

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

GEOTECNIA. DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS

Geotechnics. Specific Gravity of Soils

Descriptores: Suelo; Terreno; Determinación; Peso.

3. Edición

1999

ICS: 93.020

REPRODUCCION PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Teléf.: 30-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: ncnorma@ceniai.inf.cu

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

- La presente norma ha tomado como base para su elaboración las normas ASTM C 127-93, D 854-92 y BS 1377: parte 2 de 1990
- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 20 Geotecnia integrado por las siguientes instituciones:
 - Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas
 - Ministerio de la Construcción
 - Ministerio de la Industria Ligera
 - Ministerio de la Industria Básica
 - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
 - Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”
 - Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
 - Oficina Nacional de Normalización
- Las principales modificaciones están relacionadas con lo establecido en las normas ASTM C 127 - 93, D 854 - 92 y BS 1377: Parte2 :1990. Se hace una homologación en lo referido al procedimiento y se adiciona un método en la determinación para el caso de agregado grueso, fueron incluidos en este documento normalizativo los aspectos referentes a las normas ASTM C127-93 y D 854-92.
- Sustituye a la NC 54 - 143 : 84.
- Consta de Anexos A, B y C Informativos.

© NC, 1999

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

Oficina Nacional de Normalización (NC).

Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.

Impreso en Cuba

Indice

1 Objeto	1
2 Referencias normativas	1
3 Generalidades	1
4 Aparatos, utensilios y medios de medición	1
5 Preparación de las muestras	2
6 Calibración de los picnómetros	3
7 Procedimiento	4
8 Expresión de los resultados	5
9 Reporte	8
ANEXOS	
A (Informativo) Bibliografía	9
B (Informativo) Reporte	10
C (Informativo) Modelo de calibración de los picnómetros	11

GEOTECNIA. DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS

1 Objeto

Esta Norma Cubana especifica los métodos de ensayo, para determinar el peso específico de las partículas sólidas de suelo o roca que constituyen una muestra de suelo.

2 Referencias normativas

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee la información de las Normas Cubanas en vigencia en todo momento.

NC 21 - 01 : 67 Agua para análisis.
NC 10: 98 Geotecnia. Preparación de muestras de suelos.

3 Generalidades

- El agua a utilizar será agua para análisis según la NC 21 - 01.
- Según el empleo que se le vaya a dar al resultado de este ensayo, la separación de las partículas se hará por el tamiz de 2,00 mm (N° 10) o por el tamiz de 4,75 mm (N° 4), utilizándose el primero para el ensayo de hidrómetro y el segundo para el resto de los ensayos.
- Con las partículas retenidas en el tamiz de 2,00 mm (N° 10) o de 4,75 mm (N° 4) se empleará el método de pesada con la balanza hidrostática.
- Con las partículas que pasan por el tamiz de 2,00 mm (N° 10) o de 4,75 mm (N° 4) se empleará el método del picnómetro.

4 Aparatos, utensilios y medios de medición

- Estufa con control de la temperatura de hasta $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Balanza de 5 kg o más de capacidad y 0,5 g o más de valor por división para pesada hidrostática con cesto de alambre de malla 3,35 mm (N° 6) ó 2,36 mm (N° 8) o más fina, de aproximadamente 20 cm de diámetro y 20 cm de altura.
- Balanza de 1 kg o más de capacidad y 0,01 g de valor por división.
- Bomba de vacío con presión no mayor de 100 mm Hg.
- Baño de María, plancha de calentamiento, o mechero Bunsen.
- Cesto de alambre de malla 3,35 mm (N° 6), 2,36 (N° 8) o más fina.

- Tanque para agua con capacidad suficiente para sumergir el cesto de alambre de la balanza.
- Picnómetro de 100 mL de capacidad como mínimo.
- Desecadora.
- Recipientes o bandejas.
- Termómetro hasta 50 °C con valor de división de 0,5 °C .
- Pesafiltros de aluminio con tapa cuya masa sea conocida.
- Embudo con un diámetro en el vástago de 7 mm a 8 mm.
- Pipeta.
- Frasco lavador o pera de goma.
- Papel de filtro.
- Tamices 4,75 mm (N° 4) y 2,00 mm (N° 10).

5 Preparación de las muestras

5.1 Las muestras se prepararán según la NC 10.

5.2 La porción que se retiene en el tamiz de 4,75 mm (N° 4) o de 2,00 mm (N° 10) tendrá que estar de acuerdo a lo que se establece según tabla 1, anotándose el valor en el Anexo B donde dice "Retenido (R)".

Tabla 1 Masa mínima de material requerido de acuerdo al tamaño máximo.

