



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

***Diploma de Especialización***

# **SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO**

**MÓDULO  
VI**

**TRABAJOS DE  
EXCAVACIÓN Y  
DEMOLICIÓN**



**CLASE 01**

Ing. Jorge Arzapalo Barrera

# TRABAJOS DE ALTO RIESGO



## CARACTERISTICAS DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO



*No son rutinarios*



*Contar con IPERC*



*Contar con Plan TAR*



*Procedimiento TAR y/o ATS*



*PETAR*



*EMO especiales*



*Contar con personal especializado*



*Contar con EPP*

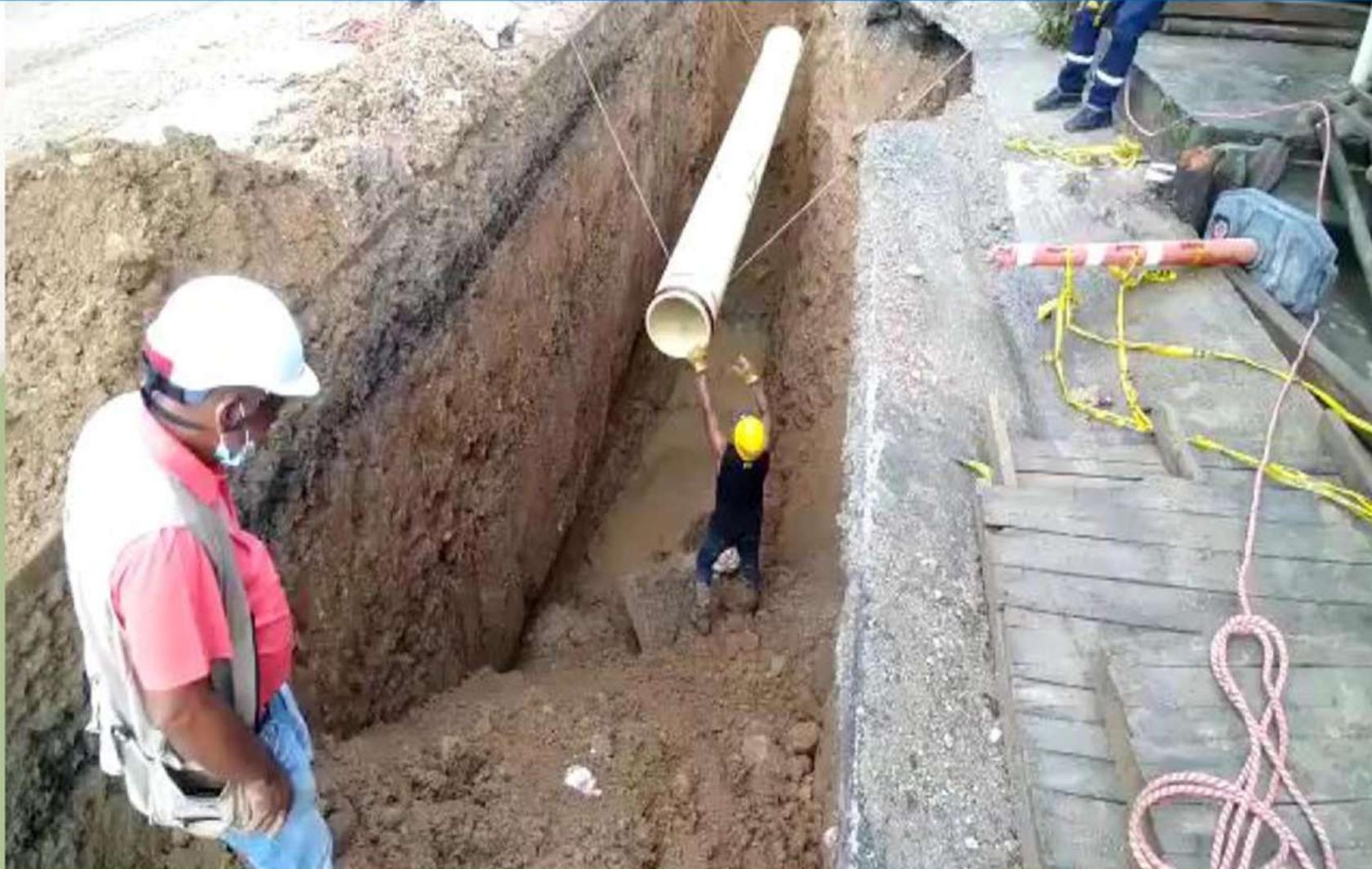


*Supervisión permanente*



*Plan de contingencia y emergencia*

# EXCAVACIONES



**ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.**



-  *La actividad de la construcción no solo es una de las actividades más importantes para el desarrollo del país, sino que además ocupa un gran número de trabajadores que están expuestos a diversos factores de riesgo.*
-  *Los procesos normales en el desarrollo de un proyecto, genera riesgos potenciales a los que se enfrentan los trabajadores, siendo necesario reconocer aspectos básicos de mecánica de suelos que permitan evaluar y detectar condiciones propias de los terrenos.*
-  *En las excavaciones y en los trabajos que en ellas se realizan, el riesgo principal, se origina en los movimientos accidentales del terreno que provocan deslizamientos, desprendimientos y hundimiento de las obras, con el consiguiente sepultamiento de personas.*



- Persona competente** significa una persona que sea capaz de identificar y predecir peligros existentes en sus alrededores, o condiciones de trabajo que son antihigiénicas o peligrosas para los empleados, y que tienen autorización de tomar medidas correctivas para eliminar estos peligros.
- Apoyos cruzados** significan los miembros horizontales de un sistema de soporte instalado perpendicularmente a los lados de la excavación, contra los extremos de los soportes o relieves.
- Excavación** significa cualquier corte, cavidad, zanja, o depresión artificial en una superficie de la tierra, formada por el retiro de la tierra.
- Caras o Lados** significan las superficies verticales o inclinadas de la tierra formadas como resultado del trabajo de excavación.



**Falta o Perdida** significa la fractura, la dislocación, o la deformación permanente de un miembro estructural.

**Atmósfera peligros:** **Atmósfera** que por ser explosivo, inflamable, venenoso, corrosivo, oxidante, irritable, deficiente de oxígeno, tóxico, o de otra manera peligroso, pueda causar muerte, enfermedad, o lesiones.

**Sistema protector** significa un método de proteger a empleados contra derrumbamientos, contra el material que podría caer o rodar de una cara de la excavación o en una excavación, o contra el derrumbamiento de estructuras adyacentes. Los sistemas protectores incluyen sistemas de soporte, sistemas de inclinación y sistemas de protección, y otros sistemas que proporcionen la protección necesaria.



**Rampa** significa una superficie inclinada para caminar o de funcionamiento que se utilice para acceder de un punto a otro, y se construye de tierra o de materiales estructurales tales como acero o madera.

**Láminas** significa a los miembros de un sistema de soporte que conservan la tierra en la posición y que alternadamente son apoyados por otros miembros del sistema de apoyo.

**Escudo (sistema protector)** significa una estructura que pueda soportar las fuerzas impuestas ante un derrumbamiento y de tal modo que proteja a los empleados dentro de la estructura. Los protectores usados en fosos se refieren generalmente como el "cajas de zanjas" o los "protectores de zanjas."

