

*Estado Libre Asociado De Puerto Rico*  
*Departamento Del Trabajo y Recursos Humanos*  
*Administración De Seguridad y Salud Ocupacional De Puerto Rico*

---

**NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL:  
EXCAVACIONES**

**DEPARTAMENTO DEL TRABAJO**

**Administración de Seguridad y Salud Ocupacional**

[Docket No. S-204]

**RIN 1218-AA36**

**Normas de Seguridad y Salud Ocupacional: Excavaciones**

**Agencia - Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, Departamento del Trabajo**

**Acción: Regla Final**

Parte 1926 del 29 CFR es enmendada como sigue:

**Parte 1926 - [Enmendada]**

**Subparte M - [Enmendada]**

1. Al revisar la cita de autoridad para la Subparte M de la Parte 1926 para que lea como sigue:

**Autoridad:** Sec. 107, Ley de Normas de Horarios y Seguridad en Trabajos por Contrato, (Ley de Seguridad en la Construcción) (40 USC 33); Secs. 4, 6, 8, Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970 (29 USC 653, 655, 657); Orden del Secretario del Trabajo No. 12-71 (36 FR 8754), 8-76 (41 FR 25059) o 9-83 (48 FR 35736), como aplique, y 29 CFR Parte 1911.

2. Al revisar la Subparte P de parte 1926 para que lea como sigue:

**Subparte P - Excavaciones**

Sec.

1926.650 Alcance, Aplicación y Definiciones Aplicables a esta Subparte.

1926.651 Requisitos Generales

1926.652 Requisitos para Sistemas Protectores.

**Apéndice A de la Subparte P - Clasificación de Suelos.**

**Apéndice B de la Subparte P - Declivado y Banqueo (Escalonado).**

Apéndice C de la Subparte P - Apuntalamiento en Madera para Trincheras.

Apéndice D de la Subparte P - Apuntalamiento Hidráulico de Aluminio para Trincheras.

Apéndice E de la Subparte P - Alternativas para Apuntalamiento de Madera.

Apéndice F de la Subparte P - Selección de Sistemas Protectores.

### Subparte P - Excavaciones

**Autoridad:** Sec. 107, Ley de Normas de Horarios y Seguridad para Trabajadores por Contrato, (Ley de Seguridad en la Construcción), (40 USC 333); Secs. 4, 6, 8, Ley de Seguridad y Salud Ocupacional del 1970 (29 USC 653, 655, 657); Orden del Secretario del Trabajo No. 12-71 (36 FR 8754), 8-76 (41 FR 25059), o 9-83 (48 FR 35736), como apliche, y 29 CFR Parte 1911.

#### §1926.50 Alcance, Aplicación y Definiciones Aplicables a esta Subparte

(a) Alcance y aplicación. Esta subparte aplica a todas las excavaciones abiertas hechas en la superficie de la tierra. Las excavaciones se definen para incluir trincheras.

(b) Definiciones aplicables a esta Subparte:

Prácticas de ingeniería aceptadas: significa aquellos requisitos que son compatibles con las normas de prácticas requeridas por un ingeniero profesional registrado.

Apuntalamiento Hidráulico de Aluminio: significa un sistema de apuntalamiento pre-diseñado compuesto de cilindros hidráulicos de aluminio (cruce de riostra) usado con montantes (verticales) o largueros (horizontales). Tal sistema está diseñado específicamente para dar sostén a las paredes de una excavación y evitar derrumbes.

Huecos acampanados para pilastras: significa un tipo de base o excavación de zapata, cuyo fondo está hecho más grande que la porción superior para darle forma de campana.

Banqueo (sistema de banqueo o escalonado): es un método de proteger a los empleados contra derrumbes excavando los lados de una excavación para formar una o una serie de niveles horizontales o escalones, usualmente con superficies verticales o casi verticales entre los niveles.

Derrumbe: significa la separación de una masa de suelo o material rocoso del lado de una excavación, o la pérdida de suelo del que se encuentra debajo de un escudo de trinchera o sistema de apoyo, y su movimiento súbito hacia la excavación, sea por caída o resbalamiento, en cantidad suficiente como para atrapar, enterrar, o de otro modo lastimar e inmovilizar a una persona.

Persona competente: significa alguien que es capaz de identificar riesgos existentes y previsible en los alrededores, o en condiciones de trabajo que son insalubres, riesgosas, o peligrosas para los empleados y que tienen autorización para tomar medidas correctivas prontamente para eliminarlas.

Cruce de rostra: significa los miembros de un sistema de apuntalamiento instalados perpendicularmente a los

lados de la excavación, cuyas puntas se apoyan sobre montantes o largueros.

Excavación: significa cualquier corte, cavidad, trinchera, o depresión hecha por el hombre en una superficie de la tierra, formada por la extracción de tierra.

Cara o lados: significa las superficies verticales o inclinadas formadas al excavar una superficie de la tierra.

Fallo: significa el rompimiento, desplazamiento, o deformación permanente de un miembro estructural o conexión como para reducir su integridad estructural y su capacidad de apoyo.

Atmósfera riesgosa: significa una atmósfera que por ser explosiva, inflamable, venenosa, corrosiva, oxidante, irritante, deficiente en oxígeno, tóxica, o de otra manera dañina, puede causar muerte, enfermedad o lesión.

Desenganche: significa la liberación accidental o el fallo de un cruce de riostra.

Sistema protector: significa un método de proteger los empleados contra derrumbes de material que podría caer o rodar desde una cara de la excavación o hacia la excavación, o del colapso de estructuras adyacentes. Los sistemas protectoras incluyen sistemas de apoyo, sistemas de declivado y escalonado, sistemas de escudos, y otros sistemas que proveen la protección necesaria.

Rampa: significa una superficie inclinada transitable que se usa para lograr acceso de un punto a otro y que está construida de tierra o de materiales estructurales como el acero o la madera.

Ingeniero profesional registrado: significa una persona que está registrada como ingeniero profesional en el estado que se realizará el trabajo. Sin embargo, un ingeniero profesional, registrado en cualquier estado se considera un "ingeniero profesional registrado" dentro del significado de esta norma cuando se aprueben diseños para "sistemas protectores fabricados" o "datos tabulados" para usarse en el comercio interestatal.

Tablestacado (encofrado): significa los miembros de un sistema de apuntalamiento que retienen la tierra en su posición y que, a su vez, son apoyados por otros miembros del sistema de apuntalamiento.

Escudo (sistema de escudos): significa una estructura que es capaz de soportar las fuerzas impuestas sobre ella debido a derrumbe y, así, proteger a los empleados dentro de ella. Los escudos pueden ser estructuras permanentes o pueden estar diseñados para ser portátiles y progresarse el trabajo. Adicionalmente, los escudos pueden ser prefabricados o hechos en el sitio de trabajo conforme al 1926.652(c)(3) o (c)(4). Escudos usados en trincheras suelen llamarse "cajas de trincheras" o "escudos de trincheras".

Apuntalamiento (sistema de apuntalamiento): significa una estructura, como un sistema de apuntalamiento hidráulico de metal, mecánico, o de madera, que apoya los lados de una excavación y que está diseñado para evitar derrumbes.

Lados: (ver "Caras").

Declivado (sistema de declivado): significa un método de proteger empleados contra derrumbes al excavar para formar lados que están inclinados hacia fuera de la excavación para evitar derrumbes. El ángulo de inclinación como para evitar un derrumbe, variará de acuerdo con diferencias en factores tales como tipo de

suelo, condiciones de exposición ambiental y la aplicación de sobrecargas.

Roca estable: significa un material mineral sólido que puede ser excavado formando lados verticales y que permanecerá intacto al exponerse. La roca inestable se considerará estable cuando el material rocoso sobre el lado o lados de la excavación se asegure contra derrumbes o movimientos mediante pernos para rocas o por otro sistema protector que ha sido diseñado por un ingeniero profesional registrado.

Rampa estructural: significa una rampa hecha de acero o madera, usualmente usado para acceso de vehículos. Rampas hechas de suelo o roca no se consideran rampas estructurales.

Sistema de apoyo: significa una estructura tal como apuntalamiento por la base, riostramiento o apuntalamiento, que provee apoyo a una estructura adyacente, instalación soterrada, o los lados de una excavación.

Datos tabulados: significa tablas y gráficas aprobadas por un ingeniero profesional registrado y usados para diseñar y construir un sistema protector.

Trincheras (excavación trincheras): significa una excavación angosta (en relación a su largo) hecha debajo de la superficie del suelo. En general, la profundidad es mayor que la anchura, pero el ancho de una trincheras (medida en el fondo) no es mayor de los 15 pies (4.6m). Si se instalan o construyen formaletas u otras estructuras en una excavación que reduzcan las dimensiones medidas desde las formaletas o estructuras hacia los lados de la excavación a 15 pies (4.6m) o menos (medidas en el fondo de la excavación), la excavación también se considerará como una trincheras.

Caja de trincheras: Ver "Escudo"

Escudo de trincheras: Ver "Escudo"

Montantes: significa los miembros verticales de un sistema de apuntalamiento de trincheras colocado en contacto con la tierra y usualmente en posición tal que los miembros individuales no hacen contacto entre sí. Cuando se colocan los montantes unos cerca de otros, en contacto o interconectados, se llama "encofrado".

Largueros: significa miembros horizontales de un sistema de apuntalamiento colocados paralelos a la cara de la excavación cuyos lados se apoyan en los miembros verticales del sistema de apuntalamiento o en la tierra.

### **§1926.651 Requisitos generales**

(a) Escombros en la superficie: Todos los escombros en la superficie que estén localizados como para crear riesgos a empleados se deberán remover o asegurar, según sea necesario, para salvaguardar los empleados.

(b) Instalaciones soterradas: (1) La localización estimada de instalaciones de utilidades, tal como alcantarillas, teléfonos, combustible, electricidad, acueductos, o cualquier otra instalación soterrada que puede razonablemente esperarse que se encuentre durante trabajos de una excavación, deberá ser determinada previa a la apertura de la excavación.

(2) Compañías de utilidades o dueños deberán ser contactados dentro de los límites de tiempo acostumbrados

localmente, avisados del trabajo propuesto y preguntados acerca de la localización exacta de sus instalaciones previo al actual inicio de la excavación. Cuando dueños o compañías de utilidades no puedan responder a un pedido de localización de instalación dentro de 24 horas (a menos que un período de tiempo más largo esté dispuesto por ley local o estatal), o no pueda establecer la localización exacta de estas instalaciones, el patrono puede proceder siempre que lo haga con la debida precaución y utilice equipo de detección u otro medio aceptable para localizar instalaciones.

(3) Cuando los operativos de la excavación se aproximen a la localización estimada de la instalación soterrada, la localización exacta de dicha instalación deberá determinarse por medio de métodos seguros y aceptables.

(4) Mientras que la excavación esté abierta, las instalaciones soterradas deberán ser protegidas, apoyadas, o removidas, según sea necesario para salvaguardar los empleados.

(c) Acceso y egreso: (1) Rampas estructurales (i) que se usan únicamente por empleados para entrar y salir de las excavaciones deberán ser diseñadas por una persona competente. Rampas estructurales usadas para acceso o egreso de equipo deberán ser diseñadas por una persona competente calificada en diseño estructural y deberá construirse conforme con el diseño.

(ii) Rampas y vías de rodaje construidas de dos o más miembros estructurales, deberán tener estos miembros conectados entre sí para evitar desplazamientos.

(iii) Miembros estructurales usados para rampas y vías de rodaje deberán tener grosor uniforme.

(iv) Abrazaderas u otros medios apropiados usados para conectar miembros estructurales de vías de rodaje deberán sujetarse a la parte inferior de la vía para evitar tropezones.

(v) Rampas estructurales usadas en lugar de escalones deberán contener listones u otros tratamientos para superficies sobre la superficie superior para evitar resbalamiento.

(2) Medios de salida de excavaciones-trincheras: Una escalera, escala, rampa u otro medio de egreso seguro deberá localizarse en excavaciones trincheras que tengan 4 pies (1.22m) o más de profundidad como para requerir no más de 25 pies (7.62m) de viaje lateral de los empleados.

(d) Exposición al tráfico vehicular: Empleados expuestos al tráfico vehicular público, deberán ser provisto con, y tenerlos puestos, chalecos de advertencia u otra vestimenta adecuada de, o hecha con, material muy visible o luminoso.

(e) Exposición a cargas en caída: No se deberán permitir empleados debajo de cargas que se estén moviendo por medio de equipo de elevación o de excavado. Se le deberá requerir a los empleados que se mantengan alejados de cualquier vehículo que se está cargando o descargando para evitar que sean golpeados por material que esté cayendo o cualquier derrame que pueda ocurrir. Los operadores pueden permanecer en las cabinas de vehículos que estén siendo cargados o descargados cuando los mismos estén equipados, conforme con §1926.601(b)(6), para proveer protección adecuada al operador durante maniobras de carga o descarga.

(f) Sistema de advertencia para equipo móvil: Cuando se opere equipo móvil adyacente a una excavación, o

que se tenga que aproximar el mismo al borde de la excavación, y el operador no tenga una vista clara y directa del borde de la excavación, se deberá utilizar un sistema de advertencia tal como barricadas, señales manuales o mecánicas, o troncos de parada. Si posible, el obstáculo deberá estar alejado de la excavación.

(g) **Atmósfera riesgosa-(1) Pruebas y controles:** En adición a los requisitos establecidos en las Subpartes D y E de esta parte (29 CFR 1926.50 - 1926.107) para evitar exposición a niveles dañinos de contaminantes atmosféricos y para asegurar condiciones atmosféricas aceptables, los requisitos siguientes deberán aplicar:

(i) Donde existan atmósferas deficientes en oxígeno (menos de 19.5% oxígeno) o una atmósfera riesgosa exista o pueda razonablemente esperarse que pueda ocurrir, como en excavaciones hechas en áreas de relleno de tierra o excavaciones en las inmediaciones de áreas de almacenaje de sustancias riesgosas, la atmósfera en la excavación se deberá someter a pruebas antes de que los empleados entren a excavaciones con una profundidad mayor a los 4 pies (1.22m).

(ii) Se deberán tomar las precauciones adecuadas para evitar exposición a atmósfera que contengan menos de 19.5% de oxígeno y a otras atmósferas riesgosas. Estas precauciones incluyen el proveer la apropiada protección respiratoria o ventilación, conformes con las Subpartes D y E de esta parte respectivamente.

(iii) Se deberá tener la precaución adecuada, tal como proveer ventilación, para evitar la exposición del empleado a una atmósfera que contenga una concentración de gas inflamable presente a un 20% por encima del límite inflamable inferior del gas.

(iv) Cuando se usen controles que intenten reducir el nivel de contaminantes atmosféricos a valores aceptables, se deberán conducir pruebas con la frecuencia que sea necesaria para asegurar que la atmósfera permanece segura.

