

GEOTECNIA. DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO NATURAL

Geotechnics. Determination of natural specific weight

ICS: 93.020

1. Edición

Marzo 2002

REPRODUCCION PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.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.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 20 de 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 Echeverría”
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
Oficina Nacional de Normalización

- Tiene como base en su elaboración la British Standard Methods of Test for Civil engineering purposes 1377 parte 2:1990 Clasificación Test por lo cual se sustenta en los principios generales que establece esta organización en correspondencia con las exigencias de las nuevas tendencias internacionales, ajustándola a las características nacionales del equipamiento y los accesorios.
- Sustituye a la NC 54-166:88 Suelos. Determinación del peso específico natural
- Consta de Anexos A, B y C, informativos.

© NC, 2002

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 Consideraciones generales sobre los métodos que se aplican	1
4 Aparatos, utensilios e instrumentos de medición.....	1
5 Procedimiento	2
6 Expresión de los resultados	5
7 Reporte	8
ANEXOS	
A (informativo) Reporte del método de medición lineal.....	9
B (informativo) Reporte del método de inmersión de agua.....	10
C (informativo) Reporte del método del anillo.....	11
Bibliografía	12

GEOTECNIA. DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO NATURAL

1 Objeto

Esta norma especifica los métodos para determinar el peso específico húmedo natural del suelo, así como de forma indirecta el peso específico seco de especímenes de suelo ya sea de forma regular o irregular.

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 sobre la base de ellas que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee en todo momento la información sobre las normas internacionales, regionales y cubanas en vigencia.

NC 21 – 01: 67 Agua para análisis

NC 67:2000 Geotecnia. Determinación del contenido de humedad de los suelos y rocas en el laboratorio

3 Consideraciones generales sobre los métodos que se aplican

En todos los métodos que se establecen en esta norma referidos a la manipulación debe tenerse extremo cuidado para no alterar la estructura interna de la muestra.

Para lograr la representatividad, el tamaño del espécimen de ensayo (diámetro o lado menor) tendrá que ser mayor que 10 veces el tamaño máximo de la partícula.

Existen tres métodos que se establecen en esta norma para realizar el ensayo:

- Método de medición lineal.
- Método de inmersión en agua.
- Método del anillo.

Para los materiales con contenido de materia orgánica la temperatura de secado tendrá que ser 60 °C.

Para la realización del ensayo por el método de inmersión se utilizará agua destilada según la NC 21-01:67.

Para la determinación de la masa se tendrá que considerar para los especímenes con una masa menor de 200 g, una exactitud de 0,01 g y para los especímenes con una masa mayor de 200 g, una exactitud de 0,1 g.

4 Aparatos, utensilios e instrumentos de medición

- Balanza de capacidad 2 610 g y 0,1 g de valor por división.
- Balanza hidrostática de capacidad 311 g y 0,01 g de valor por división.
- Espátula de 10 cm de largo con filo.
- Escuadra o cartabón.
- Pinzas para manipular los recipientes de aluminio (pesafiltros).
- Pie de rey universal de 15 cm de límite mínimo de medición y 0,05 mm de valor por división.
- Recipientes de aluminio (pesafiltros) de tara conocida.
- Desecadora.
- Beaker de 50 ml a 250 ml .
- Hilo resistente fino.
- Mechero de gas o plancha de calentamiento para derretir la parafina a 60° C .
- Recipiente metálico de 250 ml a 500 ml para depositar la parafina.
- Parafina de densidad conocida.
- Termómetro graduado hasta 100 °C con valor de división de hasta 1 °C .
- Agua destilada.
- Anillo con bisel, de paredes delgadas con una razón de área de 10 % a 15 % (véase apartado 5.3.1.2) , de 5 cm de diámetro y 2 cm de altura, de 7 cm de diámetro y 3 cm de altura, de 10 cm de diámetro y 4 cm de altura, cuyas masas, diámetros y alturas, sean conocidas y verificadas, la inclinación del borde biselado se corresponderá con un ángulo entre 45° y 60° con respecto a la horizontal.
- Placas lisas metálicas sin poros, con lados ligeramente superior al diámetro de los anillos y de 3 mm a 5 mm de espesor cuya masa sea conocida.
- Estufa graduada hasta 60 °C ó hasta 110 °C según se especifique.

