



GRUPO  
CONSULTOR

 **srk** consulting



**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

**DYCASA** U.T.E.



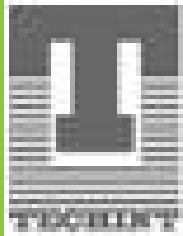
## 3<sup>ras</sup> Jornadas de Túneles y Espacios Subterráneos

# Subterráneos de Buenos Aires – Presentación Proyecto Línea “H” – Tramo C2

Arq. Germán Correa, Gerente de Proyecto - UTE Techint & Dycasa

Ing. Marcelo Arias Capozzo, Gerente de Producción - UTE Techint & Dycasa

Ing. Jorge Laiún e Ing. Ezequiel Zielonka, Grupo Consultor - SRK Consulting & Geoconsult Bs. As.



**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

**DYCASA U.T.E.**

Techint

# El grupo TECHINT

Techint Group Companies



TECHINT GROUP COMPANIES

## HISTORIA Y EXPANSIÓN

### Fundación

"Compagnia Tecnica Internazionale" – pronto denominada TECHINT por su abreviatura telegráfica – se fundó en 1945 como compañía internacional.

Su fundador fue Agostino Rocca, ingeniero, gerente y empresario innovador, y una fuerza clave en el desarrollo de la industria metalúrgica italiana de los años 30.

### Los comienzos

La empresa inicia sus actividades ofreciendo servicios de ingeniería a clientes de Europa y Latinoamérica.

Pronto le seguirán trabajos de construcción, entre ellas el gasoducto del sur de Argentina, inaugurado en 1949.

La producción de estructuras de acero y equipamiento mecánico pesado y repuestos surge en las cercanías de Buenos Aires.

### Primeros emprendimientos con el acero

Techint construye y luego opera dos plantas de tubos de acero sin costura, una en Veracruz (México) y la otra en Campana (Argentina). Ambas plantas iniciaron su producción industrial en 1954.



Agostino Rocca (1895-1978), fundador del Grupo de empresas Techint.



De izquierda a derecha: Gianfelice, Agostino (1945-2001), Roberto (1922-2003) y Paolo Rocca.

# El grupo TECHINT

## Hitos históricos

**1945** Agostino Rocca funda la "Compagnia Tecnica Internazionale" (Techint) en Italia como empresa internacional.

**1946** Comienzan las actividades de construcción en Argentina con una red de gasoductos de gran diámetro en Argentina y Brasil.

**1947** Techint establece una filial en Brasil. Luego, en 1950, la empresa lleva a cabo la construcción del gasoducto Santos-São Paulo, 160 km con tres cruces de ríos y doce cruces aéreos.

**1951** La empresa comienza sus operaciones en Chile. Las actividades iniciales de Techint incluyen la construcción de rutas, autopistas y obras civiles para el sector público.

**1954** Techint se establece en México y emprende la construcción de Tamsa, planta de producción de tubos sin costura en Veracruz. Desde entonces, ha participado en importantes proyectos industriales y de infraestructura en ese país y en América Central con la construcción de ductos, plantas petroquímicas y de gas, acerías, hospitales, plantas de energía cíclica combinada e hidroeléctricas, líneas de transmisión y subestaciones eléctricas, plantas de procesamiento de carbón, de energía a carbón y de coque.

**1965** La empresa comienza sus operaciones en Uruguay y concentra sus actividades en la construcción de rutas, autopistas, aeropuertos y otras obras de infraestructura civil.

**1974** Techint se establece en Egipto y Ecuador. En Ecuador, la empresa construye el Oleoducto de Crudo Pesado (OCP) y sus instalaciones, uno de los proyectos más grandes y más difíciles de la historia del país.

**1975** La empresa inicia sus operaciones en Perú. Luego, en el 2000, la empresa lleva adelante la construcción de uno de los proyectos de infraestructura más importantes de Latinoamérica: la construcción de gasoductos para el transporte de gas natural y de gas natural licuado (GNL) de Camisea, de 730 y 560 km de largo, que recorren la selva tropical peruana y cruzan la cadena montañosa de los Andes hasta llegar a la entrada de la ciudad de Lima y a las cercanías del puerto de Pisco.