# DEFINICIONES



**ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.**



-  **Inclinación (sistema de inclinación)** significa un método para proteger a empleados contra derrumbamientos excavando para formar los lados de una excavación que estén inclinados lejos de la excavación para prevenir derrumbamientos.
-  **Rampa estructural** significa una rampa construida de acero o de madera, utilizando generalmente para acceso de vehículos. Las rampas hechas de suelo o de roca no se consideran rampas estructurales.
-  **Sistema de soporte** significa una estructura para apoyar, soportar, o reforzar, que proporciona el soporte a una estructura adyacente, a una instalación subterránea, o a los lados de una excavación.



-  **Ley N° 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo y su modificatoria Ley N° 30222.**
-  **D.S. N° 005 - 2012 - TR (D.S. 006 - 2014 - TR) Reglamento de seguridad y salud en el trabajo.**
-  **D.S. N° 024-2016 EM, Reglamento de SSO en Minería y su modificatoria (D.S. 023-2017 EM).**
-  **D.S. 011 – 2019 - TR, Reglamento de SST para el sector Construcción.**
-  **Norma G.050 Seguridad durante la construcción.**
-  **D.S. 42F Seguridad en la industria.**
-  **R.M. 111 - 2013 RESESATE**
-  **NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras**
-  **OSHA\_29\_CFR\_1926\_Subparte\_P\_Excavaciones**



**ART. 129.-** *Todo titular de actividad minera establecerá estándares, procedimientos y prácticas como mínimo para trabajos de alto riesgo tales como:*

- 1. Trabajos en espacios confinados.*
- 2. Trabajos en caliente.*
- 3. Excavaciones mayores o iguales de 1.50 metros.***
- 4. Trabajos en altura.*
- 5. Trabajos eléctricos en alta tensión.*
- 6. Trabajos de instalación, operación, manejo de equipos y materiales radiactivos.*
- 7. Otros trabajos valorados como de alto riesgo en los IPERC*



**ART. 133.-**



*Para realizar trabajos en excavación por las características del terreno como: compactación, granulometría, tipo de suelo, humedad, vibraciones, profundidad, entre otros; se debe instalar sistemas de sostenimiento, cuando sea necesario, de acuerdo a estándares establecidos.*



*En toda excavación, el material proveniente de ella y acopiado en la superficie deberá quedar a una distancia mínima del borde que equivalga a la mitad de la profundidad de la excavación.*



### **ART. 133.-**

 *En el caso de suelos bastante deleznable, esta distancia será mayor o igual a la profundidad de la excavación.*

 *En los casos que se realicen trabajos en taludes o cerca de las excavaciones de profundidad mayor o igual a uno punto ochenta metros (1.80 m), los trabajadores deberán contar con un sistema de prevención y detención de caídas.*





## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales

-  Se ejercerá una supervisión frecuente por parte del profesional responsable de la obra con experiencia, que garantice que se ha tomado las medidas de seguridad indicadas.
-  Antes de empezar la excavación el perímetro de la superficie se limpiará de materiales sueltos. Se eliminarán todos los objetos que puedan desplomarse y que constituyen peligro para los trabajadores, tales como: árboles, rocas, rellenos, etc.
-  Si se encontrara una tubería, línea de servicios públicos u otra instalación durante la excavación, se suspenderá inmediatamente el trabajo y se informará al prevencionista sobre el incidente. Se suspenderá todo tipo de trabajo.



## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales

-  Se prohíbe la excavación mecánica cerca de líneas eléctricas, tuberías, y otros sistemas a menos que se les hubiera desconectado la energía y cerrado el acceso a las mismas.
-  Se deberá prevenir los peligros de caída de materiales u objetos, o de irrupción de agua en la excavación; o en zonas que modifiquen el grado de humedad de los taludes de la excavación.
-  No se permitirá, por ningún motivo, la presencia de personal en una excavación durante la realización de operaciones con equipo mecánico, durante la operación de relleno de la zanja ni bajo la vertical del equipo o tubería a instalarse.



## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales



*En los momentos de nivelación y compactación de terreno, el equipo de colocación del material de relleno, trabajará a una distancia no menor de 20 m de la zona que se esté nivelando o compactando.*



*Las tareas para efectuar taludes y apuntalar se harán cumpliendo con el siguiente procedimiento:*

- ✓ *En excavaciones donde el personal trabaje a 1,20 metros o más de profundidad, se deberá proporcionar una escalera de mano u otro medio de acceso equivalente. Se deberá proporcionar una escalera adicional por cada tramo de (7,60 metros) en zanjas y excavaciones. Dichas escaleras deberán sobresalir por lo menos (1,00 metro) sobre la superficie del terreno y deberán sujetarse para evitar movimientos.*



## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales



*Las tareas para efectuar taludes y apuntalar se harán cumpliendo con el siguiente procedimiento:*

- ✓ *Cuando hubiera personal trabajando en excavaciones circulares o rectangulares definidas como Espacios Confinados (ver 6.21), se le deberá proporcionar un medio seguro de entrada y salida conforme a los Procedimientos para Espacios Confinados.*
- ✓ *Se deberá contar con un asistente en la superficie de la excavación, quien estará en contacto con la(s) persona(s) dentro de la excavación.*



*Antes de entrar a una excavación se verificará que se pueda renovar la atmósfera dentro de la misma.*



## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales

-  El personal que trabaje en excavaciones deberá usar el equipo de protección personal mínimo y en casos especiales de acuerdo a los riesgos evaluados por el prevencionista.
-  Durante las interrupciones del trabajo de excavación, el operador del equipo de excavación hará una inspección visual en torno al equipo para detectar la existencia de condiciones de riesgo.
-  Las excavaciones que crucen caminos y vías de acceso deberán cubrirse con planchas de metal de resistencia apropiada u otro medio equivalente, a menos que la excavación sea de tal magnitud que represente un peligro para los vehículos y equipos. En tales casos se deberá poner barreras en el camino.



## 23. EXCAVACIONES

### 23.1 Requisitos generales

-  *Las vías públicas de circulación deben estar libres de material excavado u otro objeto que constituye un obstáculo.*
-  *En los casos en que las zanjas se realicen en terrenos estables, se evitara que el material producto de la excavación se acumule a menos de 2 m del borde de la zanja.*
-  *La determinación y diseño de un sistema de soporte de la tierra se basará en un análisis detallado de los siguientes factores: profundidad del corte, cambios previstos del suelo debidos al aire, sol, agua, y movimiento del terreno por vibraciones originadas por vehículos o voladuras, y empuje de tierras.*



## 23. EXCAVACIONES

### 23.2 Instalación de barrera

-  Se deben instalar los entibamientos, apuntalamientos o tablaestacados para evitar riesgos en la zona de trabajo y en zonas colindantes (edificaciones, vías públicas, etc.) de acuerdo al análisis de trabajo (estudio de suelos).
-  Las excavaciones y zanjas deberán ser apropiadamente identificadas con señales, advertencias y barricadas.
-  Las barreras de advertencia y protección deberán instalarse a no menos de 1.8 m. del borde de la excavación o zanja.
-  Si la excavación se realiza en la vía pública, la señalización será hecha con elementos de clara visibilidad durante el día, y con luces rojas en la noche, de modo que se advierta su presencia.



