

Introducción a la Ingeniería Geotécnica



Pedro M. Fernández
pmfernandez@fi.uba.ar



Índice

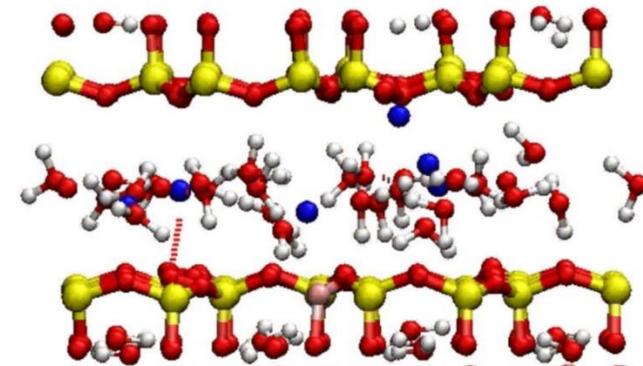


- La ingeniería geotécnica
- Ejemplo: excavación a cielo abierto
- Ejemplo: túneles para subterráneos
 - Estaciones cut & cover
 - Estaciones en caverna

Que es la geotecnia?

Es la rama de la ingeniería que estudia el comportamiento de los suelos y rocas

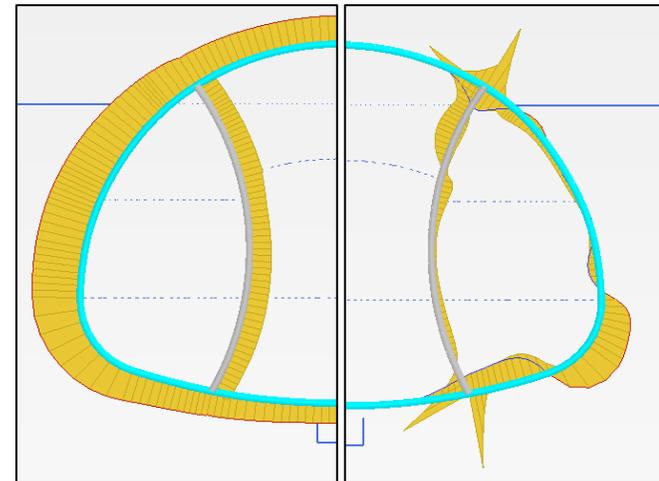
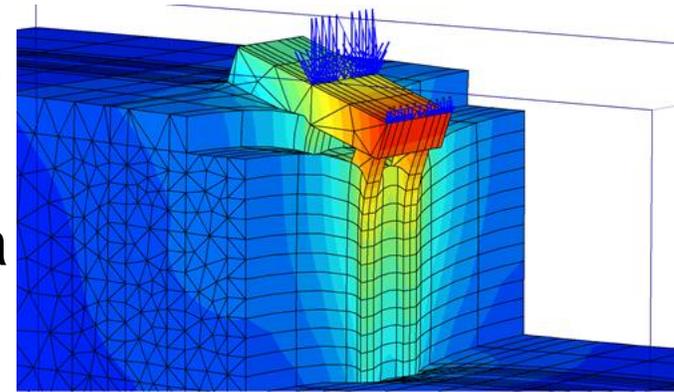
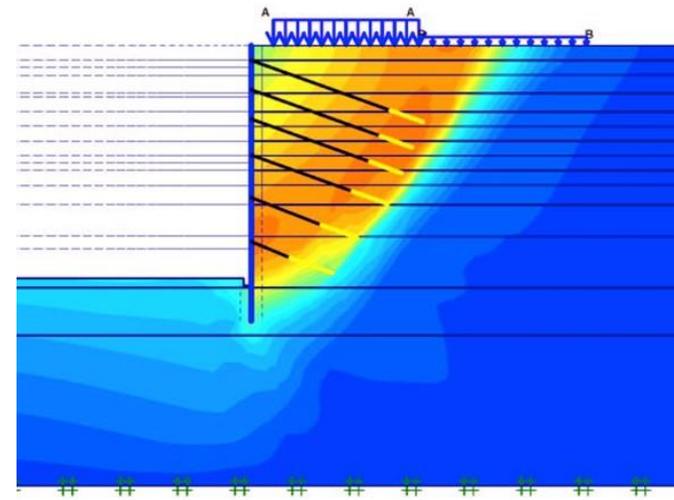
- **Ciencia:** propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas



Que es la geotecnia?

Es la rama de la ingeniería que estudia el comportamiento de los suelos y rocas

- **Ciencia:** propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas
- **Tecnología:** consecuencias prácticas para el diseño



Que es la geotecnia?

Es la rama de la ingeniería que estudia el comportamiento de los suelos y rocas

- **Ciencia:** propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas
- **Tecnología:** consecuencias prácticas para el diseño

Los ingenieros geotécnicos investigan el suelo y las rocas para determinar sus propiedades y diseñar

- Cimentaciones...
- Estabilizar taludes
- Construir túneles y carreteras...



Problemas de la ingeniería geotécnica

Son los problemas en los cuales el terreno es una:

- **Carga**, como en los muros y sótanos
- **Apoyo**, como en las fundaciones
- **Estructura**, como en los túneles y presas

Carga



Apoyo



Estructura

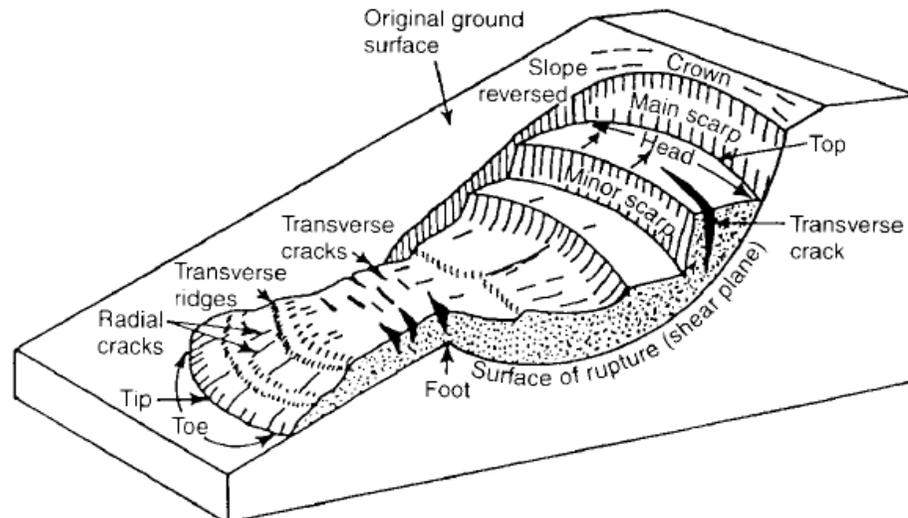




Estabilidad de taludes naturales

La acción de la gravedad sobre el terreno inclinado produce fuerzas internas (“tensiones”)

