



Organismo Nacional de Normalización y  
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

# ANTEPROYECTO DE NORMA MEXICANA APROY-NMX-C-158-ONNCCE-

-  
(Cancelaré a la NMX- C-158-ONNCCE-2006)

**Industria de la Construcción – Concreto – Determinación del  
Contenido de Aire del Concreto Fresco por el Método Volumétrico**

*Building Industry – Concrete – Air Content of Freshly Concrete by the Volumetric  
Method*

Queda totalmente prohibida la reproducción, intercambio o distribución total o parcial  
de cualquiera de sus apartados en cualquier soporte mecánico o digital.

## **APROY-NMX-C-158-ONNCCE-**

(Cancelará a la NMX- C-158-ONNCCE-2006)

### **Industria de la Construcción – Concreto – Determinación del Contenido de Aire del Concreto Fresco por el Método Volumétrico**

*Building Industry – Concrete – Air Content of Freshly Concrete by the Volumetric Method*

COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PRODUCTOS, SISTEMAS Y SERVICIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN



**Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.**

Ceres No. 7, Col. Crédito Constructor, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03940, Ciudad de México.

Tel: (01 55) 56 63 29 50

[normas@onncce.org.mx](mailto:normas@onncce.org.mx)

[www.onncce.org.mx](http://www.onncce.org.mx)

© COPYRIGHT, DERECHOS RESERVADOS ONNCCE, S. C., MÉXICO MMXV

## **Prefacio**

Este anteproyecto de Norma Mexicana fue preparado por el Comité Técnico de Normalización de Productos, Sistemas y Servicios para la Construcción del ONNCCE y en su elaboración participaron las siguientes empresas e instituciones:

Documento de Trabajo no Vigente

## Índice de contenido

<b>1</b>	<b>Objetivo y campo de aplicación .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Referencias normativas .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Términos y definiciones.....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Reactivos y/o materiales .....</b>	<b>1</b>
4.1	Alcohol.....	1
4.2	Agua potable o destilada .....	2
4.3	Regla para enrasar .....	2
4.4	Recipiente para medir alcohol (copa aforada).....	2
4.5	Pera de succión.....	3
4.6	Embudo .....	3
4.7	Material auxiliar.....	3
<b>5</b>	<b>Aparatos .....</b>	<b>3</b>
5.1	Medidores de aire .....	3
5.2	Varilla para compactación.....	4
<b>6</b>	<b>Preparación y acondicionamiento de la muestra.....</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Condiciones ambientales.....</b>	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>Procedimiento .....</b>	<b>5</b>
8.1	Varillado.....	5
8.2	Enrasado .....	5
8.3	Adición del agua .....	5
8.4	Inversión y agitación .....	5
8.5	Rodado y balanceo.....	5
8.6	Eliminación de espuma.....	5
8.7	Lectura.....	5
<b>9</b>	<b>Cálculos.....</b>	<b>6</b>
<b>10</b>	<b>Precisión.....</b>	<b>6</b>
<b>11</b>	<b>Informe de la prueba.....</b>	<b>6</b>
<b>12</b>	<b>Vigencia.....</b>	<b>6</b>
<b>13</b>	<b>Concordancia con Normas Internacionales .....</b>	<b>6</b>
<b>14</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>7</b>

**Apéndice A** ..... **8**

A.1 Calibración del recipiente.....8

A.2 Exactitud del dispositivo de medición .....8

A.3 Exactitud del recipiente medidor.....9

**Índice de figura**

**Figura 1 – Medidor de aire**..... **4**

**Índice de tabla**

**Tabla A.1 – Masa específica del agua a diferentes temperaturas**..... **8**

# Industria de la Construcción – Concreto – Determinación del Contenido de Aire del Concreto Fresco por el Método Volumétrico

## *Building Industry – Concrete – Air Content of Freshly Concrete by the Volumetric Method*

### 1 Objetivo y campo de aplicación

Este anteproyecto de Norma Mexicana establece el procedimiento para determinar el contenido de aire en el concreto fresco, elaborado con cualquier tipo de agregado, ya sea **denso**, celular o ligero, con tamaño máximo de 38,1 mm, por el método volumétrico.