## 23. EXCAVACIONES

### 23.2 Instalación de barrera



*Si una excavación estuviera expuesta a vibraciones o compresión causadas por vehículos, equipos o de otro origen, las barreras de protección deberán instalarse a no menos de tres metros del borde de la excavación.*



*Si la excavación tuviera más de tres metros de profundidad, esa distancia desde el borde se aumentará en un metro por cada dos metros de profundidad adicional.*



*Si la excavación se realiza en zona adyacente a una edificación existente, se preverá que la cimentación del edificio existente esté suficientemente garantizada.*



## 23. EXCAVACIONES

### 23.2 Instalación de barrera



El constructor o contratista de la obra, bajo su responsabilidad, propondrá, si lo considera necesario, modificaciones al proceso constructivo siempre y cuando mantenga el criterio estructural del diseño del proyecto.



#### *Casos especiales (niveles freaticos)*

Antes de iniciar la excavación se contará por lo menos con el diseño, debidamente avalado por el responsable de la seguridad de la obra, de por lo menos:

- ✓ Sistema de bombeo y líneas de evacuación de agua para mantener en condiciones de trabajo las zonas excavadas. Las operaciones de bombeo se realizarán teniendo en cuenta las características del



## **23. EXCAVACIONES**

### **23.2 Instalación de barrera**

*terreno establecidas en el estudio de mecánica de suelos, de tal modo que se garantice la estabilidad de las posibles edificaciones vecinas a la zona de trabajo. En función de este estudio se elegirán los equipos de bombeo adecuados.*

- ✓ *Sistema de tablestacado o caissons, a usarse durante la excavación. En el caso del empleo de tablestacado o ataguías, el apuntalamiento y/o sostenimiento de los elementos estructurales se realizará paralelamente con la excavación y siguiendo las pautas dadas en el diseño estructural. El personal encargado de esta operación, contará con los equipos de protección adecuados a las operaciones que se realicen.*



## 23. EXCAVACIONES

### 23.2 Instalación de barrera

- ✓ *En el caso de empleo de caissons, en que se requiera la participación de buzos u hombres rana, se garantizará que el equipo de buceo contenga la garantía de la provisión de oxígeno, y que el buzo u hombre rana esté provisto de un cabo de seguridad que permita levantarlo en caso de emergencia.*



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA G.050**

**SEGURIDAD DURANTE LA  
CONSTRUCCIÓN**

LIMA – PERÚ  
2010

PUBLICACIÓN OFICIAL

# NTP 278:



## NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras

Tranchées: prévention des éboulements de terres  
Trenches: prevention of earth collapses

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### Redactor:

Angel Luis González Borrego  
Arquitecto Técnico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

### Introducción

En los trabajos llevados a cabo en zanjas se producen con frecuencia accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo labores en el interior de las mismas.

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno.

Esta NTP contempla la excavación de zanjas realizadas con medios manuales o mecánicos que cumplan las siguientes características:

- Anchura  $\leq 2$  m.
- Profundidad  $\leq 7$  m.
- Nivel freático inferior a la profundidad o rebajado.
- No se incluyen los terrenos rocosos ni blandos o expansivos.

Con carácter general se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

### Medidas de prevención

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrán avalar las características de cortes del terreno.

En general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural. (Fig. 1)

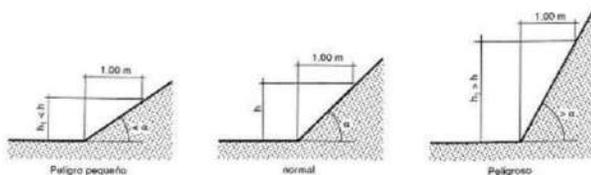


Fig. 1: Talud natural de  $\alpha^\circ$

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de estos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicujada o ligera.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsible en las condiciones más desfavorables.

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los cordales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado en la Fig. 2.

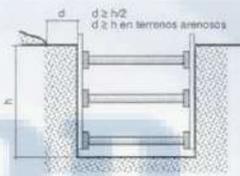


Fig. 2

Quando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Quando las excavaciones afectan a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apoos en todas las partes interesadas en los trabajos, los cuales podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculará y ejecutará la manera que consoliden y sostengan las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

En la obra se dispondrá de palancas, cuñas, barras, puntales, tablonés, etc. que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la Dirección técnica. Provisionalmente el contratista adoptará las medidas que estime necesarias.

### Cortes sin entibación: taludes

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin sollicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén sollicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla 1 sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de sollicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud  $\beta$  no mayor de  $60^\circ$  y de la resistencia a compresión simple del terreno (Fig. 3).

Tabla 1: Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de sollicitaciones

Tipo de terreno	Ángulo de talud $\beta$	Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

\* Valores intermedios se interpolarán linealmente

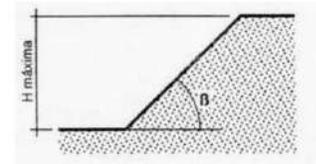


Fig. 3

La altura máxima admisible  $H_{\text{máx.}}$  en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  (talud vertical), sin sollicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse por medio de la tabla 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m (Fig. 4).

Tabla 2: Altura máxima admisible  $H_{\text{máx.}}$  en m\*

Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$	Peso específico aparente $\gamma$ en $\text{g/cm}^3$				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
$\geq 1,200$	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

\* Valores intermedios se interpolarán linealmente

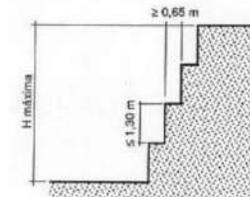


Fig. 4



# NTP 278:

El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acoplos equivalentes, cuando la separación horizontal "S" (Fig. 5), entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla 3.

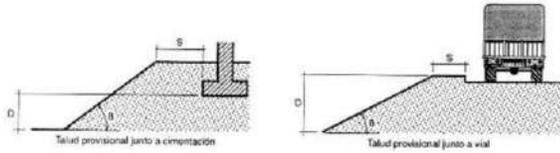


Fig. 5

Tabla 3: Determinación de la distancia de seguridad (S en fig. 5) para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de sollicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acoplos equivalentes	D	D/2

En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberá comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro siempre que se verifique (Fig. 6) que:

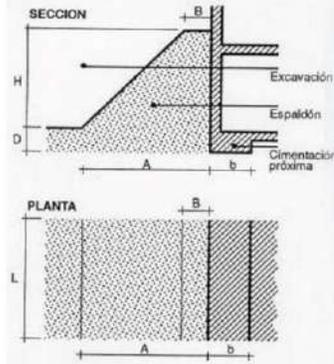


Fig. 6

$$q_s \leq 0.9 (m R_{vs} + n)$$

siendo:

$q_s$  = Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en Kg/cm<sup>2</sup>.

$R_{vs}$  = Resistencia a compresión simple del terreno en Kg/cm<sup>2</sup>.

m = Factor de influencia (tabla 4).

n = Sobrecarga debida al espaldón en Kg/cm<sup>2</sup>. (Tabla 5)

Para valores de A < b, debe tomarse en general n = 0

Tabla 4: Cálculo del factor de influencia, m<sup>1</sup>.

