

2001-11-28

**SUELOS.
ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE
HUMEDAD DE SUELOS Y ROCAS, CON BASE EN
LA MASA**



E: SOILS. STANDARD TEST METHOD FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS

CORRESPONDENCIA: esta norma es equivalente (EQV) a su documento de referencia ASTM D 2216-98 con desviaciones técnicas menores en el numeral 2.

DESCRIPTORES: consistencia; propiedades índice; laboratorio; análisis de humedad; contenido de humedad; agregado sólido; contenido de agua.

I.C.S.: 13.080.00

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

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2001-12-18

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 1495 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo del 2001-11-28

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 369905 Propiedades físicas de los suelos.

ASOCRETO
CONCRELAB
EMPRESA DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

LAZCANO Y ESGUERRA CÍA LTDA.
UNIVERSIDAD NACIONAL

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

CARLOS ECHEVERRY
CONSTRUCTORA PRECOMPRIMIDOS
LTDA.
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA
ESPINOSA Y RESTREPO LTDA.
EVALTEC LTDA. EVALUACIONES TÉCNICAS
GEOGRAL
GEOINGENIERÍA
GRUPO CONSTRUCTOR OSSA LÓPEZ
S.A.
ICPC
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS
J.G.V. CO. LTDA.
MALDONADO INGENIERÍA S.A.

MEJÍA VILLEGAS
MENSULA S.A.
MINISTERIO DE TRANSPORTE
MOVIMIENTO DE TIERRAS Y
CONSTRUCCIONES
POLITÉCNICO JAIME ISAZA CADAVID
SOCIEDAD DE GEOTÉCNIA
SOLINGGRAL LTDA.
UNIANDES
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
UNIVERSIDAD EAFIT
UNIVERSIDAD JAVERIANA
UNIVERSIDAD NACIONAL (MEDELLÍN
FACULTAD DE MINAS)

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

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

SUELOS.

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS Y ROCAS, CON BASE EN LA MASA

1. ALCANCE

1.1 Esta norma cubre la determinación en el laboratorio, del contenido de agua (humedad), de suelos, rocas y materiales similares con base en la masa, en donde la reducción de la masa por secado, se debe a la pérdida de agua, excepto como se hace notar en los numerales 1.4, 1.5, y 1.7. Por simplicidad, la palabra “material” de aquí en adelante, también se refiere tanto al suelo como a roca, en donde quiera que se aplique.

1.2 Algunas disciplinas, tales como el estudio de los suelos, necesitan determinar el contenido de agua con base en el volumen. Tales determinaciones están fuera del alcance de este método experimental.

1.3 El contenido de agua de un material se define en el numeral 3.2.1.

1.4 El término “material sólido” usado en ingeniería geotécnica significa partículas minerales naturales de suelo y roca, que no son fácilmente solubles en el agua. Por lo tanto, el contenido de agua de materiales que contienen sustancias extrañas (tales como cemento y similares) pueden requerir tratamiento especial o una definición calificada del contenido de agua. Además, algunos materiales orgánicos, pueden descomponerse por secado al horno a la temperatura estándar para este método ($110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$). Los materiales que contienen yeso (sulfato deshidratado de calcio u otros componentes hidratados que tienen cantidades significativas de agua) pueden presentar un problema especial a medida que el material se deshidrata lentamente a temperatura de secado estándar ($110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$) y a humedades relativamente bajas, formando un compuesto (sulfato semihidratado de calcio), el cual no está normalmente presente en materiales naturales, excepto en algunos suelos de áreas desérticas. Para reducir el grado de deshidratación del yeso en los materiales que lo contienen, o para reducir la descomposición en suelos altamente orgánicos, puede ser deseable secar esos materiales a 60 °C o en un aparato para desecar a temperatura ambiente. Así, cuando se use una temperatura de secado que sea diferente de la temperatura de secado estándar, que se define en este método, el contenido de agua resultante puede ser diferente del contenido determinado en la temperatura de secado estándar.

