

MINISTERIO DEL AGUA  
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

## Reglamento técnico de diseño para el entibado de zanjas

Tercera revisión  
ICS 13.060.30  
Aguas residuales

Abril 2007



Ministerio del Agua  
Viceministerio de  
Servicios Básicos



# ÍNDICE

Página

|  |            |
|--|------------|
| <b>REGLAMENTO TÉCNICO DE DISEÑO PARA EL ENTIBADO DE ZANJAS .....</b> | <b>137</b> |
| <b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>                          | <b>137</b> |
| <b>2 ASPECTOS GENERALES .....</b>                                    | <b>137</b> |
| 2.1 Definición.....  | 137        |
| 2.2 Necesidad de uso.....  | 138        |
| <b>3 EMPUJE DE TIERRAS .....</b>                                     | <b>138</b> |
| 3.1 Definición y análisis.....                                       | 138        |
| 3.2 Procedimiento general de cálculo .....                           | 139        |
| 3.3 Formulación del empuje de tierras.....                           | 139        |
| 3.4 Empuje de tierras en reposo .....                                | 140        |
| 3.5 Empuje activo de tierras.....                                    | 141        |
| 3.6 Empuje pasivo de tierras.....                                    | 141        |
| 3.7 Efectos de las sobrecargas .....                                 | 142        |
| 3.8 Empujes hidrostáticos .....                                      | 142        |
| <b>4 MATERIALES UTILIZADOS EN ENTIBADOS.....</b>                     | <b>143</b> |
| 4.1 Madera .....   | 143        |
| 4.2 Acero .....  | 143        |
| 4.3 Hormigón armado.....   | 143        |
| <b>5 TIPOS DE ENTIBADOS .....</b>                                    | <b>143</b> |
| 5.1 Apuntalamiento .....   | 144        |
| 5.1.1 Apuntalamiento de madera .....                                 | 144        |
| 5.1.2 Apuntalamiento metálico - madera.....                          | 144        |
| 5.2 Entibado discontinuo .....                                       | 144        |
| 5.2.1 Entibado discontinuo de madera.....                            | 145        |
| 5.2.2 Entibado discontinuo mixto (metálico - madera) .....           | 145        |
| 5.2.3 Entibado discontinuo metálico.....                             | 145        |
| 5.3 Entibado continuo.....   | 146        |
| 5.3.1 Entibado continuo de madera .....                              | 146        |
| 5.3.2 Entibado continuo metálico - madera.....                       | 146        |
| 5.3.3 Entibado continuo metálico .....                               | 148        |
| 5.4 Entibado especial .....  | 148        |
| <b>6 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>                        | <b>148</b> |
| <b>OTRAS FIGURAS.....</b>  | <b>151</b> |



## REGLAMENTO TÉCNICO DE DISEÑO PARA EL ENTIBADO DE ZANJAS

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Reglamento Técnico da vigencia y declara de obligatorio cumplimiento a la norma NB 688 “Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial”.

Este Reglamento está destinado a ingenieros proyectistas involucrados en el diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales. Contiene los principales aspectos que deben ser considerados con el objetivo de realizar el diseño para el entibado de zanjas.

### 2 ASPECTOS GENERALES

#### 2.1 Definición

Se define como entibado al conjunto de medios mecánicos o físicos utilizados de forma transitoria para impedir que una zanja excavada se desmorone debido al empuje de tierras. Se debe entender que el entibado es una actividad previa y no una finalidad. Sirve para lograr un objetivo de construcción (colector, galería o fundación) por lo cual a la conclusión de la obra es retirada en su totalidad.

Consiste en la contención lateral de las paredes del suelo de cárcavas, pozos y zanjas, a través de planchas metálicas o de madera, clavadas perpendicularmente al suelo y trabadas entre si con el uso de puntales y largueros, también metálicos o de madera, esto se debe a la posibilidad de alteración de la estabilidad de estructuras adyacentes en el área de excavación, o con el objetivo de evitar el desmoronamiento de suelos no cohesivos o poco consistentes, por la acción del peso propio del suelo y de las cargas eventuales a lo largo del área en zanjas de mayores profundidades. (véase figura 1).

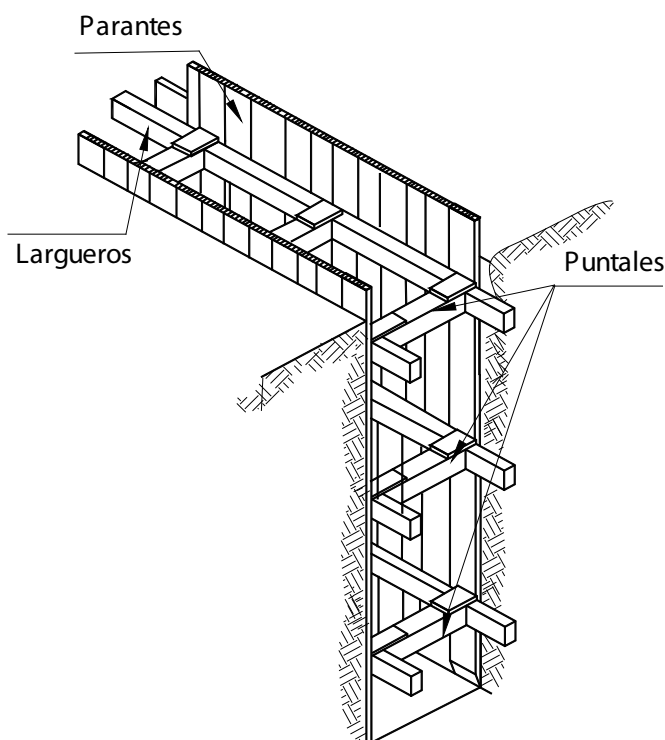


Figura 1 - Entibado de zanja

## 2.2 Necesidad de uso

Como se indicó anteriormente, tratándose de una actividad previa, el entibado puede ser omitido dentro de ciertos criterios lógicos, siempre y cuando se pueda anular el empuje de tierras, por cualquier otro procedimiento o considerar durante el tiempo que dure la zanja abierta, la tierra no se deslice. Sin embargo en este último caso hay que tomar en cuenta el factor psicológico ya que sin la protección de un entibado, el fondo de una zanja produce una sensación de inseguridad y temor que influye en el rendimiento de los obreros.

Otros factores que influyen en la determinación de usar un entibado es la presencia de fundaciones próximas de edificios, pavimentos de calles, cimientos de muros y otro tipo de estructuras. Se recomienda por tanto una cuidadosa observación previa de lo siguiente:

- a) Considerar que los taludes de las zanjas no sufrirán grandes deslizamientos. No se debe olvidar que probablemente se producirán pequeñas deformaciones que traducidas en asentamientos diferenciales pueden dañar estructuras vecinas
- b) Las fluctuaciones del nivel freático en el terreno modifican su cohesión, ocasionando por lo tanto rupturas del mismo
- c) La presencia de sobrecargas eventuales tales como maquinaria y equipo o la provocada por el acopio de la misma tierra, producto de la excavación, puede ser determinante para que sea previsto un entibado

## 3 EMPUJE DE TIERRAS

### 3.1 Definición y analisis

El empuje es la acción o reacción de la tierra ejercida sobre una estructura. El empuje de tierras depende de numerosos factores de compleja determinación que inclusive no son constantes en el tiempo. Los principales factores son:

- a) Rugosidad e inclinación de la superficie en contacto con el suelo
- b) Rigidez y deformación de la estructura y de su fundación
- c) Densidad, ángulo de fricción interna, humedad, coeficiente de vacíos, cohesión, nivel freático e inclinación del terraplén
- d) Factores externos al terreno y a la estructura, como lluvias, sobrecargas, vibraciones, etc

El análisis de los empujes sobre las estructuras de contención es un tema complejo, que requiere de simplificaciones para su consideración en los cálculos de proyecto, en donde no solamente interesan las fuerzas actuantes sobre el entibado, sino también el estado limite de cargas cuando ocurra la falla en el terreno. La teoría de Coulomb en base a una cuña deslizante de relleno, en torno al cual se plantea el equilibrio de fuerzas, es la principal vía de solución para estos cálculos.

