

# Salud y Seguridad Ocupacional

Educación Continua

Departamento de Salud Ambiental  
Kettering Laboratory  
160 Panzeca Way, Room 129  
Cincinnati, Ohio 45267-0056

(513) 558-1393

[trenchingsafety.com](http://trenchingsafety.com)

---

---

# Zanjas y Excavaciones Nivel Avanzado

Curso de 4 horas



# Contenidos

Sobre este curso .....	1
Puntos y lecciones principales .....	2
Definiciones de palabras claves .....	2
Cómo identificar peligros .....	5
Una Persona Competente .....	6
Clasificaciones de suelos .....	6
Pruebas de suelo .....	7
Programas de seguridad .....	7
Cómo reducir peligros.....	8
Protección contra derrumbes .....	9
Pautas para Marcados Uniformes Temporarias de las Instalaciones Subterráneas .....	10
Recursos Adicionales.....	11
Recurso adicional de OSHA: Clasificaciones de suelos para excavaciones .....	12
Hojas en blanco para notas .....	33

# Curso de Zanjas y Excavaciones Nivel Avanzado

## Sobre este curso

Este curso de perspectivas de campo ayudará a esas personas **con funciones de supervisión** y seguridad a desarrollar una comprensión profunda de los conceptos de seguridad de excavación y de zanjas a nivel avanzado, incluso la identificación y reducción de peligros, programas de seguridad, los papeles y las responsabilidades de una persona competente, y mecánicas de suelo. El curso incluirá una combinación de presentaciones por el instructor, y componentes interactivos. Este curso no certifica a trabajadores como personas competentes. Este material fue producido bajo la beca número SH-05166-SH9 de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), Departamento Laboral de EE.UU. No refleja las opiniones ni políticas del Departamento Laboral de EE. UU, ni tampoco la mención de marcas registradas, productos comerciales, u organizaciones implica su promoción por el Gobierno de EE.UU.

## Manera de presentación

Este curso será presentado por el instructor en persona.

## Prerrequisitos del curso

- Los participantes deben estar empleados por una compañía con menos de 250 empleados.
- Al tomar este curso, los participantes **están de acuerdo** en participar en una encuesta de seguimiento de 3 meses a través de Survey Monkey.

## Duración del curso

El mínimo de horas de **asistencia** del estudiante para este curso es 4 horas.

## Inscripción

Todos los participantes deben estar pre-registrados para este curso. Si usted necesita

ayuda para registrarse para la clase de hoy, por favor avise al instructor o personal del programa para que puedan ayudarle. Para recibir el certificado **de realización de** este curso, todos los participantes deben firmar el registro de asistencia, ubicado en la parte delantera de la sala, y completar un formulario de evaluación de fin de curso.

**Contacto:**

OSHA Educación Continua  
Departamento de Salud Ambiental  
Universidad de Cincinnati  
Teléfono: 513-588-1393  
Email: [oshaed@uc.edu](mailto:oshaed@uc.edu)

Sitio con recursos: [trenchingsafety.com](http://trenchingsafety.com)

1

## Lecciones principales del curso

### 1. Derechos del trabajador

- a. Un lugar de trabajo seguro
- b. Ciertas informaciones proveídas por el empleador
- c. Presentar quejas sobre la seguridad
- d. Recibir entrenamiento
- e. Participar en inspecciones por OSHA
- f. Negarse a realizar trabajo peligroso
- g. Examinar los archivos de OSHA
- h. Información sobre sustancias químicas peligrosas
- i. Registro médico
- j. Disputar el periodo de abatimiento
- k. Participar en procedimientos de ejecución
- l. Ser "informante" contra su empleador

## 2. Definiciones

- **Pendiente actual:** La pendiente a la cual se excava una cara de excavación.
- **Bancos:** Un método para proteger a los empleados contra derrumbes por excavar los lados de una excavación para formar uno o una serie de niveles o escalones.
- **Derrumbe:** La separación de una parte del suelo o la piedra del lado de una excavación... en una cantidad suficiente para atrapar, enterrar, o inmovilizar y lesionar a una persona de alguna manera.
- **Suelo Cementado:** Suelo en el que las partículas se mantienen juntas por alguna química, como por ejemplo el carbonato de calcio, tal que no puede ser molida una muestra del tamaño de una mano, ni las partículas individuales de suelo por presión del dedo.
- **Suelo Cohesivo:** Arcilla (suelo con granos finos), o suelo con contenido alto de arcilla, que tiene fuerza cohesiva. Suelo cohesivo no se desmorona, puede ser excavado con pendientes laterales verticales, y es plástico cuando está húmedo. Suelo cohesivo es difícil de quebrar cuando está seco, y exhibe cohesión significativa cuando está sumergido. Los suelos cohesivos incluyen limo arcilloso, arcilla arenosa, arcilla limosa, arcilla, y arcilla orgánica.
- **Soporte Cruzado:** Los **elementos** horizontales de un sistema de apuntalamiento, instalados perpendicularmente a los lados de la excavación, cuyos extremos se apoyan o en verticales o en las vigas.
- **Distrés:** El suelo está en tal condición que un derrumbe es inminente o muy probable de ocurrir. Se demuestra a través de fenómenos como el desarrollo de fisuras en la cara o en adyacentes en una excavación abierta; el hundimiento del borde de una excavación; el desplome de material de la cara o abultamiento o lanzamiento de material del fondo de una excavación; material astillándose de la cara de una excavación; y **desplomo**, lo que significa cantidades pequeñas de material, como piedritas o grumos de material separándose de repente de la cara de una excavación y rodando o cayendo hacia dentro de la excavación.
- **Suelo seco:** Suelo que no exhibe señales visibles de contenido húmedo.
- **Excavación:** Cualquier corte hecha por el hombre, cavidad, zanja, o depresión en la superficie de la tierra, formada por la remoción de tierra.

- **Cara:** Las superficies verticales o inclinadas del terreno, formadas como resultado de trabajo de excavación.
- **Fallo:** El rompimiento, desplazamiento, o deformación permanente de un miembro estructural o conexión, de tal forma que se ha reducido su integridad estructural y sus capacidades como soporte.
- **Fisurado:** Material de suelo que suele quebrarse en planos definidos de fractura, con poca resistencia, o un material que exhibe grietas abiertas, tal como grietas de tensión, en una superficie expuesta.
- **Suelo Granular:** Grava, arena, limo, (suelo con granos gruesos) sin o con poco contenido de arcilla. El suelo granular no tiene fuerza cohesiva. Algunos suelos granulares húmedos parecen exhibir cohesión. No se puede moldear suelo granular cuando está húmedo, y se desmorona (o deshace) fácilmente cuando está seco.
- **Atmósfera peligrosa:** Una atmósfera que puede causar daño, enfermedad, o muerte por causa de ser explosiva, inflamable, venenosa, corrosiva, oxidante, irritante, deficiente de oxígeno, tóxica, o peligrosa de otra manera.
- **Expulsión:** El relajamiento o fracaso accidental de un soporte cruzado.
- **Sistema de capas:** Dos o más tipos distintos de piedra o suelo, organizados en niveles. Se consideran con sistemas con capas los estratos de mica o planos debilitados de piedra o esquisto.
- **Pendiente Máxima Permitida:** La inclinación más pronunciada de una cara de excavación que es aceptable en las condiciones de terreno más favorables para proteger contra derrumbes, y se expresa como la proporción de distancia horizontal a subida vertical (H: V).
- **Suelo húmedo:** Una condición en la que el suelo parece y se siente húmedo. El suelo cohesivo húmedo puede ser moldeado fácilmente en una bola o arrollado en cuerdas finas antes de desmoronarse. El suelo granular húmedo que contiene algún material cohesivo exhibirá señales de cohesión entre las partículas.
- **Plasticidad:** Una propiedad de suelo que permite que sea deformada o moldeada sin quebrantarse o cambiar mucho de volumen.

- **Sistema de protección:** un método para proteger a los empleados de los derrumbes, de materiales que pueden caer o rodar de la cara de una excavación, o del colapso de estructuras adyacentes.
- **Suelo Saturado:** Un suelo en que los vacíos están llenos de agua. La saturación no requiere la filtración. La saturación, o casi saturación, puede ser necesario para el uso apropiado de instrumentos, como el penetrómetro de bolsillo o una **varilla medidora** (sheer vane).
- **Blindaje:** Una estructura que puede aguantar las fuerzas impuestas encima de ella por un derrumbe, y así protege a los empleados dentro de la estructura.
- **Apuntalamiento:** Una estructura, como un sistema de puntales de metal hidráulico, un mecánico, o de madera, que apoya los lados de una excavación y que es diseñada para prevenir derrumbes.
- **Exposición de Corto Plazo:** Un periodo menos de o igual a 24 horas que una excavación está abierta.
- **Pendiente:** Un método para proteger a los empleados al excavar para formar lados de una excavación que están inclinados hacia afuera de la excavación para prevenir derrumbes.
- **Sistema de clasificación de suelos:** Un método para categorizar suelos y depósitos de piedra en una jerarquía de Piedra Estable, Tipo A, Tipo B, y Tipo C, en orden de estabilidad decreciente. Las categorías son determinadas a través de un análisis de propiedades y características de comportamiento de los depósitos y de las condiciones ambientales de exposición.
- **Piedra Estable:** Material natural sólido de minerales que puede ser excavado con lados verticales y permanecer intacto mientras esté expuesto.
- **Rampa Estructural:** Una rampa hecha de **acero** o madera, normalmente usada para acceso de vehículos... Las rampas hechas de suelo o de piedras no son consideradas rampas estructurales.
- **Suelo Sumergido:** Suelo que está debajo del agua o del que se filtra agua libremente.
- **Sistema de soporte:** Una estructura, como puntales, apoyos, o soporte cruzado, la que

proporciona soporte a una estructura adyacente, una instalación subterránea, o los lados de una excavación.

- **Zanja:**

- Una excavación estrecha (con relación a la longitud) hecha bajo la superficie del suelo.
- Generalmente más profunda que ancha, pero no más que 15 pies de ancho en la parte inferior.
- También se puede hacer teniendo encofrados u otras estructuras dentro de una excavación.

