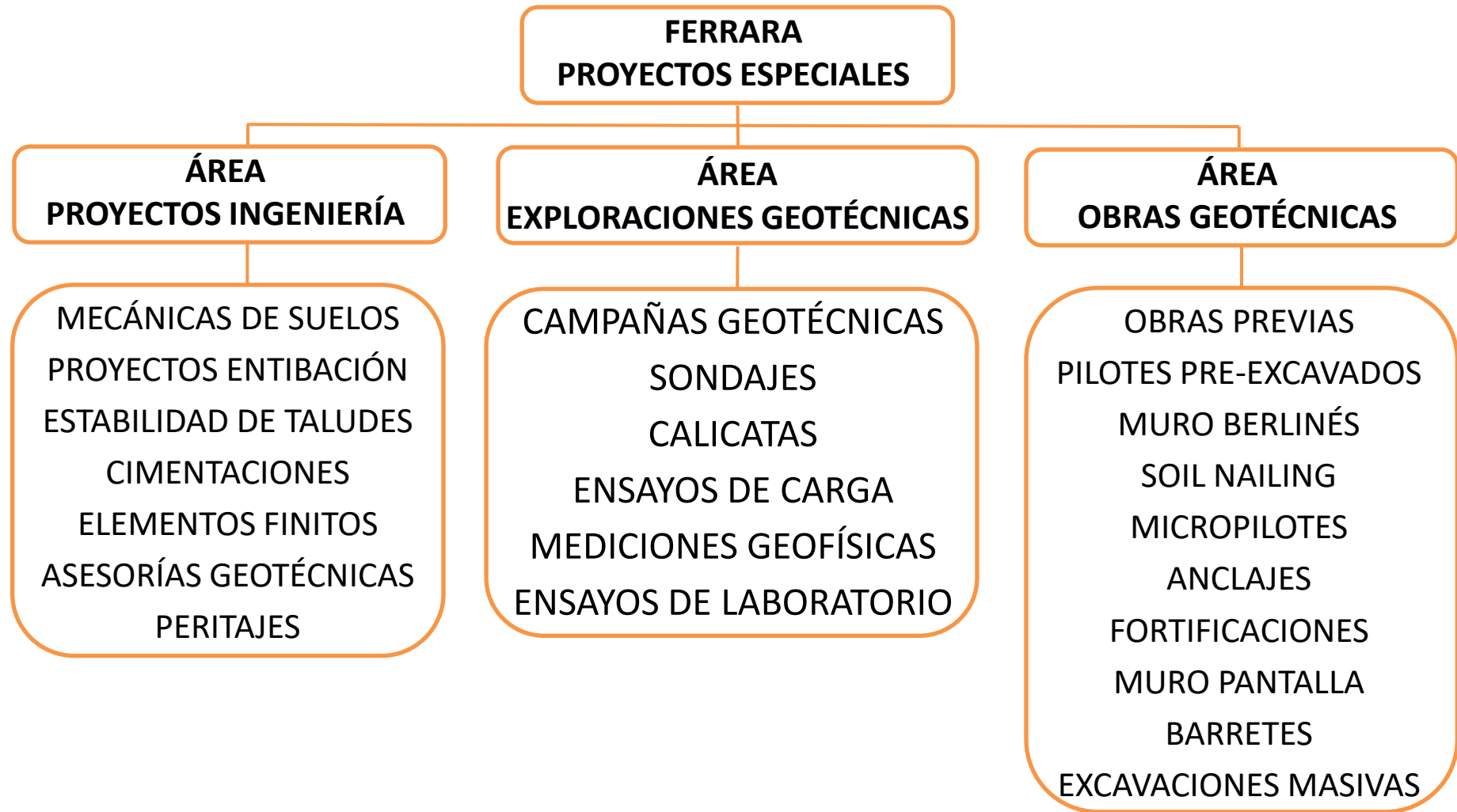


Sistemas de Contención para Excavaciones Profundas en Zonas Urbanas

Felipe Kuncar García
Ingeniero de Proyectos, Ferrara
Ingeniero Civil, MSc





Este mes celebramos **una década** desde la creación de nuestra empresa, estamos muy **felices y orgullosos** del **equipo multidisciplinario de trabajo** que hemos formado y la **gran experiencia ganada** estos años.

Damos gracias a la **confianza y preferencia de nuestros clientes** ya que sin ustedes no habría sido posible.

Estamos comprometidos con la calidad y seguridad en cada uno de nuestros proyectos y esperamos que podamos seguir **trabajando juntos y brindándoles el servicio que merecen.**

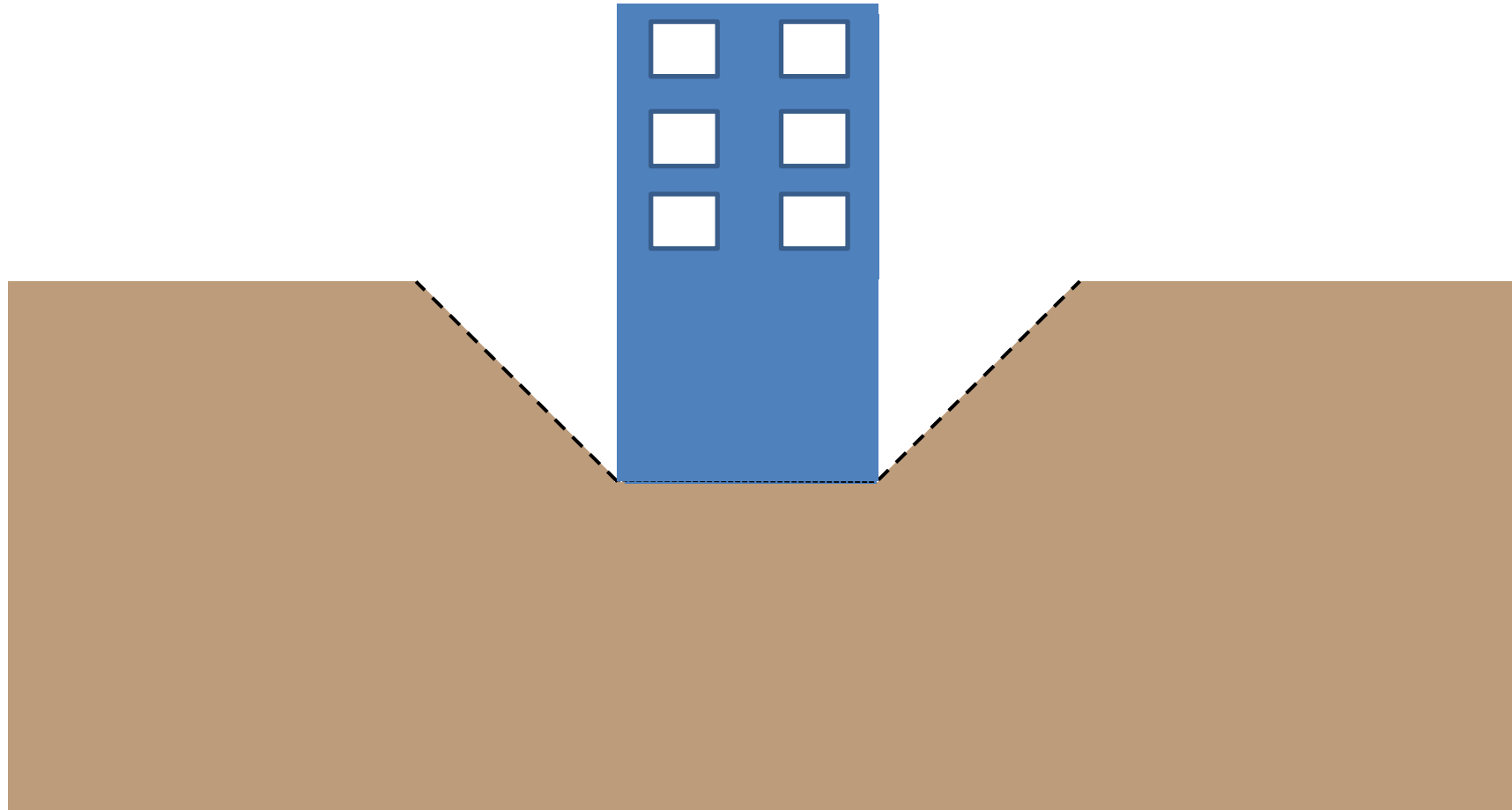
www.ferrara.cl



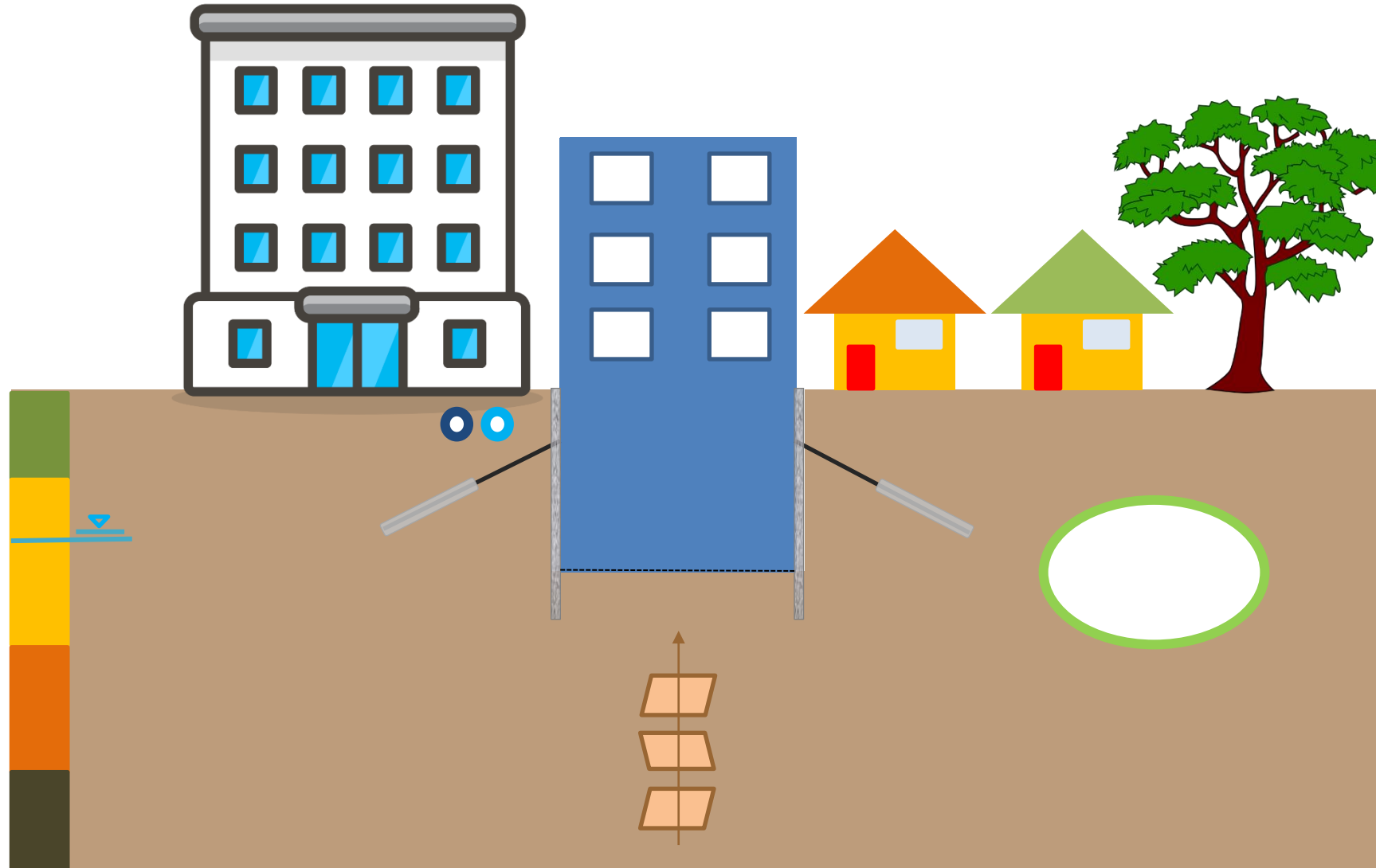
Un recuerdo de nuestro recorrido
en estos 10 años de historia.

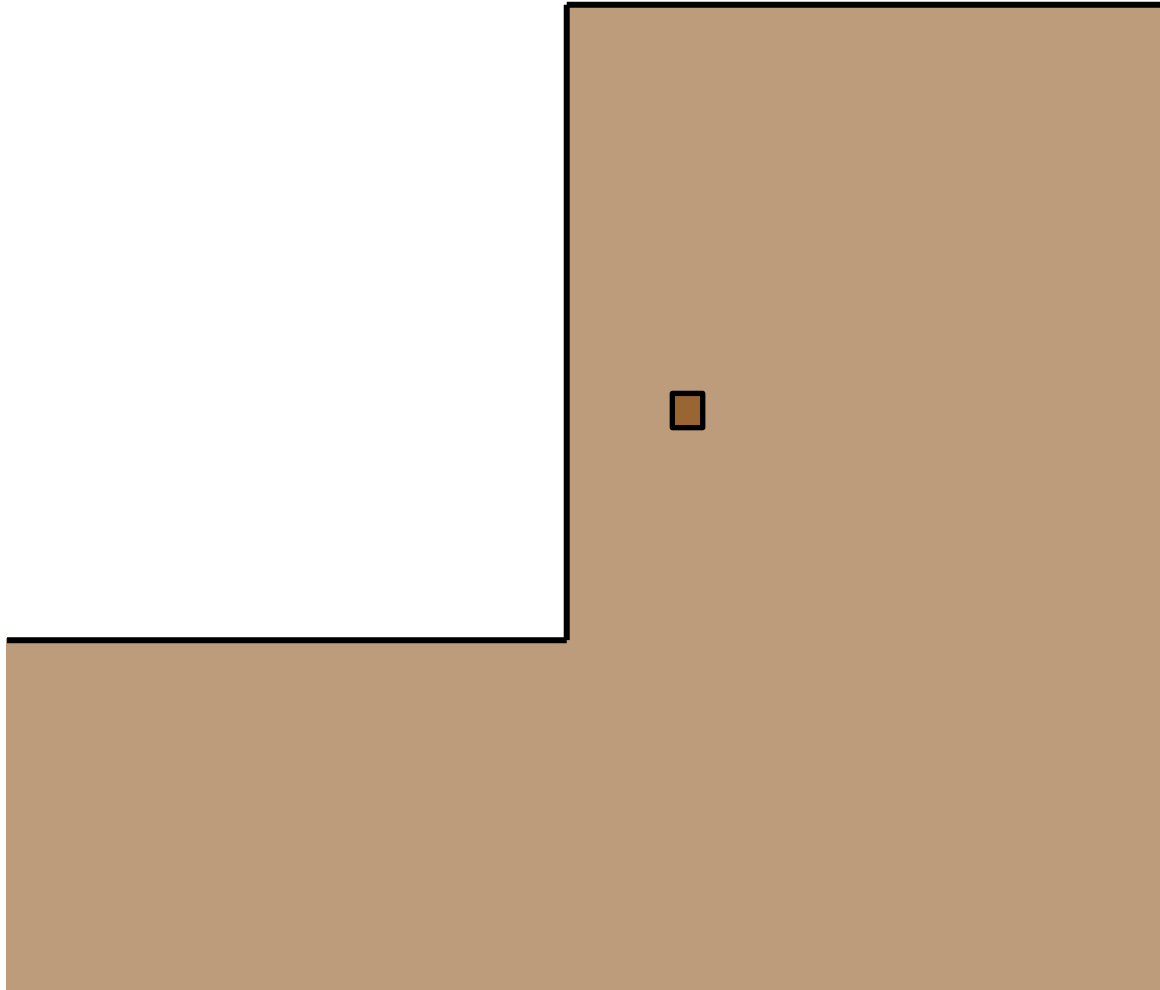
2012

¿Por qué se requieren los sistemas de contención?

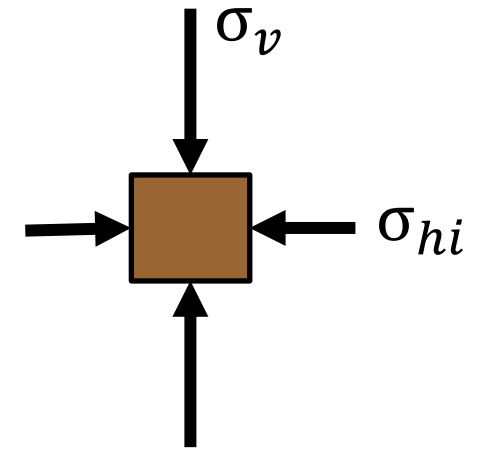


¿Por qué se requieren los sistemas de contención?