Las fórmulas presentadas mas adelante han sido desarrolladas con el método de Coulomb para suelos con propiedades uniformes; sin embargo, el método puede ser aplicado para suelos estratificados. En el análisis debe tenerse en cuenta las condiciones de estabilidad del relleno, las deflexiones esperadas en el entibado, los procedimientos constructivos y toda posibilidad de movimiento o restricción del mismo en el entibado. De acuerdo a ello, se considerarán los estados de empuje activo, de reposo o de empuje pasivo de tierras. Además, deberán estimarse los incrementos en el empuje de tierra ocasionados por sobrecargas, sea durante la construcción o debidas al tráfico vehicular.

Por otro lado, los efectos del agua en el incremento del empuje lateral o en las presiones de poros que origina el flujo cuando existe una diferencia de niveles de agua entre ambos lados del entibado, deben ser analizados. Es decir, la presencia de agua en la zona saturada induce a una presión interna (presión de poros) y afecta la distribución de granos de suelo así como a la densidad del agua en los poros.

### 3.2 Procedimiento general de cálculo

El procedimiento general que se sigue para calcular el empuje de tierras para un proyecto de entibado, es hallar la resultante del empuje activo (o de reposo, si el sistema de entibado es muy rígido, o en algunos casos pasivo) y aumentar empíricamente el valor de la misma, ya que el sistema de entibado no permite la total deformación requerida para que se produzca el estado activo (o disminuirla, si el proyecto se basa en el estado de reposo). Esta resultante se redistribuye para formar un diagrama simplificado del empuje. Tanto el aumento de la resultante del empuje sobre la correspondiente al activo como la distribución del mismo, deben estar basados en los empujes de mediciones hechas en sistemas de entibados similares, de tamaño natural.

Normalmente se efectúa el cálculo del entibado si a criterio del proyectista es necesario. En zanjas con profundidades medias, la disponibilidad de materiales y maquinaria, así como la experiencia del proyectista, definen la elección del entibado en función al tipo de terreno.

Algunas consideraciones sobre los métodos de análisis básicos que pueden emplearse para la estimación de los empujes de tierra sobre los entibados, de acuerdo a los casos en que deben ser considerados, son presentadas a continuación:

### 3.3 Formulación del empuje de tierras

Se considera que el empuje de tierras, en forma general es linealmente proporcional a la profundidad del suelo, calculándose para una profundidad  $z$  con la siguiente expresión:

$$p = k_h \cdot \gamma_s \cdot g \cdot z \cdot 10^{-6}$$

donde:

|            |  |
|------------|--|
| $p$        | Empuje básico de tierras, en Mpa               |
| $k_h$      | Coefficiente de presión lateral de tierras     |
| $\gamma_s$ | Densidad de suelo, en $\text{kg/m}^3$          |
| $z$        | Profundidad bajo la superficie del suelo, en m |
| $g$        | Aceleración de la gravedad, en $\text{m/s}^2$  |

A menos que se especifique lo contrario, puede suponerse que la resultante de los empujes laterales debidos al peso del relleno estará a una altura de  $0,4 H$  sobre la base del entibado, donde  $H$  es la altura total del entibado, medida desde la superficie del terreno hasta la base de la cimentación. Usualmente, se suponía que la resultante quedaba ubicada a un tercio de la altura total; sin embargo, estudios experimentales sobre estructuras de contención reales han demostrado que el valor de  $0,4 H$  es una aproximación razonable a los resultados de tales estudios.

### 3.4 Empuje de tierras en reposo

El empuje de tierra en entibados que se considera que no van a deflectarse o mover, se calcula tomando el coeficiente de presión lateral de tierras en reposo,  $k_0$  el cual varía de acuerdo al estado de consolidación del suelo.

Desde el punto de vista geotécnico, se distinguen suelos no consolidados de los suelos sobreconsolidados.

Los suelos normalmente consolidados son aquellos que han soportado tensiones máximas históricas similares a las tensiones que soportan adicionalmente; corresponden a aquellas que han sido cargadas.

En cambio los suelos sobreconsolidados son aquellos que han sido cargados y descargados, es decir, las tensiones máximas históricas que han soportado han sido mayores que las actuales. El efecto de sobreconsolidación implica disminución en la relación de vacíos y probable formación de contactos ligeramente cementados.

Para suelos normalmente consolidados, el coeficiente  $k_0$  se calcula mediante la siguiente expresión:

$$k_0 = 1 - \text{sen}\phi_f$$

donde:

$\phi_f$       Ángulo de fricción del suelo drenado

Para suelos sobreconsolidados, puede asumirse que  $k_0$  varía en función de la relación o grado de sobreconsolidación OCR (Over Consolidation Ratio) o de la historia de esfuerzos y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$k_0 = (1 - \text{sen}\phi_f) (\text{OCR})^{\text{sen}\phi_f}$$

La condición de reposo también puede considerarse en el diseño si es que los entibados quedan cerca de estructuras sensibles a los desplazamientos o les sirven de soporte, como en el caso de los estribos.

El concepto del grado o razón de sobreconsolidación OCR a través de las tensiones a las que se ha sometido el suelo, esta dado por la siguiente expresión:

$$\text{OCR} = \frac{p'_{\max}}{p'_{\text{act}}}$$

donde

$p'_{\max}$       Tensión máxima

$p'_{\text{act}}$       Tensión actual

El valor de la razón de sobreconsolidación es igual a 1 para suelos normalmente consolidados y para suelos sobreconsolidados es mayor a 1. Para entibados se debe considerar un valor OCR igual a 1 puesto que las zanjas generalmente tienen una consolidación normal.



### 3.5 Empuje activo de tierras

El terreno ejerce esfuerzos sobre la contención. En el caso de entibados que van a desplazarse o deflectarse lo suficiente como para alcanzar las condiciones mínimas de empuje activo, se considera el coeficiente de presión lateral activo de tierras, calculado por la siguiente expresión:

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2 \beta \cos(\beta + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - i)}{\cos(\beta + \delta) \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

donde:

- $\delta$  Ángulo de fricción interna entre el relleno y el entibado
- $\beta$  Ángulo de inclinación del respaldo interno del entibado respecto a un eje vertical
- $\phi$  Ángulo de fricción interna
- $i$  Ángulo de inclinación del relleno respecto a un eje horizontal

Para un análisis en condiciones de largo plazo, los empujes de tierra deben ser calculados usando los esfuerzos efectivos; además se adicionarán los empujes hidrostáticos en los casos que sean necesarios.

Los valores de  $\delta$  pueden ser tomados a partir de referencias bibliográficas.

### 3.6 Empuje pasivo de tierras

Es aquel empuje ejercido por la contención sobre el terreno. En el cálculo del empuje pasivo de tierras se debe tener en cuenta, para el caso de suelos granulares, un coeficiente de presión lateral pasiva de tierras dado por:

$$k_p = \frac{\cos^2(\phi + \beta)}{\cos^2 \beta \cos(\beta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + i)}{\cos(\beta - \delta) \cos(\beta + i)}} \right]^2}$$

Debe tenerse presente que el ángulo de fricción  $\delta$  no debe tomarse mayor que la mitad del ángulo de fricción interna  $\phi$ .