(2) **Equipo para rescate en emergencias.** (i) El equipo de rescate en emergencias, tales como aparatos para respiración, cuerda y arnés de seguridad, o camilla de canasta deberán estar disponibles al momento, en donde existan o se pueda esperar razonablemente que se desarrollen condiciones atmosféricas peligrosas durante el trabajo en excavaciones. Este equipo deberá estar atendido cuando se esté usando.

(ii) Los empleados que entren a huecos acampanados para pilastras, u otras excavaciones con similar profundidad y confinamiento en su base, deberán usar un arnés con una cuerda salvavidas fijamente unida. La línea salvavidas deberá estar separada de cualquier otra cuerda usada para manejar materiales, y deberá ser atendida individualmente en todo momento en que el empleado que está unido a la cuerda salvavidas, se encuentre dentro de la excavación.

(h) **Protección contra riesgos asociados con la acumulación de agua:** (1) Los empleados no deberán trabajar en excavaciones que tengan acumulación de agua, a menos que se hayan tomado las medidas de precaución adecuadas para proteger empleados contra los riesgos propiciados por la acumulación de agua. Las precauciones necesarias para proteger adecuadamente a los empleados varían con cada situación, pero podría incluir sistemas de escudo o apoyo especial para proteger contra los derrumbes, remoción de agua para controlar el nivel de agua acumulándose, o uso de un arnés de seguridad y cuerda salvavidas.

(2) Si se controla el agua o se evita su acumulación mediante el uso de equipo de remoción de agua, el equipo y los procedimientos deberán estar supervisados por una persona competente para asegurar la corrección del operativo.

(3) Si el trabajo de la excavación interrumpe el drenaje natural del agua superficial (como los arroyos), diques de distribución, muros, u otros medios adecuados deberán utilizarse para evitar que el agua superficial entre la excavación y proveerle drenaje adecuado al área adyacente de la excavación. Excavaciones sujetas a correntías causadas por lluvias fuertes requerirán inspección hecha por una persona competente y el cumplimiento con los párrafo (h)(1) y (h)(2) de esta sección.

(i) Estabilidad de estructuras adyacentes: (1) Donde la estabilidad de estructuras adyacentes, paredes, u otras estructuras puestas en peligro por los operativos en excavaciones, sistemas de apoyo como apuntalamiento, riostramiento, o apuntalamiento por la base, deberán proveerse para asegurar la estabilidad a tales estructuras y así salvaguardar la protección de los empleados.

(2) Una excavación por debajo del nivel de la base o zapata de cualquier cimiento o muros de contención que podría razonablemente esperarse que pueda propiciar riesgos a empleados no se deberá permitir, excepto cuando:

(i) Un sistema de apoyo, como el apuntalamiento por la base, se provea para resguardar la seguridad de empleados y la estabilidad de la estructura; o

(ii) La excavación es en roca estable; o

(iii) Un ingeniero profesional registrado ha aprobado la determinación de que la estructura está lo suficientemente apartada de la excavación como para permanecer inalterada por las actividades de la excavación; o

(iv) Un ingeniero profesional registrado ha aprobado la determinación de que tal trabajo de excavación no propiciará riesgo a empleados.

(3) Aceras, pavimentos, y estructuras pertenecientes no se deberán socavar a menos que un sistema de apoyo u otro método de protección se provea para proteger los empleados del posible colapso de dichas estructuras.

(j) Protección a empleados de rocas o suelos sueltos: (1) Se deberá proveer protección adecuada para resguardar empleados de rocas o suelo suelto que podría propiciar riesgo al caer o rodar desde una cara de la excavación. Tal protección deberá consistir de raspar las paredes de la excavación para remover material suelto; instalar barricadas protectoras a intervalos, según sea necesario, para detener material cayendo; o utilizar otros medios que provean protección equivalente.

(2) Se deberá proteger a los empleados de material excavado, u otros materiales o equipos que podrían propiciar riesgo al caer o rodar hacia las excavaciones. La protección se deberá proveer colocando y manteniendo tales materiales o equipos al menos a 2 pies (0.61m) del borde de las excavaciones, o mediante el uso de artefactos de contención que sean suficientes para evitar que caigan o rueden hacia la excavación, materiales o equipos, o mediante una combinación de ambos si es necesario.

(k) Inspecciones: (1) Inspecciones diarias de excavaciones, áreas adyacentes y sistemas protectores se deberán efectuar por una persona competente para detectar evidencia de alguna situación que pueda resultar

en posibles derrumbes, indicaciones de fallo de sistemas protectores, atmósferas riesgosas, u otras condiciones peligrosas. La persona competente deberá conducir una inspección previa al inicio de los trabajos y según sea necesario a lo largo del turno. También se deberán hacer inspecciones luego de cada lluvia o luego de otro evento que aumento el riesgo. Estas inspecciones son un requisito únicamente cuando se pueda razonablemente prever exposición del empleado.

(2) Cuando la persona competente encuentre evidencia de una situación que podría resultar en un posible derrumbe, indicaciones de fallo en sistemas protectores, atmósferas riesgosas, u otras condiciones peligrosas, se deberán remover los empleados expuestos del área riesgosa hasta que se hayan tomado las precauciones necesarias para salvaguardar su seguridad.

(l) Protección contra caídas: (1) Cuando se requieran o permitan empleados o equipo cruzando sobre excavaciones, andenes o puentes, se deberán proveer barandas estándar.

(2) Se deberán proveer barreras físicas protectoras adecuadas en todas las excavaciones en localizaciones remotas. Todo pozo, fosa, etc., se deberá cubrir, o cerrar con barricadas. Al completar exploraciones y operaciones similares se deberán rellenar de inmediato, los pozos, fosas, etc., temporeras.

#### **§1926.652 Requisitos para sistemas protectores.**

(a) Protección de empleados en excavaciones: (1) Cada empleado en una excavación deberá estar contra derrumbes mediante un sistema protector adecuado diseñado conforme con el párrafo (b) o (c) de esta sección, excepto cuando:

(i) Se hagan las excavaciones completamente en roca estable; o

(ii) Las excavaciones tenga menos de 5 pies (1.52m) de profundidad y el examen de terreno hecho por una persona competente no provee indicación alguna de un posible derrumbe.

(2) Los sistemas protectores deberán tener la capacidad de resistir sin fallar todas las cargas para las que estén diseñados o que razonablemente podría esperarse que se aplicase o transmitiese al sistema.

(b) Diseño de sistemas de declivado y banqueo (escalonado).

Los declives y las configuraciones de sistemas y declivado y banqueo (escalonado) deberán ser escogidos y construidos por el patrono o su designado, y deberán estar en consonancia con los requisitos del párrafo (b)(1); o, como alternativa, párrafo (b)(2); o, como alternativa, párrafo (b)(3); o, como alternativa, párrafo (b)(4), como sigue:

(1) Opción (1) - Configuraciones y declives permisibles. (i) Las excavaciones deberán declivarse a un ángulo no más empinado de uno y medio horizontal a uno vertical (34 grados medidos desde la horizontal), a menos que el patrono use una de las otras opciones enumeradas abajo.

(ii) Declives especificados en el párrafo (b)(1)(i) de eta sección, deberán excavar para formar configuraciones que estén en consonancia con los declives mostrados para suelo Tipo C en el Apéndice B de esta subparte.

(2) Opción (2) - Determinación de declives y configuraciones usando los Apéndices A y B. Declives máximos permisibles, y configuraciones permisibles para sistemas de declivado y banqueo (escalonado), se deberán determinar conforme con las condiciones y requisitos establecidos en los Apéndices A y B de esta subparte.

(3) Opción (3) - diseños usando otros tipos de datos tabulados. (i) Diseños de sistemas de declivado o banqueo deberán seleccionarse de y estar en consonancia con datos tabulados, tales como tablas y gráficos.

(ii) Los datos tabulados deberán estar en forma escrita y deberán incluir todo lo siguiente:

(A) Identificación de los parámetros que afectan a la selección de un sistema de escalonado o declivado dibujado de tales datos;

(B) Identificación de las limitaciones prácticas de los datos, incluyendo la magnitud y configuración de los declives determinados como seguros;

(C) La información explicativa que fuese necesaria para ayudar usuario a seleccionar correctamente un sistema protector usando los datos.

(iii) Al menos una copia de los datos tabulados donde se identifique al ingeniero profesional registrado que aprobó los datos, deberá retenerse en el sitio de trabajo durante la construcción del sistema protector. Terminada la construcción del sistema se puede retener la data en otro lugar, pero se deberá entregar una copia de la data al Secretario, tan pronto él la solicite.

(4) Opción (4) - Diseño por un ingeniero profesional registrado. (i) Sistema de declivado y escalonado que o utilicen la Opción (1) o la Opción (2) o la Opción (3) bajo el párrafo (b) de esta sección deberán ser aprobados por un ingeniero profesional registrado.

(ii) Los diseños deberán ser en forma escrita y deberán incluir al menos lo siguiente:

(A) Magnitud de los declives que fueron determinados como seguros para ese proyecto en particular;

(B) Configuraciones que fueron determinadas seguras para ese proyecto en particular; y

(C) La identidad del ingeniero profesional registrado aprobando el diseño.

(iii) al menos una copia del diseño se deberá retener en el sitio de trabajo durante la construcción del declive. Terminada dicha construcción no es necesario tener el diseño en el sitio de trabajo, pero se le deberá facilitar una copia al Secretario tan pronto la solicite.

(c) Diseño de sistemas de apoyo, sistemas de escudos, y otros sistemas protectores. Los diseños de sistemas de apoyo, sistemas de escudos y otros sistemas protectores deberán ser escogidos y construidos por el patrono o su delegado y deberán estar en consonancia con los requisitos del párrafo (c)(1); o, como alternativa, párrafo (c)(2); o, como alternativa, párrafo (c)(3); o, como alternativa, párrafo (c)(4), como sigue:

(1) Opción (1) - Diseños usando los Apéndices A, C y D. diseños para apuntalamiento de madera en trincheras se deberán determinar en consonancia con las condiciones y requisitos establecidos en los Apéndices A y C de esta subparte. Diseños para apuntalamiento hidráulico de aluminio deberán estar en

consonancia con el párrafo (c)(2) de esta sección, pero si no se pueden utilizar los datos tabulados del fabricante, los diseños deberán estar en consonancia con el Apéndice D.

(2) Opción (2) - Diseños usando datos tabulados del fabricante. (i) El diseño de sistemas de apoyo, sistemas de escudos, u otros sistemas protectores que estén dibujados de datos tabulados del fabricante deberán estar en consonancia con todas las especificaciones, recomendaciones, y limitaciones impresas o hechas por el fabricante.

(ii) Desviaciones de las especificaciones, recomendaciones y limitaciones emitidas o hechas por el fabricante serán solamente permitidas después que el fabricante emita la aprobación específica por escrito.

(iii) Las especificaciones, limitaciones y recomendaciones del fabricante, así como la aprobación del fabricante para desviarse de las especificaciones, recomendaciones y limitaciones deberán estar en forma escrita en el sitio de trabajo durante la construcción del sistema protector. Transcurrido esto, se pueden guardar los datos fuera del sitio de trabajo, pero se entregará una copia al Secretario tan pronto la solicite.

(3) Opción (3) - Diseños usando otros datos tabulados. (i) Diseños de sistemas apoyo, sistemas de escudos, u otros sistemas protectores deberán escogerse de y estar en consonancia con, datos tabulados, tal como tablas y gráficas.

(ii) Los datos deberán estar en forma escrita e incluir todo lo siguiente:

(A) Identificación de todos los parámetros que afectan la selección de un sistema protector dibujado de tales datos;

(B) Identificación de las limitaciones prácticas de los datos;

(C) La información explicativa que fuese necesaria para ayudar al usuario en la selección correcta de un sistema protector usando los datos.

(iii) Al menos una copia de los datos tabulados, que identifica al ingeniero profesional registrado que aprobó los datos, deberá retenerse en el sitio de trabajo mientras que se construye al sistema protector. Al terminar dicha construcción, se podrá guardar una copia fuera del sitio de trabajo, pero se le entregará una copia al Secretario al este solicitarla.

(4) Opción (4) - Diseño por un ingeniero profesional registrado. (i) Sistemas de apoyo, sistemas de escudos, y otros sistemas protectores que no utilicen la Opción 1, Opción 2, u Opción 3, arriba mencionadas, deberán ser aprobados por un ingeniero profesional registrado.

(i) Los diseños deberán estar en forma escrita y deberá incluir lo siguiente:

(A) Un plan indicando los tamaños, tipos, y configuraciones de los materiales que se usarán en los sistemas protectores; y

(B) La identidad del ingeniero profesional registrado aprobando el diseño.

(iii) Al menos una copia del diseño deberá retenerse en el sitio de trabajo durante la construcción del sistema protector. Una vez se termine de construir del sistema protector se puede guardar la copia del diseño fuera del sitio de trabajo, pero se deberá entregar una al Secretario tan pronto la solicite.

(d) Materiales y equipo. (1) Materiales y equipos usados en los sistemas protectores deberá estar libre de daños y defectos que podrían impedir su funcionamiento apropiado.

(2) Equipo y materiales fabricados, usados en sistemas protectores deberán usarse y mantenerse en una manera que sea consistente con las recomendaciones del fabricante y de una manera que evite exposición a riesgos a los empleados.

(3) Cuando tenga desperfectos el material o el equipo usado en sistemas protectores, una persona competente deberá examinar el material o equipo y evaluar su aptitud para continuarlo usando. Si la persona competente no puede asegurar que el material o equipo es capaz de soportar la carga prevista o de cualesquier otras maneras apto para sus uso seguro, entonces tal material o equipo deberá ser removido de servicio, y deberá ser evaluado y aprobado por un ingeniero profesional registrado antes de volverlo a poner en servicio.

(e) Instalación y remoción de sistema de apoyo. (1) General. (i) Miembros de sistemas de apoyo deberán conectarse firmemente unos con otros para evitar resbalamientos, caídas, desenganches, u otros fallos predecibles.

(ii) Los sistemas de apoyo deberán instalarse y removerse de manera tal que proteja al empleado de derrumbes, colapsos estructurales, o de ser golpeados por miembros del sistema de apoyo.

(iii) Miembros individuales de los sistemas de apoyo no deberán estar sujetos a cargas que excedan aquellas para las que fueron diseñadas para soportar.

(iv) Previo al comienzo de remoción temporera de miembros individuales, se deberán tomar precauciones adicionales para salvaguardar la seguridad de los empleados, tal como instalar otros miembros estructurales para soportar cargas impuestas sobre el sistema apoyo.

(v) La remoción deberá comenzar en y progresar desde, el fondo de la excavación. Los miembros deberán liberar lentamente para permitir la percepción de cualquier indicación de fallo de los miembros restantes de la estructura, o posible derrumbe de los lados de la excavación.

(vi) El relleno deberá progresar junto con la remoción de los sistemas de apoyo de las excavaciones.