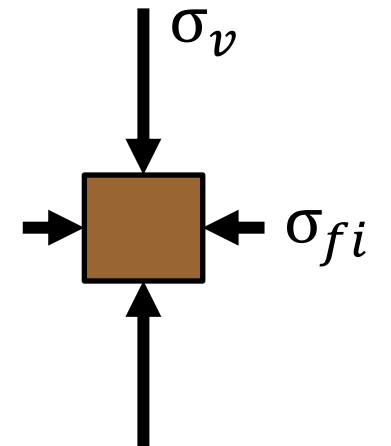


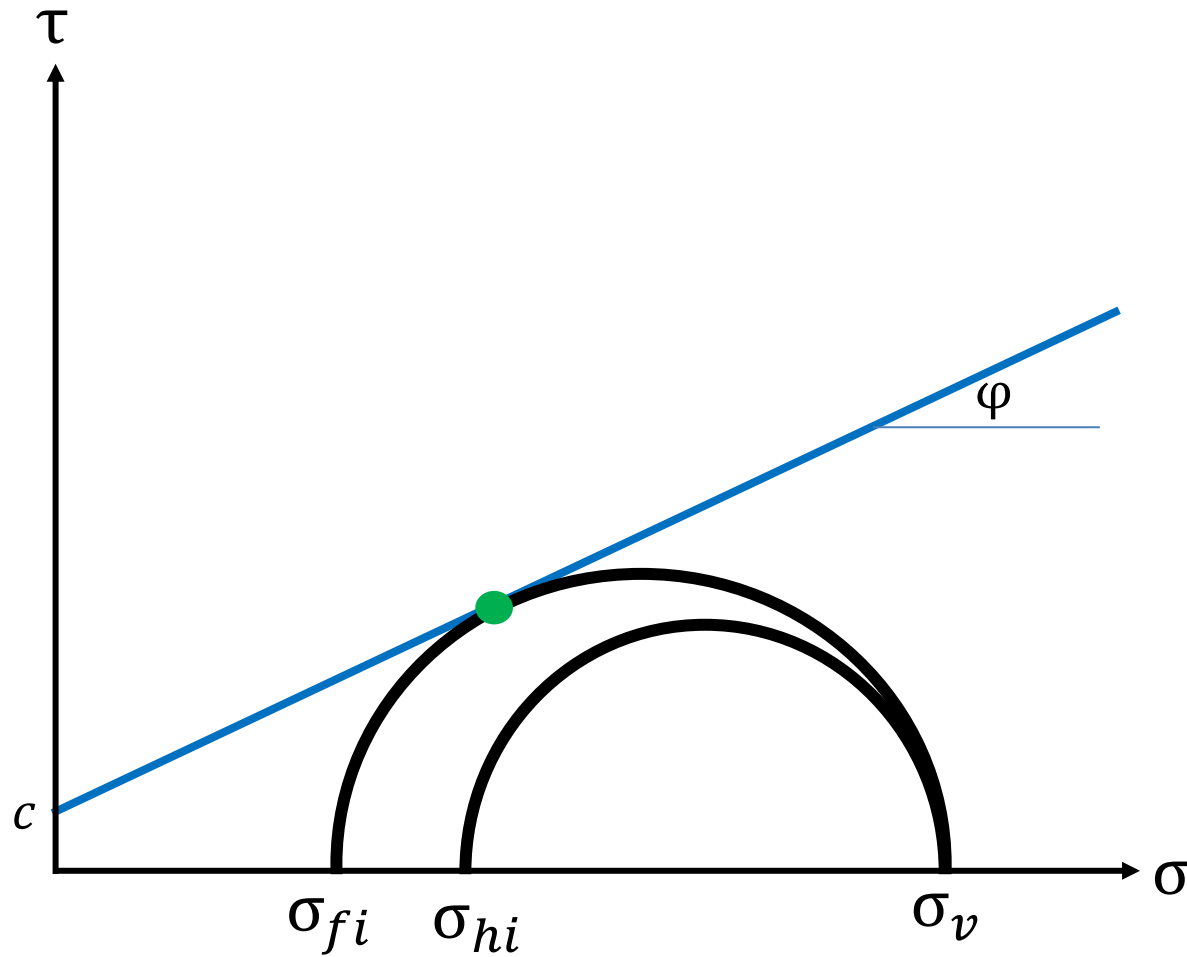


Antes de excavar:

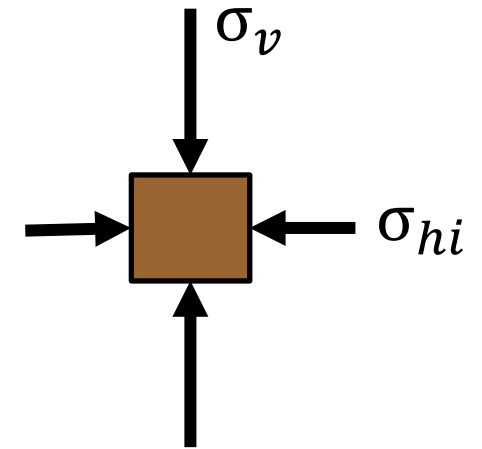


Después de excavar:

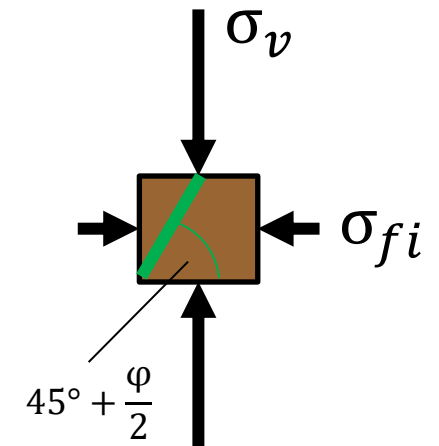


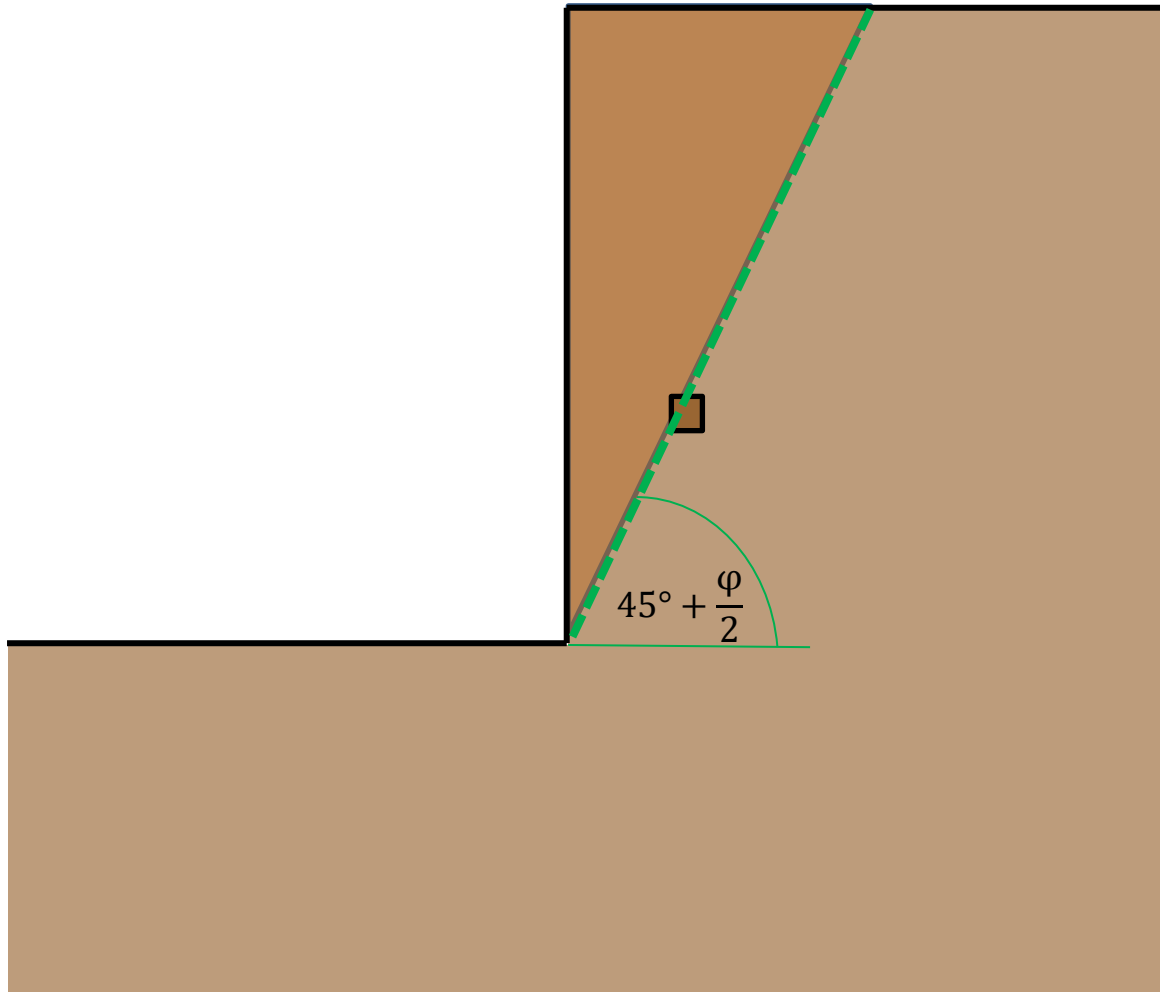


Antes de excavar:

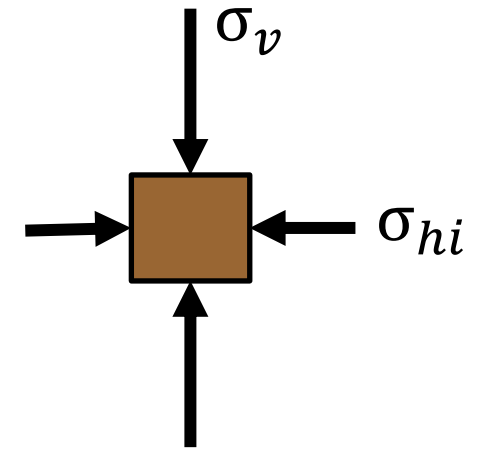


Después de excavar:

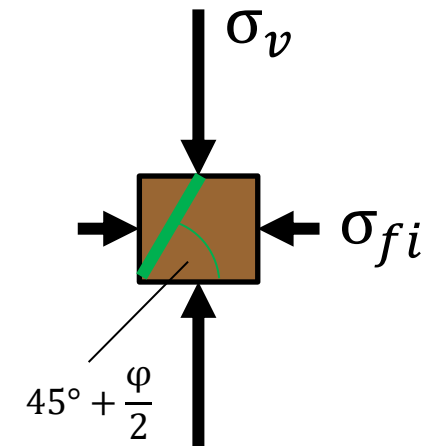


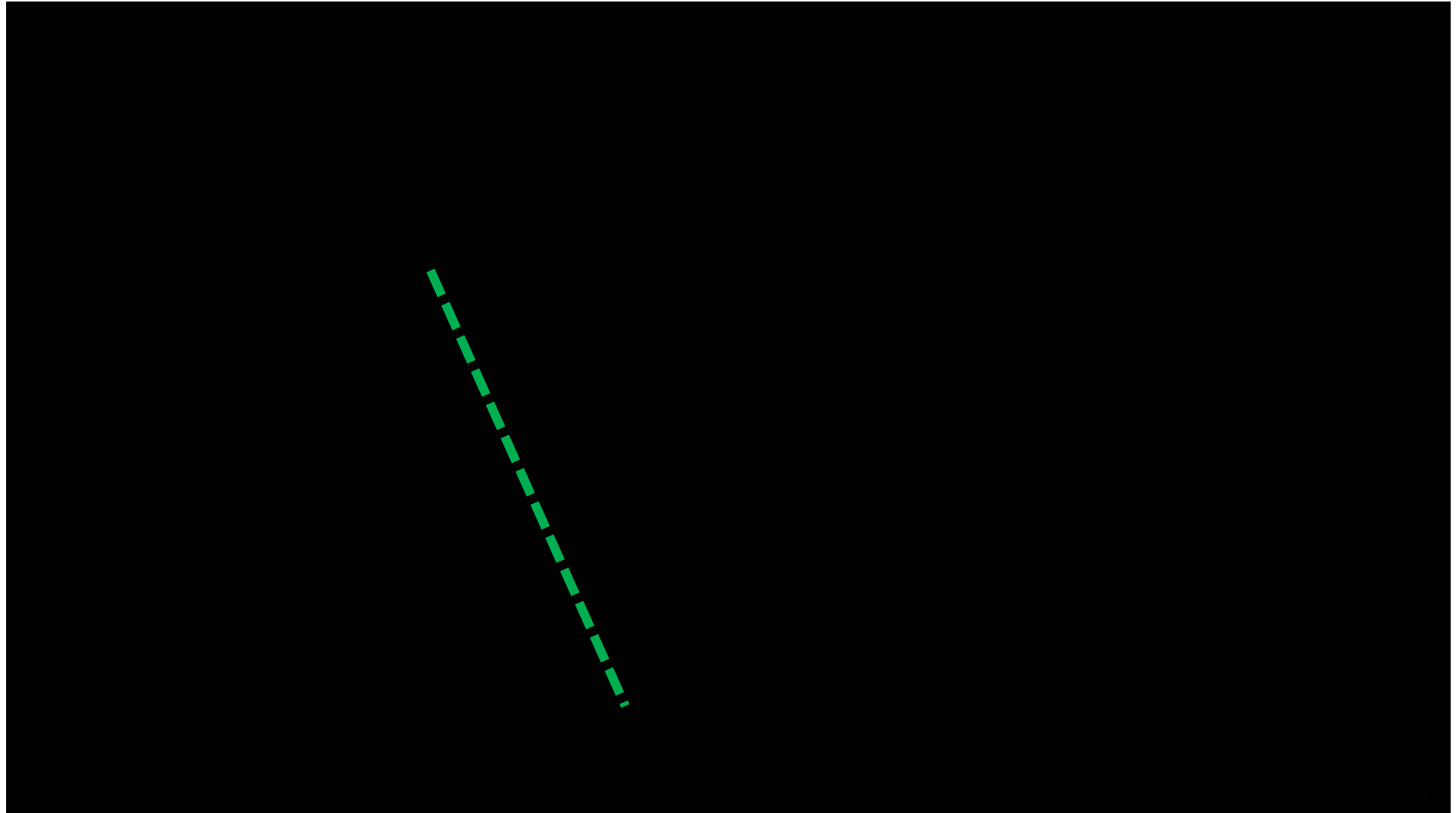


Antes de excavar:

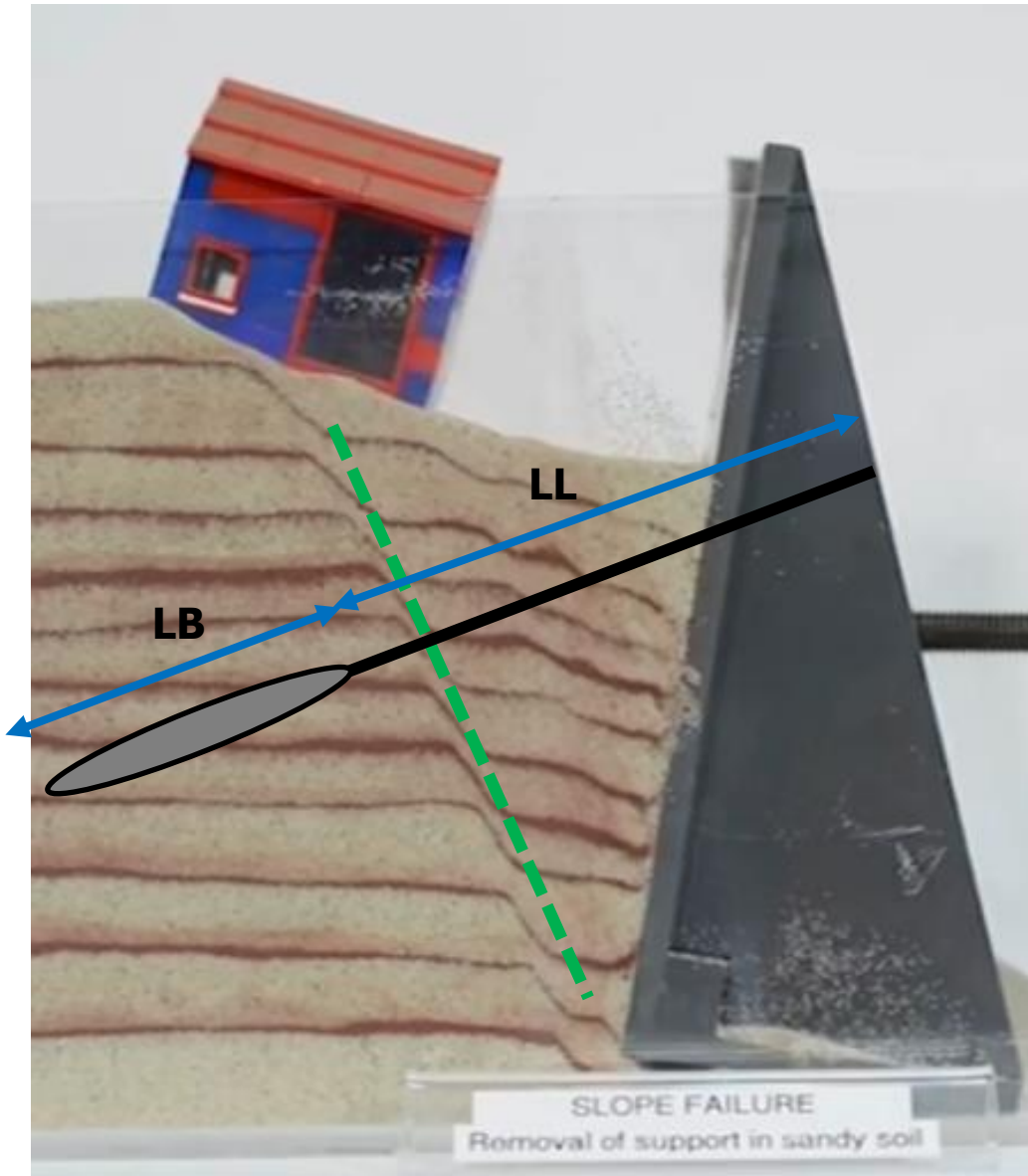


Después de excavar:

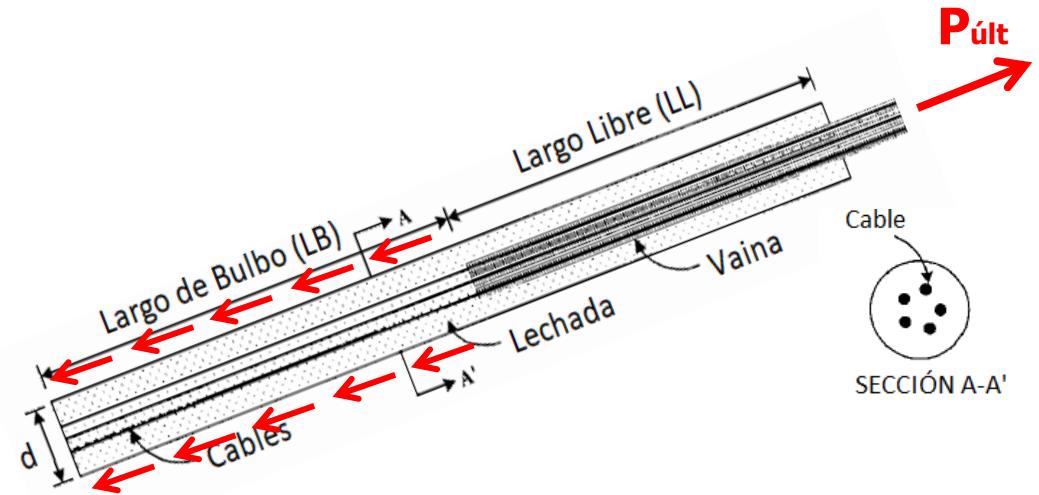




British Geological Survey <https://www.youtube.com/watch?v=fYjldsJXE5k>



Anclaje: Elemento de arriostamiento que trabaja a tracción y está compuesto por una cabeza de anclaje, tendón y bulbo resistente

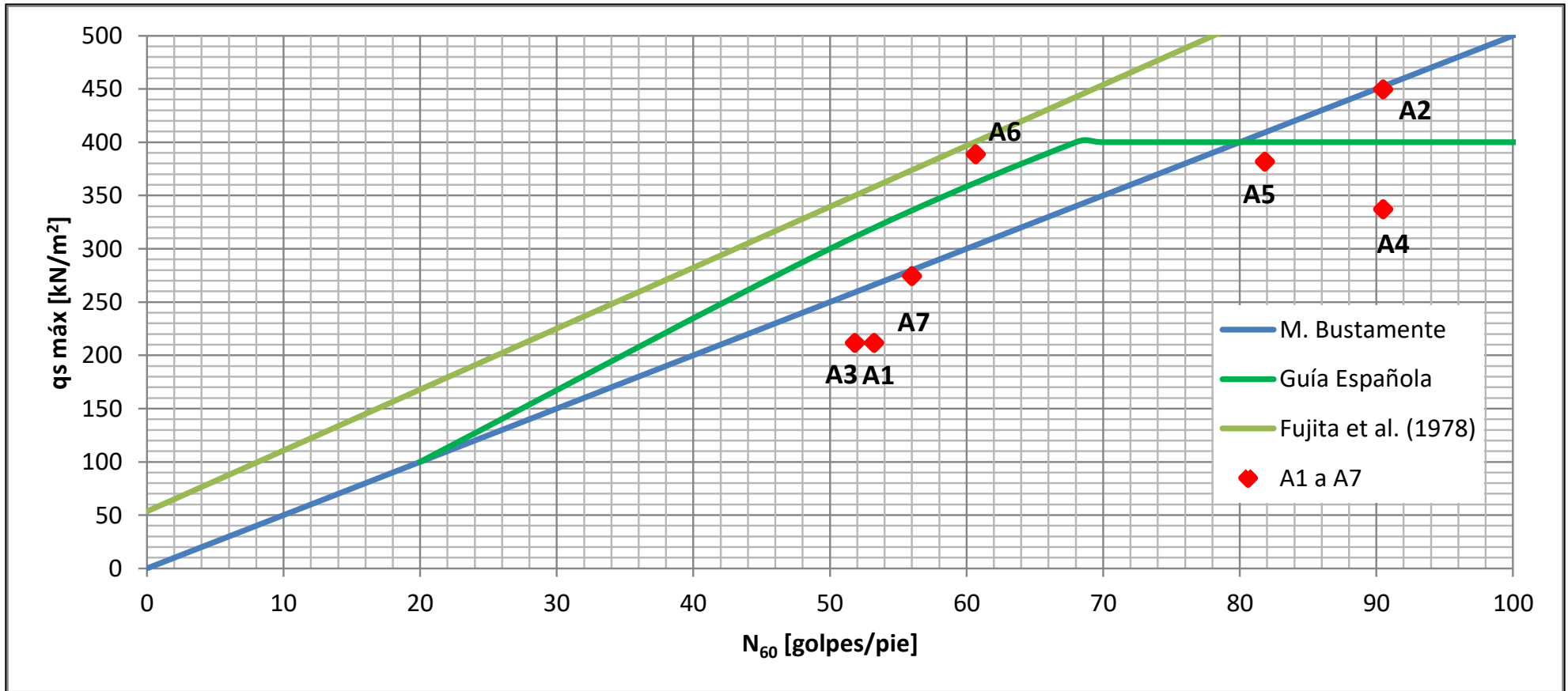


Diseño:

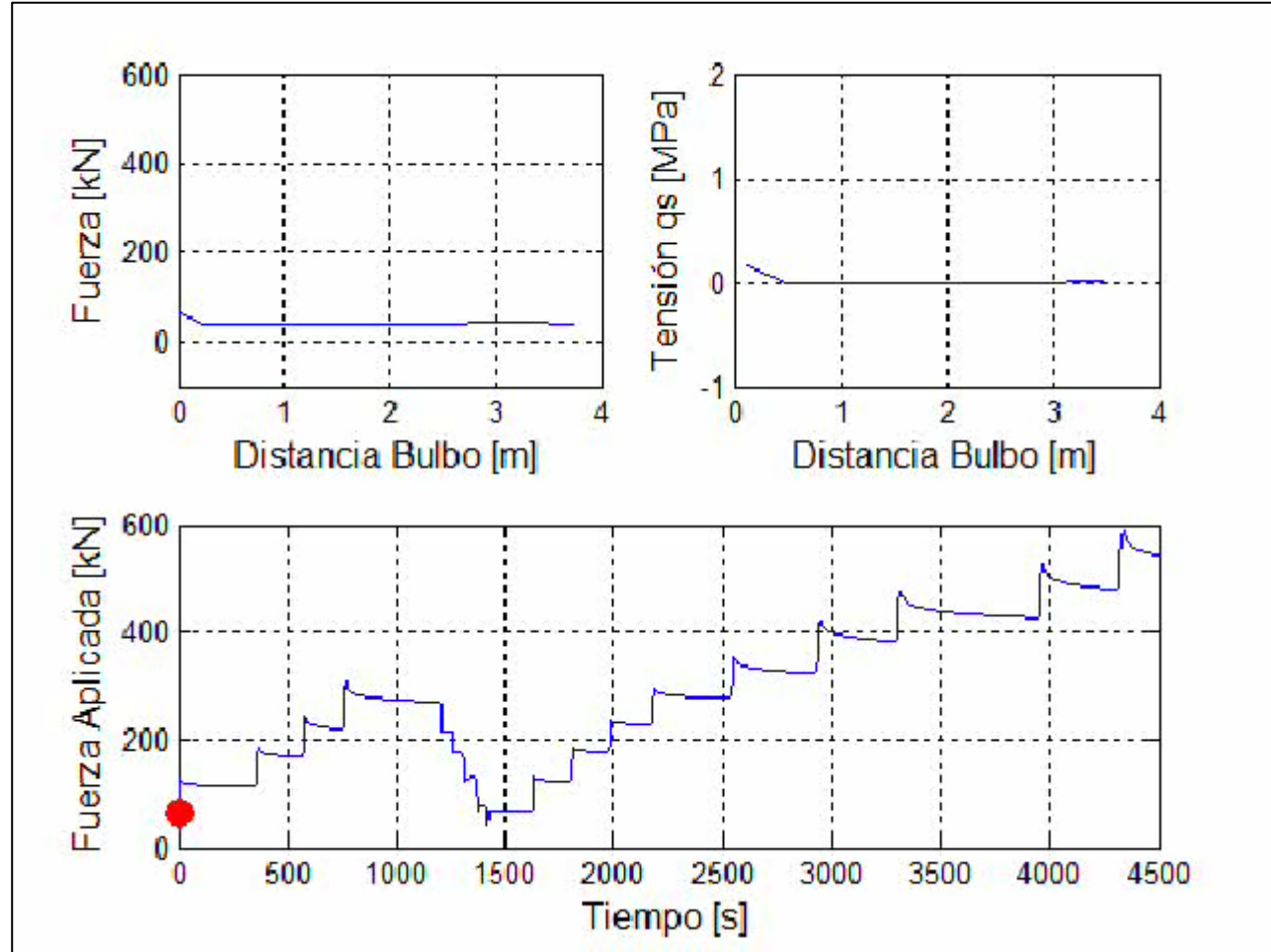
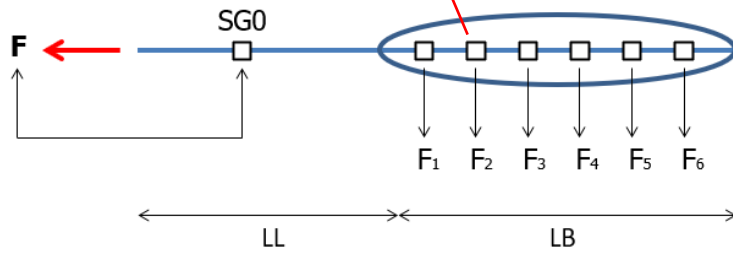
$$P_{\text{últ}} = \pi \cdot d \cdot LB \cdot q_s$$

Depende del tipo de suelo y de su compactad/consistencia

qs de Diseño



Kuncar F., Mancilla C. & Taiba O. (2018). Estudio experimental de la interacción bulbo-suelo en anclajes postensados inyectados en arenas eólicas del sector Reñaca-Concón. X Congreso Chileno de Geotecnia, Valparaíso, Chile.



Kuncar F., Mancilla C. & Taiba O. (2018). Estudio experimental de la interacción bulbo-suelo en anclajes postensados inyectados en arenas eólicas del sector Reñaca-Concón. X Congreso Chileno de Ingeniería Geotécnica, Valparaíso, Chile.

NORMA CHILENA OFICIAL

NCh 3206.Of2010

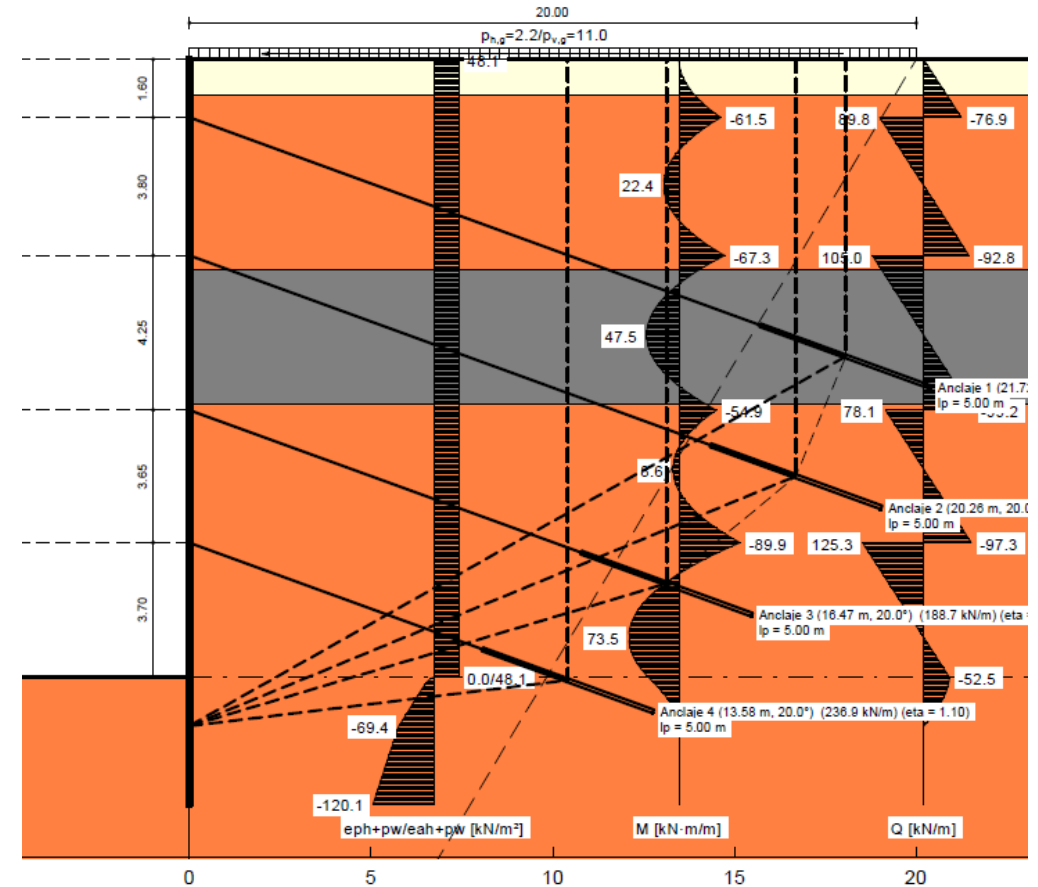
INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

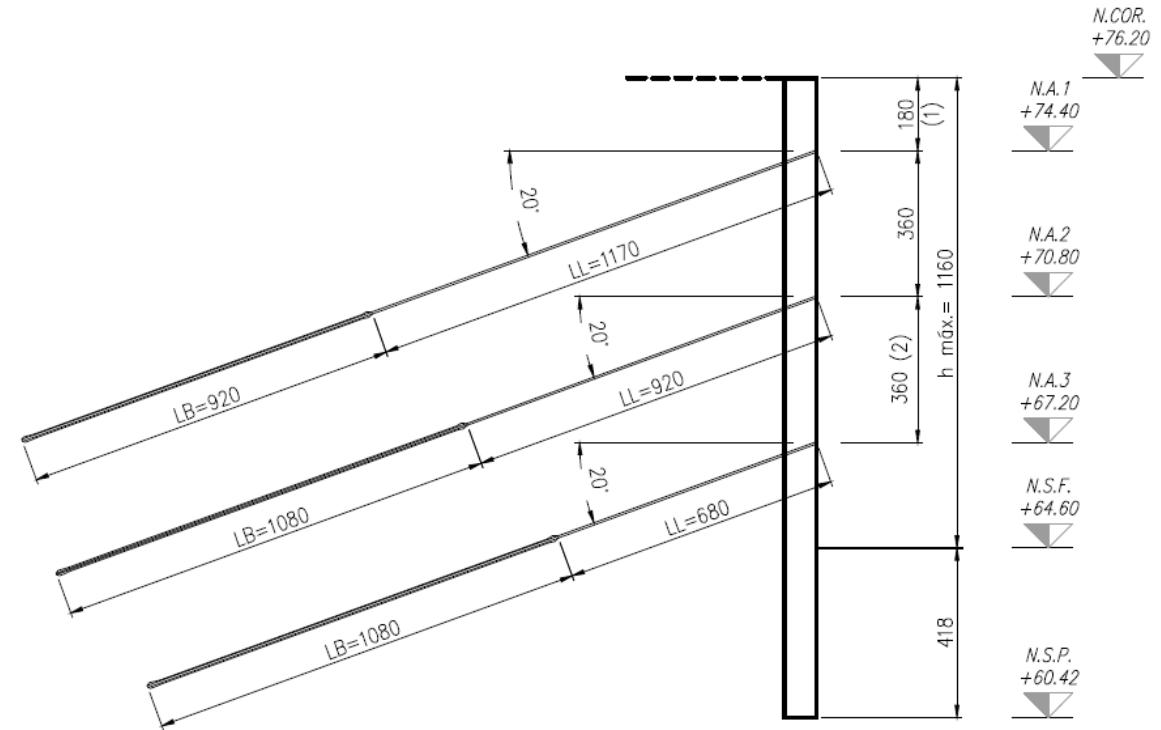
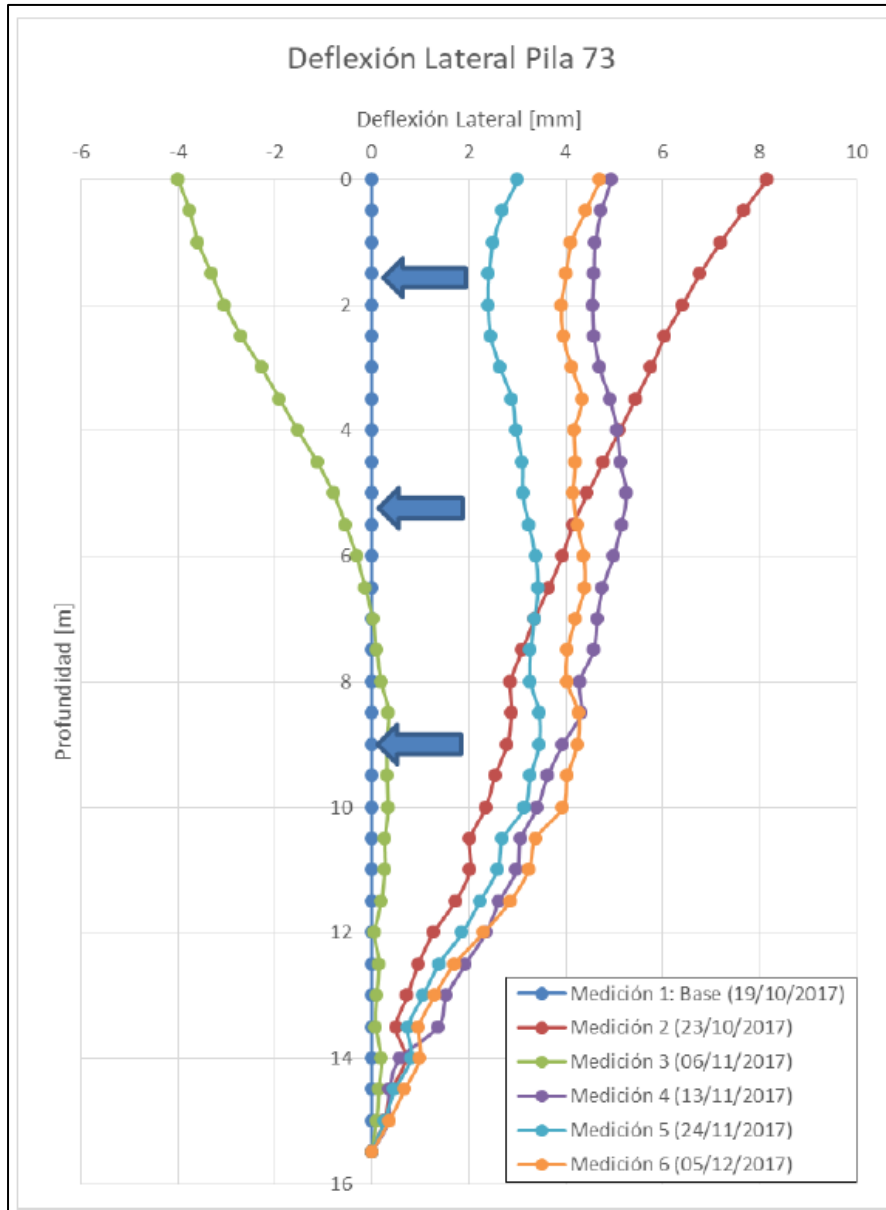
Geotecnia - Excavaciones, entibaciones y socalzados - Requisitos