Nota 1. Los métodos descritos en la norma ASTM D 2974 suministran un procedimiento alternativo para determinar el contenido de agua de materiales que tienen turba.

1.5 Los materiales que contienen agua con cantidades apreciables de sólidos solubles (tales como sal en el caso de los sedimentos marinos) cuando se ensayan con este método, darán una masa de sólidos que incluye los sólidos previamente solubles. Esos materiales requieren un tratamiento especial para remover o dar cuenta de la presencia de sólidos precipitados en la masa seca de la muestra, o se debe usar una definición calificada del contenido de agua. Por ejemplo, véase a Noorany¹ en lo que respecta a la información sobre suelos marinos.

1.6 Este método experimental requiere de varias horas para el adecuado secado de la muestra. La norma ASTM D 4643 da instrucciones para el secado de la muestra en un horno microondas, el cual es un proceso más corto. También véase a Gilbert² para los detalles sobre los antecedentes de este método.

1.7 Esta norma requiere el secado del material en un horno a altas temperaturas. Si el material que se va a secar está contaminado con ciertas sustancias químicas, pueden presentarse dificultades para la salud y la seguridad. Por eso, esta norma no debería usarse para la determinación del contenido de agua de suelos contaminados, a menos que se tomen precauciones adecuadas para la salud y la seguridad.

1.8 Esta norma no pretende describir todos los problemas sobre seguridad, si estos existen, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma, establecer las prácticas apropiadas sobre seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

2. NORMAS QUE DEBEN CONSULTARSE

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen la integridad del mismo. En el momento de su publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación.

NTC 1886:1983, Ingeniería Civil y Arquitectura. Suelos. Determinación de humedad, cenizas y materia orgánica. (ASTM D 2974).

NTC 4630:1999, Método de ensayo para la determinación del límite líquido, del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos. (ASTM D 4318).

ASTM D 653:2000, Standard Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids.

ASTM D 4220:2000, Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples.

ASTM D 4643:2000, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Microwave Oven Method.

ASTM D 4753:1995, Standard Specification for Evaluating, and Specifying Balances and Scales for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing.

¹ Noorany, I., "Relaciones de fase en suelos marinos", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 110, No.4, April 1984, pp.539-543.

² Gilbert, P.A., "Determinación rápida del contenido de humedad mediante un sistema de horno microondas controlado por computador", Tech. Report GL-88-21, Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers, Vicksburg, MS, November 1988.

ASTM D 6026: 1999, Standard Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data.

ASTM E 145:1994, Standard Specification for Gravity - Convection and Forced-Ventilation Ovens.

3. TERMINOLOGÍA

3.1 Refiérase al documento sobre terminología ASTM D 653 para la definición normalizada de términos.

3.2 DEFINICIONES DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS PARA ESTA NORMA

3.2.1 Contenido de agua (de un material): la proporción que se expresa como el porcentaje de la masa de agua de "poros" o "libre" en determinada masa de material, con respecto a la masa de material sólido. Una temperatura estándar de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ se usa para determinar estas masas.

4. RESUMEN DEL MÉTODO EXPERIMENTAL

Una muestra experimental se seca en un horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a masa constante. La pérdida de masa debida al secado se considera como el contenido de agua. El contenido de agua se calcula usando la masa de agua y la masa de la muestra seca.

5. IMPORTANCIA Y USO

5.1 Para muchos materiales, el contenido de agua, es una de las propiedades índice más significativas requeridas para establecer una correlación entre el comportamiento del suelo y sus propiedades índice.

5.2 El contenido de agua de un material se usa para expresar las relaciones de fase de aire, agua y sólidos en un determinado volumen de material.

5.3 En suelos de grano fino (cohesivos), la consistencia de determinado tipo de suelos depende de su contenido de agua. El contenido de agua de un suelo, junto con sus límites líquido y plástico determinados con la norma ASTM D 4318, se usa para expresar su consistencia relativa o su índice de liquidez.