### 2 Referencias normativas

El siguiente documento normativo vigente o el que lo sustituya es indispensable para la aplicación de este anteproyecto de Norma Mexicana.

- NMX-C-161-ONNCCE-2013, Industria de la construcción – Concreto fresco – Muestreo (Cancela a la NMX-C-161-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de julio de 2014.

### 3 Términos y definiciones

Para los propósitos de este anteproyecto de Norma Mexicana, el siguiente término y definición es aplicable.

#### 3.1

##### **contenido de aire del concreto fresco**

Es el volumen de vacíos en pasta de cemento, mortero o concreto, excluyendo el espacio de los poros en las partículas del agregado, usualmente expresado como un porcentaje del volumen total de la pasta, mortero o concreto.

### 4 Reactivos y/o materiales

#### 4.1 Alcohol

Con una concentración del 70 % en volumen (aproximadamente 65 % en masa). Soluciones más concentradas pueden diluirse en agua hasta obtener la concentración deseada. (El alcohol para curación comúnmente obtenido es un alcohol al 75 %).

5.10 Isopropyl Alcohol—Use 70 % by volume isopropyl alcohol (approximately 65 % by weight) (Note 2). Other foam-dispersing agents are permitted if tests demonstrate that the use of the agent does not change the indicated air content, in the amounts being used, by more than 0.1 % or if correction factors are developed similar to those in Table 1. When other dispersing agents are used, a copy of the records documenting the testing or calculations shall be available in the laboratory. NOTE 2—Seventy percent isopropyl alcohol is commonly available as rubbing alcohol. More concentrated grades can be diluted with water to the required concentration.

NOTE 2—Seventy percent isopropyl alcohol is commonly available as rubbing alcohol. More concentrated grades can be diluted with water to the required concentration.

**TABLE 1 Correction for the Effect of Isopropyl Alcohol on C173/C173M Air Meter Reading**

70 % Isopropyl Alcohol Used			
Pints	Fluid Ounces	Litres	Correction, % <sup>A</sup>
≤ 2.0	≤ 32	≤ 1.0	0.0 <sup>B</sup>
3.0	48	1.5	0.25
4.0	64	2.0	0.50
5.0	80	2.5	0.75

<sup>A</sup> Subtract from final meter reading.

<sup>B</sup> Corrections are applied only when 1.25 L [2.5 pt] or more of isopropyl alcohol is used. The values given are for air meters that have a measuring bowl volume of 2.1 L [0.075 ft<sup>3</sup>] and a top section that is 1.2 times the volume of the measuring bowl.

5.10 Alcohol isopropílico: Utilice alcohol isopropílico al 70 % en volumen (aproximadamente el 65 % en peso) (Nota 2). Se permite el uso de otros agentes dispersantes de espuma si las pruebas demuestran que el uso del agente no cambia el contenido de aire indicado, en las cantidades utilizadas, en más de 0,1 % o si los factores de corrección se desarrollan de modo similar a aquellos de la Tabla 1. Cuando se utilicen otros agentes dispersantes, deberá estar disponible en el laboratorio una copia de los registros que documenten las pruebas o cálculos.

NOTA 2: El alcohol isopropílico al setenta por ciento normalmente está disponible como alcohol isopropílico para limpieza. Los grados más concentrados se pueden diluir en agua según la concentración requerida.

**TABLA 1 Corrección del efecto del alcohol isopropílico en la lectura de medidor de aire de C173/C173M**

Se utiliza alcohol isopropílico al 70 %			
Pintas	Onzas líquidas	Litros	Corrección, % <sup>A</sup>
≤ 2,0	≤ 32	≤ 1,0	0,0 <sup>B</sup>
3,0	48	1,5	0,25
4,0	64	2,0	0,50
5,0	80	2,5	0,75

Sustraer de la lectura final del medidor.

