

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

GUÍA DE LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE LOS SUELOS

Contenido

1. Resumen:	2
2. MARCO TEÓRICO	2
3. MATERIALES REQUERIDOS	3
3. OBJETIVO	5
4. PROCEDIMIENTO	5
4.1. Muestreo.....	5
4.2. Procedimiento.....	6
5. RESULTADOS	8
6. REFERENCIAS	9
7. RECOMENDACIONES	9

Lista de figuras

Figura 1. Espátula y tabla de mezclar	3
Figura 2. Recipiente de contracción.....	3
Figura 3. Probeta	4
Figura 4. Balanza	4
Figura 5. Aparato para determinar el cambio volumétrico del suelo Fuente:	5
Figura 6. Contracción de la muestra	7

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

1. Resumen:

En esta guía de laboratorio se establece un procedimiento en el que se remoldea completamente una muestra de suelo de grano fino con un contenido de agua que dé lugar a una consistencia similar a la del límite líquido. La pasta saturada se coloca en un recipiente de volumen conocido y se seca lentamente. Se determinan la masa y el volumen de la pastilla de suelo que se forma finalmente. Estas medidas se emplean para calcular las constantes del suelo., según la norma INVIAS E-127-13. También se encuentran descritos los instrumentos que se utilizaran y el proceso que se debe realizar para ejecutar la práctica. Se recomienda verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado con los instrumentos y por último dejar los elementos limpios y en orden después de utilizarlos.

2. MARCO TEÓRICO

Límite de contracción – Es el contenido máximo de agua, por debajo del cual un secado adicional no causa una disminución de volumen de la muestra de suelo, pero por encima de cual un incremento en el contenido de agua sí produce un aumento en el volumen de la masa de suelo

Relación de contracción – Es la relación entre un cambio dado de volumen, expresado como porcentaje del volumen seco, y el cambio correspondiente en su contenido de agua por encima del límite de contracción, expresado como un porcentaje del peso seco al horno.

Cambio volumétrico – Es la disminución de volumen de la masa de suelo, cuando se reduce el contenido de agua desde un porcentaje dado hasta el límite de contracción.

Contracción lineal – Es la disminución de la muestra de suelo en una sola dimensión, expresada como un porcentaje de la dimensión original, cuando el contenido de agua se reduce desde un porcentaje dado hasta el límite de contracción.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

3. MATERIALES REQUERIDOS

Vasijas de evaporación – De porcelana, de 115 mm (4½") y de 150 mm (6") de diámetro, aproximadamente.

Espátula – De unos 76 mm (3") de longitud y 19 mm (¾") de ancho.



Figura 1. Espátula y tabla de mezclar. Fuente: Propia



Figura 2. Recipiente de contracción. Fuente: Propia

Recipiente para contracción – Circular, de porcelana o de metal monel (aleación de níquel y cobre), de base plana y de aproximadamente 44.5 mm (1¾") de diámetro y 12.7 mm (½") de altura.

Regla de metal – De 150 mm (6") o más de longitud.

Cazuela (taza) de vidrio – De 57 mm (2¼") de diámetro y 25 mm (1") de altura, con bordes lisos y nivelados.

Placa de vidrio – Con tres patas metálicas salientes, para sumergir la muestra de suelo en mercurio.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	



Figura 3. Probeta (Fuente Propia)

Probeta – Con capacidad de 25 ml y graduada cada 0.2 ml.

Balanza – Con legibilidad de 0.1 g.



Figura 4. Balanza (Fuente Propia)

Horno – Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas constantes y uniformes hasta $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$).

Recipiente pando de vidrio – De, aproximadamente, 20x20x5 cm (8x8x2"), el cual se usará para contener derrames accidentales de mercurio.

Guantes de caucho.

Mercurio – Suficiente para llenar el recipiente de vidrio, hasta que rebose.

Agua destilada.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

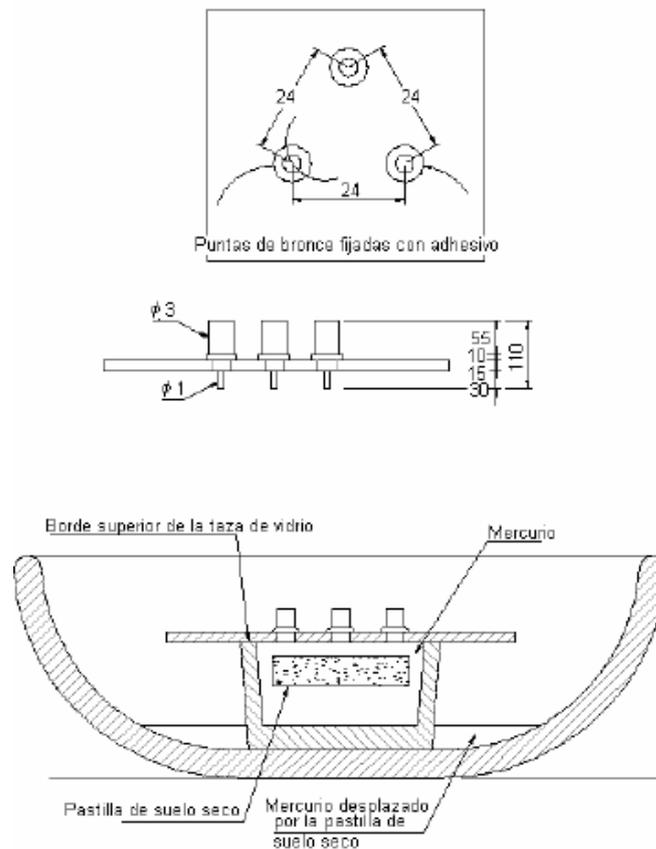


Figura 5. Aparato para determinar el cambio volumétrico del suelo Fuente: INVIAS E-127-13

3. OBJETIVO

Este ensayo tiene como propósito la obtención de datos por medio de los cuales se pueden calcular las siguientes constantes de los suelos: a) límite de contracción, b) relación de contracción, c) cambio volumétrico, d) contracción lineal. El método descrito implica el uso de mercurio

4. PROCEDIMIENTO

4.1. Muestreo

De una porción de material completamente mezclado que pase el tamiz de 425 μm (No. 40) se toma una muestra que pese aproximadamente 30 g, de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma INV E-106 o en la norma INV E-107.

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

4.2. Procedimiento

La muestra de suelo se coloca en la vasija de evaporación y se mezcla completamente con una cantidad de agua destilada suficiente para llenar completamente los vacíos del suelo y darle una consistencia lo suficientemente pastosa (un poco por encima del límite líquido por apreciación visual), como para que pueda ser fácilmente colocada en el recipiente para contracción. Es deseable usar la menor cantidad posible de agua que lleve la muestra a la consistencia deseada, con el fin de evitar que, si se trata de un suelo muy plástico, éste se agriete durante el proceso de secado.

Se reviste el interior del recipiente para contracción con una capa delgada de vaselina o cualquier grasa pesada, para evitar la adhesión del suelo al recipiente. Se determina y anota la masa en gramos del recipiente vacío (MT).

Se coloca el recipiente para contracción dentro del recipiente pando de vidrio, para recuperar cualquier derrame del mercurio. La capacidad del recipiente de contracción, la cual será también el volumen de la masa de suelo húmedo, se determina llenando el recipiente con mercurio hasta rebosar, eliminando el exceso mediante presión con la placa de vidrio sobre la parte superior del recipiente. Se debe vigilar que no queden burbujas de aire atrapadas entre la placa y el mercurio, y si quedan, se deberá repetir el proceso llenando de nuevo el recipiente. Se determina el volumen de mercurio contenido en el recipiente para contracción midiendo en la probeta graduada la masa de mercurio retenida en él o determinando en la balanza la masa del mercurio y dividiéndola por su densidad (13.55 g/cm³). Éste será el volumen de la masa de suelo húmedo (V).

Se coloca en el centro del recipiente para contracción una cantidad de suelo húmedo igual o cercana a la tercera parte del volumen de éste y se fuerza para que fluya hacia los bordes, golpeándola suavemente sobre una superficie firme y acolchonada por varias hojas de papel secante o un material similar. A continuación, se agrega una cantidad de suelo aproximadamente igual a la primera porción y se golpea el recipiente hasta que el suelo esté completamente compactado y todo el aire incluido haya sido expulsado. Se agrega más suelo y se continúan los golpecitos hasta que el recipiente se llene completamente y rebose por los lados. Se remueve el exceso de suelo en la superficie con la regla metálica y se limpia el que quede adherido a la superficie externa

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

del recipiente. Se pesa inmediatamente el recipiente de contracción con el suelo húmedo y se anota la masa obtenida (MW).



Figura 6. Contracción de la muestra (Fuente propia)

Se deja secar la masa de suelo al aire, hasta que el color de la misma cambie de oscuro a claro. Luego, se introduce en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$), hasta alcanzar masa constante. Si la masa de suelo seco no sufrió dicha alteración, se pesa con el recipiente y se anota la masa obtenida (MD).

El volumen de la masa de suelo seco (pastilla) se determina de la siguiente manera:

Se coloca la cazuela (taza) de vidrio dentro del recipiente pando. Se llena la cazuela con mercurio hasta rebosar, y el exceso de mercurio se remueve presionando firmemente la placa de vidrio con tres salientes metálicas, sobre la parte superior del recipiente, cuidando que no queden burbujas de aire atrapadas entre la placa y el mercurio. Cualquier porción de mercurio que quede adherida a la parte externa del recipiente se deberá limpiar cuidadosamente.

El recipiente lleno de mercurio se coloca en la vasija de evaporación de 150 mm (6"). En seguida, se coloca la pastilla de suelo seco sobre la superficie del mercurio (ella flotará). Empleando la placa de vidrio con las tres salientes, se fuerza cuidadosamente la pastilla para sumergirla dentro del mercurio, presionándola firmemente sobre el recipiente. Es esencial que no quede aire atrapado entre la placa y el mercurio y si ello ocurre se deberá repetir el proceso desde el paso anterior. El volumen de mercurio desplazado por la pastilla de suelo hacia la vasija de evaporación se mide en la probeta graduada y se anota como el volumen de suelo seco (V_0) o, alternativamente, determinando la masa del mercurio con aproximación a 0.1 g y calculando el volumen, usando la fórmula $V_0 = M/D$, donde M es la masa de mercurio desplazada, en gramos, y $D = 13.55 \text{ g/cm}^3$ (densidad del mercurio).

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

5. RESULTADOS

Se calcula la masa húmeda del suelo en el momento en que éste fue colocado en el recipiente para contracción (M):

$$M = M_w - M_T$$

Se calcula la masa de la pastilla de suelo seco (M_0) como:

$$M_0 = M_D - M_T$$

Se calcula el contenido de agua del suelo en el momento en que éste fue colocado en el recipiente (w), con la expresión:

$$W = \frac{M - M_0}{M_0} * 100$$

Se calcula el límite de contracción (LC), como un contenido de agua en relación con la masa de suelo seco, con la expresión:

$$LC = W - \left[\frac{(V - V^0) * \rho_w}{M^0} \right] * 100$$

Donde: ρ_w : Densidad del agua, aproximadamente igual a 1.0 g/cm³.

Se calcula la relación de contracción (R), por medio de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{M_0}{V_0 * \rho_w}$$

Se calcula el cambio volumétrico (CV) para un contenido de agua cualquiera (w_1), superior al límite de contracción, con la expresión:

$$CV = (w_1 - LC) * R$$

 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS	FORMATO DE PRÁCTICAS ACADÉMICAS	Código: GD-PR-010-FR-008	
	Macroproceso: Gestión Académica	Versión: 02	
	Proceso: Gestión de Docencia	Fecha de Aprobación: 04/10/2017	

Se calcula la contracción lineal (CL) para un contenido de agua cualquiera (w_1), superior al límite de contracción, con la fórmula:

$$CL = 100 * \left[1 - \sqrt[3]{\frac{100}{100 + CV}} \right]$$

6. REFERENCIAS

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Determinación de los factores de contracción de los suelos: I.N.V. E -127-13.

7. RECOMENDACIONES

Verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado al momento de manipular los equipos y materiales, dejar los elementos utilizados en la práctica limpios y en completo orden.