayos sobre muestras gemelas, aproximando a 10 kg/m^3 .

12 Aceptación de resultados

12.1 Se aceptará la determinación de cada densidad aparente cuando la diferencia entre los dos resultados obtenidos por un mismo operador, en ensayos sobre muestras gemelas, sea igual o inferior a 30 kg/m^3 .

12.2 Se ensayará dos nuevas muestras gemelas cuando no se cumpla con lo especificado en 12.1.

Para aceptar la determinación, la diferencia entre resultados de ensayo sobre muestras gemelas deberá ser igual o inferior a 50 kg/m^3 .

Cuando se realice este ensayo, en el Informe deberá indicarse también el contenido de humedad del árido expresado como porcentaje de la masa del árido seco.

13 Informe

El Informe incluirá lo siguiente:

- nombre del solicitante;
- clase de árido;
- procedencia de la muestra;

³⁾ Para el uso de las arenas en estado húmedo, calcular la densidad aparente suelta según la fórmula siguiente:

$$\rho_{as \text{ húmeda}} = \frac{ms \text{ húmeda}}{v} (\text{kg/m}^3)$$

- d) procedimiento de ensayo empleado;
- e) resultado del ensayo;
- f) fecha de ensayo.
- g) cualquier otra información específica relativa al ensayo o al árido.

USO EXCLUSIVO MINVU

Anexo A

Determinación de la capacidad volumétrica de una medida

A.1 Procedimiento

- llenar la Medida con agua a temperatura ambiente y enrasar con una placa de vidrio, eliminando burbujas de aire y exceso de agua;
- determinar la masa del agua que llena la Medida con una precisión de $\pm 0,1\%$;
- medir la temperatura del agua y determinar su densidad de acuerdo con la tabla A.1.

Tabla A.1 - Densidad del agua según su temperatura

Temperatura		Densidad, ρ
K	°C	kg/m ³
289,16	16	999,09
291,16	18	998,59
293,16	20	998,20
296,16	23	997,54
299,16	26	996,78
302,16	29	995,94

- determinar la capacidad volumétrica de la Medida según la fórmula siguiente:

$$v = \frac{m}{\rho} \text{ (m}^3\text{)}$$

siendo

v = capacidad volumétrica de la Medida (m³);

m = masa del agua a temperatura ambiente que llena la Medida (kg);

ρ = densidad del agua a la misma temperatura (kg/m³).

NORMA CHILENA OFICIAL

NCh 1116.EOf77

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

Aridos para morteros y hormigones - Determinación de la densidad aparente

Concrete and mortar aggregates - Determination of apparent density ("unit weight")

Primera edición : 1977
Reimpresión : 1999

Descriptor: áridos, hormigón, ensayos, determinación de la densidad

CIN

COPYRIGHT © 1983 : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

* Prohibida reproducción y venta *

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Casilla : 995 Santiago 1 - Chile

Teléfonos : + (56 2) 441 0330 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0425

Telefax : + (56 2) 441 0427 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0429

Web : www.inn.cl

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)