Para suelos cohesivos, los empujes pasivos pueden ser estimados mediante la siguiente expresión:

$$p = k_h \gamma_s g z 10^{-6} + 2c\sqrt{k_p}$$

donde:

- $p$  Empuje pasivo, en Mpa
- $\gamma_s$  Densidad del suelo, en kg/m<sup>3</sup>
- $z$  Profundidad bajo la superficie del suelo, en m
- $c$  Cohesión del suelo, en Mpa
- $k_p$  Coeficiente de presión lateral pasiva, adimensional
- $g$  Aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>

### 3.7 Efectos de las sobrecargas

Cuando se presente una sobrecarga superficial, al empuje de tierra básico debe sumársele un empuje de tierras constante debido a la sobrecarga. El empuje constante está dado por la siguiente expresión:

$$\Delta_p = k_s q_s$$

donde:

- $\Delta_p$  Incremento en el empuje horizontal de tierras debido a la sobrecarga, en Mpa
- $k_s$  Coeficiente de presión lateral debido a la sobrecarga; se tomará  $k_a$  para condiciones de empuje activo y  $k_0$  para condiciones de empuje en reposo.
- $q_s$  Sobrecarga uniforme aplicada en la superficie de la cuña de tierra activada, en Mpa

Si se espera que exista tráfico vehicular sobre la superficie del relleno y cerca al entibado, dentro de una distancia igual a la altura del entibado, se debe aplicar una sobrecarga viva superficial. La magnitud de la sobrecarga debe ser especificada y justificada por el proyectista.

El incremento en el empuje puede ser estimado mediante la siguiente expresión:

$$\Delta_p = k \gamma_s g h_{eq} (10^{-6})$$

donde:

- $\Delta_p$  Incremento en el empuje horizontal de tierras, en Mpa
- $\gamma_s$  Densidad del suelo, en kg/m<sup>3</sup>
- $k$  Coeficiente de presión lateral
- $h_{eq}$  Altura equivalente de suelo para el camión de diseño, en m. Según los valores de la Tabla 1

La altura del entibado será medida desde la superficie del relleno y el nivel inferior de la cimentación.

**Tabla 1- Altura equivalente de suelo para cargas de tráfico vehicular**

| Altura del entibado (m) | $h_{eq}$ (m) |
|-------------------------|--------------|
| $\leq 1,50$             | 1,70         |
| 3,00                    | 1,20         |
| 6,00                    | 0,76         |
| $\geq 9,00$             | 0,61         |

### 3.8 Empujes hidrostáticos

El empuje debido a la presión del agua debe corresponder el máximo nivel de agua que pueda ocurrir durante la vida útil del entibado, para fines de análisis, si es que no se ha previsto medidas de drenaje adecuadas.

En la estimación del empuje debe emplearse la densidad sumergida del suelo (densidad total del suelo saturado) para el cálculo de la presión lateral, a partir del nivel freático.

En caso de existir niveles de agua diferentes en las caras opuestas del entibado, serán considerados los efectos de agua y la posibilidad de sifonamiento en el análisis de los empujes hidrostáticos. Las presiones originadas por la filtración pueden ser estimadas mediante redes de flujo u otros procedimientos analíticos; los empujes totales laterales deben ser determinados mediante la suma de los esfuerzos efectivos horizontales y las presiones resultantes del análisis.

## **4 MATERIALES UTILIZADOS EN ENTIBADOS**

En la ejecución del entibado, deben ser utilizados maderas duras, como ochoo, pino u otro tipo de madera de construcción para la confección de las vigas, parantes y tablas, largueros, y puntales con rollizos de eucalipto de diámetro no menor a 20 cm. En el caso de no ser posible utilizar los patrones especificados, las piezas de madera deberán ser sustituidas por similares con módulo de resistencia equivalente.

En casos de mayor responsabilidad y de grandes empujes se combina el uso de perfiles de hierro con madera, o solamente perfiles, y muy eventualmente el concreto armado.

### **4.1 Madera**

Son piezas de dimensiones conocidas de 1 plg x 6 plg; 1 plg x 8 plg; 1 plg x 10 plg o en su caso de 2 plg x 4 plg; 3 plg x 4 plg.

Las piezas pueden tener los bordes preparados para ensamble hembra y macho. Se usan también como puntales, rollizos de eucalipto en diámetros mínimos de 4 plg o 6 plg.

### **4.2 Acero**

Son piezas de acero laminado en perfiles tipo “I” o “H” o perfiles compuestos de los anteriores, soldados (ejemplo doble I), o en perfiles de sección especial, lo que se denomina estaca-plancha metálica (tablestaca) en este último caso pueden ser de ensamble normalizado.

Las piezas son suministradas con dimensiones normalizadas típicas para cada fabricante (Metal flex, Armco, Bethlem Steel, etc.). Los más utilizados son los perfiles “I” de 6 plg, 8 plg y el perfil “H” de 6 plg x 6 plg. Se utilizan también tablestacas de palanca y tubos huecos en montaje telescópico, que pueden ser trabados por rosca o presión de aceite.

### **4.3 Hormigón armado**

Se utilizan en piezas prefabricadas de diversas secciones (ejemplo: rectangulares, con ensamble hembra-macho) o piezas fabricadas en sitio.

## **5 TIPOS DE ENTIBADOS**

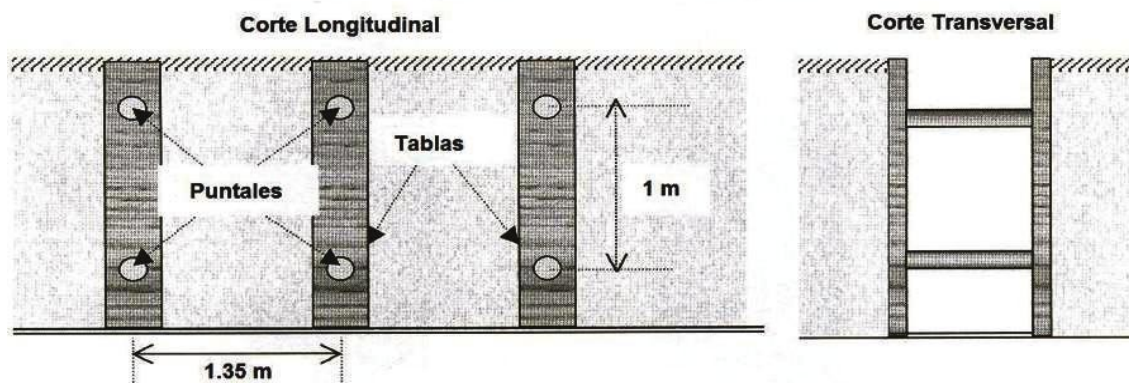
Los tipos de entibados utilizados deben ser los especificados en el proyecto, basados en la observación de factores locales, tales como la calidad de terreno, la profundidad de la zanja, la proximidad de edificaciones o vías de tráfico, etc.

Los tipos de entibados mas usuales son: el apuntalamiento (figura 2), el entibado discontinuo (figura 3) y el entibado continuo (figura 4). Existen también los llamados entibados especiales, que son una variación del entibado continuo, con tabloncillos o planchas empotradas lateralmente a través de juntas del tipo macho-hembra. De acuerdo con el material utilizado en su preparación, pueden ser de madera, metálicos o mixtos.

Las condiciones, dimensiones mínimas de las piezas y los espaciamientos máximos usuales de los entibados, cuando no son especificados en un proyecto, deben ser los siguientes:

## 5.1 Apuntalamiento

Es una técnica provisional para iniciar un entibado propiamente dicho. El apuntalamiento es utilizado en suelos cohesivos, generalmente en cota superior a la de la napa freática y en profundidades menores.



**Figura 2 - Apuntalamiento**

Se distinguen dos tipos de apuntalamientos:

### 5.1.1 Apuntalamiento de madera

Consiste en el proceso de entibar paralelamente las caras laterales de la zanja, con tablones de madera de 1 plg x 6 plg (hasta 2 m de profundidad), o tablas de madera de 2 plg x 6 plg (mayor a 2 m de profundidad), dispuestas en la pared vertical, trabadas en el sentido transversal y horizontal de la zanja por rollizos de eucalipto con diámetros de 4 plg y 6 plg o vigas solera de madera de diferentes secciones.