Tamiz (mm) (pulgada)	Masa mínima (kg)
12,5 (½ ") ó menos	2
19,0 (¾ ")	3
25,0 (1 ")	4
37,5 (1 ½ ")	5
50 (2 ")	8
63 (2 1/2 ")	12
75 (3 ")	18
90 (3 ½ ")	25
100 (4 ")	40
112 (4 ½ ")	50
125 (5")	75
150 (6")	125

5.3 La porción que pasa por el tamiz de 4,75 mm (N° 4) o de 2,00 mm (N° 10) se anotará en el Anexo B donde dice “Pasado (P)” o a lo que se establece según tabla 1, anotándose el valor en el Anexo B donde dice “Retenido (R)”.

Tabla 2 Masa mínima de material requerido de acuerdo al tamaño máximo del material que pasa

100 % que pasa	Masa mínima (g)
2 mm (N° 10)	20
4,75 mm (N° 4)	100

6 Calibración de los picnómetros

6.1 Se toma un picnómetro seco y limpio y se le determina su masa (Wpc) y se anota en el Anexo C.

6.2 Se llena hasta el enrase con agua para análisis a temperatura ambiente y se determina su masa (Wpac) y se anota en el Anexo C.

6.3 Se introduce el termómetro dentro del agua y se le determina la temperatura y se anota en el Anexo C.

6.4 Para determinar la masa del picnómetro con agua hasta el enrase a diferentes temperaturas se emplea la siguiente fórmula:

$$W_{p\omega} = \left[\frac{\gamma_{\omega x}}{\gamma_{\omega c}} \cdot (W_{pac} - W_{pc}) \right] + W_{pc} \quad (g)$$

donde:

$W_{p\omega}$ es la masa del picnómetro lleno de agua hasta el enrase a una temperatura desde 16 °C hasta 30 °C, en gramos (los valores de densidad del agua se dan según la tabla 2);

W_{pac} es la masa del picnómetro lleno de agua hasta el enrase a la temperatura de calibración, en gramos;

W_{pc} es la masa del picnómetro seco y limpio, en gramos;

$\gamma_{\omega c}$ es la densidad del agua a la temperatura de calibración, en gramos por centímetro cúbico;

$\gamma_{\omega x}$ es la densidad del agua a una temperatura desde 16 °C hasta 30 °C .

Tabla 3 Valores de la densidad del agua a diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	Densidad $\gamma_{\omega x}$ (g/cm ³)	K	Temperatura (°C)	Densidad $\gamma_{\omega x}$ (g/cm ³)	K
16,0	0,998 97	1,000 7	24,0	0,997 32	0,999 1
16,5	0,998 89	1,000 7	24,5	0,997 20	0,999 0
17,0	0,998 80	1,000 6	25,0	0,997 07	0,998 8
17,5	0,998 71	1,000 5	25,5	0,996 94	0,998 7
18,0	0,998 62	1,000 4	26,0	0,996 81	0,998 6
18,5	0,998 53	1,000 3	26,5	0,996 68	0,998 4
19,0	0,998 43	1,000 2	27,0	0,996 54	0,998 3
19,5	0,998 33	1,000 1	27,5	0,996 40	0,998 2
20,0	0,998 23	1,000 0	28,0	0,996 26	0,998 0
20,5	0,998 12	0,999 9	28,5	0,996 12	0,997 9
21,0	0,998 02	0,999 8	29,0	0,995 97	0,997 7
21,5	0,997 91	0,999 7	29,5	0,995 82	0,997 6
22,0	0,997 80	0,999 6	30,0	0,995 67	0,997 4
22,5	0,997 68	0,999 5			
23,0	0,997 57	0,999 3			
23,5	0,997 45	0,999 2			

7 Procedimiento

7.1 Método para determinar el peso específico a las partículas mayores que 4,75 mm (N° 4) o de 2,00 mm (N° 10).

7.1.1 Se toma la muestra de suelo retenido en el tamiz mediante el tamizado en seco y se lava totalmente para eliminar el polvo u otras partículas de la superficie, se coloca en un recipiente o en una bandeja y se cubre con agua, manteniéndose así durante 24 h para que se sature.

7.1.2 Una vez saturada la muestra se introduce dentro del cesto de alambre, el cual se suspende en la balanza y dentro del tanque. El agua del tanque tendrá que cubrir totalmente el cesto de alambre, el cual no puede tocar ni el fondo ni las paredes del tanque, y el agua que lo cubre tendrá una temperatura entre 20 °C a 25 °C. A la muestra dentro del cesto se le determina el peso saturado y sumergido, anotándose donde dice "Masa saturada y sumergida (WR_{SUM})". El termómetro se introduce dentro del tanque y se toma la temperatura del agua, anotándose en el Anexo B correspondiente a la parte que se retiene.