D/b	D/b									
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
< 0,1	1,00	1,19	1,38	1,57	1,76	1,95	2,14	2,32	2,50	2,68
0,1	1,04	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,18	2,36	2,54	2,72
0,2	1,03	1,27	1,46	1,65	1,84	2,03	2,22	2,40	2,58	2,76
0,3	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,27	2,45	2,63	2,81
0,4	1,17	1,36	1,55	1,74	1,93	2,12	2,31	2,49	2,67	2,85
0,5	1,22	1,41	1,60	1,79	1,98	2,17	2,36	2,54	2,72	2,90
0,6	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	2,21	2,40	2,58	2,76	2,94
0,7	1,30	1,49	1,68	1,87	2,06	2,25	2,44	2,62	2,80	2,98
0,8	1,35	1,54	1,73	1,92	2,11	2,30	2,49	2,67	2,85	3,03
0,9	1,39	1,58	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,71	2,89	3,07
≥ 1,0	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,76	2,94	3,12

<sup>1</sup> Siendo (fig. 6):

b = Ancho de la cimentación en dirección normal al corte en m.

L = Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.

D = Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en m.

Tabla 5: Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón, n, en Kg/cm<sup>2</sup>

Peso específico aparente del terreno γ en g/cm <sup>3</sup>	A + B / 2A - H en m.						
	1	2	3	4	5	6	7
2,20	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54
2,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40
1,80	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26
1,60	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12

Siendo (fig. 6):

A = Ancho en pie del espaldón en m.

B = Ancho en coronación del espaldón en m.

H = Profundidad del corte en m.

## Cortes con entibación

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe sollicitación de cimentación próxima o vial.

El tipo de entibación a emplear vendrá determinada por el de terreno en cuestión, si existen o no sollicitaciones y la profundidad del corte (tabla 6).

Tabla 6: Elección del tipo de cimentación

Tipo de terreno	Sollicitación	Profundidad P del corte en m. <sup>1</sup>			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin sollicitación	-	Ligera	Semicujada	Cujada
	Sollicitación de vial	Ligera	Semicujada	Cujada	Cujada
	Sollicitación de cimentación	Cujada	Cujada	Cujada	Cujada
Suelto	Indistintamente	Cujada	Cujada	Cujada	Cujada

<sup>1</sup> Entibación no necesaria en general

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos", establece el criterio para determinar si el corte en el terreno puede considerarse sin sollicitación de cimentación próxima o vial, dándose esta circunstancia cuando se verifique que:

$$P \leq (h + d/2) \text{ o } P \leq d/2 \text{ respectivamente, (Fig. 7)}$$

Siendo:

P = Profundidad del corte.

h = Profundidad del plano de apoyo de la cimentación próxima. En caso de cimentación con pilotes, h se medirá hasta la cara inferior del encepado.

d = Distancia horizontal desde el borde de coronación del corte a la cimentación o vial.

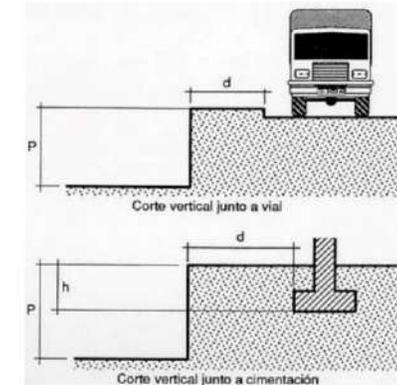


Fig. 7

En algunos casos puede ser interesante emplear una combinación de talud y entibación. (Fig. 8)

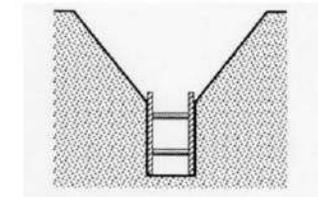


Fig. 8

## Sistemas de entibación

Por entibación se entiende toda fortificación para contención de tierras, realizada generalmente con madera.

### Entibación con tablas horizontales

Se emplea cuando el corte se lleva a cabo en un terreno con suficiente cohesión que le permite ser autoestable mientras se efectúa la excavación. Mediante la alternancia excavación (0,80 m a 1,30 m) y entibación, se alcanza la profundidad total de la zanja. (Fig. 9)

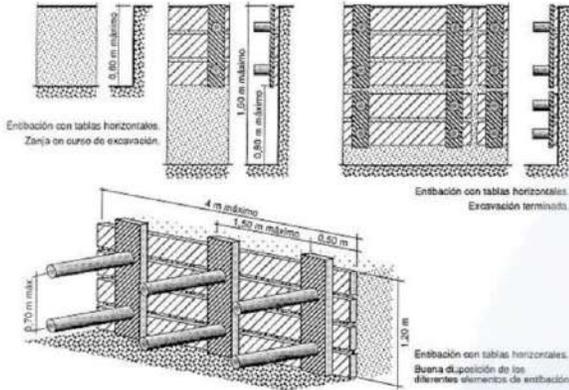


Fig. 9

### Entibación con tablas verticales

Cuando el terreno no presenta la suficiente cohesión o no se tiene garantía de ello, es más aconsejable llevar a cabo la entibación con tablas verticales, que en caso de que el terreno presente una aceptable cohesión y resistencia se excava por secciones sucesivas de hasta 1,50 - 1,80 m de profundidades máximas, en tramos longitudinales variables que en ningún caso deberán pasar de 4 m; y en caso de que el terreno presente poco o ninguna cohesión deberán hincarse las tablas verticales en los citados tramos antes de proceder a la excavación de las tierras alcanzándose la profundidad prevista en sucesivas etapas.

Independientemente de que la entibación se realice con tablas horizontales o verticales, estas podrán cubrir totalmente las paredes de la excavación (entibación cuajada), el 50% (entibación semicujada) e incluso menos de esta proporción (entibación ligera).

La Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976 permite determinar su empleo en función de la profundidad de excavación, del tipo de terreno y de que exista sollicitación de cimentación o vial (Tabla 6), mediante las tablas nº 7, 8, 9, 10, 11, 12 puede determinarse la separación y grosores de los distintos elementos que constituyen la entibación de los principales casos.

Tabla 7

Tabla 9

ENTIBACION SEMICUJADA							ENTIBACION CUAJADA				
$\frac{1}{E}$ ↓ → q → S	Determinación de la separación vertical S en cm entre ejes de apoyo, en función del grueso mínimo E en mm del tablero y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa.						$\frac{1}{E}$ ↓ → q → M	Determinación de la separación horizontal M en cm, en función del grueso mínimo E en mm del tablero y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa.			
	Grueso mínimo del tablero E en mm							Grueso mínimo del tablero E en mm			
	20	25	30	52	65	76	Separación vertical S en cm				
	0,17	0,27	0,39	1,20	1,87	2,53	30	0,21	0,33	0,46	100
	0,06	0,10	0,14	0,43	0,66	0,92	50	0,13	0,21	0,29	125
			0,06	0,19	0,30	0,41	75	0,07	0,15	0,30	150
				0,10	0,16	0,23	100	0,05	0,09	0,15	175
								0,03	0,06	0,10	200
	Empuje q en kg/cm <sup>2</sup>						Empuje q en kg/cm <sup>2</sup>				