6. APARATOS

6.1 HORNO DE SECADO

Controlado termostáticamente, preferiblemente del tipo de tiro forzado, que cumple con los requisitos de la norma ASTM E 145 y capaz de mantener una temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante todo el tiempo de secado.

6.2 BALANZAS

Todas las balanzas deben cumplir con los requisitos de la NTC 2031 y los de esta sección. Para muestras que tengan una masa de hasta 200 g (sin incluir la masa del contenedor) se necesita una balanza clase GP1, de 0,01 g de sensibilidad, y para muestras que tengan una

masa de más de 200 g se requiere una balanza clase GP2 de 0,1 g de sensibilidad. Sin embargo, la balanza que se use puede ser controlada por el número de dígitos significativos que se necesiten (véanse los numerales 8.2.1 y 12.1.2).

6.3 CONTENEDORES DE LA MUESTRA

Son recipientes adecuados hechos de material resistente a la corrosión, al aseo continuo, al cambio de masa después de calentamientos y enfriamientos sucesivos, y a la exposición de materiales de variado pH.

A menos que se use un desecador, se deben usar contenedores con tapas herméticamente cerradas para el ensayo de muestras que tengan una masa menor de 200 g; mientras que para muestras que tengan una masa mayor de 200 g, se pueden usar recipientes sin tapa (véase la Nota 7). Se necesita un recipiente para la determinación de cada contenido de agua.

Nota 2. El propósito de las tapas es el de prevenir la pérdida de humedad de la muestra antes de la determinación inicial de la masa y prevenir la absorción de humedad de la atmósfera, después del secado y antes de la determinación final de la masa.

6.4 DESECADOR

Es un gabinete o recipiente para secar, de tamaño adecuado, que contiene sílica gel o sulfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante que cambie de color para indicar las necesidades de reconstitución. Véase el numeral 10.5.

6.5 APARATOS PARA MANEJAR EL CONTENEDOR

Guantes, pinzas, o un sujetador conveniente para mover y manejar los contenedores calientes después del secado.

6.6. VARIOS

Cuchillos, espátulas, cucharas, ropa adecuada, partidores de muestras, etc., en la medida en que se requieran.

7. MUESTRAS

7.1 Las muestras se deben preservar y transportar de acuerdo con la norma ASTM D 4220 para los grupos de suelos B, C, o D. Las muestras antes de ser ensayadas se deben conservar en contenedores anticorrosivos, debidamente tapados, a temperaturas entre 3 °C y 30 °C. El sitio de almacenamiento no debe estar expuesto a la luz del sol. Para el caso de las muestras alteradas conservadas en recipientes u otros contenedores se deberán almacenar de tal manera que se prevenga o minimice la condensación de la humedad al interior del contenedor.

7.2 La determinación del contenido de agua se debe llevar a cabo tan pronto como sea posible después de tomada la muestra, especialmente si se han usado contenedores potencialmente corrosivos (tales como tubos de acero de pared delgada, canecas de pintura, etc.) o bolsas plásticas para recoger las muestras.

8. MUESTRAS DE ENSAYO

8.1 Si se está haciendo la determinación del contenido de agua junto con otro método de la ASTM, Se debería usar la masa de espécimen establecida en ese método para el caso que ésta sea dada. Si no se dan indicaciones en ese método para el mínimo de masa del espécimen, entonces se deberán aplicar los valores que se dan más adelante. Véase a Howard para los antecedentes de los valores dados en la tabla.