7.1.3 La muestra se coloca en una bandeja y se pone en la estufa a 110 °C para secarla. Una vez seca se enfría y se determina la masa seca, anotándose en el Anexo B donde dice " Masa seca (WR_s)".

7.2 Método para determinar el peso específico de las partículas menores que 4,75 mm (N° 4) o menores que 2,00 mm (N° 10).

7.2.1 El material se cuartea y se toman dos porciones como mínimo de 20 g para el suelo pasado por el tamiz de 2,00 mm (N° 10) y de 100 g para el pasado por el tamiz de 4,75 mm (N° 4). Se colocan en dos pesafiltros y se introducen en la estufa durante 12 h como mínimo.

7.2.2 Pasado este tiempo se extraen y se colocan en una desecadora para que se enfríen. Una vez fríos se les determinan la masa al suelo más pesafiltro y el valor se anota en el Anexo B donde dice "Masa del pesafiltro más suelo (W_{sp})".

7.2.3 El suelo seco se introduce en los picnómetros, cuidando de que no se pierda parte del mismo. Se añade agua destilada hasta que cubra el suelo, manteniéndose como mínimo durante 12 h. Cuando el suelo contiene materia orgánica, se emplea un líquido con densidad menor que el agua, pudiéndose emplear keroseno.

7.2.4 Se colocan los picnómetros en la bomba para someterlos a un vacío, aplicando una presión de aire no mayor de 100 mm Hg durante 30 min como mínimo, o se colocan en el Baño de María, o sobre la plancha dentro de agua y se dejan hervir levemente durante 10 min como mínimo, agitando el picnómetro a intervalos para ayudar a la eliminación total del aire que queda dentro del mismo.

7.2.5 Después que se elimina el aire a los picnómetros, estos se enfrían a temperatura ambiente y se llenan con agua destilada a temperatura ambiente hasta el enrase.

7.2.6 Se limpian y se secan con un paño limpio y seco y se determina su masa, anotándose el valor en el Anexo B donde dice "Masa del picnómetro, más agua, más suelo (W_{psω})". Se introduce el termómetro y se determina la temperatura, anotándose donde dice "Temperatura (T)".

8 Expresión de los resultados

8.1 Cálculo del porcentaje retenido (P_r).

$$P_r = \frac{R}{R+P} \times 100 \quad (\%)$$

8.2 Cálculo del porcentaje que pasa (P_p).

$$P_p = \frac{P}{R+P} \times 100 \quad (\%)$$

donde:

R es la masa de suelo retenido en el tamiz de 4,75 mm (N° 4) o en el tamiz de 2,00 mm (N° 10), en gramos;

P es la masa de suelo que pasa por el tamiz de 4,75 mm (N° 4) o por el tamiz de 2,00 mm (N° 10), en gramos.

8.3 Cálculo del peso específico γ_{s1} de las partículas mayores que 4,75 mm (N° 4).

$$\gamma_{s1} = \frac{WR_s}{WR_s - WR_{sum}} \cdot K$$

donde:

WR_s es la masa seca de las partículas mayores que 4,75 mm (N° 4) o mayores que 2,00 mm (N° 10), en gramos;

WR_{sum} es la masa de suelo saturada y sumergida de las partículas mayores que 4,75 mm (N° 4) o de 2,00 mm (N° 10) pesada en el cesto de alambre, en gramos;

K es la constante en función de la temperatura, mediante la división de la densidad del agua a la temperatura de ensayo entre la densidad del agua a 20 °C. Los valores de K se dan en la tabla 2.

El valor del peso específico γ_{s1} de las partículas mayores que 4,75 mm (N° 4) o de 2 mm (N° 10) se anota en el Anexo B.

8.4 Cálculo del peso específico γ_{s2} de las partículas menores que 4,75 mm (N° 4) o de las partículas menores que 2,00 mm (N° 10).

8.4.1 Cálculo de la masa seca (W_s)

$$W_s = W_{sp} - W_p \quad (g)$$

donde:

W_{sp} es la masa del suelo más el pesafiltro, en gramos;

W_p es la masa del pesafiltro, en gramos.

8.4.2 Cálculo del peso específico (γ_{s2})

$$\gamma_{s2} = \frac{W_s}{W_s + (W_{p\omega} - W_{ps\omega})} \cdot K$$

W_s es la masa seca del suelo, en gramos;

$W_{p\omega}$ es la masa del picnómetro lleno de agua hasta el enrase a la temperatura de ensayo de acuerdo al capítulo 6, en gramos;

$W_{ps\omega}$ es la masa del picnómetro más agua, más suelo a la temperatura de ensayo, en gramos;

K es la constante para llevarlo a la temperatura de 20 °C .

8.4.3 Para suelos donde se utilizó otro líquido diferente al agua destilada la fórmula a utilizar es:

$$\gamma_{s2} = \frac{Ws}{Ws + (Wp\omega - Wps\omega)} \cdot \frac{\gamma_L}{\gamma_{\omega t_{20\text{ }^{\circ}\text{C}}}}$$

donde:

$Wp\omega$ es la masa del picnómetro lleno de líquido hasta el enrase a la temperatura de ensayo, en gramos;

$Wps\omega$ es la masa del picnómetro más el líquido utilizado, más el suelo a la temperatura de ensayo, en gramos;

γ_L es la densidad del líquido empleado, en gramos por centímetro cúbico;

$\gamma_{\omega t_{20\text{ }^{\circ}\text{C}}}$ es la densidad del agua a 20 °C, en gramos por centímetro cúbico.

8.4.4 Los pesos específicos obtenidos por duplicado se promedian siempre que sus valores no sean mayores que 0,02 y se anotan en el Anexo B.

8.4.5 Cálculo del peso específico promedio γ_s de las partículas que se retienen y que pasan el tamiz 4,75 mm (N° 4) ó 2,00 mm (N° 10).

$$\gamma_s = \frac{1}{\frac{P_r}{100 \gamma_{s1}} + \frac{P_p}{100 \gamma_{s2}}}$$

donde:

P_r es el porcentaje retenido en el tamiz de 4,75 mm (N° 4) o de 2,00 mm (N° 10) según 8.1 ;

P_p es el porcentaje que pasa por el tamiz 4,75 mm (N° 4) o de 2,00 mm (N° 10) según 8.2 ;

γ_{s1} es el peso específico de las partículas mayores que 4,75 mm (N° 4) o mayores que 2,00 mm (N° 10) ;

γ_{s2} es el peso específico promedio de las partículas menores que 4,75 mm (N° 4) o menores que 2,00 (N° 10).

9 Reporte

- El reporte tendrá la siguiente información.
- La identificación de la muestra que se ensaya, número de cala, número de muestra y profundidad.
- El peso específico del suelo, si se calcula a otra temperatura que no sea 20 °C .
- El máximo tamaño de las partículas en la muestra de ensayo.
- El tipo de líquido utilizado, si es otro que no sea agua destilada.

**Anexo A
(Informativo)**

Bibliografia

- | | |
|------------------------|---|
| ASTM D 854 - 92 | Test Method for Specific Gravity of Soils. |
| ASTM C 127 - 88 | Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate. |
| BS 1377: Part. 2 :1990 | British Standard Methods of Test for soils for Civil Engineering Purposes. Determination of particle density. |

Anexo C
(Informativo)
Modelo de calibración de los picnómetros.

Organismo:		Dependencia:		Modelo de calibración de los picnómetros			
Masa del picnómetro (W_{pc}): _____ g				Masa del picnómetro (W_{pc}): _____ g			
Masa del picnómetro lleno de agua (W_{pac}): _____ g				Masa del picnómetro lleno de agua (W_{pac}): _____ g			
Temperatura (T): _____ °C				Temperatura (T): _____ °C			
Densidad del agua de la calibración (γ_{oc}): _____ g				Densidad del agua de la calibración (γ_{oc}): _____ g			
Picnómetro N°: _____				Picnómetro N°: _____			
Temperatura (T) (°C)	Masa ($W_{p\omega}$) (g)	Temperatura (T) (°C)	Masa ($W_{p\omega}$) (g)	Temperatura (T) (°C)	Masa ($W_{p\omega}$) (g)	Temperatura (T) (°C)	Masa ($W_{p\omega}$) (g)
16,0		23,5		16,0		23,5	
16,5		24,0		16,5		24,0	
17,0		24,5		17,0		24,5	
17,5		25,0		17,5		25,0	
18,0		25,5		18,0		25,5	
18,5		26,0		18,5		26,0	
19,0		26,5		19,0		26,5	
19,5		27,0		19,5		27,0	
20,0		27,5		20,0		27,5	
20,5		28,0		20,5		28,0	
21,0		28,5		21,0		28,5	
21,5		29,0		21,5		29,0	
22,0		29,5		22,0		29,5	
22,5		30,0		22,5		30,0	
23,0				23,0			