- Si las tensiones superan la resistencia del terreno: falla el talud



Estabilidad de taludes artificiales



En un corte hecho por el hombre

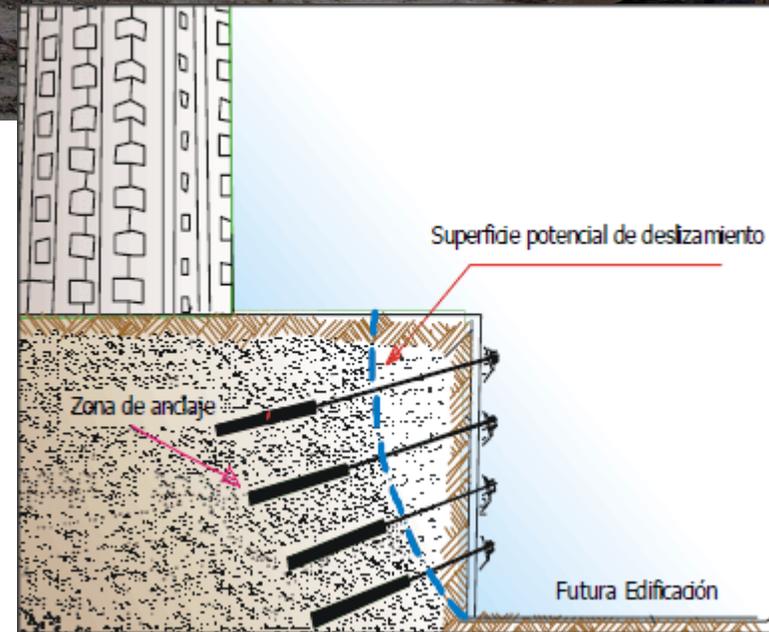
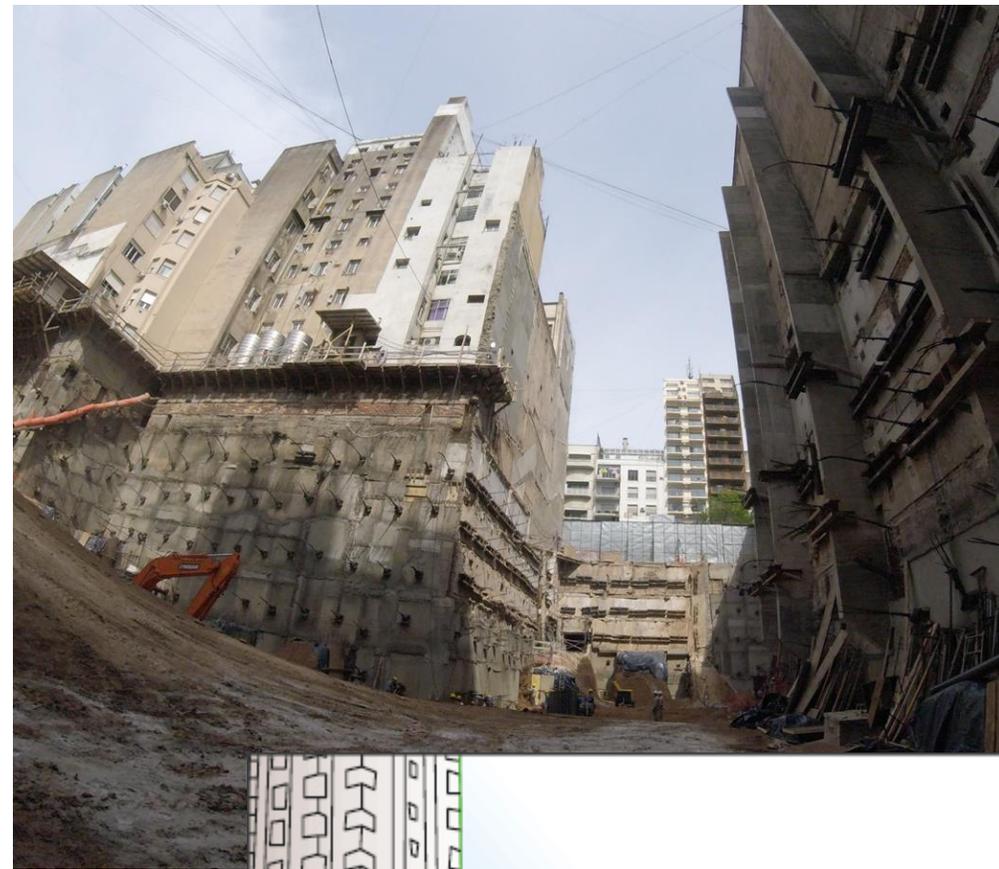
- Las geometrías son más agresivas que las naturales
- El terreno necesita estructuras de refuerzo para sostenerse
- Nosotros diseñamos esos refuerzos
- Si los refuerzos no son los adecuados...



Tipos de sostenimientos

Existen muchos tipos de estructuras de refuerzo:

- Anclajes

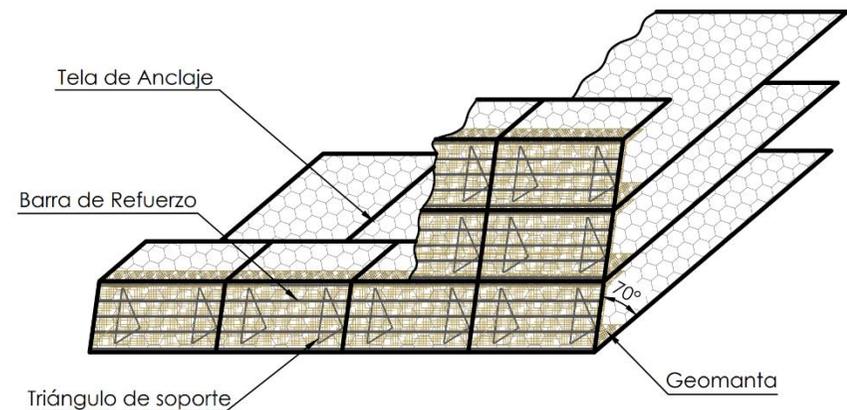


Tipos de sostenimientos



Existen muchos tipos de estructuras de refuerzo:

- Anclajes
- Geosintéticos



Tipos de sostenimientos



Existen muchos tipos de estructuras de refuerzo:

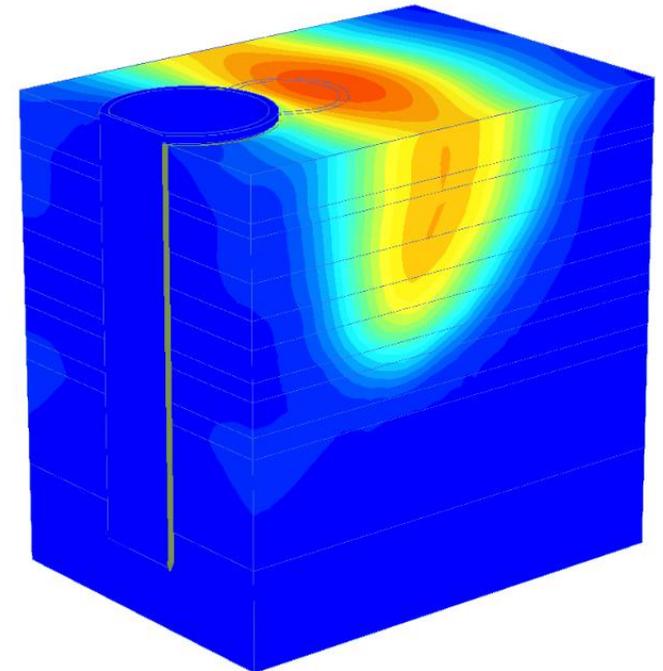
- Anclajes
- Geosintéticos
- Muros tipo tierra armada



Tipos de sostenimientos



No todo los problemas en las excavaciones son los sostenimientos

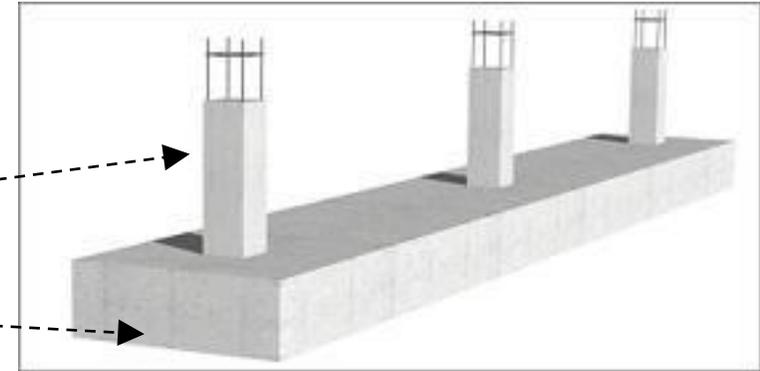


Fundaciones



Las **fundaciones** son los **apoyos** de las construcciones sobre el terreno

- Estructura: área pequeña
- Terreno: área mayor



Grandes fundaciones superficiales





Pilotes

Los pilotes son “columnas” de hormigón que transfieren la carga a suelos profundos más resistentes



Pilotes



No sólo sobre el suelo



Falla de fundaciones

El edificio (de atrás) y el silo se construyeron **lentamente sin inconvenientes**

