

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 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS Y ROCAS EN EL LABORATORIO

Geotechnics. Determination of water (moisture)
content in soils and rocks in the laboratory

Descriptores: Geología; Dosificación; Humedad; Suelo:
terreno; Roca; Laboratorio.

3. Edición Septiembre 2000

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.

Esta norma:

- Responde a la necesidad de homologar el método de ensayo descrito, por lo que concuerda totalmente con la norma ASTM D 2216-98, además fueron incluidos algunos aspectos de la BS 1377 : Part 2 :1990 British Standard Method of Test for Soils for Civil Engineering Purposes Part 2 Classification Test.

- Ha sido elaborada por el 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 A. Echeverría"
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
Oficina Nacional de Normalización

- Las principales modificaciones están fundamentadas en las Normas ASTM D 2216-98 y la BS 1377: Part 2 :1990 British Standard Method of Test for Soils for Civil Engineering Purposes Part 2 Classification Test, se incluyeron aspectos técnicos que pueden presentarse en la práctica con relación al procedimiento a seguir con los materiales que contengan yeso, así como se indica la selección y el procedimiento de los especímenes de ensayo para las muestras alteradas e inalteradas.
- Esta norma sustituye a la NC 54-236 :83 y la NC 54-353:86
- Consta del Anexo A, informativo.

© NC, 2000

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 Generalidades	1
3 Aparatos, utensilios y medios de medición	1
4 Muestras de ensayo	2
5 Selección de los especímenes de ensayo	2
6 Procedimiento	4
7 Expresión de los resultados	6
8 Reporte	6
ANEXOS	
A (informativo) Reporte	7
Bibliografía	8

GEOTECNIA. DETERMINACION DEL CONTENIDO HUMEDAD DE LOS SUELOS Y ROCAS EN EL LABORATORIO

1 Objeto

Esta Norma Cubana especifica el método de ensayo para determinar la humedad de los suelos y las rocas en el laboratorio mediante el secado de un espécimen en la estufa a una masa seca constante, y se determina el contenido de humedad, utilizando la masa de agua y la masa del espécimen seco.

2 Generalidades

- A modo de simplificación la palabra “material “ se referirá tanto al suelo como a la roca según sea más aplicable.
- En los materiales de grano fino (cohesivos), la consistencia de un tipo de suelo dado depende de su contenido de humedad, el cual conjuntamente con sus límites líquidos y plásticos se utiliza para expresar la consistencia relativa o índice de liquidez.
- En los materiales que contienen yeso el contenido de humedad determinado mediante este método podría ser afectado aproximadamente en 0,2 % de cada 1 % de yeso.

3 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 con valor de división de 0,01 g para especímenes que contienen una masa de hasta 200 g excluyendo la masa del recipiente y otra de valor por división de 0,1 g para especímenes que tengan una masa mayor de 200 g .
- Recipientes adecuados (pesafiltros) fabricados de un material resistente a la corrosión y cambio en la masa producto del calentamiento repetido, enfriamiento, exposición a materiales con un pH variable y a la limpieza. Se deben utilizar recipientes con tapas ajustadas para ensayar las que posean una masa menor de 200 g aproximadamente, mientras que en el caso de especímenes que tengan una masa mayor de 200 g se deberán utilizar recipientes sin tapa.
- Desecadora que contenga gel de sílica o sulfato de calcio anhidro. Es preferible utilizar un desecante que cambie de color para indicar que necesita la reconstitución.
- Aparatos para la manipulación de los recipientes (pesafiltros), tenazas o un sostenedor adecuado para mover y manipular los recipientes calientes después del secado.
- Cuchillos, espátulas, cucharas, paños y cuarteadores, según se requiera.

4 Muestras de ensayo

4.1 Se mantienen las muestras que se almacenan antes de que sean ensayadas en recipientes herméticos no corrosivos a una temperatura entre 3 °C y 30 °C aproximadamente, y en un área que evite el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas contenidas en distintos recipientes se deberán almacenar de forma tal, que se evite o minimice la condensación de la humedad en el interior de los recipientes.

4.2 La determinación del contenido de humedad se realiza tan rápido como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan recipientes potencialmente corrosivos (tales como tubos de acero de paredes finas, latas de pintura etc.) o bolsas de nylon.

5 Selección de los especímenes de ensayo

5.1 La masa mínima seleccionada de material húmedo para que sea representativa de la muestra total, si es que no se ensaya el total de la muestra deberá coincidir con lo especificado en la tabla 1.

Tabla 1

Masa mínima de material húmedo seleccionada como representativa de la muestra total

Tamaño máximo de la partícula pasando el 100 % (mm)	Tamaño del tamiz estándar	Masa mínima recomendada del espécimen de ensayo húmedo para un contenido de humedad reportado hasta un $\pm 0,1\%$. (g)	Masa mínima recomendada del espécimen de ensayo húmedo para un contenido de humedad reportado hasta un $\pm 1\%$. (g)
2,0 ó menos	N° 10	20	20 ^(*)
4,75	N° 4	100	20 ^(*)
9,5	3/8"	500	50
19,0	3/4"	2 500	250
37,5	1 1/2"	10 000	1 000
75,0	3"	50 000	5 000

(*) Para que la masa sea representativa no se deberá utilizar menos de 20 g de esta.