8.2 El mínimo de masa de material húmedo seleccionado para que sea representativo de la muestra total, deberá estar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tamaño máximo de la partícula(pasa 100 %)	Tamaño del tamiz estándar	Masa mínima recomendada de muestra húmeda, para reportar el contenido de agua con $\pm 0,1\%$	Masa mínima recomendada de muestra húmeda, para reportar el contenido de agua con $\pm 1\%$
2 mm o menos	No. 10	20 g	20 g ^A
4,75 mm	No. 4	100 g	20 g ^A
9,5 mm	3/8- de pulgada	500 g	50 g
19,0 mm	3/4- de pulgada	2,5 kg	250 g
37,5 mm	1 1/2 de pulgada	10 kg	1 kg
75,0 mm	3 pulgadas	50 kg	5 kg

^A Para que sea representativa no se deben usar menos de 20 g

8.2.1 La masa mínima de la muestra utilizada se podrá incrementar con el fin de obtener los dígitos significativos necesarios para el cálculo del contenido de agua, cuando se reporte el contenido de agua lo más cercano a 0,1 %, o como se indica en el numeral 12.1.2.

8.3 Utilizar una muestra más pequeña que el mínimo indicado en el numeral 8.2 requiere buen criterio, discreción, aunque puede ser adecuada para los propósitos de la prueba. Cuando se use una muestra que no cumpla con estos requisitos se deberá indicar en los formatos correspondientes.

8.4 Cuando se trabaje con una muestra pequeña (de menos de 200 g) que contenga una partícula relativamente grande de grava, es conveniente que no se incluya esa partícula en la muestra de ensayo. Sin embargo, cualquier material descartado se deberá describir y anotar en los formatos correspondientes.

8.5 Para las muestras que constan sólo de roca intacta, la muestra mínima deberá ser de 500 g. Porciones representativas de la muestra se pueden partir en porciones más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y de la balanza que se vayan a usar, con el fin de facilitar el secado de masa constante, véase el numeral 10.4. Muestras menores de 200 g se pueden usar en el ensayo, si se permite el uso de sólo dos dígitos significativos para el contenido de agua.

9. SELECCIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO

9.1 Cuando la muestra de ensayo es una porción de una parte más grande del material, la muestra seleccionada debe ser representativa de la condición de humedad de la cantidad total del material. La forma como se seleccione la muestra depende del propósito y la aplicación de la prueba, el tipo de material que se va a ensayar, la condición de humedad, y el tipo de muestra (ya sea de otra prueba, muestra en bolsa, muestra tipo bloque, o similares).

9.2 Para muestras alteradas tales como recortes, muestras en bolsas y similares, se debe obtener la muestra por uno de los siguientes métodos (enumerados en orden de preferencia):

9.2.1 Si el material es tal que se pueda manipular y manejar sin pérdida significativa de humedad apreciables, el material se debe mezclar completamente para luego seleccionar una porción representativa, mediante el uso de una cuchara de tamaño apropiado, de tal manera que sólo se requieran unas cuantas cucharadas para obtener el tamaño adecuado de muestra, tal como se define en el numeral 8.2.

9.2.2 Si el material es tal que no se puede mezclar completamente o mezclar y recoger con una cuchara, se hace una pila del material, mezclándolo tantas veces como sea posible. Se toman por lo menos cinco porciones del material en diferentes sitios, usando un tubo para toma de muestras, una cuchara, una llana, o un aparato similar, apropiado al tamaño máximo de partículas presentes en el material. Mezcle todas las porciones para obtener la muestra de prueba.

9.2.3 Si el material o las condiciones son tales que no se pueda hacer una pila, se toman tantas porciones del material como se considere práctico, reuniéndolas de diferentes sitios, con el fin de representar la mejor condición de humedad. Mezclar todas estas porciones para obtener la muestra de prueba.

9.3 Para muestras intactas tales como muestras tipo bloque, muestras en tubos, muestreadores, y similares, se obtiene la muestra por uno de los siguientes métodos, dependiendo del propósito y el uso potencial de la muestra.

9.3.1 Mediante un cuchillo, una sierra u otro aparato cortante, se desbasta la parte externa de la muestra, en una distancia suficiente, para ver si el material está compuesto por capas y para remover el material que aparezca más seco o más húmedo que la parte principal de la muestra. Si se duda de la existencia de capas, parta la muestra por la mitad. Si el material está formado por capas, véase el numeral 9.3.3.