(2) Requisitos adicionales para los sistemas de apoyo de excavaciones de trincheras. (1) La excavación de materiales a un nivel no mayor de dos pies (.61m) por debajo de la base de los miembros de un sistema de apoyo deberá permitirse, pero solamente si el sistema está diseñado para resistir las fuerzas de la profundidad total de la trinchera y si no hay indicaciones, mientras esté abierta la trinchera, de una posible pérdida de suelo de por debajo de la base del sistema de apoyo.

(ii) La instalación de un sistema de apoyo deberá realizarse en conjunto con la excavación de la trinchera.

(f) Sistema de declivado y escalonado. No se les deberá permitir a los empleados trabajar en caras de excavaciones declivadas o escalonadas localizadas por encima de niveles donde otros trabajadores se encuentren laborando, a excepción de que los trabajadores de los niveles inferiores estén debidamente protegidos contra riesgos de materiales que puedan caer, resbalar o rodar hacia la excavación.

(g) Sistemas de escudos (1) General. (i) Los sistemas de escudo no deberán estar sometidos a cargas que excedan aquellas para las cuales se diseñó el sistema.

(ii) Se deberán instalar los escudos de manera tal que se limiten movimientos laterales o cualesquier otro movimiento peligroso del escudo en caso de aplicarse cargas laterales inesperadas.

(iii) Los trabajadores deberán estar protegidos contra derrumbes cuando entren o salgan de áreas protegidas por escudos.

(iv) No se deberán permitir trabajadores en escudos cuando se estén instalando, removiendo, o moviendo verticalmente los escudos.

(2) Requisitos adicionales para sistemas de escudos usados en la excavación de trincheras. Excavación de materiales de tierra a un nivel no mayor de los dos pies (.61m) por debajo de la base del escudo se deberá permitir, pero sólo si el escudo está diseñado para resistir las fuerzas calculadas para la profundidad total de la trinchera y no hay indicaciones, mientras esté abierta la trinchera, de una posible pérdida de suelo por detrás o debajo del escudo.

## **Apéndice A para la Subparte P**

### Clasificación de Suelos

(a) Alcance y aplicación - (1) Alcance. Este Apéndice describe un método para clasificar suelos y depósitos rocosos basado sobre el sitio y las condiciones ambientales y sobre la estructura y la composición de los depósitos de tierra. El Apéndice contiene definiciones, establece los requisitos y describe pruebas visuales y manuales aceptables para la clasificación de suelos.

(2) aplicación. Este Apéndice aplica cuando se diseñe un sistema de declivado o banqueo conforme con los requisitos establecidos en §1926.652(b)(2) como un método de protección para los empleados contra derrumbes. Este Apéndice también aplica cuando se diseñe apuntalamiento de madera como un método de protección contra derrumbes conforme con el Apéndice C de la subparte P de la parte 1926, y cuando se diseñe apuntalamiento hidráulico de aluminio en consonancia con el Apéndice D. Este Apéndice también aplica si se diseñan y se escogen otros sistemas protectores para usarlos, de datos preparados conforme con los requisitos establecidos en §1926.652(c), y se indica el uso de datos con el uso del sistema de clasificación de suelos establecido en este Apéndice.

(b) Definiciones. Las definiciones y ejemplos ofrecidos a continuación están basados por completo o en parte, en los siguientes: "American Society Testing Materials (ASTM) Standards D653-85 y D2488; The Unified Soils Classification System, The U.S. Department of Agriculture (USDA) Textural Classification Scheme" y "The National Bureau of Standards Report BSS-121".

Suelo cementado: significa un suelo en el que las partículas se mantienen unidas mediante un agente químico, como el carbonato de calcio, de manera tal que una muestra de tamaño de un puñado no se puede pulverizar o desmoronar en partículas individuales, mediante presión dactilar.

Suelos cohesivos: significa suelo arcilloso, (de arenilla) o suelo con alto contenido de arcilla, que tiene fuerza cohesiva. El suelo cohesivo no se desmorona, puede ser excavado formando declives verticales y cuando se humedece se pone plástico. Cuando está seco, el suelo cohesivo es difícil descomponerlo en trozos y exhibe considerable cohesividad cuando está sumergido en agua. Se incluyen los suelos siguientes como suelos cohesivos: sedimentos (silt) arcillosos, arcilla arenosa, arcilla fangosa, arcilla y arcilla orgánica.

Suelo seco: significa suelo que no presenta signos visibles de contenido de humedad.

Agrietado: significa suelo que tiene la tendencia de romperse a lo largo de planos definidos con poca resistencia, o un material que exhibe grietas abiertas, como son las grietas por tensión, en una superficie expuesta.

Suelo granuloso: significa gravilla, arena, "sedimentos" (suelos de grano grueso) con poco o ningún contenido arcilloso. El suelo granuloso carece por completo de fuerza cohesiva. Algunos suelos granulosos húmedos exhiben cohesividad aparente. El suelo granuloso no puede moldearse cuando se humedece y se desmorona fácilmente cuando se seca.

Sistema de capas: significa dos o más tipos distintos de suelos o rocas encontrados en capas. Veta micaceas o planos debilitados en roca o esquisto se consideran en capas.

Suelo húmedo: significa una condición en la que el suelo luce y se siente al tacto húmedo. El suelo cohesivo húmedo se puede moldear fácilmente en forma de bola y enrollar con diámetros más pequeños antes de desmoronarse. Suelo granuloso húmedo que contenga algo de material cohesivo exhibirá signos de cohesión entre sus partículas.

Plástico: significa una propiedad del suelo que le permite ser deformado o moldeado sin agrietarse, o presentar cambios de volumen significativos.

Suelo saturado: significa un suelo en el que los vacíos están llenos de agua. La saturación no quiere flujo. La saturación, o casi saturación, es necesaria para el uso adecuado de ciertos instrumentos como el penetrómetro de bolsillo o el "sheer vane" (molinete a pico).

Sistema de clasificación de suelos: significa, para fines de esta subparte, un método de categorizar depósitos de suelos y rocas en una jerarquía que va desde Roca Estable, Tipo A, Tipo B, hasta Tipo C, disminuyendo en orden de estabilidad. Las categorías se determinan tomando como fundamento el análisis de las características de desempeño y las propiedades de los depósitos y las condiciones de la exposición ambiental.

Roca estable: significa materia natural sólido mineral que puede ser excavada con lados verticales y permanecer intacta al estar expuesta.

Suelo sumergido: significa suelo bajo agua o que escurre agua abundantemente.

Tipo A: significa suelos cohesivos con una resistencia compresiva libre de 1.5 toneladas por pies cuadrado (tsf) (144 kPa) o mayor. Ejemplos de suelos cohesivos son: arcilla, sedimento (silt) arcilloso, arcilla arenosa, marga de arcilla y en algunos casos, marga de sedimento arcilloso y marga de arcilla arenosa. Suelos cementados como el caliche y el suelo resistente se consideran también Tipo A. Sin embargo, ningún suelo es del Tipo A si:

- (i) El suelo está agrietado; o
- (ii) El suelo se encuentra sometido a vibraciones procedentes de tráfico pesado, hinca de pilotes, o efectos similares; o
- (iii) Suelo que ha sido previamente alterado; o
- (iv) El suelo forma parte de un sistema de capas, declivado, en el que las capas entran en la excavación en un declive de cuatro horizontal a uno vertical (4H:IV) o mayor; o
- (v) El material se somete a otros factores que hacen necesario clasificarse como material menos estable.

Tipo B significa:

- (i) Suelo cohesivo con una resistencia compresiva libre mayor a 0.5 tsf (48kPa) pero menor de 1.5 tsf (144kPa); o
- (ii) Suelos granulosos incohesivos incluyendo: gravilla angular (similar a roca molida), "sedimento" (silt); fango sedimentoso, marga arenosa y en algunos casos, marga de sedimento arcilloso y marga de arcilla arenosa.
- (iii) Suelos previamente alterados excepción de aquellos que de otra manera se clasificarían como suelos Tipo C.
- (iv) Suelo que cumple con los requisitos para resistencia compresiva libre o de cementación del Tipo A, pero que está agrietado o sujeto a vibración; o
- (v) Roca seca que no estable; o
- (vi) Material que forma parte de un sistema de capas, declivado, en el que las capas entran en la excavación en un declive menos empinado a los cuatro horizontales a uno vertical (4H:IV), pero únicamente si el material podría ser de otra manera clasificado como Tipo B.

Tipo C significa:

- (i) Suelo cohesivo con una resistencia compresiva libre de 0.5 tsf (48kPa) o menor; o
- (ii) Suelos granulosos incluyendo gravilla, arena y arena margosa; o
- (iii) Suelo sumergido o suelo del cual escurre agua abundantemente; o
- (iv) Roca sumergida que no es estable; o

(v) Material de un sistema de capas, declivado en el que las capas entran en la excavación en un declive de 4 horizontal a uno vertical (4H:IV), o más empinado.

Resistencia compresiva libre: significa la carga por unidad de área a la que un suelo cederá al ser comprimido. Se puede determinar mediante pruebas de laboratorio, o estimarse en el campo usando un penetrómetro de bolsillo, por prueba de penetración dactilar y otros métodos.

Suelo mojado: significa un suelo que contiene una cantidad significativamente mayor de humedad que el suelo húmedo, pero en tal gama de valores que el material cohesivo se hundirá, o comenzará a escurrirse al vibrar. Material granuloso que presentaría características cohesivas estando húmedo perderá esas propiedades cohesivas al estar mojado.

(c) Requisitos - (1) Clasificación de suelos y depósitos rocosos. Cada suelo y depósito de rocas deberá ser clasificado por una persona competente como Roca Estable, Tipo A, Tipo B, o Tipo C en conformidad con las definiciones establecidas en el párrafo (b) de este Apéndice.

(2) Base para la clasificación. La clasificación de los depósitos deberá hacerse basada sobre los resultados de, al menos, un análisis visual y al menos, un análisis manual. Tales análisis deberá conducirlos una persona competente usando las pruebas descritas en el párrafo (d) abajo, o con otros métodos reconocidos para la clasificación y pruebas de suelos tal como los adoptados por la "American Society for Testing Materials", o el "U.S. Department of Agriculture" en su sistema de clasificación.

(3) Análisis visual y manual. Los análisis visuales y manuales, tal como aquellos señalados como aceptables en el párrafo (d) de este Apéndice, deberán diseñarse y conducirse para que provean la suficiente información cualitativa y cuantitativa como poder identificar apropiadamente las propiedades, factores y condiciones que afectan la clasificación de los depósitos.

(4) Sistemas de capas. En un sistema de capas, se deberá clasificar el sistema conforme a su capa más débil. Sin embargo, cada capa puede clasificarse individualmente cuando una capa más estable se encuentre debajo de una capa menos estable.

(5) Reclasificación. Si luego de clasificar un depósito, las propiedades, factores, o condiciones que afecten su clasificación cambian en cualquier manera, los cambios deberán ser evaluados por una persona competente. Se deberá reclasificar el depósito según sea necesario para reflejar las circunstancias cambiantes.

(d) Pruebas visuales y manuales aceptables - (1) Pruebas visuales. El análisis visual se conduce para determinar información cualitativa en cuanto al sitio de la excavación en general, el suelo en las inmediaciones de la excavación, el suelo formando los lados de la excavación abierta y el suelo tomado como muestras de material excavado.

(i) Observe muestras del suelo excavado y suelo de los lados de la excavación. Estime el promedio de los tamaños de las partículas y la cantidad relativa de partículas de cada tamaño. Suelo que esté formado principalmente de material granoso-fino es material cohesivo. Suelo compuesto principalmente de granos gruesos de área o gravilla, es material granuloso.

(ii) Observe al suelo según se va excavando. Suelo que permanece en terrones a ser excavado es cohesivo. Suelo que se desmorona con facilidad y no se queda en forma de terrones es granuloso.

(iii) Observe el lado de la excavación abierta y el área superficial adyacente a la excavación. Aperturas tipo grietas tal como líneas de tensión podrían indicar material agrietado. Si ruedan trozos de suelo del lado vertical, el suelo podría ser agrietado. La presencia de pequeños trozos de suelo evidencia situaciones potencialmente peligrosas.

(iv) Observe las inmediaciones de la excavación y la excavación misma para detectar instalaciones de servicio público soterradas existentes y otras estructuras soterradas, y para identificar suelo previamente alterado.

(v) Observe el lado abierto de la excavación para identificar sistemas de capas. Examine los sistemas de capas para identificar si las capas declivadas entran hacia la excavación. Estime el grado de inclinación de las capas.

(vi) Examine las inmediaciones de la excavación y los lados abiertos de la excavación para detectar agua superficial, filtración de agua de los lados de la excavación, o la localización del nivel freático.

(vii) Observe las inmediaciones de la excavación y el área dentro de la excavación para detectar fuentes de vibración que puedan afectar la estabilidad de la cara de la excavación.

(2) Pruebas Manuales. El análisis manual de las muestras de suelos se conduce para determinar características cualitativas y cuantitativas del suelo y para proveer más información pertinente para la clasificación apropiada del suelo.

(i) Plasticidad. Moldee una muestra mojada o húmeda del suelo en una bola e intente enrollarla en rollitos más pequeños de 1/8 de pulgada de diámetro. El material cohesivo se puede enrollar así exitosamente sin que se desmorone. Por ejemplo, si se puede formar un rollito alargado, de unos 50mm (dos pulgadas) de largo y 1/8 de pulgada de diámetro y sostenerle por una punta sin que se deshaga, el material es cohesivo.

(ii) Resistencia seca. Si el suelo está seco y desmorona por su cuenta o con presión dactilar moderada en granos individuales o polvo fino, es granuloso (cualquier combinación de gravilla, arena, o "sedimento" (silt). Si el suelo está seco y cae en terrones que se deshacen en terrones más pequeños, pero que los terrones más pequeños solamente se pueden descomponer más con mucha dificultad, puede que se trate de arcilla con cualquier combinación de gravilla, arena o "sedimento" (silt). Si el suelo seco se descompone en terrones que no se descomponen a su vez en otros terrones más pequeños y que solamente con mucho esfuerzo se podrían descomponer y no hay indicación visual de grietas, se puede considerar este suelo como no-agrietado.

(iii) Penetración del pulgar. La prueba de penetración del pulgar se puede usar para estimar la tensión compresiva libre de suelos cohesivos. (Esta prueba se basa sobre la prueba de penetración del pulgar descrita en el D2488-"Standard Recommended Practical for Description of Soils (Vis.-Man.Procedures)" de la "American Society for Testing and Materials" (ATSM) Suelos el Tipo A que tienen una resistencia compresiva libre de 1.5 tsf pueden ser fácilmente endentados por el pulgar; sin embargo, el pulgar solamente podrá penetrarlos con mucho esfuerzo. Suelo Tipo C que tienen una resistencia compresiva libre de 0.5 tsf puede fácilmente ser penetrado varias pulgadas por el pulgar, y pueden ser moldeados con leve presión dactilar. Esta prueba debe efectuarse en el suelo que no haya sido previamente alterado, como por ejemplo en un terrón grande recién excavado, se debe hacer tan pronto sea practicable para minimizar los efectos de exposición a influencias secantes del ambiente. Si luego se expone la excavación a circunstancias

mojadas (lluvias, inundación) se deberá cambiar la clasificación del suelo conforme a ello.

