

2007-10-24

---

**CEMENTOS.  
ARENA NORMALIZADA PARA ENSAYOS DE  
CEMENTO HIDRÁULICO**



E: CEMENTS. STANDARDIZED SAND FOR USE IN  
HYDRAULIC CEMENT TESTS

---

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción  
modificada (MOD) de la norma ASTM  
C778:2002, Copyright © ASTM  
International, 100 Barr Harbor Drive,  
PO Box C700, West Conshohosken,  
PA19428-2959, United States.

---

DESCRIPTORES: método de ensayo; arena de Ottawa;  
cemento hidráulico.

---

I.C.S.: 91.100.30

---

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)  
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

---

Prohibida su reproducción

Primera actualización  
Editada 2007-11-09

## PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

**ICONTEC** es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 3937 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2007-10-24.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 99 Cementos

ASCOLFIBRAS	CEMENTOS DEL ORIENTE
CALES Y DERIVADOS DE LA SIERRA S.A. -	HOLCIM COLOMBIA
CALDESA S.A.	SIKA COLOMBIA
CEMENTOS ARGOS	
CEMEX COLOMBIA	

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

CORRESPONSALES	GRUPO ARGOS- NARE
A.C.I.M. LTDA-	GRUPO ARGOS- RIOCLARO
CALDESA	GRUPO ARGOS- TOLCEMENTO
CAMACOL	GRUPO ARGOS- VALLE
CEMENTOS ANDINO S.A.	GRUPOARGOS- CARIBE
CEMENTOS DEL ORIENTE S.A.	HOLCIM
CEMEX COLOMBIA	ICPC
CEMEX CONCRETOS	INDEPENDIENTE
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA	INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
EXTRUCOL	MINISTERIO DE COMERCIO
GRUPO ARGOS	MURCIA MURCIA S.A.
GRUPO ARGOS- CAIRO	SIKA COLOMBIA
GRUPO ARGOS- COLCLINKER	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
GRUPO ARGOS- CPR	

**ICONTEC** cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

**DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN**

**CONTENIDO**

	<b>Página</b>
<b>1. OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REFERENCIAS NORMATIVAS .....</b>	<b>1</b>
<b>3. DEFINICIONES .....</b>	<b>2</b>
<b>3.1 DEFINICIONES DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS DE ESTA ARENA .....</b>	<b>2</b>
<b>4. REQUISITOS.....</b>	<b>2</b>
<b>5. APARATOS.....</b>	<b>3</b>
<b>5.1 TAMICES.....</b>	<b>3</b>
<b>5.2 CUARTEADOR DE MUESTRAS .....</b>	<b>3</b>
<b>5.3 MASA DE REFERENCIA Y DISPOSITIVOS PARA DETERMINAR LA MASA .....</b>	<b>3</b>
<b>6. MUESTREO.....</b>	<b>3</b>
<b>6.1 PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>7. TAMIZADO .....</b>	<b>4</b>
<b>7.1 GENERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>7.2 TAMIZADO .....</b>	<b>4</b>
<b>7.3 INFORME .....</b>	<b>4</b>
<b>8. ENSAYO PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE INCORPORACIÓN DE AIRE DE LA ARENA.....</b>	<b>4</b>

	<b>Página</b>
<b>9.    RECHAZO .....</b>	<b>5</b>
<b>10.   EMPAQUE Y ROTULADO .....</b>	<b>6</b>
<b>10.1   EMPAQUE.....</b>	<b>6</b>
<b>10.2   ROTULADO.....</b>	<b>6</b>
<b>11.   PALABRAS CLAVES .....</b>	<b>6</b>
<b>DOCUMENTO DE REFERENCIA.....</b>	<b>6</b>
<b>TABLAS</b>	
<b>Tabla 1. Requisitos para la arena normalizada.....</b>	<b>2</b>
<b>Tabla 2. Muestreo y remuestreo de arena normalizada.....</b>	<b>6</b>

**CEMENTOS.  
ARENA NORMALIZADA PARA ENSAYOS  
DE CEMENTO HIDRÁULICO**

**1.    OBJETO**

**1.1**    Esta norma es aplicable a la arena normalizada para ser utilizada en los ensayos de cementos hidráulicos.

**1.2**    Los valores normativos están de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades. NTC 1000 (ISO 1000)

**1.3**    Esta norma no pretende señalar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma, establecer las prácticas de seguridad y salud, y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias.

**2.    REFERENCIAS NORMATIVAS**

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 32, Tejido de alambre y tamices para propósitos de ensayo. (ASTM E11).

NTC 77, Concretos. Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos. (ASTM C136).

NTC 121, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas (ASTM C150)

NTC 176, Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso. (ASTM C127).