9.3.2 Si el material no está formado por capas, se obtiene la muestra siguiendo las instrucciones descritas en el numeral 8.2 así: (1) tomando todo o la mitad del material que se va a ensayar; (2) cortando un trozo representativo del material que se va a ensayar; o (3) cortando la superficie expuesta de la mitad del material que se va a ensayar.

Nota 3. La pérdida de humedad en algunos suelos no cohesivos, puede requerir que toda la porción del material se use como muestra.

9.3.3 Si se encuentra un material formado por capas (o por más de un tipo de material), se selecciona una muestra promedio, o muestras individuales, o ambas. Las muestras se deben identificar convenientemente en cuanto a su localización, o a su representatividad y se deben hacer las observaciones del caso en los respectivos formatos de datos.

10. PROCEDIMIENTO

10.1 Se determina y registra la masa del contenedor de la muestra limpio y seco (y su tapa, si se usa).

10.2 Se seleccionan muestras de prueba representativas de acuerdo con el numeral 9.

10.3 Se coloca la muestra húmeda en el contenedor y, si se usa tapa, se asegura convenientemente. Se determina la masa del contenedor más el material húmedo, usando una balanza (véase el numeral 6.2), seleccionada con base en la masa de la muestra. Se registra este valor.

Notas:

- 4) Con el fin de prevenir la mezcla de muestras que conduzcan a resultados incorrectos, todos los contenedores y las tapas que se usen, se deberán numerar y los números de los contenedores se deberán registrar en los formularios de laboratorio. Los números de las tapas deberán coincidir con los números de los contenedores, para evitar confusiones.
- 5) Para ayudar al secado en el horno de muestras grandes, éstas deberán colocarse en contenedores que tengan una superficie grande (tales como bandejas), y el material se deberá distribuir en partes más pequeñas.

10.4 Se debe remover la tapa (si se usa) y colocar el contenedor con el material húmedo en el horno de secado. Seque el material hasta masa constante a $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ a menos que se especifique de otra manera (véase el numeral 1.4). El tiempo que se requiere para obtener la masa constante variará dependiendo del tipo de material, el tamaño de la muestra, el tipo y la capacidad del horno, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente se puede establecer con buen criterio, y experiencia con los materiales que se estén ensayando y con los aparatos que se estén usando.

Notas:

- 6) En muchos casos, es suficiente para secar una muestra durante la noche (12 h a 16 h). En los casos en que haya dudas con respecto a un adecuado secado, éste deberá continuarse hasta cuando la masa no cambie, después de dos períodos sucesivos de secado (mayores de 1 h). Las muestras de arena se pueden secar a menudo a una masa constante en un período de cerca de 4 h, cuando se usa un horno de corriente de aire.
- 7) Puesto que algunos materiales secos pueden absorber humedad de muestras húmedas, el material seco se deberá retirar antes de colocar muestras húmedas en el mismo horno. Sin embargo, esto no se debería aplicar si las muestras que se secan previamente, permanecen en el horno por un tiempo adicional de cerca de 16 h.

10.5 Después de que el material se haya secado a una masa constante, se retira el contenedor del horno (y se reemplaza la tapa si se ha usado). Deje enfriar el material y el contenedor a una temperatura ambiente o hasta cuando el contenedor se pueda manejar cómodamente con las manos y la operación para determinar el peso no se vea afectada por corrientes de aire o por el calor. Se determina la masa del contenedor y del material secado al horno, empleando el mismo tipo y capacidad de balanza usada en el numeral 10.3. Se registra este valor. Se deberán usar tapas de cierre hermético si se presume que la muestra está absorbiendo humedad del aire, antes de la determinación de su masa seca.

Nota 8. Es aceptable el enfriamiento en un desecador en lugar de tapas de cierre hermético, ya que aquél reduce la absorción de la humedad de la atmósfera durante el período de enfriamiento, especialmente cuando se usan contenedores sin tapas.