(iv) Otras pruebas de resistencia. Estimados de resistencias compresiva libre de los suelos se pueden obtener también utilizando un penetrómetro de bolsillo o mediante un "shearvane" manual.

(v) Prueba de secado. El propósito básico de la prueba de secado es el de diferenciar entre material cohesivo agrietado, material cohesivo no agrietado y material granuloso. El procedimiento para la prueba de secado involucra secar una muestra del suelo que tenga aproximadamente una pulgada de grosor (2.54m) y seis pulgadas de diámetro (15.24cm) hasta que esté completamente seco:

(A) Si la muestra desarrolla quebraduras al secarse, indica grietas significativas.

(B) Muestras que sequen sin formarseles quebraduras han de descomponerse manualmente. Si hay que aplicar fuerza considerable para desmoronarlas, el suelo contiene material cohesivo en cantidades importantes. Se puede clasificar como material cohesivo no agrietado y la resistencia compresiva libre deberá determinarse.

(C) Si la muestra se descompone manualmente con facilidad, o es material cohesivo agrietado o material granuloso. Para distinguir entre ambos, pulverice manualmente los terrones de la muestra o aplástelos con el pie. Si los terrones no se pulverizan fácilmente, el material es cohesivo con grietas. Si se pulverizan fácilmente en fragmentos bien pequeños, el material es granuloso.

## **Apéndice B de la Subparte P**

### **Declivado y Banqueo (Escalonado)**

(a) Alcance y aplicación. Este Apéndice contiene especificaciones para declivado y escalonado cuando éstos se usan como métodos de salvaguardar empleados trabajando en excavaciones, contra derrumbes. Los requisitos de este Apéndice aplican cuando el diseño de sistemas de protección de escalonado y declivado se efectúa conforme con los requisitos establecidos en §1926.652(b)(2).

#### **(b) Definiciones**

Declive actual: significa el declive al cual se excava la cara de una excavación.

Sobrecarga: significa que el suelo está en condición tal en la que un derrumbe es inminente o está a punto de ocurrir. Sobre carga se evidencia por fenómenos tales como el desarrollo de grietas en la cara de la excavación o adyacente a ella; la subsidencia del borde de la excavación; el desplome de material de la cara de la excavación o el abultamiento o levantamiento de material del fondo de la excavación; el descantillado de material de la cara de la excavación; y el desmoronamiento en el borde, i.e., y el resbalamiento de pequeñas cantidades de material tales como piedrecita o pequeños terrones separándose súbitamente de cara de la excavación hacia dentro de la misma.

Declive máximo permisible: significa la inclinación más empinada que es aceptable, para las condiciones más favorables del sitio, como protección contra derrumbes y se expresa como la proporción de distancia entre la

horizontal y la elevación vertical (H:V).

Exposición de corta duración: significa un período de tiempo menor o igual a 24 horas durante el cual permanece abierta una excavación.

(c) Requisitos. (1) Clasificación de suelo. Los suelos y los depósitos rocosos deberán clasificarse en consonancia con el Apéndice A de la subparte P de la parte 1926.

(2) Declive máximo permisible. El declive máximo permisible para un suelo o depósito de roca deberá determinarse de la Tabla B-1 de este Apéndice.

(3) Declive actual. (i) El declive deberá ser no más empinado que el declive máximo permisible.

(ii) El declive actual deberá ser menor que el declive máximo permisible, cuando hayan señales de sobrecarga. De ocurrir tal situación, el declive deberá recortarse a un declive actual que sea al menos 1/2 horizontal a uno vertical (1/2 H:IV) menos empinado que el declive máximo permisible.

(iii) Cuando estén presentes cargas con sobrepeso causados por el almacenaje de material o equipo en operación o tráfico de vehículos, una persona competente deberá determinar el grado al cual se deberá reducir el declive actual por debajo del declive máximo permisible y deberá asegurarse de que tal reducción se efectúe. Sobrecargas provenientes de estructuras adyacentes deberán ser evaluadas en consonancia con §1926.651(i).

(4) Configuraciones. Las configuraciones para sistemas de declivado y banqueo deberán estar en consonancia con la Figura B-1

TABLA B-1  
DECLIVES MAXIMOS PERMISIBLES

TIPO DE SUELO O ROCA	DECLIVES MAXIMOS PERMISIBLES (H:V) <sup>[1]</sup> PARA EXCAVACIONES MENOS DE 20 PIES DE PROFUNDIDAD <sup>[3]</sup>
ROCA ESTABLE TIPO A <sup>[2]</sup> TIPO B TIPO C	VERTICAL (90°) 3/4:1 (53°) 1:1 (45°) 1½:1 (34°)

NOTAS:

1. Números entre paréntesis próximos a declives máximos permISIBLES son ángulos expresados en grados desde la horizontal. Están redondeados.

2. Un declive máximo permisible para una excavación de corta duración se permite (½ H:1V, 63 grds.) en suelos Tipo A que tengan 12 pies (3.67m) o menos de profundidad. Para excavaciones de corta duración en suelos del Tipo A que tengan una profundidad mayor a los 12 pies (3.67m) el declive máximo permisible será 3/4 H:1V (53 grds.).

3. Declivado o banqueo para excavaciones con una profundidad mayor a los 20 pies deberán ser diseñados por un ingeniero

profesional registrado.

#### Configuracion de declives

(Todos los declives establecidos a continuacion estan en la razon horizontal a vertical)

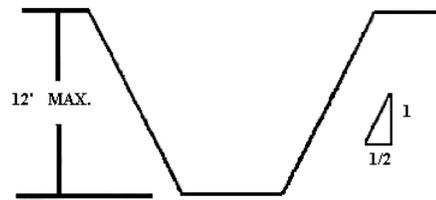
##### B-1.1 Excavaciones hechas en suelo Tipo A

1. Todas la excavaciones de declive simple de 20 pies o menos de profundidad deberan tener un declive maximo permisible de  $3/4 - 1$ .



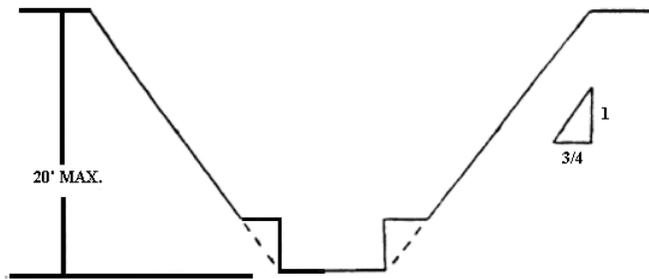
Declive simple-General.

Excepcion: Las excavaciones de declive simple que esten abiertas 24 horas o menos (corto termino), y que sean 12 pies o menos de profundidad deberan tener un declive maximo permisible de  $1/4-1$ .

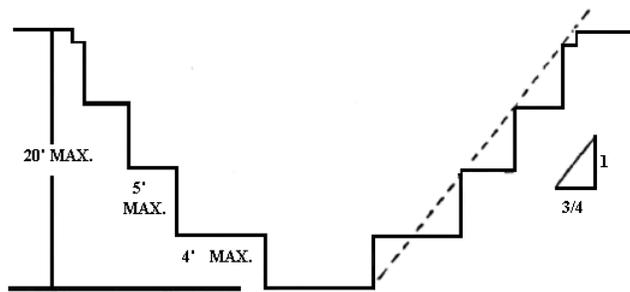


Declive simple

2. Todas las excavaciones bancaladas de 20' o menos de profundidad deberan tener un declive maximo permisible de 3/4 a 1 y dimensiones de banco como sigue:

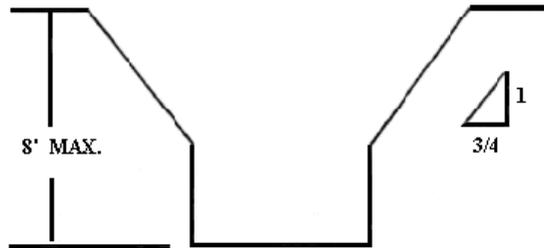


Bancalado simple



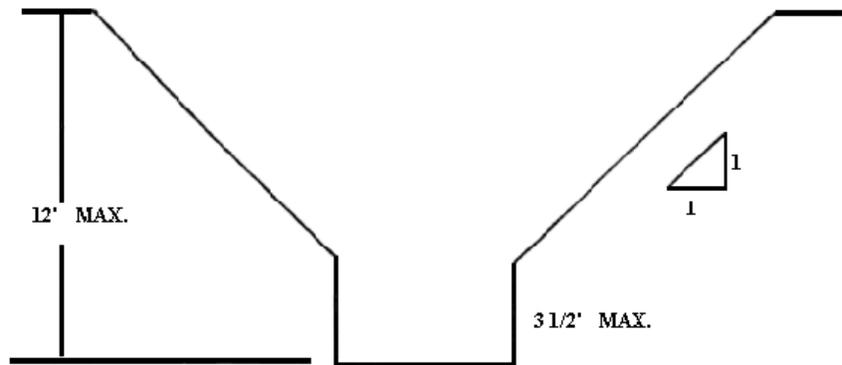
Bancalado multiple

3. Todas las excavaciones de 8' o menos profundidad que tengan porciones mas bajas con lados sin soporte deberan tener un lado vertical maximo de 3 1/2 pies.



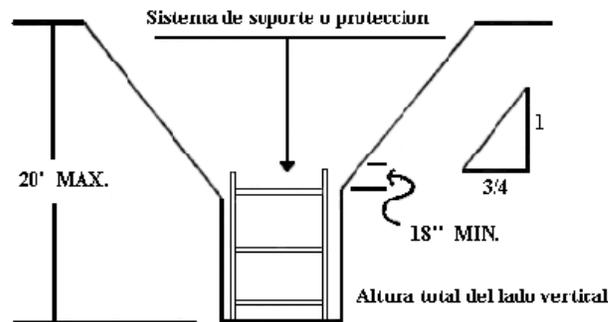
Porcion inferior de lado vertical no soportado-Maximo de ocho pies de profundidad

Todas las excavaciones de ocho pies pero no mas de 12 pies de profundidad cuyas porciones inferiores de lados verticales sin soporte deberan tener un declive maximo permisible de 1; 1 y un lado vertical maximo de 3 1/2 pies.



Porcion inferior de lado vertical no soportado-Maximo de 12 pies de profundidad

Todas las excavaciones de 20 pies de profundidad o menos que tengan porciones inferiores de lado vertical que esten soportadas o protegidas deberan tener un declive maximo permisible de 3/4-1. El sistema de soporte o proteccion debe extenderse al menos 18 pulgadas sobre la parte de arriba del lado vertical.



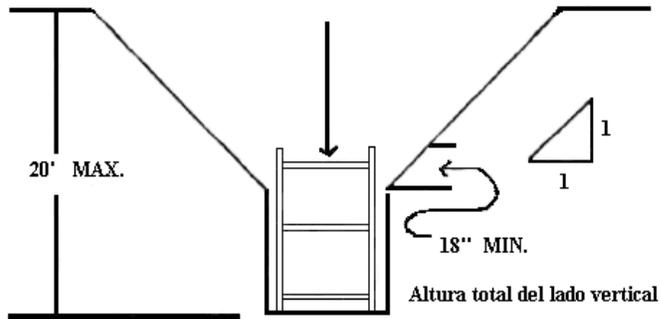
Porcion inferior del lado vertical soportado o protegido

4. Todo otro declive simple, declive compuesto y excavaciones de porcion inferior verticalmente asistida debera estar de acuerdo con las otras opciones permitidas bajo la seccion 1926.652(b).

#### B-1.2 Excavaciones hechas en suelo tipo B

1. Todas las excavaciones de declive simple de 20 pies o menos en profundidad deberan tener un declive maximo permisible de 1:1.

Sistema de soporte o protección

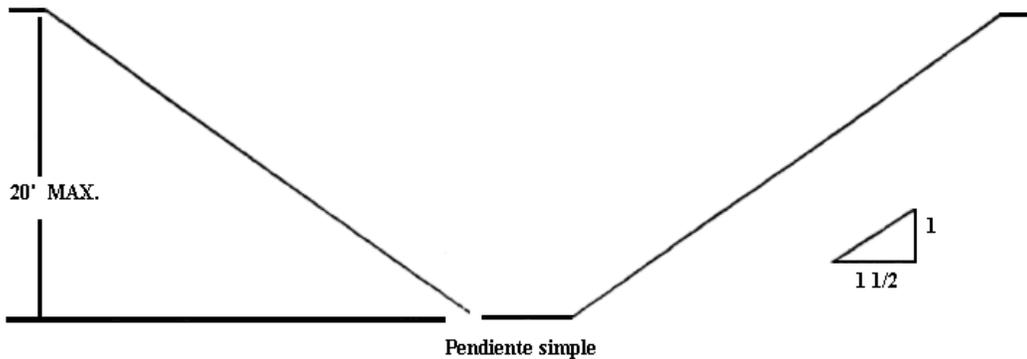


Sistema de soporte o protección

4. Todas las otras excavaciones declivadas deberán estar de acuerdo con las opciones permitidas en la sección 1926.652(b).

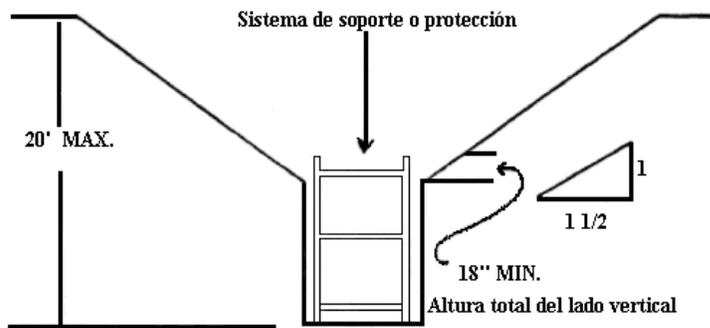
B-1.3 Excavaciones hechas en suelo tipo C

1. Todo declive simple en excavaciones de 20 pies o menos en profundidad deberán tener un máximo de declive permisible de 1 1/2:1.