Geotechnical engineering - Excavation, shoring and shielding - Requirements

Primera edición : 2010

Métodos de equilibrio límite





Raddatz D. & Taiba O. (2018). Estructura de contención usando pilas con anclajes y refuerzo de fundaciones por medio de micropilotes y pilas para proyecto ubicado en Reñaca. X Congreso Chileno de Ingeniería Geotécnica, Valparaíso, Chile.

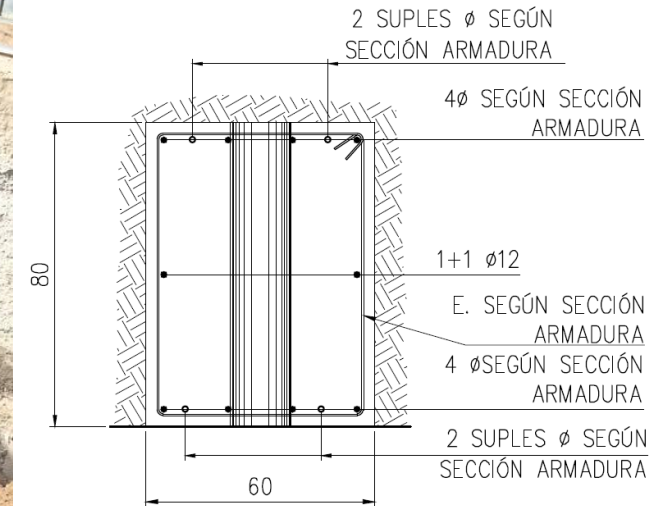
Mediciones con Inclínómetro



1. Pilas Ancladas
2. Pilotes Anclados
3. Muro Berlinés
4. Soil Nailing
5. Muro Pantalla

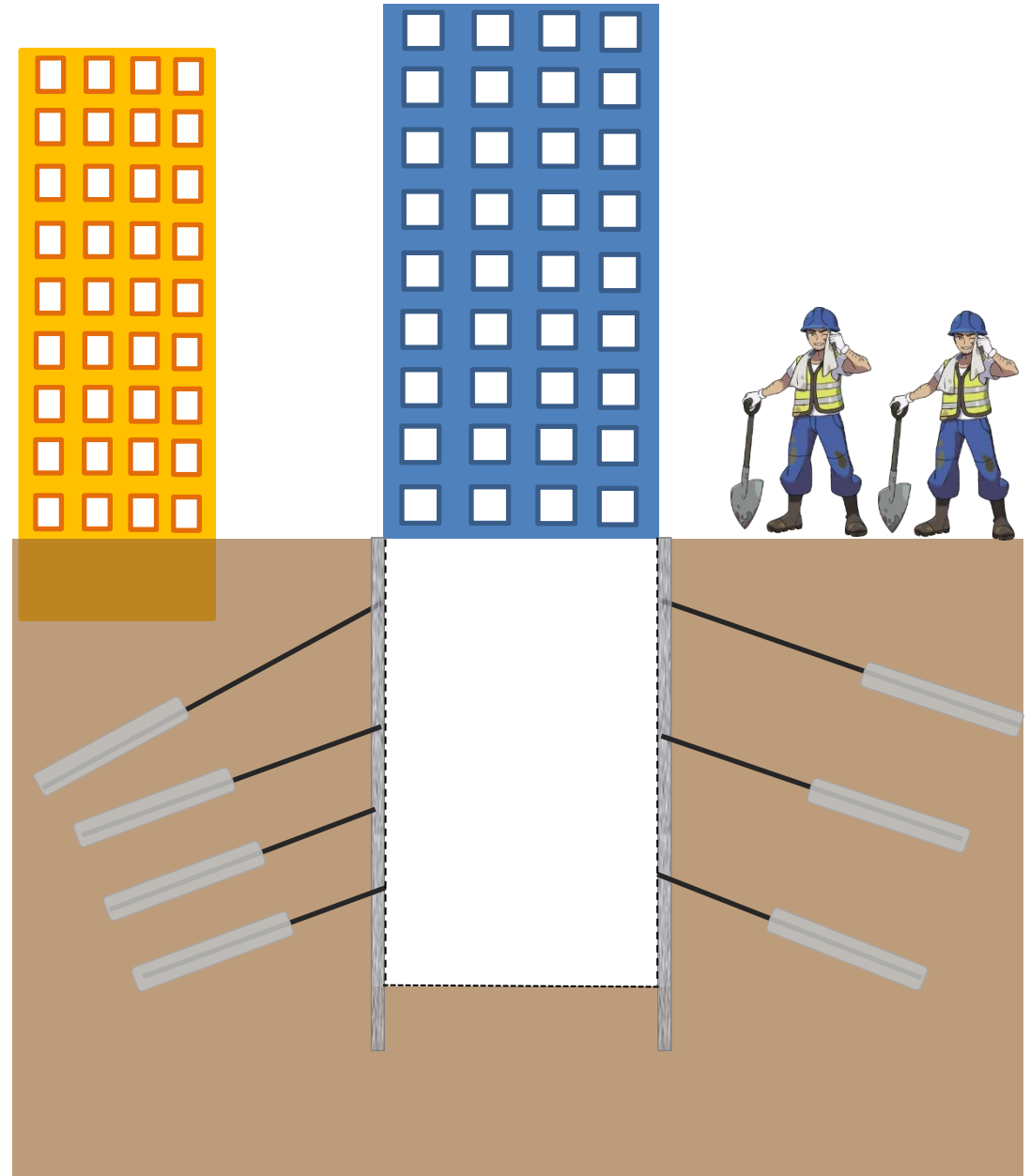
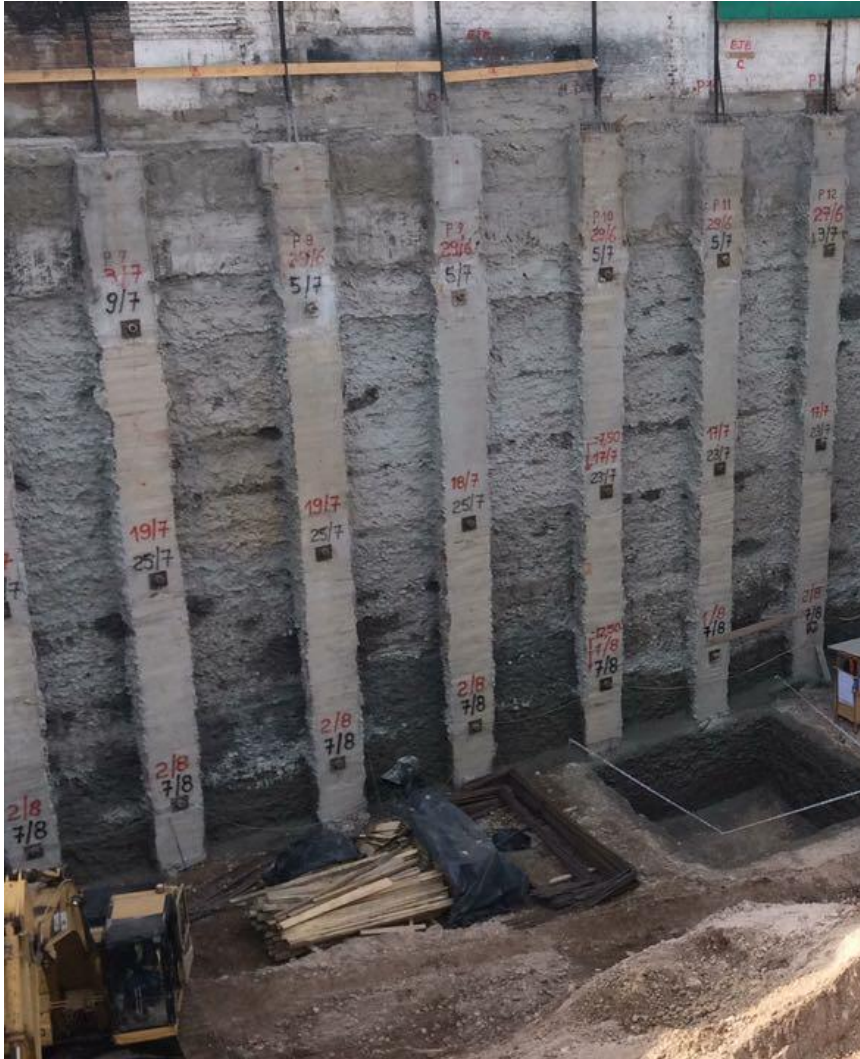
1. Pilas Ancladas

Sistema de contención constituido por elementos verticales de hormigón armado, de sección rectangular, denominados pilas, que conforman una pantalla discontinua. El sistema es usualmente arriostrado mediante anclajes postensados.



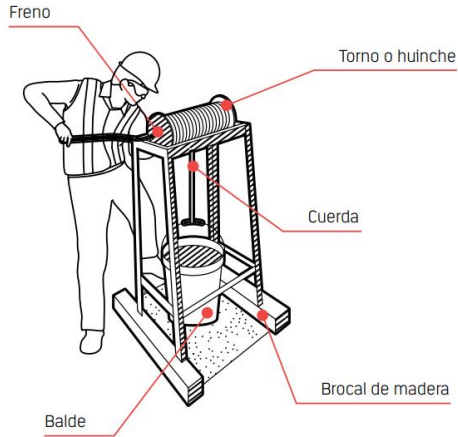
Obra de Contención para Edificio Apóstol Santiago, Estación Central, Santiago, Chile
Diseño y ejecución de anclajes por parte de Ferrara

1. Pilas Ancladas – Secuencia Constructiva



1. Pilas Ancladas – Secuencia Constructiva

1. Construcción de pilas desde superficie



3. Instalación, inyección y tensado de anclaje



4. Repetir 2 y 3 para las siguientes líneas de anclaje

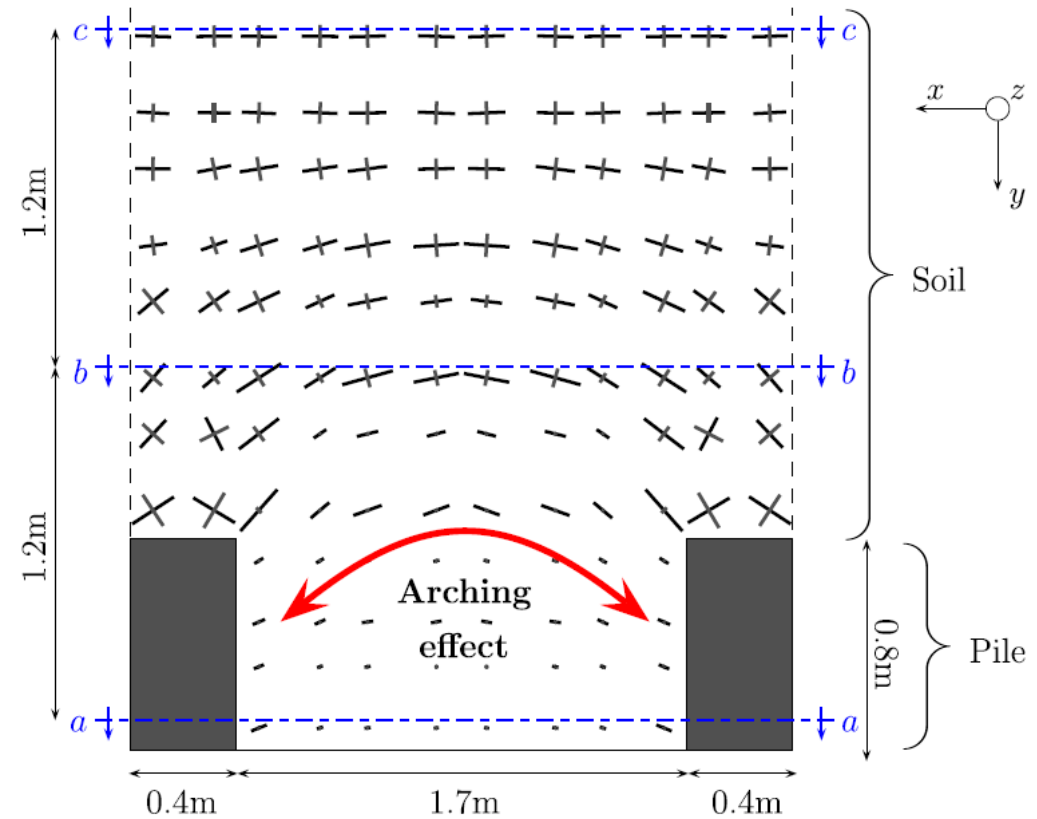
2. Excavación masiva y perforación de 1ra línea de anclajes



1. Pilas Ancladas



Efecto Arco



Sáez & Ledezma (2012)

1. Pilas Ancladas – Obras



Edificio Factoría Italia

Avenida Italia N° 850, Providencia, Santiago

Plazo de Ejecución: 5,5 meses

Cliente: Constructora EBCO



1.530 ml de anclajes postensados temporales
Altura máxima: 24 m

1. Pilas Ancladas – Obras



Edificio Eco Irrázaval

Avenida Irrázaval N° 5489 - 5455,
Ñuñoa, Santiago

Plazo de Ejecución: 6,5 meses

Cliente: Constructora ICF

1.700 ml de pilas / 3.400 ml de anclajes postensados temporales / 51.500 m3 de excavación masiva

1. Pilas Ancladas – Obras

Edificio Makromar

Calle Las Perlas Norte N° 121, Viña del Mar

Plazo de Ejecución: 9,0 meses

Cliente: Grupo Makro



1.500 ml de pilas / 5.500 ml de anclajes (permanentes y temporales)/ 34.500 m³ de excavación masiva / 1.500 ml de micropilotes de fundación / Altura máxima: 17 m

