

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

**ISO 11508: 2015**  
**(Publicada por la ISO en 1998)**

---

**CALIDAD DEL SUELO – DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD  
DE LAS PARTÍCULAS  
(ISO 11508: 1998, IDT)**

**Soil quality – Determination of particle density**

---

**ICS: 13.080**

**1. Edición    Octubre 2015**  
**REPRODUCCIÓN PROHIBIDA**

**Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba.**  
**Teléfono: 7830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: [nc@ncnorma.cu](mailto:nc@ncnorma.cu); Sitio**  
**Web: [www.nc.cubaindustria.cu](http://www.nc.cubaindustria.cu)**



**Cuban National Bureau of Standards**

## **Prefacio**

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

### **Esta Norma Cubana:**

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 3 de Gestión Ambiental, integrado por especialistas de las siguientes entidades:
  - Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
  - Ministerio de la Agricultura
  - Agencia de Medio Ambiente
  - Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental
  - Instituto de Suelos
  - Centro de Inspección y Control Ambiental
  - Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
  - Centro de Gestión y Desarrollo de la Calidad
  - Instituto de Planificación Física
  - Ministerio de la Industria Alimentaria
  - Ministerio de la Agricultura
  - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
  - Ministerio de Industrias
  - Ministerio del Interior
  - Ministerio de Salud Pública
  - Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas
  - Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología
  - Instituto de Meteorología
  - Ministerio de la Construcción
  - Ministerio del Turismo
  - CUPET
  - Oficina Nacional de Normalización
- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la Norma Internacional ISO 11508: 1998 *Soil quality – Determination of particle density*.

**© NC, 2015**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## 0 Introducción

La densidad de partículas ( $\rho_s$ ) se utiliza conjuntamente con la densidad seca aparente ( ${}^b\rho_s$ , ver la norma ISO 11272) para calcular el volumen de los poros de la capa de suelo.

## CALIDAD DEL SUELO – DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LAS PARTÍCULAS

### 1 Alcance

Esta Norma Cubana describe dos métodos para determinar la densidad de las partículas de los suelos calculada a partir de la masa y el volumen de las mismas.

El primer método (4.1) se puede aplicar a los suelos finos (< 2 mm de diámetro) y el segundo método (4.2) a las gravillas y piedras tanto porosas como no porosas.

La densidad de partículas se puede utilizar para calcular la proporción de sólidos y la porosidad de las capas de suelo en combinación con el procedimiento que aparece en la ISO 11272.

### 2 Referencias normativas

Las siguientes normas contienen disposiciones que, a través de referencia en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Internacional. En el momento de la publicación, estaban vigentes las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a revisión, por lo que se solicita a las partes de los acuerdos basados en esta Norma Internacional que investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las normas indicadas a continuación. Los miembros de la IEC y la ISO conservan registros de las Normas Internacionales actualmente en vigor.

ISO 565:1990, Tamices de ensayo – Telas metálicas, planchas metálicas perforadas y láminas electro-conformadas – Dimensiones nominales de las aberturas.

ISO 10381-1: ---<sup>1)</sup>, “Calidad del suelo – Muestreo – Parte 1: Orientaciones para el diseño de programas de muestreo”.

ISO 11272: ---<sup>1)</sup>, “Calidad del suelo – Determinación de la densidad seca aparente”.

ISO 11461: ---<sup>1)</sup>, “Calidad del suelo – Determinación del contenido de agua del suelo a partir del volumen – Método gravimétrico”.

### 3 Definición

Teniendo en cuenta los fines de esta Norma Internacional, se aplica la siguiente definición:

**3.1 densidad de las partículas:** relación entre la masa total de las partículas sólidas secadas al horno (minerales, materia orgánica) y el volumen de dichas partículas.

NOTA 1 El volumen incluye los poros internos de las partículas del suelo, pero no los espacios porosos entre las partículas.

NOTA 2 La unidad SI más conveniente es la de kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ), pero también es muy común gramos por centímetro cúbico ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Nótese que  $x \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1000 x \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

---

<sup>1)</sup> Por publicar

## 4 Procedimiento

### 4.1 Suelos finos (< 2 mm de diámetro)

#### 4.1.1 Principio

La masa de una porción de suelo se determina por pesaje. El volumen del suelo se calcula a partir de la masa y la densidad del agua desplazada por la muestra en un picnómetro.