Pendiente simple

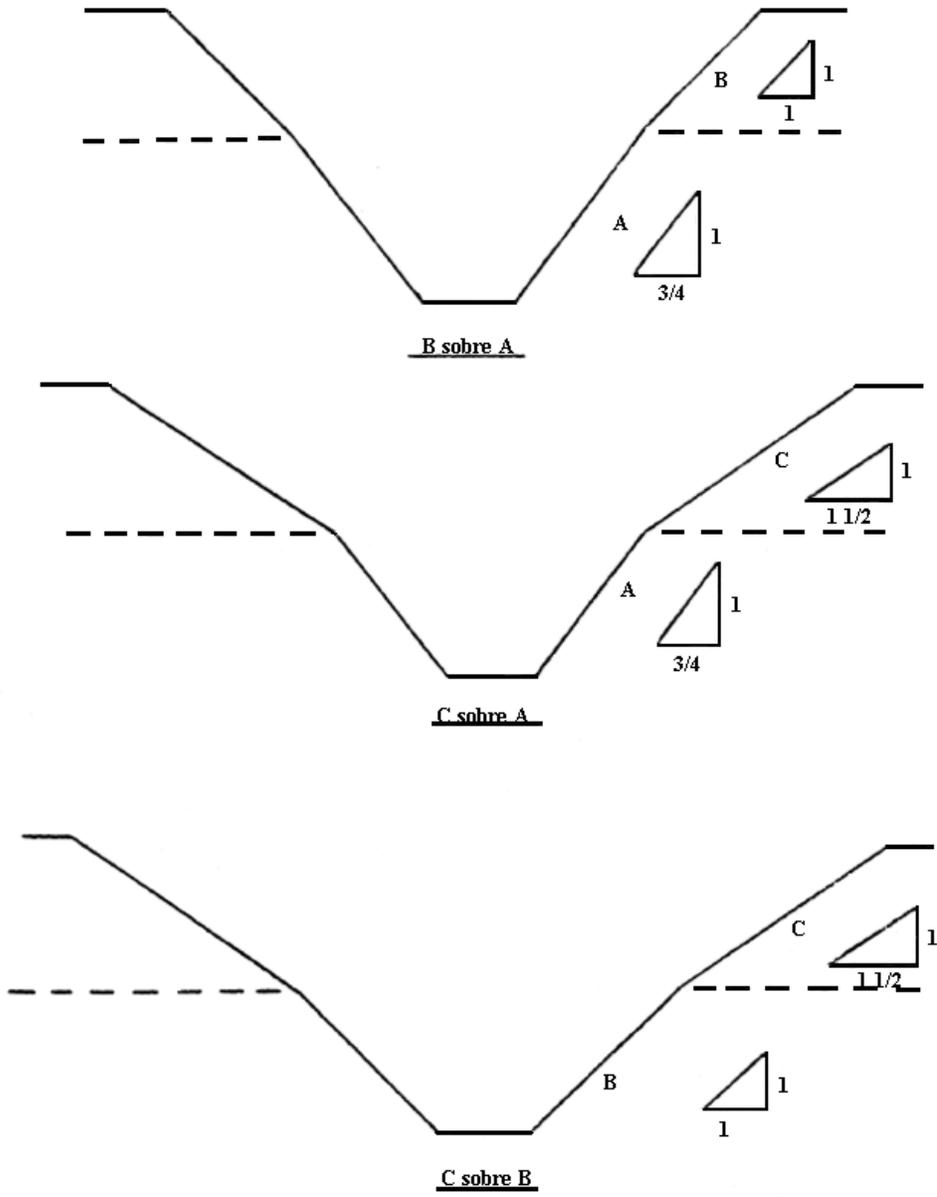
1. Todas las excavaciones simples de 20 pies o menos de profundidad que tengan porciones inferiores de lado vertical deberán estar protegidas o soportadas hasta una altura al menos 18 pulgadas sobre la parte de arriba del lado vertical. Todas las excavaciones tales deberán tener un declive máximo permisible de 1 1/4:1.

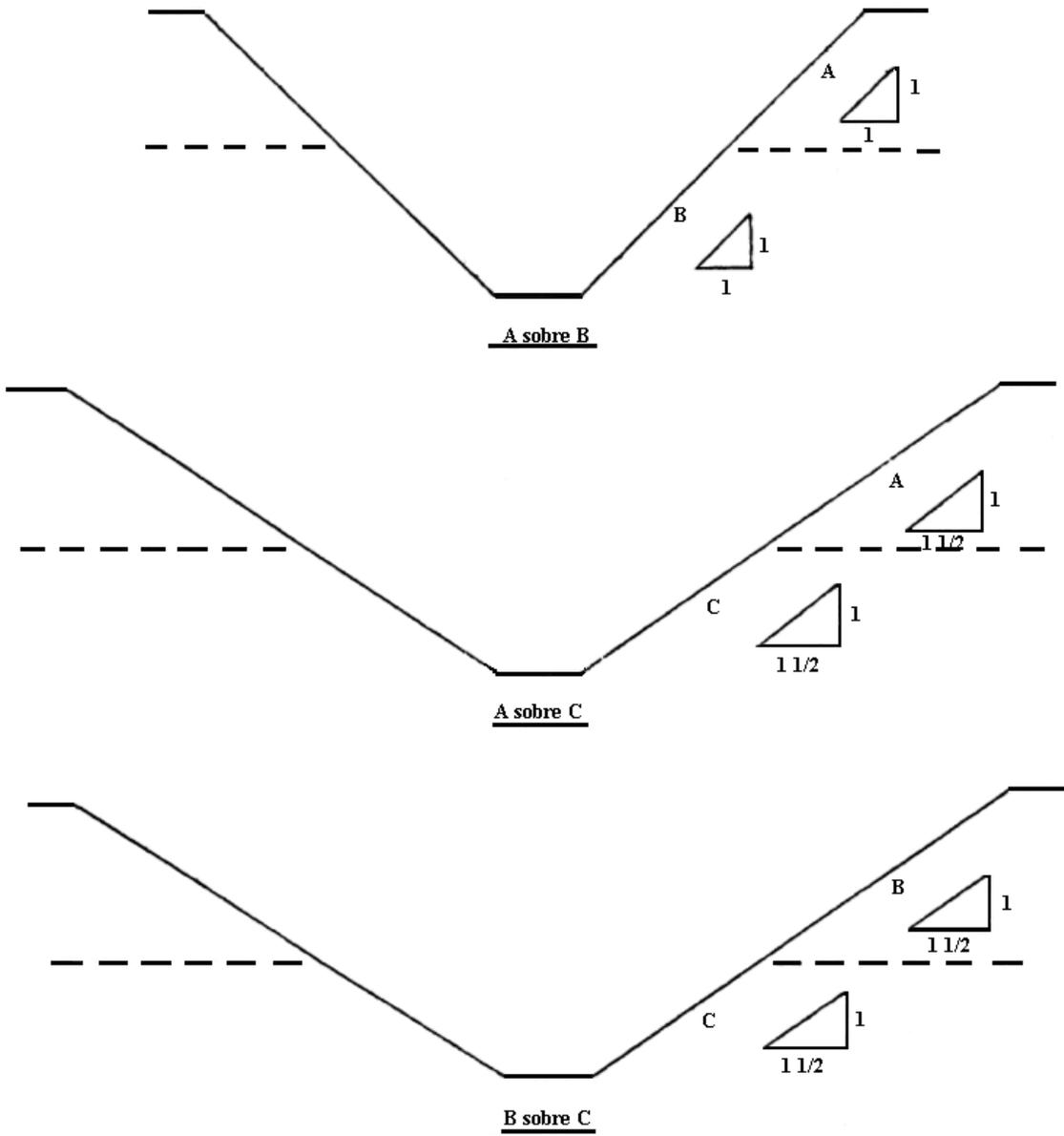


Porción inferior de lado vertical

3. Todas las otras excavaciones declivadas deberán estar de acuerdo con las opciones permitidas en la sección 1926.652(b).

1. Todas las excavaciones de 20 pies o más de profundidad en suelos en estratos deberán tener un declive máximo permisible para cada estrato según se establece a continuación.





2. Todas las otras excavaciones declivadas deberán estar de acuerdo con las opciones permitidas en la sección 1926.652(b).

## **Apéndice C para la Subparte P**

### **Apuntalamiento de Madera para Trincheras**

(a) Alcance. Este Apéndice contiene información que puede ser usada cuando se provea apuntalamiento de madera como medio de protección contra derrumbes en trincheras que no excedan los 20 pies de profundidad (6.1m). Este Apéndice se deberá usar cuando del sistema protector de apuntalamiento de madera se diseñe en consonancia con §1926.652(c)(1). Otras configuraciones para apuntalamiento de madera; otros sistemas de apoyo tales como sistemas hidráulicos y neumáticos; y otros sistemas protectores como escalonado, escudado, declivado y sistemas de congelamiento deberán diseñarse conforme con los requisitos establecidos en §1926.652(b) y §1926.652(c).

(b) Clasificación de suelos. Para utilizar los datos presentados en este Apéndice, el tipo o tipos de suelos en los que se hace la excavación deberá primero determinarse usando el sistema de clasificación de suelos establecidos en el apéndice A de la subparte P de esta parte.

(c) Presentación de información.

La información está presentada de varias maneras, a continuación:

(1) La información se presenta en forma tabulada en las Tablas C-1.1, C-1.2 y C-1.3, así como las Tablas C-2.1, C-2.2 y C-2.3 al final del párrafo (g) del Apéndice. Cada tabla presenta los tamaños mínimos que los miembros de madera que se usan en los sistemas de apuntalamiento pueden tener y cada tabla contiene únicamente datos para del tipo de suelo en particular en el que se está haciendo la, o parte de, la excavación. Los datos están organizados de manera que permitan flexibilidad al usuario para que pueda escoger entre varias configuraciones aceptables de los miembros tomándose como base las variaciones de espacio horizontal de las crucetas. La roca estable está exenta de requisitos de apuntalamiento y por lo tanto, no se presentan datos para esta condición.

(2) Información relacionada con los fundamentos de los datos tabulados y las limitaciones de los datos se presenta en el párrafo (d) de este Apéndice y en las mismas tablas.

(3) Información explicando el uso de los datos tabulados se presenta en el párrafo (e) de este Apéndice.

(4) Información ilustrando el uso de los datos tabulados se presenta en el párrafo (f) de este Apéndice.

(5) Anotaciones misceláneas referentes a las Tablas C-1.1 hasta la C-1.3 y las Tablas C-2.1 hasta la C-2.3 se presentan en el párrafo (g) de este apéndice.

(d) Fundamentos y limitaciones de los datos. - (1) Dimensiones de los miembros de madera. (i) Los tamaños de madera enumerados en las Tablas C-1.1 a la C-1.3 se tomaron del informe del "National Bureau of Standards" (NBS), "Recommended Technical Provisions for Construction Notice in Shoring and Sloping of Trenches and Excavations". Además, en donde el NBS no recomendaba tamaños específicos para los

miembros, los tamaños de los miembros se basan sobre un análisis de tamaños requeridos para el uso por códigos existentes y la práctica empírica.

(ii) Las dimensiones requeridas para los miembros enumerados en las Tablas C-1.1 a la C-1.3 se refieren a las dimensiones actuales y no a las nominales, de la madera. Patronos que deseen usar tamaños nominales se remiten a las Tablas C-2.1 a la C-2.3, o encuentran esta elección bajo §1926.652(c)(3) y se remiten al Cuerpo de Ingenieros (Corps of Engineers), "The Bureau of Reclamation" u otros datos de fuentes aceptables.

(2) Limitación de aplicación. (i) No se intenta que la especificación de apuntalamiento de madera aplique para cada situación que se pueda experimentar en el campo. Estos datos se desarrollaron para que apliquen en las situaciones más comunes de la práctica corriente de excavación de trincheras. Sistemas de apuntalamiento a ser utilizados en situaciones no cubiertas por los datos encontrados en este Apéndice deberán ser diseñados como se especifica en §1926.652(c).

(ii) Cuando cualesquiera de las siguientes condiciones estén presentes, los miembros especificados en las tablas no se considerarán adecuados. En tales casos, se deberá diseñar un sistema de apuntalamiento alternativo u otro tipo de sistema protector diseñado conforme al §1926.652.

(A) Cuando cargas impuestas por estructuras o por material almacenado en las inmediaciones de la trinchera pesen en exceso de la carga impuesta por una sobrecarga de suelo de dos pies. El término "en las inmediaciones" como se usa aquí, significa dentro del área horizontal desde el borde de la trinchera equivalente a la distancia de profundidad de la trinchera.

(B) Cuando se impongan sobre riostras, cargas verticales que excedan a las 240 libras de carga gravífica, distribuida sobre una sección de un pie del centro de la riostra.

(C) Cuando estén presentes sobrecargas procedentes de equipos pesando en exceso de 20,000 libras.

(D) Cuando sólo la porción inferior de una trinchera esté apuntalada y la porción restante de la trinchera esté declivada o escalonada a menos que: La porción declivada esté inclinada a un ángulo menos empinado de tres horizontal a uno vertical; o se escojan los miembros de las tablas a usarse a una profundidad que esté determinada desde el tope de la trinchera en total y no desde la base de la porción declivada.

(e) Uso de Tablas. Los miembros de un sistema de apuntalamiento que se escogerán usando esta información son las riostras, montantes y los largueros, cuando estos se requieran. El tamaño mínimo de los miembros están especificados según el tipo de suelo en cuestión. Hay seis tablas de información, dos para cada tipo de suelo. Primero se deberá determinar el tipo de suelo en consonancia con el sistema de clasificación de suelos descritos en el Apéndice A de la Subparte P de la Parte 1926. Utilizando la tabla apropiada, se hace entonces la selección del tamaño y el espaciamiento de los miembros. La selección se basa sobre la profundidad y el ancho de la trinchera en la que se instalarán dichos miembros y, en la mayoría de los casos, también se basa la selección sobre el espaciamiento horizontal de las riostras. Ocasiones en las que esté disponible la alternativa de espaciamiento horizontal de riostras, el espaciamiento horizontal de las riostras deberá escogerse primero por el usuario antes de que se pueda determinar el tamaño de cualquier miembro. Cuando se conozcan el tipo de suelo, la anchura y la profundidad de la trinchera y el espaciamiento horizontal de las riostras, el tamaño y el espaciamiento vertical de las riostras, el tamaño y el espaciamiento vertical de los largueros y el tamaño y el espaciamiento horizontal de los montantes, se podrá leer directamente de la tabla apropiada.

(f) Ejemplos para ilustrar el uso de las Tablas C-1.1 a la C-1.3.

(1) Ejemplo 1.

Una trinchera excavada en suelo Tipo A, con 13 pies de profundidad y 5 pies de ancho.  
De la Tabla C-1.1, arreglos aceptables de madera a usarse.

Arreglo #1

Espaciar riostras de 4x4, a 6 pies horizontales y 4 pies verticalmente.

No se requieren largueros.

Espaciar montantes de 3x8, a 6 pies horizontalmente.

Este arreglo suele llamarse "apuntalamiento alternado".

#### Arreglo #2

Espaciar riostras de 4x6, a 8 pies horizontalmente y 4 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 8x8, a 4 pies verticalmente.

Espaciar montantes de 2x6, a 4 a pies horizontalmente.

#### Arreglo #3

Espaciar riostras de 6x6, a 10 pies horizontalmente y 4 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 8x10, a 4 pies verticalmente.

Espaciar montales de 2x6, a 5 pies horizontalmente.

#### Arreglo #4

Espaciar riostras de 6x6, a 12 pies horizontalmente y 4 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 10x10, a 4 pies verticalmente.

Espaciar montantes de 3x8, a 6 pies horizontalmente.