NTC 220, Determinación de la resistencia de morteros de cemento hidráulico usando cubos de 50 mm de lado (ASTM C 109)

NTC 224, Ingeniería Civil y Arquitectura. Método para determinar el contenido de aire en morteros de cemento hidráulico. (ASTM C185).

NTC 321, Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Pórtland. Especificaciones químicas (ASTM C150).

NTC 1000, Metrología. Sistema Internacional de Unidades. (ISO 1000).

NTC 3764, Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la reducción del tamaño de las muestras de agregados, tomadas en campo, para la realización de ensayos. (ASTM C702).

NTC 4073, Ingeniería civil y arquitectura. Pesas y equipos de pesaje usados en los ensayos físicos de cemento hidráulico (ASTM C1005).

ASTM C595, Specification for Blended Hydraulic Cements.

ASTM C1157, Standard Performance Specification for Hydraulic Cement.

### 3. DEFINICIONES

#### 3.1 DEFINICIONES DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS DE ESTA ARENA

**3.1.1 arena 20-30.** Arena normalizada, gradada predominantemente entre el tamiz de 850  $\mu\text{m}$  (No. 20) y el tamiz de 600  $\mu\text{m}$  (No. 30).

**3.1.2 Arena gradada.** Arena normalizada, gradada predominantemente entre el tamiz de 600  $\mu\text{m}$  (No. 30) y el tamiz de 150  $\mu\text{m}$  (No. 100).

**3.1.3 Arena normalizada.** Arena de sílice, compuesta en su mayoría por granos de cuarzo de alta pureza, de forma redondeada, usada para preparar morteros en el ensayo de cementos hidráulicos.

### 4. REQUISITOS

**4.1** La arena debe cumplir con los requisitos de gradación y ausencia de características indeseables de incorporación de aire que se dan en la Tabla 1.

Tabla 1. Requisitos para la arena normalizada

Características	Arena 20-30	Arena gradada
Gradación, porcentaje que pasa a través del tamiz:		
1,18 mm (No. 16)	100	100
850 $\mu\text{m}$ (No. 20)	85 a 100	
600 $\mu\text{m}$ (No. 30)	0 a 5	96 a 100
425 $\mu\text{m}$ (No. 40)		65 a 75
300 $\mu\text{m}$ (No. 50)		20 a 30
150 $\mu\text{m}$ (No. 100)		0 a 4
Diferencia en el contenido de aire de morteros hechos con arena lavada y sin lavar, % máximo de aire	2,0	1,5 <sup>A</sup>
Procedencia de la arena		Nota 1
<sup>A)</sup> La resistencia a la compresión del mortero de la NTC 220 (ASTM C109), hecho con cemento de la NTC 121 (ASTM C150), NTC 321 (ASTM C150 ó ASTM C595 o ASTM C1157, se debe reducir aproximadamente un 4 % por cada punto porcentual de aire en el cubo compactado. Sin embargo, se necesitan por lo menos tres muestras de arena lavada y tres de arena sin lavar, para detectar confiablemente una diferencia en la resistencia del 7 %, entre los morteros.		

NOTA 1 Las arenas normalizadas, comúnmente utilizadas, proceden de Ottawa (Illinois, Estados Unidos) o LeSuer, (Minnesota, Estados Unidos). Las arenas procedentes de Ottawa sirven como arenas de referencia, tanto para la 20-30 como para la gradada, mientras que las procedentes de LeSuer sirven solo como referencia para la 20-30. Arenas de otras procedencias pueden ser utilizadas como arenas normalizadas para ensayos de cemento hidráulico, siempre que presenten las mismas características y que los resultados de las pruebas comparativas entre las dos arenas no presenten diferencias mayores a las permitidas en los ensayos de repetición realizados por un mismo operador, para el método de ensayo en el cual se va a usar la arena.

## **MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO PARA ARENAS NORMALIZADAS**

### **5. APARATOS**

#### **5.1 TAMICES**

Deben ser de urdimbre de alambre, con un diámetro normalizado de 203 mm, de acuerdo con los requisitos de la NTC 32, y tener los siguientes tamaños:

1,18 mm (No. 16)	425 $\mu\text{m}$ (No. 40)
850 $\mu\text{m}$ (No. 20)	300 $\mu\text{m}$ (No. 50)
600 $\mu\text{m}$ (No. 30)	150 $\mu\text{m}$ (No. 100)

#### **5.2 CUARTEADOR DE MUESTRAS**

Debe ser del tipo ranurado y tener un número par de conductos de igual ancho, que descarguen alternativamente en direcciones opuestas. El dispositivo no debe tener menos de ocho conductos con una abertura máxima de 13 mm, y una mínima de por lo menos tres veces el diámetro de la partícula de arena más grande de la muestra que se va a separar. Debe estar equipado con un embudo o recipiente plano con un borde cortante, por el cual se pueda verter la mezcla en los conductos en una forma constante; y dos bandejas para recibir las dos mitades de la muestra después de la partición. La longitud del embudo o el recipiente debe ser aproximadamente igual al ancho total del ensamblaje de los conductos.

#### **5.3 MASA DE REFERENCIA Y DISPOSITIVOS PARA DETERMINAR LA MASA**

Deben cumplir con los requisitos de la NTC 4073 aplicables al tamaño de la muestra que se va a pesar.

### **6. MUESTREO**

#### **6.1 PROCEDIMIENTO**

Se debe realizar de acuerdo con el método A de la NTC 3764 el cual es explicado abajo.

Se vierte una cantidad suficiente de arena, del saco u otro contenedor, en el embudo o recipiente del cuarteador de muestras, se nivela la superficie de extremo a extremo y de borde a borde, de tal forma que al introducir la arena fluyan cantidades iguales de arena a través de cada conducto. La velocidad a la cual se introduce la arena debe ser tal que permita el libre flujo de ésta a los recipientes a través de los conductos. Cuando todo el material original se haya dividido, se introduce nuevamente la porción de uno de los recipientes al cuarteador. Se repite cuantas veces sea necesario hasta obtener una muestra de la masa deseada. La porción de la muestra recolectada en el segundo recipiente, se debe reservar cada vez para ensayo, para una reducción en su tamaño para otros ensayos, o ser descartada según lo conveniente.

NOTA 2    Si la arena es suministrada por el proveedor en fracciones separadas, se debe componer la muestra necesaria para el ensayo granulométrico, normalmente de acuerdo con las proporciones que él indique, pero siempre verificando y, si es necesario, ajustando las proporciones recomendadas, de manera que se cumpla con la granulometría especificada para cada arena.

## **7.    TAMIZADO**

### **7.1    GENERAL**

Se toma una muestra aproximada de 700 g de arena de un saco lleno y usando el procedimiento descrito en la sección de muestreo, se reduce aproximadamente a 100 g.

### **7.2    TAMIZADO**

Se tamiza la arena manual o mecánicamente, tal como se describe en la NTC 77.

### **7.3    INFORME**

Se informan los resultados del análisis como el porcentaje total que pasa a través del tamiz.

## **8.    ENSAYO PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE INCORPORACIÓN DE AIRE DE LA ARENA**

**8.1**    Tanto la arena gradada como la arena 20-30, pueden contener pequeñas cantidades de sustancias tensoactivas u otros contaminantes que produzcan vacíos de aire en los morteros. Cuando haya sospechas de contaminación, los ensayos se pueden hacer usando arena tal como se recibe o arena lavada, para determinar el efecto en el contenido de aire o en la resistencia (véase la Nota 3).

NOTA 3    Se recomienda lavar rutinariamente estas arenas para evitar problemas potenciales. Adicionalmente, el procedimiento de lavado descrito en el numeral 8.1.1, tiende a minimizar la segregación que puede ocurrir en la arena cuando es manejada en estado seco.

**8.1.1**    Se obtiene una muestra de por lo menos 2 800 g de arena de un bulto lleno. Se coloca el resto de la arena del bulto en una mezcladora de concreto tipo tambor. Se agrega agua suficiente para cubrir la arena y se mezcla durante 2 min. Se decanta el agua sobre un tamiz No. 200 y se drena durante 2 min. Se repite cuatro veces el procedimiento de lavado y decantación. Se inclina la mezcladora y se vacía la arena en un período de 20 min o más. Se pesa la arena húmeda en cantidades aproximadamente dosificadas, en contenedores separados. Se seca la arena hasta obtener una masa constante, en un horno a 110 °C. Se enfría y ajusta la cantidad de arena seca según la requerida para el ensayo. Se preparan para el ensayo dos muestras de la arena lavada y dos de la arena tal como se recibe, siguiendo los procedimientos descritos en la NTC 224 para arena 20-30 y NTC 220 para arena gradada.

**8.1.2**    Los ensayos de potencial de incorporación de aire en arena normalizada, deben ser realizados en un mismo día y por un mismo operario.

**8.2**    Arena 20-30. Se preparan dos muestras de mortero con arena lavada y dos con arena tal como se recibe, de acuerdo con la NTC 224. Se compara el contenido de aire promedio para los morteros con arena lavada y sin lavar, y se verifica que se encuentre dentro de los límites dados en la Tabla 1.