#### 4.1.2 Instrumentos

**4.1.2.1 Picnómetro** (de 20 cm<sup>3</sup> a 50 cm<sup>3</sup>): frasco de vidrio provisto de un tapón de vidrio esmerilado atravesado longitudinalmente por una abertura capilar y de un termómetro incorporado.

#### 4.1.2.2 Secador al vacío

**4.1.2.3 Balanza de laboratorio**, capaz de pesar con una precisión de 0,1 mg.

**4.1.2.4 Tamiz**, en conformidad con la ISO 565, con abertura de 2 mm.

#### 4.1.3 Muestreo

Para consultar información general sobre el muestreo de suelos, se hará referencia a la ISO 10381-1.

Tomar una muestra representativa perturbada del suelo, pasarla a través de un tamiz (4.1.2.4) y secarla a temperatura ambiente. Determinar el contenido de agua de referencia ( $w$ ) del suelo secado al aire en una submuestra, de acuerdo con la ISO 11461.

#### 4.1.4 Determinación de la densidad

Pesar un picnómetro limpio y seco en el aire ( $m_0$ ). Agregar de 10 g a 25 g de suelo secado al aire (4.1.3) y pesar el picnómetro con el suelo ( $m_s$ ). Agregar agua destilada al picnómetro hasta aproximadamente la marca de medio llenado.

Mojar y luego secar la muestra de suelo que está en el picnómetro en un secador al vacío hasta que deje de escaparse el aire. Llenar completamente el picnómetro con agua destilada, hervida y enfriada (sin aire) en un local de pesaje a temperatura constante, e insertar el tapón de modo que no queden burbujas de aire en su parte inferior y su tubo capilar esté completamente lleno de agua (sostener el picnómetro por su cuello sólo durante esta operación). Secar luego el picnómetro cuidadosamente sin calentarlo, usando papel de filtro, y pesarlo ( $m_{sw}$ ).

Durante el procedimiento, asegurar que el tubo capilar permanezca lleno de agua y que no se produzcan cambios de temperatura.

Tras el pesaje, leer la temperatura del agua hasta el próximo 0,1 °C y determinar su densidad ( $\rho_w$ ) a partir de la Tabla 1.

Tabla 1 – Densidad del agua, en gramos por centímetro cúbico, a diferentes temperaturas

°C	$\rho_w$								
10,0	0,999 7	15,0	0,999 1	20,0	0,998 2	25,0	0,997 0	30,0	0,995 7
11,0	0,999 6	16,0	0,998 9	21,0	0,998 0	26,0	0,996 8	31,0	0,995 3
12,0	0,999 5	17,0	0,998 8	22,0	0,997 8	27,0	0,996 5	32,0	0,995 0
13,0	0,999 4	18,0	0,998 6	23,0	0,997 5	28,0	0,996 2	33,0	0,994 7
14,0	0,999 2	19,0	0,998 4	24,0	0,997 3	29,0	0,995 9	34,0	0,994 4

Finalmente, retirar la muestra de suelo del picnómetro y rellenar con agua destilada hervida y enfriada a la misma temperatura que el paso anterior, insertar el tapón, secar completamente la parte exterior con papel de filtro, y pesarlo ( $m_w$ ), asegurando que la temperatura no varíe.

#### 4.1.5 Cálculos

a) Calcular la masa de suelo secada al horno ( $m_d$ ) a partir de la ecuación (1):  
(ver ecuación en la página 3 del original)

donde:

$m_s$  es la masa en gramos del picnómetro más la muestra de suelo;

$m_0$  es la masa en gramos del picnómetro vacío (picnómetro lleno de aire);

$w$  es el contenido de agua de la muestra de suelo secada al aire.

b) Calcular la densidad de las partículas de suelo, ( $\rho_s$ ), en gramos por centímetro cúbico, usando la ecuación (2):

(ver ecuación en la página 3 del original)

donde:

$m_d$  es la masa secada al horno, en gramos, de la muestra de suelo;

$\rho_w$  es la densidad del agua, en gramos por centímetro cúbico, a la temperatura observada (ver tabla 1)

$m_{sw}$  es la masa, en gramos, del picnómetro lleno de suelo y agua

$m_w$  es la masa, en gramos, del picnómetro lleno de agua a la temperatura observada.