#### (2) Ejemplo 2.

na trinchera excavada en Suelo Tipo B con 13 pies de profundidad y 5 pies de ancho. Se enumeran 3 ejemplos aceptables de la Tabla C-1.2.

#### Arreglo #1

Espaciar riostras de 6x6, a 6 pies horizontalmente y 5 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 8x8, a 5 pies verticalmente.

Espaciar montantes de 2x6, a 2 pies horizontalmente.

#### Arreglo #2

Espaciar riostras de 6x8, a 8 pies horizontalmente y 5 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 10x10, a 5 pies verticalmente.

Espaciar montantes de 2 x6, a 2 pies horizontalmente.

#### Arreglo #3

Espaciar riostras de 8 x8, a 10 pies horizontalmente y 5 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 10x12, a 5 pies verticalmente.

Espaciar montantes de 2x6, a 2 pies verticalmente.

#### (3) Ejemplo #3

Una trinchera excavada en Suelo tipo C con 13 pies de profundidad y 5 pies de ancho.

De la Tabla C-1.3 se pueden usar dos arreglos aceptables de los miembros.

#### Arreglo #1

Espaciar riostras de 8x8, a 6 pies horizontalmente y 5 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 10x12, a 5 pies verticalmente.

Colocar montantes de 2x6, tan cercanas unas de otras como sea posible.

Si se tiene que retener agua, use montante de lengüeta y muesca para formar un blindaje sellado.

## Arreglo #2

Espaciar riostras de 8x10, a 8 pies horizontalmente y 5 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 12x12, a 5 pies verticalmente.

Colocar montantes de 2x6, en una configuración de blindaje cerrado a menos que se tenga que resistir presión hidráulica. Cuando se tenga que retener aguas, se deberá usar blindaje sellado.

## (4) Ejemplo 4

Una trinchera excavada en Suelo Tipo C con 20 pies de profundidad y 11 pies de ancho. El tamaño y el espaciamiento de los miembros de la sección de la trinchera que tenga sobre 15 pies de profundidad se determina usando la Tabla C-1.3. Sólo se provee un arreglo para los miembros.

Espaciar riostras de 8x10, a 6 pies horizontalmente y 5 pies verticalmente.

Espaciar largueros de 12x12, a 5 pies verticalmente.

Utilice blindaje sellado de 3x6.

El uso de las Tablas C-2.1 a la C-2.3 siguen los mismos procedimientos.

(g) comentarios para todas las tablas.

1. Tamaños de miembros a espaciamientos distintos de los indicados se han de determinar como se especifica en §1926.652(c), "Diseño de Sistemas Protectores".

2. Cuando las condiciones sean de saturación o sumersión utilice Blindaje Sellado. El Blindaje sellado se refiere al uso de planchas de madera especialmente bordeadas (por ej: lengüeta y muesca) con un mínimo de tres pulgadas de grosor, estacada de planchas de acero o construcción similar que al ser colocado en su lugar provee una pared sellada que resiste la presión lateral del agua y que evita la pérdida de material de relleno. Blindaje Cerrado se refiere a la colocación de tablonces sumamente pegado de manera que entre ellos exista tan poco espacio como sea posible.

3. Todo el espaciamiento indicado está medido de centro a centro.

4. Los largueros han de instalarse con la dimensión mayor horizontal.

5. Si la distancia vertical desde el centro de la riostra más baja hacia el fondo de la trinchera excede a los 2.5 pies, los montantes han de incrustarse firmemente o deberá usarse una vigueta de repartición de cargas. Cuando los montantes esté incrustados, la distancia vertical desde el centro de la riostra más baja hacia el fondo de la trinchera no deberá exceder las 36 pulgadas. Cuando se usen viguetas de repartición de cargas, la distancia vertical no deberá exceder 42 pulgadas. Las viguetas de repartición de cargas son largueros que se instalan en el pie de talud del lado de la trinchera.

6. Puntales ajustables pueden utilizarse, en lugar de o en combinación, con riostras de madera.

7. Colocación de riostras. Cuando el espaciamiento vertical de las riostras sea de 4 pies, coloque la riostra ubicada al tope a no más de dos pies por debajo del tope de la trinchera. Cuando el espaciamiento vertical de

las riostras sea de 5 pies, coloque la riostra ubicada al tope a no más de 2.5 pies por debajo del tope de la trinchera.

[Billing Code 4510-26-M]

TABLE C-1.1

TIMBER TRENCH SHORING -- MINIMUM TIMBER REQUIREMENTS \*

SOIL TYPE A  $P_a = 25 \times H + 72 \text{ psf}$  (2 ft Surcharge)

DEPTH OF TRENCH (FEET)	HORIZ. SPACING (FEET)	CROSS BRACES					VERT. SPACING (FEET)	SIZE (IN)	HALES		MAXIMUM ALLOWABLE HORIZONTAL SPACING						
		UP TO 4	UP TO 6	UP TO 9	UP TO 12	UP TO 15			VERT. SPACING (FEET)	VERT. SPACING (FEET)	CLOSE	4	5	6	8		
5	UP TO 6	4X4	4X4	4X6	6X6	6X6	4	Not Req'd	---								
	UP TO 8	4X4	4X4	4X5	6X6	6X5	4	Not Req'd	---								2X8
10	UP TO 10	4X6	4X6	4X6	6X6	6X6	4	8X8	4								
	UP TO 12	4X6	4X6	6X6	6X6	6X6	4	8X8	4								2X6
10	UP TO 6	4X4	4X4	4X6	6X6	6X6	4	Not Req'd	---								
	UP TO 8	4X6	4X6	6X6	6X6	6X6	4	8X8	4								2X6
15	UP TO 10	6X6	6X5	6X6	6X8	6X8	4	8X10	4								
	UP TO 12	6X6	6X6	6X6	6X8	6X8	4	10X10	4								3X8
15	UP TO 6	6X6	6X6	6X6	6X8	6X8	4	6X8	4								
	UP TO 8	6X6	6X6	6X6	6X8	6X8	4	8X8	4								3X6
20	UP TO 10	8X8	8X8	8X8	8X8	8X10	4	8X10	4								
	UP TO 12	8X8	8X8	8X8	8X8	8X10	4	10X10	4								3X6
OVER 20	SEE NOTE 1																

\* Mixed oak or equivalent with a bending strength not less than 850 psi.  
 \*\* Manufactured members of equivalent strength may be substituted for wood.

TABLE C-1.2

TIMBER TRENCH SHORING -- MINIMUM TIMBER REQUIREMENTS \*  
 SOIL TYPE B P<sub>a</sub> = 45 X H + 72 psf (2 ft. Surcharge)

DEPTH OF TRENCH (FEET)	HORIZ. SPACING (FEET)	CROSS RACES					SIZE (ACTUAL) AND SPACING OF MEMBERS**					UPRIGHTS		
		WIDTH OF TRENCH (FEET)		VERT. SPACING (FEET)			SIZE (IN)		VERT. SPACING (FEET)		CLOSE	MAXIMUM ALLOWABLE HORIZONTAL SPACING (FEET)		
		UP TO	UP TO	UP TO	UP TO	UP TO	UP TO	UP TO	UP TO	2		3		
5	UP TO 6	4x6	4x6	6x6	6x6	6x6	5	6x8	5					
	UP TO 8	6x6	6x6	6x6	6x8	6x8	5	8x10	5			2x6		
	UP TO 10	6x6	6x6	6x6	6x8	6x8	5	10x10	5			2x6		
10	UP TO 6	6x6	6x6	6x6	6x8	6x8	5	8x8	5			2x6		
	UP TO 8	6x8	6x8	6x8	8x8	8x8	5	10x10	5			2x6		
	UP TO 10	8x8	8x8	8x8	8x8	8x10	5	10x12	5			2x6		
15	UP TO 6	6x8	6x8	6x8	8x8	8x8	5	8x10	5			3x6		
	UP TO 8	8x8	8x8	8x8	8x8	8x10	5	10x12	5			3x6		
	UP TO 10	8x10	8x10	8x10	8x10	10x10	5	12x12	5			3x6		
OVER 20	SEE NOTE 1													

\* Mixed oak or equivalent with a bending strength not less than 850 psi.  
 \*\* Manufactured members of equivalent strength may be substituted for wood.

TABLE C-1.3  
 TIMBER TRENCH SHORING -- MINIMUM TIMBER REQUIREMENTS \*  
 SOIL TYPE C P<sub>a</sub> = 80 X H + 72 paf (2 ft. Surcharge)

DEPTH OF TRENCH (FEET)	HORIZ. SPACING (FEET)	CROSS BRACES					VERT. SPACING (FEET)	SIZE (ACTUAL) AND SPACING OF MEMBERS**	VERT. SPACING (IN)	VERT. SPACING (FEET)	MAXIMUM ALLOWABLE HORIZONTAL SPACING (FEET) (See Note 2)
		WIDTH OF TRENCH (FEET)									
		UP TO	UP TO	UP TO	UP TO	UP TO					
5	UP TO 6	4	6	9	12	15	8X10	5	5	2X6	
	UP TO 8	8X8	8X8	8X8	8X8	8X10	10X12	5	5	2X6	
10	UP TO 10	8X10	8X10	8X10	8X10	10X10	12X12	5	5	2X6	
	See Note 1										
10	UP TO 6	8X8	8X8	8X8	8X8	8X10	10X12	5	5	2X6	
	UP TO 8	8X10	8X10	8X10	8X10	10X10	12X12	5	5	2X6	
15	See Note 1										
	See Note 1										
15	UP TO 6	8X10	8X10	8X10	8X10	10X10	12X12	5	5	3X6	
	See Note 1										
20	See Note 1										
	See Note 1										
OVER 20	SEE NOTE 1										

\* Mixed Oak or equivalent with a bending strength not less than 850 paf.  
 \*\* Manufactured members of equivalent strength may be substituted for wood.

TABLE C-2.1

TIMBER TRENCH SHORING -- MINIMUM TIMBER REQUIREMENTS \*  
 SOIL TYPE A P<sub>a</sub> = 25 X H + 72 psf (2 ft. Surcharge)

DEPTH OF TRENCH (FEET)	HORIZ. SPACING (FEET)	CROSS BRACES					VERT. SPACING (FEET)		WALLES		MAXIMUM ALLOWABLE HORIZONTAL SPACING				
		UP TO	UP TO	UP TO	UP TO	UP TO	SIZE (IN)	VERT. SPACING (FEET)	SIZE (IN)	VERT. SPACING (FEET)	CLOSE	4	5	6	8
5	UP TO	4	6	9	12	15	4	Not Req'd	Not Req'd						
	UP TO	4X4	4X4	4X4	4X4	4X6	4	Not Req'd	Not Req'd					4X6	
	UP TO	4X4	4X4	4X4	4X6	4X6	4	Not Req'd	Not Req'd						4X8
10	UP TO	4X6	4X6	4X6	6X6	6X6	4	8X8	4						
	UP TO	4X6	4X6	4X6	6X6	6X6	4	8X8	4					4X6	
	UP TO	4X4	4X4	4X4	6X6	6X6	4	Not Req'd	Not Req'd				4X10		
15	UP TO	4X6	4X6	6X6	6X6	6X6	4	8X10	4						
	UP TO	4X6	4X6	6X6	6X6	6X6	4	8X10	4				4X6		
	UP TO	4X6	4X6	6X6	6X6	6X8	4	8X12	4					4X10	
20	UP TO	6X6	6X6	6X6	6X6	6X6	4	8X8	4						
	UP TO	6X6	6X6	6X6	6X6	6X8	4	8X10	4					3X6	
	UP TO	6X6	6X6	6X6	6X8	6X8	4	8X12	4					3X6	4X12
OVER 20	SEE NOTE 1														

\* Douglas fir or equivalent with a bending strength not less than 1500 psi.  
 \*\* Manufactured members of equivalent strength may be substituted for wood.

TABLE C-2.2  
 TIMBER TRENCH SHORING -- MINIMUM TIMBER REQUIREMENTS \*  
 SOIL TYPE B P<sub>a</sub> = 45 X H + 72 psf (2 ft. Surcharge)

DEPTH OF TRENCH (FEET)	HORIZ. SPACING (FEET)	CROSS BRACES					VERT. SPACING (FEET)	SIZE (IN)	MALES		UPRIGHTS				
		WIDTH OF TRENCH (FEET)							VERT. SPACING (FEET)	SIZE (IN)	VERT. SPACING (FEET)	MAXIMUM ALLOWABLE HORIZONTAL SPACING (FEET)			
		UP TO 4	UP TO 6	UP TO 9	UP TO 12	UP TO 15						CLOSE	2	3	4
5	UP TO 6	4X6	4X6	4X6	6X6	6X6	5	6X8	5						
	TO 8	4X6	4X6	6X6	6X6	6X6	5	8X8	5		3X8	3X12 4X8	4X8	4X12	
10	UP TO 10	4X6	4X6	6X6	6X6	6X8	5	8X10	5			4X8			
	See Note 1														
10	UP TO 6	6X6	6X6	6X6	6X8	6X8	5	8X8	5	3X6	4X10				
	UP TO 8	6X8	6X8	6X8	8X8	8X8	5	10X10	5	3X6	4X10				
15	UP TO 10	6X8	6X8	8X8	8X8	8X8	5	10X12	5	3X6	4X10				
	See Note 1														
15	UP TO 6	6X8	6X8	6X8	6X8	8X8	5	8X10	5	4X6					
	UP TO 8	6X8	6X8	6X8	8X8	8X8	5	10X12	5	4X6					
20	UP TO 10	8X8	8X8	8X8	8X8	8X8	5	12X12	5	4X6					
	See Note 1														
OVER 20	SEE NOTE 1														

\* Douglas fir or equivalent with a bending strength not less than 1500 psi.  
 \*\* Manufactured members of equivalent strength may be substituted for wood.

TABLE C-2.3

TIMBER TRENCH SHORING -- MINIMUM TIMBER REQUIREMENTS \*  
 SOIL TYPE C P<sub>a</sub> = 80 X H + 72 psf (2 ft. Surcharge)

DEPTH OF TRENCH (FEET)	HORIZ. SPACING (FEET)	CROSS BRACES					MALES		UPRIGHTS			
		WIDTH OF TRENCH (FEET)					VERT. SPACING (FEET)	SIZE (IN)	VERT. SPACING (FEET)	MAXIMUM ALLOWABLE HORIZONTAL SPACING		
		UP TO 4	UP TO 6	UP TO 9	UP TO 12	UP TO 15				CLOSE		
5	UP TO 6	6X6	6X6	6X6	6X6	8X8	5	5	3X6			
	TO 8	6X6	6X6	6X6	8X8	8X8	5	5	3X6			
10	UP TO 10	6X6	6X6	8X8	8X8	10X12	5	5	3X6			
	See Note 1											
10	UP TO 6	6X8	6X8	6X8	8X8	10X10	5	5	4X6			
	TO 8	8X8	8X8	8X8	8X8	12X12	5	5	4X6			
15	See Note 1											
	See Note 1											
15	UP TO 6	8X8	8X8	8X8	8X10	10X12	5	5	4X6			
	TO 10											
20	See Note 1											
	See Note 1											
OVER 20	SEE NOTE 1											

\* Douglas fir or equivalent with a bending strength not less than 1500 psi.  
 \*\* Manufactured members of equivalent strength may be substituted for wood.  
 BILLING CODE 4910-28-C

Apéndice D para Subparte P

Apuntalamiento Hidráulico de Aluminio para Trincheras

(a) Alcance. Este Apéndice contiene información que puede utilizarse cuando se provea apuntalamiento

hidráulico de aluminio como un método protector contra derrumbes en trincheras que no excedan los 20 pies (6.1m) de profundidad. Este Apéndice deberá usarse cuando el diseño del sistema de protección hidráulico de aluminio no se pueda implantar en consonancia con §1926.652(c)(2).