Tabla 8

Tabla 10

ENTIBACION SEMICUJADA						ENTIBACION CUAJADA					
$\frac{1}{F}$ ↓ → q → S → M	Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabezera y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa.					$\frac{1}{F}$ ↓ → q → S → M	Determinación de las separaciones entre codales, vertical S en cm y horizontal M en cm, en función del grueso mínimo F en mm del cabezera y del empuje total q en kg/cm <sup>2</sup> , o viceversa.				
	Grueso mínimo del cabezera F en mm						Grueso mínimo del cabezera F en mm				
	52	65	76	Separación vertical S + 30 en cm		52	65	76	Separación vertical S en cm		
	0,12	0,20	0,27	50		0,35	0,55	0,75	30		
	0,08	0,12	0,17	125		0,20	0,31	0,43	40		100
	0,04	0,05	0,12	50		0,12	0,20	0,27	50		
		0,05	0,05	50		0,09	0,14	0,19	60		
	0,10	0,16	0,22	60		0,26	0,45	0,60	30		125
	0,06	0,10	0,14	125		0,16	0,25	0,34	40		
		0,07	0,10	60		0,10	0,16	0,22	50		
		0,04	0,07	60		0,07	0,11	0,15	60		
	0,08	0,12	0,18	76		0,24	0,37	0,50	30		150
	0,05	0,08	0,10	75		0,13	0,21	0,28	40		
			0,08	150		0,08	0,13	0,16	50		
			0,06	80		0,06	0,09	0,12	60		
	0,07	0,12	0,15	80		0,20	0,32	0,43	30		175
	0,04	0,07	0,10	80		0,11	0,18	0,24	40		
		0,05	0,07	80		0,07	0,11	0,15	50		
	0,06	0,00	0,12	100		0,05	0,08	0,11	60		
		0,00	0,08	100		0,15	0,28	0,38	30		200
		0,00	0,00	100		0,10	0,15	0,21	40		
		0,00	0,00	100		0,06	0,10	0,13	50		
			0,00	100		0,04	0,07	0,09	60		
	Empuje q en kg/cm <sup>2</sup>					Empuje q en kg/cm <sup>2</sup>					

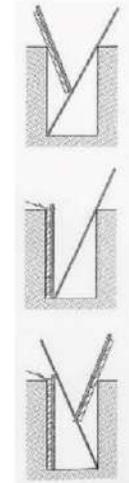


Fig. 10: Colocación de los paneles con ayuda de una pértiga

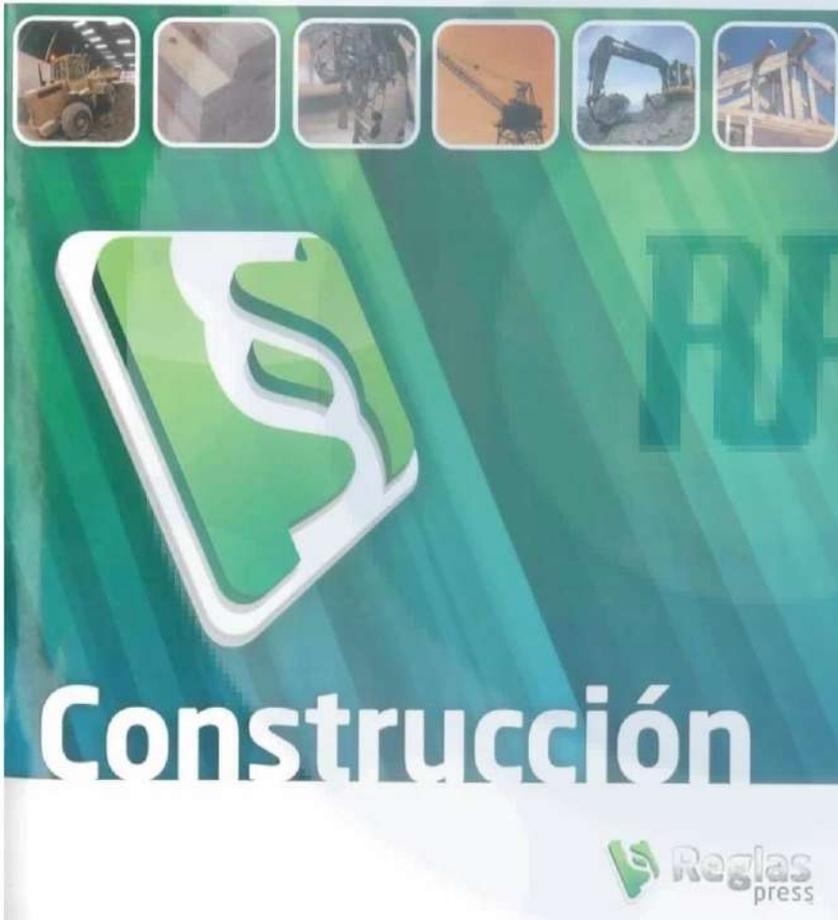
### Bibliografía

- (1) MINISTERIO DE TRABAJO. Ordenanza de trabajo de la construcción, vidrio y cerámica. Orden de 28.8.1970 (con las modificaciones introducidas por la Orden de 27.7.1973, B.O.E. del 31.7.1973)
- (2) MINISTERIO DE LA VIVIENDA. Norma Tecnológica NTE-ADZ/1976: "Acondicionamiento del terreno. Desmontes; Zanjas y pozos". Orden de 29.12.1976, B.O.E. nº 7 de 8.1.1977
- (3) MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. Norma Tecnológica NTE-CCT/1977: "Cimentaciones; contenciones; taludes". Orden de 22.11.1977, B.O.E. nº 289 de 3.12.1977
- (4) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Centro de Investigación y Asistencia Técnica. TEMAS DOCENCIA: Seguridad e edificación: Zanjas. Barcelona
- (5) MINISTERIO DE TRABAJO. Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo. Departamento de Seguridad. HOJA DOCUMENTAL D.5-14: Excavaciones y trincheras. Madrid, 1971

Reservados todos los derechos. Se autoriza su reproducción sin ánimo de lucro citando la fuente: INSHT, nº NTP, año y título. NIPC: 211-92.011-6



## OSHA 29 CFR 1926 Reglamentos de Construcción de OSHA



Reglas  
press

SPANISH-OSHA-2007/TITLE 29, PARTS 1926, SUBPART P, 11/20/2007 11:47 AM Page 258

§1926.651

Subparte P - Excavaciones

### Subparte P - Excavaciones

1926.651

#### Alcance, aplicación, y definiciones aplicables a esta subparte

(a) Alcance y aplicación. Esta subparte aplica a todos las excavaciones abiertas hechas en la superficie de la tierra. Las excavaciones están definidas para incluir zanjas.

(b) Definiciones aplicables a esta subparte. Prácticas de ingeniería aceptadas significa los requisitos que son compatibles con los estándares de la práctica requeridos por un ingeniero profesional registrado.

Sistema de soporte hidráulico de aluminio significa un sistema de soporte (soportes) o las carnes horizontales (relieves). Tal sistema se diseña específicamente para apoyar las paredes laterales de la excavación y para prevenir derrumbamientos.

Orificio del pilar del fondo de la campana significa un tipo de excavación de eje o de pile, el fondo al cual se hace más grande que la sección transversal de arriba para formar una campana.

Escaleras (sistema de escalas) significa un método para proteger a los empleados contra derrumbamientos excavando los lados de la excavación para formar una serie de niveles o de pasos horizontales, generalmente con superficies verticales o casi verticales.