5 Procedimiento

5.1 Método de medición lineal

Este método es el adecuado para la determinación del peso específico húmedo natural de un espécimen de forma regular (rectangular o cilíndrica) de suelo cohesivo.

5.1.1 Espécimen rectangular

5.1.1.2 De la muestra de suelo, y sin alterar su estructura, se cortan tres porciones de forma rectangular y del material restante de cada porción se determina el contenido de humedad según la NC 67:2000. Se chequea, auxiliándose de un pie de rey y una escuadra sobre una superficie de cristal, que sus lados queden paralelos y de igual medida y que los ángulos entre los lados sean de 90° admitiéndose una diferencia no mayor de 0,5 % en cada dimensión.

5.1.1.3 Se determinan las dimensiones de largo (l), ancho (a) y la altura (h) en el centro de cada lado con una exactitud de 0,05 mm, anotándose en el Anexo A (informativo).

5.1.1.4 Se determina la masa húmeda del espécimen .

5.1.1.5 El procedimiento se repite con los dos especímenes restantes.

5.1.2 Espécimen cilíndrico

5.1.2.1 Se extrae la muestra del tubo muestreador, y sin alterar su estructura, se cortan tres porciones y del material restante de cada porción se determina el contenido de humedad según la NC 67:2000. Se chequea, auxiliándose de un pie de rey y una escuadra sobre una superficie de cristal, que ambas caras sean paralelas y el diámetro el mismo en toda su longitud, admitiéndose una diferencia de 0,5 % .

5.1.2.2 Se determinan las dimensiones, en centímetros, de la altura (h) en tres lugares espaciados a 120° y en dos diámetros perpendiculares con una exactitud de 0,05 mm anotándose en el Anexo A (informativo).

5.1.2.3 Se determina la masa húmeda del espécimen .

5.1.2.4 El procedimiento se repite con los dos especímenes restantes.

5.2 Método de inmersión en agua

5.2.1 Este método abarca la determinación del peso específico de la masa húmeda de un espécimen de forma irregular de suelo natural o compactado a través de la determinación de su masa en el aire y de su masa aparente en el agua.

5.2.2 De la muestra de suelo se cortan tres porciones de forma irregular, de 3 cm a 4 cm de lado sin alterar su estructura y del material restante de cada porción se determina el contenido de humedad según la NC 67:2000.

5.2.3 Se suspende el espécimen en el aire a través del hilo colgado del gancho de la balanza hidrostática y se le determina la masa húmeda del espécimen suspendido en el aire (W_h), anotándose en el Anexo B (informativo).

5.2.4 Se sumerge el espécimen en el recipiente con parafina hasta que quede totalmente cubierto por ésta.

5.2.5 Se determina la masa húmeda del espécimen cubierto con parafina y suspendido en el aire (W_p) .

5.2.6 Se prepara la balanza para determinar la masa hidrostáticamente haciendo girar el plato soporte, donde se coloca el beaker con agua destilada.

5.2.7 Se determina la masa húmeda del espécimen cubierto con parafina, suspendido y sumergido en el agua (W_{pw}) de modo que éste no toque ni el fondo ni las paredes del recipiente.

5.2.8 El procedimiento se repite con los dos especímenes restantes.

5.3 Método del anillo

5.3.1 Verificación del anillo

5.3.1.1 Se mide el diámetro y la altura de cada anillo, empleándose el pie del rey, efectuándose tres mediciones a 120° una de otra con una exactitud de 0,05 mm, para determinar el diámetro y la altura promedio y se determina su masa .