La distancia media horizontal de los tablones de madera es de 1,35 m. La distancia vertical entre los rollizos es de 1 m. Para seguridad del entibado se debe fijar los tablones en el sentido vertical y perpendicular a los rollizos, evitando el desplazamiento de los rollizos o puntales, debido al cambio de temperatura u otros factores externos.

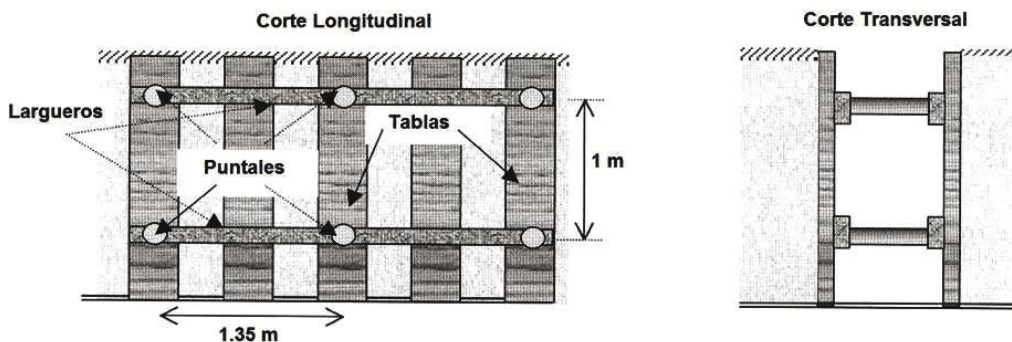
### 5.1.2 Apuntalamiento metálico - madera

La superficie lateral de la zanja será contenida por planchas metálicas, espaciadas cada 1,35 m, trabadas horizontalmente por rollizos de eucalipto con diámetros de 4 plg y 6 plg espaciados verticalmente cada 1,0 m.

La fijación de los perfiles metálicos puede ser hecha por un mazo para clavar estacas (caída libre), martillo vibratorio, etc.

## 5.2 Entibado discontinuo

El entibado discontinuo también es utilizado en las excavaciones de suelos cohesivos, generalmente en cota superior al nivel de la napa freática.



**Figura 3 - Entibado discontinuo**

Se distinguen tres tipos de entibados discontinuos:

### 5.2.1 Entibado discontinuo de madera

Consiste en el proceso de entibar, parcialmente, las superficies laterales de la zanja con tablonces de madera de 1 plg x 6 plg (hasta 2 m de profundidad) o 1 plg x 12 plg (mayor a 2 m de profundidad), dispuestas en la pared vertical y espaciadas unas de otras de 16 cm o 30 cm. A lo largo de estos tablonces se instala longitudinalmente, los largueros o las soleras (vigas de madera) de 2 plg x 6 plg (hasta 2 m de profundidad), o de 3 plg x 7 plg (mayor a 2 m de profundidad), las cuales por su vez, son fijadas por rollizos de eucalipto con diámetros entre 4 plg y 6 plg, o por vigas solera de 3 plg x 7 plg.

El espaciamiento medio entre las soleras o vigas de madera es de 0,90 m x 1,10 m, tomándose como una media 1 m. y el espaciamiento medio entre los rollizos de eucalipto es de 1,35 m., con excepción de la extremidad de los listones o tablas donde los puntales estarán a 0,40m.

Para seguridad del entibado se deben fijar tablas en el sentido vertical y perpendicular al rollizo, evitando el desplazamiento de los rollizos o vigas de madera, debido al cambio de temperaturas u otros factores externos.

### 5.2.2 Entibado discontinuo mixto (metálico - madera)

La superficie lateral de la zanja será contenida por perfiles metálicos verticales, espaciados cada 0,30 m, trabados horizontalmente por vigas de madera 2 plg x 6 plg (hasta 2,0 m de profundidad) o de 3 plg x 7 plg (mayor a 2,0 m de profundidad) en toda su longitud, y rollizos de eucalipto con diámetros entre 4 plg y 6 plg, espaciados cada 1,35 m, excepto en las extremidades de las vigas, de las cuales los rollizos estarán a 0,40 m. Las vigas deben ser espaciadas verticalmente de 1,0 m.

La fijación de los perfiles metálicos puede ser hecha por un mazo para clavar estacas (caída libre) y martillo vibratorio, etc.

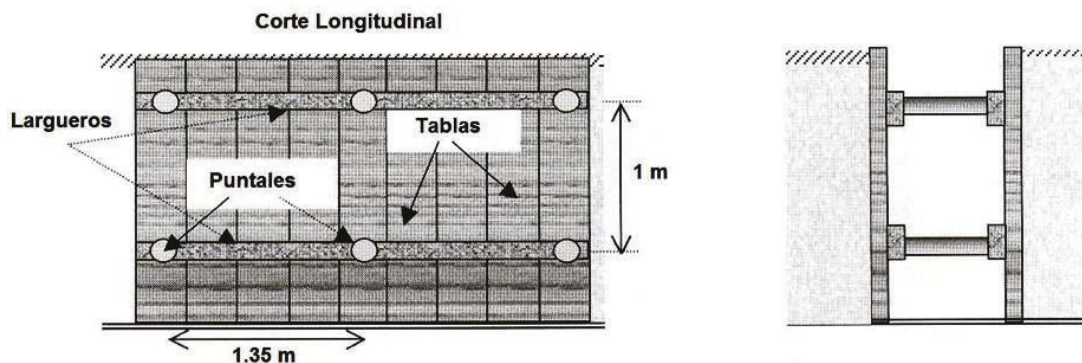
### 5.2.3 Entibado discontinuo metálico

La superficie lateral de la zanja será contenida por perfiles metálicos verticales, espaciados cada 0,30 m, trabados horizontalmente por largueros metálicos en toda su longitud, y puntales metálicos, espaciados cada 1,35 m, excepto en las extremidades de los largueros, de las cuales los puntales estarán a 0,40 m. Los largueros deben ser espaciados verticalmente cada 1,0 m.

La fijación de los perfiles metálicos puede ser hecha por un mazo para clavar estacas (caída libre) y martillo vibratorio, etc.

### 5.3 Entibado continuo

Son utilizados los entibados continuos en excavaciones de suelos arenosos, sin cohesión, o cuando alguna circunstancia exija una condición estanca de las paredes de la zanja. Es decir es un entibado usado en suelos que se disgregan parcialmente, sin la actuación de cargas externas.



**Figura 4 - Entibado continuo**

Se distinguen tres tipos de entibados continuos:

#### 5.3.1 Entibado continuo de madera

La superficie lateral de la zanja será contenida por tablas o tablones verticales de madera de 1 plg x 6 plg (hasta 2,0 m de profundidad), o vigas de madera 2 x 6 plg (mayor a 2,0 m de profundidad), punteadas unas a otras, trabadas horizontalmente por largueros de madera de 2 plg x 6 plg (hasta 2,0 m de profundidad) o de 3 plg x 7 plg (mayor a 2,0 m de profundidad) en toda su longitud, y rollizos de eucalipto de diámetros de 4 plg y 6 plg o vigas de 3 plg x 6 plg, espaciados cada 1,35 cm, excepto en los extremos de los largueros, los cuales estarán a 0,40 m. Los largueros deben estar espaciados entre sí 1,0 m en la vertical.

Para seguridad del entibado se deben fijar los tablones en el sentido vertical y perpendicular a los rollizos, evitando el desplazamiento de los rollizos o solera, debido al cambio de temperatura u otros factores externos.

#### 5.3.2 Entibado continuo metálico - madera

La superficie lateral de la zanja será contenida por perfiles metálicos verticales, punteados unos a otros, trabados horizontalmente por largueros, soleras o vigas de madera de 2 plg x 6 plg (hasta 2 m de profundidad) o 3 plg x 7 plg (mayor a 2 m profundidad) en toda su longitud y rollizos de eucalipto de diámetros de 4 plg y 6 plg o vigas de 3 plg x 6 plg, espaciados cada 1,35 cm, excepto en los extremos de los largueros, los cuales estarán a 0,40 m. Los largueros deberán estar espaciados entre sí 1,0 m en la vertical.