## 4.2 Gravilla y piedras (> 2 mm de diámetro)

### 4.2.1 Instrumentos

**4.2.1.1 Balanza de laboratorio**, con un alambre fino unido al brazo de pesaje, del cual se pueda colgar una estructura ligera que sirva para sostener un platillo de pesaje con un pequeño recipiente, de modo que tanto la estructura como el platillo puedan sumergirse en un recipiente grande de agua durante el pesaje (ver la Figura 1).

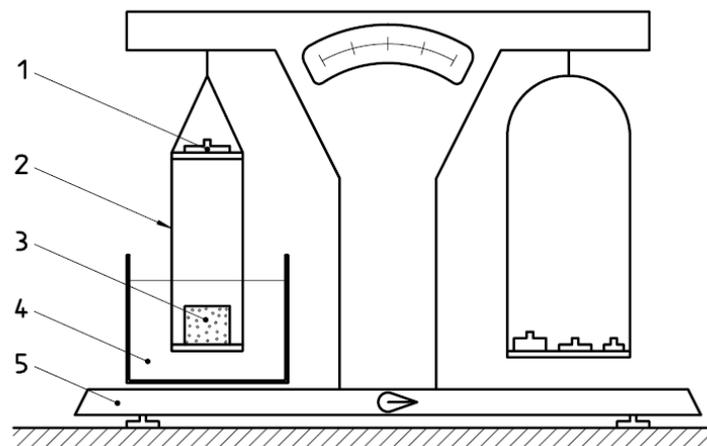
**4.2.1.2 Secador al vacío** con desecante autoindicador.

**4.2.1.3 Termómetro**

#### 4.2.2 Determinación de la densidad

Pesar el platillo de la balanza ( $m_0$ ). Limpiar las gravillas y piedras (por ejemplo, agitándolas en una solución de hexametáfosfato de sodio), lavarlas con agua y secarlas a  $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Colocar las gravillas y piedras en el pequeño recipiente del platillo y pesarlas ( $m_s$ ). Luego llenar el pequeño recipiente con agua destilada hervida y enfriada. Poner este recipiente en un secador al vacío y proceder a eliminar el aire dos veces durante 10 min, permitiendo que entre aire al secador entre una evacuación y otra. Luego colocar este recipiente en el platillo y sumergir el platillo con el recipiente en un recipiente grande con agua destilada hervida y enfriada y pesar de nuevo cuidadosamente mientras las piedras y gravillas están suspendidas en el agua ( $m_{sw}$ ). Retirar y desechar la muestra, limpiar el platillo con su recipiente, y pesarlo mientras está sumergido en agua ( $m_w$ ). Medir la temperatura del agua y, a partir de la tabla 1, determinar su densidad ( $\rho_w$ ).



1. Pesos compensadores
2. Alambre fino
3. Recipiente pequeño
4. Recipiente grande lleno de agua
5. Balanza

**Figura 1 – Balanza de laboratorio para determinar el volumen de la gravilla y las piedras mediante pesaje en aire y agua**

#### 4.2.3 Cálculos

Calcular la densidad del suelo compuesto de partículas grandes,  $\rho_p$ , utilizando la ecuación (3):

$$\rho_p = \frac{\text{masse}}{\text{volume}} = \frac{m_s - m_0}{\rho_w} = \frac{\rho_w(m_s - m_0)}{m_s + m_w - m_{sw} - m_0}$$

donde:

$\rho_w$  es la densidad del agua, en gramos por centímetro cúbico;

$m_s$  es la masa secada al horno, en gramos, de la gravilla y las piedras con el recipiente y el platillo;

$m_0$  es la masa, en gramos, del recipiente y el platillo;

$m_{sw}$  es la masa, en gramos, de las partículas grandes y el platillo sumergidos en agua;

$m_w$  es la masa, en gramos, del recipiente y el platillo solos, sumergidos en agua.

## 5 Informe de ensayo

El informe de ensayo contendrá al menos la siguiente información:

- a) referencia a esta Norma Cubana;
- b) identificación completa de la muestra;
- c) referencia al método utilizado (4.1 ó 4.2);
- d) resultados de la determinación;
- e) cualquier detalle no especificado en esta Norma Cubana o de tipo opcional, así como algún otro factor que pueda haber influido en los resultados.