5.3.1.2 Los anillos que se utilicen tendrán que cumplir una razón de área que esté en un rango de 10 % a 15 %, definida como sigue:

$$Ar = \frac{De^2 - Di^2}{Di} \times 100$$

donde:

Ar es la razón de área, en porcentaje;

De es el diámetro externo máximo del anillo, en centímetros;

Di diámetro interno mínimo del anillo, en centímetros.

5.3.2 Se escoge uno de los anillos en dependencia del diámetro de la muestra a ensayar, si contiene o no gravas y sin alterar la estructura de la muestra se hinca suavemente con el bisel hacia abajo cortándose el suelo hasta formar un cono moderado frente al borde de corte del anillo, después que se forme el cono, se hace avanzar el anillo biselado a una distancia pequeña hasta formar el diámetro final, se repite el proceso hasta que el espécimen ocupe todo el volumen del anillo y sobresalga por encima de este 2 mm ó 3 mm .

5.3.3 Con la espátula, se enrasa la cara superior con el borde del anillo y se coloca la placa lisa sobre la cara enrasada.

5.3.4 Se corta el suelo 2 cm por debajo del anillo y se voltea para apoyarlo sobre la placa lisa, enrasándose la otra cara, teniendo el cuidado de eliminar las gravas (en caso de que éstas existan y no sean de gran tamaño y sobresalgan del anillo), rellenando posteriormente con suelo las oquedades que éstas produzcan.

5.3.5 Se determina la masa húmeda de suelo, más la del anillo, más la de la placa lisa, más la del recipiente (pesafiltro), anotándose en el **Anexo C** (informativo) donde dice "Masa de suelo húmedo, más la masa del anillo, más la masa de la placa lisa, más la masa del recipiente, (WhT).

5.3.6 Se introduce el espécimen de suelo con el anillo y la placa lisa en un recipiente (pesafiltro), y se coloca destapado en la estufa a una temperatura de 110 °C durante 18 horas a 24 horas. Si el suelo contiene materia orgánica se colocará en la estufa a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 48 horas . Transcurrido el tiempo establecido, se extrae el recipiente (pesafiltro) con el anillo y la placa lisa de la estufa, se tapa y se coloca en la desecadora para que se enfríe, determinándose la masa seca del espécimen, anotándose en el **Anexo C** (informativo) donde dice "Masa de suelo seco, más la masa del anillo, más la masa de la placa lisa, más la masa del recipiente (WsT)".

5.3.7 Se repite el procedimiento con otro espécimen para obtener el valor por duplicado.

6 Expresión de los resultados

6.1 Método de medición lineal

6.1.1 Determinación del peso específico húmedo del suelo

$$\gamma_f = \frac{Wh}{V} \times 9,807 \quad (\text{kN/m}^3)$$

$$V = l \cdot a \cdot h \quad (\text{cm}^3) \quad \text{para especímenes rectangulares}$$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} \quad (\text{cm}^3) \quad \text{para especímenes cilíndricos}$$

donde:

γ_f es el peso específico húmedo del suelo, en kilonewton por metro cúbico;

Wh es la masa húmeda del espécimen, en gramos;

V es el volumen del espécimen, en centímetros cúbicos;

l es el largo del espécimen, en centímetros;

a es el ancho del espécimen, en centímetros;

h es la altura del espécimen, en centímetros;

d es el diámetro del espécimen cilíndrico, en centímetros;

9,807 es el factor de conversión para convertir g/cm^3 a kN/m^3

6.1.2 Determinación de la humedad

$$\omega = \frac{(WhT - T) - (WsT - T)}{WsT - T} \quad (\%)$$

donde:

ω es el contenido de humedad del suelo según la NC 67:2000; en porcentaje;

WhT es la masa húmeda, más la masa del recipiente (pesafiltro), en gramos;

WsT es la masa seca, más la masa del recipiente (pesafiltro), en gramos;

T es la masa del recipiente (pesafiltro), en gramos.

6.1.3 Determinación del peso específico seco del suelo

$$\gamma_d = \frac{\gamma_f}{100 + \omega} \times 100 \quad (\text{kN/m}^3)$$

donde:

γ_d es el peso específico seco del suelo, en kilonewton por metro cúbico;

ω es el contenido de humedad del suelo determinado según la NC 67:2000, en porcentaje.