Derrumbamientos significa la separación de una masa de material del suelo o de roca del lado de una excavación, o la pérdida de suelo por deslizamiento del sistema protector o del soporte de la zanja, y de movimientos repentinos en la excavación, tal sea cayendo o resbalando, en cantidad suficiente para que pudiera encastrar, enterrar, o crear daños que involucren a una persona.

Persona competente significa una persona que sea capaz de identificar y predecir peligros asociados en sus alrededores, o condiciones de trabajo que son antihigiénicas o peligrosas para los empleados, y que tienen autorización de tomar medidas correctivas para eliminar estos peligros.

Apoyos cruzados significan los miembros horizontales de un sistema de soporte instalado perpendicularmente a los lados de la excavación, contra los extremos de los soportes o relieves.

Excavación significa cualquier corte, cavidad, zanja, o depresión artificial en una superficie de la tierra, formada por el retiro de la tierra.

Caras o Lados significan las superficies verticales o inclinadas de la tierra formadas como resultado del trabajo de excavación.

Falta o Pérdida significa la fractura, la dislocación, o la deformación permanente de un miembro estructural o de una conexión al punto de reducir su integridad estructural y sus capacidades de apoyo.

Atmósfera peligrosa significa una atmósfera que por causa de ser explosiva, inflamable, venenosa, corrosiva, oxidante, irritante, deficiente de oxígeno, tóxica, o de otra manera peligrosa, pueda causar muerte, enfermedad, o lesiones.

Culpeza significa el liberamiento accidental o la falta de un apoyo cruzado.

Sistema protector significa un método de proteger a empleados contra derrumbamientos, contra el material que podría caer o volar de una cara de la excavación o en una excavación, o contra el derrumbamiento de estructuras adyacentes. Los sistemas protectores incluyen sistemas de soporte, sistemas de inclinación y sistemas de protección, y otros sistemas que proporcionen la protección necesaria.

Rampa significa una superficie inclinada para caminar o de funcionamiento que se utilice para acceder de un punto a otro, y se construye de tierra o de materiales estructurales tales como acero o madera.

Ingeniero profesional registrado significa una persona que este registrado como ingeniero profesional en el estado donde se esta realizando el trabajo. Sin embargo, un ingeniero profesional, registrado en cualquier estado puede ser "ingeniero profesional registrado" dentro del significado estándar cuando se aprueben diseños para los "sistemas protectores manufacturados" o "tablas de láminas" que se utilizaran en comercio de un estado a otro.

Láminas significa a los miembros de un sistema de soporte que conserven la tierra en la posición y que alledamiento son apoyados por otros miembros del sistema de apoyo.

Escudo (sistema protector) significa una estructura que pueda soportar las fuerzas impuestas ante un derrumbamiento y de tal

modo que proteja a los empleados dentro de la estructura. Los protectores pueden ser estructuras permanentes o pueden ser diseñados para ser portátiles y móviles mientras que progresa el trabajo. Además, los protectores pueden ser premanufacturados o trabajados de acuerdo con §1926.502(d)(1) (iv)(A). Los protectores usados en fosos se refieren generalmente como el "cajas de zanjas" o los "protectores de zanjas."

Soporte (sistema de soporte) significa una estructura tal como un sistema hidráulico, mecánico o de madera que apoye los lados de una excavación y que se diseña para prevenir derrumbamientos.

Lados. **Vea Las "Caras."**

Inclinación (sistema de inclinación) significa un método para proteger a empleados contra derrumbamientos excavando para formar los lados de una excavación que estén inclinados lejos de la excavación para prevenir derrumbamientos. El ángulo de la pendiente requerida para prevenir un derrumbamiento varía con diferencias en los factores tales como el tipo del suelo, las condiciones ambientales de la exposición, y la aplicación de las cargas de la sobrecarga.

Roca estable significa el material mineral sólido natural que se puede excavar con los lados verticales y que seguirá estando intacto mientras que esta expuesta. La roca inestable se considera estable cuando el material de la roca en el lado o los lados de la excavación sean asegurados contra derrumbamiento-en-o movimiento por los tornillos de la roca o por otro sistema protector que ha sido diseñado por un ingeniero profesional registrado.

Rampa estructural significa una rampa construida de acero o de madera, utilizando generalmente para acceso de vehículos. Las rampas hechas de suelo o de roca no se consideran rampas estructurales.

Sistema de soporte significa una estructura para apoyar, soportar, o reforzar que proporcione el soporte a una estructura adyacente, a una instalación subterránea, o a los lados de una excavación.

Datos tabulados significa las tablas y gráficos aprobados por un ingeniero profesional registrado y usados para diseñar y para construir un sistema protector.

Fosa (excavación de la fosa) significa una excavación estrecha (en lo referente a su longitud) hecha debajo de la superficie de la tierra. En general, la profundidad es mayor que la anchura, pero la anchura de un foso (medido en el fondo) no es mayor de 15 pies (4.6 m). Si las formas u otras estructuras están instaladas o construidas en una excavación para reducir la dimensión medida de las formas o de la estructura al lado de la excavación a 15 pies (4.6 m) o menos (medido en el fondo de la excavación), la excavación también se considera ser un foso.

Caja de la fosa. **Vea El "Escudo."**

Protector de la fosa. **Vea El "Escudo."**

Verticales significan los miembros verticales de un sistema de soporte del foso puesto en contacto con la tierra y que generalmente se colocaran de modo que los miembros individuales no entren en contacto unos con otros. Los verticales pueden ser espaciados en contacto con o que se interconecten unos con otros, son llamados a menudo "láminas."

Relieve significa los miembros horizontales de un sistema de soporte paralelo a la cara de la excavación en la cual los lados están contra los miembros verticales del sistema o del sistema de soporte o a la tierra.

1926.651

#### Requisitos específicos de la excavación

(a) Impedimentos superficiales. Todos los impedimentos superficiales que se localizan para crear un peligro a los empleados serán quitados o apoyados, como sea necesario, para salvaguardar a empleados.