5.2 Si se utiliza toda la muestra para el ensayo, esta no tiene que satisfacer los requisitos mínimos de masa que se plantean en la tabla 1.

5.3 Cuando se trabaja con un espécimen pequeño (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes, resultará adecuado no incluir esta partícula en el espécimen de ensayo. Cualquier material que se elimine deberá describirse y anotarse en el Anexo A.

5.4 Para muestras de roca inalterada solamente, la masa mínima del espécimen deberá ser de 500 g. Las porciones representativas de la muestra se triturarán en pequeñas partículas, depen-

diendo del tamaño de la muestra, de los recipientes y de la balanza que se use para facilitar el secado a una masa seca constante.

5.5 Muestras alteradas

5.5.1 Para muestras alteradas, tales como: recortes, muestras de bolsa o similares, se obtiene el espécimen de ensayo mediante uno de los métodos indicados en el siguiente orden.

5.5.2 Si el material se puede manipular sin una pérdida significativa de humedad, se deberá mezclar y después reducirlo a la cantidad necesaria mediante el cuarteo.

5.5.3 Si el material no se puede mezclar y dividir, se forma una pila, se mezcla lo más posible y se toma por lo menos cinco porciones en lugares aleatorios utilizando una pala, una cuchara o cualquier herramienta similar para el tamaño máximo de las partículas presentes en el material, y todas estas porciones se mezclan para el espécimen de ensayo.

5.5.4 Si el material o las condiciones son tales que no se pueda formar una pila, se toma la mayor cantidad admisible de porciones de lugares aleatorios que mejor representen la condición de humedad. Se mezclan todas estas porciones para el espécimen de ensayo.

5.6 Muestras inalteradas

5.6.1 Para muestras inalteradas que se extraen en forma de bloque, tubo, cuchara dividida o similares, se obtiene el espécimen de ensayo mediante uno de los siguientes métodos en dependencia del propósito y uso de la muestra.

5.6.2 Se corta cuidadosamente a una distancia suficiente de la superficie externa para ver si el material está compuesto por capas, y para eliminar el material que está más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Si la existencia de capas es cuestionable se divide la muestra a la mitad. Si el material está compuesto por capas, véase 5.6.4 .

5.6.3 Si el material no está compuesto por capas, el espécimen se obtiene cumpliendo los requisitos de masa según 5.1 mediante: (1) la toma de todo o la mitad del intervalo que se ensaya; (2) tomando una parte representativa de dicho intervalo o (3) tomando la mitad de la superficie expuesta de la mitad o del intervalo que se ensaya.

5.6.4 Si al dividir la muestra a la mitad se observa que está compuesta por capas con más de un tipo de material, se selecciona un espécimen promedio, especímenes individuales o ambos. Debe evitarse mezclar cualquier material de los bordes que pueda estar más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

6 Procedimiento

6.1 Se determina la masa del recipiente seco y limpio (tara).

6.2 Se coloca el espécimen de ensayo húmedo en el recipiente y si se utiliza la tapa, se ajusta y se determina la masa del recipiente y del material húmedo utilizando una balanza según la especificada en el capítulo 3, este valor se anota en el Anexo A. La expansión de la humedad en algunos suelos no cohesivos pudiera requerir el muestreo de toda la porción.

6.3 Para evitar la mezcla de los especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los recipientes y sus tapas, si estas se utilizan, se deben numerar y anotar estos números en el reporte (véase el Anexo A). Para ayudar al secado en la estufa de especímenes de ensayo en cantidades mayores, se deben colocar en recipientes con un área de mayor superficie, como por ejemplo un plato, y triturar el material en porciones más pequeñas.

6.4 Se quita la tapa, si esta fue utilizada, y se coloca el recipiente con el material húmedo en la estufa, se seca el material a una masa seca constante. Se mantiene la estufa a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, (véase 6.7). El tiempo requerido para obtener una masa seca constante variará en dependencia del tipo de material, así como de otros factores. La influencia de estos factores se establece, generalmente, mediante una buena apreciación y experiencia con los materiales que se ensayan. En la mayoría de los casos, resulta suficiente secar el espécimen durante toda la noche, de 12 h a 16 h aproximadamente.

6.5 En los casos de que haya duda en relación con que el secado del espécimen sea el adecuado, este se deberá continuar secando hasta que un cambio en la masa después de dos períodos sucesivos mayores de 1 h sea menos de 0,1 %, los especímenes de arena se pudieran secar a una masa seca constante en un período de alrededor de 4 h cuando se utiliza una estufa de ventilación forzada.

NOTA Debido a que algunos materiales secos pudieran absorber humedad de los especímenes húmedos, los especímenes secos se deben sacar de la estufa antes de colocar los especímenes húmedos. Esto no sería aplicable si los especímenes que se han secado permanecen en la estufa por un tiempo adicional de aproximadamente 16 h .