- **Fuerza de compresión no confinada:** La carga por unidad de área en la que el suelo falla en compresión. Se puede determinar a través de pruebas de laboratorio, o estimando en el campo usando un penetrómetro de bolsillo, por pruebas de penetración de pulgar, u otros métodos.

- **Vertical:** Los **elementos** verticales de un sistema de puntales de zanja, colocados en contacto con el suelo, y posicionados normalmente para que los miembros individuales no se toquen.

- **Vigas:** **Elementos** de un sistema de apuntalamiento, colocados paralelos al frente de excavación, cuyos lados se apoyan contra los miembros verticales del sistema de apuntalamiento o terreno.

- **Suelo Mojado:** Suelo que contiene significativamente más humedad que suelo húmedo, pero en tal cantidad que el material cohesivo suma o empieza a fluir cuando hay vibración. Material granular que exhibe propiedades cohesivas cuando está húmedo pierde esas propiedades cohesivas cuando está mojado.

### 3. Cómo identificar peligros

- a. Utilidades subterráneas
- b. Acceso y salida
- c. Equipo & Tráfico Vehicular
- d. Atmósfera Peligrosa

- e. Acumulación de agua
- f. Estabilidad
- g. Comportamiento no seguro

#### 4. Una Persona Competente

- a. Alguien que sea capaz de identificar peligros existentes y predecibles en el ambiente... y que tenga la autoridad de tomar rápidas medidas correctivas para eliminarlos.
- b. Roles y Responsabilidades
  - Diseñar rampas estructurales usadas sólo por trabajadores
  - Monitorear las operaciones de extracción de agua.
  - La inspección antes de trabajar y durante el turno
  - Quitar a los trabajadores expuestos a un área peligrosa
  - Tomar medidas preventivas para la seguridad de los trabajadores
  - Examinar el terreno de <5 pies de excavaciones.
  - Examinar equipo dañado, usado en los sistemas de protección.
  - Clasificar y reclasificar suelos y piedras
  - Reducir la pendiente máxima basada en la sobrecarga.
  - Evaluar los efectos de sobrecarga.

#### 5. Clasificaciones de tierra

##### a. Tipo A

- Cohesivo con fuerza de compresión no confinada > 1.5 toneladas/pie cuadrado
- No perturbado (no común)
- Estable
- Cohesivo =Arcilla
  - i. Arcilla limosa
  - II. Arcilla arenoso
  - III. Suelo franco arcilloso
  - IV. Suelo franco arcilloso limoso
  - V. Suelo franco arcilloso arenoso
- Ningún suelo es del Tipo A si:
  - i. El suelo ha sido perturbado antes
  - II. El suelo está fisurado
  - III. El suelo está sometido a vibración por causa de tráfico pesado, el hincado de pilotes, u otros efectos similares.

##### b. Tipo B

- Cohesivo con fuerza de compresión no confinada entre 0.5 y 1.5 toneladas/pie cuadrado
    - Ya perturbado
    - Suelos granulares sin cohesión (piedra pulverizada)
    - Suelos que alcanzan los requisitos de fuerza de compresión no confinada o cementación para el Tipo A, pero que tienen fisuras o están sometidos a vibración; o
    - Piedra seca que no es estable; o
  - Material que hace parte de un sistema inclinado de niveles donde los niveles entran la excavación a una pendiente menos de 4 horizontal a 1 vertical (4H:1V), pero solo si el material se clasificaría de otro modo como Tipo B.
- c. Tipo C
- Cohesivo con fuerza de compresión menos de 0.5 toneladas/pie cuadrado
  - Granular
  - Gravas
  - Arena
  - Suelo sumergido o del cual el agua se filtra libremente

## 6. Pruebas de tierra

- a. Pruebas visuales, ¿es el suelo...?
- Granular
  - Gravas
  - Arena
  - Suelo sumergido o del cual agua se filtra libremente
- b. Pruebas manuales
- Fuerza seca
  - Prueba de lápiz
  - Penetración del pulgar
  - Penetrómetro de bolsillo

## 7. Programa de seguridad

- Análisis de Peligros Laborales (JHA por sus siglas en inglés)

- a. Pasos de trabajo
- b. Peligros potenciales
- c. Acciones críticas para reducir peligros
- d. Mínimo de Equipo de Protección Personal (EPP) requerido
- Inspeccionar para:
  - a. Peligros
  - b. Acceso y Salida
  - c. Espacios confinados
  - d. EPP
  - e. Organización
  - f. Fallo de sistemas protectores
  - g. Agua acumulada/humedad del suelo
  - h. Grietas, desplome, abultamiento

## 8. Reducir peligros

- Cómo ubicar y proteger utilidades
- Escaleras y rampas
- Sistemas de advertencia
- Pruebas atmosféricas
- Quitar agua
- Soporte para el suelo

## 9. Protección contra derrumbes

- a. Pendiente

### **Pendiente Máxima para los Tipos de Suelo o Piedra**

#### **(H: V) (1) Para excavaciones con menos de 20 pies de profundidad (3)**

VERTICAL (90°)

3/4:1 (53°)

1:1 (45°)

1 ½:1 (34°)

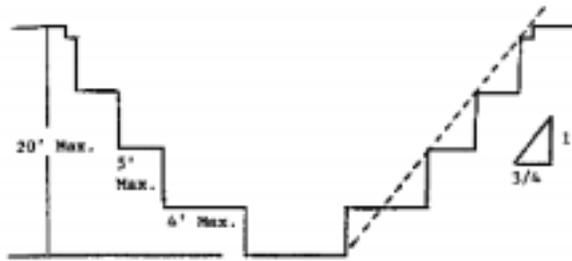
Tabla de OSHA

- b. Bancos

PIEDRA ESTABLE TIPO A (2) TIPO B



SIMPLE BENCH



MULTIPLE BENCH

c. Apuntalamiento



d. Blindaje (encajamiento)



# Pautas para Marcados Uniformes Temporarios de las Instalaciones Subterráneas

Adaptado del folleto recibido del Servicio de Protección de Utilidades de Ohio.

Llame 48 horas antes de cavar 1-800-362-2764 o 8-1-1

[OHIO811.org](http://OHIO811.org)

## **Uso de marcados**

Use marcados de superficie codificadas por color para indicar la ubicación y las rutas de líneas enterradas, con tinta o algo semejante. Marcas verticales codificadas por color (como una bandera o poste temporario) deben suplementar las marcas de superficie. Todas las marcas y señales deben indicar el nombre, iniciales, o logotipo de la compañía que es dueña o que opera la línea y la anchura de la instalación, si es mayor que 50 mm (2 pulgadas). Si se va a remover la superficie sobre la línea enterrada, se puede usar marcas de suplemento al lado. Las marcas de suplemento deben estar alineadas y tienen que indicar claramente la distancia específica a la que se encuentra la instalación en sí.

## **Ubicación de la zona de tolerancia**

Se debe excavar cualquier excavación dentro de la zona de tolerancia usando herramientas de mano hasta que se exponga la instalación marcada. La anchura de la zona de tolerancia puede ser especificada por ley o código. Si no, se requiere 500 mm (18 pulgadas) a cada lado de la instalación. La zona de tolerancia incluye la anchura de la instalación y 500 mm (18 pulgadas) a cada lado de la instalación, medida horizontalmente de lado a lado de la instalación.

## **Excavación propuesta**

Use marcas blancas para mostrar la ubicación y límite de una excavación propuesta. Marcas de superficie en las calles no deben ser mayores que 40 mm por 500mm (1 ½ pulgadas x 18 pulgadas). El color de la instalación puede ser añadido a banderas blancas o postes.

## **Sistemas de Atención única o "One-call"**

Se debe entrar en contacto con los sistemas de Atención única o "One-call" de prevención de daños antes de excavar para prevenir daños a instalaciones subterráneas.

## **Adoptar una codificación uniforme de colores**

Véase la próxima página

# Tabla de Codificación de Colores para Utilidades

ANSI standard Z53.1

**ROJO** Líneas eléctricas, Cables, Conducto y Cables de Luz

**AMARILLO** Gas, Óleo, Arroyo, Petróleo o Materiales gaseosas

**ANARANJADO** Líneas de comunicaciones, Alarmas, o Señales, Cables o Conducto

**AZUL** Agua Potable

**MORADO** Agua recuperada, irrigación, y tubería de lodo

**VERDE** Alcantarillado y tubería de drenaje

**ROSADO** Marcas temporarias de Agrimensura

**BLANCO** Excavación Propuesta

## Recursos adicionales

- Programa Nacional de Excavación y Zanjas  
<https://www.osha.gov/enforcement/directives/cpl-02-00-161>
- Sitio Web OSHA de Temas sobre la Salud y Seguridad en las Zanjas y la Excavación  
<https://www.osha.gov/SLTC/trenchingexcavation/>
- Sitio Web NIOSH sobre las Zanjas y la Excavación  
<https://www.cdc.gov/niosh/topics/trenching/>

## ¿Preguntas?

- Si usted tiene preguntas o necesita ayuda para encontrar recursos adicionales sobre Seguridad de las Zanjas y Excavación, por favor llámenos al:
  - (513) 558-1393
- Si usted está en peligro en su trabajo:
  - Contacte su supervisor: Hable con su supervisor
  - Llame a OSHA: 1-800-321-OSHA



## Clasificación de suelos para excavaciones

Número del Método: ID-194

Versión: 3.0

Reglamento OSHA: Los materiales de suelo que se excavan deben tener la pendiente apropiada o el soporte suficiente para fines de construcción y de seguridad. La regulación aplicable es 29 CFR Parte 1926, Subparte P - Excavaciones.<sup>1</sup> La 29 CFR Parte 1926, Subparte A, Apéndice A - Clasificación de tierra da un resumen de las especificaciones para clasificar tierra. Las instrucciones para la pendiente, el apuntalamiento, y los soportes de excavaciones están en 29 CFR Parte 1926, Subparte A, Apéndice B - Pendientes y Bancos. Este es un reglamento prescrito.

Procedimiento: Se recoge una muestra grande de suelo (material de tierra excavado) y se coloca en una bolsa de plástico transparente tamaño de un galón. Véase la Sección 2.3 para especificaciones detalladas sobre la colección, embalaje, y conformidad con los reglamentos del Servicio de Inspección de Salud de Animales y Plantas del Departamento de Agricultura de EE. UU. (USDA APHIS) sobre el envío de suelos y materiales de tierra. Se realizan varios análisis manuales y visuales, y se clasifica la muestra de suelo.

Tamaño mínimo de muestra: Dos libras, aproximadamente entre un tercio al medio de una bolsa de plástico tamaño de un galón.

Requisitos especiales: Véase la sección 2.4. Las preguntas sobre las muestras de excavación deben ser dirigidas al Centro Técnico de Salt Lake (SLTC) de OSHA. Para muestras enviadas desde fuera de los Estados Unidos contiguos, véase el Apéndice A.

Estatus: Procedimiento aprobado.

Noviembre 2001 Alan Peck Revisado marzo 2014 Don Halterman Revisado marzo 2019 Don Halterman

Equipo del Desarrollo de Métodos  
División Química del Higiene Industrial  
OSHA Centro Técnica de Salt Lake  
Sandy UT 84070-6406

<sup>1</sup> Excavations. *Code of Federal Regulations*, Part 1926, Subpart P. Title 29, 1989.

## 1. Discusión General

Para ayuda con problemas de accesibilidad en usar las figuras y dibujos presentados en este método, por favor entre en contacto con el Centro Técnico de Salt Lake (SLTC) al (801) 233-4900. Estos procedimientos fueron diseñados y probados para uso interno por el personal de OSHA. La mención del nombre de una compañía o producto comercial no constituye promoción de OSHA.

### 1.1 Información de fondo

#### 1.1.1 Historia

Cuando se crea una zanja u otra excavación en la tierra, la fuerza de gravedad se aplica para poner el material de la excavación en una configuración estable. Cuando las fuerza mecánicas y químicas que mantienen las paredes de una excavación en su lugar son menos de la fuerza de gravedad, se ocurre un derrumbe. Hay varios factores complejos que determinan la estabilidad de una excavación. En términos básicos, las partículas constituyentes del suelo y otros materiales de tierra pueden enlazarse a través de fuerzas químicas y mecánicas que resistan a la fuerza de gravedad. El enlace químico se refiere a las fuerzas químicas que enlazan partículas de suelo; tales enlaces pueden ser el resultado de carbonatos, óxidos de hierro, sales, agua, o hasta material orgánico. El enlace mecánico se refiere a las fuerzas físicas, como la fricción, que mantienen las partículas en su lugar. Se ha determinado empíricamente que el suelo, con la pendiente apropiada, resistirá a la fuerza de gravedad y permanecerá estable durante el periodo de excavación. El ángulo requerido de la pendiente depende de las propiedades del suelo en que se ha excavado.

Es crucial para la operación segura dentro y alrededor de una excavación que se evalúen las condiciones y estructura del suelo, por lo tanto, un requisito de excavación fue incluido en la normativa de construcción, la que fue una de las primeras divulgadas por OSHA en 1971.<sup>2</sup> En esa normativa, se clasificaron los suelos en tres tipos llamados filtrante, inestable, y compacto duro. Históricamente, estos términos no se entendían por lo general y fueron cambiados más tarde.

En una investigación de 1975, basada primariamente en una investigación de artículos de periódicos y otros datos disponibles en los archivos de OSHA, se estimó que más de 100 personas murieron por causa de derrumbes en excavaciones ese año.<sup>3</sup> Para responder a esa taza alta de incidencias, OSHA divulgó la normativa actual de excavación y tiene los siguientes requisitos:<sup>4</sup>

- 1) La clasificación de depósitos de suelo y piedra: Cada depósito de suelo y piedra se clasificará, por una persona competente, como Piedra Estable, Tipo A, Tipo B, o Tipo C de acuerdo con las definiciones descritas en 29 CFR 1926, Subparte P, Apéndice A.
- 2) Base de la clasificación: Se basará la clasificación de los depósitos en los resultados de por lo menos un análisis visual y por lo menos un manual. Esos análisis serán conducidos por una persona competente usando pruebas descritas en 29 CFR 1926, Subparte P, Apéndice A, o en otros métodos reconocidos de clasificación y pruebas de suelo, como por ejemplo esos adoptados por la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales, o el sistema de clasificación textural del Departamento de Agricultura de EE.UU.

<sup>2</sup> *Federal Register*, Vol. 36, No. 75, pp 7339-7410. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 20402-9328, April 17, 1971.

<sup>3</sup> Thompson, L.J.; Tanenbaum, R.J. *Excavations, Trenching and Shoring: The Responsibility for Design and Safety*; Project Number RF-3177 for Department of Civil Engineering Texas A&M University College Station, Texas 77843, TX, 1975, pp 50-55.

<sup>4</sup> *Federal Register*, Vol. 54, No. 209, pp 45893-45992. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 20402-9328, October

3) Análisis visual y manual: Los análisis visuales y manuales, como esos anotados como aceptables en 29 CFR 1926, Subparte P, Apéndice A, serán diseñados y conducidos para proveer suficientes informaciones cuantitativas y cualitativas, como sea necesario, para identificar correctamente las propiedades, factores, y condiciones afectando la clasificación de los depósitos.

4) Sistemas con capas: En un sistema con capas, el sistema será clasificado de acuerdo con su capa más débil. Sin embargo, cada capa puede ser clasificada individualmente donde una capa más estable se encuentra debajo de una capa menos estable.

5) Reclasificación: Si, después de clasificar un depósito, las propiedades, factores, o condiciones afectando su clasificación cambien de cualquier modo, los cambios serán evaluados por una persona competente. El depósito será reclasificado como sea necesario para reflejar las circunstancias cambiadas.

Durante la creación de los reglamentos en 1989, OSHA utilizaba mucho el sistema de clasificación desarrollado en 1982 por la Oficina Nacional de Normativas (ahora el Instituto Nacional de Normativas y Tecnología - NIST). OSHA también usaba las normativas ASTM y comentarios públicos de organizaciones industriales. La normativa de 1989 introdujo términos nuevos para la clasificación. Los términos nuevos son cohesivos, granular sin cohesión, granular, y cementado. Además de estas referencias fundamentales, SLTC usó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo<sup>5</sup>, El Manual de Campo de Geología para Ingeniería, de la Oficina de Reclamación de EE.UU.<sup>6</sup>, y otros documentos en el desarrollo de este método.<sup>7,8,9,10</sup>

El Método OSHA ID-194 fue desarrollado para enfatizar las propiedades de ingeniería y de comportamiento de suelo, y es consistente con los objetivos y requisitos de los reglamentos OSHA de excavación de 1989. La mayor parte de las pruebas publicadas en este método son los mismos análisis visuales y manuales que una persona competente debe completar en el sitio de excavación.

Se hicieron apenas cambios pequeños al método para la Versión 2.0. En marzo de 2014, el Servicio de Inspección de Salud de Animales y Plantas del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA APHIS) impuso nuevos requisitos para la esterilización de suelos. Para prevenir la introducción y propagación de organismos dañinos o invasivos al ambiente local, el SLTC fue requerido entonces a esterilizar todas las muestras de suelos a una temperatura mínima de 110°C por un mínimo de 16 horas. Todas las referencias previas al secado inicial de una muestra fueron cambiadas de 60°C a 110°C para satisfacer los requisitos nuevos y mantener un permiso de USDA APHIS.

<sup>5</sup> U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation. *Earth Manual, Part 1, 3d ed*, Earth Sciences and Research Laboratory Geotechnical Research Technical Service Center, Denver, CO, 1998, pp 1-4.

<sup>6</sup> U.S. Bureau of Reclamation. *Engineering Geology Field Manual*, Volume 1, 2d ed. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 2001, Chapter 3.

<sup>7</sup> Dunn, I.S. *Fundamentals of Geotechnical Analysis*; John Wiley & Sons, Ltd.; West Sussex, U.K., 1980; p 33.

<sup>8</sup> *Compendium 13 Slopes: Analysis and Stabilization*, p 141; National Academy of Sciences, U.S. Government Printing Office: Washington, DC, 1980.

<sup>9</sup> Wilun, Z.; Starzewski, K. *Mechanics in Foundation Engineering*; Surrey Press/450 Edgeware Rd. London: U.K., 1972; p 77.

<sup>10</sup> Deere, D.U.; Miller, R.P. *Engineering Classification and Index Properties of Intact Rock*, Technical Report No. AFWL-TR-65-116 for Air Force Weapons Laboratory Research and Technology Division Air Force Systems Command: Kirtland Air Force Base, NM, 1966.

Se han hecho varios cambios de estilo y contenido a la versión 3.0 de este método. El formato se ha cambiado para mantenerse consistente con el estilo de otras publicaciones de método OSHA. Detalles adicionales sobre la historia y más estadísticas se han añadido.

Informaciones más explícitas sobre los requisitos USDA APHIS han sido incluidos. La versión 3.0 también provee más detalles sobre la colección de muestras y los pasos de un análisis de laboratorio. También se han añadido algunas fotos explicativas. El cambio más significativo es la eliminación de la clasificación textural de los resultados analíticos. Esta clasificación textural fue sólo descriptiva y no usada en la clasificación de muestras de suelo para propósitos de cumplimiento de reglamentos; por lo tanto, se ha borrado.

#### 1.1.2 Efectos peligrosos (Esta sección es sólo para informarse, y no debe ser entendida como la base para las políticas OSHA)

El trabajo de zanjas y excavación presenta peligros serios a todos los trabajadores involucrados. Los derrumbes son el mayor riesgo y es más probable que de ellos se resulten muertes de trabajadores que de otros incidentes relacionados a la excavación. Otros peligros potenciales asociados a las zanjas incluyen cargas cayéndose, peligros atmosféricos, y peligros de equipos móviles.<sup>11</sup> No hay advertencia fiable antes de que se caiga una excavación; las paredes pueden desmoronarse de repente, y los trabajadores no tendrán tiempo de escapar.<sup>12</sup>

Una yarda cúbica de suelo puede pesar hasta 3000 libras, lo que puede aplastar o ahogar a los trabajadores.<sup>13</sup> La muerte por asfixia o ahogo puede ocurrir si el empleado está enterrado. Las lesiones no fatales potenciales del derrumbe de una excavación incluyen contusiones y fracturas. El ahogamiento puede ocurrir cuando el derrumbe de una excavación está combinado con tubería quebrada u otras maneras de inundación.

#### 1.1.3 Exposición en el lugar de trabajo

Las zanjas y la excavación tienen lugar durante una gran variedad de actividades de empleo, incluso la construcción de líneas de agua, alcantarillado, tubería, y líneas eléctricas, y para el propósito de instalar y reparar cementaciones y otros elementos estructurales.<sup>14</sup> Tal actividad suele ser de duración corta, después de la cual suele rellenar la excavación.

Desde 1992 a 2001, con los datos del Censo de Lesiones Ocupacionales Fatales de la Oficina de Estadísticas Laborales se identificaron 542 muertes asociadas a las zanjas y la excavación, excluyendo datos de la Ciudad de Nueva York. Los totales anuales oscilaban entre un mínimo de 44 en 1993 a un pico de 65 en 1996, con un promedio de 54 muertes por año. Los derrumbes fueron la causa del 76% de las muertes.<sup>15</sup> Además, un análisis de datos de OSHA de 1997 a 2001 muestra que el 64% muertes en zanjas ocurren a profundidades de menos de diez pies.<sup>16</sup>

<sup>11</sup> *Trenching and Excavation Safety, Publication 2226-10R*; U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration (OSHA), U.S. Government Printing Office: Washington, DC, 2015.

<sup>12</sup> Lentz, T.J.; Afanuh, S.; Gillen, M. *Workplace Solutions Protecting Worker Deaths from Trench Cave-Ins*, 2011. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Web site.

<https://www.cdc.gov/niosh/docs/wp-solutions/2011-208/pdfs/2011-208.pdf> (accessed March 2019).

<sup>13</sup> Deatherage, J.H.; Furches, L.K.; Radcliffe, M.; Schriver, W.R.; Wagner, J.P. *Neglecting Safety Precautions May Lead to*

Trenching Fatalities. *Am J Ind Med*, **2004**, 45(6), 522-527.

<sup>14</sup>Boone, J.L.; Broderick, T.A.; Casini, V.J.; Storms, C. Occupational Fatalities During Trenching and Excavation Work – United States, 1992-2001. *Morb Mortal Wkly Rep*, **2004**, 53(15), 311-314.

<sup>15</sup>NIOSH analyses of the Bureau of Labor Statistics' Census of Fatal Occupational Injuries special research file; U.S. Department of Health and Human Services, CDC, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Morgantown, West Virginia, 2004.

4 de 21

De 2000 a 2009, 350 trabajadores murieron en derrumbes en zanjas o excavaciones. Eso representa un promedio de 35 muertes por año.<sup>17</sup> En noviembre de 2016, OSHA publicó datos indicando que entre 2012 y 2015 había 33 lesiones y 45 muertes relacionadas a zanjas registradas.<sup>18</sup>

Un Análisis Regulatorio de 29 CFR 1926, Subparte P – Excavaciones, conducido en marzo de 2007, encontró que “Hay una necesidad continua para la normativa... aunque la normativa ha mejorado la seguridad, todavía se necesita, dada la ocurrencia de muertes relacionadas, la mayoría de las cuales resultan de violaciones de la normativa.”<sup>19</sup>

#### 1.1.4 Propiedades físicas y otras informaciones descriptivas

Los tipos de suelos y las clasificaciones estructurales definidos en el Apéndice A del reglamento se basan en las condiciones de sitio, y también en la estructura y composición de los depósitos de tierra. El Apéndice A contiene definiciones, describe requisitos y las pruebas visuales y manuales aceptables para usar en la clasificación de suelos en excavaciones. El sistema de clasificación de suelo refiere a un método para categorizar depósitos de suelo y piedra en una jerarquía de Piedra Estable, Tipo A, Tipo B, y Tipo C, en orden de estabilidad decreciente. Para los propósitos de este reglamento y el funcionamiento de este método, “excavación” significa cualquier corte hecho por el hombre, cavidad, zanja, o depresión en la superficie de la tierra, formado por la remoción de tierra.

Se evalúan los suelos como cohesivos, granulares, granulares sin cohesión, o cementados, además de evaluarse como Piedra Estable, Tipo A, Tipo B, o Tipo C.

Piedra Estable: material natural sólido de minerales que puede ser excavado con lados verticales y permanecer intacto mientras está expuesto. Las excavaciones hechas en piedra tienen que ser evaluadas en sitio. Esta determinación no se puede hacer en el SLTC.

Tipo A refiere a suelos con una fuerza de compresión no confinada de 1.5 toneladas por pie cuadrado (TSF) (144 kPa) o más. Los suelos cementados, como caliche, se consideran del Tipo A. Sin embargo, ningún suelo es del Tipo A si:

- i. El suelo está fisurado; o
- II. El suelo está sometido a vibración de tráfico pesado, el hincado de pilotes, o efectos similares; o
- III. El suelo ha sido perturbado antes; o
- IV. El suelo hace parte de un sistema inclinado con capas donde las capas entran en la excavación a una pendiente de cuatro horizontal a 1 vertical (4H:1V) o más; o
- v. El material está sometido a otros factores que requieren que se clasifique como material menos estable.

<sup>16</sup>Arboleda, C.A.; Abraham, D.M. Fatalities in Trenching Operations — Analysis Using Models of Accident Causation. *J Const Eng Mgmt*, **2004**, 130(2), 273-280.

<sup>17</sup>Census of Fatal Occupational Injuries (2000-2009); U.S. Bureau of Labor Statistics, U.S. Government Printing Office:

Washington, DC, 2010.

<sup>18</sup> OSHA News Release – Region 5. OSHA investigates trench collapse after 28-year-old worker becomes 13<sup>th</sup> worker injured while working underground in 2016, 2016. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Web site.

[https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=NEWS\\_RELEASES&p\\_id=33444](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=NEWS_RELEASES&p_id=33444) (accessed March 2019).

<sup>19</sup> *Regulatory Review of 29 CFR 1926, Subpart P: Excavations, Pursuant to Section 610 of the Regulatory Flexibility Act and Section 5 of Executive Order 12866*; Occupational Safety and Health Administration (OSHA), U.S. Government Printing Office: Washington, DC, 2007.

5 de 21

Tipo B significa:

- i. Suelo cohesivo con una fuerza compresiva no confinada mayor de 0.5 TSF (48 kPa) pero menos de 1.5 TSF (144 kPa); o
  - II. Suelos granulares sin cohesión, incluso: grava angular (semejante a piedra molida).
  - III. Suelos previamente perturbados, excepto esos que de otro modo serían clasificados como suelo de Tipo C.
- IV. Suelo que satisface los requisitos de fuerza de compresión no confinada o cementación del Tipo A, pero que es fracturado o sometido a vibración; o
  - v. Piedra seca que no está estable; o
- vi. Material que hace parte de un sistema inclinado con capas donde las capas entran la excavación a una pendiente de menos de cuatro horizontal a un vertical (4H:1V), pero sólo si el material sería clasificado de otro modo como Tipo B.

Tipo C significa:

- i. Suelo cohesivo con una fuerza de compresión no confinada de 0.5 toneladas/pie cuadrado (48 kPa) o menos; o
  - II. Suelos granulares, incluso grava y arena; o
  - III. Suelo sumergido o suelo del cual agua se filtra libremente; o
  - IV. Piedra sumergida que no está estable; o
- v. Material en un sistema inclinado con capas donde las capas entran la excavación a una pendiente de cuatro horizontal a un vertical (4H:1V) o más empinado.

Suelo cohesivo significa arcilla, o suelo con contenido alto de arcilla, que tiene fuerza cohesiva. Suelo cohesivo no se desmorona, puede ser excavado con paredes verticales, y está plástico cuando está húmedo.

Suelo granular significa grava, arena, o limo con poco o ningún contenido de arcilla. El suelo granular no tiene fuerza cohesiva, aunque algunos suelos granulares húmedos parecen exhibir cohesión. El suelo granular no puede ser moldeado cuando está húmedo y se desmorona fácilmente cuando está seco.

Suelo granular sin cohesión significa suelo que contiene menos de 85% de arena y grava<sup>20</sup>, pero que no contiene suficiente arcilla para ser moldeado.

Suelo cementado significa un suelo en que las partículas están pegadas por alguna química, tal que una muestra del tamaño de una mano no puede ser pulverizada, ni tampoco partículas individuales del suelo por presión de un dedo. Suelos cementados son un caso especial. Suelen estar demasiado secos para hacer la prueba de fuerza de compresión no confinada, pero si están cementados y no fisurados, y no sometidos a otros

factores que requieren la clasificación como material menos estable, se clasifican como Tipo A.

El código IMIS asociado con la clasificación de suelo es S777.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> U.S. Bureau of Reclamation. *Engineering Geology Field Manual*, Volume 1, 2d ed. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 2001, Chapter 3.

<sup>21</sup> Soil (Excavation) (OSHA Occupational Chemical Database), 2018. United States Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) Web site. <https://www.osha.gov/chemicaldata/chemResult.html?recNo=943> (accessed March 2019).

6 de 21

## 2. Procedimiento de Muestras

Todas las prácticas de seguridad que se aplican en el área de trabajo deben ser seguidas.

### 2.1 Aparato

Una pala u otro medio para obtener una muestra representativa.

Bolsas de plástico de un galón resellables.

Cinta adhesiva impermeable

### 2.2 Catalizador

Ninguno requerido

### 2.3 Técnica

Una muestra grande de suelo (material de tierra excavado) se recoge y se pone en una bolsa de plástico transparente. Tenga cuidado de no quebrar los grumos. El tamaño mínimo de una muestra es 1 kilogramo (aproximadamente 2 libras), lo que es aproximadamente entre un tercio a medio de una bolsa de plástico transparente de un galón.

Obtenga una muestra representativa para cada capa de suelo en la excavación, de cualquier manera, segura.

Ponga la muestra dentro de una bolsa de plástico hermético y selle a lo largo de la abertura con cinta impermeable. Ponga esta bolsa dentro de una segunda bolsa de plástico hermético, y de nuevo selle a lo largo de la abertura con cinta impermeable. Coloque Formulario OSHA-21 en el sello horizontalmente. La Figura 2.3 muestra una muestra de excavación apropiadamente empaquetada,

cerrada, y etiquetada.

Entregué la muestra y el asociado Formulario OSHA-91A para análisis. Código de pedido IMIS S777 para análisis de suelo por Método OSHA ID 194. No ponga el Formulario OSHA-91A o cualquier otra documentación acompañante dentro de la bolsa de muestra con el suelo. El Código IMIS S777 incluye todas las pruebas



prescritas en el reglamento, tanto como una gradación cuantitativa para determinar el contenido de arena y grava, como fue descrito en Sección 3, Procedimiento Analítico. En SLTC no se realizan pruebas de humedad cuantitativa ni de densidad relativa en los suelos.

#### 2.4 Consideraciones especiales

El Servicio de Inspección de Salud de Animales y Plantas (APHIS) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) regula el traslado de pesticidas de planta y otros organismos dañinos. El Centro Técnico de Salt Lake de OSHA (SLTC) mantiene los Permisos para Recibir Suelos, de acuerdo con el 7 CFR Parte 330.

7 de 21

Ya que organismos potencialmente dañinos pueden estar presentes en una muestra mandada de cualquier de los 50 estados o territorios de EE.UU., el SLTC concordó con el USDA APHIS en seguir dos protocolos específicos como parte del acuerdo de permisos. Primero, el SLTC esteriliza todas las muestras de excavación. Segundo, es imperativo que los Oficiales de Cumplimiento de Seguridad y Salud (oficiales de conformidad o CSHOs) empaqueten y sellen todas las muestras, conforme ya descrito en este procedimiento. Una muestra que está goteando, o que se rompió en tránsito, o que está empaquetada de forma que presente algún riesgo de exposición, será esterilizada inmediatamente, desechada, y se la anotará como "No Analizada."

Cualquier muestra enviada desde fuera de los Estados Unidos contiguos (OCONUS) debe ser empaquetada conforme las instrucciones descritas en este método, y además debe incluir una copia del permiso de suelo actual y tener el USDA PPQ Formulario 550 adjuntado afuera del recipiente. Véase Apéndice A para instrucciones de cómo obtener un permiso actual e instrucciones detalladas en cómo mandar muestras desde fuera de los Estados Unidos contiguos.

OSHA SLTC no puede hacer una determinación de Piedra Estable. Esto se debe hacer en el sitio de la excavación por observación de las paredes de excavación y los factores ambientales actuales, de acuerdo con el reglamento. Fragmentos de piedra mayores que aproximadamente 7 cm (3 pulgadas) enviados al SLTC serán registrados como Granulares Sin Cohesión, Tipo B. Fragmentos de piedra igual o menor de aproximadamente 7 cm (3 pulgadas) serán registrados junto con el componente de grava de la muestra. Se analizan todas las muestras como son recibidas en el SLTC. Los analistas no están conscientes de las condiciones del sitio, como las sobrecargas o si el suelo fue sometido a vibración. Por lo tanto, el analista SLTC puede registrar un tipo de suelo que es correcto basado en el análisis de laboratorio, pero el que tendría que cambiar o modificar el oficial de cumplimiento basado en las condiciones observadas durante la inspección. Por ejemplo, el analista puede registrar una muestra de suelo como Cohesivo, Tipo A, pero el oficial de cumplimiento notó hincados de pilotes por cerca durante la inspección, entonces el oficial puede reclasificar el material como Cohesivo, Tipo B, porque el material fue sometido a vibración.

Utilice precauciones de seguridad universales mientras obtiene las muestras de excavaciones donde puede haber peligros químicos o biológicos. No entregue al SLTC muestras que están obviamente contaminadas química- o biológicamente. Se debe anotar en el Formulario OSHA-91A cualquier posibilidad de exposición química o biológica para el personal que recibe las muestras y

para el personal de análisis.

### 3. Procedimiento Analítico

#### 3.1 Aparato

Sartenes metales numerados, aproximadamente 13 cm A x 23 cm L (5 pulgadas A x 9 pulgadas L), usadas como sartenes de secado.

Tazones metales numerados de por lo menos 2 L de capacidad, usados para el análisis de gradación.

Hornos ventilados de aire forzado que secarán las muestras a 110°C

Una balanza de laboratorio con capacidad de por lo menos 3 kg y con legibilidad de 0.1g. En SLTC se usa una Ohaus Adventurer.

8 de 21

Un penetrómetro de esfera con una legibilidad de 0,1 TSF. Se utiliza un penetrómetro de bolsillo Gilson Geotester en SLTC.

Espátula para cortar grumos.

Navaja para abrir las bolsas de las muestras.

Cepillo de alambre para limpiar las cacerolas y los tazones de secado.

Cepillo de cerdas suaves para la limpieza de los tamices.

Etiquetas de muestra en blanco, con barra de escala de 1 pulgada.

Regla.

Marcadores permanentes para escribir las etiquetas de muestra.

Cámara digital para fotografiar las muestras.

Mortero con punta de goma para separar los grumos de suelo para pruebas de plasticidad.

Suficientes guantes para proteger la piel de la abrasión, para usarlos según sea necesario.

Guantes para manipular sartenes y tazones calientes, para usarlos según sea necesario.

Lavar las botellas.

Termómetro digital con sonda, para medir la temperatura de la muestra.

Rejilla de alambre de 3 pulgadas

Los siguientes tamices de prueba estándar de Estados Unidos/EE. UU., especificaciones ASTM E-11, de 8 pulgadas de diámetro:

Malla No. 4, con tapa, 4.75 mm (0,187 pulgadas), para análisis de gradación.

Malla No. 6, 3.35 mm (0.132 pulgadas), para separar material más grande durante el tamizado húmedo (opcional).

Malla No. 40, 425  $\mu\text{m}$  (0.0167 pulgadas), para separar la fracción de suelo más fina para el remodelado de la prueba de plasticidad.

Malla No. 200, 75  $\mu\text{m}$  (0.0029 pulgadas), tamiz húmedo de lados altos para lavar.

Malla No. 200, con bandeja colectora, 75  $\mu\text{m}$  (0.0029 pulgadas), para análisis de gradación.

### 3.2 Reactivos

Agua Destilada

Ácido clorhídrico (HCl), [CAS no. 7647-01-0], grado reactivo.

9 de 21

Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), [CAS no. 64-17-5], grado reactivo.

Se utiliza una solución de ácido clorhídrico en agua destilada al 50% (v/v) de ácido clorhídrico/agua para determinar la cementación de carbonatos.

La solución de esterilización con una concentración mínima del 70% (v/v) (etanol/agua) se utiliza para esterilizar herramientas y superficies expuestas a una muestra de suelo antes de que se seque.

### 3.3 Preparación de la muestra

No se requiere preparación de muestras. Todas las muestras se analizan tal como se reciben.

### 3.4 Análisis

3.4.1 El análisis consiste en abrir la muestra, fotografiarla y hacerle la prueba de la resistencia a la compresión ilimitada, la prueba de plasticidad natural (cohesividad), observando las características físicas de la muestra, pruebas de **fisura**, secado y esterilización **de la** muestra y gradación.

- **Abra la muestra:**

Las muestras con olores de aguas residuales o de destilados de petróleo, o condiciones similares, pueden constituir un problema de salud o seguridad. Siga el plan de higiene química del laboratorio.

Si se encuentra alguna forma de organismo vivo -incluido, pero no limitado a hormigas, arañas, escarabajos o nematodos- elimine inmediatamente el organismo, luego retenga y aisle la muestra por cualquier medio necesario. En tales casos, puede ser necesario comunicarse con el representante local del USDA APHIS.

Genere una hoja de trabajo de clasificación de suelos en la que **deberán** registrarse los datos y observaciones de las pruebas que se indican a continuación. Se incluye un ejemplo de hoja de trabajo en el Apéndice B:

Hoja de trabajo analítico, OSHA ID-194, Clasificación de Suelos.

Anote el identificador de la muestra de laboratorio en la etiqueta de la muestra.

Seleccione una bandeja de secado y anote el número de bandeja de secado.

Rompa el sello y abra la muestra. Use un cuchillo de uso general para abrir la bolsa si es necesario.

Transfiera la muestra a la bandeja de secado. Si toda la muestra no cabe en la bandeja de secado, seleccione una alícuota representativa.

Coloque la etiqueta de la muestra encima de la muestra de modo que el identificador de la muestra y la barra de escala de 1 pulgada sean claramente visibles. Ver figura 3.4.1.1.

10 de 21

● **Fotografíe la muestra:**

Tome una fotografía en color de la muestra con una cámara digital para documentar algunas de sus características visuales. Registre que se tomó la fotografía. Asegúrese de que la fotografía sea representativa de la muestra y que sus

características como arena suelta, grava, grumos de suelo y suelo fino sean claramente visibles. La figura 3.4.1.1 muestra una fotografía ideal con el material excavado, llenando el marco de la foto y el identificador de la muestra de laboratorio claramente visible.

Figura 3.4.1.1. Foto ideal de una muestra de excavación.



• **Pruebe la muestra para determinar la resistencia a la compresión no confinada:**  
Inmediatamente después de tomar una fotografía, pruebe la resistencia a la compresión

ilimitada de la muestra. Seleccione un grupo o grupos adecuados, si están disponibles. Un grupo adecuado tendrá aproximadamente 7 cm (3 pulgadas) o más de diámetro y generalmente tendrá una forma redondeada. El grupo debe ser lo suficientemente suave como para cortarlo limpiamente con una espátula y no tan seco como para que se desmorone al cortarlo. El resultado deseado después de cortar el grupo debe ser al menos la mitad con una cara plana adecuada para la prueba del penetrómetro. Las Figuras 3.4.1.2 y 3.4.1.3 muestran un grupo de tamaño y textura adecuados que se está probando con un penetrómetro.

Ponga en cero el reloj del penetrómetro y tome un mínimo de tres lecturas en las caras del interior del grupo recién expuesto. Esto se logra presionando la cara plana del cilindro del penetrómetro contra una cara plana recién cortada del grupo de suelo, manteniéndola perpendicular a la cara expuesta y presionando lenta y constantemente hasta que el cilindro haya penetrado hasta el anillo indicador que está grabado en el cilindro. Deje de presionar y lea el valor directamente desde el reloj del penetrómetro. Anote el valor en TSF en la hoja de trabajo analítico. Ponga a cero el penetrómetro entre cada lectura. Anote hasta seis valores.

Calcule el promedio de los valores; redondee a un decimal y anote este valor.



Figura 3.4.1.2. Cara plana de la muestra lista para probar. Figura 3.4.1.3. Prueba con penetrómetro.

11 de 21

No siempre es posible obtener un grupo de tamaño o textura adecuados para una prueba confiable de penetrómetro. Si este es el caso, tenga en cuenta que la resistencia a la compresión no confinada no está disponible. También tenga en cuenta una de las siguientes razones por las que la lectura no estaba disponible:

**No hay disponibles grumos del tamaño adecuado:** esta declaración se aplica si los grumos en la muestra eran demasiado pequeños para la prueba, o si la muestra consistía en tierra fina o arena.

**El material estaba muy seco o era demasiado difícil de cortar limpiamente con una**

**espátula:** Esta afirmación se aplica si la muestra fue demasiado difícil de cortar con una espátula, se desmoronó al cortarla o si contenía tanta grava que no se pudo cortar de manera uniforme.

**El material se desmoronó cuando se probó con el penetrómetro:** A veces la muestra se puede cortar limpiamente, pero aún puede desmoronarse o fracturarse cuando se presiona el penetrómetro contra ella, lo que impide una lectura confiable.

**El material filtraba agua libremente:** Una muestra que filtra agua libremente no proporcionará casi ninguna resistencia al penetrómetro, dando valores cercanos a 0 TSF. Una muestra es de tipo C si se filtra agua libremente.

Nota: Parte de la definición de suelo Tipo A es que el material debe tener una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual a 1.5 TSF; por lo tanto, si no se puede obtener una lectura por alguna de las razones anteriores, el analista no puede clasificar el material como un Tipo de suelo A.

• **Probar la muestra de su plasticidad natural (cohesión):**

Inmediatamente después de probar la resistencia a la compresión no confinada, pruebe la plasticidad natural en la muestra tal como se recibió. Tome una porción del material y enróllelo en una bola que tenga un diámetro de aproximadamente media pulgada, si es posible. Intente enrollar la muestra en un hilo de 3 mm (1/8 pulgadas) de diámetro y al menos 5 cm (2 pulgadas) de largo. Si se crea un hilo del tamaño correcto, tome el hilo y sosténgalo por un extremo. Si se mantiene unido, pasa la prueba y se clasifica como plástico y cohesivo. Si se rompe, no pasa la prueba. Anote los resultados de la prueba de plasticidad natural. Tenga en cuenta que algunos materiales limosos o arenosos pueden enrollarse en un hilo, pero ese hilo puede no permanecer intacto cuando se sostiene verticalmente por un extremo.

• **Tenga en cuenta las características físicas de la muestra:**

A continuación, anote las características observadas de la muestra. Con algunas excepciones, la mayoría de estas observaciones no se utilizan en el análisis final de la estructura y el tipo de suelo. Más bien, apoyan cualquier observación que hizo el oficial de cumplimiento y brindan una descripción general del material para el registro. Los detalles de cada característica se explican a continuación.

**Materia vegetal:** Anote si la muestra contiene materia vegetal. Esto incluye hojas, césped, flores, vainas de semillas y otras partes de la planta. Esta es una evaluación cualitativa.

**Material extraño que no es del suelo:** Anote si la muestra contiene desechos de fábrica. Esta es una categoría amplia que incluye vidrio, ladrillo, asfalto, accesorios de metal y cualquier otro artículo sintético que no sea tierra, piedra, planta o materia animal. La presencia de tales materiales apoya la premisa de que el suelo fue previamente alterado. Esta es una evaluación cualitativa.

**Fragmentos de piedra > 3 pulgadas:** Anote si la muestra contiene fragmentos de piedra de aproximadamente de más de 7 cm (3 pulgadas) de diámetro. Deje los fragmentos de piedra a un lado. Los fragmentos de piedra se clasifican como granulares sin cohesión, tipo B. La rejilla de alambre de 3 pulgadas se puede utilizar para hacer esta determinación.

**Olores de hidrocarburos:** Anote si la muestra tiene olor a destilados de petróleo como gasolina, aceite combustible, diésel u otros compuestos similares. Esta es una evaluación cualitativa.

**Olores de aguas residuales:** Anote si la muestra tiene olor a aguas residuales. Se aconseja a los funcionarios de cumplimiento que no envíen muestras contaminadas a SLTC. Sin embargo, en caso de que esto ocurra, aíse la muestra. El SLTC no analiza tales muestras. Esta es una evaluación cualitativa.

**Materia acuática (conchas, etc.):** Anote si la muestra tiene materia acuática visible. Para los propósitos de este método, la materia acuática se define como conchas, coral u otro material duradero formado por organismos de agua dulce o salada. La materia acuática es común en materiales excavados en áreas costeras. Esta es una evaluación cualitativa.

**Húmedo o mojado:** Anote si el suelo está palpablemente húmedo o mojado, pero no filtra agua libremente. El material que está muy húmedo normalmente tiene una baja o muy baja resistencia a la compresión no confinada. Esta es una evaluación cualitativa.

**Agua que se filtra libremente:** Anote si la muestra se filtra libremente. Algunos signos de

esta condición son agua libre o lodo en la bolsa de la muestra, agua corriendo o goteando de la muestra mientras se manipula, y lo que se puede describir como una textura "lodosa". Las muestras de este tipo suelen tener una resistencia a la compresión no confinada muy baja, o incluso se registran como 0 TSF en el reloj del penetrómetro. En muchos casos no es posible obtener un corte limpio con una espátula porque el material se derrumbará o colapsará. Es útil documentar esta evaluación con fotografías adicionales tanto de la muestra como de la muestra original del recipiente. Si una muestra filtra agua libremente, es de tipo C.

**Grava angular:** Anote si la muestra contiene grava angular visible. La grava angular es poco común en la naturaleza debido al desgaste químico y mecánico de los fragmentos de piedra a lo largo del tiempo. Sin embargo, a veces se usa piedra de cantera recién triturada como relleno, y esto a menudo se califica como grava angular. La grava angular tiene bordes afilados y caras relativamente planas que permiten que las piezas individuales se entrelacen y permanezcan más estables que la grava redondeada. Esta es una evaluación cualitativa.

**Adherencia:** Anote si el material está adherido. El material de la tierra puede adherirse con carbonatos, sales, óxidos de hierro u otros agentes químicos, de modo que una muestra del tamaño de una mano no se pueda triturar en polvo o partículas de suelo individuales con la presión de los dedos. Estos materiales a veces se denominan "caliche" o "mantos de barro duro". Estos términos son coloquiales y no tienen un significado explícito para los propósitos de este método. Los suelos cementados pueden ser de Tipo A, dependiendo de otros factores. Esta es una evaluación cualitativa.

**Efervescencia con ácido:** Esta prueba es opcional. Es útil en suelos que parecen estar cementados, porque si hay burbujas o efervescencia indica cementación por carbonatos.

Esta prueba también puede ser útil si el analista sospecha que los carbonatos son un componente importante de la muestra, esté cementada o no. Se utiliza una solución de ácido clorhídrico en agua destilada al 50% (v/v) de ácido clorhídrico/agua para realizar la prueba. Esta es una evaluación cualitativa.

● **Probar la muestra en busca de fisuras:**

A continuación, pruebe la muestra en busca de fisuras. Hay dos indicadores de fisuras, como se describe en el reglamento. Si el material se rompe a lo largo de planos definidos de fractura bajo la presión de los dedos con poca resistencia, se fisura. El material puede presentar fisuras abiertas en una superficie expuesta, lo que también indica fisuras. Si alguna de estas condiciones o ambas son verdaderas, observe que la muestra está fisurada y registre las características que indican **fisura**. Si no se cumple ninguna de estas condiciones, registre que la muestra no tiene fisuras. Si el material era arenoso, consistía en suelo fino y grumos muy pequeños, o si de otra manera no se pudo analizar la **fisura**, registre que el material no tenía el tamaño o la composición suficiente para determinar la **fisura**. Si no se puede realizar la prueba de fisuras, entonces el analista no puede clasificar el material como Tipo A.

● **Secar y esterilizar la muestra:**

Ponga el horno a 110°C y coloque la muestra en el horno de secado. Seque la muestra durante un mínimo de 16 horas. Utilice la sonda de temperatura y el termómetro digital, según sea necesario, para controlar la temperatura.

Descontamine todo el equipo utilizado en el análisis con la solución de esterilización de etanol.

● **Gradación:**

Después de que la muestra se haya secado y esterilizado durante un mínimo de 16 horas a 110 ° C, realice el análisis de gradación. Retire la muestra del horno de secado y seleccione un recipiente numerado para usar en el análisis de gradación. Anote el número de tazón.

Ponga a cero la balanza y coloque el tazón en la balanza. Tare el saldo con el tazón

encima.

Seleccione una alícuota representativa de la bandeja de secado. Utilice un mínimo de 100 g de muestra. La cantidad elegida variará según la homogeneidad del material. Por ejemplo, una muestra relativamente homogénea que consiste principalmente en arena requiere aproximadamente de 100 g a 150 g para el análisis de gradación. Una muestra diferente que consta de arena, suelo fino y grava grande puede requerir hasta 400g o más para capturar una alícuota representativa. Registre la masa de la alícuota de la muestra. Llena el tazón con agua caliente. Tenga cuidado de no derramar agua ni salpicar ningún material de muestra fuera del recipiente. Si se pierde agua o material del tazón, seleccione otra alícuota de la muestra original y comience de nuevo. Deje reposar la muestra durante un mínimo de 2 horas.

Conecte una manguera rociadora al grifo y seleccione el tamiz húmedo No.200. Si la muestra contiene material grueso o grava grande, el tamiz No.6 se puede utilizar para proteger el tamiz No.200 de daños por el material más grande. Coloque el tamiz No.6 encima del tamiz húmedo No. 200 según sea necesario.

Asegúrese de que las pantallas de los tamices no tengan rasgaduras, agujeros ni obstrucciones.

Transfiera el material de muestra del tazón al tamiz superior, ya sea el tamiz No.6 anidado en la parte superior del tamiz No.200, o el tamiz No.200 solo. Transfiera el material con cuidado para evitar dañar las pantallas de malla.

Póngase guantes de goma. Use el rociador con agua caliente para lavar el material del suelo de manera que las fracciones de limo y arcilla pasen a través de las aberturas del tamiz No.200. Revuelva el material suavemente. Compruebe el agua que sale del tamiz con frecuencia y deje de lavar cuando el agua efluente salga limpia de forma continua.

Lave con cuidado el material del tamiz de regreso al tazón. Si se usó el tamiz No.6 para atrapar material grande, retírelo primero del tamiz No.200 y regrese el material al tazón, luego regrese el material restante del tamiz No. 200 al tazón.

Vierta el exceso de agua del tazón. Asegúrese de que no se pierda ninguna muestra durante este proceso. Observe el agua residual en el tazón y asegúrese de que esté limpia. De lo contrario, es necesario volver a lavar el material a través del tamiz.

Seque el material de muestra restante en el horno de secado a 110°C durante un mínimo de dos horas o hasta que la muestra esté seca. Saque la muestra del horno de secado y colóquela sobre una mesa para que se enfríe.

Apile un tamiz No.4 encima de un tamiz No.200 y coloque una bandeja colectora debajo del tamiz No.200.

Coloque el material seco del tazón en el tamiz No.4 y coloque la tapa sobre el tamiz. Utilice un cepillo de alambre para asegurarse de que todo el material de la muestra se transfiera del tazón al tamiz.

Ponga a cero la balanza y coloque el tazón en la balanza. Tare el saldo con el tazón encima.

Golpee y agite vigorosamente los tamices apilados. Revise la bandeja recolectora periódicamente y deseche cualquier material residual. Continúe agitando vigorosamente los tamices apilados hasta que no caiga más material residual en la bandeja colectora.

Retire la tapa y luego retire el tamiz No.4 de la pila. Transfiera la fracción de grava del colador No.4 al tazón. Use un cepillo suave para asegurarse de que se transfiera todo el

material del interior del tamiz. Anote la masa de la fracción de grava.

Retire el tamiz No.200 de la bandeja colectora y transfiera la fracción de arena del tamiz

No.200 al tazón. Utilice un cepillo suave para asegurarse de que se transfiera todo el

material del interior del tamiz. Anote la masa combinada de las fracciones de arena y grava.

Calcule el porcentaje de grava y el porcentaje de arena y grava para la muestra. Consulte la Sección 3.5.

15 de 21

#### 3.4.2 Clasificación de componentes estructurales

Una vez que se completa la gradación y se han anotado todas las fracciones de masa, se determina la clasificación del componente estructural. Esto será **Cementado, Granular, Cohesivo** o **Granular sin Cohesión**. Puede ser necesario realizar una segunda prueba de plasticidad si la muestra no pasó la prueba de plasticidad natural anterior.

Los suelos **cementados** son muy duros y no se desmoronan bajo la presión de la mano.

Estas muestras pueden no disolverse en agua y pueden reaccionar burbujeando cuando se aplica ácido. Si se cumple esta condición, anote que el componente estructural está cementado y continúe con la sección "Determinación de Tipo". En la mayoría de los casos, la plasticidad natural está ausente en los suelos cementados.

En raras ocasiones, el material fino residual de los suelos cementados se puede moldear en un hilo de plasticidad.

Los suelos **granulares** tienen un contenido de arena y grava superior al 85% y la grava no es angular. Si se cumplen ambas condiciones, anote que el componente estructural es granular y continúe con la sección "Determinación de Tipo". En casos raros, el material fino tamizado de suelos granulares tendrá plasticidad. Si el contenido de arena y grava es superior al 85%, el material se clasifica categóricamente como granular independientemente de la plasticidad del material fino.

Los suelos **cohesivos** tienen un contenido de arena y grava menor o igual al 85% y tienen plasticidad. Si una muestra tiene un contenido de arena y grava menor o igual al 85% y se

determinó que tiene plasticidad natural, anote que el componente estructural es cohesivo y continúe con la sección "Determinación de Tipo". Sin embargo, si una muestra tiene un contenido de arena y grava menor o igual al 85%, pero se determinó que no tiene plasticidad natural, se necesita una segunda prueba de plasticidad antes de poder clasificar el componente estructural. Esta segunda prueba de plasticidad es una plasticidad remodelada y se realiza como sigue:

Desagregar una alícuota representativa de la muestra utilizando un mortero con punta de goma y una cacerola pequeña. Usando un tamiz # 40 y una bandeja colectora, tamice el material fino desagregado y recupere lo que pasa por el tamiz.

Tome una pequeña porción del material en la bandeja colectora y humedezca con agua destilada.

Intente enrollarlo en una bola y luego extiéndalo en un hilo de plasticidad como se describió anteriormente. Use varias cantidades de agua según sea necesario.

Si el material se volvió a moldear con éxito en un hilo de plasticidad, anote los resultados de la prueba de plasticidad remoldada, y anote que el material es cohesivo.

Continúe con la sección "Determinación de Tipo".

Los suelos **granulares sin cohesión** son aquellos que tienen un contenido de arena y grava menor o igual al 85% pero carecen de plasticidad, tanto en la plasticidad natural como en las pruebas de plasticidad remodelada. Estos suelos también incluyen aquellas muestras donde el contenido de arena y grava es mayor al 85% pero donde el contenido de arena y grava está compuesto principalmente de grava angular. Anote sin cohesión granular como el componente estructural y continúe con la sección "Determinación de Tipo".

### 3.4.3 Determinación de tipo

Después de anotar el componente estructural, se puede determinar el tipo de suelo. Este será

#### **Tipo C, Tipo B o Tipo A.**

**Tipo C:** Todos los suelos granulares son de tipo C. Los suelos cohesivos que tienen una resistencia a la compresión no confinada menor o igual a 0.5 TSF son de tipo C. Cualquier suelo que filtre agua libremente se clasifica como tipo C independientemente de los resultados de todas las demás pruebas.

**Tipo B:** Todos los suelos granulares sin cohesión son de tipo B. Los suelos cohesivos que tienen una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual a 1.5 TSF pero que están fisurados (o no se puede determinar la fisura) también son de tipo B. Los suelos cohesivos que no están fisurados, pero tienen una resistencia a la compresión no confinada superior a 0.5 y menos de 1.5 TSF también son del tipo B.

**Tipo A:** Todos los suelos cementados se clasifican como tipo A. Los suelos cohesivos pueden ser de tipo A si se cumplen las siguientes dos condiciones: no están fisuradas y tienen una resistencia a la compresión mayor o igual a 1.5 TSF.

### 3.5 Cálculos

El porcentaje de grava y el porcentaje de arena y grava se pueden calcular utilizando las siguientes fórmulas.

$$\frac{M_{\text{tamiz No.4}}}{M_{\text{alícuota}}} \times 100\% = \text{Porcentaje de grava}$$

donde  $M_{\text{tamiz No.4}}$  es la masa en gramos del tamiz No.4

y  $M_{\text{alícuota}}$  es la masa en gramos de la alícuota de la muestra utilizada en el análisis de gradación

$$\frac{M_{\text{tamices No.4 y No.200}}}{M_{\text{alícuota}}} \times 100\% = \text{Porcentaje de arena y grava}$$

donde  $M_{\text{tamices No.4 y No.200}}$  es la masa en gramos de los tamices No.4 y No.200 combinados

y  $M_{\text{alícuota}}$  es la masa en gramos de la alícuota de la muestra utilizada en el análisis de gradación

### 4. Validación del método

OSHA no tiene directrices de validación para el desarrollo de métodos analíticos diseñados para medir propiedades físicas. Por lo tanto, las pruebas empleadas para validar este método fueron diseñadas para este propósito únicamente y se presentan y explican aquí.

#### 4.1 Reproducibilidad

Con el fin de demostrar que los resultados obtenidos mediante el uso de este método son repetibles, se seleccionaron al azar 27 muestras de cumplimiento de las enviadas a SLTC. Las muestras se dividieron en dos porciones. La primera parte fue clasificada (tanto para la clasificación estructural como para el tipo de suelo) por un primer analista de suelos de acuerdo con las pruebas e instrucciones de este método. La segunda parte fue clasificada de manera independiente de manera similar por un segundo analista de suelos diferente. Los resultados tanto para el componente estructural como para el tipo determinados por los analistas se presentan en la Tabla 4.1 junto con el porcentaje de arena y grava encontradas. De las 27 muestras, 26 mostraron concordancia en la clasificación estructural y el tipo de suelo.

Tabla 4.1  
Datos de Reproducibilidad

##### Primer análisis segundo análisis

muestra de suelo estructural arenoso y suelo estructural arenoso y número de tipo de componente de grava (%) tipo de componente de grava (%) 1 g. sin cohesión \* B 84.4 g. sin cohesión \* B 82.6 2 granular C 89.2 granular C 89.9 3 granular C 93.5 granular C 93.4 4 granular C 85.9 granular C 86.5 5 granular C 95.5 granular C 94.8 6 granular C 96.6 granular C 95.8 7 granular C 94.3 granular C 95.8 8 granular B 55.7 cohesivo B 57.1 9 g. sin cohesión \* B 84.4 granular C 85.4 10 cohesivo B 38.5 cohesivo B 35.4 11 granular C 92.5 granular C 90.4 12 granular C 95.3 granular C 94.3 13 cohesivo B 61.4 cohesivo B 56.6 14 cohesivo C 23.2 cohesivo C 18.6 15 cohesivo B 14.6 cohesivo B 16.7 16 cohesivo B 8.7 cohesivo B 5.2 17 cohesivo B 7.4 cohesivo B 2.7 18 cohesivo A 6.1 cohesivo A 5.0 19 cohesivo A 8.2 cohesivo A 6.2 20 cohesivo B 3.0 cohesivo B 1.6 21 cohesivo B 12.3 cohesivo B 10.6 22 cohesivo B 6.4 cohesivo B 4.6 23 cohesivo B 27.9 cohesivo B 27.6 24 cohesivo B 47.1 cohesivo B 48.2 25 granular C 91.0 granular C 90.7 26 cohesivo B 37.1 cohesivo B 29.8 27 cohesivo B 6.5 cohesivo B 7.9 \* granular sin cohesión

#### 4.2 Prueba de Tamiz

El rendimiento del tamiz se verificó utilizando un estándar de calibración de tamices rastreable NIST SS 398. Se probaron con el estándar cuatro tamices de malla No.200 (75 µm). Dos eran tamices muy usados, que se habían utilizado en la recopilación de datos de validación para este método, y dos eran tamices sin usar. Los resultados de la prueba son los tamaños medios de apertura de los tamices. Los tamices más utilizados tenían tamaños de apertura medios de 78.0 µm y 72.9 µm. Los tamices no utilizados tenían tamaños de apertura medios de 74.7 µm y 75.2 µm. Todos estos resultados estuvieron dentro de las tolerancias publicadas de ASTM E-11 de ± 5 µm.

#### 4.3 Prueba de Resistencia a la Compresión

El penetrómetro tiene marcas de graduación en unidades de kg/cm<sup>2</sup> que es casi igual a toneladas por pie cuadrado (TSF). En la mayoría de los casos, estas medidas se consideran iguales, y el tipo de suelo se puede determinar y el componente estructural se puede clasificar sin conversión. En los casos en

que es necesaria la conversión, se utiliza la siguiente ecuación.

$$R_{TSF} = \frac{F}{A} \times 1.024 \text{ donde } R_{TSF} \text{ es la resistencia a la compresión en TSF}$$

and  $F/A$  es la lectura de la esfera del penetrómetro en kg/cm<sup>2</sup>

Debido a que una medición de resistencia a la compresión cercana a 0.5 y 1.5 kg/cm<sup>2</sup> puede ser la característica distintiva para determinar el tipo de suelo de las muestras de suelo cohesivo, se creó una prueba para determinar la precisión del penetrómetro utilizado en el análisis. Se diseñó una plantilla para albergar tanto una balanza como un penetrómetro de tal manera que el penetrómetro se pueda presionar sobre el plato de la balanza usando un gato invertido sobre la balanza. El gato fue un simple gato mecánico de tijera de soporte de laboratorio.

Después de que se revisó debidamente la balanza y se tarara correctamente, se utilizó el gato para presionar el penetrómetro hacia la bandeja de la balanza hasta que el pistón del penetrómetro comenzó a comprimirse. A continuación, se utilizó el tornillo de ajuste del gato para ajustar la fuerza en la balanza hasta que el reloj del penetrómetro marcó 0.5 kg/cm<sup>2</sup>, 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y 2.5 kg/cm<sup>2</sup>. (Se incluyeron 2.5 kg/cm<sup>2</sup> por recomendación del fabricante del penetrómetro). Cuando se obtuvo la lectura deseada del penetrómetro, se leyó la fuerza en la balanza en libras y se convirtió en TSF. La prueba se repitió 20 veces. Los datos se utilizaron para calcular una desviación estándar ( $\sigma$ ), un coeficiente de variación (CV) y una inexactitud. Los datos se incluyen en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3  
Datos para la Prueba de Resistencia a la Compresión  
calculado (TSF) 1.465 2.441

replicado 0.488	1.465 2.441	replicado 0.488	calculado (TSF)			
1	0.494 0.492	1.474	18	inexactitud	1.027 2.7	2.485
2	0.491 0.495	2.475 2.439	19	(%)	1.487 1.462	2.460
3	0.487 0.489	2.436 2.460	20		1.510 1.480	2.463
4	0.517 0.565	2.441 2.451	media (TSF)		1.465 1.514	0.043
5	0.553 0.517	2.457 2.474			1.497 1.490	1.746
6	0.461	2.542 2.460			0.029 1.929	1.009
7	1.478 1.500	2.458 2.578			1.017 1.7	0.90
8	1.483 1.508	2.407			0.499 0.484	2.452
9	1.466 1.467	14		$\sigma$	0.507 0.493	2.449
10 11 12 13	1.469 1.536	15		CV (%)	0.517 0.507	2.507
0.480 0.488	1.568 1.485	16		media/Calc	0.489 0.501	2.377
	1.511 1.445	17			0.024 4.790	2.458

## Envío de muestras desde fuera del Continente de los Estados Unidos (OCONUS)

### A.1 Antecedentes

El USDA APHIS gobierna el envío de muestras de suelo de OCONUS. Cualquier instalación autorizada para recibir y almacenar muestras de suelo OCONUS mantiene uno o más permisos de USDA APHIS para recibir suelo. Cada permiso se distribuye a una persona en la instalación y debe renovarse cada tres años. Los oficiales de cumplimiento que envían suelos de OCONUS al SLTC deben leer el permiso en su totalidad y cumplir con todas las condiciones aplicables.

### A.2 Procedimiento

Envíe las muestras de suelo en un recipiente hermético impermeable cerrado de forma segura, dentro de un segundo recipiente hermético impermeable duradero. No envíe más de 1.3 kg (3 libras), la autoridad del permiso especifica muestras de tres libras o menos. Asegúrese de que el envío esté libre de materias extrañas o desechos, plantas y partes de plantas, incluidas malezas nocivas e infestaciones por otros macroorganismos.

Obtenga e imprima una copia del permiso actual abriendo el siguiente enlace:

[http://intranet.osha.gov/csho/html/InspectionPrep/sltc\\_soil\\_permit.pdf](http://intranet.osha.gov/csho/html/InspectionPrep/sltc_soil_permit.pdf). Una copia del permiso debe acompañar a todos los envíos OCONUS.

Solicite una etiqueta de envío (Forma PPQ 550 Negro/Blanco) del Laboratorio de Excavación de SLTC antes de tomar las muestras. Solicite una etiqueta para cada paquete que espera enviar. Las etiquetas tardan hasta cinco días en prepararse. Las etiquetas están serializadas para un solo uso y se enviarán por correo electrónico al titular del permiso SLTC como un archivo PDF. El titular del permiso enviará el archivo PDF al solicitante.

Pegue una etiqueta de envío en el exterior de cada paquete que se importe bajo este permiso con cinta adhesiva transparente. Las etiquetas incluirán instrucciones de envío detalladas. Adjunte el siguiente complemento de información dentro de cada envío: nombre del titular del permiso, número de permiso y número de etiqueta.

Apéndice B

Hoja de Trabajo Analítico, OSHA ID-194, Clasificación de Suelos

Número de Muestra: Número de Envío de Campo:

Nombre del Establecimiento:

Número de Inspección: CSHO Apellido:

Fecha de Asignación: ID de CSHO:

Fecha de Finalización: Analista:

Número de bandeja de secado: \_\_\_\_\_  **Fotografía** tomada

Resistencia a la compresión no confinada (ton / sq ft):

\_\_\_\_\_ (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ (3) \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_ (5) \_\_\_\_\_ (6) Promedio: \_\_\_\_\_ ton/sq ft

La resistencia a la compresión no confinada no está disponible por las siguiente(s) razón(es)

- No hay grumos del tamaño adecuado disponibles
- El material estaba muy seco o era demasiado difícil de cortar limpiamente con una espátula
- El material se desmoronó cuando se probó con el penetrómetro
- El material filtraba agua libremente (Tipo C, IAW 29 CFR 1926, Subparte P, Apéndice A)

Plasticidad Natural:  **SI**  **NO** Remodelado (si arena y grava  $\leq$  85%):  **SI**  **NO**  **N/A**

Materia Vegetal  Materia extraña no procedente del suelo  Fragmentos de Piedra > 3 pulgadas

Olores de hidrocarburos  Olores de agua residuales  Materia acuática (conchas, etc.)

Húmedo o mojado  Agua que se filtra libremente (Tipo C, IAW 29 CFR 1926, Subparte P, Apéndice A)

Grava angular  Adherencia  Efervescente con ácido

Fisurada  **SI**  **NO** Si tiene fisura, explique el motivo (IAW 29 CFR, Subparte P, Apéndice A):

El material se rompió a lo largo de planos de fractura definidos con poca resistencia.

El material presentaba grietas abiertas en una superficie expuesta.

**N/A** El material no tenía el tamaño suficiente para determinar la fisura

Número de Tazón de Gradación: \_\_\_\_\_ Arena y grava: \_\_\_\_\_ %

Peso de la muestra: \_\_\_\_\_ g Grava: \_\_\_\_\_ %

# 4 Peso del tamiz (grava): \_\_\_\_\_ g Estructural: \_\_\_\_\_

# 4 + # 200 Peso del tamiz: \_\_\_\_\_ g Tipo: \_\_\_\_\_

(arena + grava)







---

---

---