El silo **se cargó** con grano **rápidamente y falló**

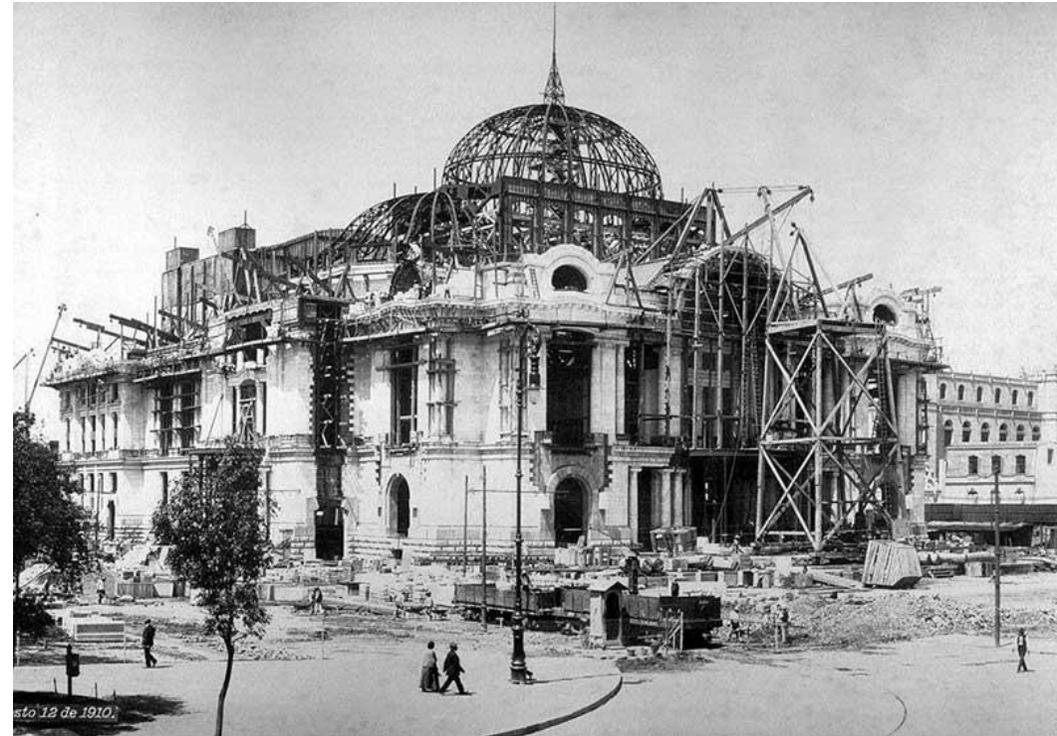
El terreno no resistió la carga porque fue rápida, **no hubo tiempo para que el agua escapara de los poros**



Asentamiento de edificios

Cuando comenzó la construcción del Palacio de Bellas Artes de México DF, el edificio estaba seis escalones encima de la calle. Solo en 1909: 27cm de asentamiento diferencial entre esquinas

Los seis escalones que subían al edificio, ahora bajan



Presas, diques, terraplenes y escolleras



- **Presa:** Intercepta el curso de agua
- **Dique:** Paralelo al flujo de agua
- **Terraplenes|escolleras:** camino sobreelevado en tierra|agua



Obras mineras







Voladuras



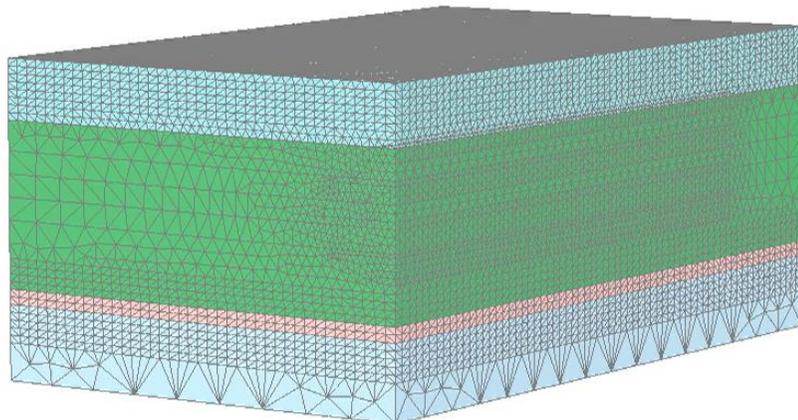
Rajos y escombreras





Que es la geotecnia aplicada?

- Fundaciones: Superficiales y profundas
- Excavaciones urbanas
- Taludes: Naturales y artificiales
- Rajos y escombreras
- Presas, diques, terraplenes
- Túneles y obras subterráneas



Índice



- La ingeniería geotécnica
- Ejemplo: excavación a cielo abierto
- Ejemplo: túneles para subterráneos
 - Estaciones cut & cover
 - Estaciones en caverna

Excavaciones a cielo abierto



Excavar: Quitar de una cosa sólida parte de su masa, haciendo hoyo o cavidad en ella (DRAE)

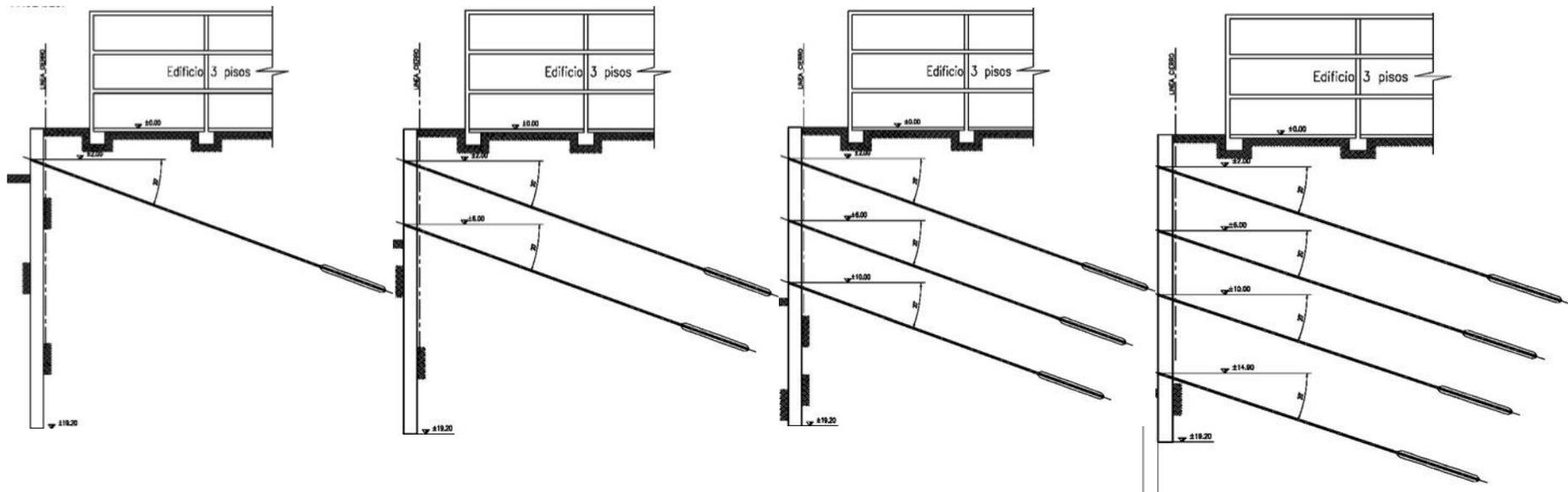
El problema de las excavaciones es garantizar la estabilidad del sólido que no quitamos (el terreno circundante)