(b) Clasificación de Suelos. Para usar los datos presentados en este Apéndice, el tipo o tipos de suelos en los datos que se hace la excavación deberá determinarse primero utilizando el sistema de clasificación de suelos establecido en el Apéndice A de la Subparte P de la parte 1926.

(c) Presentación de Información

Se presenta la información en las modalidades siguientes:

(1) En forma tabular en las Tablas D-1.1, D-1.2, D-1.3 y D-1.4. Cada tabla ofrece los espaciamientos máximos, verticales y horizontales que pueden utilizarse con varios tamaños de miembros de aluminio y varios tamaños de cilindros hidráulicos. Cada tabla contiene datos únicamente para el tipo particular de suelo en que se haga la excavación o parte de la excavación. Las Tablas D-1.1 y D-1.2 son para puntales verticales en suelos del Tipo A y B. Las Tablas D-1.3 y D-1.4 son sistemas de largueros horizontales en suelos de los Tipos B y C.

(2) En el párrafo (d) de este Apéndice se ofrece información relacionada con los fundamentos y las limitaciones de cada dato presentado en los datos tabulados.

(3) En el párrafo (e) de este Apéndice se ofrece información explicando el uso de los datos tabulados.

(4) Información ilustrando el uso de los datos tabulados se presenta en el párrafo (f) de este Apéndice.

(5) Anotaciones misceláneas (notas al calce) respecto a las Tablas D-1.1 a la D-1.4 se ofrecen en el párrafo (g) de este Apéndice.

(6) Esquemas ilustrativos de instalaciones típicas de apuntalamiento hidráulico se incluyen justamente antes de las Tablas. La página con las ilustraciones se llama "Apuntalamiento Hidráulico de Aluminio: Instalaciones Típicas".

(d) Fundamentos y limitaciones de los datos

(1) Puntales verticales y largueros horizontales son aquellos que cumplen los requisitos de la Sección de Módulos en las Tablas D-1. Material de aluminio es el 6061-T6, o material con resistencia y propiedades equivalentes.

(2) Especificaciones para cilindros hidráulicos. (i) Cilindros de 2 pulgadas deberán tener un diámetro interior mínimo de 2 pulgadas con una capacidad de trabajo seguro mínima de no menos de las 18,000 libras de carga compresiva axial en máxima extensión. La extensión máxima tiene que incluir toda la gama de extensiones recomendadas por el fabricante del producto.

(ii) Cilindros de 3 pulgadas deberán tener un mínimo de 3 pulgadas de diámetro interior con una capacidad de trabajo seguro mínima de no menos de las 30,000 libras de carga compresiva axial extendido según recomendadas por el fabricante del producto.

### (3) Limitación de aplicación

(i) No está previsto que la especificación para sistemas hidráulicos de aluminio aplique a cada situación que pueda experimentar en el campo. Estos datos se desarrollaron para aplicarse en las situaciones que más comúnmente se experimentan en la práctica corriente de excavar trincheras. Sistemas de apuntalamiento a ser utilizados en situaciones que no estén cubiertas por los datos en este Apéndice deberán diseñarse como se especifica en §1926.652(c).

(ii) cuando se encuentre presente alguna de las siguientes condiciones, los miembros especificados en las tablas no se consideran adecuados. En tal caso, un sistema alternativo de apuntalamiento hidráulico de aluminio u otro tipo de sistema protector deberá ser diseñado conforme con §1926.652.

(A) cuando se impongan cargas verticales sobre riostras excediendo una carga gravitacional de 100 libras distribuidas sobre una sección de un pie de área del centro del cilindro hidráulico.

(B) Cuando estén presente sobrecargas provenientes de equipo(s) que pesen sobre 20,000 libras.

(C) Cuando sólo la porción inferior de una trinchera está apuntalada y la porción remanente de la trinchera está apuntalada o escalonada a menos que: la porción declivada esté inclinada a un ángulo menos inclinado a tres horizontal a uno vertical; o los miembros sean escogidos de tablas hechas para profundidades determinadas desde el tope de la trinchera y no desde el pie de la porción declivada.

(e) Uso de las Tablas D-1.1, D-1.2, D-1.3 y D-1.4. Los miembros de un sistema de apuntalamiento que se escogerán usando esta información son los cilindros hidráulicos, y cualesquiera, los puntales verticales o los largueros horizontales. Cuando un sistema de largueros use el encofrado vertical de madera también se escogerá de estas tablas. Las Tablas D-1.1 y D-1.2 para puntales verticales se usan en Suelos Tipo A y B que no requieren encofrado. Suelos Tipo B que pueden requerir encofrado y Suelos Tipo C que siempre requieren encofrado se encuentran en las Tablas de largueros horizontales D-1.3 y D-1.4. El tipo de suelo tiene que determinarse primero en consonancia con el sistema de clasificación de suelos descrito en el Apéndice A para la Subparte P de la Parte 1926. Usando la tabla apropiada, se hace la selección de tamaño y espaciamiento de los miembros. La selección se basa sobre la profundidad y el ancho de la trinchera en la que se han de instalar los miembros. En estas tablas el espaciamiento vertical se mantiene constante a cuatro pies del centro. Las tablas muestran el espaciamiento máximo de los cilindros permitidos, para cada tamaño de larguero, en las tablas para sistemas de largueros y en las tablas de puntales verticales, el espaciamiento horizontal del cilindro hidráulico es igual al espaciamiento del puntal vertical.

(f) Ejemplo para ilustrar el uso de las Tablas:

#### (1) Ejemplo 1:

Una trinchera en suelo Tipo A, con 6 pies de profundidad y 3 pies de ancho. De la Tabla D-1.1: Encontrar puntales verticales y cilindros con 2 pulgadas de diámetro espaciados a 8 pies del centro (o.c.) horizontalmente y 4 pies del centro (o.c.) verticalmente. (Ver diagramas 1&3 para instalaciones típicas).

(2) Ejemplo 2:

Una trinchera excavada en Suelo Tipo B que no requiere encofrado, con 13 pies de profundidad y 5 pies de ancho. De la Tabla D-1.2: Encontrar puntales verticales y cilindros con 2 pulgadas de diámetro espaciado 6.5 pies o.c. horizontalmente y 4 pies o.c. verticalmente. (Ver diagramas 1&3 para instalaciones típicas).

(3) Ejemplo 3:

Una trinchera excavada en Suelo Tipo B que no requiere encofrado, pero que experimenta desmoronamiento menor en la cara de la trinchera. Con 16 pies de profundidad y 9 pies de ancho. De la Tabla D-1.2: Encontrar puntales verticales y cilindros con 2 pulgadas de diámetro (con sobre manguitos especiales, como se designan en la anotación #2) espaciados 5.5 pies o.c. horizontalmente y 4 pies o.c. verticalmente, madera prensada (de acuerdo con la anotación (g)(7) de la Tabla D-1) debería usarse detrás de los puntales. (Ver diagramas 2 y 3 para instalaciones típicas).

(4) Ejemplo 4:

Se excava una trinchera en Suelo Tipo B que ha sido alterado previamente, con características de Suelo Tipo C, y que requerirá encofrado. La trinchera tiene 18 pies de profundidad y 12 pies de ancho. Se desea un espaciamiento horizontal entre cilindros de 8 pies como espacio de trabajo. De la Tabla D-1.3: Encontrar larguero horizontal con una sección modular de 14.0 espaciada a 4 pies o.c. verticalmente y cilindro con diámetro de 3 pulgadas espaciado a 9 pies máximos o.c. horizontalmente. Encofrado de madera de 3x12 es requerido con espaciamiento vertical cerrado. (Ver diagrama 4 para instalaciones típicas).

(5) Ejemplo 5:

Se excava una trinchera en Suelo Tipo C con 9 pies de profundidad y 4 pies de ancho. Se desea espaciamiento horizontal entre cilindros sobre los 6 pies como espacio para trabajar. De la Tabla D-1.4: Encontrar larguero horizontal con una sección modular de 7.0 y cilindros con 2 pulgadas de diámetro espaciados a 6.5 pies o.c. horizontalmente. O encuentre larguero horizontal con una sección modular de 14.0 y cilindros con diámetro de 3 pulgadas, espaciados a 10 pies o.c. horizontalmente. Ambos largueros están espaciados a 4 pies o.c. verticalmente. Encofrado de madera 3x12 es requerido con espaciamiento vertical cerrado. (Ver diagrama 4 para instalaciones típicas).

(g) Notas al calce y anotaciones generales, para las Tablas D-1.1, D-1.2, D-1.3 y D-1.4

(1) Para aplicaciones distintas a las enumeradas en las tablas, remítase al §1926.652(c)(2) para usar los datos tabulados del fabricante. Para trincheras con profundidades sobre los 20 pies, remítase al §1926.652(c)(2) y al §1926.652(c)(3).

(2) Cilindros de 2 pulgadas de diámetro, en este ancho, deberán tener manguitos estructurales de tubos de acero (3.5x3.5x0.1875), o manguitos estructurales con las especificaciones del fabricante, extendiéndose por todo el largo colapsado.

(3) Capacidades de cilindros hidráulicos. (i) cilindros de 2 pulgadas deberán tener un mínimo de 2 pulgadas de

diámetro interior con una capacidad de trabajo seguro no menor a las 18,000 libras de carga compresiva axial en extensión máxima. La extensión máxima tiene que incluir toda la gama de extensiones posibles según recomiende el fabricante del producto.

(ii) Cilindros de 3 pulgadas deberán tener un mínimo de 3 pulgadas de diámetro interior con una capacidad de trabajo seguro no menor a las 30,000 libras de carga compresiva axial en extensión máxima. La extensión máxima tiene que incluir toda la gama de extensiones posibles según recomiende el fabricante del producto.

(4) Todo espaciamiento incluido está medido de centro a centro.

(5) Barandas para apuntalamiento vertical deberán tener una sección modular mínima de 0.40 pulgadas.

(6) Cuando se usen puntales verticales, deberá haber un mínimo de tres puntales con idéntico espaciamiento, horizontalmente, en un grupo.

(7) La madera prensada deberá ser madera suave con 1.125 pulgadas de grosor, o 0.75 pulgadas de grosor, 14 pliegues, abedul blanco ártico (como la de Finlandia). favor de observar que no se pretende usar la madera prensada como miembro estructura, pero sólo para evitar desmoronamientos locales entre puntales (desprendimientos en la cara de la trinchera).

(8) Ver Apéndice C para especificaciones para maderas.

(9) se calcularon largueros para condiciones de extensión simple.

(10) Ver Apéndice D renglón (d), para fundamentos y limitaciones de los datos.

[Billing Code 4510-26-M]

Figura Núm. 1  
Apuntalamiento hidráulico  
de aluminio  
(apuntalado in situ)

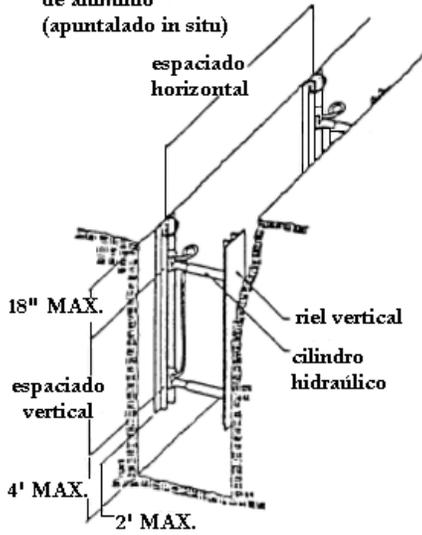


Figura Núm. 2  
Apuntalamiento hidráulico  
de aluminio  
(con madera prensada)

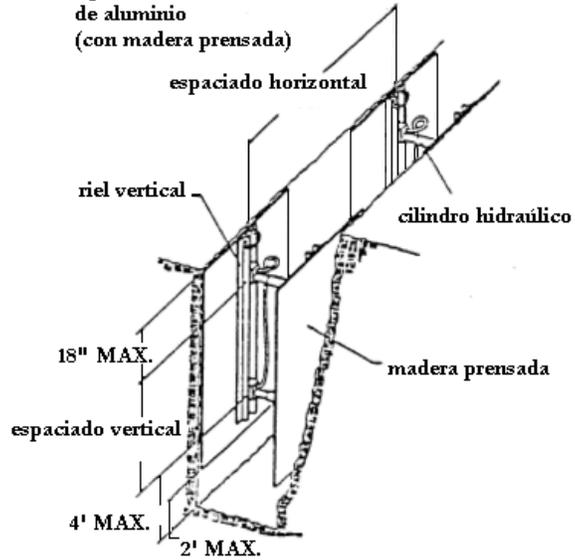


Figura Núm. 3 Apuntalamiento  
hidráulico de aluminio  
(apilada)

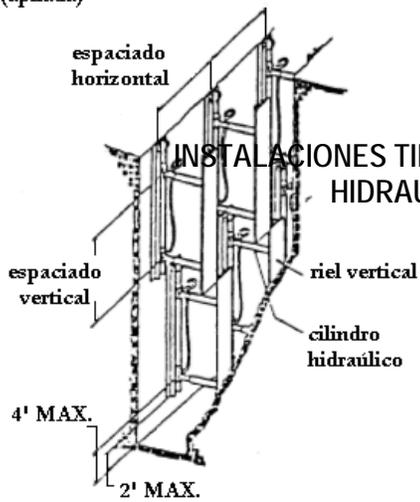
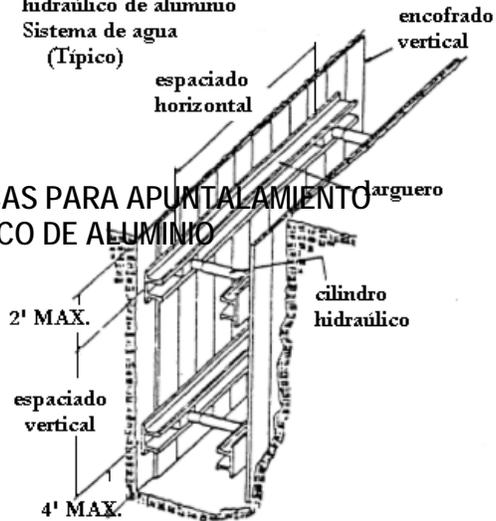