6.2 Método de inmersión en agua

6.2.1 Determinación del peso específico húmedo del suelo:

$$\gamma_f = \frac{W_h}{V} \times 9,807 \quad (\text{kN/m}^3)$$

$$V = (W_p - W_{pw}) - \left(\frac{W_p - W_h}{\gamma_p} \right) \quad (\text{cm}^3)$$

$$\gamma_f = \frac{W_h}{(W_p - W_{pw}) - 1,12 (W_p - W_h)} \times 9,807 \quad (\text{kN/m}^3)$$

donde:

W_h es la masa húmeda del espécimen suspendido en el aire; en gramos;

W_p es la masa húmeda del espécimen cubierto con parafina y suspendido en el aire, en gramos;

W_{pw} es la masa húmeda del espécimen cubierto con parafina, suspendido y sumergido en el agua, en gramos;

γ_p es el peso específico de la parafina igual a 0,89 g/cm³;

1,12 es el inverso del peso específico de la parafina.

6.2.2 Para suelos de bajo peso específico natural se determinará por la siguiente expresión:

$$\gamma_f = \frac{W_h}{\frac{1}{\gamma_L} (W_p - W_{pw}) - 1,12 (W_p - W_h)} \times 9,807 \quad (\text{kN/m}^3)$$

donde:

γ_L es el peso específico del fluido a emplear; en gramos por centímetros cúbico.

6.2.3 Determinación del peso específico seco del suelo

Se determina de acuerdo al apartado 6.1.3 .

6.3 Método del anillo

6.3.1 Determinación del peso específico húmedo del suelo

$$\gamma_f = \frac{W_h T - T}{V} \times 9,807 \quad (\text{kN/m}^3)$$

donde:

$W_h T$ es la masa de suelo húmedo, más la masa del anillo, más la masa de la placa lisa, más la masa del recipiente (pesafiltro), en gramos;

T es la masa del anillo, más la masa del recipiente (pesafiltro), más la masa de la placa lisa, en gramos;

V es el volumen del anillo, en centímetros cúbico.

6.3.2 Determinación del peso específico seco del suelo

$$\gamma_d = \frac{W_s T - T}{V} \times 9,807 \quad (\text{kN/m}^3)$$

donde:

- W_{sT} es la masa de suelo seco, más la masa del anillo, más la masa de la placa lisa, más la masa del recipiente (pesafiltro), en gramos;
- T es la masa del anillo, más la masa del recipiente (pesafiltro), más la masa de la placa lisa, en gramos.

NOTA: En todos los métodos que se plantean en esta norma, la diferencia máxima admisible entre los pesos específicos para poder promediarlos será de 0,50 kN/m³ y entre las humedades de 2 % .

7 Reporte

El reporte tendrá la siguiente información:

- Obra, registro, No de la cala, muestra, profundidad, operador, calculista y fecha.
- Descripción física del espécimen.
- Registro de los datos obtenidos en el ensayo y el cálculo de los pesos específicos en cada caso.

Anexo A
(informativo)
Reporte del método de medición lineal

Organismo:	Dependencia:	Determinación del peso específico natural		
Obra: _____		Registro: _____		
Cala: _____	Muestra: _____	Profundidad: _____		
Operador: _____	Calculista: _____	Fecha: _____	NC: _____	
Norma: _____				
Método de medición lineal				
Espécimen rectangular				
Espécimen No	1	2	3	
Masa húmeda (g)				
Ancho (a) (cm)				
Largo (l) (cm)				
Altura (h) (cm)				
Volumen: $l \cdot a \cdot h$ (cm ³)				
Humedad (%)				
Peso específico húmedo (kN/m ³)				
Peso específico seco (γ_d) (kN/m ³)				
Humedad promedio (%)				
Peso específico húmedo promedio (γ_f) (kN/m ³)				
Peso específico seco promedio (γ_d) (kN/m ³)				
Espécimen cilíndrico				
Espécimen No	Medición	1	2	3
Masa húmeda (g)				
Altura (h) (cm)	0°			
	120°			
	360°			
Diámetro (d) (cm)	0°			
	90°			
Volumen: $\delta d^2 / 4 \cdot h$ (cm ³)				
Humedad (%)				
Peso específico húmedo (γ_f) (kN/m ³)				
Peso específico seco (γ_d) (kN/m ³)				
Humedad promedio (%)				
Peso específico húmedo promedio (γ_f) (kN/m ³)				
Peso específico seco promedio (γ_d) (kN/m ³)				
Descripción: _____				