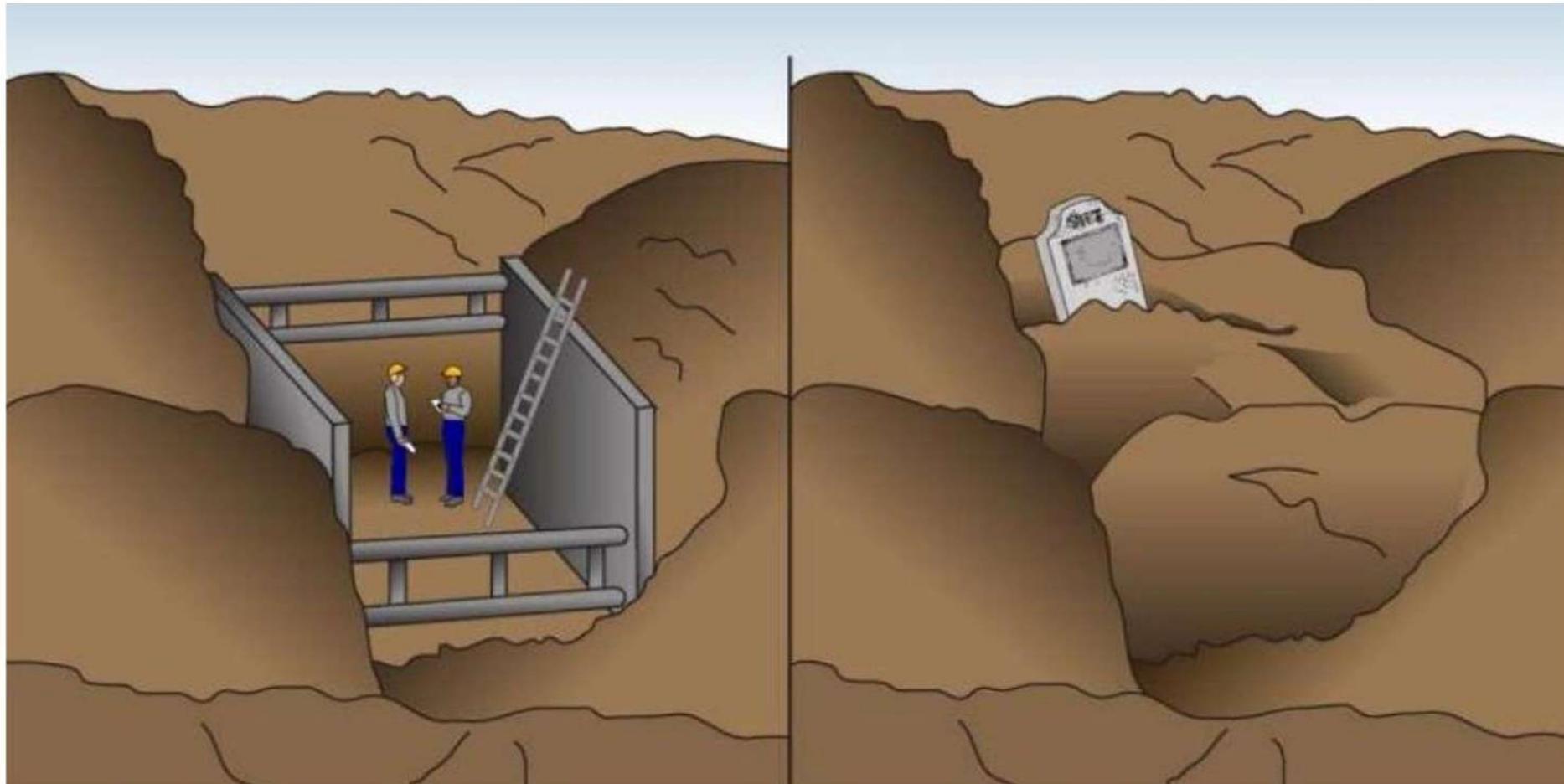
(b) Instalaciones subterráneas.

- 1 La localización estimada de instalaciones para uso general, tales como alcantarillado, teléfono, combustible, líneas eléctricas, agua, o cualquier otra instalación subterránea que razonablemente se pueda esperar ser encontrada durante el trabajo de la excavación, será determinada antes de abrir una excavación.
- 2 Las empresas de servicios públicos o los dueños deberán ser contactados dentro del tiempo de reacción local establecido o acostumbrado, haciéndole saber el trabajo propuesto, y pidiéndole el establecimiento y la localización de las instalaciones subterráneas antes del comienzo de la excavación real. Cuando las empresas de servicios públicos o los dueños no pueden responder a una petición de localizar instalaciones para uso general sub-



**UNA ZANJA**

**UNA TUMBA**

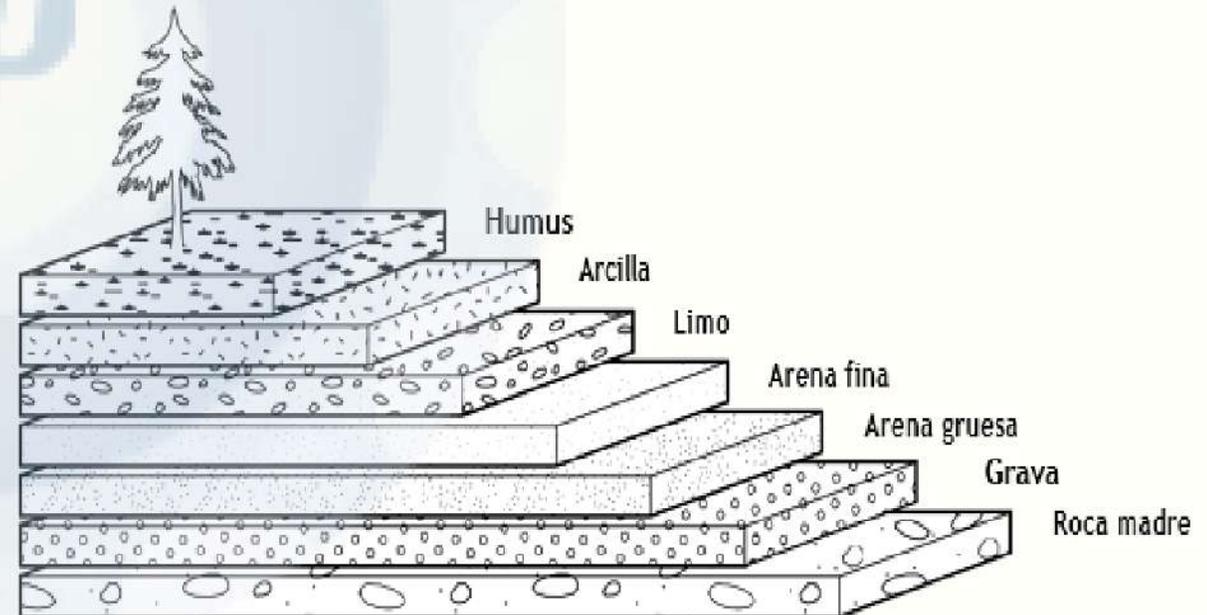




## **SUELO**

*Es el estrato o capa superficial de la corteza terrestre, resultante de un proceso natural de desintegración a través de los años, producto de agentes atmosféricos como el viento, la nieve, las heladas, el agua, etc.*

*Es importante conocer el tipo de suelo donde se realizará la excavación y sus propiedades, con el fin de planificar adecuadamente las actividades a realizar, los equipos, maquinarias y herramientas óptimas, y las medidas preventivas a considerar.*





## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

-  El estudio de mecánica de suelos se realiza para determinar las propiedades mecánicas y/o hídricas del subsuelo y para analizar la estabilidad, deformabilidad y/o conductividad hidráulica del suelo, sometido a sollicitaciones estáticas y/o dinámicas por la acción del agua.
-  En este tipo de informe se establece la resistencia del terreno, es decir, la capacidad que tiene el suelo para soportar las cargas que actúen sobre él sin deformarse.
-  Otra de las variables indicadas en el informe de mecánica de suelos es la condición del agua presente en el terreno, agua de infiltración en el subsuelo y el nivel freático (nivel de la napa subterránea).