**8.3**    Arena gradada. Se preparan dos muestras de mortero con arena lavada y dos con arena tal como se recibe, de acuerdo con la NTC 220. Cuando se remueven los cubos de

mortero de los moldes, se debe determinar la densidad en un grupo de por lo menos 3 cubos para cada muestra, pesándolos en aire e inmersos en agua. Se siguen los procedimientos descritos en la NTC 176 para la densidad. Determinar la masa de los cubos con una aproximación de 1,0 g. Se calcula el contenido aparente de aire así:

$$\text{Contenido aparente de aire} = [(Dt - Dm) / Dt] \times 100$$

en donde

$Dm$  = la densidad medida (densidad aparente, g/cm<sup>3</sup>) y

$Dt$  = la densidad teórica del mortero libre de aire, g/cm<sup>3</sup>

Debe notarse que  $Dt$  se calcula como la masa total de los ingredientes en una proporción de mortero, dividida por la suma de los volúmenes absolutos del cemento, de la arena, y del agua utilizados en la dosificación. Se promedia el contenido aparente de aire de las dos dosificaciones hechas con arena lavada y se compara este promedio con el que se obtuvo para el mortero de la arena tal como se recibe, para determinar si se encuentra dentro de los límites dados en la Tabla 1.

NOTA 4 Para arena suministrada en fracciones, se aplica el procedimiento descrito en el numeral 8.1.1 a cada fracción por separado. Luego se compone la muestra de acuerdo con las proporciones que indique el proveedor, pero siempre verificando, y si es necesario, ajustando las proporciones recomendadas, de manera que se cumpla con la granulometría especificada para cada arena.

## 9. RECHAZO

**9.1** Arena normalizada. Un saco de arena normalizada se debe rechazar si el contenido no cumple con uno o más de los requisitos de esta norma. Para el muestreo de cada envío de arena, se debe seleccionar cada decimoquinto saco por número consecutivo, comenzando con el quinto. Los sacos faltantes en la secuencia se deben contar como si estuvieran ahí. Un envío de arena se puede aceptar si el contenido de los sacos cumple con los requisitos de esta norma. Si uno de los sacos seleccionados no cumple con uno o más de los requisitos, el envío se debe someter a muestreo nuevamente, seleccionando cada decimoquinto saco por número consecutivo, comenzando con el décimo. Si el contenido de los sacos seleccionados en el nuevo muestreo cumple con los requisitos de esta norma, el envío se puede aceptar. Si cualquiera de los sacos seleccionados en el nuevo muestreo falla en uno o más de los requisitos y está dentro de la secuencia de 15 sacos correspondiente a la primera selección, se debe rechazar la secuencia entera de sacos entre los ensayos aceptados. Se debe rechazar todo el envío, si la mitad de los sacos ensayados no cumple los requisitos de esta norma, o si en un envío de cinco sacos o menos, un bulto escogido al azar no cumple los requisitos.

**9.2** En la columna 2 de la Tabla 2, se muestra el número de sacos que se deben someter a ensayo y reensayo, partiendo del número total de sacos consecutivos en un envío. La columna 3 identifica los sacos que se deben seleccionar para ensayo, partiendo de su número consecutivo.

NOTA 5 En el caso de la arena suministrada en fracciones, ésta se debe rechazar si después de un segundo ensayo de la muestra compuesta la arena no cumple con uno o más de los requisitos de esta norma.

NOTA 6 Si en un envío de 30 sacos, el saco No. 20 falla con respecto a esta norma, y tanto en el primer ensayo como en el reensayo, el saco 25 falla también, se debe rechazar el envío completo. Si el envío fue de 100 sacos y en el primer ensayo sólo falla el saco No. 20, y en el reensayo sólo falla el saco No. 25, sólo se deben rechazar los sacos del No. 11 al 34.

Tabla 2. Muestreo y remuestreo de arena normalizada

No. total de sacos consecutivos en un envío	No. de sacos a ensayar	Ensayo en No. consecutivo en los siguientes sacos
Muestreo:		
menos de 5	1	al azar
5 a 19	1	5
20 a 34	2	5 y 20
35 a 49	3	5, 20 y 35
50 a 64	4	5, 20, 35 y 50
Re-muestreo:		
menos de 5	ninguno	rechace el envío
5 a 19	1	10
20 a 34	2	10 y 25
35 a 49	3	10, 25 y 40
50 a 64	4	10, 25, 40 y 55

## 10. EMPAQUE Y ROTULADO

### 10.1 EMPAQUE

Las arenas normalizadas se deben entregar en sacos elaborados con material impermeable y que no contamine la arena.

### 10.2 ROTULADO

Se debe marcar claramente cada saco así: Arena 20-30 ó Arena Gradada de acuerdo con la NTC 3937. Se debe indicar claramente en cada caso la procedencia de la arena y su contenido en masa.

## 11. PALABRAS CLAVES

11.1 Arena 20-30, arena gradada; ensayos en la arena de cementos hidráulicos; arena normalizada.

## DOCUMENTO DE REFERENCIA

ASTM INTERNATIONAL. *Standard Specification for Standard Sand*. Philadelphia, 2002, 3 p. (ASTM C 778:2002).