6.6 Después que se haya secado el material a una masa seca constante, se saca el recipiente de la estufa y se vuelve a colocar la tapa, si esta se utilizó. Se permite que el material y el recipiente se enfríen a la temperatura ambiente , hasta que se pueda manipular con las manos. Se determina la masa del recipiente y del material seco en la estufa utilizándose la misma balanza que se empleó en 6.2, y se anota este valor en el Anexo A. Se deben utilizar tapas bien ajustadas si se sospecha que el espécimen está absorbiendo humedad del aire, antes de la determinación de la masa seca; el enfriamiento en la desecadora resulta aceptable, especialmente para recipientes que no tengan tapas, ya que esto reduce la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento. Se realizan dos determinaciones para cada contenido de humedad.

NOTA Si se sospecha que el yeso está presente en los especímenes a los que se les determinará el contenido de humedad, estos deberán ser secados a no más de 60 °C y, posiblemente, en un período de tiempo más prolongado. La presencia de yeso puede ser identificada calentando una cantidad pequeña de material sobre un plato de metal, los granos de yeso se torna-

rán de color blanco en pocos minutos, mientras que las restantes partículas minerales permanecerán invariables.

6.7 La determinación del contenido de humedad de materiales que contengan materias extrañas (tales como cemento o similares) pudiera requerir de un tratamiento especial. Además, algunos materiales orgánicos se pueden descomponer al ser secados en la estufa a la temperatura de 110 °C utilizada en este método. Los materiales que contienen yeso (sulfato de calcio deshidratado) u otros componentes que tienen cantidades significativas de agua de hidratación pudieran presentar un problema especial, ya que este material se deshidrata lentamente a la temperatura de secado estándar (110 °C) y a humedades relativas muy bajas, formando un compuesto (sulfato de calcio semihidratado), que no se presenta normalmente en materiales naturales, excepto en algunos suelos desérticos. Para reducir el grado de deshidratación del yeso en aquellos materiales que lo contienen, o para reducir la descomposición en suelos altamente orgánicos, puede ser aconsejable secar estos a una temperatura de 60 °C o en una desecadora a la temperatura ambiente. Por lo tanto, cuando se utiliza una temperatura de secado diferente de 110 °C, según se define en este método de ensayo, el contenido de humedad resultante pudiera ser diferente.

7 Expresión de los resultados

Se calcula la humedad (ω) mediante la siguiente expresión:

$$\omega = \frac{WhT - WsT}{WsT - T} \times 100 \quad (\%)$$

donde:

ω es el contenido de humedad respecto a la masa seca, en tanto por ciento;

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) (tara), en gramos.

Los resultados se darán por duplicado siempre que la cantidad del espécimen de ensayo sea la suficiente y la diferencia entre las dos determinaciones no deberá de exceder de 2%, en caso de no poseer la cantidad necesaria se indicará las razones en el reporte de ensayo.

8 Reporte

El reporte tendrá la siguiente información:

- La identificación del material que se ensaya, tal como el número de cala, el número de la muestra y el número del recipiente.
- El contenido de humedad del espécimen hasta 1 % ó 0,1 % más cercano, de acuerdo a la masa de la muestra mínima utilizada. Si este método se utiliza conjuntamente con otro método, se

debe reportar el contenido de humedad del espécimen para el valor requerido por el método de ensayo por el cual el contenido de humedad es determinado. si el método de secado es diferente al de la estufa a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Se indica si el espécimen de ensayo tiene una masa menor a la mínima indicada en 5.1, si contiene más de un tipo de material, si el método de secado es diferente al de la estufa a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. o si se eliminó del espécimen de ensayo alguna cantidad de material.

Anexo A
(informativo)

Reporte

Organismo:	Dependencia:	Determinación del contenido de humedad de los suelos y rocas en el laboratorio
Obra: _____		Registro: _____
Cala: _____	Muestra: _____	Profundidad: _____
Operador: _____	Calculista: _____	Fecha: _____
Determinación del contenido de humedad		
Recipiente N°		
Masa húmeda más recipiente (WhT)		
Masa seca más recipiente (WsT)		
Masa del recipiente (T)		
Humedad (%) (ω)		
Humedad promedio (%) (ω)		
Recipiente N°		
Masa húmeda más recipiente (WhT)		
Masa seca más recipiente (WsT)		
Masa del recipiente (T)		
Humedad (%) (ω)		
Humedad promedio (%) (ω)		
Recipiente N°		
Masa húmeda más recipiente (WhT)		
Masa seca más recipiente (WsT)		
Masa del recipiente (T)		
Humedad (%) (ω)		
Humedad promedio (%) (ω)		
Recipiente N°		
Masa húmeda más recipiente (WhT)		
Masa seca más recipiente (WsT)		
Masa del recipiente (T)		
Humedad (%) (ω)		
Humedad promedio (%) (ω)		

Observaciones: _____

Bibliografia

ASTM D 2216-98 Standard Test Method for Laboratory Determination of water (Moisture) Content of soil and Rock by Mass.

BS 1377 : Part 2 :1990 British Standard Method of Test for Soils for Civil Engineering Purposes Part 2 Classification Test.