Anexo B
(informativo)

Reporte del método de inmersión de agua

Organismo:	Dependencia:	Determinación del peso específico natural		
Obra: _____ Registro: _____ Cala: _____ Muestra: _____ Profundidad: _____ Operador: _____ Calculista: _____ Fecha: _____ NC: _____				
Método de inmersión en agua				
Determinación del peso específico húmedo				
No de espécimen	1	2	3	
Masa húmeda del espécimen suspendido en el aire (Wp) (g)				
Masa húmeda del espécimen cubierto con parafina y suspendido en el aire (Wp)) g				
Masa húmeda del espécimen cubierto con parafina suspendido y sumergido en el agua.(Wpw)				
Peso específico húmedo (γ_f) kN/m ³				
Determinación de la humedad				
No de espécimen	1	2	3	$\gamma_f = \frac{W_h}{(W_p - W_{pw}) - 1,12 (W_p - W_h)} \times 9,807$ $\gamma_d = \frac{\gamma_f}{100 + \omega} \times 100$ $\omega = \frac{W_{hT} - W_{sT}}{W_{sT} - T} \times 100$
No de pesafiltro				
Masa húmeda más tara (WhT) g				
Masa seca más tara (WsT) g				
Masa del recipiente (pesafiltro) (T) g				
Humedad (ù) (%)				
Humedad promedio (%): _____ Peso específico húmedo promedio (γ_f) kN/m ³ _____ Peso específico seco promedio (γ_d) kN/m ³ ::: _____				
Descripción: _____				

Anexo C
(informativo)

Reporte del método del anillo

Organismo:	Dependencia:	Determinación del peso específico natural				
Obra: _____ Registro: _____		Cala: _____ Muestra: _____ Profundidad: _____				
Operador: _____ Calculista: _____		Fecha: _____ NC: _____				
Método del anillo						
	1	2	1	2	1	2
Pesafiltro No						
Anillo No						
Masa del suelo húmedo, más la masa del anillo, más la masa de la placa lisa, más la masa del recipiente (WhT) (g)						
Masa del suelo seco, más la masa del anillo, más la masa de la placa lisa (g) más la masa del recipiente (WsT) (g)						
Masa del anillo, más la masa de la placa lisa, más la masa del recipiente, (pesafiltro) (T) (g)						
Volumen del anillo (cm ³) (V)						
Peso específico húmedo promedio(γ_f)(kN/m ³)						
Peso específico seco promedio γ_d (kN/m ³)						
	1	2	1	2	1	2
Pesafiltro No						
Anillo No						
Masa del suelo húmedo, más la masa del anillo, más la masa de la placa lisa, más la masa del recipiente (WhT) (g)						
Masa del suelo seco, más la masa del anillo, más la masa de la placa lisa (g) más la masa del recipiente (WsT) (g)						
Masa del anillo, más la masa de la placa lisa, más la masa del recipiente, (pesafiltro) (T) (g)						
Volumen del anillo (V) (cm ³)						
Peso específico húmedo promedio($\tilde{\alpha}_f$)(kN/m ³)						
Peso específico seco promedio $\tilde{\alpha}_d$ (kN/m ³)						
Descripción:						

Bibliografía

BS 1377: Part 2. 1990 British Standard Methods of test for Soils for Civil engineering purposes. Determination of density.

UNE 103-301-94 Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática.