

---

# Sistemas de entibación

03 jul. 14

---

AUTOR:

**ANA MARÍA CHORNET PONS**

TUTOR ACADÉMICO:

M<sup>a</sup> Ángeles Casaña

DEPARTAMENTO:

Construcciones arquitectónicas



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ

---

ETS de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València

## Resumen

Definición de los sistemas de entibación, requisitos que debe cumplir la entibación, tipos de entibación. Sistemas de entibación mediante pantallas de tablestacas, tipos, medios de hinca y extracción, seguridad y precauciones, cálculo de longitudes y arriostramientos. Sistemas de entibación mediante paneles, tipos y colocación en obra. Accesorios de entibación: agotamiento de agua.

Definition of trenching systems, requirements of trenching systems, shoring types. Shoring with piling screens, types, media for piling and extraction, safety and precautions, calculating lengths and braces. Trenching systems with panels, types and installation on site. Shoring Accessories: water depletion.

### **Palabras clave:**

Entibación, tablestacado, zanja, excavación, pozo.

Shoring, piling, trench, excavation, pit.

## Agradecimientos

Quisiera agradecer la ayuda a la realización de este trabajo a mi tutora M<sup>a</sup> Ángeles Casaña, por su ánimo, su seriedad y disponibilidad incondicional, así como al equipo de la empresa Ischebeck Ibérica, S.L. y Friedrich Ischebeck GmbH, donde he aprendido todo lo que sé en este ámbito sobre sistemas de entibación, por confiar en mí durante los 11 años en los que estoy trabajando aquí y por permitirme y animarme siempre a progresar en conocimientos. También quiero agradecer a mi familia el apoyo que me ha dado durante estos meses, en los que el trabajar y estudiar no me ha dejado mucho tiempo para ocuparme de mis obligaciones familiares, gracias por no haberos quejado y haberme soportado y animado, y a mi amiga Teresa Ros por estar siempre dispuesta a todo.

## Acrónimos utilizados

**CAD:** Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador

**CTE:** Código Técnico de la Edificación

**Dc Pit:** DC-Pit Foundation System Programa de cálculo de pantallas

**ROM:** Recomendaciones para obras marítimas

# Índice

## Contenido

Resumen .....	1
Agradecimientos.....	2
Acrónimos utilizados .....	3
Índice .....	4
Introducción .....	6
Capítulo 1. Sistemas de entibación .....	7
1 Definición de los sistemas de entibación .....	7
2 Estudios previos.....	8
3 Requisitos de los sistemas de entibación .....	11
Capítulo 2. Entibación con Paneles .....	23
1 Normativa sobre paneles de entibación.....	23
2 Definiciones .....	24
3 Cálculo de empujes sobre paneles .....	28
4 Paneles de acero.....	30
4.1 Sistemas para zanjas.....	31
4.2 Sistemas para pozos .....	39
5 Paneles de aluminio.....	40
5.1 Sistemas para zanjas.....	41

5.2 Sistemas para pozos .....	46
Capítulo 3. Entibación con pantalla de tablestacas .....	47
1 Definición tablestaca .....	47
2 Hinca .....	50
2.1 Ayudas a la Hinca .....	55
3 Tipos de pantalla según diseño .....	57
3.1 Pantalla auto-portante o en ménsula.....	58
3.2 Pantalla arriostrada .....	63
4 Cálculo de pantallas de tablestacas.....	86
Capítulo 4. Coste estimado de los sistemas de entibación .....	91
Capítulo 5. Sistema de agua well-point .....	96
Conclusiones.....	101
Referencias Bibliográficas.....	103
Anexos .....	104

# Introducción

En el presente TFG la intención es definir los sistemas de entibación presentes en las obras de construcción, tanto los que se usan en obra pública como en edificación, de modo que se conozcan las diferentes opciones de que se dispone antes de realizar una excavación. La modalidad del TFG en el que se engloba es el de Proyecto técnico de construcción, dentro del área temática de Técnicas y tecnología de la edificación. La idea es empezar enumerando las diferentes opciones en cuanto a sistemas, realizar un repaso sobre qué requisitos deben cumplir los sistemas en general, es decir, qué condiciones de la obra deben observarse para elegir el sistema que se adecúa más a las características de la misma. A continuación se profundizará en el caso específico de contención mediante pantallas de tablestacas, definiendo en qué elementos consiste el sistema, diferenciando entre los tipos de diseño de pantallas, describiendo las fases de ejecución y los medios necesarios para realizarla y un resumen sobre los sistemas de cálculo más utilizados basados en las indicaciones del Manual de cálculo de tablestacas Hoesch, editado por el Ministerio de Obras públicas y Transportes. Por otro lado, se describirán los sistemas de entibación mediante paneles, diferenciando la tipología y describiendo cómo se realiza la puesta en obra, haciendo hincapié en los aspectos de la normativa a tener en cuenta por el jefe de obra, Normas UNE EN 12063. Por último se realizará una descripción de los sistemas de agotamiento de agua, como complemento muy ligado a los sistemas de entibación, puesto que en muchos casos la excavación va ligada al agotamiento del nivel freático.

# Capítulo 1. Sistemas de entibación

## 1 Definición de los sistemas de entibación

En muchas de las obras a las que nos enfrentamos nos encontramos con que existen partes del edificio o de la construcción en las que es necesario trabajar por debajo del nivel de terreno existente.

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 los elementos adyacentes a la excavación, con el consiguiente sepultamiento de personas que estén trabajando en el interior de la misma y con la provocación de daños en instalaciones o elementos cercanos que pueden suponer costes de reparación superiores al presupuesto de la obra inicialmente proyectada.

Se definen como sistemas de entibación los métodos de sostenimiento de tierras que se van colocando en las zanjas, pozos y excavaciones en general, simultánea o posteriormente a la fase de excavación.

Su misión es proteger a los operarios que trabajan en su interior, evitar desprendimientos y limitar los movimientos del terreno y elementos colindantes.

## 2 Estudios previos

Una parte que, sin lugar a dudas es la más importante del proyecto en los trabajos que se realizan por debajo de la cota 0, son los estudios previos del terreno donde se va a realizar la ejecución de la excavación, que nos permiten conocer y evaluar las características del mismo, haciendo hincapié en que, las zonas donde éste estudio debe hacerse de forma exhaustiva es en las proximidades de los taludes o excavaciones que son causantes de la aparición de los riesgos.

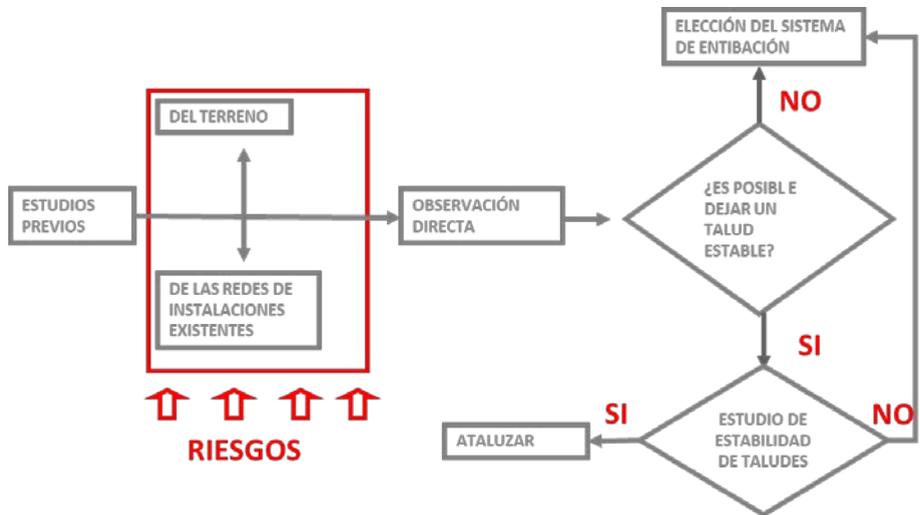
Dada la complejidad de algunos terrenos es posible, que aunque el estudio se haya hecho con cierta profundidad, aparezcan elementos tales como infiltraciones arenosas aisladas, no detectables con facilidad en los estudios geotécnicos, o la aparición de redes de instalaciones existentes de suministro de agua, electricidad, gas, teléfono, comunicaciones o de saneamiento, que nos aporten un riesgo muy grave durante la ejecución del talud.

Todas estas instalaciones alteran los terrenos próximos a ellas, debido a las excavaciones que se hacen para su instalación y a las reparaciones, así como a su mala conservación. Estas alteraciones del medio no son tenidas en cuenta a la hora de hacer las excavaciones, y son las causas de multitud de accidentes mortales o muy graves.

Es por esto por lo que se considera también de vital importancia para la prevención, la observación del comportamiento del terreno durante la excavación.

El estudio previo y la observación directa nos deben responder si es posible dejar un talud estable tanto a corto plazo como a largo plazo.

Siempre existe un talud estable, pero en general no es viable adoptarlo por el aumento de la ocupación de terreno. Por ello se recurre a las entibaciones.



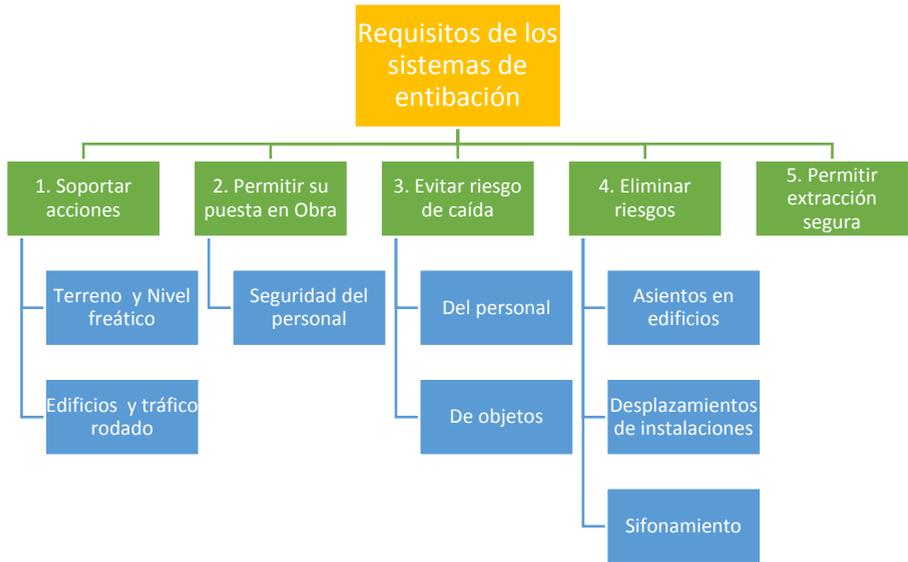
En la parte 3 sobre criterios geotécnicos de la ROM 0.5, el apartado 3.8 de Estabilidad de taludes de la ROM. 0.5, se recogen los principios generales del análisis y algunos detalles de los tipos de cálculo más usuales asociados al estudio de la estabilidad del terreno.

A continuación, se incluye una tabla de inclinaciones y pendientes de los taludes que dependen de la naturaleza y contenido en agua del terreno.

TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES								
Naturaleza del terreno	Excavaciones en terreno virgen o terraplenes homogéneos muy antiguos				Excavaciones en terreno removido recientemente o terraplenes recientes			
	TERRENOS				TERRENOS			
	Secos		Inmersos		Secos		Inmersos	
	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente
ROCA DURA	80°	5/1	80°	5/1	-	-	-	-
ROCA BLANDA O FISURADA	55°	7/5	55°	7/5	-	-	-	-
RESTOS ROCOSOS, PEDREGOSOS, DERRIBOS	45°	1/1	40°	4/5	45°	1/1	40°	4/5
TIERRA FUERTE (MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA) MEZCLADA CON PIEDRA Y TIERRA VEGETAL	45°	1/1	30°	3/5	35°	7/10	30°	3/5
GRAVA, ARENA GRUESA NO ARCILLOSA	35°	7/10	30°	3/5	35°	7/10	30°	3/5
ARENA FINA NO ARCILLOSA	30°	3/5	20°	1/3	30°	6/10	20°	1/3

\*\*\*Tabla obtenida del documento *La Prevención de Riesgos laborales en el sector de la Construcción*, Ibermutuamur.

### 3 Requisitos de los sistemas de entibación



Los sistemas de entibación deben cumplir, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

1. En primer lugar deben **soportar los empujes** debidos a las características del terreno y a las presiones del nivel freático, por este motivo resulta evidente la necesidad de un estudio geotécnico que nos aporte los datos del terreno necesarios para el cálculo.

Del estudio geotécnico se obtienen los diferentes estratos que forman el terreno, sus descripciones y espesores. Además es necesario conocer los valores del peso específico de cada uno de ellos, así como la profundidad a la que aparece el nivel freático.

El problema con el que podemos encontrarnos es o que el proyecto de la obra en la que va a ser necesario entibar no incluye estudio geotécnico, o que aunque lo incluye es muy somero y da sólo indicaciones o descripciones del terreno, sin indicar parámetros que sean útiles para realizar cálculos, o puede que nos encontremos en una fase tan inicial del proceso del diseño del proyecto que aún no se disponga de los datos. Para estos casos, pueden utilizarse los siguientes valores indicados en la SECCIÓN 3, ACCIONES de la R.O.M. 0.2-90.

TABLA 3.4. 1.1. 2. (Continuación).			
-Sedimento Orgánico			
-Muy arcilloso	1,60	1,60	60
-Poco arcilloso	1,40	1,40	75
-Turba	1,30	1,30	—
-Fango	1,50	1,50	—
<b>E-RELLENOS</b>	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	n (%)
<b>E1-ESCOLLERAS Y PEDRAPLENES</b>			
-De granulometría abierta			
-Escolleras naturales (según peso específico de las rocas)	1,9/1,4	2,3/1,8	37/40
-Bloques paralelepípicos	1,2/1,3	1,7/1,8	45/50
-Tetrapodos	1,1/1,2	1,7	50/55
-Dolos	1,0/1,1	1,6/1,7	55/60
-Acrópodos	1,1/1,2	1,7	50/55
-Pedraplenes	1,6/1,8	2,0/2,2	40
-Balasto	1,60	2,00	40
-De granulometría cerrada (todo uno de cantera, detritus de cantera y suelos seleccionados)			
-Compacto	2,00	2,20	25
-Poco compacto	1,70	2,00	35
<b>E2-RELLENOS GRANULARES Y COHESIVOS</b>			
-Gravas			
-Compactas	1,90	2,20	30
-Poco compactas	1,70	2,10	40
-Arenas			
-Compactas	2,00	2,30	30
-Poco compactas	1,80	2,20	40
-Limos	2,00	2,00	—
-Terraplenes	1,70	2,10	40
<b>E3-RELLENOS ANTRÓPICOS</b>			
-Escombros urbanos y basuras de demolición compactados	1,30	1,50	20
<b>E4-RELLENOS NO CONVENCIONALES</b>			
-Escorias de alto horno			
-Granulares			
-Compactas	1,30	1,60	30
-Poco compactas	1,10	1,50	40
-Troceadas			
-Compactas	1,80	2,10	30
-Poco compactas	1,50	1,90	40
-Lapillis			
-Compactos	1,80	2,10	30
-Poco compactos	1,45	1,80	35
-Cenizas volantes			
-Compactas	1,30	1,70	40
-Poco compactas	0,90	1,50	60
<b>F-OTROS</b>	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	n (%)
<b>F1-ADHERENCIAS MARINAS</b>	1,00	—	—

## También los parámetros indicados en el capítulo 2 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA 2.4 ESTUDIO PRELIMINAR de la ROM 0.5-05

**Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas**

	Tipo de suelos	Compacidad	Índice de poros <sup>(2)</sup>	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento ( $\phi^{\circ}$ )	Módulo de deformación <sup>(5)</sup> drenado (MPa)	Coefficiente de permeabilidad <sup>(3)</sup> (cm/s)
Suelos granulares <sup>(1)</sup>	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45	100	10 <sup>-2</sup>
		Media	0,35	0	40	50	
		Floja	0,45	0	35	20	
		Muy floja	0,60	0	30	10	
	Gravas y arenas con algo de limos y/o arcillas (5-10%) <sup>(4)</sup>	Densa	0,20	10	40	50	10 <sup>-3</sup>
		Media	0,30	5	35	20	
		Floja	0,40	2	30	10	
		Muy floja	0,60	0	27	5	
	Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) <sup>(4)</sup>	Densa	0,15	20	35	50	10 <sup>-4</sup>
		Media	0,25	10	30	20	
		Floja	0,35	5	27	10	
		Muy floja	0,50	0	25	5	
Rellenos artificiales	Banquetas de todo-uno vertidas y escolleras de granulometría continua (sucias)	Floja	0,50	0	40	10	I
		Muy floja	0,70	0	35	5	

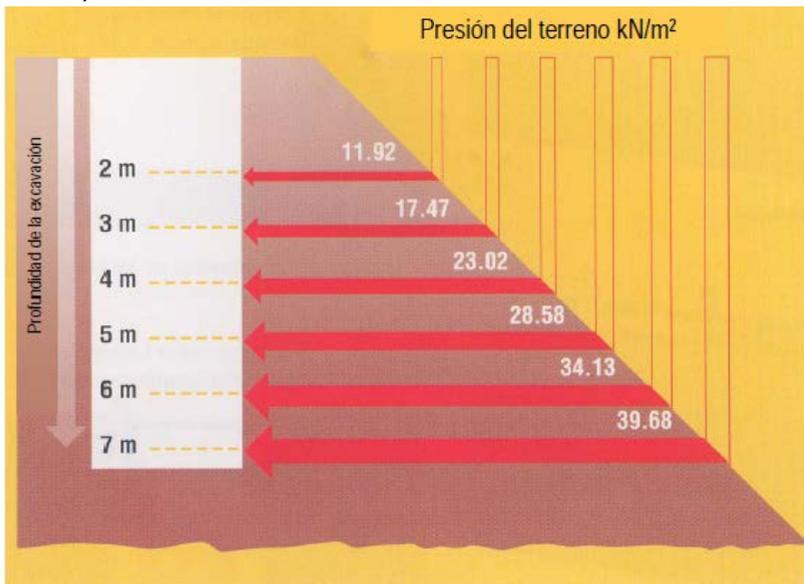
**Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas (Continuación)**

	Tipo de suelos	Consistencia	Índice de poros <sup>(2)</sup>	Resis. al corte sin drenaje <sup>(6)</sup> (kPa)	Resistencia con drenaje C(kPa) ( $\phi^{\circ}$ )	Módulo de deformación <sup>(5)</sup> drenado (MPa)	Coefficiente de permeabilidad <sup>(3)</sup> (cm/s)	
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50	30	40	10 <sup>-4</sup>
		Media	0,60	60	20	25	15	
		Blanda	0,80	20	10	20	7	
		Muy blanda	I	10	0	18	2	
	Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme	0,35	>100	50	28	50	10 <sup>-8</sup>
		Media	0,50	80	20	23	20	
		Blanda	0,70	40	10	19	5	
		Muy blanda	I	20	0	15	I	

Los suelos con contenidos apreciables de materia orgánica tienen características mecánicas mucho más pobres que las indicadas en esta tabla.

- (1) Los suelos calcáreos, particularmente los conchíferos o coralinos, pueden tener ángulos de rozamiento claramente más bajos, en particular para presiones altas (cargas de hundimiento por punta de pilotes).
- (2) Para calcular pesos específicos puede utilizarse un peso específico relativo de las partículas igual a 2,7.
- (3) Los coeficientes de permeabilidad indicados son únicamente un valor típico. Suelos que obedecen a una misma descripción preliminar pueden tener permeabilidades dos e incluso tres órdenes de magnitud diferentes a los indicados.
- (4) El contenido en finos se refiere al porcentaje que pasa por el tamiz 0,008 UNE.
- (5) El módulo de Poisson puede tomarse entre 0,30 para los suelos densos y 0,40 para los más flojos o blandos.
- (6) La resistencia al corte sin drenaje de suelos arcillosos normalmente consolidados depende de la presión vertical efectiva. Ver 2.2.8.3.

En cualquier caso, como noción general es suficiente tener claro que los empujes aumentan a medida que aumenta la profundidad de excavación, que los empujes varían en función de la densidad, cohesión y ángulo de rozamiento del terreno y para casos sencillos de poca profundidad de excavación pueden adoptarse los siguientes valores de presión del terreno según indicaciones del TBG (Tiefbau - Berufsgenossenschaft, Institución reguladora de obras subterráneas en Alemania)



En cuanto al nivel freático es fundamental considerarlo a la profundidad más desfavorable, que será siempre la de mayor cota, para lo que se deberá observar si en el estudio geotécnico se hacen observaciones respecto a la estacionalidad del mismo, considerar la duración de la obra y el periodo estacional en que está prevista su ejecución. Del

mismo modo, en obras en ámbito marino, deberán tenerse en cuenta tanto los niveles de bajamar o pleamar, como los posibles efectos de oleajes o corrientes, y las acciones que pueden producir sobre el sistema de entibación.

Otro factor importante que tendrá efectos inmediatos en la estimación de empujes que le llegan al sistema de entibación son las sobrecargas. No empuja lo mismo un terreno, que un terreno con un edificio encima, ni empuja lo mismo un terreno con un edificio de tres plantas, como uno de treinta plantas. Tampoco empuja lo mismo un terreno que sólo está sometido al tráfico normal de obra, que un viaducto de alta capacidad paralelo a la excavación, con las vibraciones y cargas dinámicas que esto produce. Por ello es necesario cuantificar las sobrecargas que actuarán en el trasdós de la excavación. A modo de indicar un orden de magnitud, suelen estimarse las siguientes sobrecargas:

- 10 kN/m<sup>2</sup> para tráfico de intensidad normal de la propia obra
- 36.30 kN/m<sup>2</sup> para tráfico de alta intensidad debido a la proximidad de una vía de alta capacidad o línea de F.F.C.C.
- 10 kN/m<sup>2</sup> para cada planta de edificio de uso común o residencial con cimentación superficial. En este caso se tendrá que tener en cuenta la colocación de la carga en el plano horizontal en el que se encuentre el plano de apoyo de la cimentación.



*Imagen de excavación paralela a vía de circulación*



*Imagen de excavación paralela a edificio de varias alturas*

2. Otra condición de seguridad o requisito que deben de cumplir los sistemas de entibación es respecto a la **puesta en obra**, que el personal no tenga necesidad de entrar en la excavación o pozo hasta que las paredes de la misma estén adecuadamente soportadas, de modo que el montaje debe efectuarse o en el exterior de la excavación, o simultáneamente al montaje de la misma. Llegados a este punto conviene recordar que para profundidades superiores a 1,15 m es necesaria una escalera para entrar en la zanja



*Imágenes de módulos de entibación montados en el exterior que se colocan tras la excavación.*

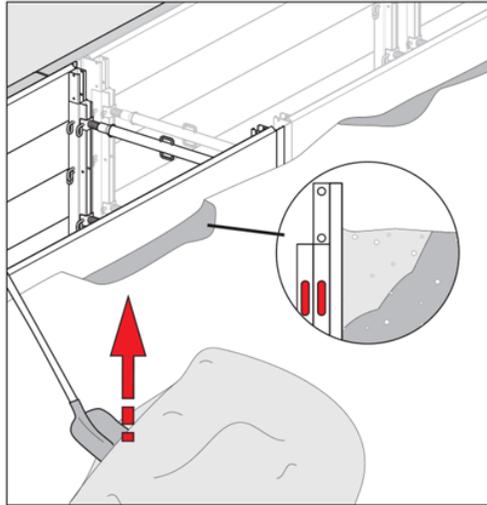
3. Y continuando con las condiciones de seguridad que deben de cumplirse, el sistema debe de **evitar el riesgo de caída** del personal u objetos al interior de la excavación. Los sistemas modulares de

entibación por paneles, cuentan entre sus accesorios con barandillas de protección para caídas en altura.



*Imágenes de accesorios de sistemas de entibación destinados a protección de borde*

Además, la norma DIN EN 13331 indica que el sistema deberá sobresalir del borde de la excavación al menos 10 cm para servir como sistema de protección e borde tal y como se muestra en la imagen siguiente, correspondiente a las instrucciones de montaje de un sistema de entibación de aluminio.

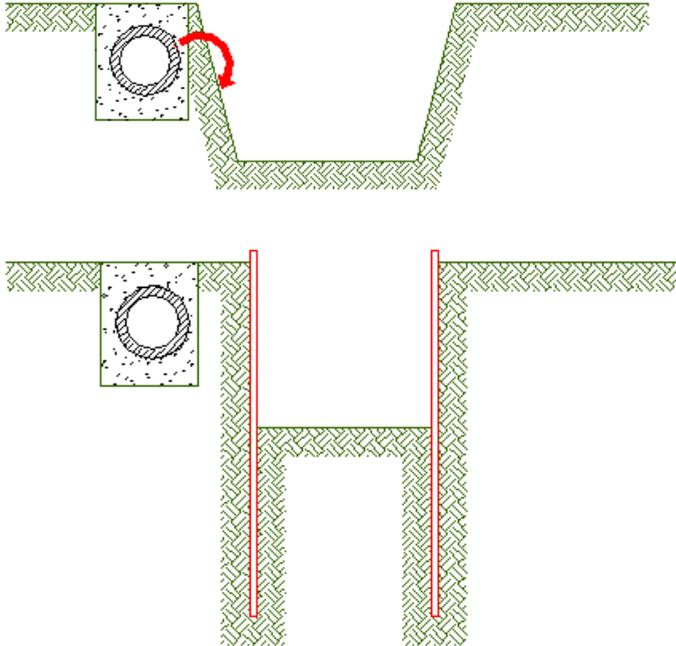


*Imagen de Instrucciones de uso del sistema de entibación de aluminio Ischebeck Gi-A*

4. Los sistemas de entibación deben **eliminar el riesgo de rotura o desplazamiento** de los servicios paralelos a la excavación (servicios de telefónica, agua, etc.) y deben de eliminar también el riesgo de asientos inadmisibles en edificios próximos, por ello, una parte fundamental del cálculo, trata sobre las deformaciones en cabeza de las entibaciones en cada uno de los estados intermedios de la excavación si esta se realiza por fases, y sobre todo en el estado final de excavación. Para ello, es necesario contar en el cálculo con las sobrecargas que todos estos elementos puedan producir y su influencia en los empujes.

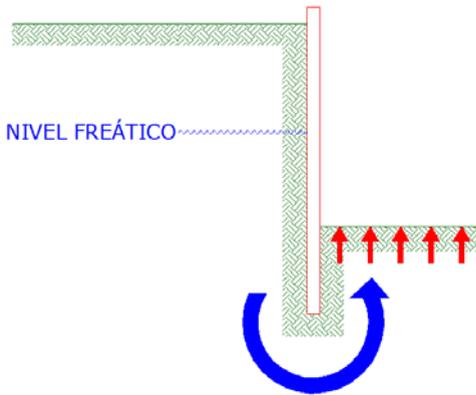
En el siguiente esquema, podemos apreciar que en el terreno en el que se han alojado las instalaciones, se han variado las características de cohesión naturales del mismo, por lo que se tendrá en cuenta a la hora

de planificar el sistema de entibación, no sólo el peso de los elementos sino la variación de los parámetros de los terrenos de relleno utilizados.

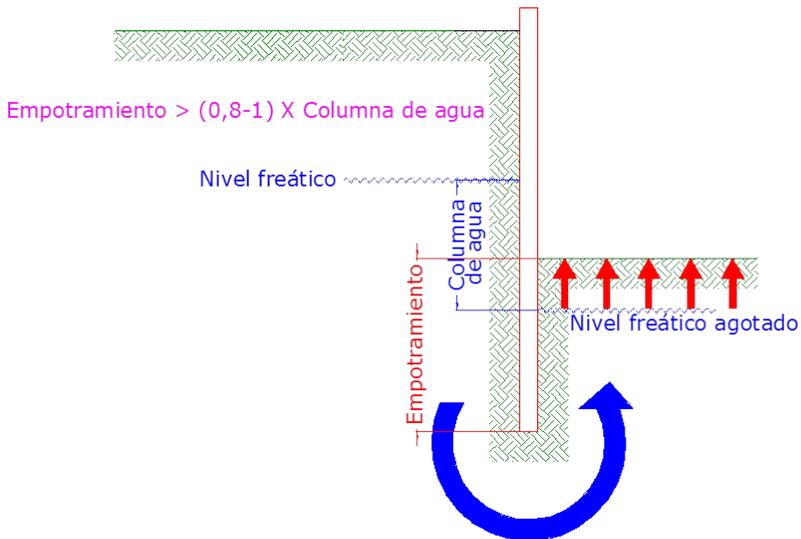


Otro fenómeno que debe de tenerse en cuenta es el sifonamiento del terreno cuando exista nivel freático, y se utilicen medios para su agotamiento por la parte interior de la excavación.

El agotamiento del nivel freático en la zona del interior de la excavación, puede ocasionar cambios de presión por debajo de la plataforma de trabajo excavada que producirían la rotura del terreno o la aparición de sub-presiones en la losa o cimentación posterior.



Para evitar este fenómeno, se debe reducir el flujo de agua entre el interior y el exterior de la excavación, para ello basta con aumentar la profundidad de la pantalla. Además, debe tenerse en cuenta el sistema de agotamiento empleado y tipo de terreno.



Una regla fácil de recordar es que el empotramiento debe de ser de 0.8 a 1 por la columna de agua resultante al agotar.

Además, el proyectista deberá de tener en cuenta la presión del agua para decidir en qué momento puede realizarse la extracción de las tablestacas o del sistema de entibación empleado, cuando el peso propio de la estructura ejecutada sea superior a las sub-presiones producidas por el flujo del agua del nivel freático.

5. Por último **la extracción de la entibación debe ser segura**, no debe suponer un riesgo para los operarios, ni alterar la compactación del relleno o de la obra ejecutada.

# Capítulo 2. Entibación con Paneles

## 1 Normativa sobre paneles de entibación

La normativa que regula los sistemas de entibación con paneles es la UNE 13331-1 y UNE 13331-2 *Sistemas de entibación de zanjas*.

La parte 1 se ocupa de las especificaciones de producto, define los materiales y establece las especificaciones para la fabricación de los sistemas de entibación de zanjas.

La parte 2 establece los métodos de evacuación tanto por cálculo como por ensayo de los sistemas de entibación de zanjas.

Como se indica en las mismas, estas normas deben leerse junto con los proyectos (ahora ya aprobados) EN 12811-2 y EN 12811-3 *Equipamiento para trabajos temporales en Obra*.

La NTP 278, del Ministerio de Trabajos y asuntos Sociales, *Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras*, indica que 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. Este documento es una recomendación, puesto que no existe una normativa de obligado cumplimiento vigente que

índice exactamente la profundidad a partir de la cual es necesario entibar.

## 2 Definiciones

Como dice la norma UNE 13331-1, un sistema de entibación de zanjas comprende diferentes componentes que, cuando se acoplan, aseguran el sostenimiento de la zanja. El manual de instrucciones facilita toda la información necesaria sobre la designación y la utilización segura de los sistemas de entibación.

Dentro de la clasificación clásica de los sistemas de entibación, que se realizaba en función del tanto por cien de pared cubierta, la entibación se clasificaba en cuajada, 100 % de pared cubierta, semi-cuajada 50 % de pared cubierta o ligera, menor del 50 % de pared cubierta.



Entibación cuajada



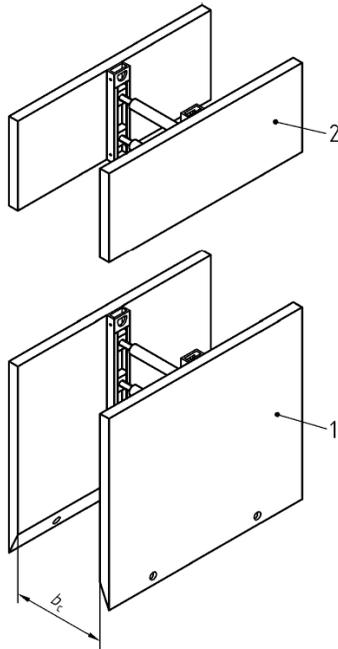
Entibación semi-cuajada



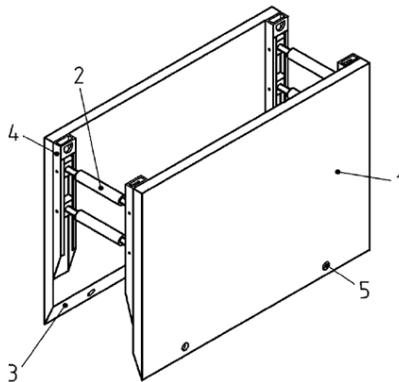
Entibación ligera

Pero la norma actual define otra clasificación de los sistemas de entibación:

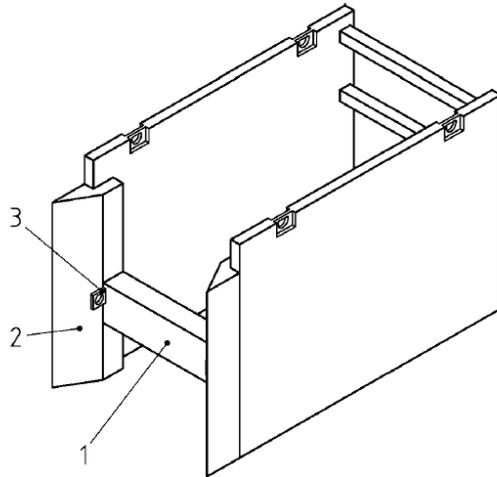
## A. Sujeto por el centro TIPO CS



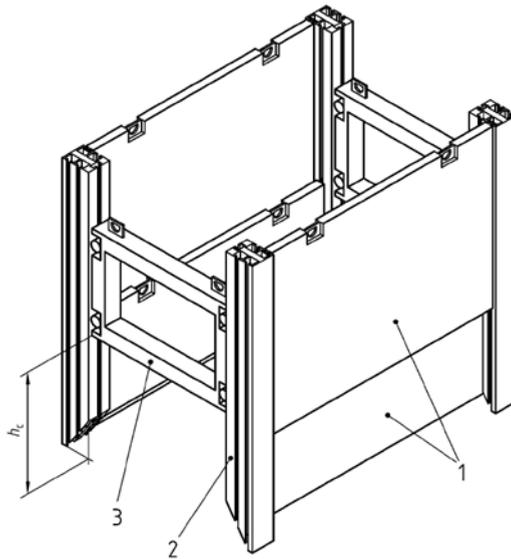
## B. Sujeto por los bordes TIPO ES



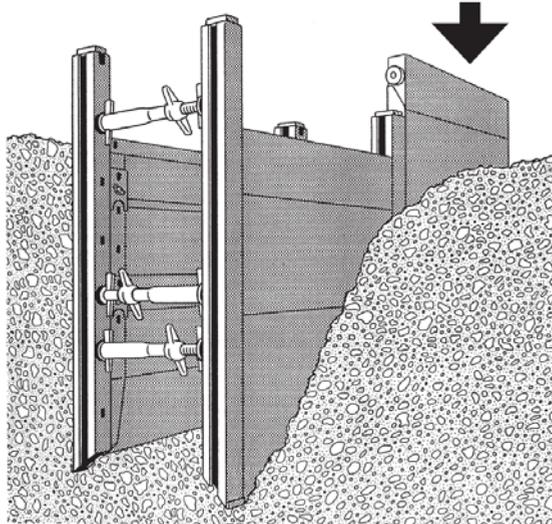
## C. Cajón para arrastre TIPO BD



## D. De corredera TIPO R



## E. De corredera simple TIPO RS



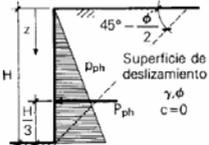
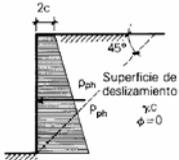
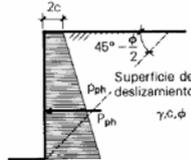
## F. De corredera doble TIPO RD

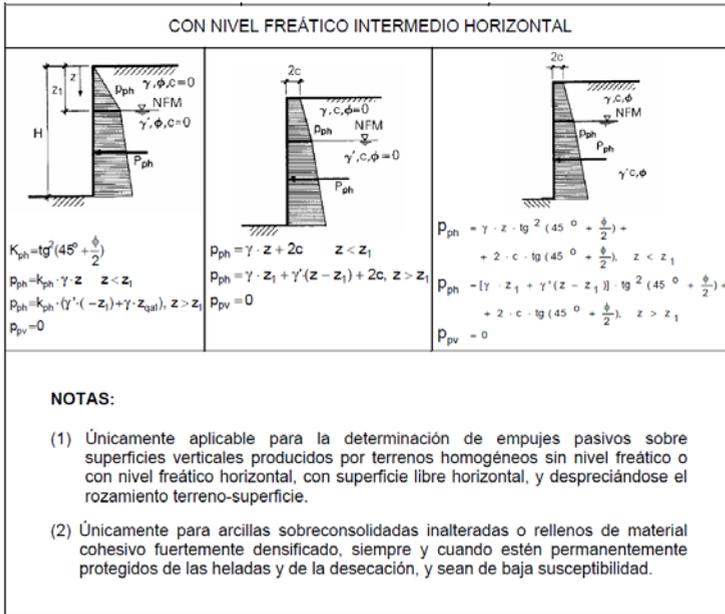


### 3 Cálculo de empujes sobre paneles

En el caso de entibaciones no empotradas en el terreno, la ROM 0.5-05 indica en su apartado 3.7.10 EMPUJE SOBRE ENTIBACIONES, cómo realizar los cálculos y el CTE, DB SE-C Cimientos indica en su apartado 6.2.5 EMPUJES DEL TERRENO SOBRE EL ELEMENTO DE CONTENCIÓN, cómo acometer el cálculo de dichos empujes.

El método de cálculo indicado en la ROM para la determinación de empujes pasivos está basado en la teoría de RANKINE, y diferencia las fórmulas a utilizar según exista o no presencia de nivel freático, y según se trate de terrenos granulares (sin cohesión) o suelos cohesivos, en cuyo caso diferencia el que las condiciones sean o no drenadas, es decir, para condiciones a considerar a corto o a largo plazo.

TABLA 3.4.2.2.8. DETERMINACIÓN DE EMPUJES PASIVOS. TEORÍA DE RANKINE (1) CAMPO DE VALIDEZ: Valores de $\phi \leq 30^\circ$		
SUELOS GRANULARES	SUELOS COHESIVOS SATURADOS O CUASISATURADOS EN CONDICIONES NO DRENADAS (empujes a corto plazo)	SUELOS COHESIVOS EN CONDICIONES DRENADAS (empujes a largo plazo) (2)
SIN NIVEL FREÁTICO INTERMEDIO		
 <p> <math>K_{ph} = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \frac{\phi}{2})</math>  <math>P_{ph} = K_{ph} \cdot \gamma \cdot z</math>  <math>P_{ph} = \frac{K_{ph} \cdot \gamma \cdot H^2}{2}</math>  <math>P_{pv} = 0</math> </p>	 <p> <math>P_{ph} = \gamma \cdot z + 2 \cdot c</math>  <math>P_{ph} = \gamma \cdot \frac{H^2}{2} + 2 \cdot c \cdot H</math>  <math>P_{pv} = 0</math> </p>	 <p> <math>P_{ph} = \gamma \cdot z \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) + 2 \cdot c \cdot \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\phi}{2})</math>  <math>P_{ph} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) + 2 \cdot c \cdot H \cdot \operatorname{tg}(45^\circ + \frac{\phi}{2})</math> </p>



Para la realización de los cálculos será necesario conocer características del terreno como ángulo de rozamiento (Que no puede superar los 30° para poder utilizar estas fórmulas), peso específico aparente y sumergido, cohesión, y coeficientes de empujes.

En el caso de utilizar los sistemas de cálculo indicados en el CTE, para el cálculo de elementos de contención apuntalados en arena por métodos de equilibrio límite, se utilizará el diagrama rectangular semi-empírico de la Figura 6.6a. Para profundidades superiores a 12 m debe comprobarse que dicho diagrama es aplicable pero habitualmente las excavaciones con este tipo de sistemas de entibación están homologadas para profundidades sensiblemente menores.

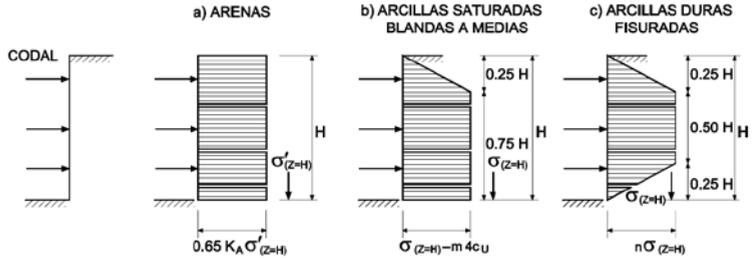


Figura 6.6. Diagramas de envolturas de empujes aparentes para elementos de contención apuntalados

## 4 Paneles de acero

Los sistemas de paneles de acero se componen inicialmente de dos elementos, los paneles de blindaje que son los elementos superficiales en contacto con el terreno y los codales, que son los elementos horizontales que realizan la transmisión de cargas. Estos sistemas suelen utilizarse para excavaciones en cualquier tipo de terreno suelto, con o sin cohesión y en profundidades de excavación de hasta 6 m. No son compatibles con la presencia de nivel freático si el proyecto prevé el agotamiento del mismo, puesto que al tratarse de elementos sueltos, los huecos que quedan entre los distintos elementos pueden crear circulaciones de agua que produzcan lavado de finos y los consiguientes asentamientos del terreno adyacente a la excavación o vuelcos del propio sistema de excavación. En función de las características del terreno, del empuje que produzca sobre el sistema de entibación y de las condiciones de contorno de la misma, como por ejemplo si nos encontramos en entornos urbanos con elementos adyacentes como edificios o redes de instalaciones cercanos, o en un medio rural en el que no importe si se producen muchos desperfectos en las

inmediaciones, según los medios de elevación que se dispongan en obra, etc., se elegirá este sistema o alguna de sus variantes.

#### 4.1 Sistemas para zanjas

El sistema más simple, es el de paneles y codales. Casi todos los fabricantes ofrecen paneles de 3 ó 4 m de longitud y de 1 a 2 m de altura. Suelen utilizarse paneles cortantes o en forma de cuchilla en la parte más profunda para facilitar su introducción en el terreno.



Panel y codal de entibación



Paneles cortantes inferiores

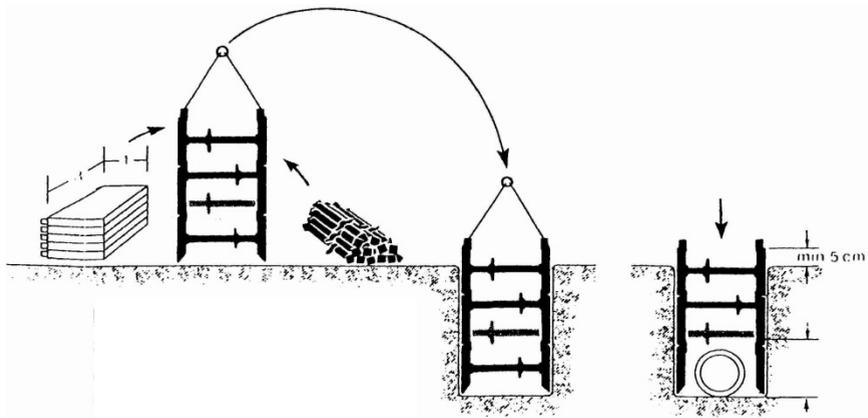
Los paneles y codales se ensamblan según las indicaciones del fabricante, de modo que formen unidades de entibación. Habitualmente el número de codales crece a medida que aumenta la

profundidad, y la altura libre, que es el otro factor determinante de si el sistema puede utilizarse o no, disminuye. La altura libre es la distancia entre el fondo de excavación y el codal más profundo. Este dato es fundamental si se trata de colocar tubos de gran diámetro, puesto que es posible que las instrucciones del fabricante indiquen una dimensión que sea insuficiente según el tipo de tubo que se vaya a colocar.

### ***Montaje en terrenos con suficiente grado de cohesión inicial***

- A. Excavación del terreno hasta la profundidad requerida y con una longitud aproximada al largo de un módulo de excavación
- B. Montaje de la unidad de entibación en el exterior de la excavación e introducción en la zanja como una unidad con los medios de elevación adecuados.

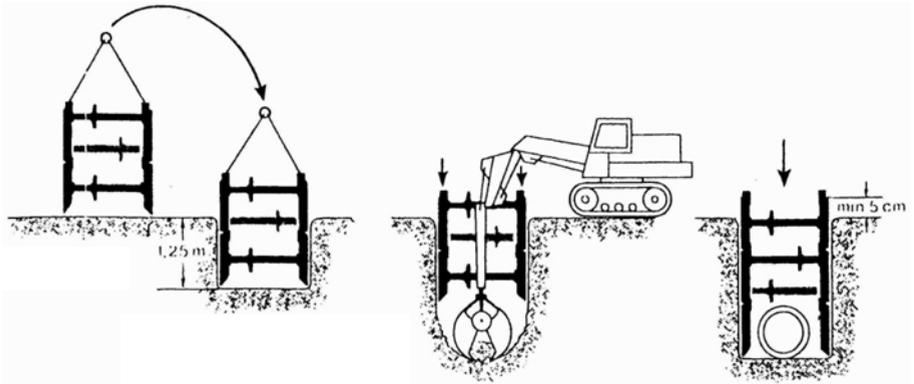
Mediante el ajuste de los husillos de los codales, apretar los paneles contra las paredes de la zanja y si quedan huecos entre los paneles y las paredes de la excavación, rellenar y compactar preferentemente con terreno arenoso.





*Montaje previo y posicionado en la excavación en terrenos con cohesión inicial*

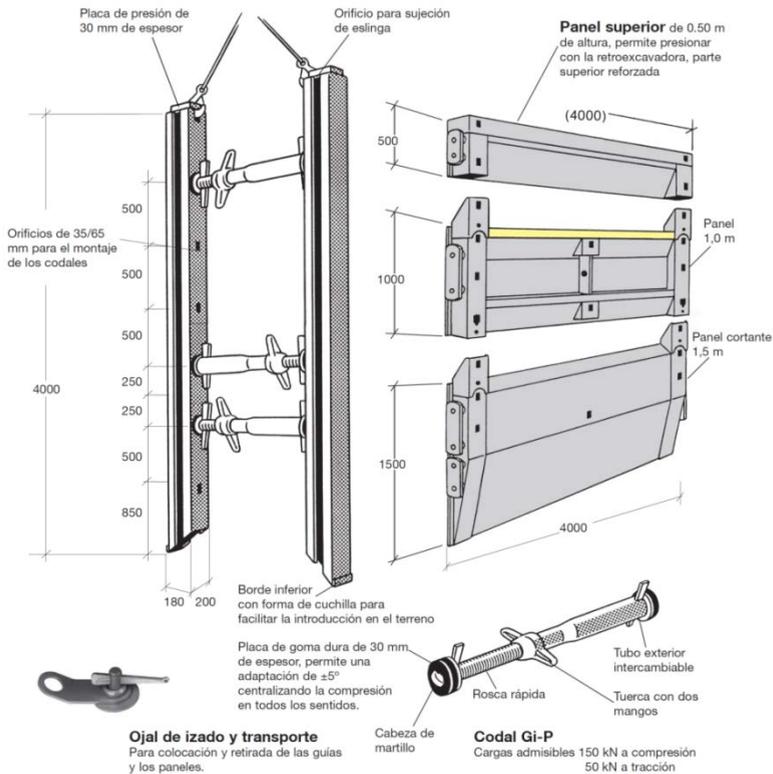
- A. Montaje en el exterior del módulo inicial formado por 2 paneles y codales
- B. Preexcavación hasta un máximo de 1,25 m de profundidad o lo que el terreno permita
- C. Introducción en la preexcavación de la unidad de entibación y descenso por empuje alterno de los laterales.
- D. Introducción adicional de módulos previamente montados en el exterior de la zanja.
- E. Mediante el ajuste de los husillos de los codales, apretar los paneles contra las paredes de la zanja y si quedan huecos entre los paneles y las paredes de la excavación, rellenar y compactar preferentemente con terreno arenoso.

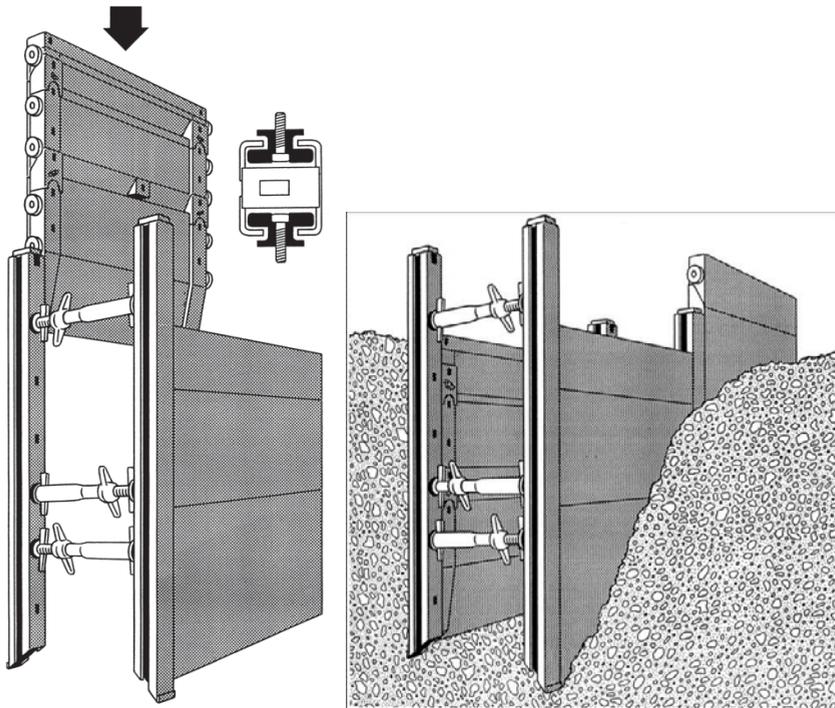


### *Montaje simultáneo al proceso de excavación en terrenos sin cohesión*

Del mismo modo que las unidades de entibación pueden montarse adicionando elementos por la parte superior o como una unidad completa, el desmontaje puede realizarse según estos dos modos.

En algunos casos de terreno muy suelto, los empujes del terreno que se producen superan las cargas admisibles del sistema, lo que obliga a buscar soluciones de mayor rigidez. En este caso, o para aumentar la distancia libre entre el terreno y el primer codal, pueden usarse los sistemas con guía simple. Estos sistemas suelen partir del sistema inicial de paneles a los que se les sueldan o atornillan rodillos o patines. Además cuentan con las guías simples, que se unen con codales de modo que formen pórticos que se introducen en la zanja ya montados.





### *Gráficos del montaje y uso del sistema de panel con guía simple*

El uso de guías aumenta la homogeneidad conjunto, reduce el número de codales necesarios y aumenta ligeramente la distancia en vertical desde la base de la excavación al primer codal, lo que permite el paso de mayores diámetros de tubo. El uso de este sistema reduce a la mitad los esfuerzos necesarios de puesta en obra y extracción del equipo en la zanja, puesto que permite posicionar y extraer cada lado de la entibación por separado. El inconveniente es que se obtienen menores rendimientos que con el sistema inicial de paneles y codales. La

profundidad de excavación admisible para estos sistemas ronda los 4.00 m.



*Imágenes del sistema de guía simple en obra*

El montaje de este sistema consiste en montar un módulo inicial de paneles y codales simple en el interior de la zanja.

Este módulo sirve para insertar la primera guía corredera, una a cada lado del módulo, que tendrá como mínimo la altura de la excavación final de la zanja.

Si es necesario alcanzar mayor profundidad se introducen los paneles superiormente, y el sistema va bajando de manera sincronizada a la

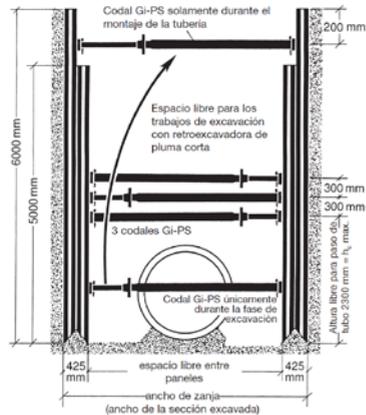
excavación de la zanja ayudado si es necesario por la presión de la cuchara de la retroexcavadora, nunca por el golpeo.

Una vez colocada la primera guía y acodalada, pueden eliminarse los codales del módulo inicial y continuar lateralmente con el montaje de los paneles sucesivamente.

Otro sistema que parte de los dos anteriores es el sistema de guía doble. El principio es el mismo que el de la guía simple, pero con la ventaja de que se puede dividir la superficie a entibar de cada lado de la zanja en dos planos verticales independientes, lo que permite eliminar la parte inferior de la excavación, alojada en la guía interior a la zanja, en primer lugar, y posteriormente, sacar la cara exterior de la excavación, y además la entibación de cada lado de la zanja es independiente, lo que permite reducir la fuerza de izado necesaria. El sistema permite alcanzar profundidades superiores a los sistemas anteriores, porque la guía doble apoya mayor rigidez, y a la vez permite aumentar la distancia desde el fondo de la excavación al primer codal en altura. Se usa para profundidades de excavación de 4 a 6 m en terrenos muy inestables y permite dejar hasta 2.30 m de altura libre. El sistema suele adaptarse a terrenos excavados y rellenados, y puede manejarse con excavadoras de 30 toneladas de alcance y fuerza de elevación.



Profundidad de la zanja = 6m  
 Diámetro max de la tubería = 2.3 m  
 Paneles de 3 m de longitud + 4 codales GI-PS



*Imagen y gráfico del sistema de entibación con guía doble*

## 4.2 Sistemas para pozos

La mayoría de fabricantes de paneles de entibación de acero suelen tener entre su gama de productos accesorios que permitan utilizar los paneles de entibación para excavaciones de pozos, en forma de guías especiales para esquinas, o piezas angulares que unan los paneles formando 90°. Las dimensiones de los pozos deberán ajustarse a las longitudes de panel disponibles.



*Imágenes de detalle de pieza de esquina para montaje de entibación de pozo*

## 5 Paneles de aluminio

Los sistemas de entibación de aluminio suelen utilizarse para excavaciones pequeñas, de unos 3 m de profundidad en zanjas y hasta 6.00 m en pozos. Sus principales ventajas son su poco peso, su fácil ensamblaje, la rapidez de actuación en el caso de averías urgentes, y la versatilidad con que pueden usarse.

Es un sistema que se utiliza principalmente en terrenos arenosos y blandos en entornos urbanos donde el objetivo es evitar en la medida de lo posible los desperfectos que produce la excavación en los elementos de la urbanización existentes. Son elementos que permiten trabajar con la seguridad necesaria en zanjas de poca profundidad, cuya peligrosidad es engañosa, puesto que es donde se producen la mayoría de accidentes mortales, puesto que son rellenos o terrenos muy alterados por que habitualmente alojan multitud de redes y servicios.

El material con que se fabrican los elementos principales es aluminio de alta resistencia, material sobre el que prácticamente no actúa la corrosión, lo que se traduce en una larga vida útil.

### 5.1 Sistemas para zanjas

El sistema para zanjas se compone de paneles de aluminio de varias dimensiones y altura de alrededor de 0.50 m, piezas de unión y codales de acero. El peso medio aproximado es de 30 kg/ metro cuadrado de zanja entibada. Los paneles son de dimensiones sensiblemente menores que los sistemas de acero para que su peso individual permita el montaje manual. Las piezas de unión unen en vertical los paneles y permiten colocar los codales transversales, y todos los elementos se unen entre sí mediante pernos.



*Imágenes de unidad de entibación de aluminio Ischebeck, Gi-A*

Los sistemas disponibles en el mercado suelen tener accesorios que permitan aberturas en sitios concretos para el paso de conducciones transversales, y para adaptarse a diferentes anchos de zanja y geometrías en planta.



*Imágenes del sistema de entibación de aluminio con accesorios especiales*

También se usa para la protección del borde superior de la excavación en zanjas de profundidad inferior a 1.75 m, que es la zona donde se alojan la mayoría de las instalaciones.



*Imagen de entibación únicamente en el borde superior de la zanja*

Los sistemas de entibación de aluminio pueden montarse totalmente en el exterior de la excavación o montarse simultáneamente al vaciado, añadiendo módulos superiores a medida que la excavación va rebajando el nivel del terreno junto con el sistema de entibación.



*Imágenes del sistema de entibación de aluminio utilizado en terrenos cohesivos (izquierda) y en terrenos sin cohesión (derecha)*

Al igual que los sistemas de paneles de acero, los sistemas de aluminio cuentan con accesorios que permiten transformar y evolucionar el sistema a soluciones más específicas, como las cámaras, que atornilladas al panel de aluminio, dejan una cámara que permite el uso de tablestacas también de aluminio, para soluciones puntuales, paso de conducciones transversales y aumento de la distancia libre entre el fondo de la excavación y el primer codal hasta 2,50 m.

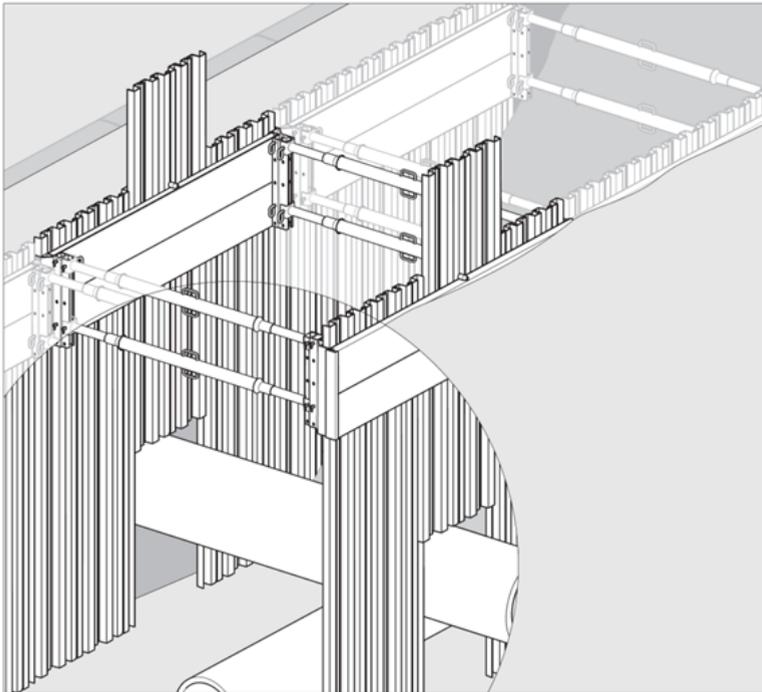
La instalación de tablestacas previa o durante la excavación permite realizar ésta sin que se produzca descompresión en el terreno, afectando menos al entorno que si se entiba mediante otros medios.



*Imagen de panel de aluminio con cámara + tablestacas*

Sistema muy ligero, que facilita el montaje y puesta en obra de sus elementos de una forma sencilla y sin la necesidad de grandes elementos auxiliares.

El proceso de instalación y montaje permite la detección de elementos existentes (instalaciones, etc.) y la adaptación del sistema a las condiciones de obra.



*Gráfico de montaje del sistema de aluminio con cámara + tablestacas para salvar paso de conducción inferior transversal*

## 5.2 Sistemas para pozos

Al igual que los sistemas de entibación de acero los sistemas de aluminio cuentan con accesorios para permitir la entibación de pozos. En este caso, en lugar de ensamblarse en vertical mediante piezas de unión, se ensamblan mediante piezas esquineras.

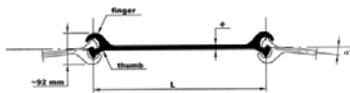


*Imágenes del sistema de entibación de aluminio para pozos montado fuera de la excavación, y mientras se instala en el interior de la misma.*

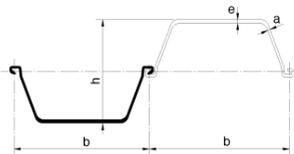
# Capítulo 3. Entibación con pantalla de tablestacas

## 1 Definición tablestaca

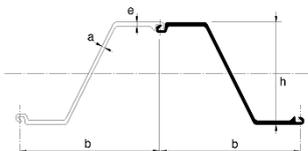
La tablestaca es un perfil metálico laminado de espesor variable. Pueden tener sección plana o en forma de U o de Z.



Tablestacas planas



Tablestacas en forma de U

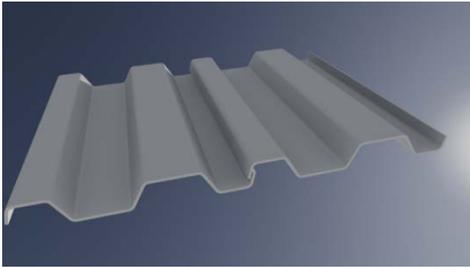


Tablestacas en forma de Z

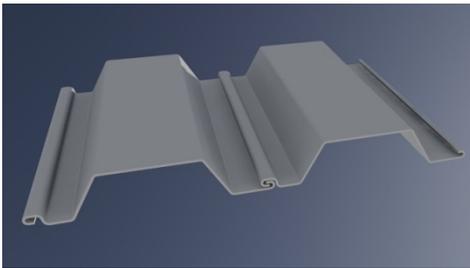
Estos perfiles ondulados se distinguen por su buena estabilidad de hinca y gran capacidad de carga.

La unión de varias tablestacas permite formar una pantalla que sirve de contención del terreno y del agua.

La unión entre perfiles puede ser machihembrada o solapada.



*Tablestacas solapadas*



*Tablestacas machihembradas*

Las primeras se usan para cargas moderadas en zonas donde no existe nivel freático, o la presencia de este no supone un problema para la ejecución de las obras.

Las machihembradas soportan mayores cargas puesto que las juntas son más sólidas a la vez que impiden o dificultan la entrada de agua en la excavación.

Existen varios modelos de tablestacas con distintas capacidades portantes y resistencias. Además también se fabrican en aceros de calidades especiales para que sean resistentes a condiciones específicas de algunas obras, como condiciones de durabilidad en caso de que su instalación sea definitiva.

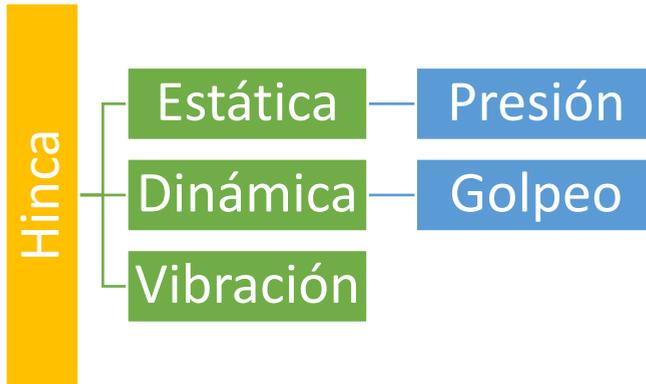
Los distintos modelos se fabrican en longitudes distintas, y pueden cortarse fácilmente mediante oxicorte o corte con arco y plasma para adaptarse a las necesidades específicas de la obra.

La profundidad de excavación y las características, tanto del terreno, como de la propia excavación, así como las cargas adicionales por presencia de nivel freático, de edificios cercanos o de tráfico rodado cercano al borde de la excavación son factores que determinarán la elección del modelo y la longitud de las tablestacas.

## 2 Hinca

Las tablestacas se introducen en el terreno por hinca.

La hinca puede realizarse por tres sistemas distintos:



**Hinca estática:** las tablestacas se introducen en el terreno por presión. Este sistema funciona únicamente con tablestacas cortas y los rendimientos del proceso de hinca son bajos, es decir, es un sistema lento, pero es un sistema aconsejable en obras de rehabilitación, o donde los edificios colindantes tengan la estructura de elementos rígidos, como por ejemplo mampostería, donde la vibración podría causar graves daños.

**Hinca dinámica:** las tablestacas se introducen en el terreno por golpeo de forma análoga a la hinca de pilotes. Es un sistema muy agresivo en el que los fuertes impactos pueden producir desperfectos en los edificios o instalaciones colindantes. Además, pueden deformar las tablestacas dejándolas inservibles.

**Hinca por vibración:** es el sistema más utilizado por que la tecnología de la vibración desarrolla un buen balance de rendimientos con un bajo nivel de ruidos.

La tecnología de los equipos de vibración, está basada en el principio de reducir o eliminar completamente las propias fuerzas de estabilidad del terreno mediante la vibración.

Al transmitir la vibración al elemento metálico que es la tablestaca, el suelo de alrededor comienza también a vibrar, reduciendo apreciablemente la fricción entre el terreno y la tablestaca.

La conjunción de la fuerza centrífuga y la carga estática, permiten la hinca del perfil.

En suelos parcial y totalmente saturados, la vibración produce una lámina temporal de agua entre el perfil y el terreno, que facilita la hinca. De este modo, bastan solo pequeños esfuerzos para introducir las tablestacas.

Para hinca de tablestacas por vibración existen tres tipos de equipos:

**Martillos-vibradores:** funcionan como un accesorio montados en las retroexcavadoras y aprovechan el circuito hidráulico de estas para transformar la energía en vibración. El propio peso del martillo vibrador, y la presión ejercida por el mismo facilitan una introducción rápida y eficiente de la pantalla de tablestacas. Durante la extracción, la reducción de la fricción de la superficie y la ausencia de resistencia en punta hacen que las tablestacas puedan ser extraídas fácilmente.

El martillo vibrador se monta en el extremo del brazo de la pala retroexcavadora y funciona con su sistema hidráulico. De este modo, el

operario de la excavadora tiene el completo control sobre el trabajo de hincar y extraer. El diseño de las máquinas es adecuado para uso universal.



### *Imágenes de martillo vibrador hincando tablestacas*

***Vibradores colgados de grúa con equipo hidráulico:*** funcionan colgados de una grúa auto transportable o camión grúa y un grupo de accionamiento. La composición de una unidad completa es el grupo diesel-hidráulico, y el vibrador.

El grupo de accionamiento, funciona mediante un motor diesel y abastece al vibrador de aceite vía bombas hidráulicas. Este flujo de aceite, necesario para el funcionamiento de los pistones del motor, es el que ajusta la frecuencia de la vibración del vibrador.

Al igual que en los martillos vibradores, la tecnología del vibrador está basada en el principio de reducir o eliminar completamente las propias fuerzas de estabilidad del terreno mediante la vibración. El vibrador produce oscilaciones verticales transmitidas a la tablestaca mediante la pinza hidráulica.

Mediante un controlador programable se realiza el ajuste de la frecuencia, y el control de operaciones.

Este equipo permite trabajar en terrenos con niveles de cohesión considerables y además permite la hincada de tablestacas pesadas, de cualquier longitud, ya que depende de la altura alcanzable por la pluma de la grúa.



*Imágenes de vibrador colgado de grúa hincando tablestacas*

***Equipo auto-transportable con mástil telescópico:*** El vibrador se desliza por las guías del mástil a medida que hinca o extrae las tablestacas. El Equipo con mástil telescópico es un sistema que permite realizar trabajos de hinca, extracción y perforación con el mismo equipo. Para ello se cambian rápidamente los accesorios acoplados al mástil de la maquinaria que permite acoplar vibradores, taladradores, cabezas rotatorias, sistemas de hidro-presión, y aplicaciones especiales de martillos de golpeo.

Se trata de un equipo montado sobre ruedas o sobre cadenas, que pueden ser incluso extensibles para trabajos en terrenos con baja capacidad portante. El equipo cuenta con un mástil telescópico por cuyas guías se desplaza la vibradora, o el accesorio utilizado en ese momento. La longitud del mástil puede llegar a los 22 m.

El mecanismo hidráulico permite, por su control de frecuencia y par variable, regular la potencia hasta que al comenzar la vibración todo el ámbito tenga una frecuencia constante. Esto evita las bajas vibraciones al principio del accionamiento del motor, que son las que producen daños en edificios y elementos colindantes.



*Imágenes de equipo auto transportable hincando tablestacas*

## 2.1 Ayudas a la Hinca

La resistencia a la hinca es el parámetro determinante que determina si el trabajo con tablestacas es o no factible.

Este parámetro se determina mediante los ensayos de penetración estándar (S.P.T.) que se realizan en los sondeos de los estudios geotécnicos. Cuando los valores son altos (20 golpes o más) en algunos casos se recomienda una perforación previa a la hinca de las tablestacas

que rompe la estructura del suelo disgregándolo localmente y disminuye la resistencia a la hincada del mismo.

La perforadora rotativa es un accesorio que puede montarse sobre una retroexcavadora o como accesorio de los equipos de hincada auto transportables con una broca en forma de tronillo sinfín que al girar disgrega el terreno de su alrededor creando un hueco que será posteriormente ocupado por el volumen de la tablestaca.



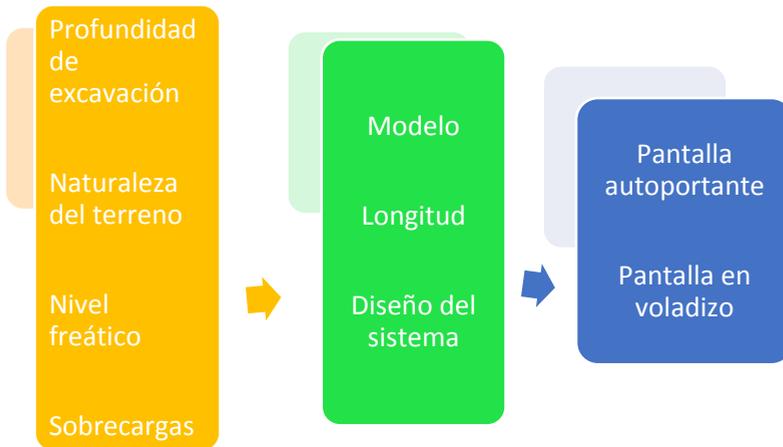
*Imágenes de equipos de perforación*

### 3 Tipos de pantalla según diseño

En función de las profundidades a que se desee llegar, de la naturaleza del terreno y de la presencia o no de agua, así como de las sobrecargas que puedan actuar, se elegirán el modelo y la longitud de la tablestaca, además del diseño del sistema de entibación:

El sistema más sencillo es la Pantalla de tablestaca auto-portante. En este caso la pantalla trabaja en ménsula. Permite llegar hasta 3, 4 e incluso 5 m de profundidad de excavación, pero no en todos los casos, en terrenos cuyo ángulo de rozamiento interno es muy bajo los empujes que se producen son muy grandes, y las profundidades a las que se puede llegar con este sistema son inferiores. Del mismo modo, los casos en los que el nivel freático se encuentre en cotas altas y este prevista su agotamiento por el interior de la excavación, producirán empujes adicionales que exigirán a la tablestaca puntos de apoyo que serán los arriostramientos para poder soportar estos empujes.

El otro sistema es la Pantalla arriostrada a uno o varios niveles, mediante anclajes, tirantes o codales. Se usa en excavaciones con mayores profundidades de excavación o terrenos con menor cohesión o bajos ángulos de rozamiento interno, que producen empujes importantes.



### 3.1 Pantalla auto-portante o en ménsula

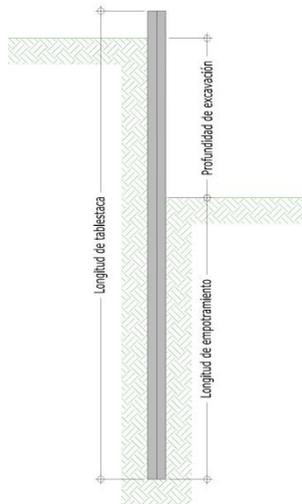
La pantalla auto-portante es el caso más sencillo, en el que la tablestaca se hincando dejando la parte inferior de la misma empotrada en el terreno. La pantalla de tablestacas es auto-portante, es decir, el sistema no necesita de otros elementos de entibación para ser estable. En este caso, una vez hincada la tablestaca y a medida que se va realizando el vaciado, la tablestaca empieza a absorber los empujes producidos por el terreno, y, en algunos casos del agua y/o sobrecargas adicionales, y a transmitirlos a través de la longitud de empotramiento.

De este modo, trabaja en ménsula transmitiendo los empujes del terreno en forma de par como un voladizo.

**Ventajas:** en primer lugar, que tendremos el Interior de la excavación libre de obstáculos que puedan retrasar las labores de ferrallado encofrado y hormigonado de la estructura. Otra ventaja es la Economía,

puesto que la cantidad de acero se limita al peso de las tablestacas. Por último la sencillez del montaje, que se traduce en rapidez de ejecución.

**Inconvenientes:** Los posibles desplazamientos en cabeza y que las profundidades de excavación son muy limitadas.



*Gráfico e imagen de pantalla en ménsula*

El **procedimiento de trabajo para pantallas en ménsula** es el siguiente:

1. Primero se hincan las tablestacas dejando una zona libre por la parte superior para que puedan ser sujetadas por la pinza del equipo de vibración.





A continuación se muestran imágenes en las que se muestran algunos ejemplos de excavaciones entibadas con este sistema.



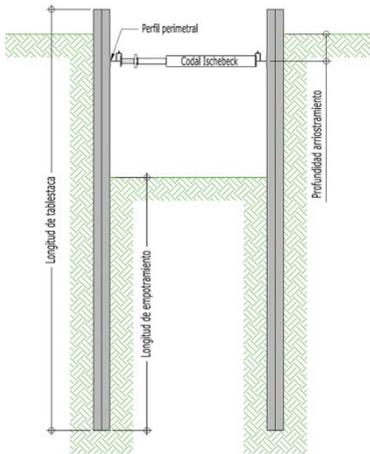
## 3.2 Pantalla arriostrada

En algunos casos las características y circunstancias de la obra, hacen que sea necesario realizar arriostramientos intermedios en la pantalla, en la mayoría de los casos el factor determinante es la profundidad de excavación. Existen diversos modos de arriostrar la pantalla.

### *3.2.1 Pantalla arriostrada con perfiles y codales*

El caso más habitual en zanjas y en pozos de pequeñas dimensiones es el de arriostramiento con perfiles de acero y codales. Esta solución se usa también para sótanos o edificación mediante una zanja perimetral ejecutando en primer lugar los muros y vaciando después el resto del solar para ejecutar después la losa.

El caso más habitual es que arriostramiento se realiza a partir de perfiles longitudinales (normalmente HEB o HEM), colgados de la parte superior de las tablestacas, con ganchos o con cadenas, y codales en sentido transversal, que trabajan a compresión compensando los empujes transmitidos a los perfiles por las tablestacas en ambos lados.



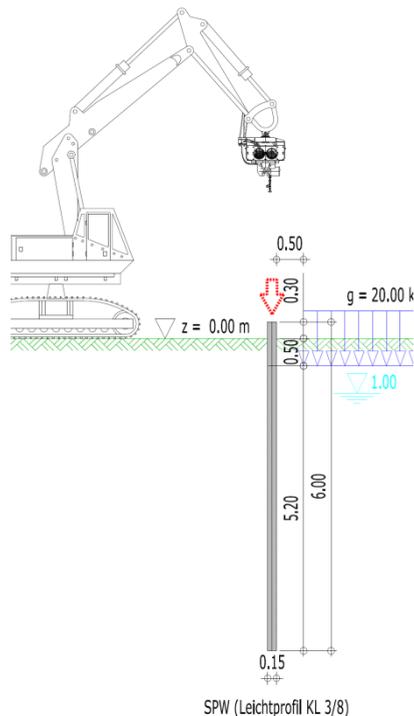
### *Gráfico e imagen de pantalla arriostrada con perfiles y codales*

Para casos de pozos y formas especiales, también puede realizarse el arriostramiento a medida y soldarse in situ de modo que funciona como un marco rígido.

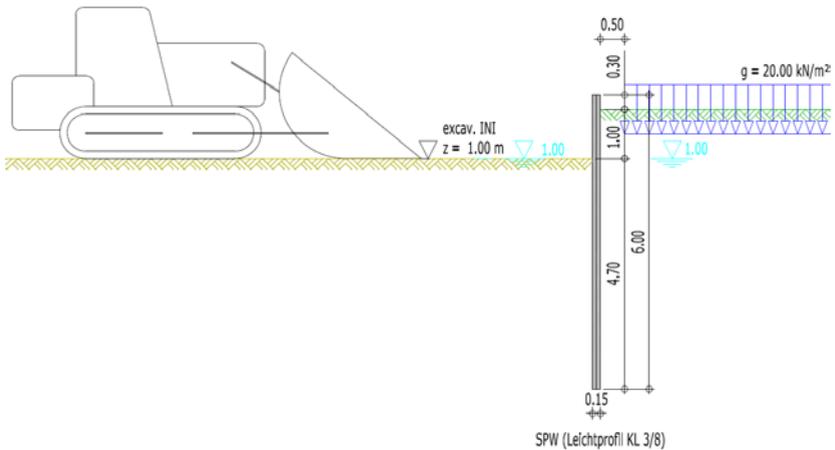


El **procedimiento de trabajo para pantallas arriostradas con perfiles y codales o con marcos soldados in situ** es el siguiente

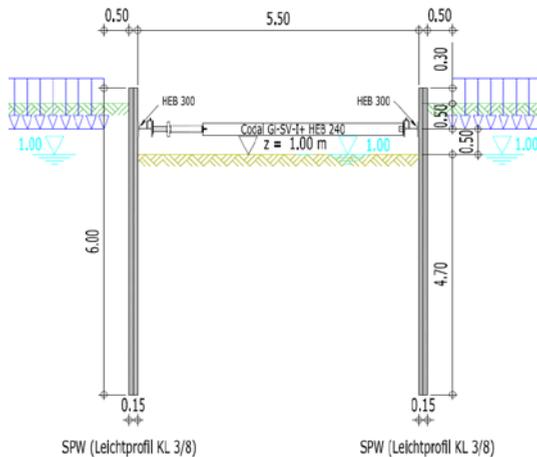
1. Se hincan las tablestacas dejando 30 cm como mínimo por la parte superior, para que puedan ser sujetadas por la pinza del equipo de vibración tanto durante la hinca como durante la extracción.



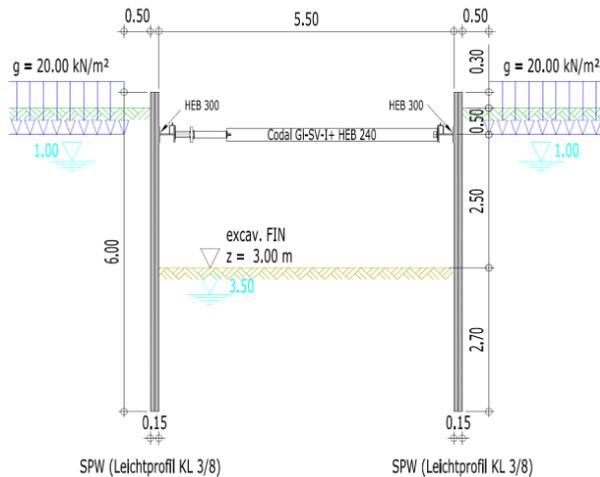
2. En segundo lugar, se realiza una pre excavación hasta la profundidad a la que se situará el/los nivel/es de arriostramiento.



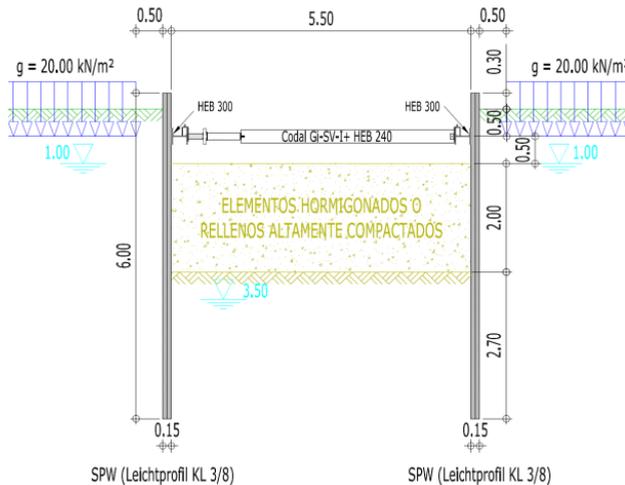
3. Después se monta o coloca el sistema de arriostramiento, colocando en primer lugar los perfiles HEB paralelos a la pantalla y después los codales transversales, que son ajustables para permitir cambios en el ancho de la zanja



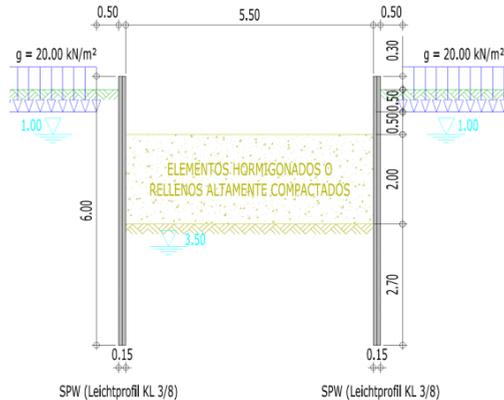
#### 4. La excavación hasta la profundidad de excavación deseada.



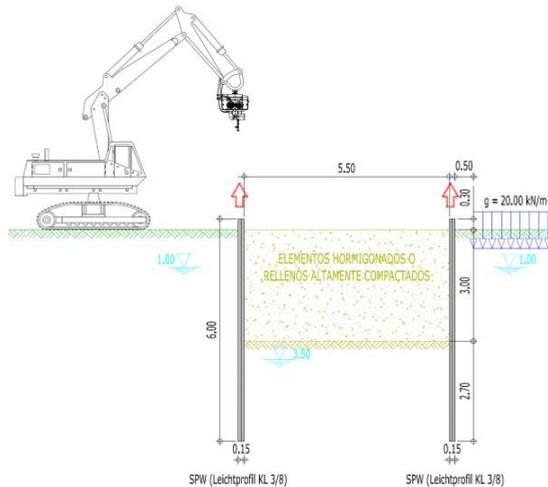
#### 5. Se realizan ejecutan las obras en el interior de la excavación.



6. Se desmonta el arriostramiento cuando los elementos ejecutados ya sirvan de arriostramiento horizontal a la pantalla y sean capaces de absorber los empujes que le transmitirá el terreno.



7. Por último se extraen las tablestacas.



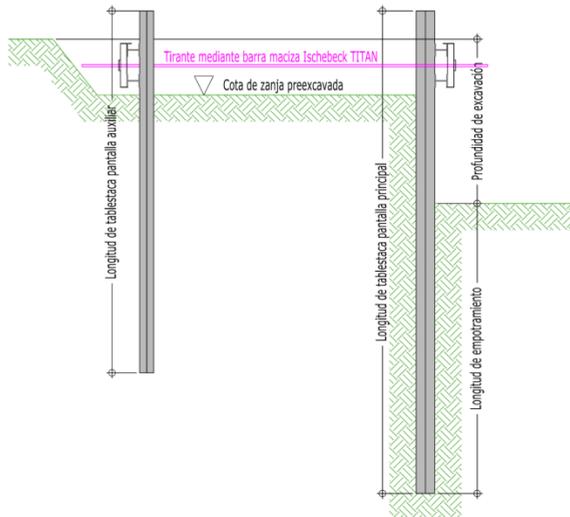
A continuación se muestran imágenes para cuya entibación se ha utilizado este sistema de arriostramiento con perfiles de acero y codales transversales.



### 3.2.2 Pantalla arriostrada con tirantes

Otro sistema de entibación es arriostrar la pantalla con tirantes. Si se dan las condiciones de no poderse resolver una excavación con tablestacas en ménsula, y a la vez no tenemos dos pantallas paralelas lo suficientemente cerca o se trata de una pantalla única, por ejemplo para sujetar un talud, el modo de arriostrar puede ser mediante tirantes unidos a una pantalla de tablestacas trasera auxiliar. Todos los elementos son recuperables.

Mediante este sistema la solución consiste en colocar una línea de tablestacas auxiliares por la cara posterior de la pantalla de tablestacas principal y atirantar mediante líneas de tirantes, que serán recuperables una vez desmontemos el sistema de entibación.



*Gráfico pantalla arriostrada con tirantes*



*Imagen pantalla arriostrada con tirantes*

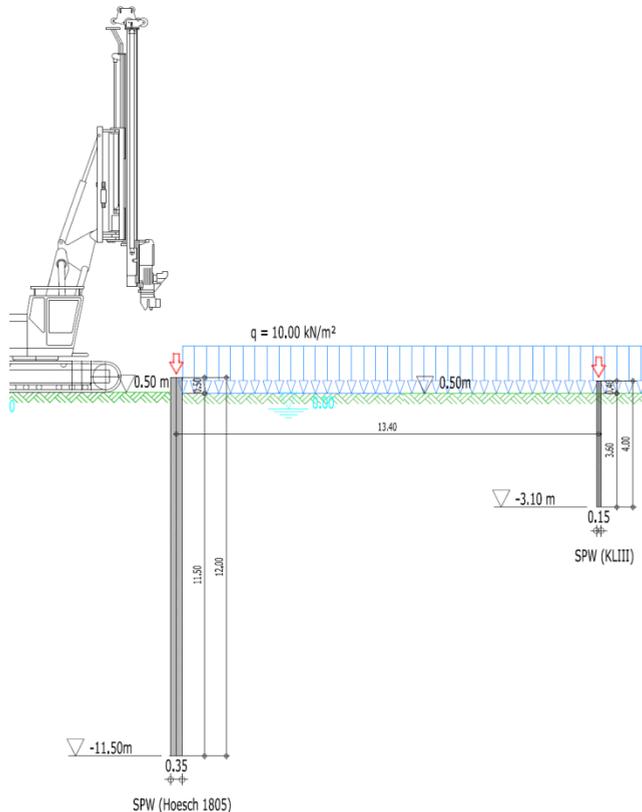
Los tirantes recogen las presiones que las tablestacas de la pantalla principal ejercen sobre los perfiles colocados en su parte superior y las trasladan a las tablestacas auxiliares que al estar por detrás de la cuña teórica de deslizamiento del terreno impide el vuelco de la pantalla principal.

**Ventajas** que el interior de la excavación está libre de obstáculos y que todos los elementos son recuperables

**Inconvenientes** Necesitamos disponer de una amplia zona de actuación para poder entibar mediante este sistema, inusual en entornos urbanos.

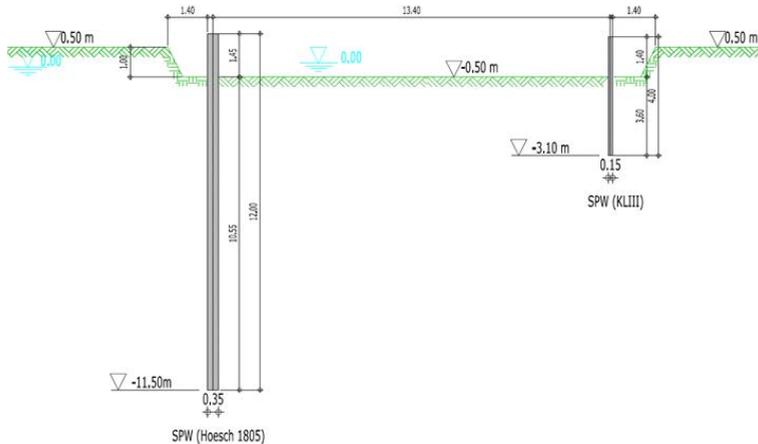
El **procedimiento de trabajo para pantallas arriostradas con tirantes** es el siguiente:

1. Se hincan las tablestacas, tanto las de la zona a entibar como la línea de tablestacas auxiliares, dejando una zona libre por la parte superior para que puedan ser sujetadas por la pinza del equipo de vibración.

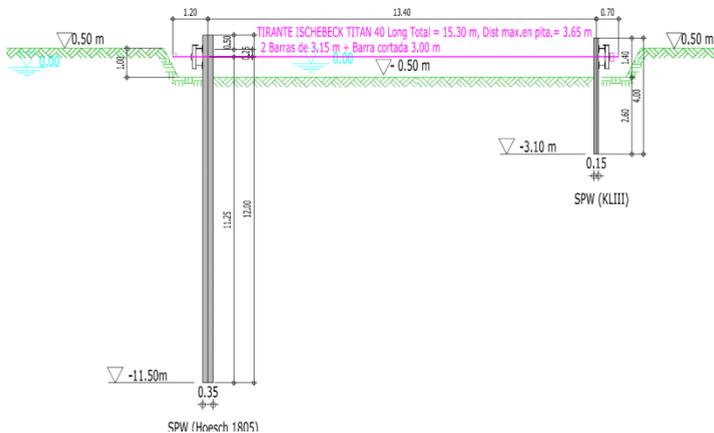


2. Se excavan unas pequeñas zanjas por las que se colocarán posteriormente los tirantes, barras de acero de anclaje macizas.

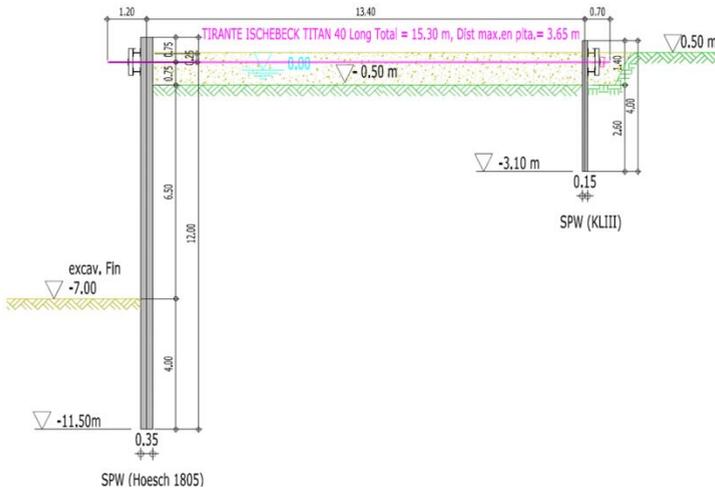
Además se realiza una pre excavación paralela a la línea de tablestacas hasta la profundidad a la que se situará el nivel de arriostramiento.



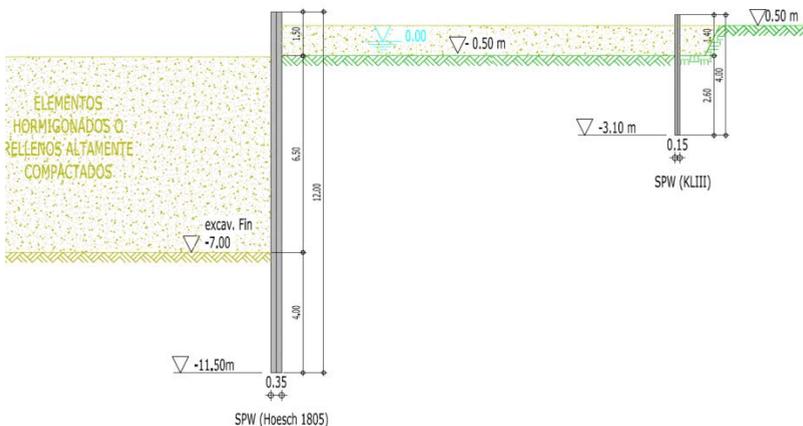
3. Se monta el sistema de arriostramiento colocando los tirantes, apoyados sobre los perfiles de reparto y sujetos por la placa de apoyo.



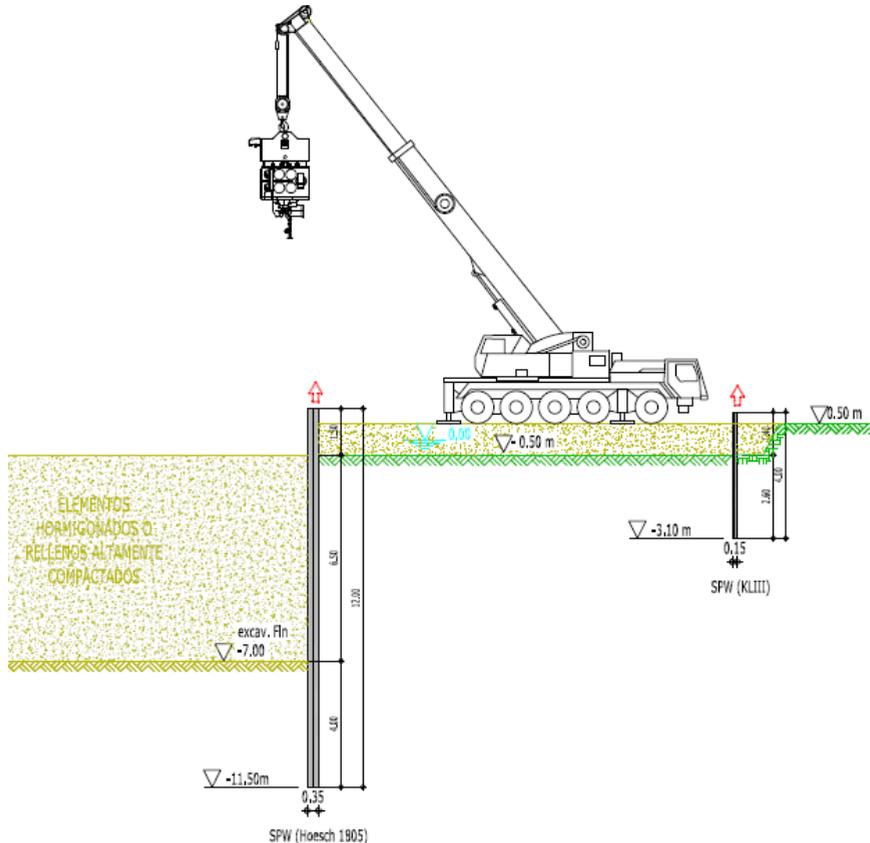
4. Se excava hasta la profundidad de excavación deseada.



5. Se ejecutan las obras en el interior de la excavación y cuando se disponga de elementos ejecutados que puedan absorber empujes de la pantalla ya se puede proceder a desmontar el arriostramiento.



6. Se extraen las tablestacas y se rellena y compacta el terreno del trasdós de la pantalla.



A continuación se muestran imágenes para cuya entibación se ha utilizado este sistema de arriostramiento mediante pantalla trasera auxiliar y tirantes.



### 3.2.3 Pantalla arriostrada con anclajes al terreno

En muchos casos, en los que se necesita tener libre el interior de la excavación, y no se dispone de espacio para atirantar, la mejor opción es anclar la pantalla. El sistema funciona como los anclajes de los muros pantalla, aunque en este caso, para aumentar tiempos y asegurarse de que la ejecución es correcta se descarta el uso de anclaje de cables, suelen utilizarse los anclajes de barra auto perforante, que inyectan a la vez que perforan el terreno. Cuando dejan de ser necesarios, se cortan las cabezas, el resto del anclaje se deja perdido en el terreno y se recuperan las tablestacas.

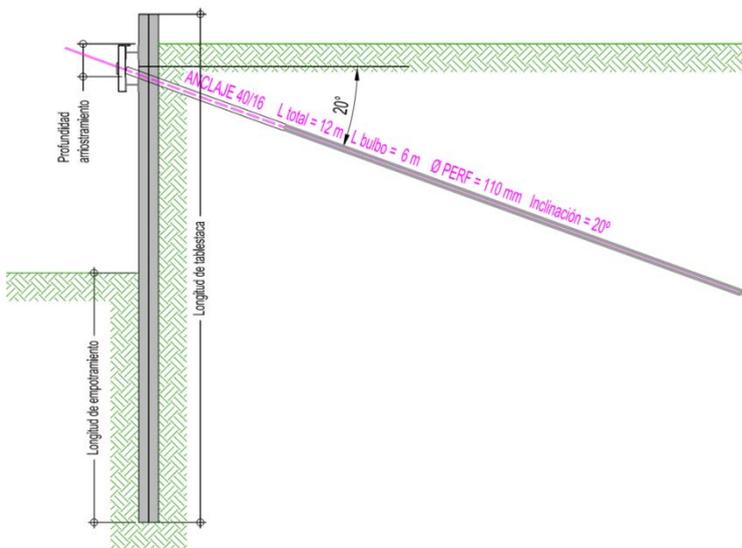


Gráfico de pantalla de tablestacas arriostrada con anclajes



*Imagen de pantalla de tablestacas arriostrada con anclajes*

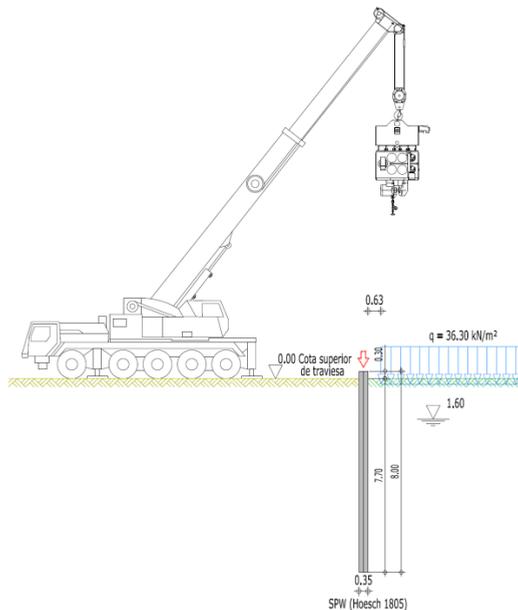
La longitud, inclinación, separación en planta, diámetro de la barra, y carga de tesado vienen dados por el cálculo.

**Ventajas** que el interior de la excavación está libre de obstáculos, que es el sistema con el cual pueden alcanzarse mayores profundidades de excavación puesto que pueden colocarse varios niveles de líneas de anclaje. Además el sistema es muy útil en los casos en los que nos encontremos con instalaciones inferiores, capas de roca que impidan la hincada u otra serie de condicionantes que impidan o dificulten la introducción del perfil en el terreno por debajo del nivel de entibación, lo que permite sujetar el pie de la tablestaca a cualquier nivel.

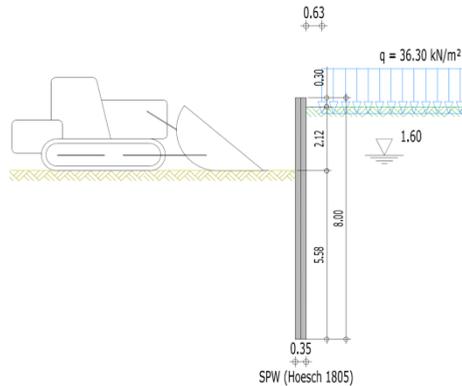
**Inconvenientes** el sistema es más caro y más lento, puesto que se establecen unos siete días antes de realizar el tesado de los anclajes tras su instalación para realizar el tesado, momento a partir del cual ya puede realizarse la excavación final. Además se producen problemas de ocupación del suelo ajeno, y además se quedan elementos perdidos. No puede utilizarse si estamos junto a un edificio con uno o varios niveles de sótano si no prevemos la instalación a una cota inferior.

El **procedimiento de trabajo para pantallas arriostradas con anclajes** es el siguiente:

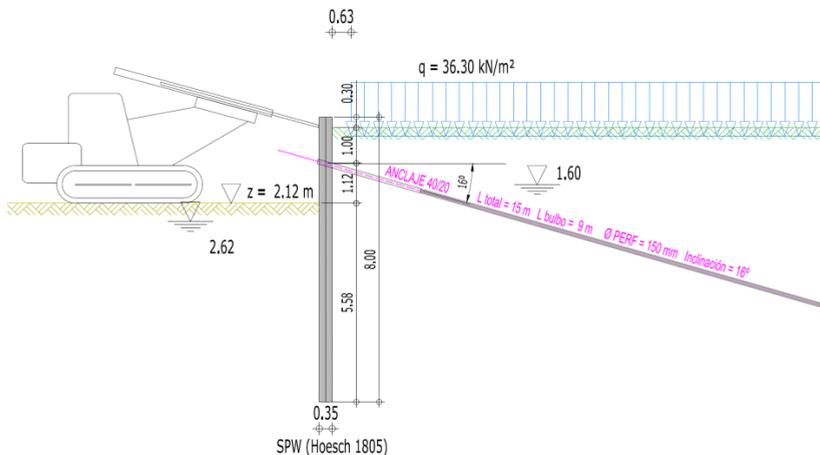
1. Se hincan las tablestacas, dejando los 30 cm por la parte superior como mínimo como en los casos anteriores, para que puedan ser sujetadas por la pinza del equipo de vibración.



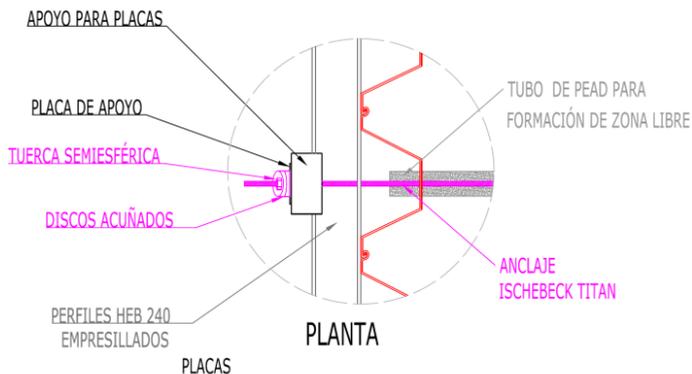
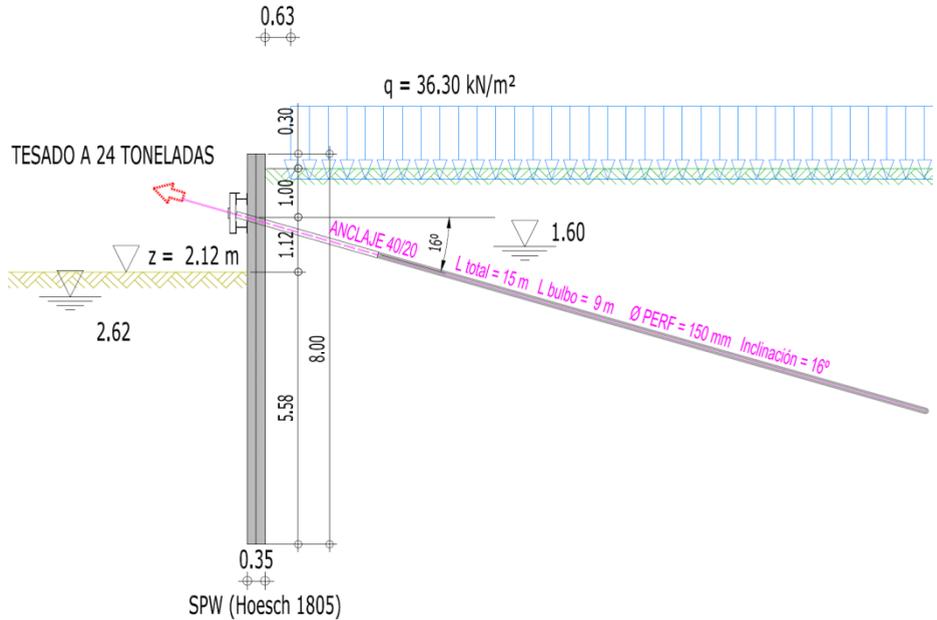
2. Se realiza una pre excavación paralela a la línea de tablestacas hasta aproximadamente un metro por debajo de la profundidad a la que se situará la línea de anclajes.



3. Se ejecutan los anclajes por roto percusión a la vez que se inyecta mortero de cemento por el orificio central de las barras.

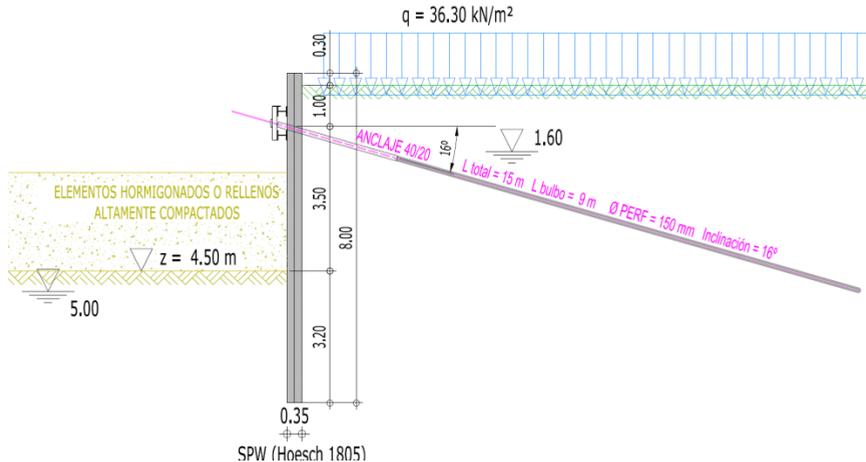


4. Se montan los perfiles y las placas de apoyo en cada anclaje.

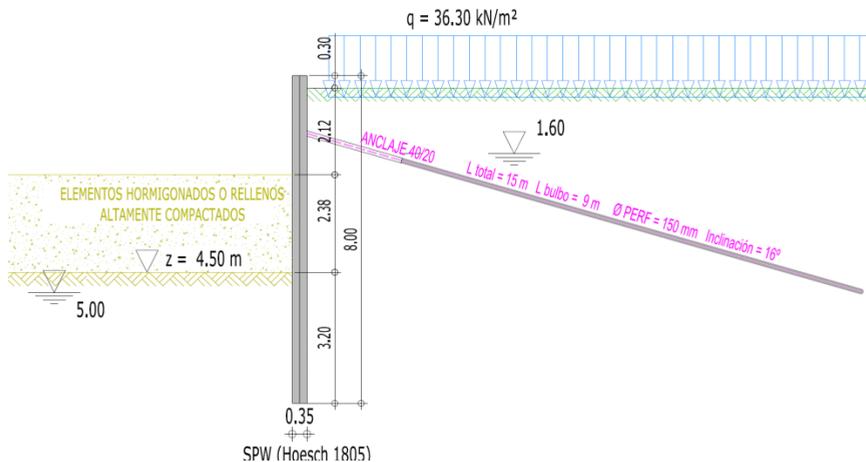




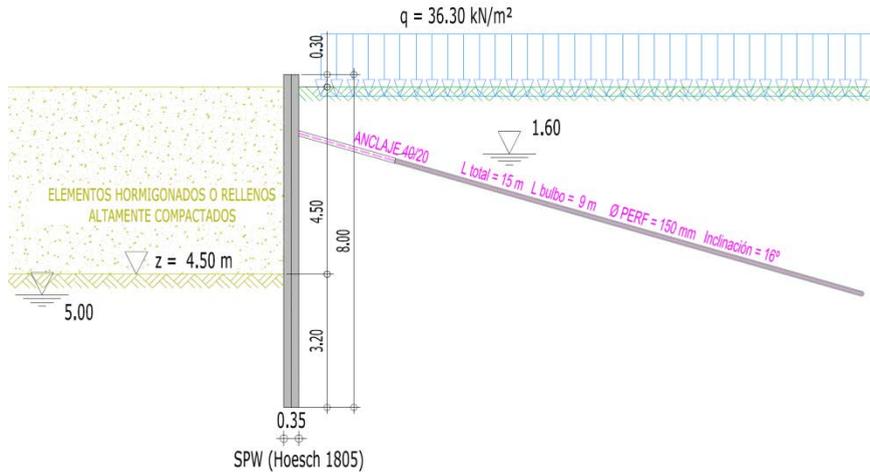
7. Se realizan las labores en el interior de la excavación hasta que la estructura ejecutada sea capaz de soportar los empujes.



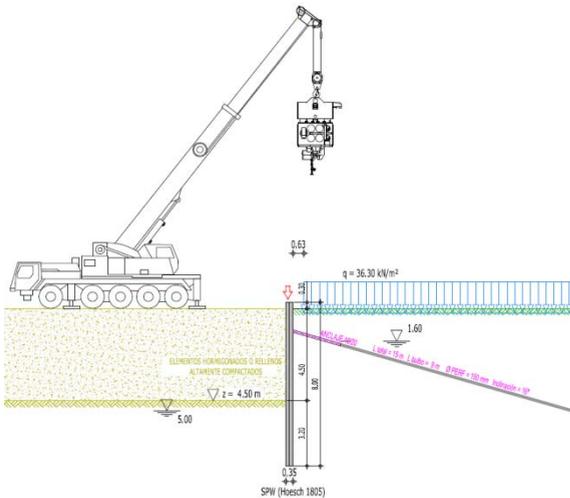
8. Después se cortan los anclajes y se desmontan las placas de apoyo y los perfiles que forman el arriostramiento.



9. Después se ejecuta el resto de la estructura hasta alcanzar la cota 0.



10. Por último se realiza la extracción del tablestacado.



A continuación se muestran imágenes para cuya entibación se ha utilizado este sistema de arriostamiento mediante anclajes.





Todos estos sistemas de arriostramiento pueden combinarse entre sí de modo que podemos tener por ejemplo una excavación rectangular, en la que los lados largos se arriostren mediante perfiles y codales y los cortos mediante anclajes. Existen multitud de combinaciones posibles que vendrán dadas por la situación y condicionantes de cada obra.

#### 4 Cálculo de pantallas de tablestacas

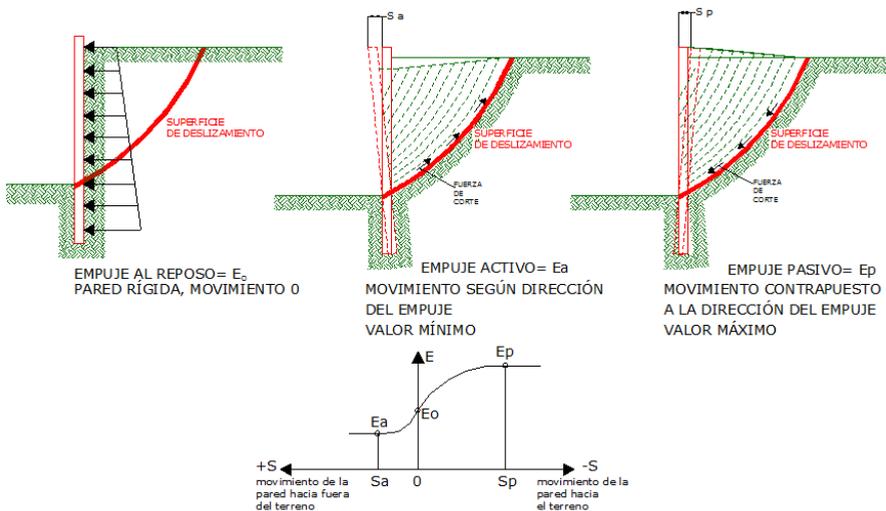
Para cumplir con esta misión es necesario el cálculo de los empujes que describiremos a continuación, basados en el apartado 4 del Manual para cálculo de tablestacas Hoesch.

La determinación del empuje del terreno sigue siendo una de las tareas de la mecánica de suelos aún no explicada totalmente. Todas las soluciones conocidas son prácticamente sólo aproximaciones. Sin embargo han demostrado mediante ensayos una gran aproximación a las circunstancias reales.

Si sobre una pared rígida, sin posibilidad de desplazamientos laterales, actúa una presión del terreno, se habla de empuje de empuje al reposo del terreno,  $E_0$ .

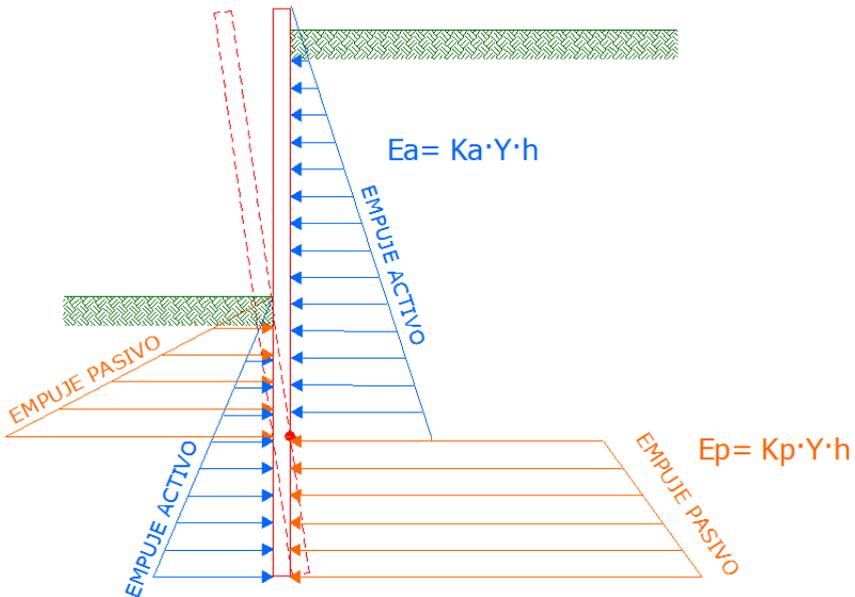
Si la pared se mueve en la dirección del empuje del terreno, éste baja hasta alcanzar un mínimo. Dicho valor mínimo se denomina empuje activo del terreno,  $E_a$ .

El valor máximo de empuje del terreno se obtiene cuando el movimiento de la pared está contrapuesto a la dirección de empuje del terreno. Este valor se llama empuje pasivo del terreno o resistencia del terreno  $E_p$ .



La reducción y el aumento del empuje del terreno por medio de la pared se logra gracias a las fuerzas de corte suscitadas al resbalar una cuña de tierra sobre la superficie de deslizamiento en formación.

El empuje al reposo,  $E_0$  se encuentra entre los 2 valores límites del empuje activo y el empuje pasivo tal y como se muestra en el gráfico inferior en cuyo eje de abscisas se indican los desplazamientos y en las ordenadas el valor del empuje.



El método de cálculo considera la pantalla empotrada en el terreno y equilibrada por los empujes activo y pasivo sobre el trasdós y el intradós. Existirá pues un punto que será el eje de giro teórico de la tablestaca.

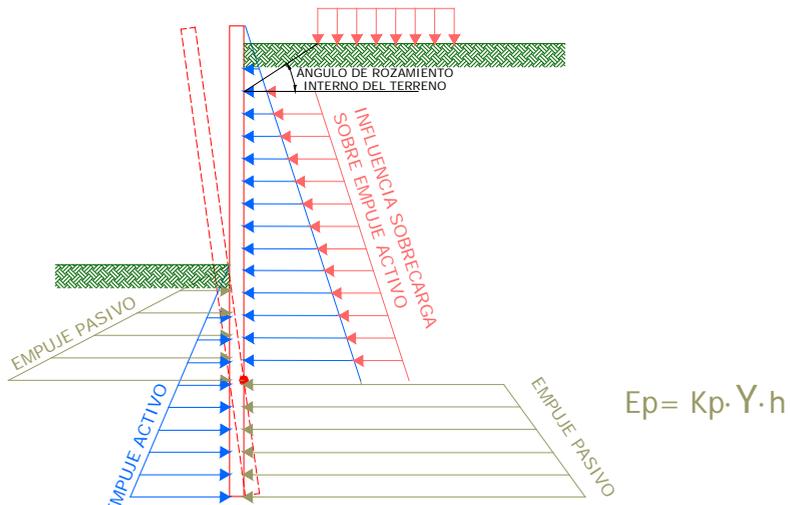
Los empujes activo y pasivo resultan de multiplicar el peso absoluto del terreno por la altura y por el coeficiente de empuje, que depende del ángulo de rozamiento interno del terreno y que es siempre menor que 1. Esto es debido a que no puede considerarse que la totalidad de las

cargas debido al peso propio del material actuarán como empuje, puesto que si no colocásemos ningún sistema de entibación, por el propio ángulo de rozamiento interno del terreno, éste será capaz de aguantarse por sí solo según un determinado ángulo.

El empuje pasivo es siempre mayor que el activo, puesto que los dos empujes son los valores límite máximo y mínimo tal y como los hemos descrito anteriormente.

De la suma de estos 2 empujes activo+ pasivo + el producido por el agua según a la profundidad a la que se encuentre, se obtiene el total de empujes que actuarán sobre las tablestacas.

Las sobrecargas influyen en los empujes activos. Empiezan a transmitirse a una profundidad determinada, según el ángulo de rozamiento del terreno, y la separación al borde de la excavación a la que empiezan a producirse.



En la práctica, en la que los cálculos se realizan mediante programas informáticos como el DC Pit, lo que se hace es multiplicar el empuje activo por un coeficiente para mayorarlo, o se hacen redistribuciones de esfuerzos de formas rectangulares o trapezoidales.

Una vez obtenidos todos los empujes de terreno, según las características del mismo y las características de la obra en concreto, el cálculo continúa considerando la tablestaca una viga empotrada en voladizo o en la que se introducirán apoyos, si se van colocando niveles de arriostramiento.

Después se calculan los esfuerzos, tanto los cortantes como los momentos flectores, y en algunos casos incluso los axiles, y se comprobará que los valores límite no superan la tensión admisible de la tablestaca en las secciones críticas tal y como se hace en el cálculo estructural convencional, y se obtendrá el empotramiento necesario para que el sistema quede en equilibrio. Además, los esfuerzos resultantes en los apoyos si los hay, servirán para el dimensionado de los elementos de arriostramiento.

# Capítulo 4. Coste estimado de los sistemas de entibación

En la mayoría de los casos, los sistemas de entibación funcionan como medios auxiliares que ayudan a la ejecución pero no forman parte de ella, es decir, son recuperables. Por este motivo, y por la infinidad de usos y combinaciones que suelen darse son equipos que suelen alquilarse. En los elementos superficiales como paneles de acero y aluminio, y tablestacas el precio suele establecerse por m<sup>2</sup>/día.

El precio actual para estos elementos superficiales considerando que este proyecto se redacta en julio de 2014 es el siguiente:

m<sup>2</sup> Alquiler diario panel de aluminio 2.00 €

m<sup>2</sup> Alquiler diario panel de acero 0.40 €

m<sup>2</sup> Alquiler diario tablestaca en ménsula 0.20 €

A estos precios, que funcionan como base se le debe añadir, en función del diseño de la entibación o de la pantalla de tablestacas, el alquiler o la compra de los elementos adicionales. Casos:

m<sup>2</sup> Alquiler diario entibación de paneles de acero + guía simple: precio de m<sup>2</sup> de panel de acero + incremento de 0.10 € por m<sup>2</sup>

m<sup>2</sup> Alquiler diario entibación de paneles de acero + guía doble: precio de m<sup>2</sup> de panel de acero + incremento de 0.20 € por m<sup>2</sup>

m<sup>2</sup> Alquiler diario entibación mediante pantalla de tablestacas arriostrada con perfiles y codales: precio de m<sup>2</sup> alquiler tablestaca en ménsula + incremento de 0.15 € por m<sup>2</sup>

m<sup>2</sup> Alquiler diario entibación mediante pantalla de tablestacas arriostrada con marco soldado in situ: precio de m<sup>2</sup> alquiler tablestaca en ménsula + incremento de 0.15 € por m<sup>2</sup> correspondiente al material + días de trabajo de soldador en obra para ejecución in situ 300€/día + desplazamientos soldador a obra. En este caso si la obra tiene soldadores, se pueden eliminar los dos últimos conceptos y el montaje en obra es por cuenta del cliente.

m<sup>2</sup> Alquiler diario entibación mediante pantalla de tablestacas arriostrada con pantalla auxiliar + tirantes: precio de m<sup>2</sup> alquiler tablestaca en ménsula para pantalla principal y auxiliar + incremento de 0.20 € por m<sup>2</sup>

m<sup>2</sup> Alquiler diario entibación mediante pantalla de tablestacas ancladas: precio de precio de m<sup>2</sup> de tablestaca en ménsula + precio de m de anclaje, en función del diámetro y longitud, los más habituales son:

Anclaje Ischebeck TITAN 40/16      60 € m lineal

Anclaje Ischebeck TITAN 52/26	75 € m lineal
Anclaje Ischebeck TITAN 73/45	90 € m lineal
Anclaje Ischebeck TITAN 103/78	120 € m lineal

\*\*\* Estos precios incluyen el material tanto del anclaje como los perfiles de arriostramiento, y la mano de obra de la ejecución del anclaje, un operario para dirigir las operaciones del montaje del arriostramiento y del tesado

Además de estos elementos también debe considerarse el precio de los equipos de vibración para la hinca y para la extracción de las pantallas de tablestacas, que pueden alquilarse por días con y sin operarios o pueden facturarse por m<sup>2</sup> de superficie hincada y superficie extraída:

#### 1. Martillo vibrador:

Alquiler diario sin operario	90 €
Alquiler diario con operario	330 €
m <sup>2</sup> Hinca	8 €
m <sup>2</sup> Extracción	8 €

\*\*\* Estos precios no incluyen el precio de la retroexcavadora que es por cuenta del contratista.

#### 2. Vibradores colgados de grúa + grupo hidráulico

Alquiler diario sin operario	900 €
Alquiler diario con operario	1200 €
m <sup>2</sup> Hinca	15 €
m <sup>2</sup> Extracción	13 €

\*\*\* Estos precios no incluyen el precio de la grúa auto-transportable que es por cuenta del contratista

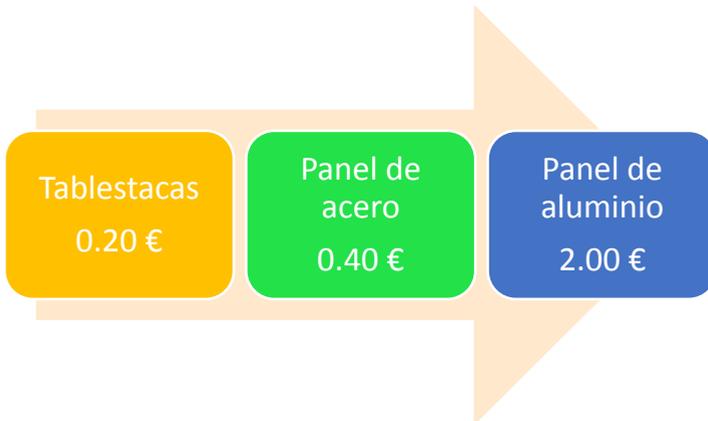
### 3. Equipo auto-transportable con mástil telescópico

Alquiler diario con operario	2000 €
m <sup>2</sup> Hinca	18 €
m <sup>2</sup> Extracción	15 €

\*\*\*Este equipo se alquila siempre con operario

En cuanto a los sistemas de agotamiento de agua, el precio del alquiler diario para 100 m de perímetro, incluso bomba de hinca, lanzas, manguitos, colectores, bomba de aspiración y accesorios necesarios son 100 €. El operario instructor para la hinca y puesta en marcha rondan 300 €/día.

Si hacemos una valoración inicial podríamos decir que es más económico el sistema de tablestacas que el de paneles de acero y a su vez estos dos son más económicos que el de paneles de aluminio.



Pero quedarnos con esta visión sería algo muy superficial ya que el sistema de paneles de aluminio no necesita medios de elevación para su montaje que se realiza de forma manual, con lo cual ahorramos en mano de obra y en medios de izado. Los rendimientos de montaje y colocación en zanja son muy altos. También por el material y por las dimensiones, consigue limitar muchísimo los movimientos del terreno alrededor de la zanja, minimizando el impacto que tiene el realizar cualquier excavación en un ámbito urbano en cuanto a rotura de pavimentos, aceras, instalaciones existentes etc. Además el transporte y la zona de acopio de material se reduce considerablemente.

Por otro lado, en zanjas de profundidades mayores en ámbitos no urbanos o en obras de mayor magnitud, el sistema de panel de acero es de gran utilidad. Una vez montado el tramo inicial de zanja, puede pasarse a los siguientes en módulos sin necesidad de desmontar, lo que también aumenta considerablemente los rendimientos.

Por último, las tablestacas por si solas parecen más baratas y más versátiles, pero hay que sumarles el coste de la vibración para la hinca y la extracción y el coste del arriostamiento necesario, con lo que la duración de la obra puede hacer que sea el sistema más rentable, a parte de ser el único sistema utilizable si nos encontramos con la presencia de nivel freático.

# Capítulo 5. Sistema de agua well-point

Se trata de un equipo auto aspirante para el bombeo por vacío del agua, en terrenos donde el nivel freático está en una cota más alta que la cota de trabajo.

Es un equipo eficaz que mediante lanzas de drenaje hincadas en el terreno, aspira e impulsa las aguas del nivel freático mediante una bomba de vacío, a través de conducciones, y las conduce al punto de desagüe deseado. El agotamiento se produce en muchos puntos a la vez por lo que se reduce el posible efecto del arrastre de finos que se produce al utilizar por ejemplo bombas de fondo para el agotamiento del nivel freático.

Permite agotar hasta 7 m de columna de agua de forma efectiva en terrenos con permeabilidades comprendidas entre  $10^{-3}$  y  $10^{-5}$  m/s.



Los componentes del sistema son:

**Lanzas de drenaje:** Son tubos de acero galvanizado de longitudes variables según la profundidad de la excavación y 50 mm de diámetro, que tienen dispuesto un filtro de 1 m de longitud en el extremo más profundo. Las lanzas se hincan en el terreno y absorben el agua una vez conectadas a la bomba de vacío.

**Manguitos de unión:** Son tubos flexibles que tienen piezas de empalme en los extremos para conectar las lanzas con la conducción de aspiración.

**Conducción de aspiración o colector:** Es un tubo flexible o de acero, a cuyos orificios se conectan los manguitos de cada lanza. Los orificios que no son necesarios, se hacen estancos mediante tapones. Conduce las aguas impulsadas hasta la bomba de absorción o bomba de vacío y desde allí al punto deseado de desagüe.

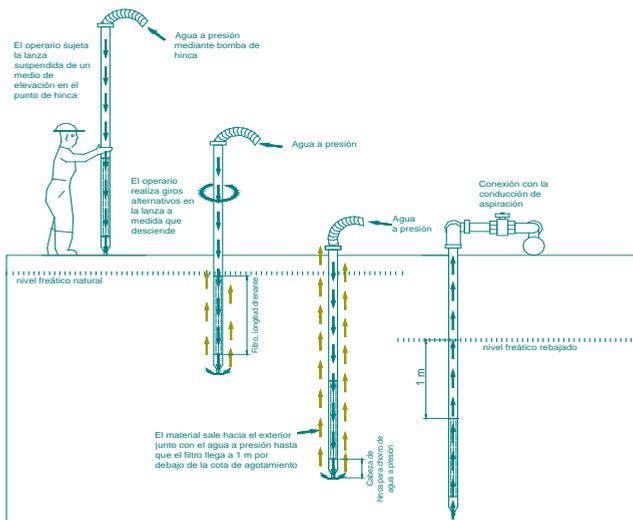
**Bomba de vacío:** Se trata de una combinación de bomba de vacío, tanque separador de la mezcla aire-agua y bomba de agua, junto con una unidad de control eléctrico. Es la encargada de crear una subpresión que absorba el agua del nivel freático y la haga circular hasta el punto deseado.

**Bomba de hincas:** Son bombas especiales de agua a presión previstas para el hincado de las lanzas. Estas bombas, se conectan a las cabezas de las lanzas una vez situadas verticales en el terreno de modo que el agua inyectada sale libremente por la punta de la lanza desplazando y arrastrando el terreno que bordea la punta. El propio vaciado del terreno de las cercanías de la punta de la lanza, hace que descienda toda la lanza.

### **Funcionamiento del sistema mediante lanzas directamente en el terreno:**

Utilizando la bomba de hincas jetting, se hincan en el terreno las lanzas, perimetralmente al área de agotamiento. Según la permeabilidad del terreno y la altura de la columna de agua a rebajar, las lanzas se espaciarán más o menos entre ellas, tomando como valor aproximado una lanza cada metro.

Un equipo completo de Wellpoint incluye una bomba por cada 100 lanzas, es decir, situaremos una bomba de agotamiento Wellpoint cada 100 m perimetrales o fracción, de la zona a agotar. Se recomienda que el filtro este cubierto por al menos un metro de tierra, para impedir que el sistema tome aire por la parte superior del barreno, en caso de no poder cumplir con esto se puede optar por poner sobre cada lanza un poco de tierra presionada para que haga las veces de tapón.





ELEVACIÓN Y POSICIONADO



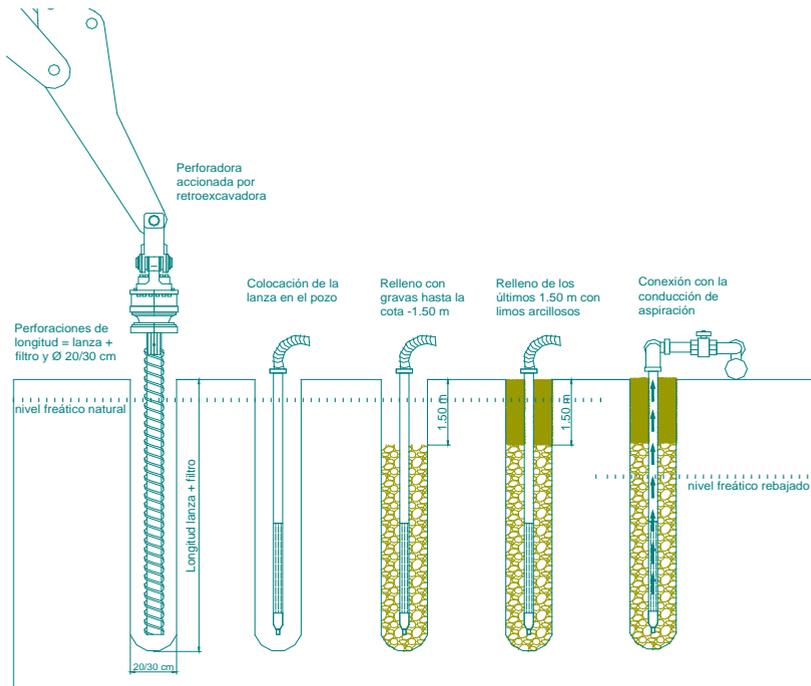
HINCA CON AGUA A PRESIÓN



CONEXIÓN A COLECTOR

### ***Funcionamiento mediante pozos drenantes:***

En los casos de permeabilidades distintas a las indicadas o en terrenos con alto contenido en partículas finas como limos y arcillas, se recomienda la instalación de las lanzas en el interior de pozos drenantes. Para ello, mediante un tornillo sinfín helicoidal de 20/30 cm de diámetro accionado por perforadora acoplada al brazo de la retroexcavadora, se realizan micro pozos en los que posteriormente se colocarán las lanzas de Wellpoint. Posteriormente se rellena el pozo con gravas excepto los 1.50 m superiores, que se rellenan con limos arenosos para impedir la entrada de aire en el sistema de aspiración Wellpoint. El resto de proceso de instalación es el mismo.



PERFORACIÓN



LANZA COLOCADA EN EL POZO



RELLENO Y CONEXIÓN

## Conclusiones

Como sencilla guía a la hora de empezar a pensar en alguno de los sistemas de entibación que vamos a describir a continuación podemos decir:

En excavaciones pequeñas de zanjas y pozos en zonas urbanas en las que sería dudoso emplear entibación y los mayores riesgos vienen de la caída de pequeñas porciones del talud y roturas de servicios, podemos de inicio pensar en usar entibación de aluminio.

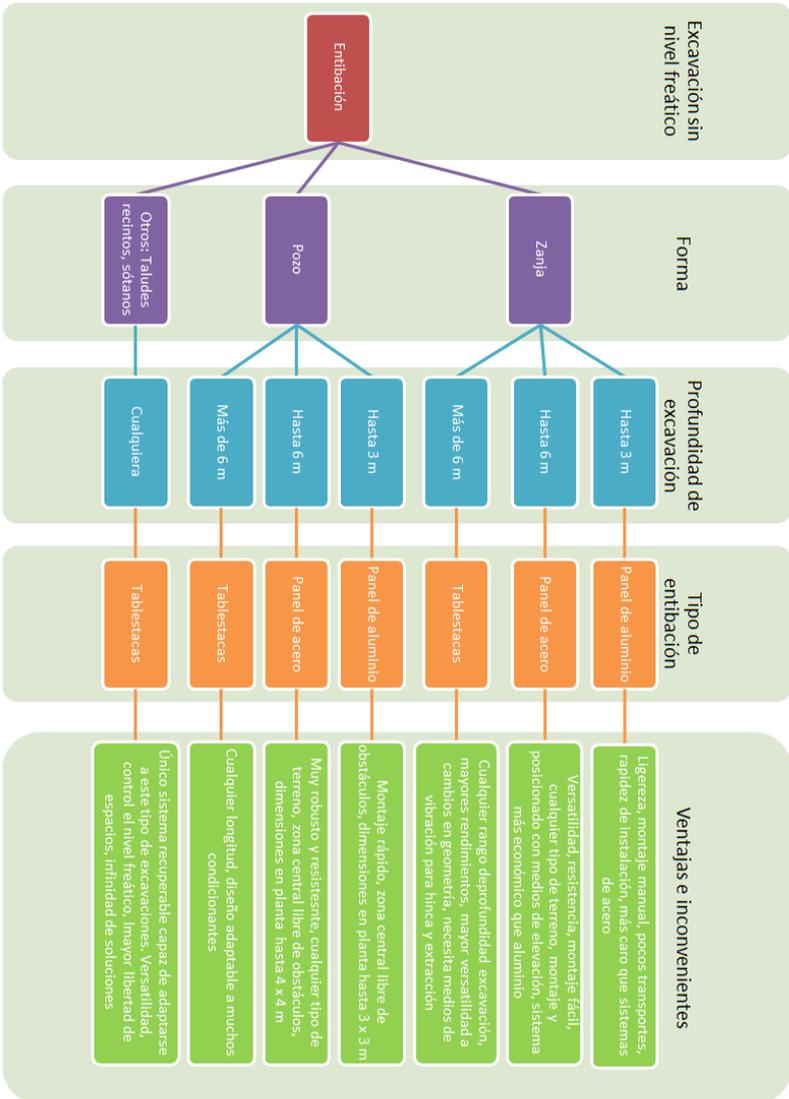
Para profundidades mayores sin agua se plantearía de inicio el uso de panel de entibación de acero.

Si existen condicionantes de espacio o terrenos muy sueltos o con muchos servicios que cortan la zanja se puede pensar en el panel con guías, y dependiendo de la profundidad a alcanzar y del diámetro del tubo a colocar se optará por guías dobles o simples.

Si existen grandes profundidades de excavación, o formas en planta que no sean zanjas o pozos, la mejor solución son las pantallas de tablestacas. Además, si nos encontramos con el nivel freático necesitamos tablestacas machihembradas.

Si no es posible la hinca o hay situaciones especiales hay que plantear soluciones más específicas.

Para finalizar a continuación se muestra un cuadro-resumen de los sistemas de entibación no definitivos que se han mostrado en el presente trabajo:



## Referencias Bibliográficas

Hoesch, S. (1991), Manual de cálculo de tablestacas, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.

Rodríguez, J.M., Serra, J. y Oteo, C. (1982), Curso aplicado de cimentaciones. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid

Puertos del Estado (1994), Recomendaciones para obras marítimas ROM 0.5-94 Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias. Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente, Puertos del Estado, Madrid

NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales

UNE-EN 12063 Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Tablestacados. AENOR (2000)

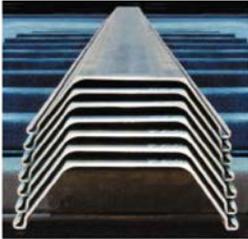
UNE-EN 13331-1 Sistemas de Entibación de Zanjas Parte 1: Especificaciones del producto. (2002)

UNE-EN 13331-2 Sistemas de Entibación de Zanjas Parte 2: Evaluación por cálculo o por ensayo. (2002)

## Anexos

Catálogos de sistemas de entibación:

1. Pantallas de tablestacas
2. Blindaje por paneles Gigant
3. Entibación mediante paneles deslizantes con guía simple
4. Entibación mediante paneles deslizantes con guía doble
5. Blindaje ligero de aluminio Gigant
6. Sistema de agotamiento de agua well-point



## Pantallas de tablestacas

Sótanos, recintos, taludes, pozos, obras portuarias...



- Rapidez
- Economía
- Eficacia
- Versatilidad
- Sostenibilidad
- Material recuperable
- En venta o en alquiler

SISTEMAS DE ENTIBACIÓN

### Sótanos, recintos, taludes, pozos, obras portuarias...

La empresa Ischebeck ofrece diversos sistemas de entibación para garantizar la seguridad y permitir la ejecución de trabajos en profundidad ocupándose de la contención tanto del terreno como de edificios o instalaciones cercanos a la excavación. Por ello, sus sistemas son utilizados tanto en el ámbito de obras civiles como en el de la edificación para la ejecución de sótanos.



Uno de los sistemas de entibación más utilizados son las pantallas de tablestacas hincadas en el terreno. Ischebeck dispone de diversos modelos de tablestacas machihembradas y solapadas de diferentes longitudes, para acometer obras de diversa naturaleza.

Además del servicio de la venta o el alquiler del material, ponemos a su disposición los equipos de vibración para la hinca y la extracción de las tablestacas, y equipos de perforación para la colocación de los anclajes si son necesarios. En función de la longitud de las tablestacas, de la dureza del terreno y de los condicionantes de la obra se escogerá el equipo de vibración más adecuado.



Dependiendo de la profundidad a alcanzar, de la naturaleza del terreno y de la presencia o no de agua se elegirán el modelo y la longitud de la tablestaca, así como el tipo de pantalla más adecuado:

- Pantalla de tablestaca en ménsula.
- Pantalla arriostrada a uno o varios niveles mediante anclajes, tirantes o codales.



#### Ventajas de la pantalla de tablestacas frente al muro pantalla

- Reducción de plazos de ejecución
- Menor coste de materiales
- Mejor control de calidad, elementos accesibles y a la vista
- Facilidad de impermeabilización
- Soluciones estructurales más sencillas

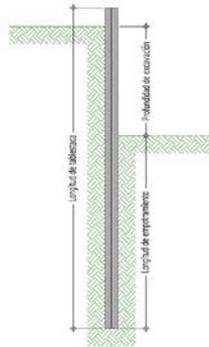
### Pantalla de tablestacas en ménsula

Se trata del caso más sencillo, en el que la tablestaca se hincada y se deja empotrada en el terreno. En este caso, una vez hincada y a medida que se va realizando la excavación, la tablestaca empieza a absorber los empujes producidos por el terreno y, en algunos casos por el agua, y a transmitirlos a través de la longitud de empotramiento.

La longitud de tablestaca incluye la profundidad de excavación, la longitud de empotramiento y un sobrante superior para que las pinzas de los equipos de vibración puedan coger la tablestaca durante la hincada y la extracción.

#### Fases:

- Hincada de tablestacas
- Excavación

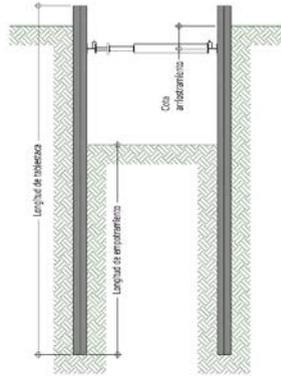


### Pantalla de tablestacas arriostrada con perfiles y codales o con marcos soldados in situ

Si la profundidad de excavación, el tipo de perfil geotécnico o las sobrecargas hacen imposible que la pantalla trabaje en ménsula, puede arriostrarse en uno o varios niveles. El modo más sencillo si se tienen dos pantallas paralelas, es decir, en el caso de zanjas, es arriostrar mediante perfiles colgados con cadenas de la cabeza de las tablestacas y codales transversales o en el caso de pozos mediante estructuras metálicas de perfiles soldados in situ.

#### Fases:

- Hincado de tablestacas
- Preexcavación unos 0,50 m por debajo de la cota del arriostramiento
- Montaje de arriostramiento
- Excavación

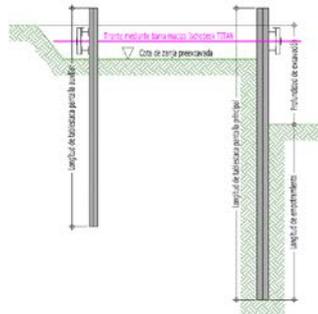


### Pantalla de tablestacas atirantada

Si se dan las condiciones de no poderse resolver una excavación con tablestacas en ménsula, y a la vez no tenemos dos pantallas paralelas lo suficientemente cerca o se trata de una pantalla única, el modo de arriostrar puede ser mediante tirantes unidos a una pantalla de tablestacas trasera auxiliar. Todos los elementos son recuperables.

#### Fases:

- Hinca de tablestacas de la pantalla principal y a la distancia indicada de la pantalla auxiliar.
- Excavación de unas pequeñas zanjas perpendiculares a ambas pantallas.
- Montaje de los tirantes y fijación a las vigas de atado.
- Relleno de la zona entre pantallas si es necesario.
- Excavación

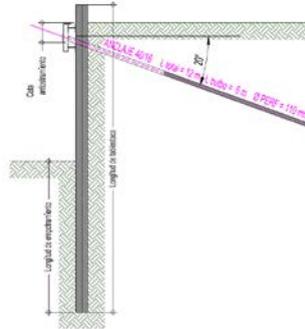


### Pantalla de tablestacas anclada

En muchos casos, en los que se necesita tener libre el interior de la excavación, y no se dispone de espacio para atrantrar, la mejor opción es anclar la pantalla. Los anclajes utilizados, se realizan mediante la barra TITAN fabricada por Ischebeck. Cuando dejan de ser necesarios, se cortan las cabezas, el resto del anclaje se deja perdido en el terreno y se recuperan las tablestacas.

#### Fases

- Hinca de tablestacas
- Preexcavación 0.50 m por debajo de la cota de anclaje.
- Ejecución del anclaje
- Montado de vigas de atado y tesado a los 7 días
- Excavación
- Corte del anclaje y extracción de tablestacas

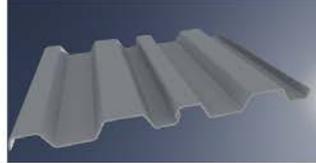
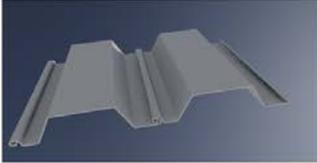


## Elementos del sistema

**Tablestacas:** Son perfiles metálicos laminados en frío o en caliente, con forma grecada, cuyo diseño permite resistir grandes esfuerzos producidos por los empujes del terreno y del agua y a la vez resistir el desgaste propio de la hincia para poder ser reutilizadas.

Existen tablestacas de dos tipos: machihembradas o solapadas. Las primeras ofrecen pantallas de mayor resistencia tanto a los esfuerzos como a la entrada de agua en el interior de la excavación.

En Ischebeck Ibérica, disponemos de tablestacas de diferentes modelos, longitudes, calidades de acero, etc... que nos permiten acometer cualquier tipo de obra.



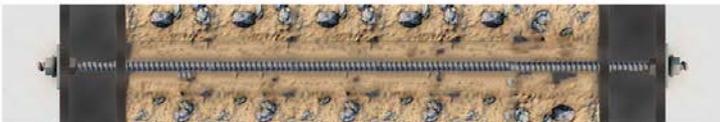
**Arriostramiento:** Se trata de perfiles de acero de las series HEB y HEM y codales fabricados por Ischebeck. Unos son productos existentes en nuestra lista de artículos, cuya extensión oscila entre un rango definido, y otros se fabrican a medida, como los codales Gi SV-1+ Perfil HEB. El arriostramiento puede utilizarse colgado con cadenas de la cabeza de las tablestacas, o realizarse en obra mediante estructura metálica soldada in situ, que apoya sobre piezas soldadas a la tablestaca para tal fin. Ischebeck Ibérica realiza tanto el suministro del material, como la fabricación de elementos a medida, y el montaje en obra.



**Anclajes Ischebeck TITAN:** Están constituidos por barras de tubo roscado por laminación en frío como sección de acero portante y un cuerpo de cemento perimetral, que se forma durante la inyección por roto-percusión, que transmite las cargas de tracción y/o compresión por rozamiento desde la barra a través del cuerpo de inyección al terreno. El tubo se suministra a obra, salvo petición especial, en tramos de 3 metros, que se empalman mediante manguitos roscados con tope y juntas de estanqueidad centrales, y en la punta se usa una boca de perforación de un solo uso. Ischebeck Ibérica realiza tanto el suministro del material para la ejecución de anclajes, tirantes o micropilotes, etc. así como la instalación de anclajes en nuestras pantallas de tablestacas con personal y maquinaria propios.



**Tirantes Ischebeck TITAN:** Se trata de las mismas barras que los anclajes pero macizas, sin perforación central puesto que no se inyecta ningún tipo de lechada. Se fabrican en diámetro 30 y 40 mm y en longitudes de barra de 6.00/6.15 m respectivamente. Pueden cortarse en taller o en obra a cualquier longitud, y tienen a su disposición todos los accesorios como manguitos de empalme, placas tuercas y accesorios de las barras de anclaje del mismo diámetro.



## Servicios

Ischebeck Ibérica ofrece un paquete de servicios completo que facilita la ejecución a nuestros clientes.

**Vibración:** La gama de equipos de que dispone Ischebeck Ibérica, permite la hinca de gran variedad de elementos además de nuestras tablestacas, como camisas para pilotes, tubos, etc. La hinca y la extracción se realizan de forma rápida y económica, por los grandes rendimientos que se obtienen. Además esta maquinaria de última generación permite trabajar de la manera más segura, tanto en el manejo como en las vibraciones emitidas, puesto que dispone de dispositivos que permiten controlar la frecuencia de la vibración, minimizando los efectos de la misma sobre el entorno.

En función del tipo de obra, de la longitud de las tablestacas, del tipo de terreno y de las condiciones de emplazamiento, nuestro equipo técnico y comercial le indicará el tipo de maquinaria que más se ajuste a sus necesidades, basándose en su amplia experiencia en este tipo de trabajos. Las opciones son 3:



**Martillo vibrador,** funciona como un accesorio de la retroexcavadora, utilizando su sistema hidráulico. Es de fácil manejo, disponemos accesorios de acople a gran variedad de modelos de retroexcavadora y es ideal para la hinca de tablestacas ligeras y cortas en terrenos blandos.



**Vibrador colgado,** funciona suspendido de una grúa, consta del vibrador + el grupo hidráulico. Tiene posibilidad de trabajar sumergido y es válido para la hinca de elementos de gran longitud. Con las mordazas adecuadas permite la hinca de tubos. Es adecuado para zonas de acceso difícil.



**Vibrador sobre equipo autotransportable,** produce grandes rendimientos, incluso en terrenos con gran resistencia a la hinca, permite hincar elementos de gran longitud (disponemos de equipos con mástiles de hasta 19 m). Se desplaza sobre ruedas o cadenas.

**Control del agua subterránea:** Ponemos a su disposición el sistema de agotamiento de agua WELLPOINT como complemento a los sistemas de entibación. Consulte nuestro catálogo o la página web para ampliar su información.

**Ayudas a la hinca:** Para casos de terrenos con alta resistencia a la hinca, disponemos de martillos de golpeo y accesorios de perforación para nuestros equipos o para retroexcavadoras.

Además del material, mano de obra y maquinaria para el montaje y funcionamiento de todos estos sistemas, ponemos a su disposición a nuestro equipo técnico-comercial, que a partir de la información proporcionada por usted en cuanto a necesidades, estudio geotécnico y condicionantes de la propia obra, pueden asesorarle en los aspectos relacionados con nuestros productos, ofreciéndole las opciones más convenientes, así como elaborar una oferta técnica y económica sin ningún compromiso, siempre basada en las comprobaciones realizadas por nuestro departamento técnico, donde se realizan propuestas de diseño, de acuerdo con las recomendaciones y normativas correspondientes a cada caso.

De forma general, una vez aceptada nuestra oferta, realizamos procedimientos de trabajo personalizados para cada obra, para que tanto nuestro personal, como los responsables de la obra como jefe de obra, jefe de producción, encargado, etc., tengan claros los procedimientos, las fases, las precauciones a tomar y a quién corresponde la realización de cada trabajo.

**ISCHEBECK** ... Tecnología avanzada en encofrados, cimbras, entibación y geotecnia

**Casa Matriz:**  
FRIEDR. ISCHEBECK GMBH  
P.O. BOX 1341  
DE-58242 ENNEPETAU

TEL: +49-2333-83050  
FAX: +49-2333-830555  
Email: [export@ischebeck.com](mailto:export@ischebeck.com)  
<http://www.ischebeck.com>

**Filial en España:**  
ISCHEBECK IBÉRICA S.L.  
Pol.Ind. El Oliveral, C/S parcela Nº 25  
ES-46394 RIBARROJA DEL TURIA (Valencia)

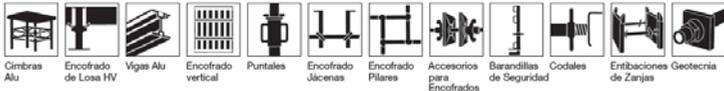
TEL: +34-96-166-6043  
FAX: +34-96-166-6182  
Email: [ischebeck@ischebeck.es](mailto:ischebeck@ischebeck.es)  
<http://www.ischebeck.es>

DIN EN ISO 9001  
CERTIFICADO  
**DVS**  
Zertifiziert  
Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001  
Registrierungsnummer 0519113

**Filial en Argentina para el Mercosur:**  
ISCHEBECK SUDAMÉRICA S.A.  
Calle Reconquista 761  
Ciudadela B1702FCO, Buenos Aires

TEL: +54-11-4488-4799  
FAX: +54-11-4488-4799  
Email: [info@ischebecksud.com.ar](mailto:info@ischebecksud.com.ar)  
<http://www.ischebecksud.com.ar>

Oficina Central Ennepetal - Registro mercantil: Hagen HRB 5585 - CIF-Nº: DE811181225 - Gerentes: Dipl.-Ing. Ernst Friedrich Ischebeck, Friedrich Döpp, Dipl.-W.-Ing. BIlm Ischebeck





**ISCHEBECK**<sup>®</sup>  
**GIGANT**

## Blindaje por paneles **GIGANTE**

El sistema universal de entibación de zanjas

- seguro
- simple
- universal
- económico
- robusto
- rentable

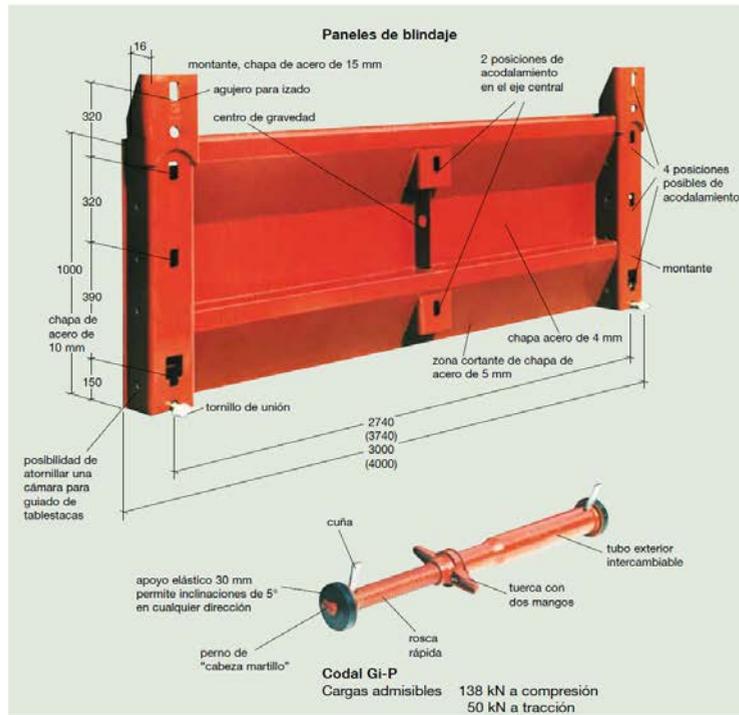


SISTEMAS DE ENTIBACIÓN

El sistema se compone de dos elementos: paneles de blindaje y codales.

Lo que significa:

- gasto mínimo de mantenimiento
- altos rendimientos en el montaje
- muchos reemplazos
- fácil uso
- adaptación fácil y económica a cualquier profundidad de zanja gracias a la discretización en módulos de 1 m





El blindaje GIGANTE Gi-P desciende al mismo tiempo que se profundiza en la excavación



#### Montaje de las planchas de blindaje

Se descarga el camión y se montan las blindas con los codales, formándose los cajones de 3 ó 4 m. de longitud. Basta un martillo como herramienta para fijar las cuñas y los tornillos. El conjunto no es necesario desmontarlo hasta finalizar la obra.



#### Excavación

La separación entre codales permite una excavación cómoda. Los codales pueden colocarse en el centro de los paneles.



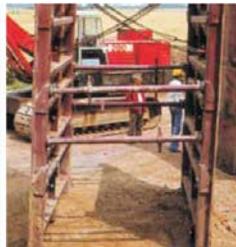
#### Proceso de hincado

Se excava la zanja hasta una cierta profundidad, se introduce el conjunto de blindaje y se sigue excavando. El conjunto desciende por su propio peso o presionando con la pala sobre los cascos. El apoyo elástico de los codales permite un descenso alternativo de los paneles de blindaje. La protección es continua.



#### Cambio de posición de los codales

Se introduce el perno "cabeza de martillo" en el agujero rectangular y se gira la cuña a la posición vertical, fijándola de un martillazo.



#### Izado de un conjunto de blindaje

Sin necesidad de desmontar los módulos de blindaje. Las eslingas pueden engancharse a los montantes y al agujero central del panel.



#### Transporte y almacenamiento

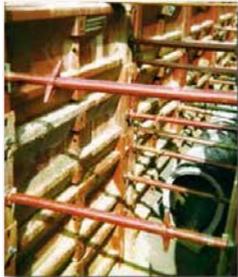
Sobre cualquier camión. En un remolque caben 150 m<sup>2</sup> de blindaje aprox.

**Un sistema extraordinariamente útil y manejable**

aunque en el avance de la obra surjan imprevistos como:

- cambio de la naturaleza del terreno.
- tuberías transversales a la zanja.
- necesidad de instalar un pozo de registro más ancho que la tubería.

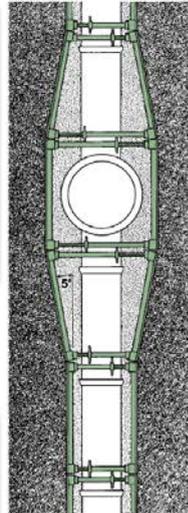
En todas estas situaciones, el blindaje GIGANTE Gi-P soluciona los problemas.



Zanja de 4,0 m. de profundidad. Paneles de 4,0 m. de longitud acodadas en los extremos, altura libre entre suelo y codales de 1,5 m.



Los tubos de 2,5 m. ó de 3,5 m. de longitud se colocan sin necesidad de mover los codales.



**Pozo de registro.**  
Empleando los mismos paneles y alargando/acortando los codales.



Protección total mientras se instala la tubería en el fondo de la zanja.



Trabajo de la excavadora entre los codales.



En el caso de canalizaciones transversales, el módulo de blindaje puede colocarse en sentido vertical con lo que se obtiene un paso de 1,0 m. de anchura, para los tubos de agua, gas, electricidad.

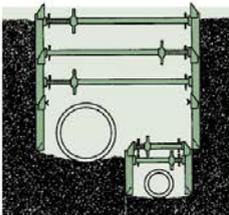


Tras el montaje de la conducción el relleno se hace compactando el terreno por tongadas de 1 m. de altura. La protección del personal es continua.

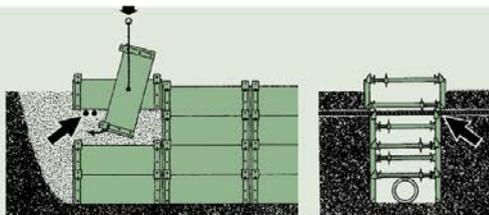
**ISCHEBECK**  
**GIGANT**



**Extracción de las blindas.**  
Si la presión del terreno es tal que no permite sacar el blindaje entero, se quitan los codales más profundos, se engancha la eslinga en el taladro central, se sueltan los dos tornillos de aletas y se iza el panel en vertical, entre los codales superiores.



**Alcantarillas**



Se puede dejar paso a conducciones transversales a la zanja. El blindaje es regulable en altura y anchura.



Si la zanja es muy profunda y la presión abajo importante, pueden colocarse paneles inferiores de 3,0 m. de longitud y superiores de 4,0 m. de longitud.



Al excavar, el conjunto de blindaje se va clavando en el suelo. Deben emplearse cascos protectores de golpes sobre los montantes.



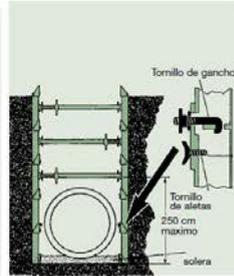
En suelos duros y cohesivos Las zapatas de corte o los paneles cortantes facilitan el descenso del conjunto del blindaje.



**Apretar y aflojar**  
los codales, con una llave de  
palanca.



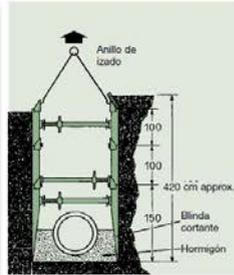
**Grandes tuberías.**  
Sobre una solera de hormigón que contribuye a  
sustentar la entibación. Es necesario reforzar a  
sustentar las uniones entre paneles, con tornillos de gancho  
que sustituyan a los codales inferiores.



**Zanjas anchas en terreno de  
relleno.**  
El empleo de cadenas cruzadas en  
diagonal, en planos verticales  
aumenta la estabilidad del blindaje y  
limita el desplazamiento relativo de  
los paneles al  $\pm 5^\circ$ . Las cadenas no  
suponen un estorbo para los trabajos.



**Los paneles cortantes sirven de  
encofrado para el recubrimiento  
de hormigón.**

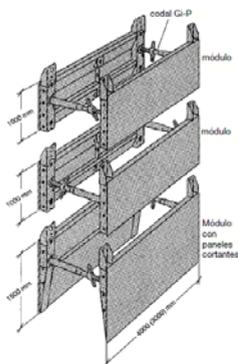


**Terrenos sueltos.**  
Los paneles cortantes facilitan el  
relleno y la compactación.



**Datos técnicos**

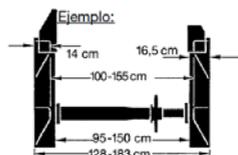
En zanjas de:  
profundidades de 2,0 hasta 6,0 m  
anchuras de 1,0 hasta 4,0 m



**Codales GI-P para anchuras**  
(ajuste de los codales)

( 64-94)	100-130 cm aprox.	20 kg
( 95-150)	130-185 cm aprox.	25 kg
(150-215)	185-250 cm aprox.	32 kg
(200-265)	235-300 cm aprox.	38 kg
(249-314)	285-350 cm aprox.	47 kg
(299-364)	335-400 cm aprox.	54 kg

Codales más largos sobre pedido.  
Carga admisible:  
138 kN a compresión  
50 kN a tracción



**GI-P / 130-185**



**ISCHEBECK®**  
**GIGANT**

**Paneles:****Panel de 3,0 m GS-96154**

Dimensiones: 3,0 x 1,0 x 0,14 m aprox.

Peso: 349 kg aprox.

Presión del suelo máx. admisible: 34,1 kN/m<sup>2</sup>

Profundidad máxima admisible:

6 m con codales en los extremos – 3 m con codales en el centro

Altura libre entre fondo de zanja y codales inferiores:

0,8 m para zanja de profundidad 3 m con codales en el centro

1,8 m para zanja de profundidad 3 m con codales en los extremos

1,5 m para zanja de profundidad 4 m con codales en los extremos

1,1 m para zanja de profundidad 6 m con codales en los extremos

2,5 m para zanja de profundidad 6 m con codales en los extremos y apoyo sobre solera de hormigón

Productividad: aprox. 0,15 - 0,25 h/m<sup>2</sup>

**Panel de 4 m GS-96155**

Dimensiones: 4 x 1 x 0,14 m aprox.

Peso: 442 kg aprox.

Presión del suelo máx. admisible:

23 kN/m<sup>2</sup>

Profundidad máxima admisible:

4 m con codales en los extremos

Altura libre entre fondo de zanja y

codales inferiores:

1,1 m para zanja de profundidad

4 m con codales en los extremos

**Panel de 4 m GS-96156 reforzado**

Dimensiones: 4 x 1 x 0,14 m aprox.

Peso: 502 kg aprox.

Presión del suelo máx. admisible:

31,4 kN/m<sup>2</sup>

Profundidad máxima admisible:

5,5 m con codales en los extremos

Altura libre entre fondo de zanja y

codales inferiores:

1,1 m para zanja de profundidad

6 m con codales en los extremos

**Paneles cortantes:****3 x 1,5 m GS-96157**

Dimensiones: 3 x 1,5 m

Peso: aprox. 460 kg

Presión del suelo

máx. admisible: 31,5 kN/m<sup>2</sup>

Altura libre entre fondo de zanja y

codales inferiores:

1,36 m hasta 3,5 m profundidad

1,04 m hasta 5,5 m profundidad

**4 x 1,5 m GS-96158**

Dimensiones: 4 x 1,5 m

Peso: aprox. 580 kg

Presión del suelo

máx. admisible: 31,5 kN/m<sup>2</sup>

Altura libre entre fondo de zanja y

codales inferiores:

1,36 m hasta 2,5 m profundidad

1,04 m hasta 5,5 m profundidad

**Paneles cortantes 4 x 2,15 m GS-96159**

Dimensiones: 4 x 2,15 m

Peso: aprox. 850 kg

Presión del suelo

máx. admisible: 28,6 kN/m<sup>2</sup>

Altura libre entre fondo de zanja y codales inferiores:

1,41 m hasta 3 m profundidad de zanjas

1,09 m hasta 5 m profundidad de zanjas

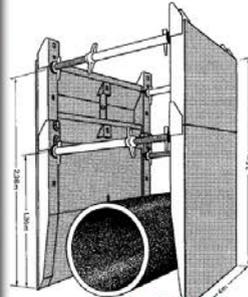




Los sistemas de blindaje GIGANTE Gi-P son seguros

Disponen de

- Cálculos estáticos comprobados
- Seguridad certificada por la Institución Reguladora de Obras Subterráneas (TBG)



**ISCHEBECK** ... Tecnología avanzada en encofrados, cimbras, entibación y geotecnia

DIN EN ISO 9001



Casa Matriz:  
**FRIEDR. ISCHEBECK GMBH**  
P.O. BOX 1341  
DE-58242 ENNEPETAU

TEL: +49-2333-83050  
FAX: +49-2333-830555  
Email: [export@ischebeck.com](mailto:export@ischebeck.com)  
<http://www.ischebeck.com>

Filial en España:  
**ISCHEBECK IBÉRICA S.L.**  
Pol.Ind. El Oliveral, C/S parcela Nº 25  
ES-46394 RIBARROJA DEL TURIA (Valencia)

TEL: +34-96-166-6043  
FAX: +34-96-166-6162  
Email: [ischebeck@ischebeck.es](mailto:ischebeck@ischebeck.es)  
<http://www.ischebeck.es>

Filial en Argentina para el Mercosur:  
**ISCHEBECK SUDAMÉRICA S.A.**  
Calle Reconquista 761  
Ciudadela B1702FCO, Buenos Aires

TEL: +54-11-4488-4799  
FAX: +54-11-4488-4799  
Email: [info@ischebecksud.com.ar](mailto:info@ischebecksud.com.ar)  
<http://www.ischebecksud.com.ar>

Oficina Central Ennepetal - Registro mercantil: Hagen HRB 5585 - CIF-Nº: D681161225 - Gerentes: Dipl.-Ing. Ernst Friedrich Ischebeck, Friedrich Dopp, Dipl. W.-Ing. Rjörn Ischebeck



Cimbras    Encofrado de Losa HV    Vigas Alu    Encofrado vertical    Puntales    Encofrado Alceas    Encofrado Pilares    Accesorios para Encofrados    Barrandillas de Seguridad    Cordales    Entibacione de Zanjas    Geotecnia

W 78 ES/06.11/06.11/ br

Salvo error u omisión

© ISCHEBECK 2011



**ISCHEBECK**  
**GIGANT**

### Entibación mediante paneles deslizantes con guías simples

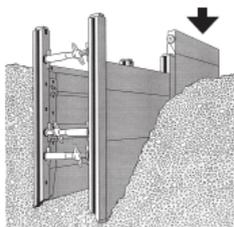
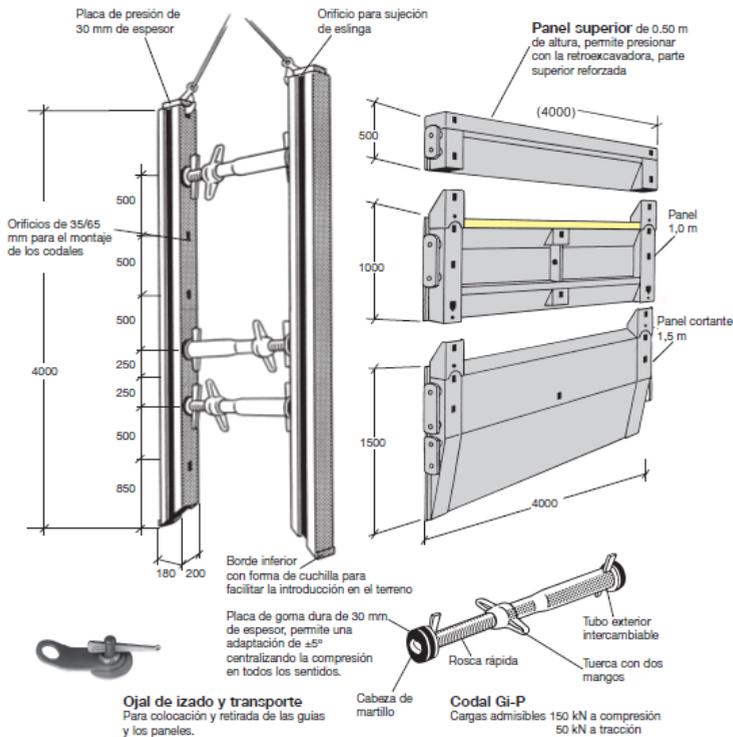
Módulos de entibación cuajada para suelos no cohesivos →

- La entibación mediante paneles deslizantes reduce a la mitad los esfuerzos necesarios de puesta en obra y extracción del equipo en la zanja
- Cada lado de la entibación se extrae y se posiciona en la zanja por separado
- Se trata de una aplicación ideal para el sistema de paneles de la gama GIGANTE Gi-P para su uso en suelos no cohesivos



SISTEMAS DE ENTIBACIÓN

La entibación con guías simples consta de:



#### Ventajas de la entibación con paneles deslizantes:

La entibación con paneles deslizantes tiene sus ventajas cuando se trata de suelos no cohesivos, como por ejemplo en algunas zonas pantanosas o depósitos sedimentarios recientes.

Se trata de suelos no cohesivos, de granos sueltos, que no permiten la vibración ni el ajuste de codales dentro de la zanja por los grandes empujes que producen.

Por otro lado, la entibación con módulos de paneles sueltos no se recomienda en este tipo de suelos porque una vez se realiza la excavación, los huecos que quedan entre los módulos de paneles no son estables. Además, durante la operación de bajar los módulos hasta el fondo de la excavación, el terreno produce tales empujes sobre el trasdós de los paneles, que se sobrecargas las juntas, los codales y los paneles.

El sistema de entibación con guías simples, con los patines deslizantes montados sobre los laterales de los paneles de entibación, permiten la entibación de todo tipo de suelos y permiten a su vez adaptarse rápidamente a los métodos de entibación necesarios en la obra.

## El trabajo con guías deslizantes

**ISCHEBECK**  
**GIGANT**<sup>®</sup>



Un módulo de paneles y codales se sitúa en una presacavación realizada en la zanja y sirve como punto de partida para insertar la primera guía deslizante.



Cada lado del conjunto del módulo de entibación se monta separadamente y se baja poco a poco hasta alcanzar la profundidad de excavación de la zanja.



La guía deslizante va bajando a medida que va progresando la excavación.



El panel superior reforzado, soporta la presión de la cuchara de la retroexcavadora.



Detalle de la solidez con que se fabrica la guía deslizante y del orificio en la parte superior de la misma para enganchar la eslinga. Rodamientos o patines fuertes y bien acoplados.



La guía deslizante amplía la distancia en planta de los codales 250 mm. Así pueden colocarse tubos de 3.50 m de longitud fácilmente cuando se usan paneles de 4.00 m de largo.

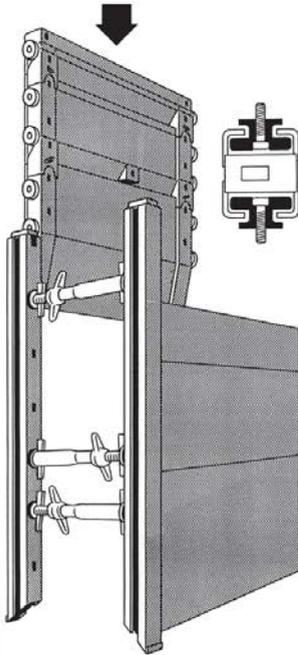


Los codales se pueden colocar en la guía deslizante o en los paneles. De este modo se puede evitar el uso de guías al principio y al final de la zanja.



Los orificios rectangulares 35/65 mm con una separación en vertical de 500 mm en las guías deslizantes, posibilitan una colocación óptima de los codales según el tipo de excavación y del diámetro y forma de instalación de la tubería.

Ideal para la entibación de zanjas con suelos no cohesivos



**Datos técnicos:**

Max. Profundidad zanja 4,00 m  
 Max. Ancho zanja 2,50 m  
 Max. Presión admisible terreno 23 kN/m<sup>2</sup>  
 Max. Diámetro tubo 1,35 m en zanjas de hasta 4,00 m de profundidad  
 1,60 m en zanjas de hasta 3,00 m de profundidad

**Guía corredera:**

Longitud 4 m, Sección 200 x 180 mm  
 Peso aprox. 300 kg Para paneles y paneles cortantes de 1,50 m  
 Patin 600 mm Para paneles cortantes de 2,15 m  
 Patin 900 mm 4 m x 0,5 m, peso aprox. 331 kg  
 Panel superior

**ISCHEBECK** ... Tecnología avanzada en encofrados, cimbras, entibación y geotecnia



**Casa Matriz:**  
**FRIEDR. ISCHEBECK GMBH**  
 P.O. BOX 1341  
 DE-58242 ENNEPETAL

TEL: +49-2333-83050  
 FAX: +49-2333-830555  
 Email: [export@ischebeck.com](mailto:export@ischebeck.com)  
<http://www.ischebeck.com>

**Filial en España:**  
**ISCHEBECK IBÉRICA S.L.**  
 Pol.Ind. El Oliveral, C/S parcela N° 25  
 ES-46394 RIBARROJA DEL TURIA (Valencia)

TEL: +34-96-166-8043  
 FAX: +34-96-166-6162  
 Email: [ischebeck@ischebeck.es](mailto:ischebeck@ischebeck.es)  
<http://www.ischebeck.es>

**Filial en Argentina para el Mercosur:**  
**ISCHEBECK SUDAMÉRICA S.A.**  
 Calle Reconquista 761  
 Ciudadela B1702FCO, Buenos Aires

TEL: +54-11-4488-4799  
 FAX: +54-11-4488-4799  
 Email: [info@ischebecksud.com.ar](mailto:info@ischebecksud.com.ar)  
<http://www.ischebecksud.com.ar>

Oficina Central Ennepetal - Registro mercantil: Hagen HRB 5585 - CIF-N°: DE81161225 - Gerentes: Dipl.-Ing. Ernst Friedrich Ischebeck, Friedrich Dopp, Dipl. W.-Ing. Björn Ischebeck



W 78.1 ES-06.11/01.10/1r

Salvo error u omisión

© ISCHEBECK 2011



**ISCHEBECK**<sup>®</sup>  
**GIGANT**

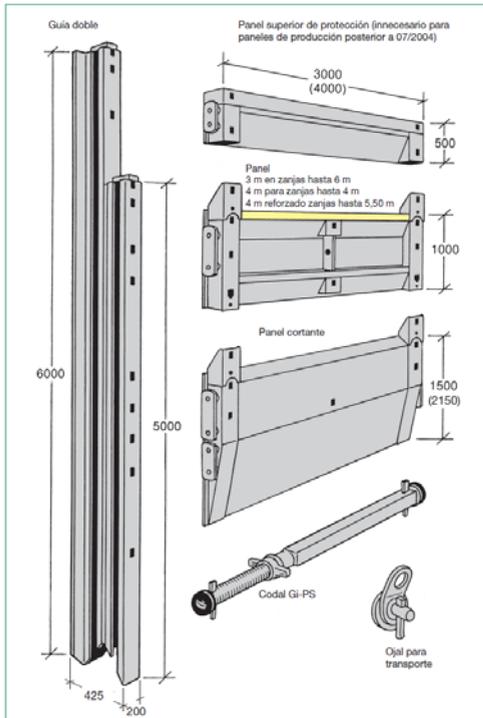
### Sistema de entibación deslizante con guía doble

Sistema de entibación continuo mediante paneles de blindaje y guías dobles

- El sistema se compone de guías dobles, paneles y codales Gi-PS
- Se trata de una solución ideal para actuaciones en redes de saneamiento y colectores
- Entibación adecuada para zanjas de hasta 6 m de profundidad de excavación



SISTEMAS DE ENTIBACIÓN



#### Entibación con paneles deslizantes con guía doble

La entibación mediante guías dobles es adecuada para suelos inestables hasta una profundidad de 6 m.

Se aconseja su uso, por ejemplo, en trabajos de construcción o reparación de redes de saneamiento en entornos urbanos.

El sistema está adaptado a varias anchuras, a suelos excavados y rellenados y al alcance y fuerza de elevación de excavadoras medias de 30 toneladas.

Cada lado de la entibación puede montarse y extraerse independientemente.

De esta forma se reducen a la mitad las fuerzas de izado necesarias. De este modo se protege mejor el

material y la entibación se hace más rápidamente.

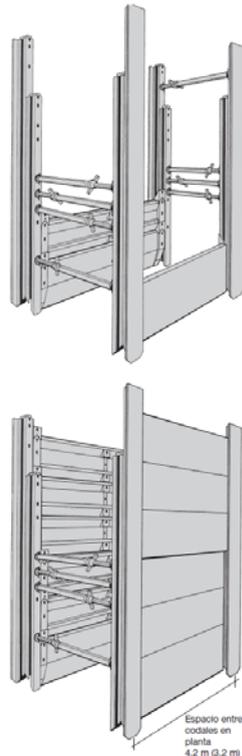
El sistema de entibación con guías deslizantes reduce la cantidad de codales a la mitad.

La necesidad de menor número de codales es una ventaja por que facilita la excavación y el posicionamiento y empalme de tubos. Un único codal sostiene alrededor de 6 m<sup>2</sup> de entibación.

Otra ventaja es la rigidez frente a la flexión de la guía deslizante. Esta ventaja, permite alcanzar una altura libre de hasta 2.30 m.

La entibación mediante guías dobles utiliza los paneles y codales del sistema Gi-P aumentando sus utilidades.

De un modo consciente, no se trabaja con monocodales deslizantes, sino



con codales separados que se adaptan fácilmente al ancho de la zanja.

La guía doble deslizante, se apoya a través de una chapa de 400 mm de ancho sobre la pared de la zanja y suprime de esta forma la torsión provocada por el esfuerzo unilateral de los paneles.

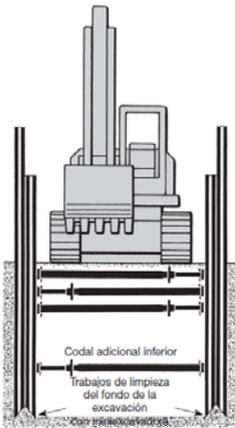
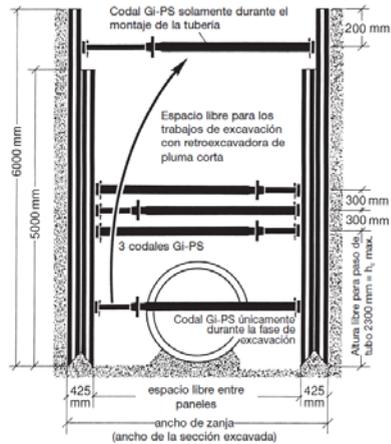
Durante la operación de extracción de las guías, se aconseja rellenar el espacio vacío para evitar asentamientos y hundimiento por el empuje del terreno.

Durante la fase de excavación, no deben colocarse codales en la parte superior de la guía, de este modo se permite trabajar con una pluma de excavadora corta y se facilitan los trabajos de excavación.



### Sección variante 1

Profundidad de la zanja = 6m  
 Diámetro max de la tubería = 2,3 m  
 Paneles de 3 m de longitud + 4 codales Gi-PS



Durante la excavación no es necesario poner los codales superiores en las guías deslizantes, facilitando el trabajo a las excavadoras de pluma corta

#### Datos técnicos

##### Guía doble deslizante tipo RD DIN EN 13331

Certificado seguridad TBG 05035

Presión admisible 34,1 kN/m<sup>2</sup>

Sobrecarga permanente 20,0 kN/m<sup>2</sup>

Máx. profundidad de la zanja 6 m

Máx. altura libre para paso de tubo  $h_c \leq 2,3$  m

Ancho libre entre paneles  $b_c = 1,5 + 3,7$  m

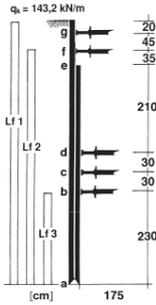
Guía deslizante 0,425 x 0,4 x 6000 mm

ca. 1150 kg

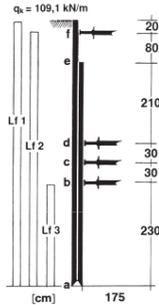
Espacio entre codales en planta 4,2 (3,2) m

Tamaño de codales	Espacio libre o de trabajo entre paneles (cm)	Ancho de la zanja (de la sección excavada) (cm)
Gi-PS / 185 - 255	150 - 220	235 - 305
Gi-PS / 235 - 305	200 - 270	285 - 355
Gi-PS / 285 - 355	250 - 320	335 - 405
Gi-PS / 335 - 405	300 - 370	385 - 455

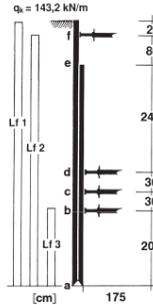
**Variante 1**  
Prof. excavación T = 6,0 m  
Altura libre h<sub>l</sub>=2,30 m  
Paneles de 4 m  
Sistema estático



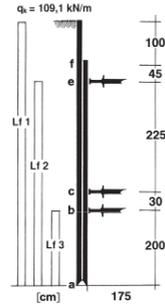
**Variante 2**  
Prof. excavación T = 6,0 m  
Altura libre h<sub>l</sub>=2,30 m  
Paneles de 3 m  
Sistema estático



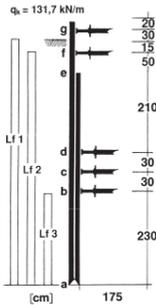
**Variante 3**  
Prof. excavación T = 6,0 m  
Altura libre h<sub>l</sub>=2,00 m  
Paneles de 4 m  
Sistema estático



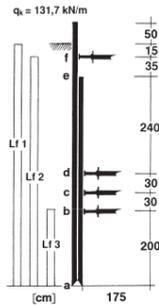
**Variante 4**  
Prof. excavación T = 6,0 m  
Altura libre h<sub>l</sub>=2,00 m  
Paneles de 3 m  
Sistema estático



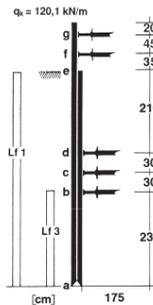
**Variante 5**  
Prof. excavación T = 5,5 m  
Altura libre h<sub>l</sub>=2,30 m  
Paneles de 4 m  
Sistema estático



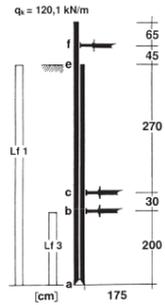
**Variante 6**  
Prof. excavación T = 5,5 m  
Altura libre h<sub>l</sub>=2,00 m  
Paneles de 4 m  
Sistema estático



**Variante 7**  
Prof. excavación T = 5,0 m  
Altura libre h<sub>l</sub>=2,30 m  
Paneles de 4 m  
Sistema estático



**Variante 8**  
Prof. excavación T = 5,0 m  
Altura libre h<sub>l</sub>=2,00 m  
Paneles de 4 m  
Sistema estático

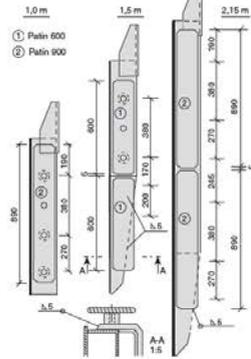


Variante	Profundidad de excavación T (m)	Altura libre max. codales (m)	Longitud paneles (m)	Compresión máxima max F <sub>cs</sub> [kN]	Tracción máxima max Z <sub>cs</sub> [kN]	Flecha horizontal en el pie de la guía (cm)
1	6.0	2.30	Panel de 4 m	-437	+199	3.5
2	6.0	2.30	Panel de 3 m	-394	+138	2.9
3	6.0	2.00	Panel de 4 m	-405	+142	2.4
4	6.0	2.00	Panel de 3 m	-367	+98	2.0
5	5.5	2.30	Panel de 4 m	-402	+183	3.2
6	5.5	2.00	Panel de 4 m	-348	+130	2.3
7	5.0	2.30	Panel de 4 m	-367	+167	2.9
8	5.0	2.00	Panel de 4 m	-393	+108	2.3

**Resumen de resultados de las variantes anteriores**

Ts01.7.5.d- Esfuerzos afectados por coeficientes de seguridad 1.5

Disposición de los patines deslizantes en los paneles y en los paneles cortantes



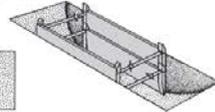
Guías dobles deslizantes con terminación en cuña para facilitar el posicionamiento



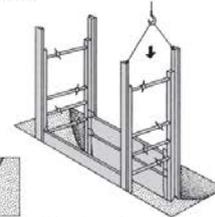
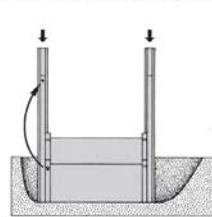
Montaje de los codales:  
Se introduce la cabeza de martillo en el orificio rectangular. Se gira el codal hasta que la cuña alcanza la posición vertical y se golpea con el martillo

**ISCHEBECK**  
**GIGANT**

- 1 Excavación hasta una profundidad aproximada de 1,75 m

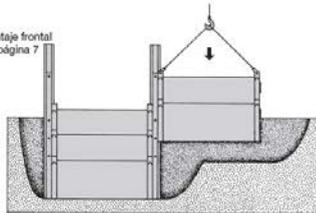


- 2 Conjunto de entibación o módulo montado previamente, consta de:  
- 2 Paneles cortantes de 1,5 m con patines deslizantes  
- 2 Paneles de 1,0 m con patines deslizantes  
- 4 Codales GI-PS extendidos según el ancho de la zanja  
El conjunto se coloca en la zanja y se centra

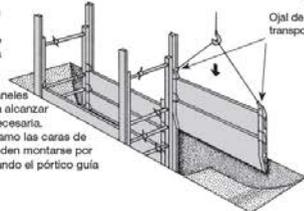


- 3 Un par de guías deslizantes, montadas anteriormente en el exterior de la zanja excavada, con la distribución de codales según la profundidad de excavación, se insertan en los patines deslizantes de los paneles que forman el módulo.  
A continuación se centran las guías y se coloca el codal superior y se elimina el codal inferior.

Montaje frontal  
ver página 7



- 4 La excavación avanza descendiendo de forma simultánea las guías deslizantes e insertando los paneles adicionales hasta alcanzar la profundidad necesaria.  
En el siguiente tramo de la entibación pueden montarse por separado, insertando el pórtico guía a continuación.





El ojal para transporte con cuña situado en la guía interior más corta, permite un punto de izado con menor altura

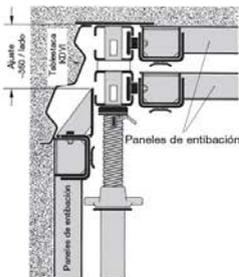


Paneles de entibación y paneles cortantes con patines deslizantes atornillados



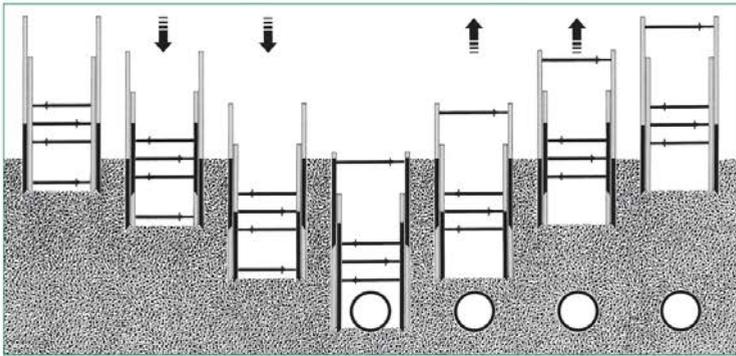
Montaje del ojal para transporte





Solución normalizada para el tape de la zanja





... Tecnología avanzada en encofrados, cimbras, entibación y geotecnia



**Casa Matriz:**  
**FRIEDR. ISCHEBECK GMBH**  
 P.O. BOX 1341  
 DE-58242 ENNEPETAL

TEL: +49-2333-83050  
 FAX: +49-2333-830555  
 Email: [export@ischebeck.com](mailto:export@ischebeck.com)  
<http://www.ischebeck.com>

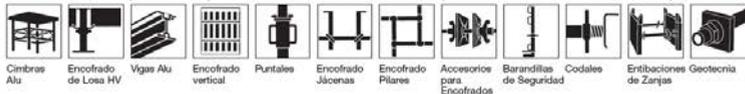
**Filial en España:**  
**ISCHEBECK IBERICA S.L.**  
 Pol.Ind. El Oliveral, C/S parcela N° 25  
 ES-46394 RIBARROJA DEL TURIA (Valencia)

TEL: +34-96-166-6043  
 FAX: +34-96-166-6162  
 Email: [ischebeck@ischebeck.es](mailto:ischebeck@ischebeck.es)  
<http://www.ischebeck.es>

**Filial en Argentina para el Mercosur:**  
**ISCHEBECK SUDAMERICA S.A.**  
 Calle Reconquista 761  
 Ciudadela B1702FCO, Buenos Aires

TEL: +54-11-4488-4799  
 FAX: +54-11-4488-4799  
 Email: [info@ischebecksud.com.ar](mailto:info@ischebecksud.com.ar)  
<http://www.ischebecksud.com.ar>

Oficina Central Ennepetal - Registro mercantil: Hagen IFRB 5586 - CIF-N°: DEB1161225 - Gerentes: Dipl.-Ing. Ernst Friedrich Ischebeck, Friedrich Dopp, Dipl. W.-Ing. Björn Ischebeck



W 78.2 ES / 07.11 / 07.11 / 1r

Salvo error u omisión

© ISCHEBECK 2011



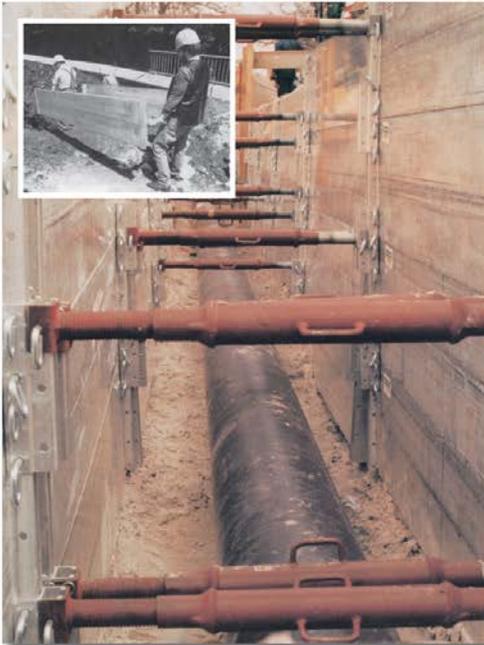
**ISCHEBECK**<sup>®</sup>  
**GIGANT**

## Blindaje ligero de aluminio **GIGANT**

el sistema flexible

Ventajas:

- poco peso
- ensamble fácil
- aplicación rápida
- 10 diferentes dimensiones en planta
- seguro y resistente



El sistema completo para entibación de zanjas en zonas urbanas hasta 3 m de profundidad.

Para la instalación de cables y tuberías para agua y gas, en líneas de acometida, para pozos y en caso de averías y revisiones.

SISTEMAS DE ENTIBACIÓN

**La entibación de aluminio manejable y ligera para zanjas y pozos en zonas urbanas**

El blindaje ligero de aluminio ISCHEBECK es la entibación idónea para zanjas de hasta 3 m de profundidad en zonas urbanas.

Se utiliza para blindar cualquier excavación, como por ejemplo la instalación de cables, líneas de acometidas, tuberías para agua y gas, así como en caso de averías y revisiones.

Igualmente ofrece ventajas para los pozos que se necesitan para efectuar perforaciones horizontales subterráneas o para tapar frentes de zanjas.

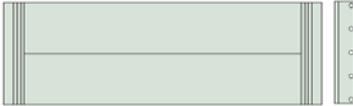
Es utilizable en cada tipo de suelo, con suelos estables  
 instalar las unidades completas y levantarlas en etapas para recompactar los rellenos

con suelos sueltos hasta fluidos:  
 hacer una preexcavación, instalar dentro un cajón , bajar las uniones angulares y paneles simultáneamente a la excavación; se puede formar pasos para tuberías transversales y recuperar los paneles en caso de necesidad desde abajo hacia arriba.





### La entibación de aluminio ligera y sus componentes



#### Panetes de aluminio

##### Maße:

- 3000 x 500 x 50 mm peso aprox. 42 kg
- 2000 x 500 x 50 mm peso aprox. 28 kg
- 1550 x 500 x 50 mm peso aprox. 23 kg
- 910 x 500 x 50 mm peso aprox. 15 kg



#### Zapata de corte

3.000 mm, acero,  
49 kg de peso



#### Codales GI-A

con dos pernos  
ajuste sin escalonamiento

##### Leyenda

Margen de ajuste sin pieza de unión  
Carga admisible dependiente de la extensión  
Peso

GI-A / 60 - 81  
0,60 - 0,81 m  
0,68 - 0,89 m  
103,5 - 56,4 kN  
5,50 kg

GI-A / 80 - 121  
0,80 - 1,21 m  
0,88 - 1,29 m  
98,9 - 56,1 kN  
7,35 kg

GI-A / 129 - 218  
1,29 - 2,18 m  
1,37 - 2,26 m  
84,3 - 44,2 kN  
11,49 kg



**3-D-anillo de carga**  
carga adm.: 10 kN



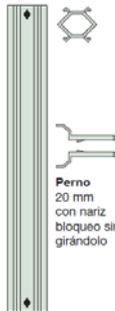
**Tope de ojal**  
para esquinas  
de pozos



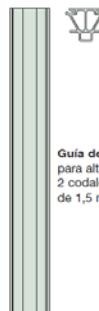
**Pieza de Unión corta**  
280 mm,  
peso aprox. 2,10 kg



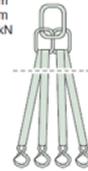
**Perno**  
13 mm bloqueosimple  
(simplemente girándolo)  
arriba libre  
abajo bloqueado



**Perno**  
20 mm  
con nariz  
bloqueio simple  
girándolo



**Guía deslizante**  
para altura libre 0,75 m, sólo  
2 codales necesarios por guía  
de 1,5 m, peso aprox. 17 kg



**Eslinga,**  
con 4 ganchos,  
cintas de 2,5 m,  
carga admis.  
aprox. 10 kN

**Piezas de unión larga**  
1350 mm para alturas  
libres de 0,75 m,  
peso aprox. 6,5 kg

**Esquina de pozos**  
1,5 m de altura,  
peso aprox. 11 kg



**Llave de codales**  
500 mm para ajustar sin  
problemas los codales



**Pieza de Unión**  
para esquina, 300 mm  
peso aprox. 1,4 kg



**Apoyo de garra**  
con 2 pernos de Ø 13 mm



**Portabarrandillas**  
encajables

### El sistema de entibación variable para zanjas y pozos de hasta 3 m de profundidad

La estadística del gremio de la construcción subterránea confirma que la mayoría de los accidentes mortales se producen en zanjas de hasta 3 m de profundidad sin blindar. En las zanjas de hasta 2 m de profundidad no se aprecia el riesgo del deslizamiento del terreno y se prescinde de la entibación.

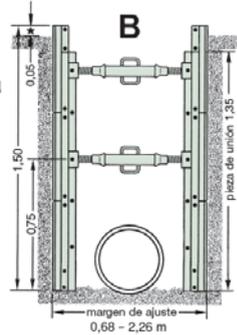
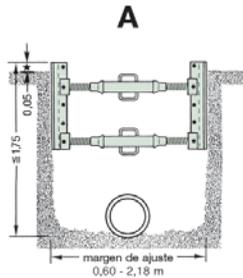
Los sistemas conocidos de acero son normalmente demasiado pesados y exigen el uso de grúas, excesivamente pesadas para estas zanjas poco profundas y se necesitan siempre retroexcavadoras para el transporte e instalación de los mismos. Entre sistemas de blindajes de acero y tabloneros de madera en las dimensiones 28 x 5 x 450 cm, apoyado con 4 cuadrados con sus codales no existía hasta ahora una alternativa. La madera pesa también 40 kgs.

Donde más se utiliza el blindaje ligero es en zanjas de hasta 1,75 m de profundidad. Es la profundidad en la cual se encuentran la mayoría de las tuberías. Los paneles de blindaje evitan el derrumbe de los laterales.

En zonas urbanas es muy importante que no se destruyan las aceras o calzadas y que no se produzcan molestias. Dos operarios pueden transportar a mano una unidad entera - aprox. 90 kgs de peso e instalarla en la zanja pre-excavada, liberando la máquina de simples trabajos de transporte. Hay codales para un espacio libre de zanjas hasta 2,18/2,26 m en combinación con paneles de 3 m, permitiendo trabajar en lugares confortables y seguros. A partir de profundidades de

Situación A	
Profundidad de la zanja	1,75 m
Cantidad de paneles	2
Cantidad de codales	4
Piezas de unión: 0,28 m	-
Piezas de unión: 1,35 m	-
<b>Peso máximo con codales</b>	
	Gi-A/129-218
3,00 m Paneles	130 kg
2,00 m Paneles	103 kg
1,55 m Paneles	93 kg

Situación B	
Profundidad de la zanja	1,50 m
Cantidad de paneles	6
Cantidad de codales	4
Piezas de unión: 0,28 m	-
Piezas de unión: 1,35 m	4
<b>Peso máximo con codales</b>	
	Gi-A/129-218
3,00 m Paneles	325 kg
2,00 m Paneles	242 kg
1,55 m Paneles	213 kg



1,75 m y hasta 3 m se blindan las zanjas por completo con elementos de aluminio. Los paneles se combinan por mediación de piezas de unión, dando al conjunto una suficiente resistencia a la flexión y permitiendo que se cambien los puntos de apoyo de los codales para facilitar la instalación de tubos largos.

El peso reducido de los paneles permite moverlos incluso a mano lateralmente en caso de que se produzcan obstáculos, p.e. tuberías transversales. Los paneles de aluminio pueden ser transportados sueltos con

camionetas. Carga y descarga se hace a mano. Es un producto idóneo para los servicios de mantenimiento de las empresas de abastecimiento de agua, gas y electricidad. El portabarrandillas encajable es un accesorio útil para proteger a los peatones y al tráfico. La señalización en obras evita daños a terceros, forma parte del sistema integral de la seguridad en el trabajo y permite reducir las interferencias con la circulación, las zonas peatonales e incluso a la logística de las mismas obras.