Las correcciones se aplican solo cuando se utiliza 1,25 l [2,5 pt] o más de alcohol isopropílico. Los valores dados para los medidores de aire que tienen un bol de adición con un volumen de 2,1 l [0,075 ft<sup>3</sup>] y una sección superior que es 1,2 veces el volumen del bol de medición.

#### 4.2 Agua potable o destilada

#### 4.3 Regla para enrasar

Debe ser recta, de acero, por lo menos de 300 mm x 20 mm x 3 mm.

5.4 *Strike-off Bar* – A flat, straight steel bar at least 3 mm by 20 mm by 300 mm [1/8 in. by 3/4 in. by 12 in.] or a flat, straight high-density polyethylene bar, or other plastic of equal or greater abrasion resistance, at least 6 mm by 20 mm by 300 mm [1/4 in. by 3/4 in. by 12 in.].

#### 5.4 Barra de nivelación

Una barra recta plana de acero de por lo menos 3 mm x 20 mm x 300 mm o una barra recta plana de polietileno de alta densidad u otro plástico con una resistencia a la abrasión equivalente o mayor, por lo menos de 6 mm x 20 mm x 300 mm.

#### 4.4 Recipiente para medir alcohol (copa aforada)

Debe ser de metal, vidrio o plástico, con una capacidad equivalente de 1,00 % ± 0,04 % del volumen del recipiente del aparato. El volumen del recipiente medidor debe ser ligeramente mayor que el 1,0 % del volumen del recipiente del aparato para compensar la contracción que ocurre cuando el alcohol de 70 % se mezcla con agua. Pueden usarse otros alcoholes o agentes antiespumantes, si los cálculos indican que su uso resulta con un error menor de 0,1 % en la cantidad de aire medida.

5.5 Calibrated Cup – A metal or plastic cup either having a capacity of or being graduated in increments equal to 1.00 %  $\pm$  0.04 % of the volume of the measuring bowl of the air meter. The calibrated cup is only to be used to add water when the concrete air content exceeds 9 % or the calibrated range of the meter.

#### 5.5 Taza calibrada

Una taza de metal o plástico con una capacidad de graduación en incrementos equivalentes a 1,00  $\pm$  0,04 % del volumen del bol de medición del medidor de aire. La taza calibrada solo debe ser utilizada únicamente para agregar agua cuando el contenido de aire del hormigón supera el 9 % o el rango calibrado del medidor.

#### 4.5 Pera de succión

Debe ser de hule, con una capacidad de al menos 50 ml.

#### 4.6 Embudo

Metálico con cuello de dimensiones tales que permitan acoplarlo en la sección superior del dispositivo medidor y un tallo que llegue justamente a la superficie del concreto fresco con un deflector en la parte inferior que impida el impacto directo del agua con el concreto (véase Figura 1).

**Acuerdo.** Incluir las características de la malla 1 ½ pulg.

#### Malla

De 38,1 mm (1 ½ pulg) que cumplan con las especificaciones de la NMX-B-231-1990 (véase 2 Referencias).

#### 4.7 Material auxiliar

- Cápsula de metal o plástico con una capacidad de aproximadamente 1 L.
- Cuchara de albañilería.
- Cucharón con una capacidad de aproximadamente 1 L.
- Mazo de hule con una masa de 600 g  $\pm$  200 g.
- Termómetro con división mínima de 1 °C.
- Placa de vidrio plano de 6 mm de espesor.

### 5 Aparatos

#### 5.1 Medidores de aire

Es un dispositivo que consta de un recipiente y una sección superior (véase Figura 1).

##### 5.1.1 Recipiente

Debe ser de metal, rígido para resistir el trabajo normal de obra, estable a condiciones extremas de temperatura y no ser atacable por la pasta de cemento, con un diámetro de 1,0 vez a 1,25 veces su altura, con una ceja o saliente en su parte superior y con capacidad por lo menos de 2 L.

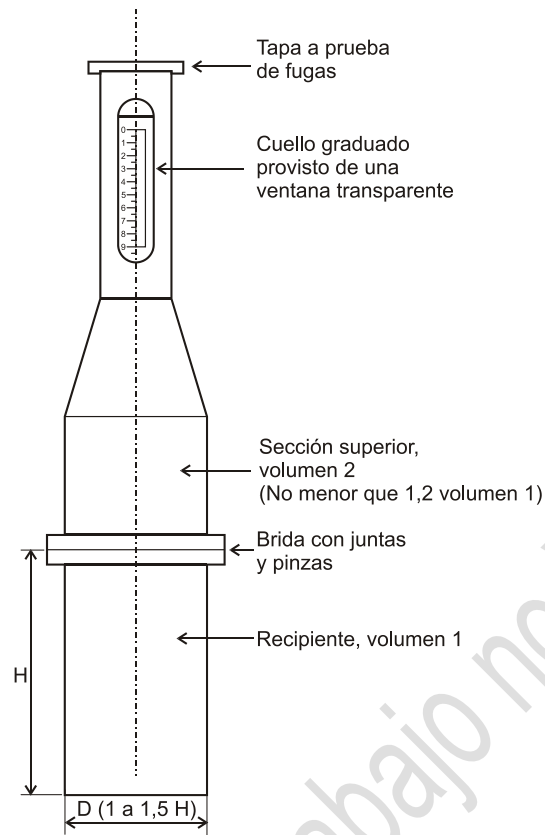
**Acuerdo.** Revisar lo indicado en la ASTM C173/C173M – 24

##### 5.1.2 Sección superior con tapa roscada

Debe ser de metal maquinado rígido para resistir el trabajo normal de obra a prueba de fugas y no ser atacado por la pasta de cemento. Su capacidad debe ser por lo menos 20 % mayor que la del recipiente y debe estar equipada con un empaque flexible y ganchos o pinzas para fijarla a la ceja del recipiente, a fin de producir una junta hermética.

Debe estar equipada con un tubo interior de vidrio o plástico transparente visible, en el cual debe existir una escala con divisiones no mayores que 0,5 % y aproximación de  $\pm$  0,1 % del volumen del recipiente. La escala debe tener el cero en la parte superior y el 9 % o más del volumen del recipiente en la parte inferior. La parte superior del dispositivo debe tener una tapa roscada, con empaque para producir un cierre hermético.





**Figura 1 – Medidor de aire**  
La presente figura es solo ilustrativa

## 5.2 Varilla para compactación

De acero u otro material de igual o mayor resistencia a la abrasión, recta, de sección circular de 16 mm de diámetro y de por lo menos 300 mm de largo, con extremo redondeado en forma semiesférica del mismo diámetro.

## 6 Preparación y acondicionamiento de la muestra

La muestra se obtiene del concreto fresco, de acuerdo con la NMX-C-161-ONNCCE-2013 (véase 2 Referencias).

Si el concreto contiene partículas de agregado grueso retenidas en la malla 38,1 mm (1 ½ pulg), estas deben eliminarse cribando el concreto por esta malla hasta obtener algo más del material necesario para llenar el recipiente. La operación de cribado debe hacerse con la mínima alteración del mortero. No debe intentarse limpiar el mortero que se adhiera a las partículas de agregados gruesos retenidas en la malla.

## 7 Condiciones ambientales

Este método de prueba se realiza con las condiciones ambientales del lugar en el que se realizan las pruebas.

## 8 Procedimiento

Determinación del contenido de aire del concreto fresco.

### 8.1 Varillado

Empleando el cucharón y auxiliándose con la cuchara de albañil, se llena el recipiente con concreto fresco, en dos capas de igual espesor, cuando se varilla la ~~primera~~ ~~segunda~~ capa, la penetración de la varilla ~~en la capa anterior~~ debe ser de aproximadamente ~~su espesor, 20 mm~~, pero sin golpear el fondo del recipiente. Se distribuyen 25 penetraciones de la varilla uniformemente en toda la superficie del concreto. Para la ~~segunda~~ ~~capa superior~~ es, la varilla debe penetrar aproximadamente 20 mm en la capa inmediata inferior. Después de compactar cada capa, se deben dar ligeros golpes con el mazo apropiado (véase inciso 4.7) a los lados del recipiente, hasta que se cierren los huecos dejados por la varilla de compactación y se liberen las burbujas de aire que pudieran estar atrapadas. Después de varillar la última capa, un ligero exceso de concreto (3 mm aproximadamente) sobre el borde es aceptable.