La fijación de los perfiles metálicos puede ser hecha por un mazo para clavar estacas (caída libre), martillo vibratorio, etc.

**Tabla 2 - Entibado metálico - madera**

| Entibado metálico - madera |                             |                    |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Diámetro del Colector      | Profundidad de la zanja (m) | Ancho de zanja (m) |
| 0,15 m a 0,20 m            | 0 - 2                       | 1,20               |
|                            | 2 - 4                       | 1,75               |
|                            | 4 - 6                       | 1,90               |
|                            | 6 - 8                       | 2,05               |
| 0,30 m                     | 0 - 2                       | 1,20               |
|                            | 2 - 4                       | 1,85               |
|                            | 4 - 6                       | 2,00               |
|                            | 6 - 8                       | 2,15               |
| 0,40 m                     | 0 - 2                       | 1,20               |
|                            | 2 - 4                       | 2,15               |
|                            | 4 - 6                       | 2,30               |
|                            | 6 - 8                       | 2,45               |
| 0,45 m                     | 0 - 2                       | 1,20               |
|                            | 2 - 4                       | 2,25               |
|                            | 4 - 6                       | 2,40               |
|                            | 6 - 8                       | 2,55               |
| 0,50 m                     | 0 - 2                       | 1,50               |
|                            | 2 - 4                       | 2,35               |
|                            | 4 - 6                       | 2,50               |
|                            | 6 - 8                       | 2,65               |
| 0,60 m                     | 0 - 2                       | 1,50               |
|                            | 2 - 4                       | 2,45               |
|                            | 4 - 6                       | 2,60               |
|                            | 6 - 8                       | 2,75               |
| 0,70 m                     | 0 - 2                       | 1,60               |
|                            | 2 - 4                       | 2,55               |
|                            | 4 - 6                       | 2,70               |
|                            | 6 - 8                       | 2,85               |
| 0,80 m                     | 0 - 2                       | 1,60               |
|                            | 2 - 4                       | 2,65               |
|                            | 4 - 6                       | 2,80               |
|                            | 6 - 8                       | 2,90               |
| 0,90 m                     | 0 - 2                       | 2,00               |
|                            | 2 - 4                       | 2,75               |
|                            | 4 - 6                       | 2,90               |
|                            | 6 - 8                       | 3,05               |
| 1,00 m                     | 0 - 2                       | 2,00               |
|                            | 2 - 4                       | 2,85               |
|                            | 4 - 6                       | 3,00               |
|                            | 6 - 8                       | 3,15               |
| 1,20 m                     | 0 - 2                       | 2,00               |
|                            | 2 - 4                       | 3,05               |
|                            | 4 - 6                       | 3,20               |
| 1,50 m                     | 0 - 2                       | 2,20               |
|                            | 2 - 4                       | 3,35               |
|                            | 4 - 6                       | 3,50               |
|                            | 6 - 8                       | 3,65               |

### 5.3.3 Entibado continuo metálico

La superficie lateral de la zanja será contenida por perfiles metálicos verticales, unidos unos a los otros, trabados horizontalmente por largueros metálicos en toda su longitud y puntales metálicos espaciados cada 1,35 m, excepto en los extremos de los largueros, los cuales estarán a 0,40 m. Los largueros deben estar espaciados entre sí 1,0 m en la vertical.

### 5.4 Entibado especial

Para suelos muy deleznales se puede utilizar el entibado especial, constituido por tabloncillos de 2 plg x 6 plg, de tipo hembra y macho. Las soleras o vigas de madera de 3 plg x 7 plg, son trabados horizontalmente en toda su extensión. Los rollizos de eucalipto son de diámetros de 6 plg. Los espaciamientos medios de las soleras o vigas de madera son de 0,90 m a 1,10 m, tomándose una media de 1 m, y el espaciamiento medio entre rollizos de eucalipto es de 1,35 m, con excepción de las extremidades de los listones donde los puntales estarán a 0,40 m.

Para seguridad del entibado se deben fijar los tabloncillos en el sentido vertical y perpendicular a los rollizos, evitando el desplazamiento de los rollizos o solera, debido al cambio de temperatura u otros factores externos.

## 6 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Para las zanjass de profundidad hasta 6,0 m, en condiciones normales, será utilizado un cuadro de soleras y rollizos. El entibado debe ser proyectado atendiendo las peculiaridades de cada caso.

Para evitar sobrecargas en el entibado, el material excavado será depositado a una distancia de la zanja, como mínimo igual a su profundidad.

Para evitar la percolación del agua pluvial a la zanja se puede utilizar agotamiento mediante bombas.

En la tabla 3 se describe el entibado recomendable en función del tipo de suelo.

**Tabla 3 - Entibados en función al tipo de suelo**

| No | Tipo de Suelo  | Entibado recomendable         |
|----|--|-------------------------------|
| 1  | Tierra roja y de compactación natural. Tierra compacta o arcilla | Discontinuo                   |
| 2  | Tierra roja, blanca y marrón - Tierra silíceas (seca)            | Discontinuo - Continuo Simple |
| 3  | Tierra roja tipo ceniza barro saturado                           | Continuo Simple               |
| 4  | Tierra saturada con estratos de arena - Turba o suelo orgánico   | Continuo Especial             |
| 5  | Tierra Blanca - Arcilla Blanda                                   | Continuo Especial             |
| 6  | Limo Arenoso   | Continuo                      |
| 7  | Suelo Granular - Arena gruesa                                    | Continuo                      |
| 8  | Arcilla Cohesiva   | Apuntalamiento                |

En zanjass profundas, la estructura del entibado puede servir de soporte a las plataformas para la colocación de tierra excavada. En este caso, se deben tomar cuidados especiales para evitar los desmoronamientos en virtud del peso adicional.



Tabla 4 - Ancho de zanja en función del tipo de entibado y profundidad de la zanja

| Diámetro del Colector | Profundidad de la zanja (m) | Ancho de zanja en función del tipo de entibado (m) |          |                |
|-----------------------|-----------------------------|--|----------|----------------|
|                       |                             | Continuo y discontinuo                             | Especial | Apuntalamiento |
| 0,15 m                | 0 - 2                       | 0,65   | 0,75     | 0,65           |
|                       | 2 - 4                       | 0,85   | 1,05     | 0,75           |
|                       | 4 - 6                       | 1,05   | 1,35     | 0,85           |
|                       | 6 - 8                       | 1,25   | 1,65     | 0,95           |
| 0,20 m                | 0 - 2                       | 0,70   | 0,80     | 0,70           |
|                       | 2 - 4                       | 0,90   | 0,10     | 0,80           |
|                       | 4 - 6                       | 1,10   | 1,40     | 0,90           |
|                       | 6 - 8                       | 1,30   | 1,70     | 1,00           |
| 0,30 m                | 0 - 2                       | 0,80   | 0,90     | 0,80           |
|                       | 2 - 4                       | 1,00   | 1,20     | 0,90           |
|                       | 4 - 6                       | 1,20   | 1,50     | 1,00           |
|                       | 6 - 8                       | 1,40   | 1,80     | 1,10           |
| 0,40 m                | 0 - 2                       | 1,10   | 1,20     | 0,90           |
|                       | 2 - 4                       | 1,30   | 1,50     | 2,00           |
|                       | 4 - 6                       | 1,50   | 1,80     | 1,10           |
|                       | 6 - 8                       | 1,70   | 2,10     | 1,20           |
| 0,45 m                | 0 - 2                       | 1,15   | 1,25     | 1,00           |
|                       | 2 - 4                       | 1,35   | 1,55     | 1,10           |
|                       | 4 - 6                       | 1,55   | 1,85     | 1,20           |
|                       | 6 - 8                       | 1,75   | 2,15     | 1,30           |
| 0,50 m                | 0 - 2                       | 1,30   | 1,40     | 1,10           |
|                       | 2 - 4                       | 1,50   | 1,70     | 1,20           |
|                       | 4 - 6                       | 1,70   | 2,00     | 1,30           |
|                       | 6 - 8                       | 1,90   | 2,30     | 1,40           |
| 0,60 m                | 0 - 2                       | 1,40   | 1,50     | 1,20           |
|                       | 2 - 4                       | 1,60   | 1,80     | 1,30           |
|                       | 4 - 6                       | 1,80   | 2,10     | 1,40           |
|                       | 6 - 8                       | 2,00   | 2,40     | 1,50           |
| 0,70 m                | 0 - 2                       | 1,50   | 1,60     | 1,30           |
|                       | 2 - 4                       | 1,70   | 1,90     | 1,40           |
|                       | 4 - 6                       | 1,90   | 2,20     | 1,50           |
|                       | 6 - 8                       | 2,10   | 2,50     | 1,00           |
| 0,80 m                | 0 - 2                       | 1,60   | 1,70     | 1,40           |
|                       | 2 - 4                       | 1,80   | 2,00     | 1,50           |
|                       | 4 - 6                       | 2,00   | 2,30     | 1,00           |
|                       | 6 - 8                       | 2,20   | 2,60     | 1,70           |
| 0,90 m                | 0 - 2                       | 1,70   | 1,80     | 1,50           |
|                       | 2 - 4                       | 1,90   | 2,10     | 1,50           |
|                       | 4 - 6                       | 2,10   | 2,40     | 1,40           |
|                       | 6 - 8                       | 2,30   | 2,70     | 1,80           |
| 1,00 m                | 0 - 2                       | 1,80   | 1,90     | 1,60           |
|                       | 2 - 4                       | 2,00   | 2,10     | 1,70           |
|                       | 4 - 6                       | 2,20   | 2,50     | 1,80           |
|                       | 6 - 8                       | 2,40   | 2,80     | 1,90           |
| 1,20 m                | 0 - 2                       | 2,20   | 2,30     | 1,80           |
|                       | 2 - 4                       | 2,40   | 2,50     | 1,90           |
|                       | 4 - 6                       | 2,60   | 2,70     | 2,00           |
|                       | 6 - 8                       | 2,80   | 2,90     | 2,10           |