**ISCHEBECK**  
**GIGANT**®
**Situación C**

Profundidad de la zanja	2,00 m
Cantidad de paneles	8
Cantidad de codales	4
Piezas de unión: 0,28 m	4
Piezas de unión: 1,35 m	4

**Peso máximo**

con codales	Gi-A/129-218
Paneles 3,00 m	417 kg
Paneles 2,00 m	307 kg
Paneles 1,55 m	268 kg

**Situación D**

Profundidad de la zanja	2,50 m
Cantidad de paneles	10
Cantidad de codales	6
Piezas de unión: 0,28 m	8
Piezas de unión: 1,35 m	4

**Peso máximo**

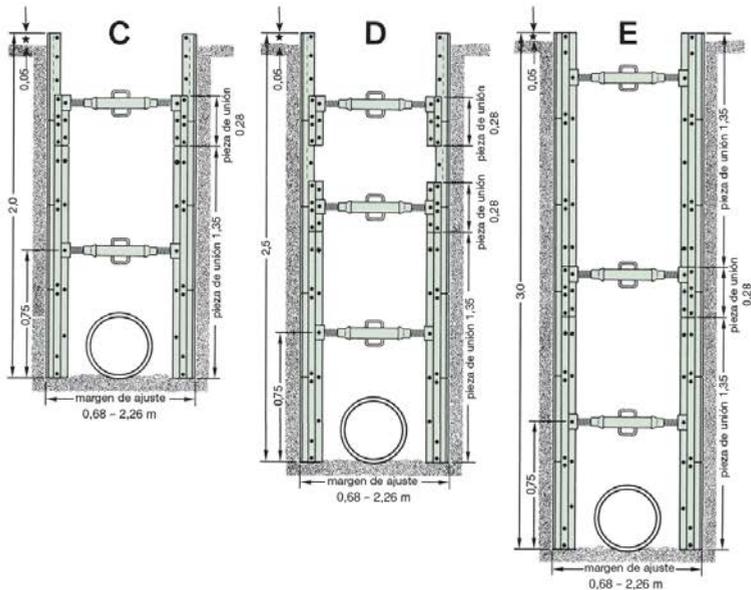
con codales	Gi-A/129-218
Paneles 3,00 m	532 kg
Paneles 2,00 m	394 kg
Paneles 1,55 m	346 kg

**Situación E**

Profundidad de la zanja	3,00 m
Cantidad de paneles	12
Cantidad de codales	6
Piezas de unión: 0,28 m	4
Piezas de unión: 1,35 m	8

**Peso máximo**

con codales	Gi-A/129-218
Paneles 3,00 m	635 kg
Paneles 2,00 m	469 kg
Paneles 1,55 m	411 kg



\* altura sobresaliente de 0,05 m según DIN EN 13331



Tensar y aflojar codales con la llave de codales



Anillo de carga 3-D para fijar los ganchos de la eslinga de transporte



Extracción escalonada de la unión angular para pozos



Apoyo de garra para evitar un hundimiento por resbalamiento de la unidad de entibación

#### Datos técnicos

Presión del terreno según la Institución Reguladora de Obras Subterráneas (TBG)

Profundidad de zanja m	≤ 3	4	5	6
Presión del terreno $e_s$ kN/m <sup>2</sup>	17,5	23,0	28,6	34,1

#### Entibación de zanjas

Peso medio aprox. 30 kg/m<sup>2</sup>

Paneles de aluminio	3,00 x 0,50	2,00 x 0,50	1,55 x 0,50	0,91 x 0,50
Profundidad admisible m	3,00	6,00	6,00	6,00
Distancia long. entre ejes de codales m	2,85	1,85	1,40	0,76
Altura libre m	0,75	1,10	1,10	1,10

Nota: En caso de cambiar la posición de apoyo de los codales durante la instalación de conducciones, la distancia entre codales no debe superar el valor admisible 1,15 m.

#### Entibación de pozos

Diez posibles distribuciones en planta diferentes

3,00 x 3,00 (3,20 x 3,20)	-	-	-
3,00 x 2,00 (3,20 x 2,20)	2,00 x 2,00 (2,20 x 2,20)	-	-
3,00 x 1,55 (3,20 x 1,75)	2,00 x 1,55 (2,20 x 1,75)	1,55 x 1,55 (1,75 x 1,75)	-
3,00 x 0,91 (3,20 x 1,11)	2,00 x 0,91 (2,20 x 1,11)	1,55 x 0,91 (1,75 x 1,11)	0,91 x 0,91 (1,11 x 1,11)

Medidas entre paréntesis = Dimensiones externas de la entibación de pozos

Altura libre máxima admisible para paso de tuberías: 1m

El blindaje ligero de aluminio corresponde a las prescripciones según DIN 4124 y DIN EN 13331.

El sistema está homologado con respecto a la **seguridad en el trabajo** por la Institución Reguladora de Obras Subterráneas (TBG). Respétese las instrucciones para el manejo.

#### Primer montaje en la obra

El ensamblaje se efectúa con pernos de seguridad, a mano, sin equipos de elevación.

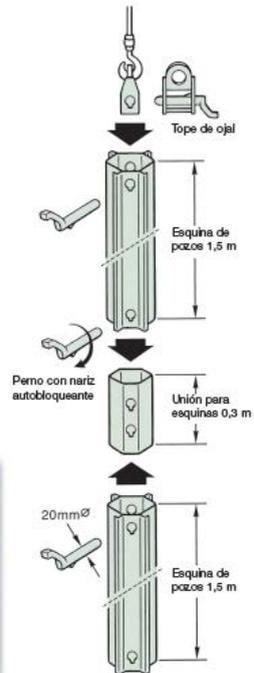
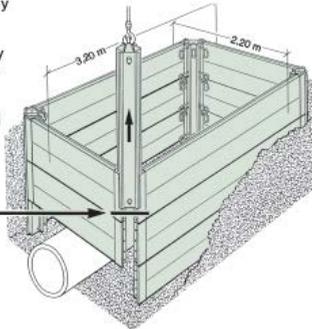
Al instalar los codales hay que observar, que los husillos estén a ambos lados igual de desenroscados, y que los husillos del mismo color esten siempre en el mismo lado, p.ej. los negros en un lado, y los galvanizados en el otro.

**ISCHEBECK**  
**GIGANT**

El sistema de entibación ligero de aluminio para pozos

- Adaptable a 10 diferentes dimensiones en planta
- Para roturas de tuberías y revisiones
- Para fosas de arranque y llegada en perforaciones horizontales
- Para el cierre transversal de zanjas

Se puede desmontar los paneles de abajo a arriba, levantando las uniones angulares paso a paso



Renovación de acometidas



El sistema de entibación ligero de aluminio para pozos



altura máxima de 1,0 m en pozos sin blindar



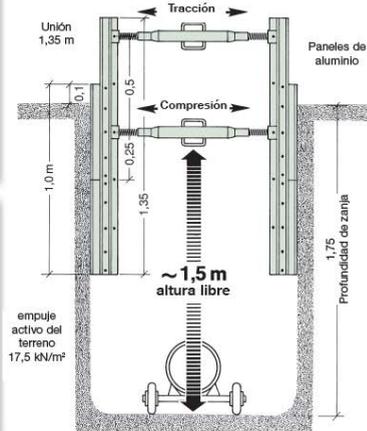
Una cara abierta para permitir el trabajo por fases en muros de sótano

Puesta en obra entibación ligera



Solución especial

para la colocación de conducciones largas – 12 m de longitud, 0,3 m de diámetro en una zanja de 1,75 m de profundidad sin reposicionamiento de codales.





#### Entibación deslizante de aluminio

Con la entibación deslizante puede colocarse o retirarse cada panel separadamente. De este modo, la fuerza requerida para el hincado o el izado de cada cara de la entibación se reduce a la mitad, lo que contribuye al mejor mantenimiento del material así como a una mayor velocidad de ejecución.

La entibación deslizante reduce a la mitad el número necesario de codales frente a la entibación convencional, con los codales dispuestos en los bordes de panel. La reducción en codales reduce los costes de material y facilita la ejecución, tanto en la fase de desmontaje como en el reposicionamiento de codales para la puesta en obra de conducciones.

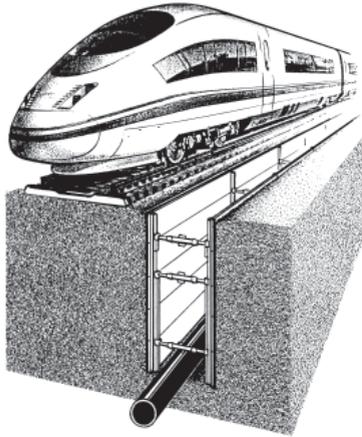


Pieza de unión corta acoplable a guía deslizante y panel



Anillo de carga fijado a la pieza de unión y a la guía deslizante

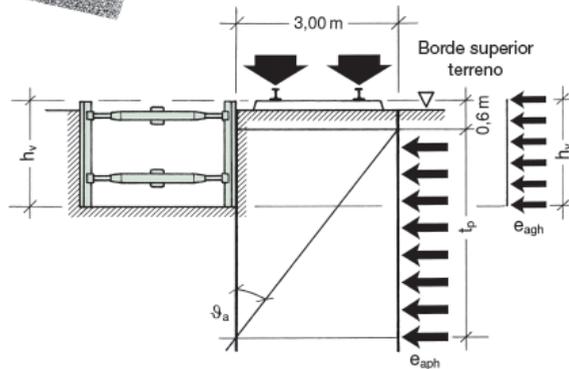




#### Entibación ligera de aluminio en las inmediaciones de vías ferroviarias

Para el caso de ejecución de zanjas para conducciones cercanas a las vías ferroviarias, se busca un sistema de entibación que se pueda manipular manualmente. El sistema de entibación ligera de aluminio es la solución idónea, dado su peso reducido y su facilidad de montaje.

Para la comprobación de los modelos de ejecución aquí expuestos en las inmediaciones de vías ferroviarias, se usaron las hipótesis de carga según la norma DIN 1054 para el peso propio del terreno y según el informe técnico DIN 101, LM 71 para la sobrecarga de tráfico ferroviario.



#### Resumen de las posibilidades de ejecución del sistema de entibación ligera de aluminio GIGANT bajo cargas de tráfico ferroviario

Profundidad [m]	Ángulo rozamiento interno suelo [°]	Anchura panel aluminio en [m]	
		2,00 m	1,25 m
2,00	25	no permitido	ok
	30	ok	ok
	35	ok	ok
2,40	25	no permitido	ok
	30	no permitido	ok
	35	ok	ok
3,00	25	no permitido	ok
	30	no permitido	ok
	35	no permitido	ok

#### Hipótesis:

Inclinación de pared  $\alpha = 0$  [°]

Pendiente del terreno  $\beta = 0$  [°]

Rozamiento pared-suelo  $\delta_s = 0$  [°]

Ángulo de la cuña activa  $\nu_a = 45 + \varphi/2$  [°]

Peso específico del suelo  $\gamma = 20$  [kN/m<sup>3</sup>]

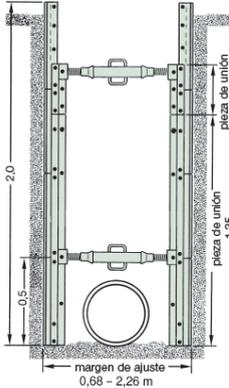
Distancia a las vías  $a = 0$  [m]

La distribución de codales debe definirse en función del modelo de ejecución e hipótesis de carga adoptados.

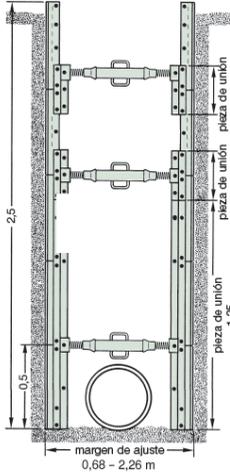
Entibación ligera de aluminio en las inmediaciones de vías ferroviarias. Cálculos estáticos certificados

**ISCHEBECK**<sup>®</sup>  
**GIGANT**

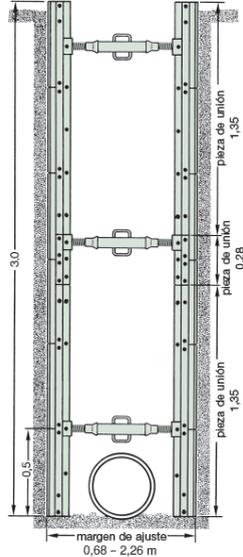
Profundidad de entibación 2,00 m



Profundidad de entibación 2,50 m



Profundidad de entibación 3,00 m



Modelos de ejecución para la entibación en las inmediaciones de vías ferroviarias

Profundidad de zanja 2,00 m, 2,50 m, 3,00 m  
Ejecución con paneles de aluminio de longitud  $L = 1,55$  m  
en una capa homogénea de suelo con  $\gamma = 20$  kN/m<sup>3</sup>  
Ángulo de rozamiento  $\varphi$  entre 25° y 35°

### 7.3 Resumen

**Comportamiento estático comprobado mediante cálculos independientes. Comprobaciones resistentes y de servicio han sido satisfechas. En base a los criterios mencionados, no hay inconveniente frente al uso del modelo propuesto.**

Iserlohn, a 22.08.2006

Dipl.-Ing. Wolfgang Pluth  
Responsable técnico obras  
ferroviarias Nr.21/02/1036

Supervisor técnico  
obras ferroviarias  
Departamento técnico  
estructuras metálicas y  
mixtas Nr: 21/02/1036  
Certificado por la administración  
federal de ferrocarriles

Anexos: Cálculos estáticos con anejos 1 - 8

(pr-S\_01.doc)

Gerichtstraße 10 D-58638 Iserlohn  
Tel. 02371-5 11 21 Fax 02371-5 04 11 D2- 0172-270 44 97



Solución especial: Entibación de pzo con codales adicionales



Solución especial: Blindaje de aluminio con 'ventana' 0,54 x 0,5 m<sup>2</sup>



Codales extendidos a diferentes dimensiones para obtener inclinaciones de hasta 5°



Combinación de paneles Alu de 3,0 m de longitud, con otros de 1,55 y 0,91 m, dando una 'ventana'



Paneles Alu utilizados como encofrados para fundaciones



... Tecnología avanzada en encofrados, cimbras, entibación y geotecnia

DIN EN ISO 9001



**Casa Matriz:**  
**FRIEDR. ISCHEBECK GMBH**  
 P.O. BOX 1341  
 DE-58242 ENNEPETAU

TEL: +49-2333-83050  
 FAX: +49-2333-83055  
 Email: [export@ischebeck.com](mailto:export@ischebeck.com)  
<http://www.ischebeck.com>

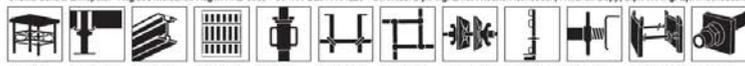
**Filial en España:**  
**ISCHEBECK IBÉRICA S.L.**  
 Pol.Ind. El Oliveral, C/S parcela N° 25  
 ES-46394 RIBARROJA DEL TURIA (Valencia)

TEL: +34-96-166-6043  
 FAX: +34-96-106-6162  
 Email: [ischebeck@ischebeck.es](mailto:ischebeck@ischebeck.es)  
<http://www.ischebeck.es>

**Filial en Argentina para el Mercosur:**  
**ISCHEBECK SUDAMÉRICA S.A.**  
 Calle Reconquista 761  
 Ciudadela B1702FCO, Buenos Aires

TEL: +54-11-4488-4799  
 FAX: +54-11-4488-4799  
 Email: [info@ischebecksud.com.ar](mailto:info@ischebecksud.com.ar)  
<http://www.ischebecksud.com.ar>

Oficina Central Ennepetal - Registro mercantil: Hagan HRB 5585 - CIF-Nº: DEB1161225 - Gerentes: Dipl.-Ing. Ernst Friedrich Ischebeck, Friedrich Dopp, Dipl. Wl.-Ing. Rjörn Ischebeck



Cimbras Alu Encofrado de Losa HV Vigas Alu Encofrado vertical Puntales Encofrado Jácnas Encofrado Pilares Accesorios para Encofrados Barandillas de Seguridad Codales Entibaciones Geotecnia de Zanjas

W 90 ES / 07.11 / 07.11 / br Salvo error u omisión © ISCHEBECK 2011



### Sistema de agotamiento de agua **WELLPOINT**

- Rápido
- Fácil montaje
- Económico
- Eficaz
- Versátil



SISTEMA DE AGOTAMIENTO DE AGUA WELLPOINT

## SISTEMA DE AGOTAMIENTO DE AGUA WELL-POINT

Se trata de un equipo autoaspirante para el bombeo por vacío del agua, en terrenos donde el nivel freático está en una cota más alta que la cota de trabajo.

Es un equipo eficaz y económico que mediante lanzas de drenaje hincadas en el terreno, aspira e impulsa las aguas del nivel freático mediante una bomba de vacío, a través de conducciones, y las conduce al punto de desagüe deseado.

El agotamiento se produce en muchos puntos a la vez por lo que se reduce el posible efecto del arrastre de finos que se produce al utilizar por ejemplo bombas de fondo para el agotamiento del nivel freático.

Permite agotar hasta 7 m de columna de agua de forma efectiva en terrenos con permeabilidades comprendidas entre 10<sup>-3</sup> y 10<sup>-5</sup> m/s.



## COMPONENTES DEL SISTEMA

**LANZAS DE DRENAJE:** Son tubos de acero galvanizado de longitudes variables según la profundidad de la excavación y 50 mm de diámetro, que tienen dispuesto un filtro de 1 m de longitud en el extremo más profundo. Las lanzas se hincan en el terreno y absorben el agua una vez conectadas a la bomba de vacío.

**MANGUITOS DE UNIÓN:** Son tubos flexibles que tienen piezas de empalme en los extremos para conectar las lanzas con la conducción de aspiración.

**CONDUCCIÓN DE ASPIRACIÓN O COLECTOR:** Es un tubo flexible o de acero, a cuyos orificios se conectan los manguitos de cada lanza. Los orificios que no son necesarios, se hacen estancos mediante tapones. Conduce las aguas impulsadas hasta la bomba de absorción o bomba de vacío y desde allí al punto deseado de desagüe.

**BOMBA DE VACÍO:** Se trata de una combinación de bomba de vacío, tanque separador de la mezcla aire-agua y bomba de agua, junto con una unidad de control eléctrico. Es la encargada de crear una subpresión que absorba el agua del nivel freático y la haga circular hasta el punto deseado.

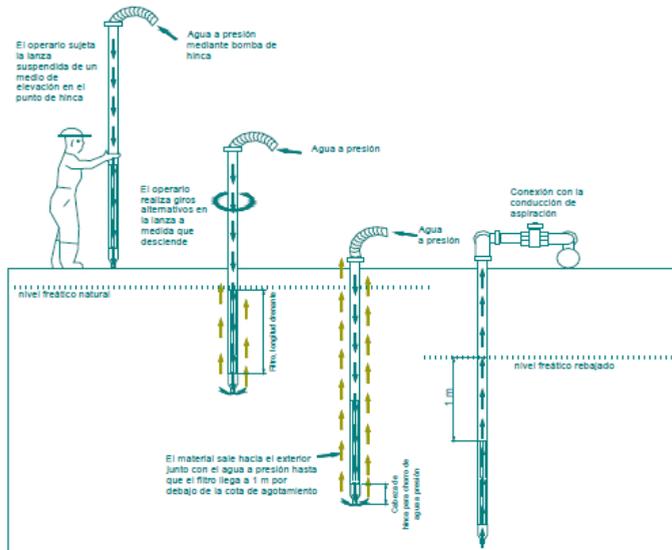
**BOMBA DE HINCA:** Son bombas especiales de agua a presión previstas para el hincado de las lanzas. Estas bombas, se conectan a las cabezas de las lanzas una vez situadas verticales en el terreno de modo que el agua inyectada sale libremente por la punta de la lanza desplazando y arrastrando el terreno que bordea la punta. El propio vaciado del terreno de las cercanías de la punta de la lanza, hace que descienda toda la lanza.



### MEDIANTE LANZAS DIRECTAMENTE EN EL TERRENO

Utilizando la bomba de hinca jetting, se hincan en el terreno las lanzas, perimetralmente al área de agotamiento. Según la permeabilidad del terreno y la altura de la columna de agua a rebajar, las lanzas se espaciarán más o menos entre ellas, tomando como valor aproximado una lanza cada metro.

Un equipo completo de Wellpoint incluye una bomba por cada 100 lanzas, es decir, situaremos una bomba de agotamiento Wellpoint cada 100 m perimetrales o fracción, de la zona a agotar. Se recomienda que el filtro este cubierto por al menos un metro de tierra, para impedir que el sistema tome aire por la parte superior del barreno, en caso de no poder cumplir con esto se puede optar por poner sobre cada lanza un poco de tierra presionada para que haga las veces de tapón.



ELEVACIÓN Y POSICIONADO



HINCA CON AGUA A PRESIÓN

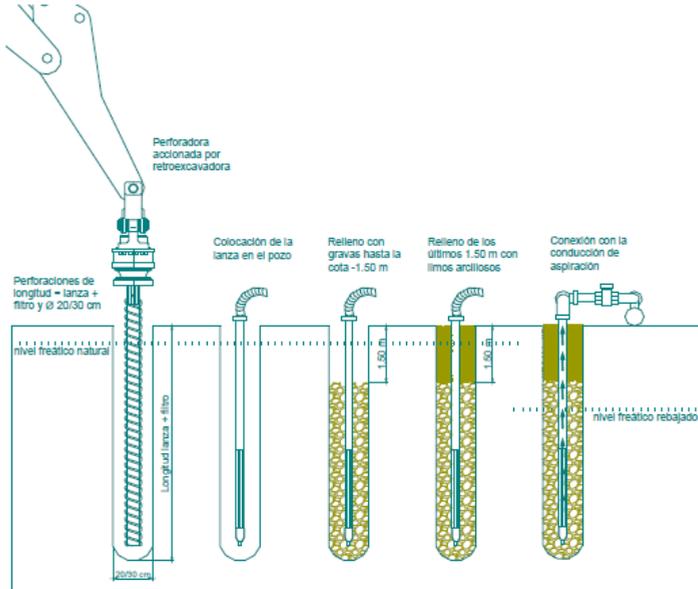


CONEXIÓN A COLECTOR



### MEDIANTE POZOS DRENANTES

En los casos de permeabilidades distintas a las indicadas o en terrenos con alto contenido en partículas finas como limos y arcillas, se recomienda la instalación de las lanzas en el interior de pozos drenantes. Para ello, mediante un tornillo sinfin helicoidal de 20/30 cm de diámetro accionado por perforadora acoplada al brazo de la retroexcavadora, se realizan micropozos en los que posteriormente se colocarán las lanzas de Wellpoint. Posteriormente se rellena el pozo con gravas excepto los 1.50 m superiores, que se rellenan con limos arenosos para impedir la entrada de aire en el sistema de aspiración Wellpoint. El resto de proceso de instalación es el mismo.



PERFORACIÓN



LANZA COLOCADA EN EL POZO



RELLENO Y CONEXIÓN



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BOMBAS

### BOMBA DE HINCA: EQUIPOS JETTING

Esta serie de equipos de chorro de agua a presión proporcionan la presión requerida para abrir las capas duras del fondo y el caudal de agua necesario para arrastrar el material circundante a la lanza.

El equipo de chorro de agua a presión debe funcionar con agua limpia, exenta de sólidos en suspensión. Aconsejamos utilizar preferentemente agua de la red de distribución de agua potable.

El equipo jetting, montado sobre un chasis de un eje, con tanque de combustible para servicio de 24 horas.

Todos los equipos de chorro de agua a presión son equipados con válvulas de bola que regulan el caudal de agua; reglaje (acelerador) de las revoluciones del motor para variar el caudal y manómetro de lectura de presión



### BOMBA DE VACÍO: EQUIPOS WELL-POINT

El equipo está construido como una unidad compacta para funcionar bajo condiciones extremas y presenta un funcionamiento sin polución y especialmente silencioso (nivel de ruido aproximadamente 53 dB a 7 m de distancia).

El equipo, montado sobre un chasis con un eje con neumáticos y barra de tiro para facilitar su colocación en la obra, consta de los siguientes elementos principales:

- Cámara o tanque de separación de aire: consiste en un amplio recipiente cilíndrico con gran capacidad (de 1.5m<sup>3</sup>), para reducir al mínimo los paros y arrancadas.
- En su interior se alojan dos bombas sumergibles eléctricas o bombas para la impulsión del agua, así como los electrodos de barra para el control del nivel eléctrico.
- Consta además de dos bombas de vacío eléctrico adosadas en el exterior de la cámara o tanque. Se trata de dos depresores del tipo multicelular enfriados por aire y lubricados por aceite.
- Cuadro de control eléctrico. Todos los equipos están provistos de control de marcha automática, con lo que se reducen al mínimo los costos de funcionamiento. Los elementos de mando eléctrico se hallan en una caja hermética al agua.

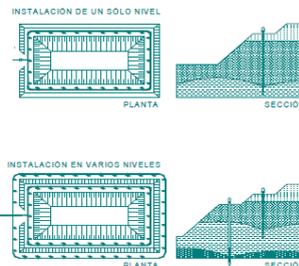


## FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

En los casos en los que el terreno sea de tipo granular pero sin partículas finas, como en arenas limpias, con unas permeabilidades entre 10<sup>-3</sup> y 10<sup>-5</sup> m/s, las lanzas pueden colocarse directamente en el terreno. La altura de agotamiento puede alcanzar los 7 m, aunque depende de la permeabilidad y tipo de terreno y de la superficie de agotamiento, para casos de mayor altura, puede colocarse un sistema escalonado de varias líneas de Wellpoint, si el espacio disponible y el coste lo permiten.

En el caso de permeabilidades menores o de la presencia de finos susceptibles de obturar las lanzas, es recomendable la instalación mediante pozos drenantes, que albergarán las lanzas de Wellpoint, impidiendo que las partículas finas alcancen las lanzas.

En obra deberá aportarse por parte del cliente un punto de suministro de agua, suministro eléctrico y un medio de elevación de cargas así como señalar el punto sitio de decantación y el punto de vertido final de las aguas.



La bomba Wellpoint puede moverse a lo largo de la ejecución de la obra o estar situada en un punto fijo durante toda la duración de la misma, ya que no necesita del traslado para la realización del trabajo. La elección del punto idóneo donde situar la bomba es fundamental para evitar traslados innecesarios, y alejarlo de los edificios existentes en zonas urbanas para evitar molestias por ruido.

El colector formado por tramos de tubo con orificios debe formar un circuito cerrado conectado a la bomba de vacío Wellpoint. Las lanzas se conectan al colector mediante manguitos flexibles, y los orificios que no se utilicen se tapan con tapones para que la bomba de vacío pueda realizar la operación de succión correctamente. Además, existen accesorios como codos y derivaciones para adaptarse a las necesidades de la forma del perímetro y elementos de control como caudalímetros.

Si la zona donde están las lanzas va a ser hormigonada, se ha de tener la precaución de proteger las lanzas contra el hormigón para posteriormente poderlas extraer, para ello es necesario que la lanza se enfunde en tubos plásticos de un diámetro mayor que esta para facilitar la extracción. En caso de terrenos estratificados con alternancia de capas duras puede ser necesario realizar perforaciones previas en las que se hincquen posteriormente las lanzas.



TAPÓN EN COLECTOR



CONTROL DE CAUDAL



LANZAS PROTEGIDAS

Con la experiencia adquirida en las obras de construcción, se ha desarrollado y experimentado considerablemente el material requerido y necesario para su aplicación al rebajamiento del nivel freático de las aguas. Ischebeck Ibérica ofrece al mercado el más elaborado y fiable material, que permite afrontar el agotamiento en un gran abanico de tipo de terrenos.



AEROPUERTO BARCELONA



RESIDENCIA VALENCIA



COLECTOR PTO. SANTA MARÍA



... Tecnología avanzada en encofrados, cimbras, entibación y geotecnia



**Casa Matriz:**  
**FRIEDR. ISCHEBECK GMBH**  
 P.O. BOX 1341  
 DE-58242 ENNEPELTA

TEL: +49-2333-83050  
 FAX: +49-2333-830555  
 Email: [export@ischebeck.com](mailto:export@ischebeck.com)  
<http://www.ischebeck.com>

**Filial en España:**  
**ISCHEBECK IBERICA S.L.**  
 Pol.Ind. El Oliveral, C/S parcela Nº 25  
 ES-46394 RIBARROJA DEL TURIA (Valencia)

TEL: +34-96-166-6043  
 FAX: +34-96-166-6162  
 Email: [ischebeck@ischebeck.es](mailto:ischebeck@ischebeck.es)  
<http://www.ischebeck.es>

**Filial en Argentina para el Mercosur:**  
**ISCHEBECK SUDAMERICA S.A.**  
 Calle Reconquista 761  
 Ciudadela B1702FCO, Buenos Aires

TEL: +54-11-4-488-4700  
 FAX: +54-11-4-488-4799  
 Email: [info@ischebecksud.com.ar](mailto:info@ischebecksud.com.ar)  
<http://www.ischebecksud.com.ar>

Oficina Central Ennepetal - Registro mercantil: Hagen HRB 5585 - CIF-Nº: DEB1161225 - Garantías: Dipl.-Ing. Ernst Friedrich Ischebeck, Friedrich Döpp, Dipl.WL-Ing. Bjoörn Ischebeck



Cimbras  
Au



Encofrado  
de Losa HV



Viga Au



Encofrado  
vertical



Puntales



Encofrado  
Jácenas



Encofrado  
Pilares



Accesorios  
para  
Encofrados



Garantías  
de Seguridad



Godales



Entibaciones  
de Zanjias



Geotecnia