11. CÁLCULOS

11.1 Se calcula el contenido de agua del material como sigue:

$$w = [(M_{cws} - M_{cs}) / (M_{cs} - M_c)] \times 100 \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

w	=	contenido de agua, %
M_{cws}	=	masa del contenedor y de la muestra húmeda, g
M_{cs}	=	masa del contenedor y de la muestra seca, g
M_c	=	masa del contenedor, g
M_w	=	masa de agua ($M_w = M_{cws} - M_{cs}$), g, y
M_s	=	masa de las partículas sólidas ($M_s = M_{cs} - M_c$), g.

12. INFORME

12.1 Los formatos o las hojas para registrar los datos deberán contener lo siguiente:

12.1.1 La identificación de la muestra (material) que se está ensayando, con datos tales como número de la perforación, número de la muestra, número de la prueba, número del contenedor, etc.

12.1.2 El contenido de agua de la muestra lo más próximo a 1 % o 0,1 %, tal como sea apropiado con base en la muestra mínima que se esté utilizando. Si este método se usa junto con otro método, el contenido de agua de la muestra, se deberá reportar como el valor que exige el método de prueba mediante el cual esté siendo determinado el contenido de agua. Remítase a la ASTM D 6026 en lo referente a los dígitos significativos, especialmente si el valor obtenido por este método de ensayo va a usarse para calcular otras relaciones tales como el peso unitario o la densidad. Por ejemplo, si se desea expresar el peso unitario seco, lo más cercano a 0,1 lbf/f³ (0,02 kN/m³), puede ser necesario usar una balanza con un mayor grado de sensibilidad o usar una muestra más grande para obtener los dígitos significativos necesarios de la masa de agua, de tal manera que el contenido de agua pueda determinarse con los dígitos significativos requeridos. También, puede que sea necesario aumentar los dígitos significativos descritos en la ASTM D 6026, cuando se estén calculando las relaciones de fase que requieran cuatro dígitos significativos.

12.1.3 Se indica si la muestra de ensayo tenía una masa menor que el mínimo especificado en el numeral 8.2.

12.1.4 Se indica si la muestra de ensayo contenía más de un tipo de material (en capas, etc).

12.1.5 Se indica la temperatura de secado si es diferente de 110 °C ± 5 °C.

12.1.6 Se indica si algún material (tamaño y cantidad) fue excluido de la muestra de ensayo.

12.2 Cuando se registre el contenido de agua en forma de tablas, gráficos, etc., cualquier dato que no cumpla con los requisitos de este método, deberá hacerse notar: datos tales como los requerimientos relacionados con la masa, la balanza o la temperatura, o la exclusión de una parte del material de la muestra en estudio.

13. PRECISIÓN Y TOLERANCIA

13.1 TOLERANCIA

No existe un valor de referencia aceptable para este método; en consecuencia, no se puede determinar la tolerancia.

13.2 PRECISIÓN

13.2.1 Precisión de un operario único (Repetibilidad)

Se ha encontrado que el coeficiente de variación de un sólo operario es del 2,7 %. Por consiguiente, los resultados de dos pruebas llevadas a cabo por el mismo operario, y con el mismo equipo, no se deberían considerar como dudosas, a menos que difieran en más de 7,8 % de su media.

13.2.2 Precisión entre varios laboratorios (Reproducibilidad)

Se ha encontrado que el coeficiente de variación entre laboratorios es del 5,0 %. Por consiguiente, el resultado de dos pruebas llevadas a cabo por diferentes operarios, usando equipo diferente, no se deberían considerar dudosas, a menos que difieran en más de 14,0 % de su media.

14. PALABRAS CLAVE

14.1 Consistencia; propiedades índice; laboratorio; análisis de humedad; contenido de humedad; agregado sólido; contenido de agua.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. Philadelphia: ASTM, 1998, 5 p (ASTM D 2216).