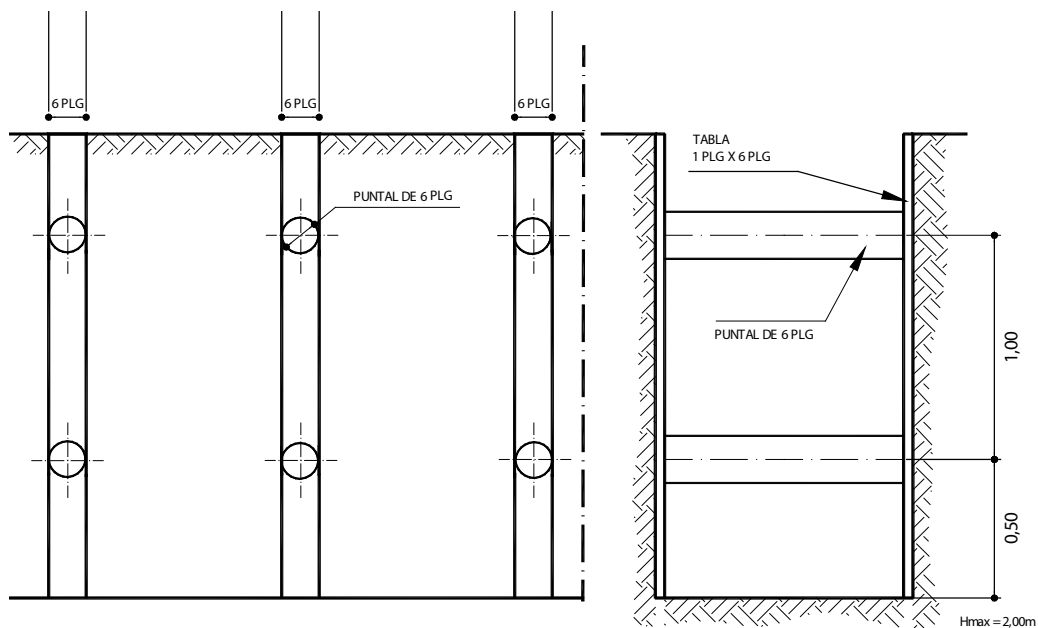


## **OTRAS FIGURAS**



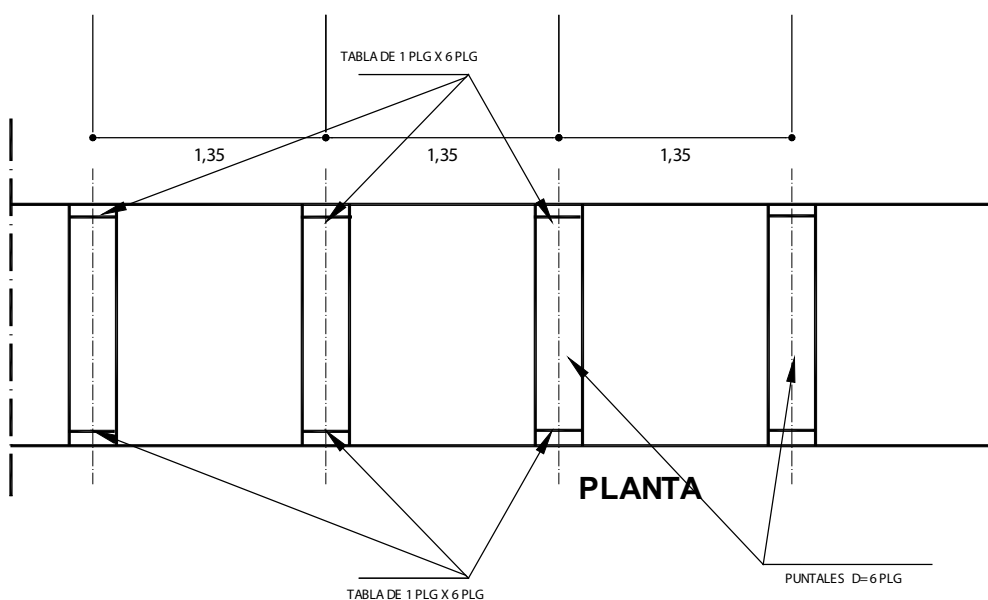
## APUNTALAMIENTO

SIN ESCALA



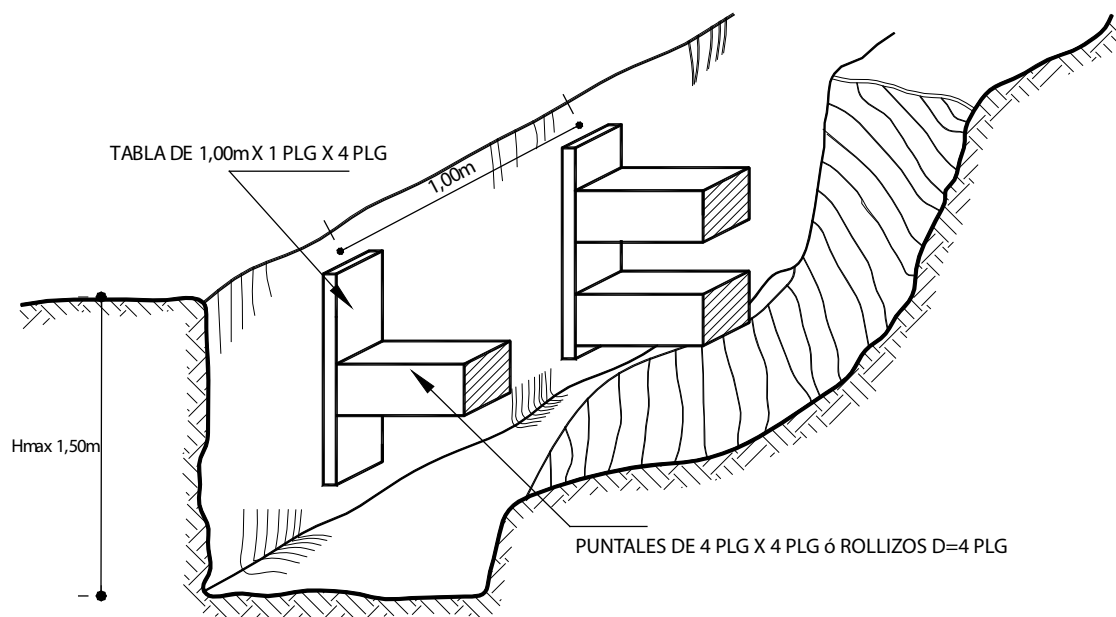
ELEVACION

CORTE



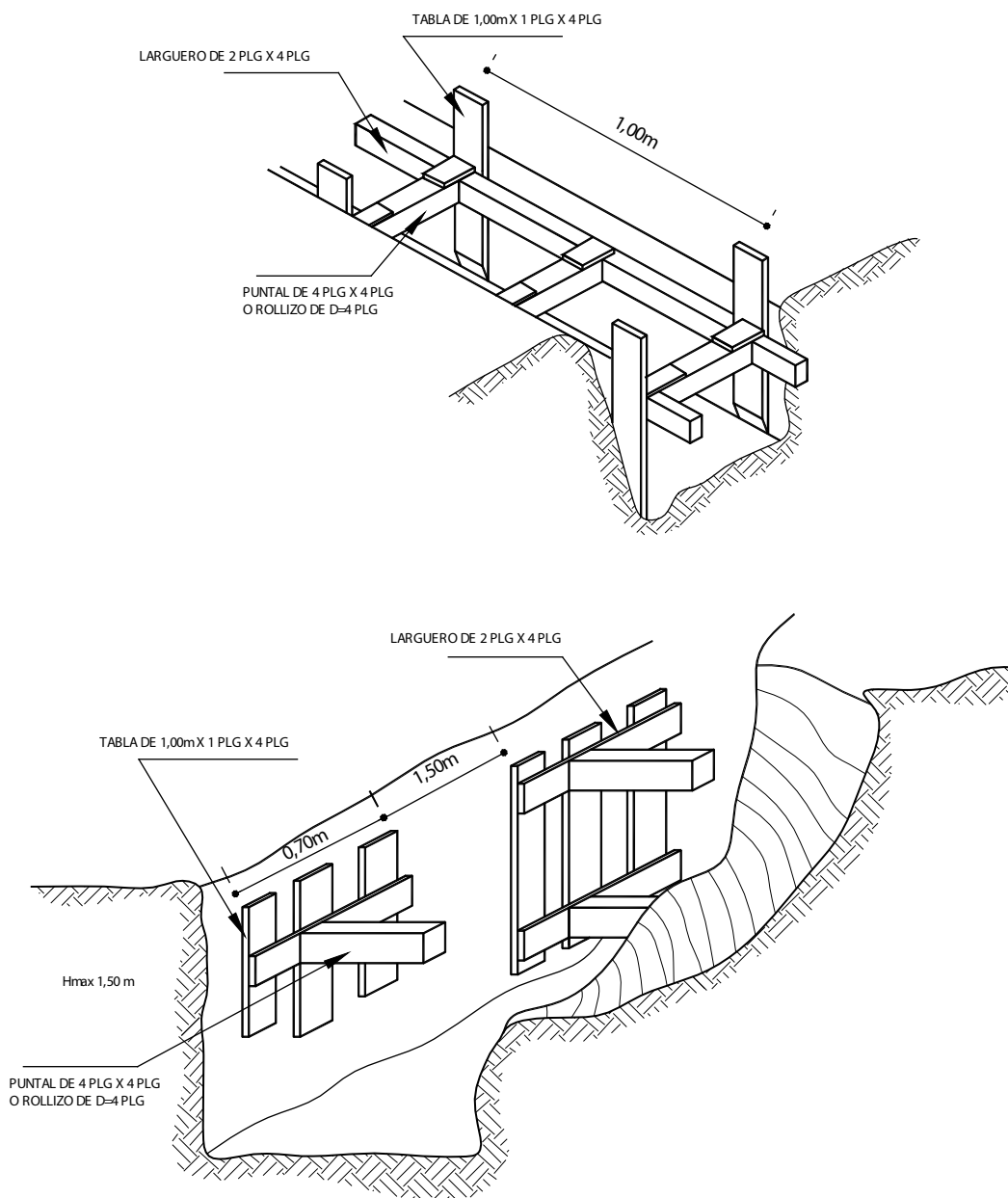
PLANTA

### ESQUEMA DE ENTIBADO SIN ESCALA



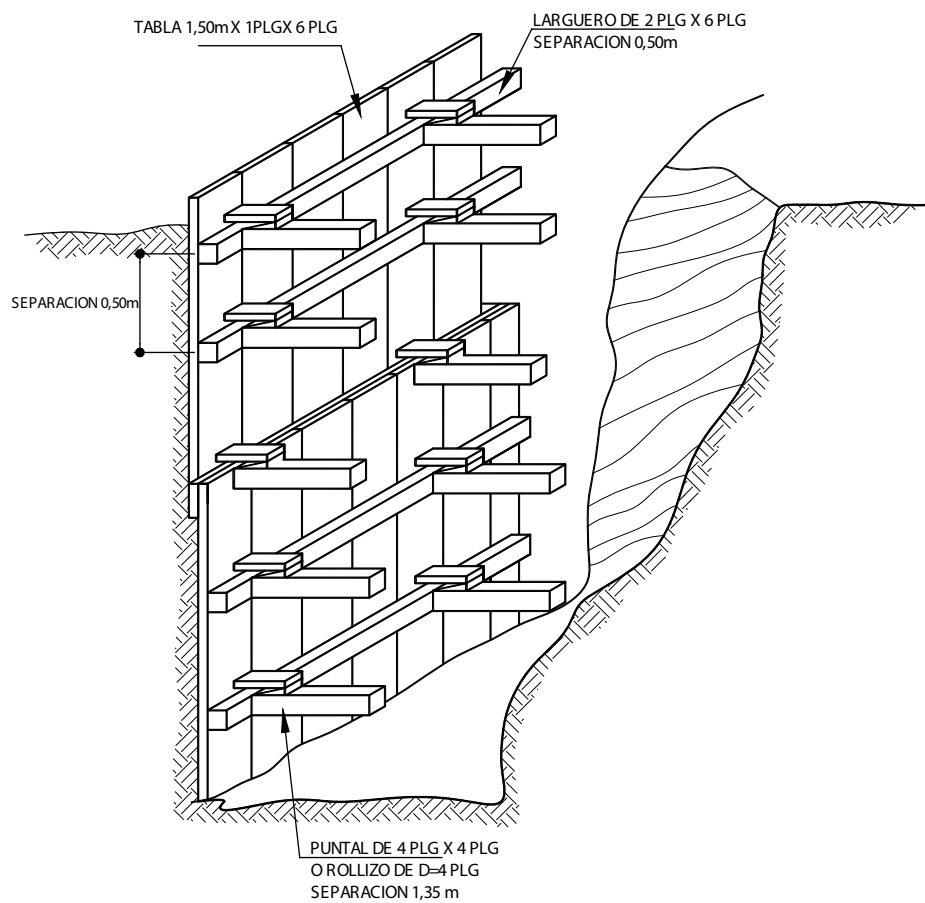