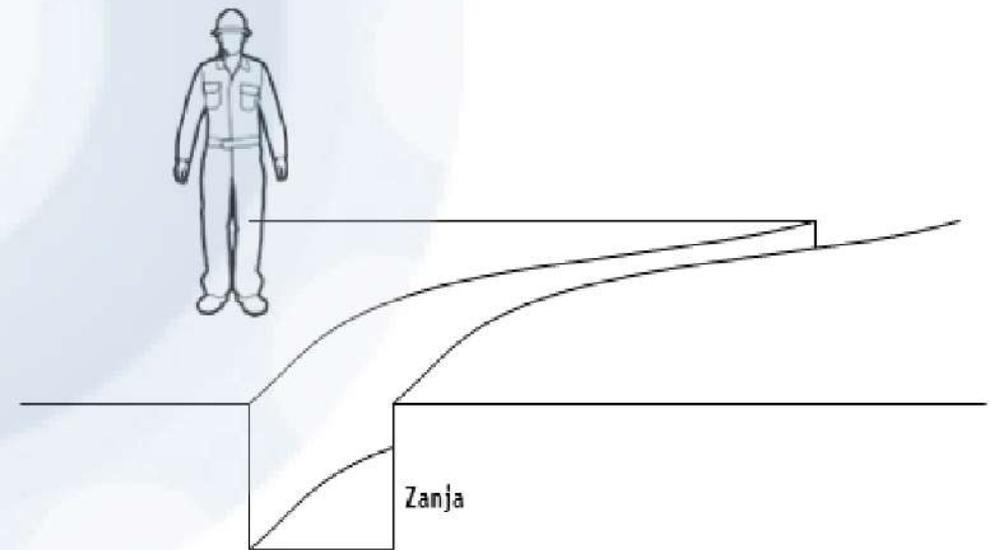


## **EXCAVACIÓN:**

*Se define excavación a todo tipo de movimiento de tierra o modificación de la superficie de terreno actual (nivel 0.00), cualquier excavación menor a este nivel se considera como tal.*

## **EXCAVACIONES EN ZANJAS**

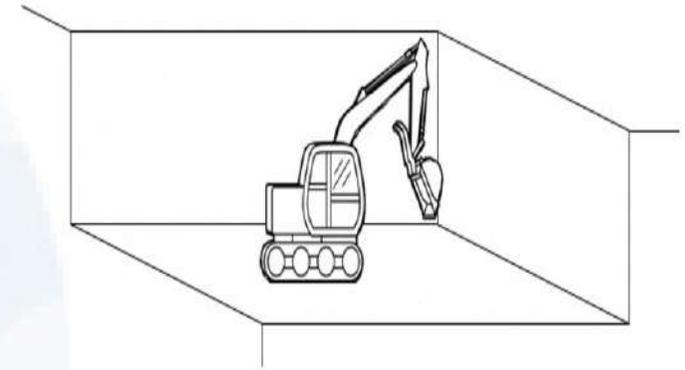
*Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno y se utiliza para instalar tuberías subterráneas de aguas, electricidad o gas o para construcción de fundaciones superficiales, entre otros usos.*





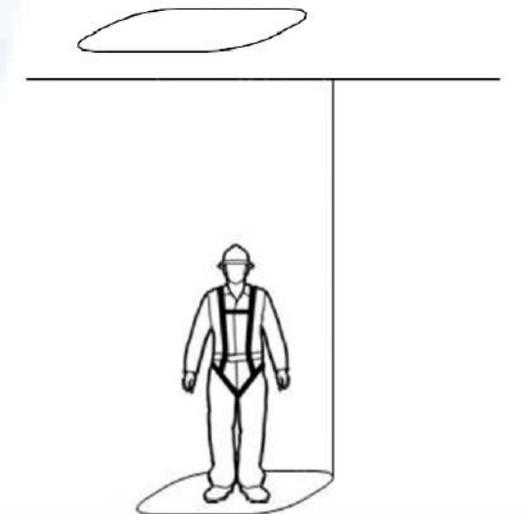
## **EXCAVACIÓN MASIVA**

*Consiste en la remoción de grandes volúmenes de suelo natural. Se realiza complementariamente de forma mecanizada (excavadoras) y manual en la construcción de subterráneos de edificios, caminos, muros de contención, etc.*



## **EXCAVACIÓN EN POZOS**

*Excavaciones manuales ejecutadas verticalmente. Pueden ser de sección circular o cuadrada, y por lo general son de gran profundidad. Se utilizan para la construcción de pilas de entibación, para pozos de reconocimiento de suelos o captación de aguas.*





*Cada depósito de suelo y roca debe ser clasificado por una persona competente como Roca Estable, Tipo A, B, o C. La clasificación de los depósitos se debe hacer basado en los resultados de por lo menos un análisis visual y un análisis manual. Tales análisis serán dirigidos por una persona competente.*

## SUELOS TIPO B

Suelos que presentan alguna de las siguientes condiciones:

- Suelos cohesivos con una resistencia a la compresión confinada mayor a 48 kPa pero menor a 144 kPa
- Suelos granulares no cohesivos tales como grava angulosa, limos, limos arenosos
- Suelos previamente perturbados que no sean clasificados como tipo C.
- Suelos que cumplen con los requisitos de un Tipo A, pero presentan fisuras o están sometidos a vibraciones importantes.
- Roca seca inestable
- Suelo que es parte de un sistema de capas en pendiente, donde las capas entran a la excavación con una pendiente 4H:1V, pero solamente si el material hubiera sido clasificado como tipo A bajo otra condición.

## SUELOS TIPO A

Suelos cohesivos con resistencia a la compresión confinada de al menos 144 kPa. Ejemplos: arcillas, arcilla limosa, arcilla magra y, en algunos casos, arcillas limosas magras, arcillas limosas arenosas y suelos cementicios tales como suelos calizos. Sin embargo, no son considerados tipo A los suelos que:

- Están fisurados
- Están sometidos a vibraciones fuertes, como por ejemplo tráfico pesado.
- Han sido previamente perturbados
- Son parte de un sistema de capas en pendiente donde las capas entran a la excavación con una pendiente 4H:1V
- Están sometidos a otros factores que requieran que se clasifique como un material menos estable.



## SUELOS TIPO C

Suelos que presentan alguna de las siguientes condiciones:

- Suelos cohesivos con una resistencia a la compresión confinada menor a 48 kPa
- Suelos granulares tales como grava, arena, y arena arcillosa
- Suelos sumergidos o suelos donde el agua se filtra libremente
- Rocas sumergidas inestables
- Suelo que es parte de un sistema de capas en pendiente donde las capas entran a la excavación con una pendiente 4H:1V o mayor.

# PROFUNDIDAD CRITICA



Es la profundidad máxima que se puede excavar en pared vertical estable, sin ningún tipo de refuerzo, es decir, sin que exista riesgo de desmoronamiento. Esta característica dependerá del tipo de terreno, con unos valores de referencia que se indican en la tabla siguiente:



<b>TIPO DE TERRENO</b>	<b>PROFUNDIDAD CRÍTICA (METROS)</b>
Arena cohesiva	1,25
Arcilloso	1,50
Muy compacto, sin rocas y con martillos rompedores	1,80
Muy compacto, sin rocas y con picos	2,00
Compacto, con maquinaria	3,00



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

***Diploma de Especialización***

# **SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO**

**MÓDULO  
VI**

**TRABAJOS DE  
EXCAVACIÓN Y  
DEMOLICIÓN**



**CLASE 01**

Ing. Jorge Arzapalo Barrera