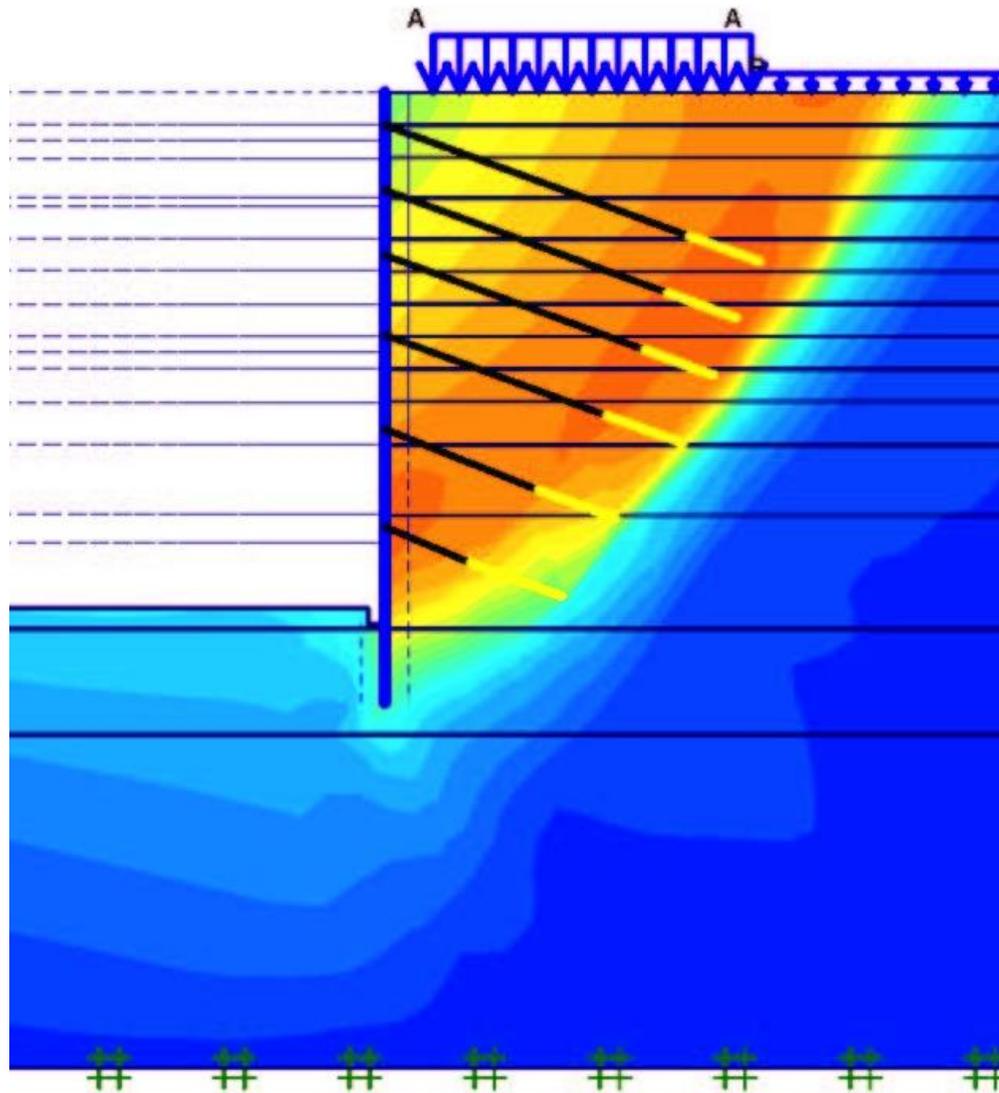
Secuencia de construcción



- Desde superficie: pilas de 18m de profundidad
- 4 etapas de excavación y colocación de anclajes



¿Qué puede salir mal?



Nota: El modelo y el video son de obras diferentes



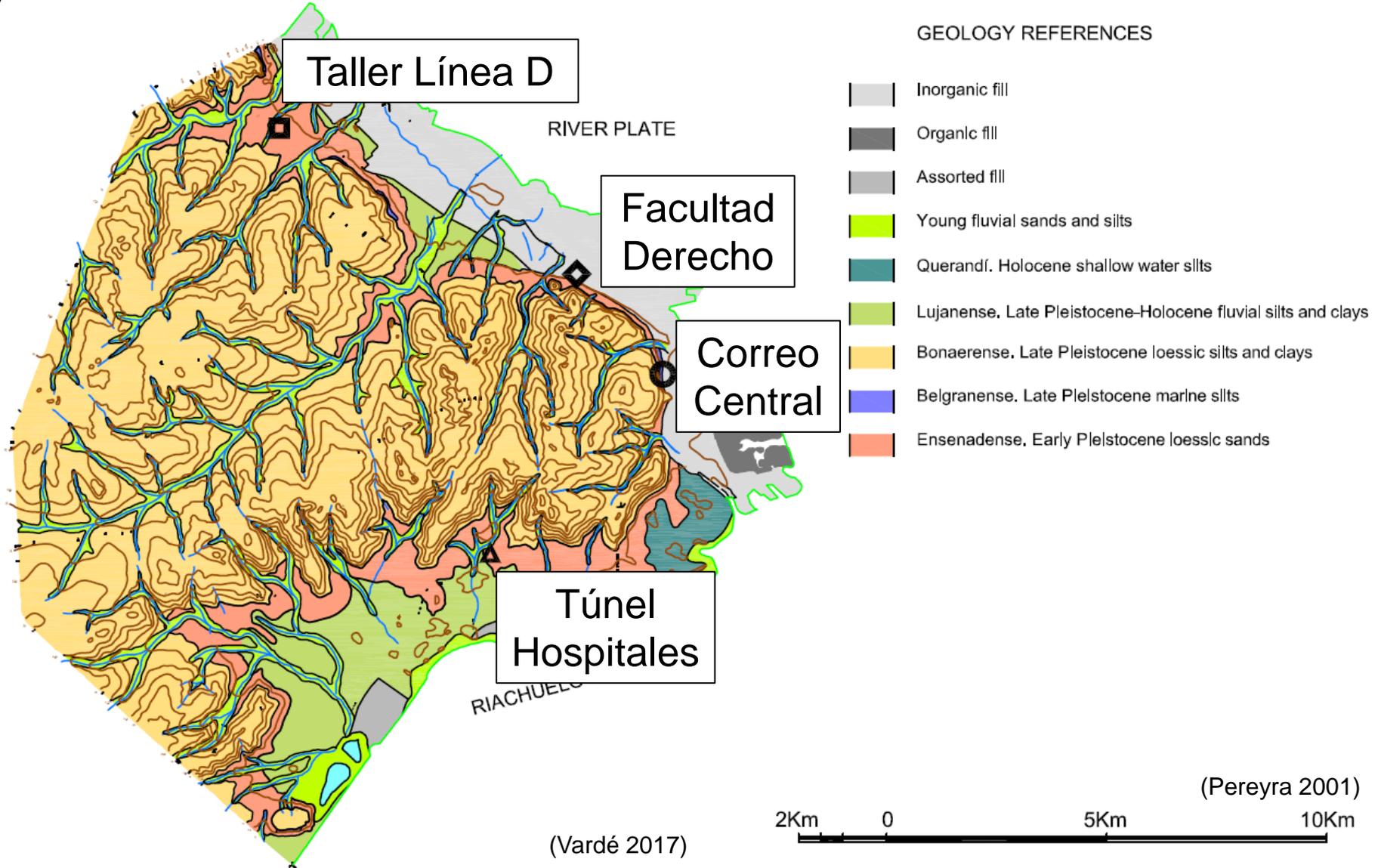
Índice



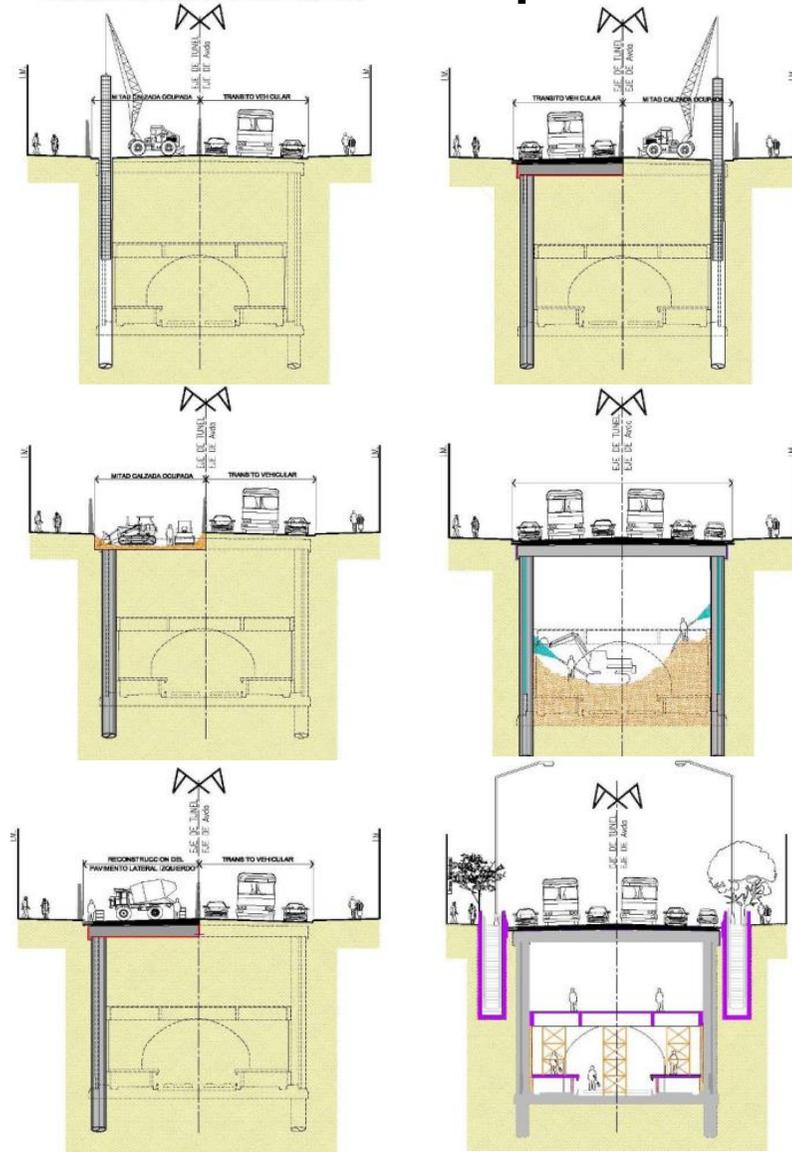
- Los suelos y las rocas
- La ingeniería geotécnica
- Ejemplo: excavación a cielo abierto
- **Ejemplo: túneles para subterráneos**
 - Estaciones cut & cover
 - Estaciones en caverna



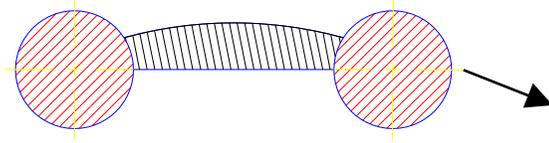
Cuatro obras en el perímetro geotécnico de la Ciudad



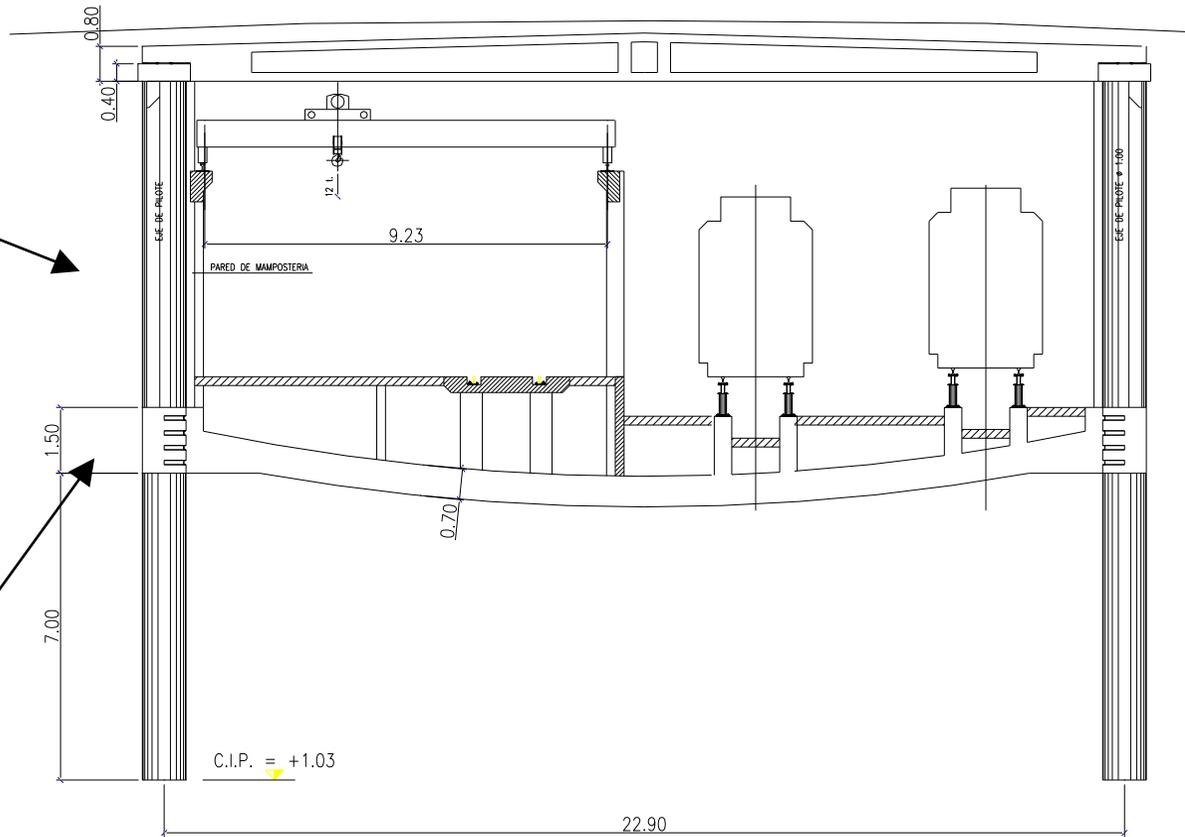
Procedimiento constructivo típico



Taller Línea D

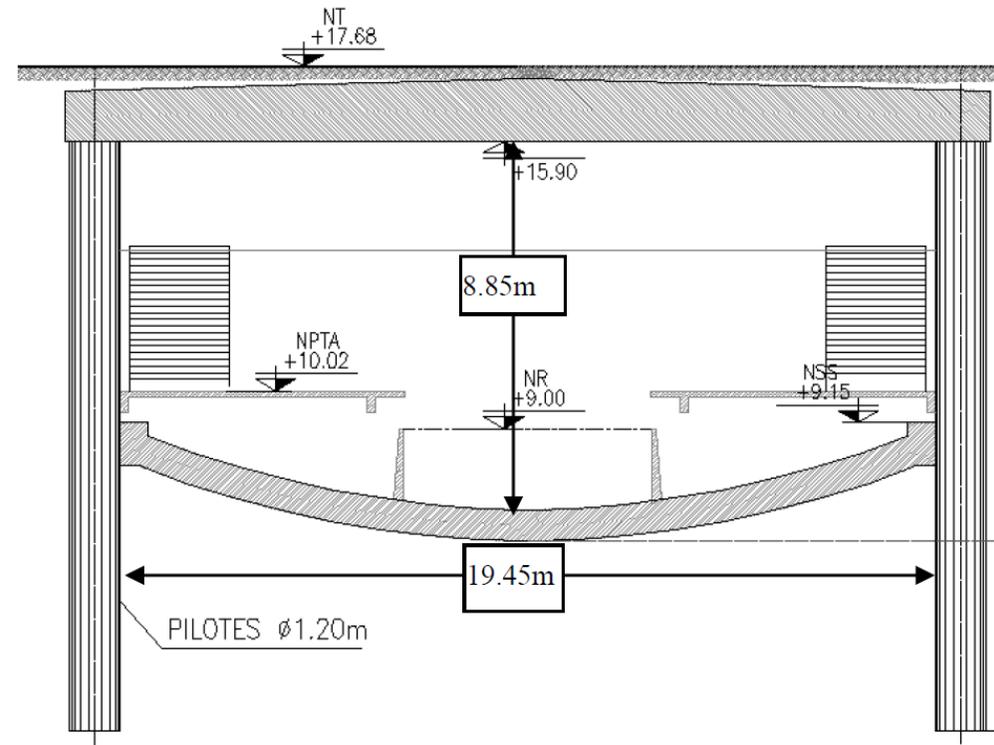


- Profundidad: 8 m
- Ancho: 22 m
- Longitud: 190 m
- Rellenos: 5.5 m



Facultad de Derecho

- Profundidad: 11 m
- Ancho: 21 m
- Longitud: 150 m
- Rellenos 6.0 m

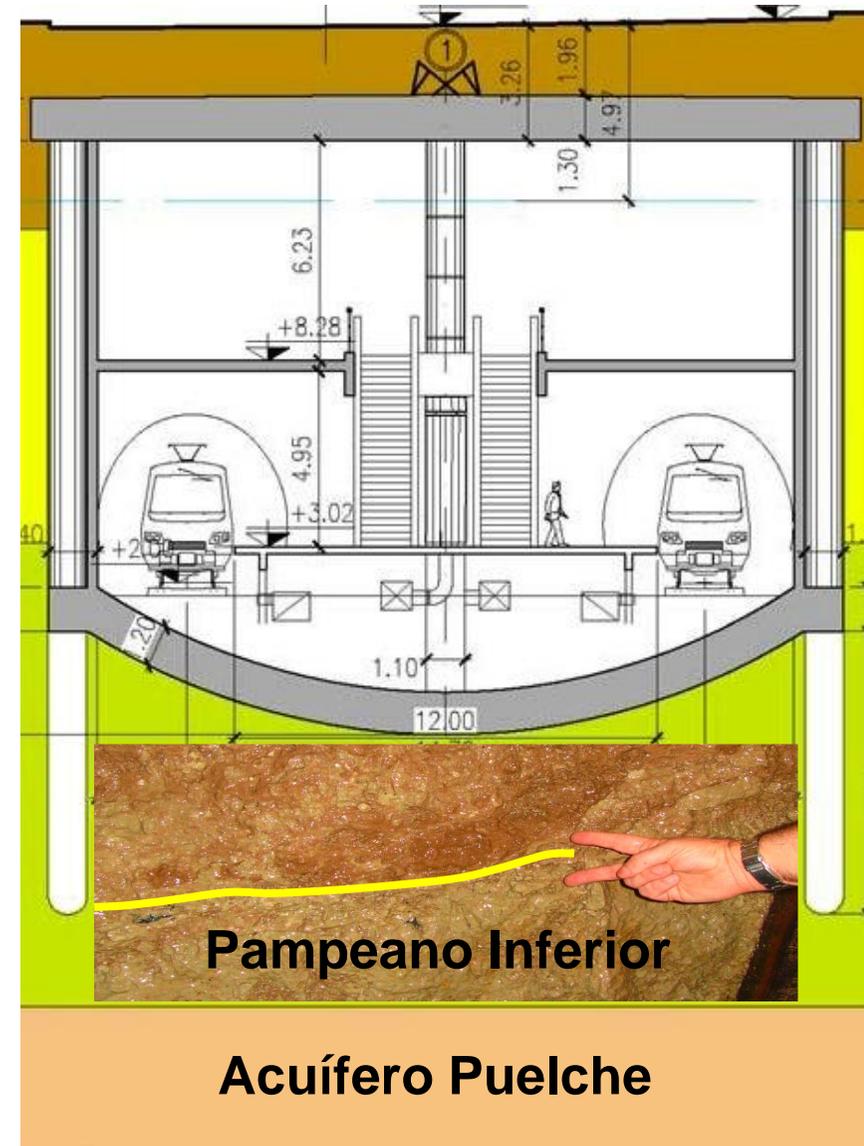


Estación Correo Central



- Profundidad: 21 m
- Ancho: 20 m
- Longitud: 120 m
- Rellenos: 7.0 m
- Sólo 8.0 m entre el fondo de solera y las arenas del Puelche

Riesgo significativo de rotura de fondo por subpresión



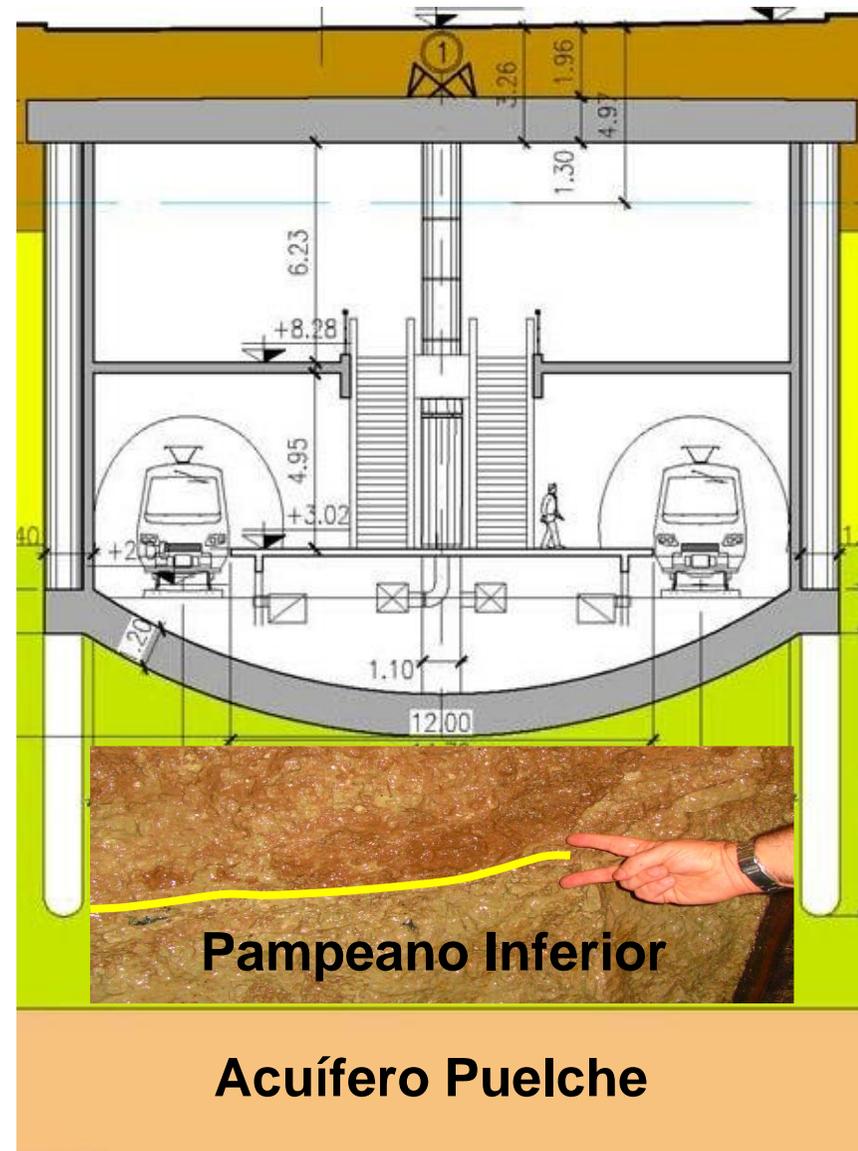
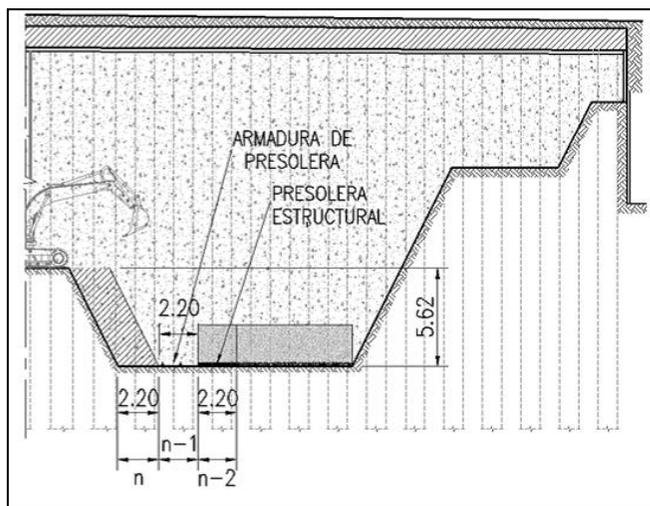
Solera de Estación Correo Central



Se analizaron

- Anclajes y micropilotes
- Abatimiento del Puelchense
- Drenes horizontales HDD

Finalmente: excavación por avances cortos



Pampeano Inferior

Acuífero Puelche





Estación Correo Central



Índice



- Los suelos y las rocas
- La ingeniería geotécnica
- Ejemplo: excavación a cielo abierto
- **Ejemplo: túneles para subterráneos**
 - Estaciones cut & cover
 - Estaciones en caverna

Elementos de un túnel



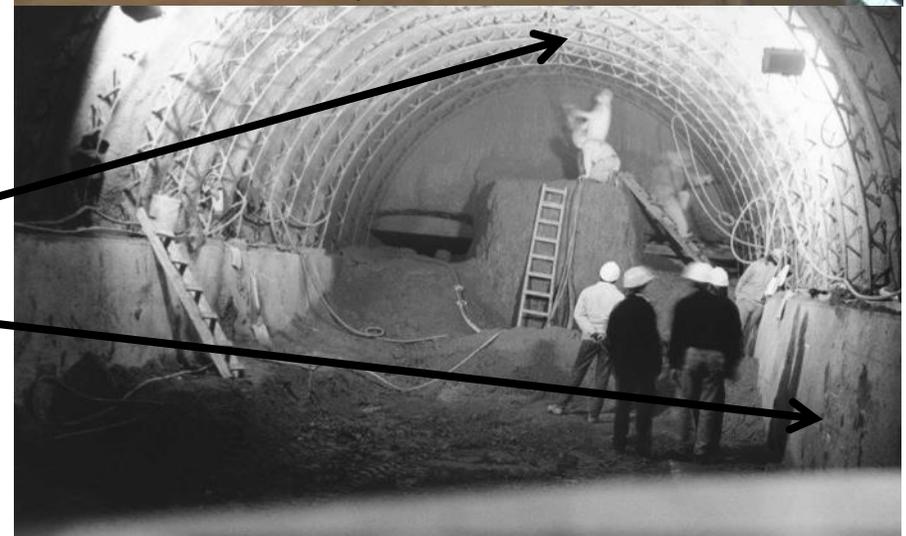
Los elementos de un túnel son

- Bóveda
- Hastiales
- Solera



Puede construirse en una o dos etapas

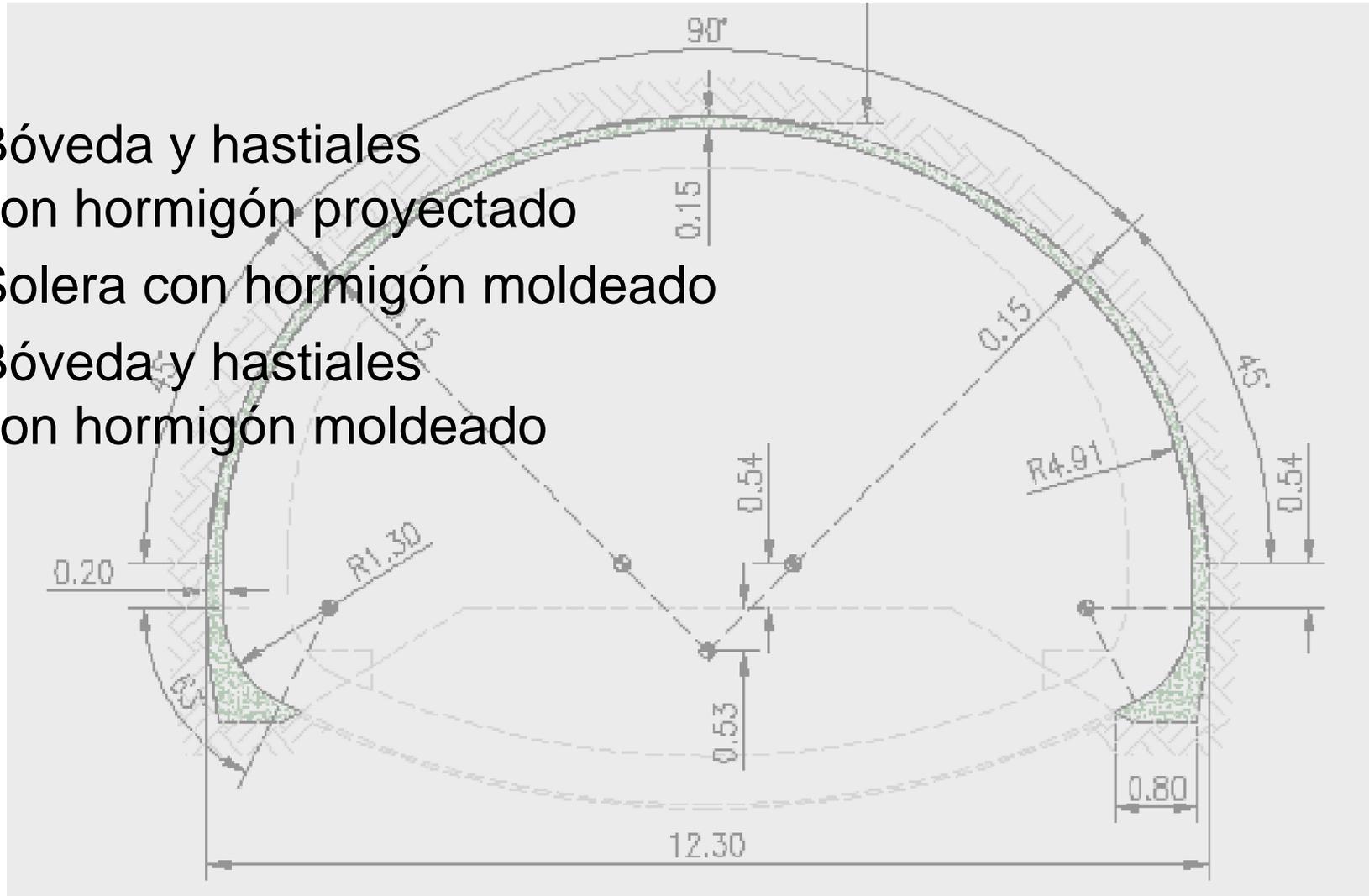
- Sostenimiento primario
- Revestimiento definitivo



Método de frente completo



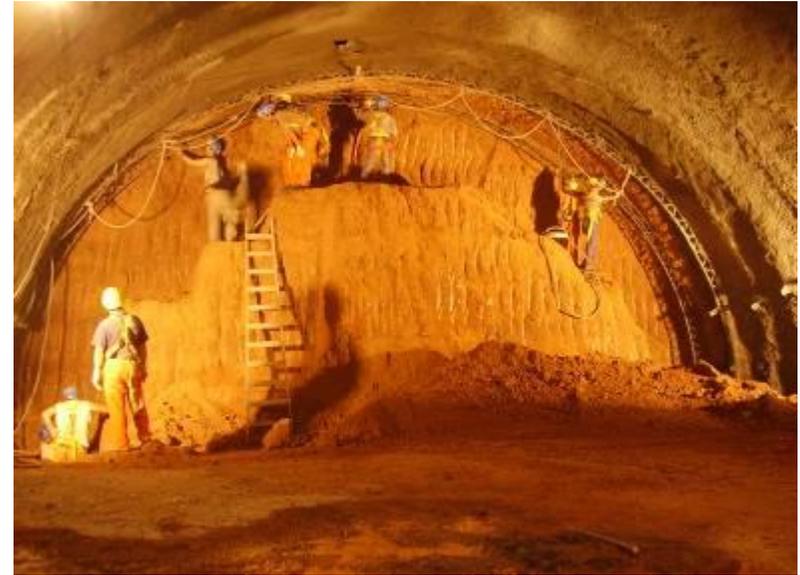
1. Bóveda y hastiales con hormigón proyectado
2. Solera con hormigón moldeado
3. Bóveda y hastiales con hormigón moldeado