Figura Núm. 4 Apuntalamiento  
hidráulico de aluminio  
Sistema de agua  
(Típico)



INSTALACIONES TÍPICAS PARA APUNTAMIENTO  
HIDRAULICO DE ALUMINIO

**TABLA D - 1.1**  
**APUNTALAMIENTO HIDRAULICO DE ALUMINIO**  
**PUNTALES VERTICALES**  
**PARA SUELOS TIPO A**

PROFUNDIDAD DE LA TRINCHERA (PIES)	CILINDROS HIDRAULICOS				
	SEPARACION HORIZONTAL MAXIMA (PIES)	SEPARACION VERTICAL MAXIMA (PIES)	ANCHO DE LA TRINCHERA (PIES)		
			SOBRE 8	SOBRE 8 HASTA 12	SOBRE 12 HASTA 15
SOBRE 5 HASTA 10	8	4	2" DIAMETRO	2" DIAMETRO NOTE (2)	3" DIAMETRO
SOBRE 10 HASTA 15	8				
SOBRE 15 HASTA 20	7				
SOBRE 20	NOTE (1)				

Notas al calce para las tablas, y notas generales sobre el apuntalamiento hidráulico se encuentran en el Apéndice D, Renglón (g)

Nota (1): Ver Apéndice D, Renglón (g)(1)

Nota (2): Ver Apéndice D, Renglón (g)(2)

**TABLA D - 1.2**  
**APUNTALAMIENTO HIDRAULICO DE ALUMINIO**  
**PUNTALES VERTICALES**  
**PARA SUELOS TIPO B**

PROFUNDIDAD DE LA TRINCHERA (PIES)	CILINDROS HIDRAULICOS				
	SEPARACION HORIZONTAL MAXIMA (PIES)	SEPARACION VERTICAL MAXIMA (PIES)	ANCHO DE LA TRINCHERA (PIES)		
			SOBRE 8	SOBRE 8 HASTA 12	SOBRE 12 HASTA 15
SOBRE 5 HASTA 10	8	4	2" DIAMETRO	2" DIAMETRO NOTE (2)	3" DIAMETRO
SOBRE 10 HASTA 15	6.5				
SOBRE 15 HASTA 20	5.5				
SOBRE 20	NOTE (1)				

Notas al calce para las tablas, y notas generales sobre el apuntalamiento hidráulico se encuentran en el Apéndice D, Renglón (g)

Nota (1): Ver Apéndice D, Renglón (g)(1)

Nota (2): Ver Apéndice D, Renglón (g)(2)

TABLE D - 1.4  
ALUMINUM HYDRAULIC SHORING  
WALER SYSTEMS  
FOR SOIL TYPE C

DEPTH OF TRENCH (FEET)	WALES		HYDRAULIC CYLINDERS								TIMBER UPRIGHTS	
	VERTICAL SPACING (FEET)	SECTION MODULUS (IN <sup>3</sup> )	WIDTH OF TRENCH (FEET)								MAX. HORIZ SPACING (ON CENTER)	
			UP TO 8		OVER 8 UP TO 12		OVER 12 UP TO 15		SOLID SHEET	2 FT.		
			HORIZ. SPACING	CYLINDER DIAMETER	HORIZ. SPACING	CYLINDER DIAMETER	HORIZ. SPACING	CYLINDER DIAMETER				
OVER 5 UP TO 10	4	7.0	6.0	2 IN	6.0	2 IN	6.0	3 IN	3x12	—	—	
			6.5	2 IN	6.5	NOTE(2)	6.5	3 IN				
			10.0	3 IN	10.0	3 IN	10.0	3 IN				
OVER 10 UP TO 15	4	7.0	4.0	2 IN	4.0	2 IN	4.0	3 IN	3x12	—	—	
			5.5	3 IN	5.5	3 IN	5.5	3 IN				
			8.0	3 IN	8.0	3 IN	8.0	3 IN				
OVER 15 UP TO 20	4	7.0	3.5	2 IN	3.5	2 IN	3.5	3 IN	3x12	—	—	
			5.0	3 IN	5.0	3 IN	5.0	3 IN				
			14.0	3 IN	6.0	3 IN	6.0	3 IN				
OVER 20	NOTE (1)											

Footnotes to tables, and general notes on hydraulic shoring, are found in Appendix D, Item (g)

Notes (1): See Appendix D, item (g) (1)

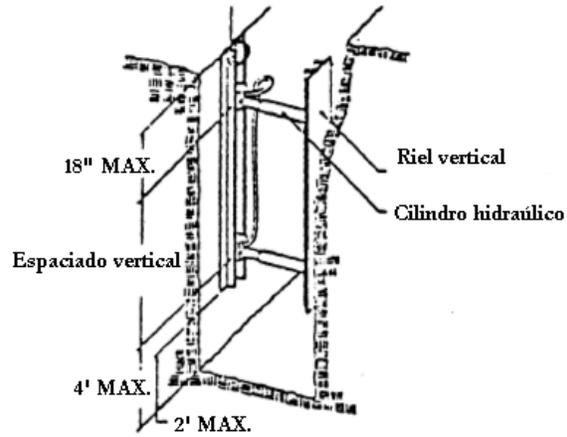
Notes (2): See Appendix D, Item (g) (2)

\* Consult product manufacturer and/or qualified engineer for Section Modulus of available wales.

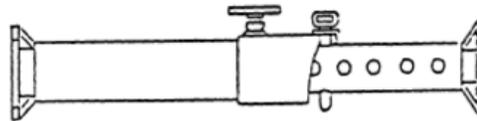
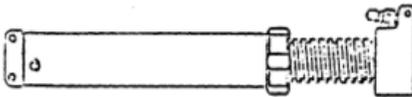
BUILDING CODE 1410-28-C

## Apéndice E a Subparte P - Alternativas al apuntalado de madera

Figura 1. Apuntalado hidráulico de aluminio

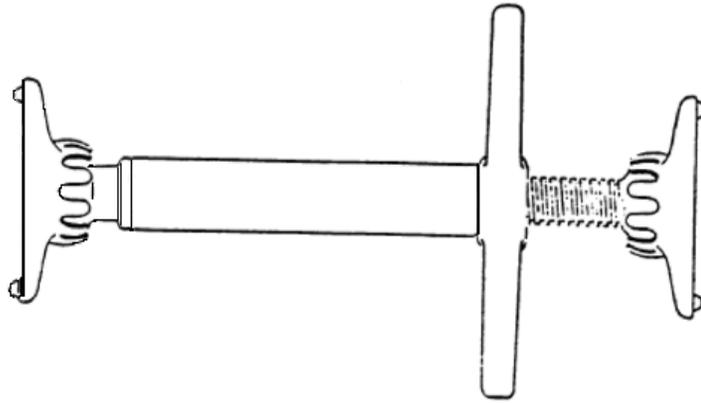


### Apuntalado neumático/hidráulico

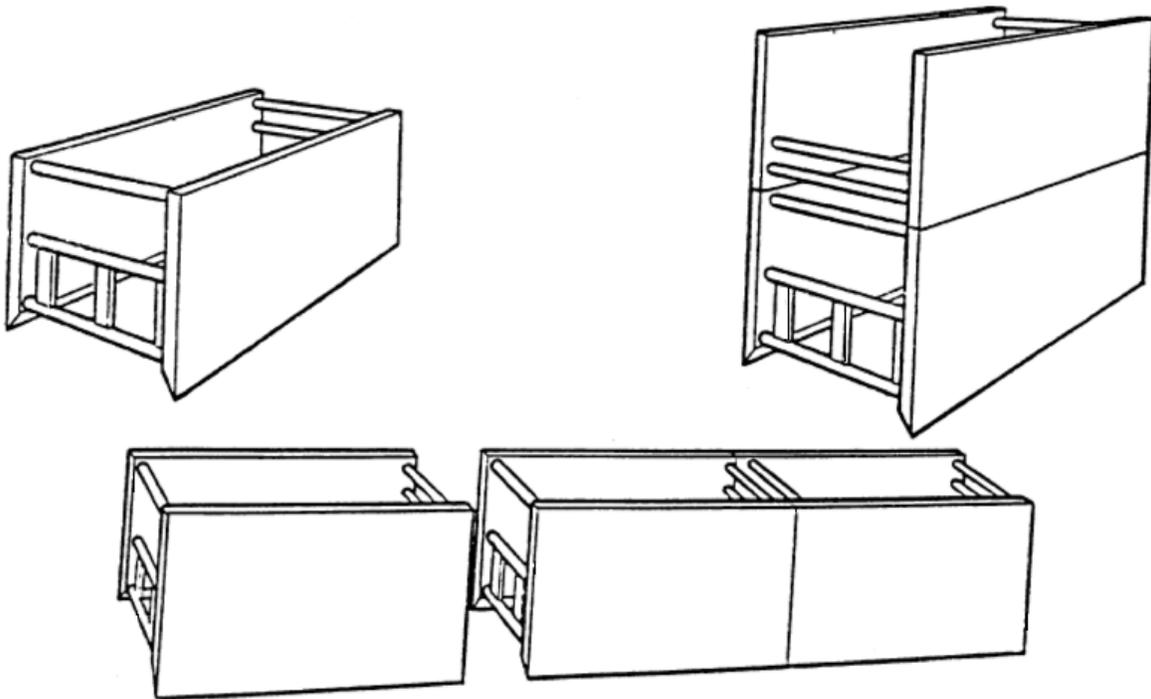


BILLING CODE 4510-26-M

**Figura 3. Gato de trinchera (gato tornillo)**



**4. Figura 4. Protectores de trinchera**



BILLING CODE 4510-26-C

Apéndice F para la Subparte P - Selección de Sistemas Protectores

Lo que sigue es un bosquejo gráfico que resume los requisitos contenidos en la Subparte P para excavaciones con 20 pies o menos de profundidad. Los sistemas protectores a ser usados en excavaciones con más de 20 pies de profundidad deberán ser diseñados por un ingeniero profesional registrado en consonancia con §1926.652(b) y (c).

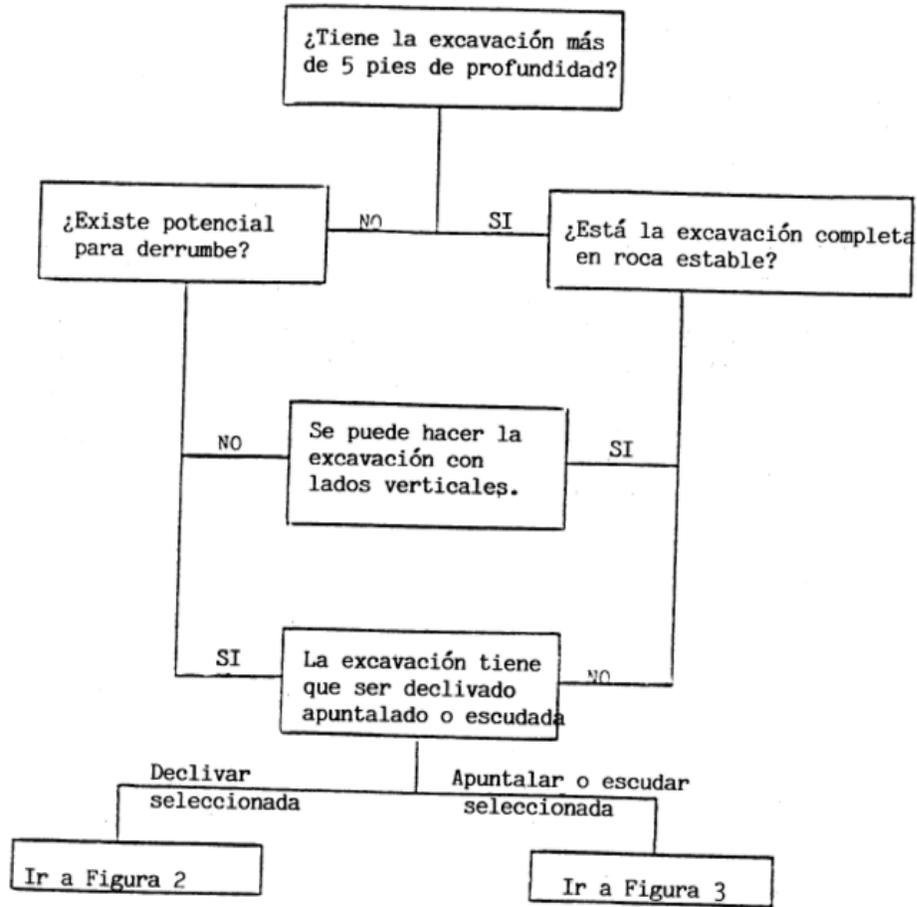


Figura 1 - Decisiones Preliminares

BILLING CODE 4510-26-01

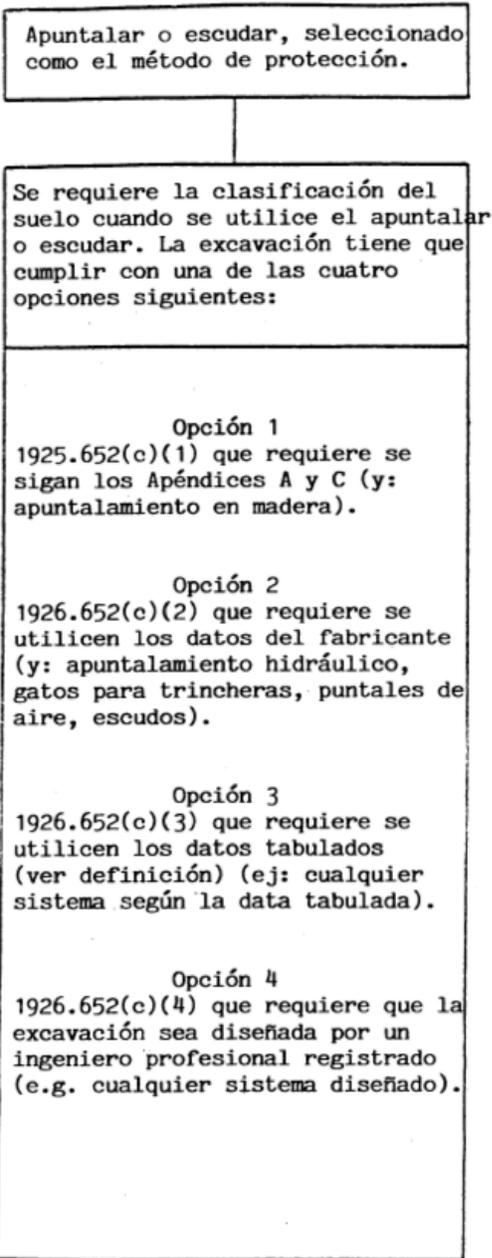


Figura 3 - Opciones de Escudar y Apuntalamiento

[FR Doc. 89-25217 Filed 10-30-89; 8:45 am]

BILLING CODE 4510-26-C