### 8.2 Enrasado

Después de compactar la segunda capa de concreto de acuerdo con el inciso 8.1, se elimina el concreto excedente con la regla de enrasar hasta que la superficie quede al ras del borde del recipiente, limpiando el excedente de concreto ~~en la ceja~~.

### 8.3 Adición del agua

Se fija la sección superior en su posición sobre el recipiente; se introduce el embudo y se adiciona agua hasta que aparezca en el dispositivo medidor; se retira el embudo y se ajusta el nivel de agua empleando la pera de succión, hasta que la parte inferior del menisco esté a nivel con la marca cero, después de lo cual se coloca y aprieta la tapa roscada.

### 8.4 Inversión y agitación

Repetidamente se invierte y se agita el aparato por lo menos durante 45 s para que el concreto se desprenda del fondo. Para prevenir que el agregado pase al cuello de la unidad, ésta no debe permanecer invertida por más de 5 s cada vez. Cuando el concreto ha sido liberado se puede escuchar el agregado moviéndose dentro del medidor.

### 8.5 Rodado y balanceo

Después de terminado el proceso de agitado e inversión se inclina la unidad aproximadamente 45 grados, se rueda sobre una superficie plana y se balancea vigorosamente aproximadamente 1 min manteniendo el cuello elevado todo el tiempo. Se asienta el aparato sobre una superficie plana y nivelada y se espera a que el nivel del agua se estabilice, la lectura se considera estable cuando no hay una diferencia mayor ~~que del~~ 0,1 %. Si la espuma impide observar el nivel del líquido, se agrega alcohol en cantidad suficiente para deshacer la espuma en la superficie del agua empleando medidas completas del recipiente medidor y se registra el número de recipientes adicionados. Se toma la lectura

Cuando el concreto contiene más del 6 % de aire pueden requerirse más de 20 min para que el nivel del líquido se estabilice.

Se repite el periodo de rodado y balanceo (sin inclusión de alcohol) hasta que dos lecturas consecutivas no tengan una diferencia de más de 0,25 % en la lectura del contenido de aire.

### 8.6 Eliminación de espuma

Cuando todo el aire ha sido extraído del concreto y se ha permitido que ascienda a la parte superior del aparato, se quita la tapa roscada y se agrega alcohol, en cantidad suficiente para deshacer la espuma en la superficie del agua empleando medidas completas del recipiente medidor. Se registra el número de recipientes adicionados.

### 8.7 Lectura

Se realiza una lectura directa del nivel del líquido en el dispositivo medidor, tomando la lectura mostrada por la parte inferior del menisco.

## 9 Cálculos

Determinar el porcentaje del contenido de aire del concreto sumando a la lectura del inciso 8.7 la cantidad de alcohol empleado de acuerdo con el inciso 8.6 y 8.5 (si es que se agregó alcohol).

## 10 Precisión

Al momento de revisar el presente documento no se contó con datos necesarios para establecer la precisión del método.

## 11 Informe de la prueba

El informe de la prueba debe contener como mínimo los siguientes datos:

- Fecha
- Nombre y firma de la persona que realiza la prueba
- Contenido de aire expresado en por ciento
- Características del concreto
- Volumen del recipiente
- Norma de referencia

## 12 Vigencia

La presente norma mexicana entra en vigor a los sesenta días siguientes de su declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación por parte de la Secretaría de Economía (SE).

## 13 Concordancia con Normas Internacionales

Este anteproyecto de Norma Mexicana no es equivalente (NEQ) con ninguna Norma Internacional.