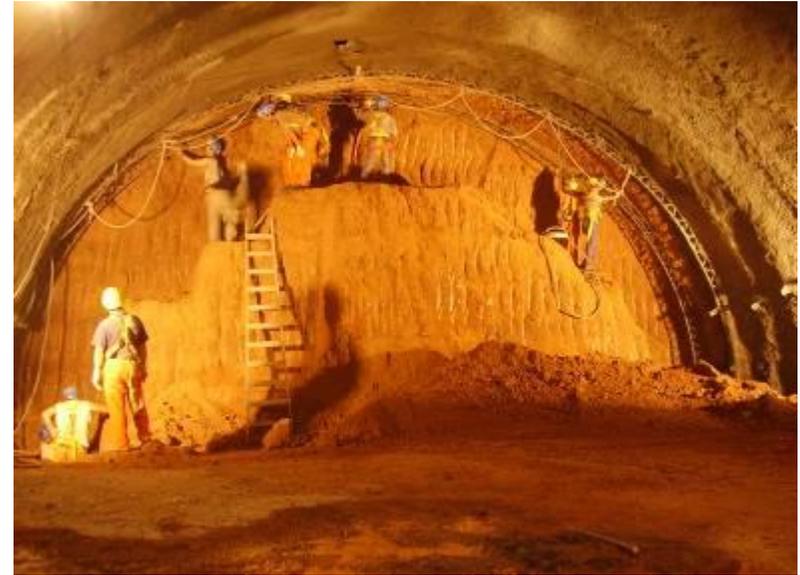
Método de frente completo



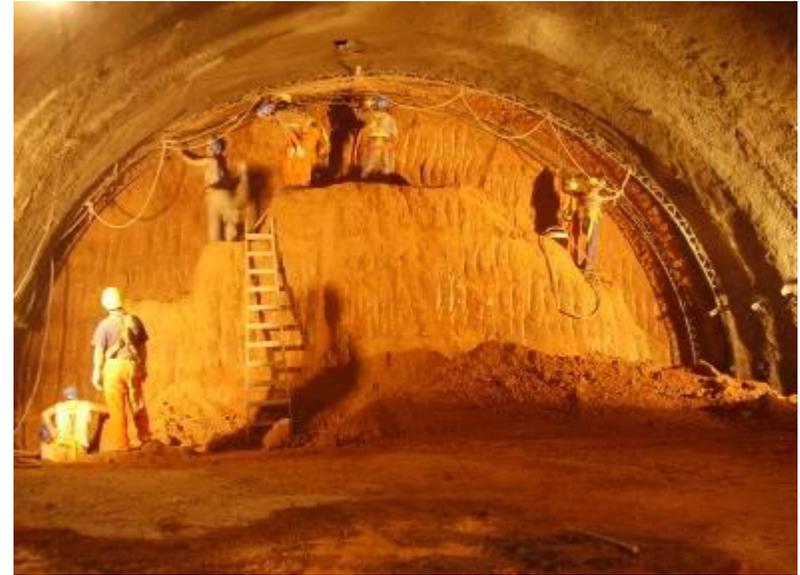
Método de frente completo



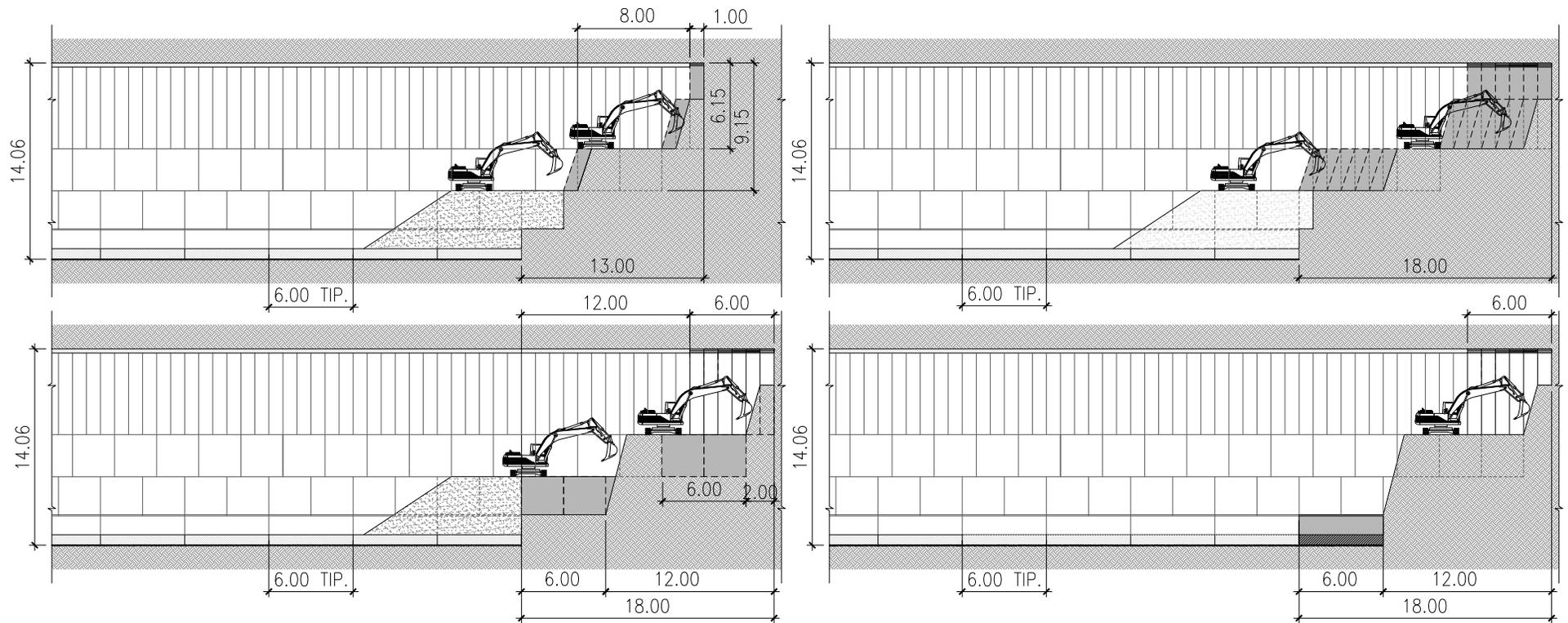
Método de frente completo



Método de frente completo



Nuevas cavernas (Córdoba, Santa Fe, Las Heras)



La Estación Córdoba



La Estación Córdoba



La Estación Córdoba



La Estación Córdoba



La Estación Santa Fe



La Estación Santa Fe



La Estación Santa Fe



La Estación Santa Fe



La Estación Las Heras



La Estación Las Heras



La Estación Las Heras



La Estación Las Heras

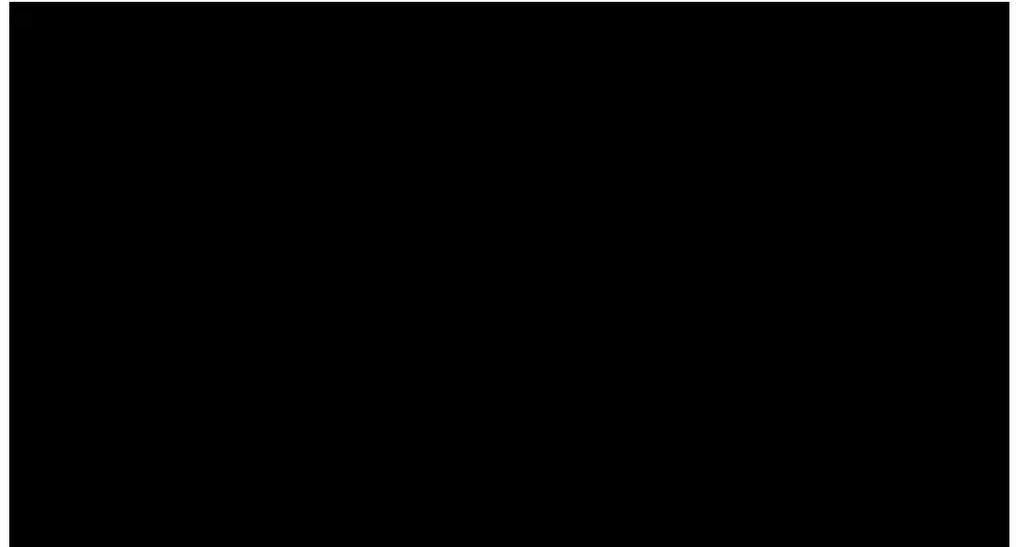


Para terminar



La ingeniería civil se divide en

- Construcciones
- Estructuras
- Vías de Comunicación
- Hidráulica e Ingeniería Sanitaria
- **Geotecnia**



Las grandes obras tienen un poco de todas esas cosas

**Los buenos ingenieros civiles deben
saber un poco de todas esas cosas**



Nuestros respetos para esta gente, que construyó la Línea A del Subte en 35 meses, 12 años antes de la publicación de Erdbaumechanik.