1. Pilas Ancladas – Obras

Edificio Makromar

Calle Las Perlas Norte N° 121, Viña del Mar

Plazo de Ejecución: 9,0 meses

Cliente: Grupo Makro

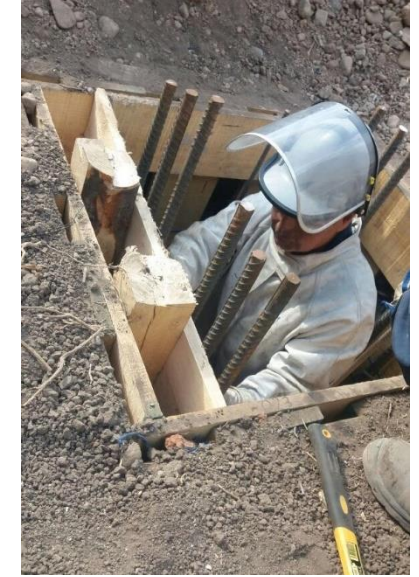


Ventajas

- Aprovechamiento de toda el área del terreno
- Pilas pueden socavar estructuras existentes
- Sección con tamaños adaptables
- Bajo costo para excavaciones poco profundas, debido a no requerir maquinaria especializada
- Se pueden excavar múltiples pilas simultáneamente

Desventajas

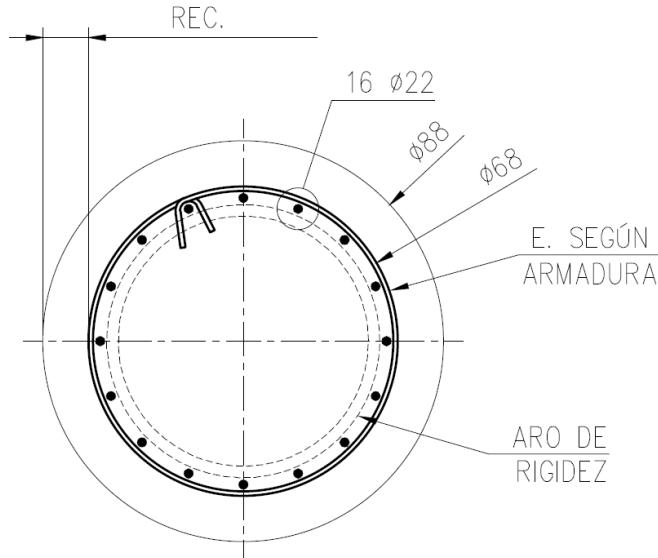
- Requiere extremar medidas de seguridad para proteger al personal



- Imposibilidad de excavar pilas en suelos muy duros o rocas
- Dificultad para excavar pilas con nivel freático
- Dificultad de inspeccionar adecuadamente la armadura
- Disposición discontinua de pilas sin muro solo es posible en suelos con cohesión

2. Pilotes Anclados

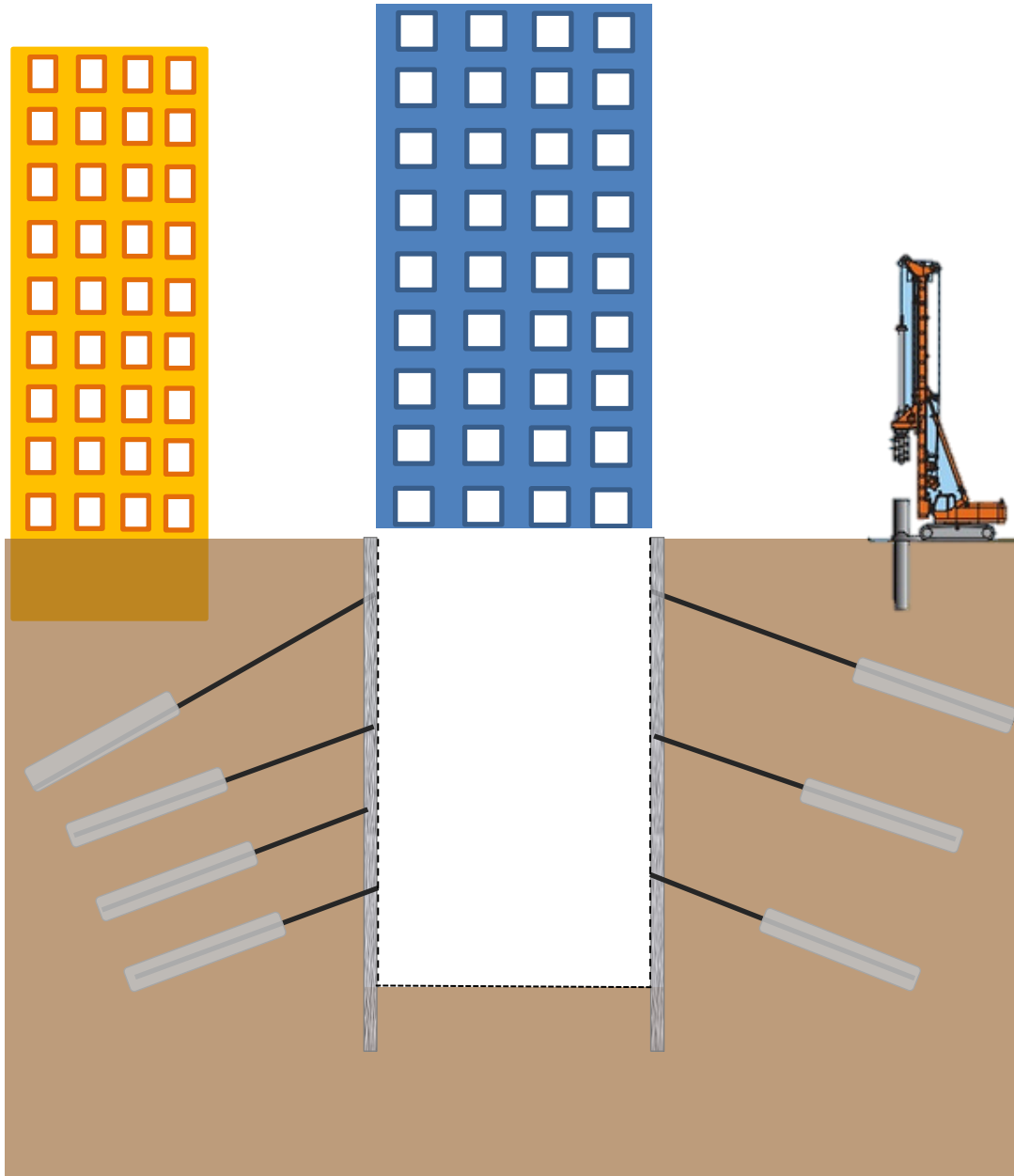
Sistema de contención constituido por elementos verticales de hormigón armado, de sección circular, denominados pilotes, que conforman una pantalla discontinua. El sistema es usualmente arriostrado mediante anclajes postensados.



Niveles
de
anclaje

Obra de Contención para Edificio Parque San Damián, Santiago, Chile
Diseñada por Ferrara

2. Pilotes Anclados – Secuencia Constructiva



2. Pilotes Anclados – Secuencia Constructiva

1. Construcción de pilotes desde superficie



2. Excavación masiva y perforación de 1ra línea de anclajes

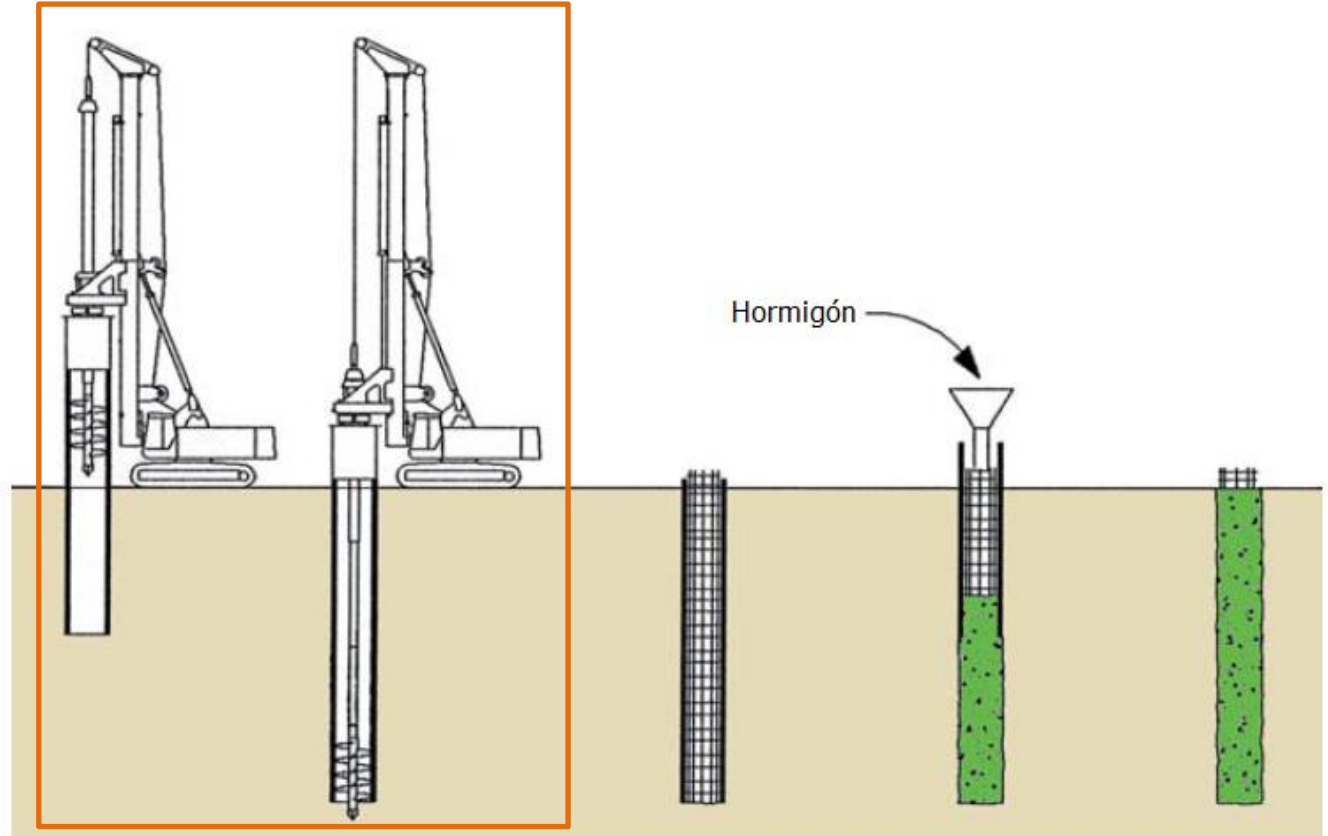


3. Colocación, inyección y tensado de anclaje



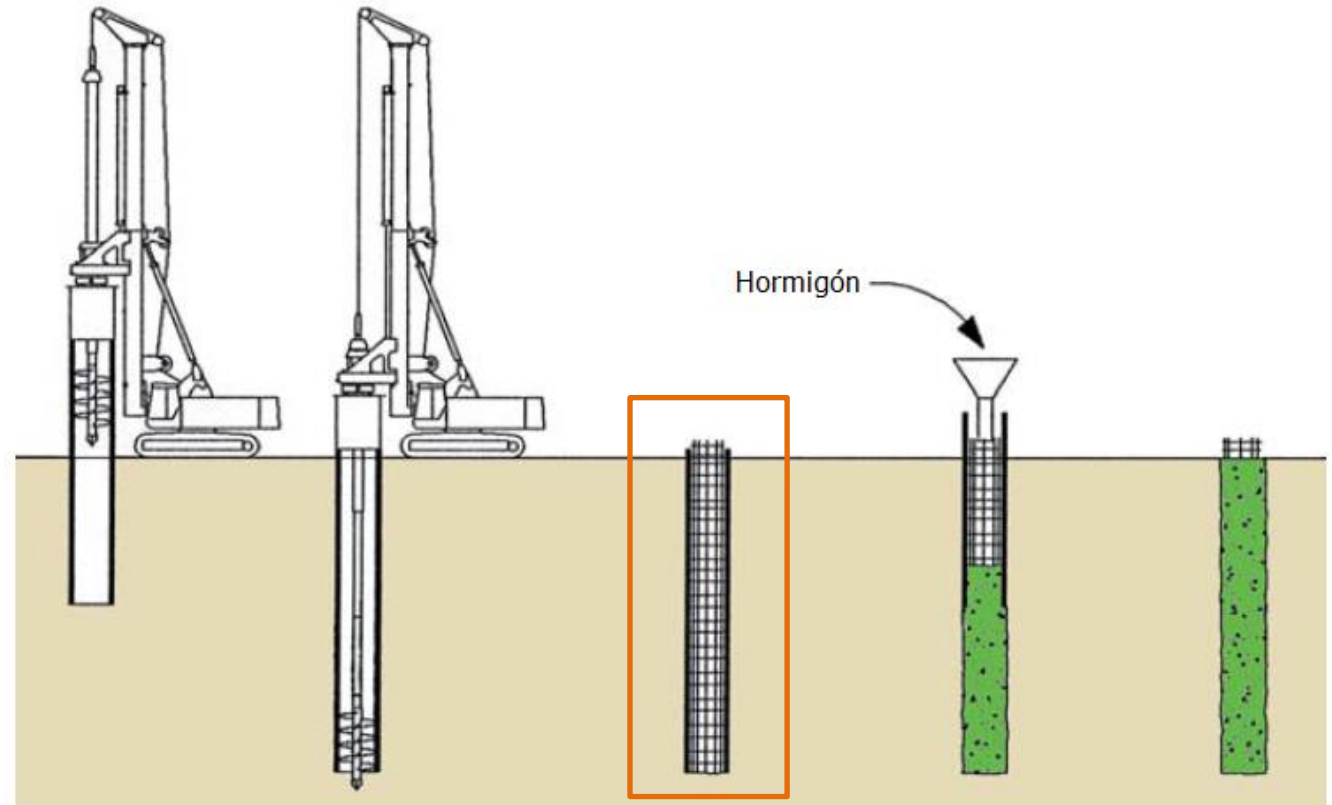
4. Repetir 2 y 3 para las siguientes líneas de anclaje

2. Pilotes Anclados – Construcción de Pilotes



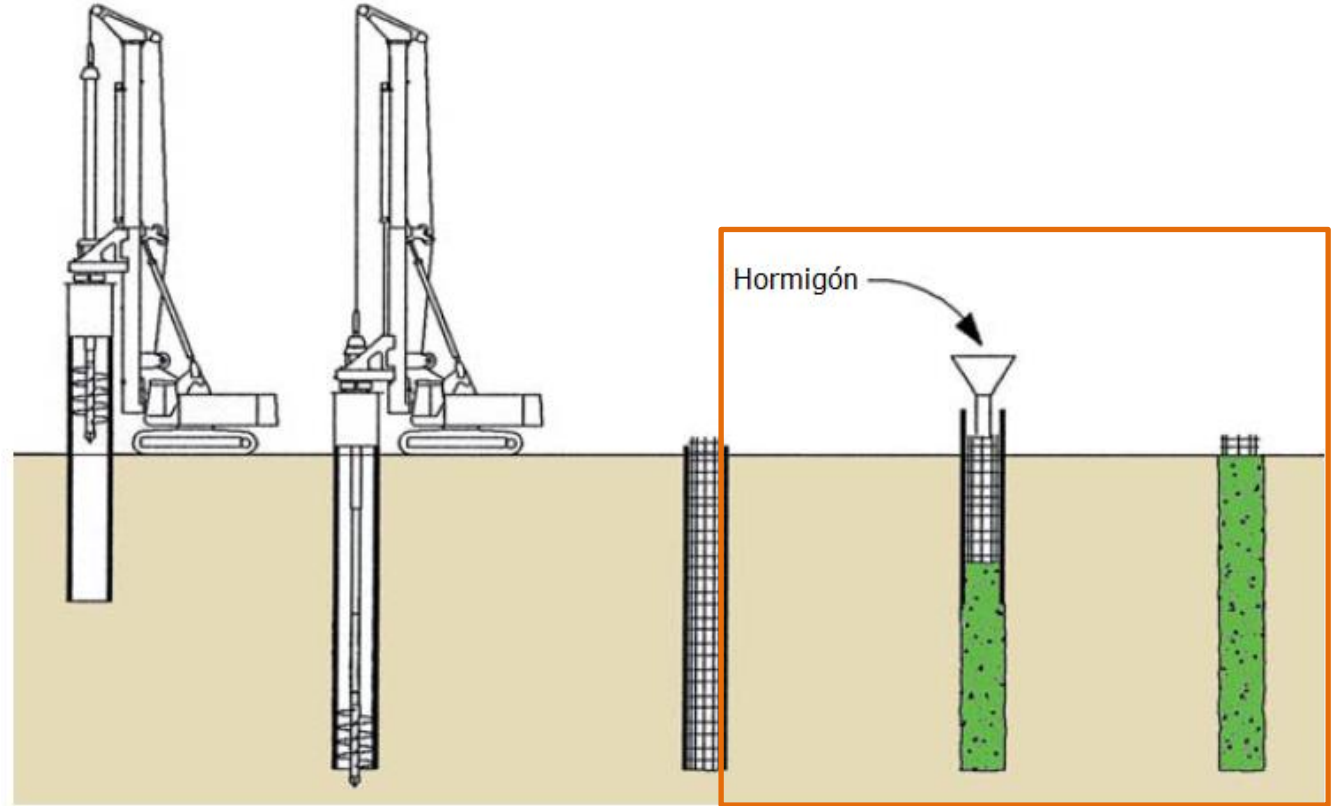
(Adaptada de <http://www.bauer.de>)

2. Pilotes Anclados – Construcción de Pilotes



(Adaptada de <http://www.bauer.de>)

2. Pilotes Anclados – Construcción de Pilotes



(Adaptada de <http://www.bauer.de>)

2. Pilotes Anclados – Obras

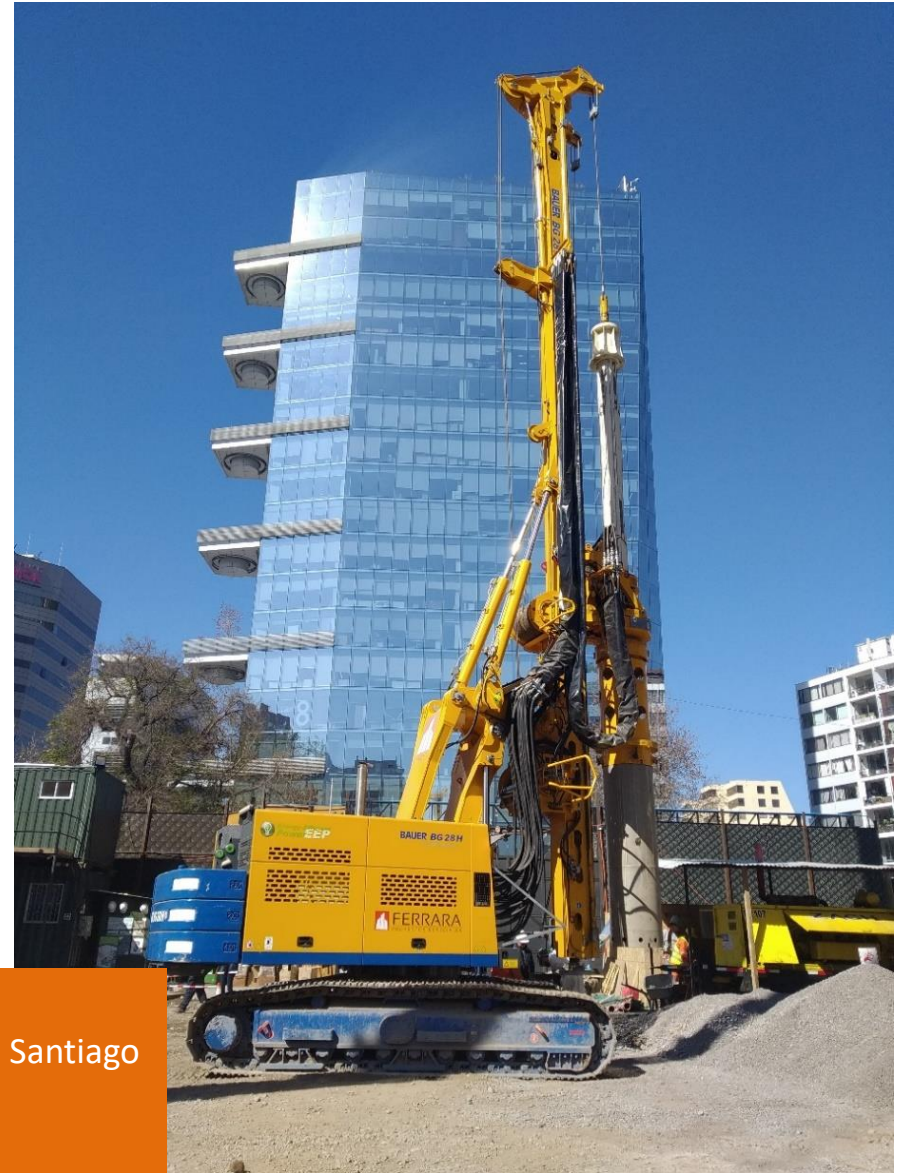


Edificio Territoria

Av. Apoquindo / El Bosque Norte, Las Condes, Santiago

Plazo de Ejecución: 4,0 meses

Cliente: Constructora AP



950 ml de pilotes / 3.000 ml de anclajes

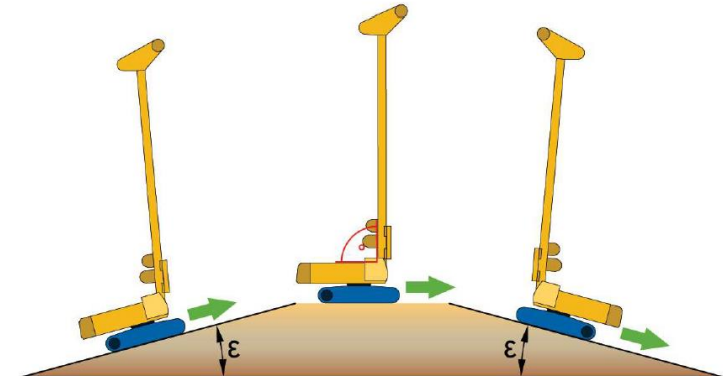
Ventajas

- Excavación de pilotes mecanizada, sin mayores riesgos para el personal
- Excavación de cada pilote es rápida
- Excavación de pilotes es posible en todo tipo de suelos o rocas
- Excavación de pilotes es posible con nivel freático
- Armadura es inspeccionada adecuadamente en superficie



Desventajas

- Se requiere de cierto espacio desde el deslinde para ejecutar los pilotes
- En topografía irregular o con pendiente muy pronunciada se dificulta tránsito de pilotera



- Disposición de armadura longitudinal es menos eficiente estructuralmente que en el caso de pilas
- Disposición discontinua de pilotes sin muro solo es posible en suelos con cohesión

3. Muro Berlínés

Sistema de contención constituido por perfiles de acero hincados a una distancia regular, entre los cuales se colocan tablonces de madera, conformando así una pantalla continua. El sistema es arriostrado usualmente mediante anclajes postensados.

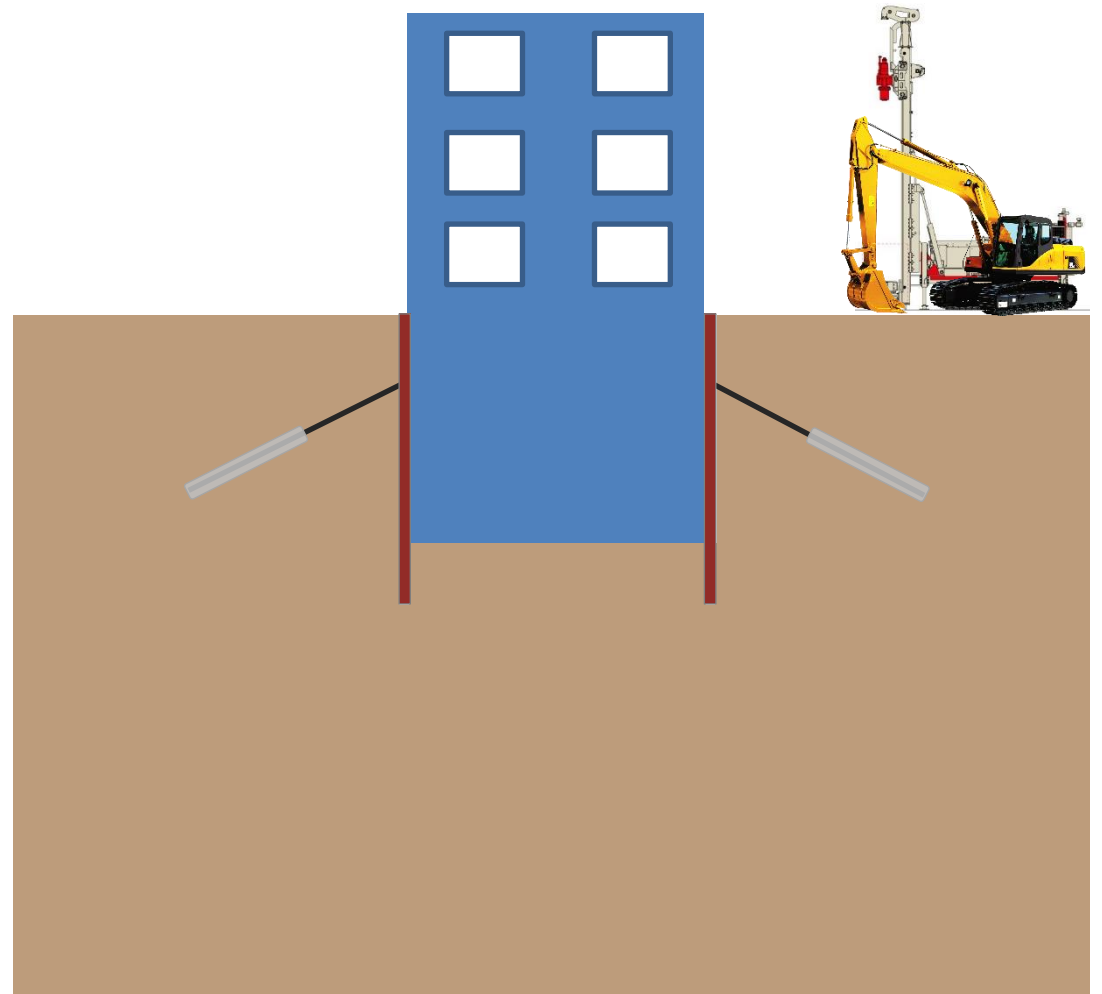
Viga longuerina

Niveles
de
anclaje



Obra de Contención para Edificio Santa Rosa del Mar, Coquimbo, Chile
Diseñada y ejecutada por Ferrara

3. Muro Berlínés – Secuencia Constructiva



3. Muro Berlínés – Secuencia Constructiva

1. Hincado de perfiles



2. Excavación masiva y colocación de tablonés entre perfiles



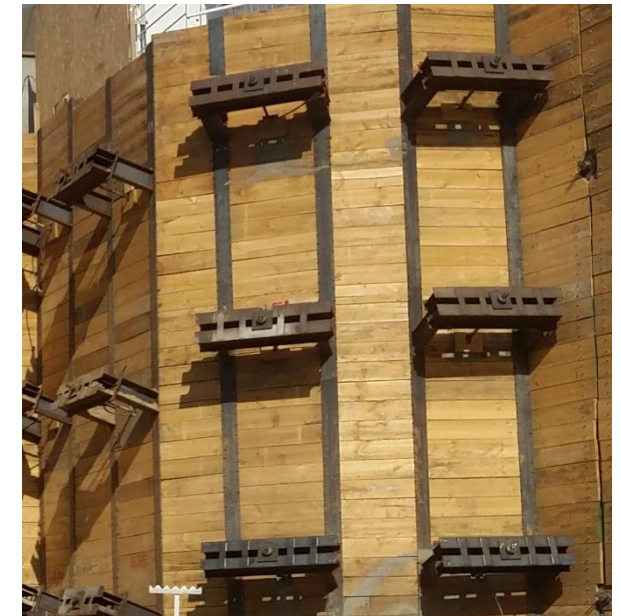
3. Perforación, instalación e inyección de 1ra línea de anclajes



4. Instalación de viga longuerina y tensado de anclaje



5. Repetición de 2, 3 y 4 para las siguientes líneas de anclaje



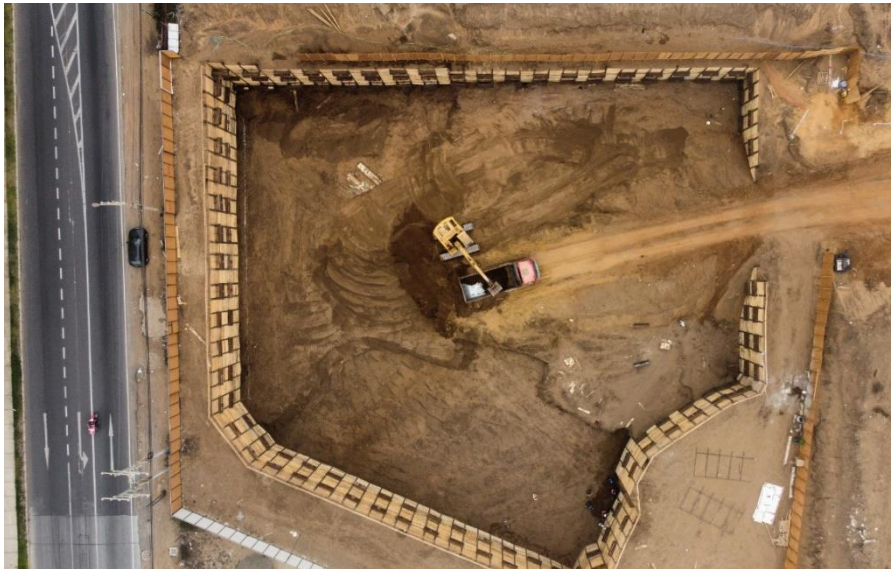
3. Muro Berlínés – Obras



Edificio Roquetas
Av. Edmundo Eluchans 1620 - 1640, Reñaca
– Viña del Mar
Plazo de Ejecución: 16 semanas

Ejecución de 1.682 m² de Muro Berlínés / 148 anclajes postensados temporales / 27.004 m³ de excavación masiva / Altura máxima: 9,5 m

3. Muro Berlinés – Obras



Edificio Roquetas
Av. Edmundo Eluchans 1620 - 1640,
Reñaca – Viña del Mar
Plazo de Ejecución: 16 semanas

3. Muro Berlínés – Obras



Ejecución de Muro Berlínés / 185 anclajes postensados temporales / Altura máxima: 11 m

Ventajas

- Sistema de bajo costo y rápida construcción (para profundidades bajas a intermedias)
- Aplicable en presencia de nivel freático (con sistema de agotamiento)

Desventajas

- Uso limitado a suelos arenosos y finos. No es factible en gravas, suelos muy duros o rocas
- En arenas muy densas se incrementa tiempo de construcción, debido a las dificultades del hincado
- Vigas longuerinas pueden interferir con muro estructural del edificio
- Se generan ruidos/vibraciones importante durante el hincado de los perfiles
- Uso limitado a condición temporal

4. Soil Nailing

Sistema de refuerzo constituido por un muro de hormigón proyectado, arriostrado mediante anclajes pasivos (pernos o nails).

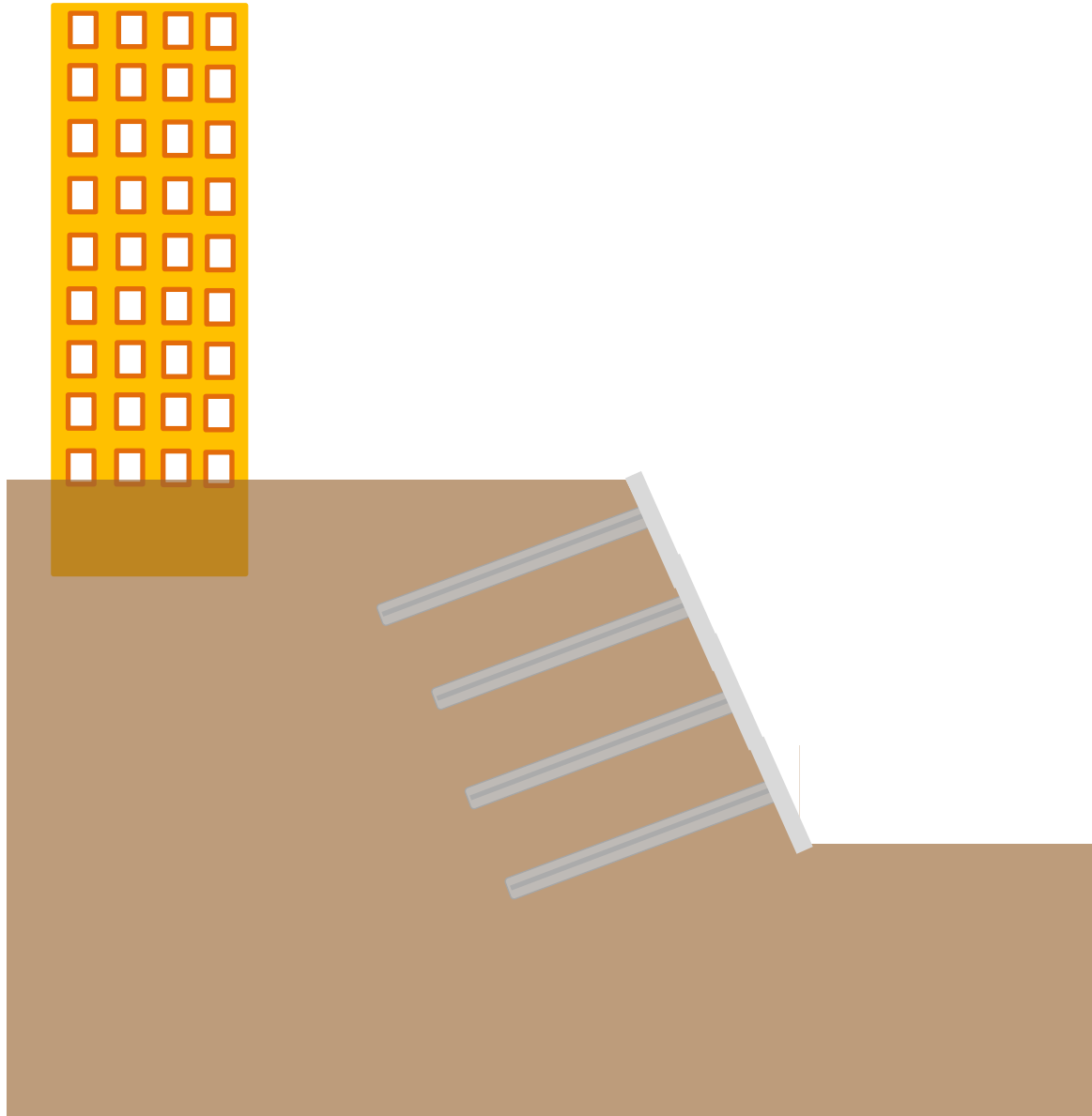
Barbacana
Perno
Niveles de anclaje (pernos)



Obra de Contención para Edificio 2B UNAB, Viña del Mar, Chile

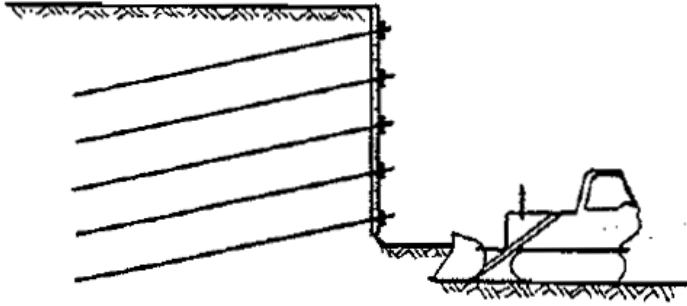
Diseñada y ejecutada por Ferrara

4. Soil Nailing – Secuencia Constructiva

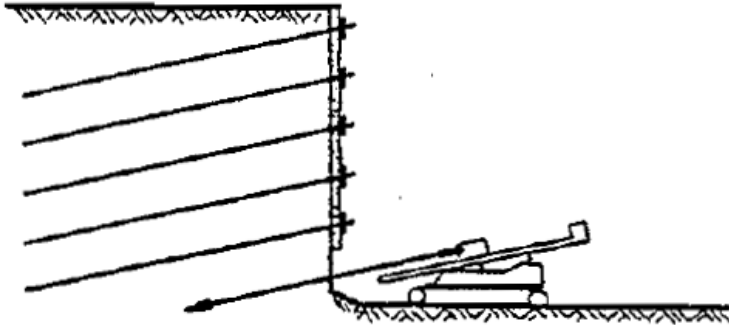


4. Soil Nailing – Secuencia Constructiva

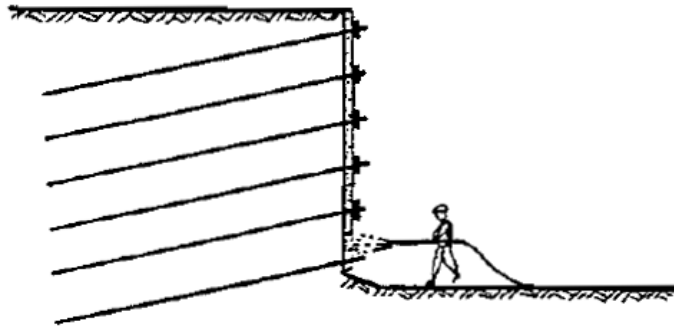
1. Excavación (por bataches)



2. Instalación de perno

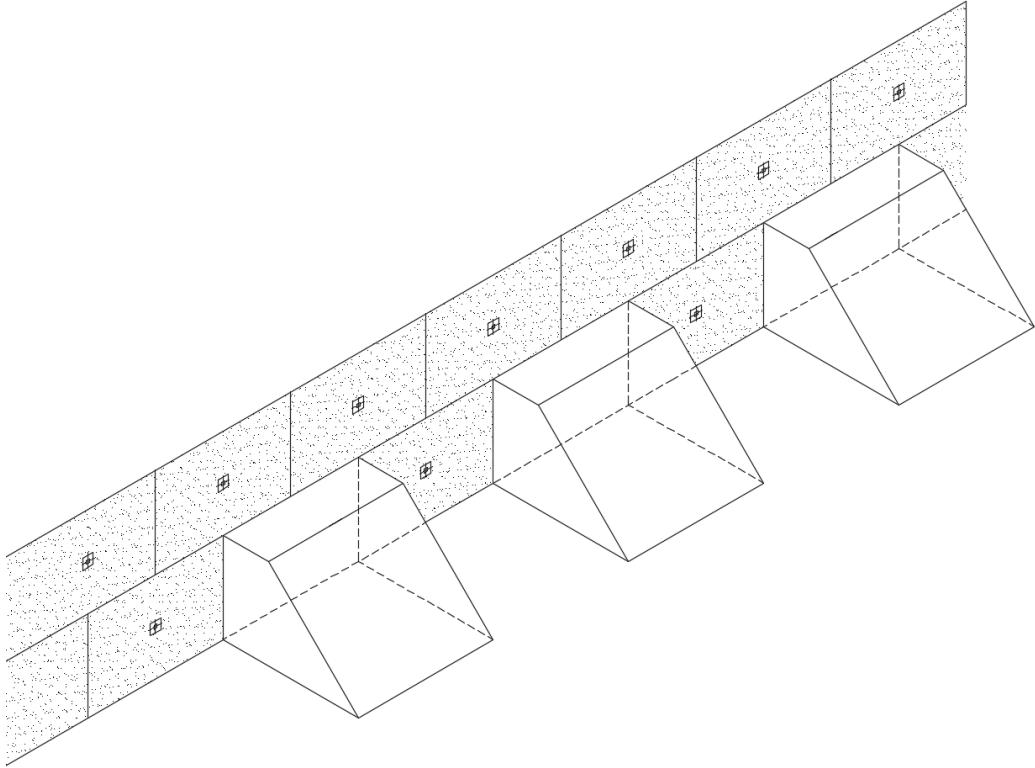


3. Construcción de muro (malla+shotcrete)



4. Repetición de pasos 1, 2 y 3

Excavación por batache



4. Soil Nailing – Obras

Centro Comercial Altos del Parque
Av. Quilín Sur / Altos del Parque
Peñalolén, Santiago
Plazo de Ejecución: 2,5 meses
Cliente: Constructora TECSA



1.000 m2 de muro Soil Nailing / 1.500 ml de pernos

4. Soil Nailing – Obras



1.220 m² de muro Soil Nailing / 2.900 ml de pernos pasivos / altura máxima: 14,5 m
330 ml de pilas / 1.300 ml de anclajes postensados / 400 ml de micropilotes de fundación

4. Soil Nailing – Obras

Edificio 2B UNAB Viña del Mar
Calle Quillota N°980, Viña del Mar
Plazo de Ejecución: 2,5 meses
Cliente: Constructora Bravo e Izquierdo



810 m2 de muro Soil Nailing / 990 ml de pernos

Ventajas

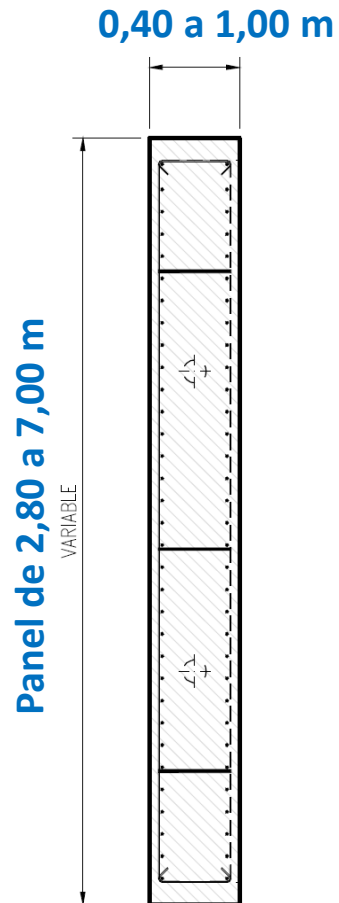
- Rapidez: muro se construye mientras se realiza excavación masiva
- Rapidez: no se requiere tensar los anclajes
- Genera poco ruido/vibraciones
- Maquinaria limitada
- Adaptabilidad a diferentes geometrías a reforzar
- Aplicable a gran variedad de suelos
- Permite reforzar cortes existentes

Desventajas

- Suelo debe tener algo de cohesión
- En suelos con baja cohesión se incrementa tiempo de ejecución: mayor cantidad de bataches
- Dificultad constructiva en presencia de nivel freático
- Sistema requiere deformarse para que anclajes pasivos comiencen a trabajar, lo que requiere un control de las deformaciones

5. Muro Pantalla

Sistema de contención conformado por un muro de hormigón armado continuo, construido desde la superficie antes de comenzar la excavación masiva. El sistema es usualmente arriostrado mediante anclajes postensados.

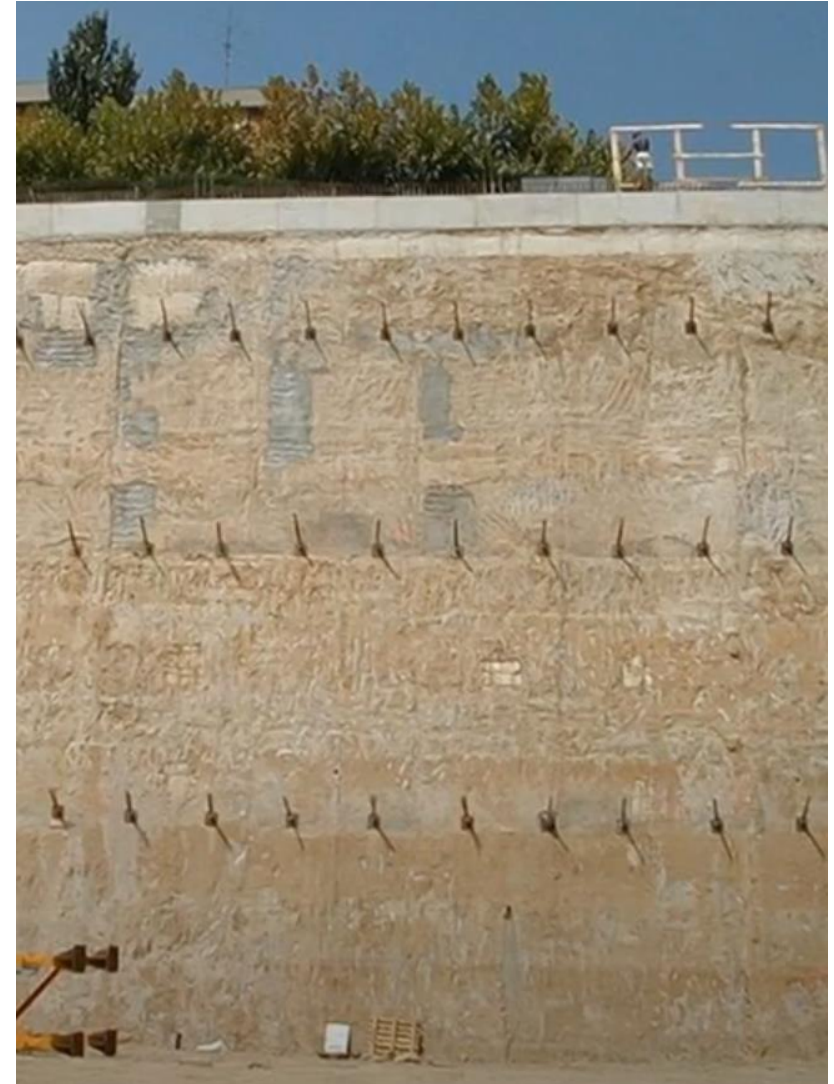
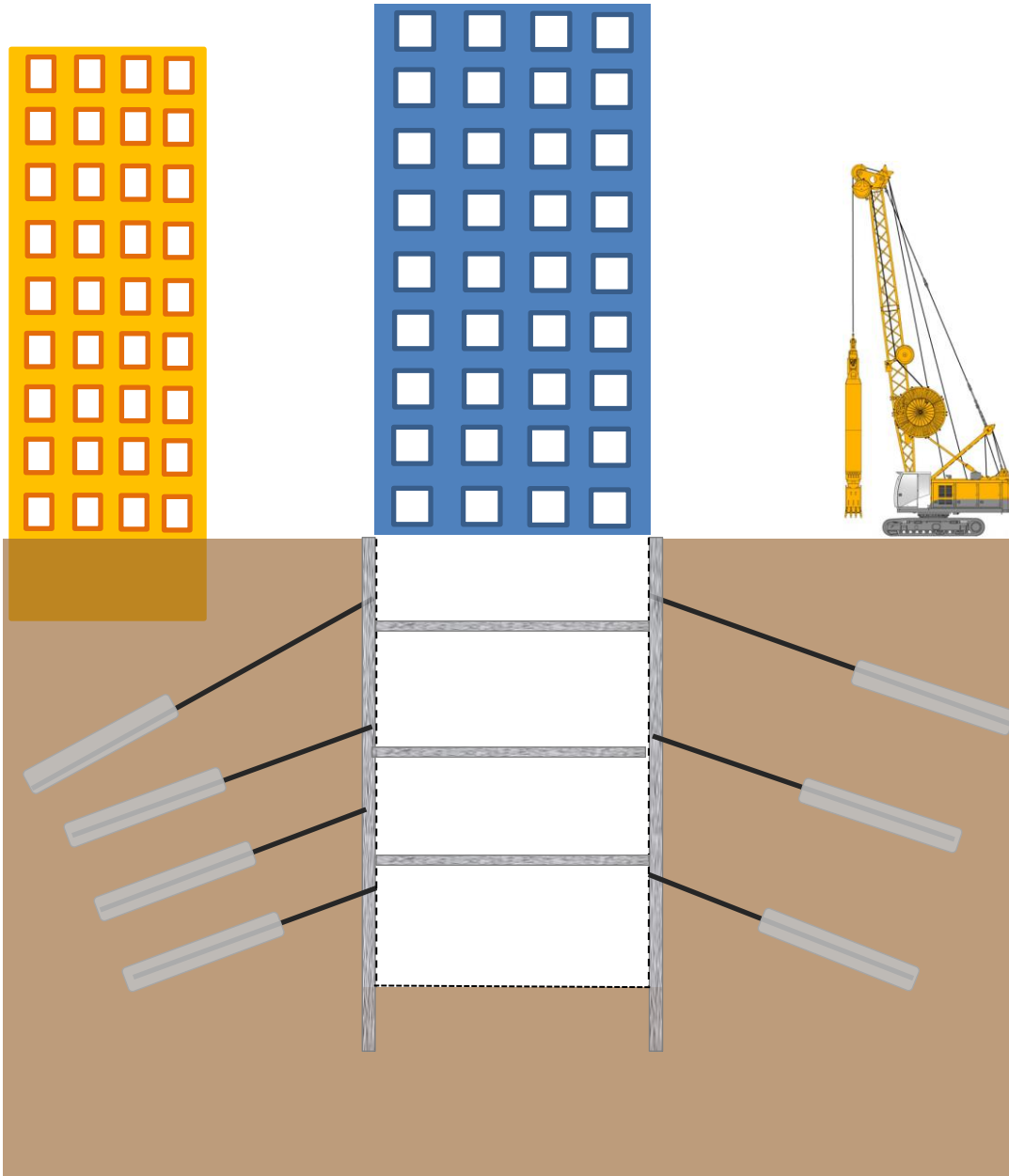


Niveles de anclaje

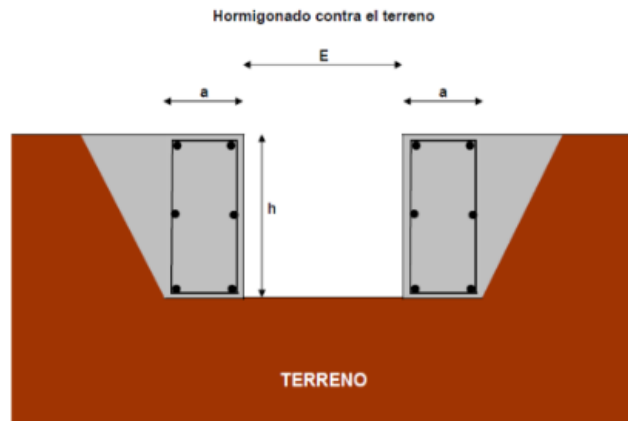


Imagen de www.escuelageotecnica.com

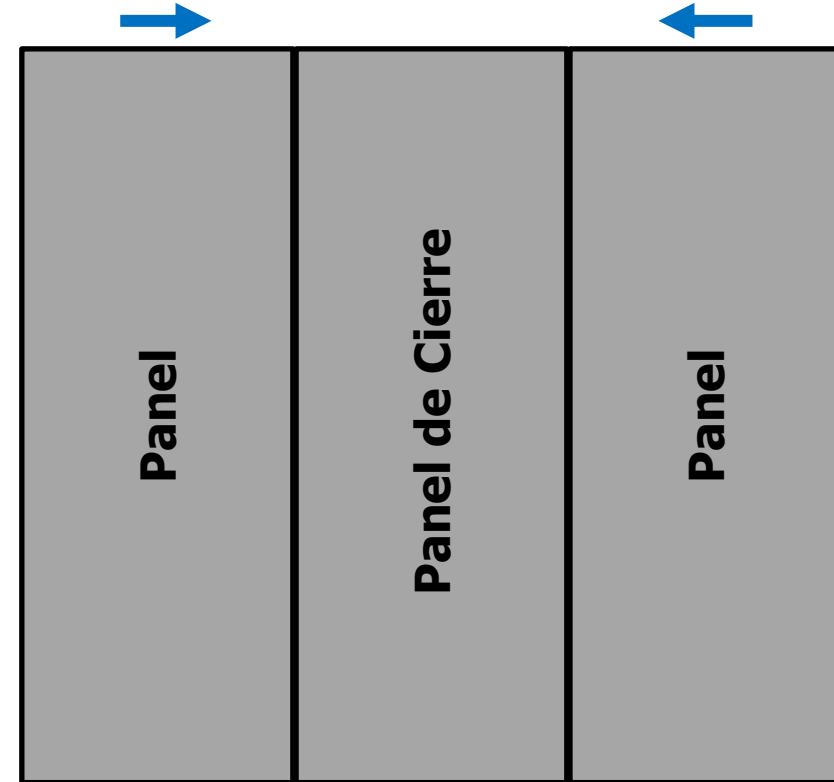
5. Muro Pantalla – Secuencia Constructiva