## 14 Bibliografía

- [1] NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.
- [2] NMX-Z-013-SCFI-2015, Guía para la estructuración y redacción de normas (Cancela a la NMX-Z-013/1-1977), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de noviembre de 2015.
- [3] NMX-C-162-ONNCCE-2014, Industria de la construcción – Concreto hidráulico – Determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por el método gravimétrico (Cancela a la NMX-C-162-ONNCCE-2010), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de noviembre de 2014.
- [4] NMX-C-251-ONNCCE-2019, Industria de la construcción – Concreto hidráulico – Terminología (Cancela a la NMX-C-251-1997-ONNCCE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de septiembre de 2019.
- [5] ASTM-C-173-94 Standard method of test for air content of mixed concrete by the volumetric method.

[ASTM C173/C173M-23, Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method](#)

## Apéndice A (Apéndice informativo)

### A.1 Calibración del recipiente

La calibración del recipiente y del recipiente medidor se debe hacer inicialmente cuando se pongan en uso y posteriormente esta calibración se debe hacer cada año o cuando existan razones para sospechar daño o deformación del equipo.

El volumen del recipiente debe determinarse con una precisión de al menos 0,1 %. Para determinar el volumen del recipiente, se debe seguir el siguiente procedimiento:

Se coloca en el borde superior grasa de bomba o de chasis (grasa gruesa), para evitar fuga de agua, se pesa el recipiente vacío con una precisión de 0,1 %, se llena el recipiente con agua a temperatura ambiente y se cubre con una placa de vidrio, se eliminan las burbujas y el exceso de agua con una pipeta o piseta. Se pesa determinando la masa del agua requerida para llenar el recipiente, con una precisión de 0,1 %. Se mide la temperatura del agua y se determina la masa volumétrica de la misma según su temperatura, e interpolando si es necesario, de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla A.1 – Masa específica del agua a diferentes temperaturas**

Temperatura		Masa específica del agua, en kg/m <sup>3</sup>
K	°C	
277	4,0	1 000,00
288	15,0	999,10
291	18,0	998,58
294	21,0	997,95
296	23,0	997,50
297	24,0	997,30
300	27,0	996,52
302	29,0	995,97

Se calcula el volumen del recipiente de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Ma}{Me}$$

En donde:

$V$  es el volumen del recipiente.

$Ma$  es la masa del agua requerida para llenar el recipiente.

$Me$  es la masa volumétrica del agua.

### A.2 Exactitud del dispositivo de medición

Se determina la exactitud de las marcas del dispositivo medidor de la sección superior del aparato, llenando el conjunto ensamblado del recipiente (recipiente y sección superior) con agua hasta el nivel de una de las marcas del dispositivo medidor, para cualquier contenido de aire. Se agrega una cantidad de agua a la temperatura ambiente, igual a al 1,0 % del volumen del recipiente. El agua existente en el dispositivo debe subir la cantidad equivalente de 1,0 % de aire y el error en cualquier punto no debe exceder de 0,1 %.

### **A.3 Exactitud del recipiente medidor**

Se determina el volumen del recipiente medidor utilizando agua a una temperatura 294 K (21 °C) por el método descrito en A.1.

Una comprobación rápida puede hacerse agregando agua con el recipiente medidor al aparato ensamblando y observando el incremento en la altura de la columna de agua después de llegar a un determinado nivel.

Documento de Trabajo no Vigente



Organismo Nacional de Normalización y  
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

# ANTEPROYECTO DE NORMA MEXICANA APROY-NMX-C-158-ONNCCE-

(Cancelará a la NMX- C-158-ONNCCE-2006)

## **Industria de la Construcción – Concreto – Determinación del Contenido de Aire del Concreto Fresco por el Método Volumétrico**

*Building Industry – Concrete – Air Content of Freshly Concrete by the Volumetric  
Method*

Queda totalmente prohibida la reproducción, intercambio o distribución total o parcial  
de cualquiera de sus apartados en cualquier soporte mecánico o digital.