## ESQUEMA DE ENTIBADO

SIN ESCALA



## ESQUEMA DE ENTIBADO CONTINUO

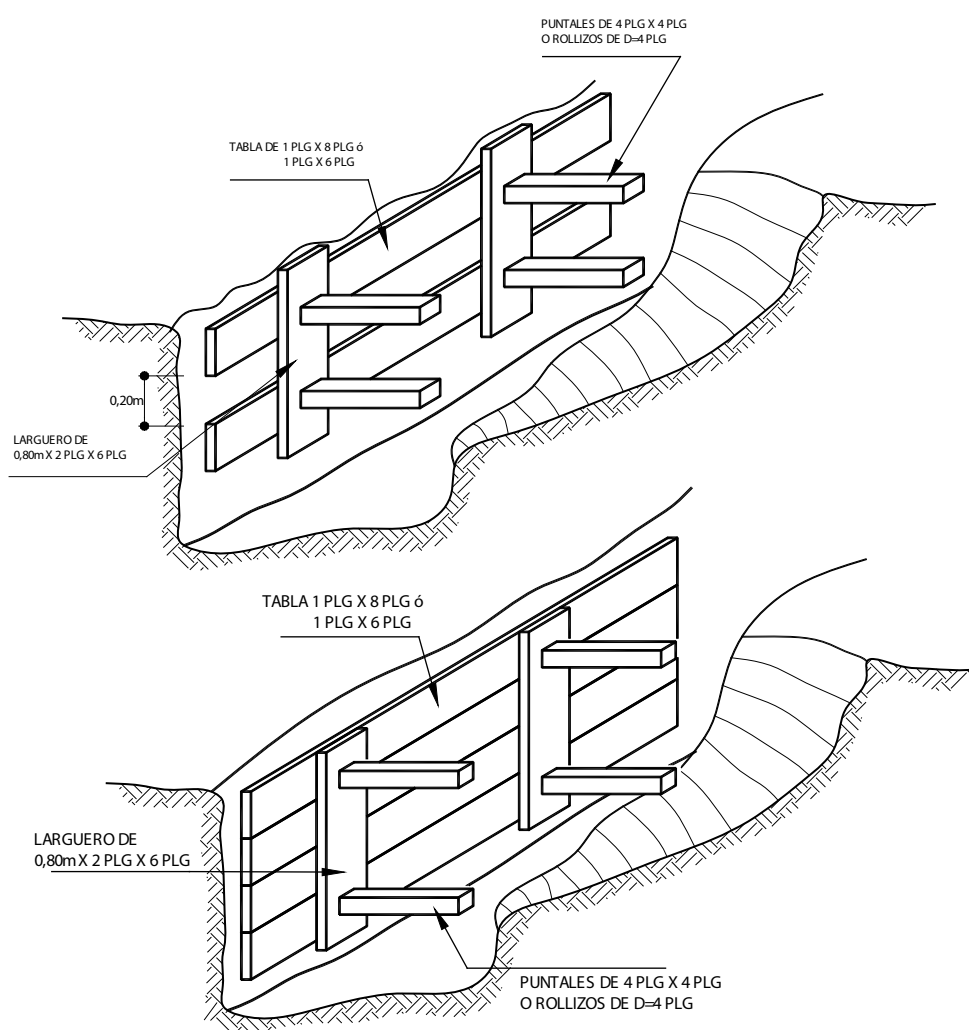
SIN ESCALA





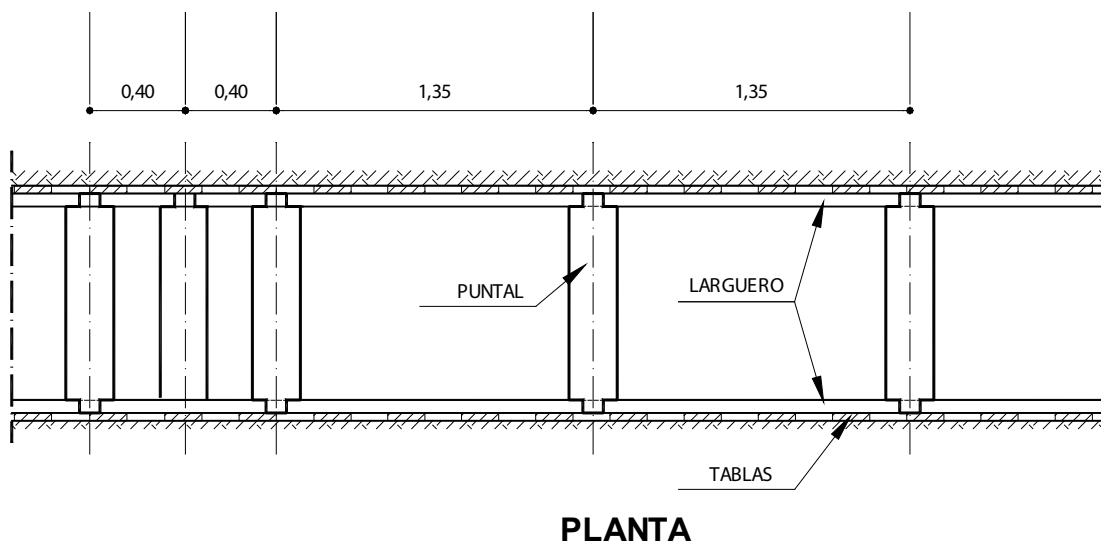
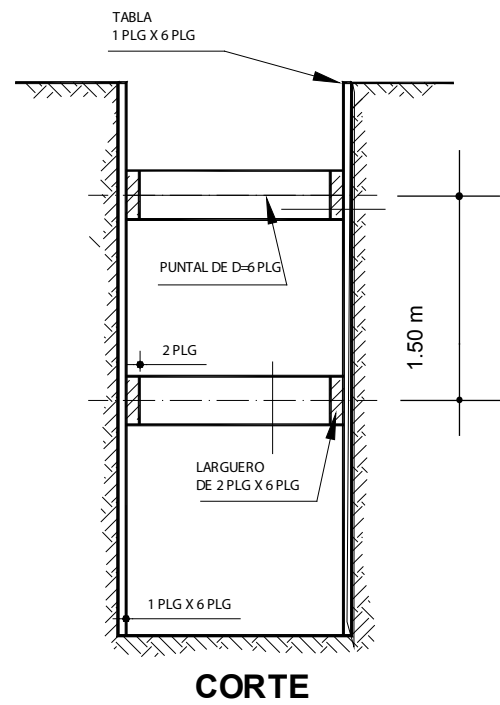
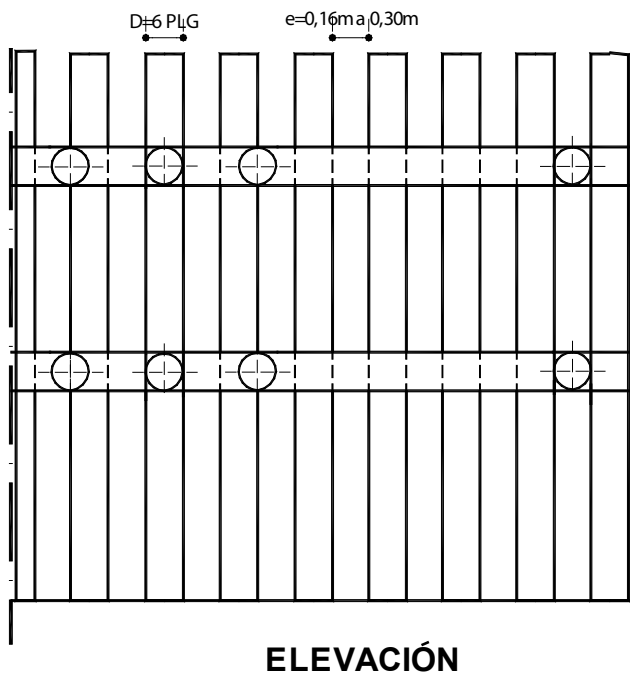
## ESQUEMA DE ENTIBADO

SIN ESCALA



## ENTIBADO DISCONTINUO

SIN ESCALA



## ENTIBADO CONTINUO

SIN ESCALA