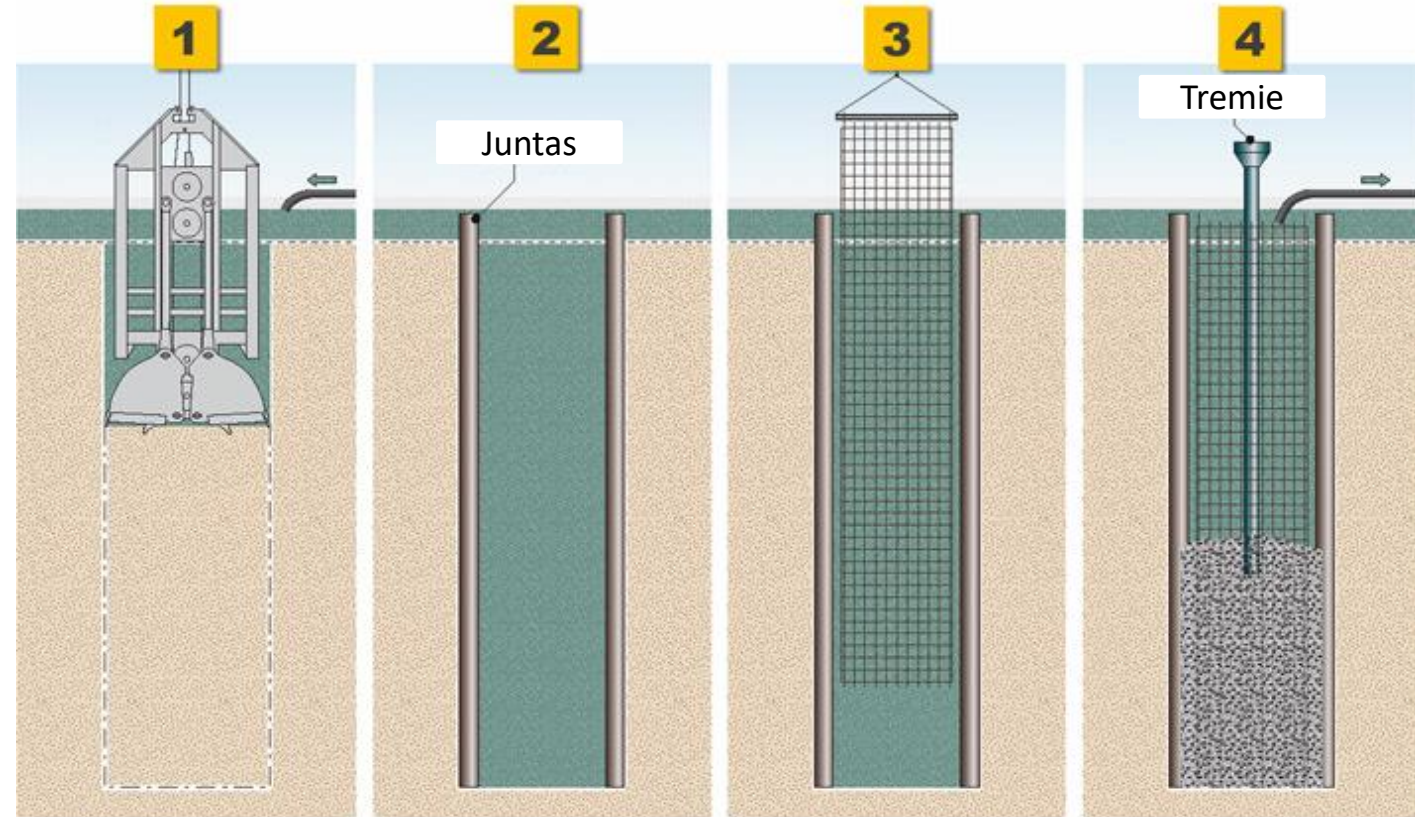
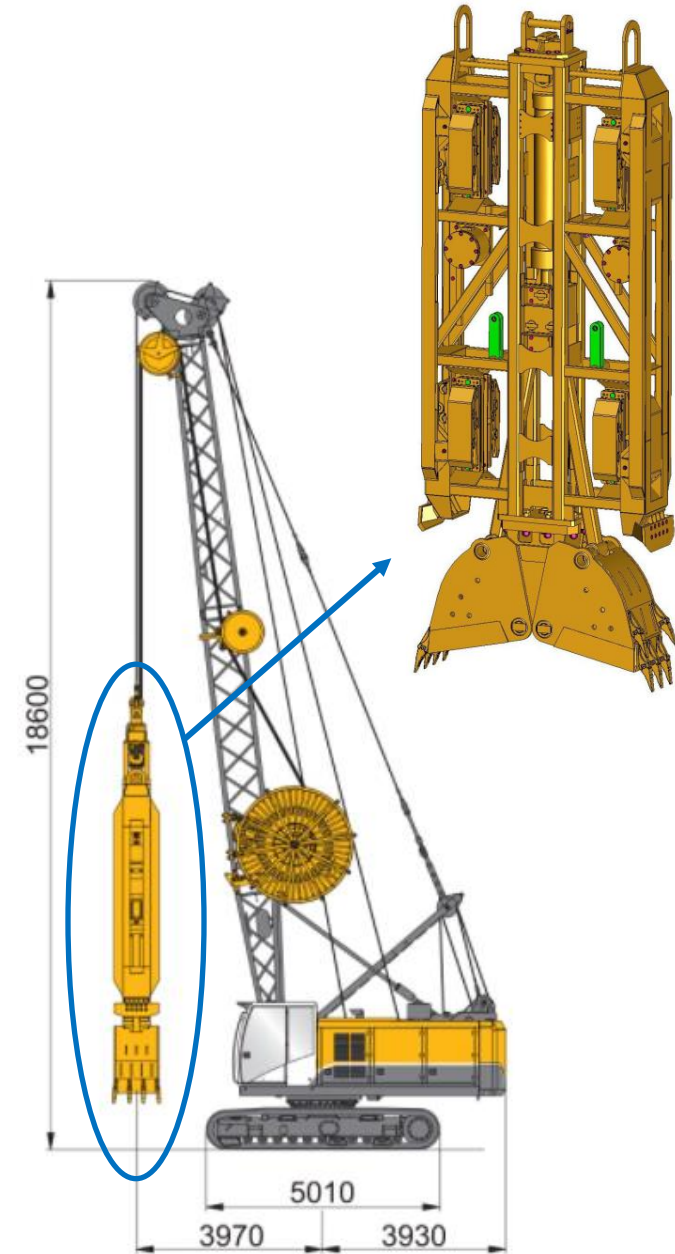
1. Construcción de murete guía



2. Excavación y construcción de muro, por paneles



5. Muro Pantalla – Secuencia Constructiva

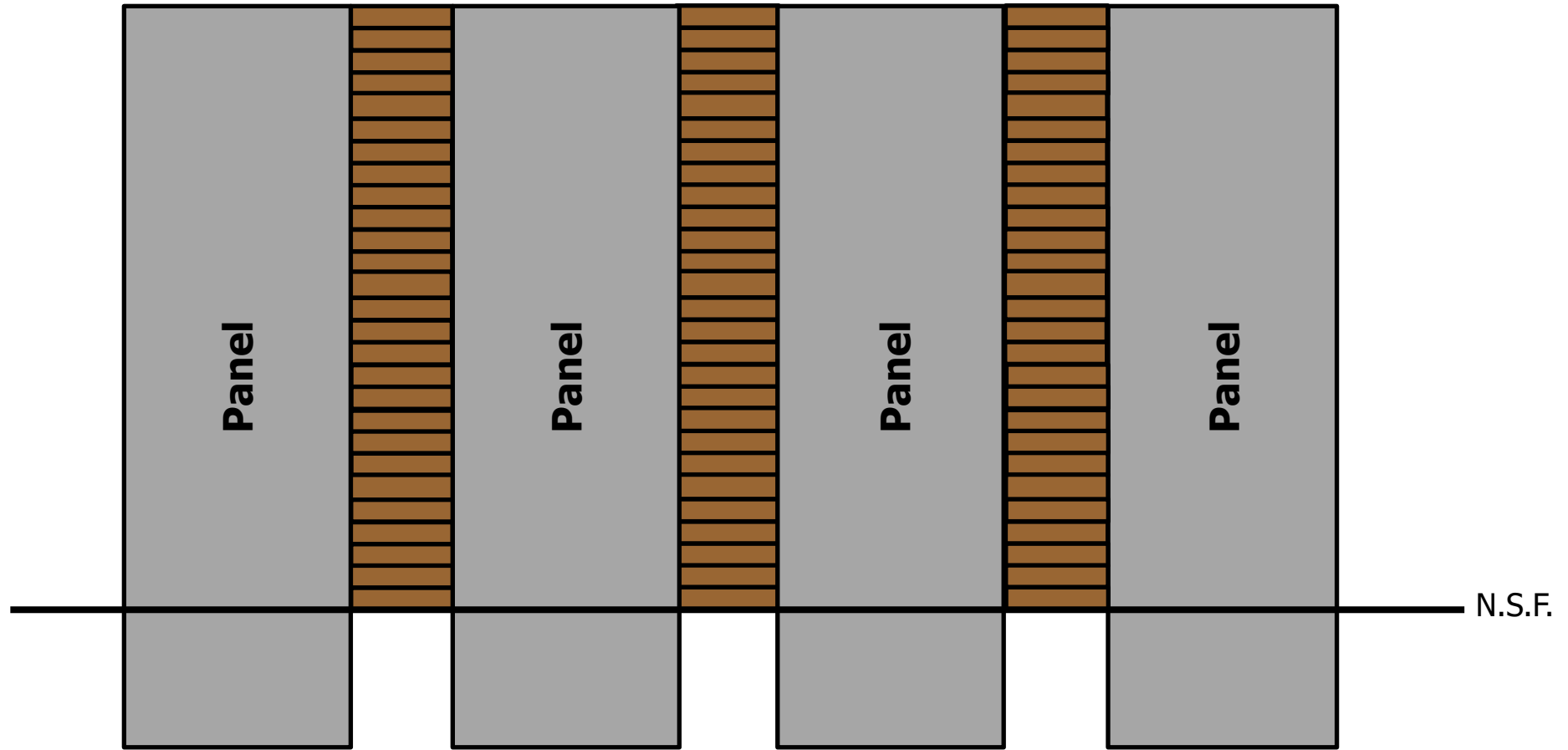


5. Muro Pantalla – Secuencia Constructiva



MIT School of Engineering <https://www.youtube.com/watch?v=wLPWgT9kgk4>

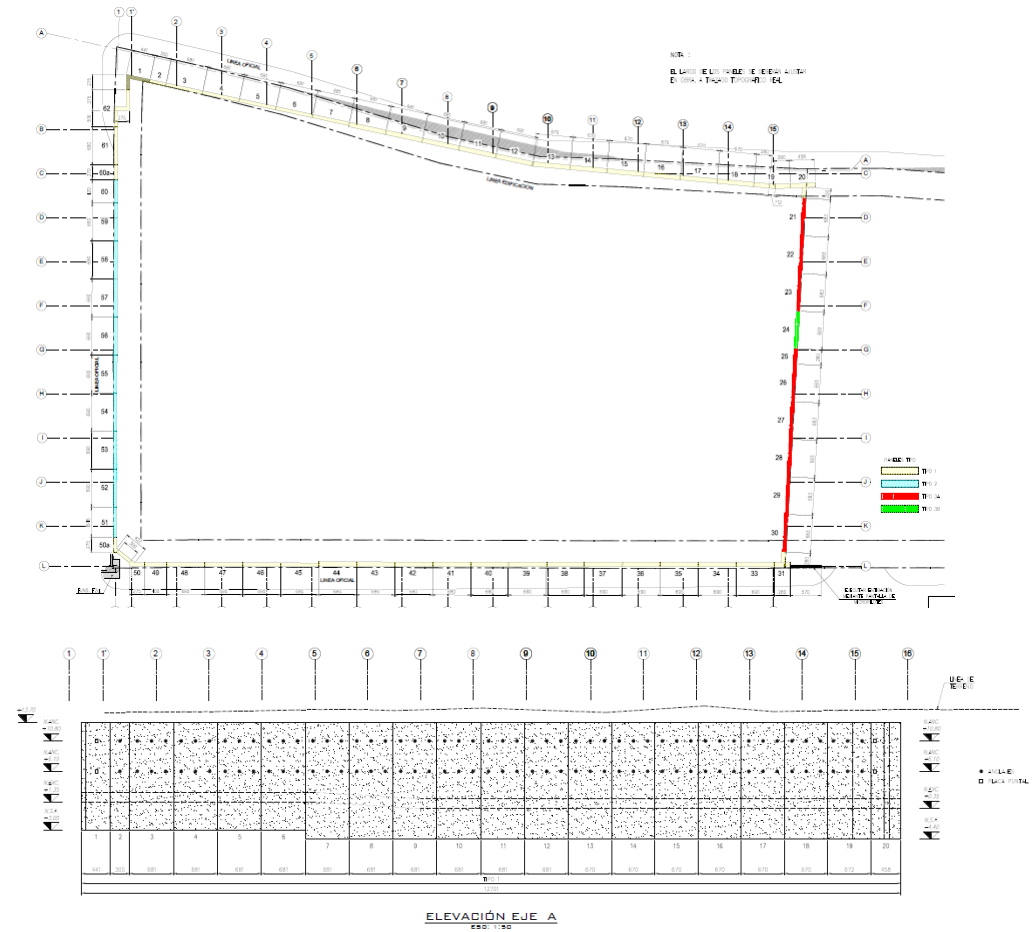
Barrettes o Pilotes Rectangulares



5. Muro Pantalla – Obras



Mall Paseo Costanera
Puerto Montt, Chile
Diseño de Muro Pantalla
Cliente: PASMAR

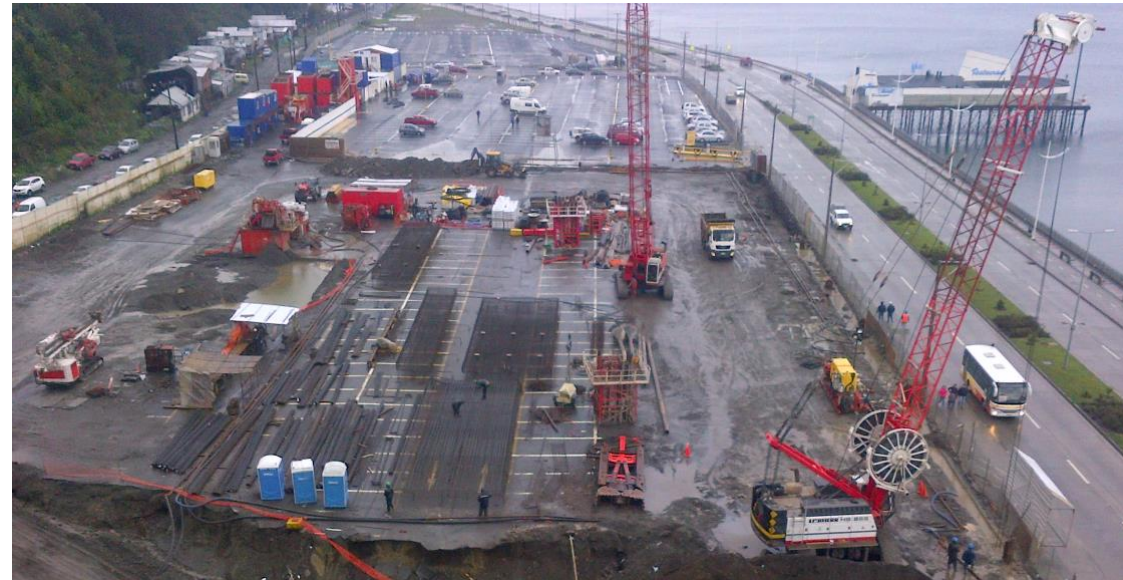


Ventajas

- Multifuncionalidad: Contención, muro definitivo de subterráneo y pantalla impermeabilizante
- Genera estanqueidad, por lo que su uso es atractivo en presencia de nivel freático
- Utilización en todo tipo de suelos y roca

Desventajas

- Pueden producirse filtraciones de agua en juntas mal ejecutadas
- Se necesita bastante espacio en obra



- Mayor complejidad de ejecución que otros sistemas

Sistemas de Contención para Excavaciones Profundas en Zonas Urbanas

Felipe Kuncar García
Ingeniero de Proyectos, Ferrara
Ingeniero Civil, MSc