**1979** La empresa comienza a operar en Colombia, concentrándose en proyectos de la industria del petróleo y gas.

**1991** La compañía da inicio a sus operaciones en Trinidad y Tobago con el relanzamiento de la refinería Pointe-A-Pierre.

# TECHINT EN EL MUNDO



## Proyectos Industriales



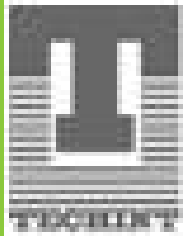
## Proyectos Civiles



## Proyectos Ductos







**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

**DYCASA U.T.E.**

Dycasa

España



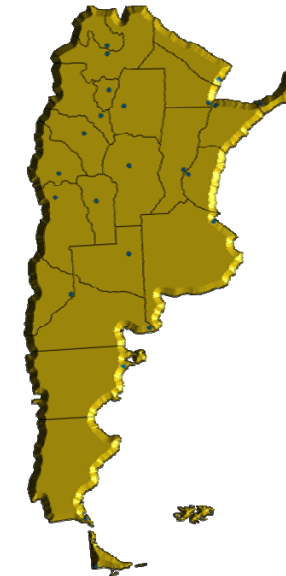
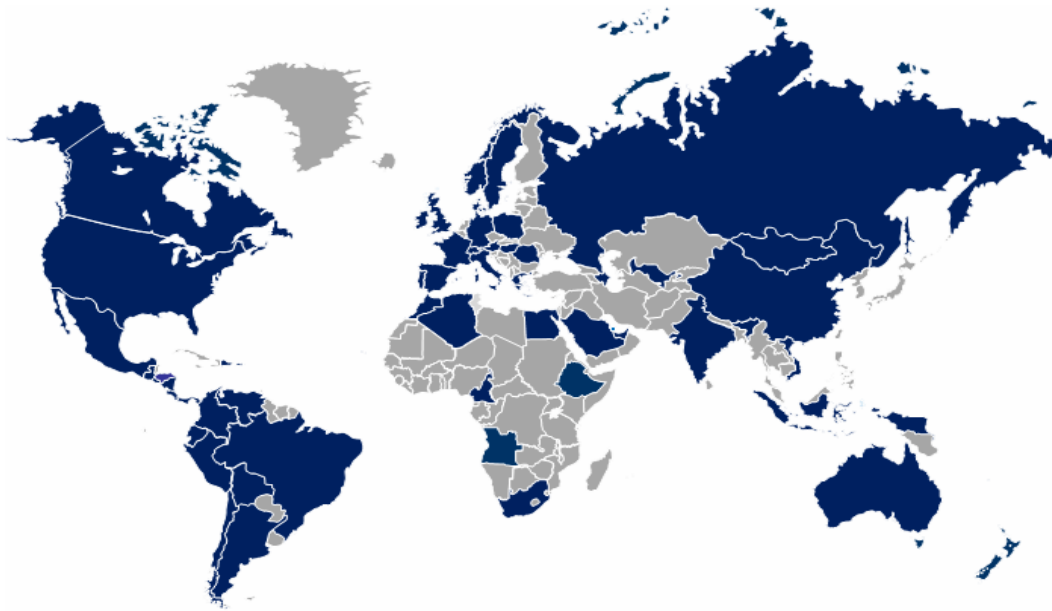
España

**DRAGADOS**



Argentina

**DYCASA**



**Principales Magnitudes ( Año 2012)**

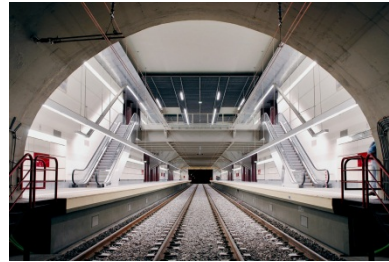
Cifra de negocios	38.396 Millones de Euros
Obra en Cartera	65.626 Millones de Euros
Nómina de personal	162.471

La Compañía fue constituida el 24 de octubre de 1968

# Áreas de negocios



Arquitectura



Obras Subterráneas



Puertos



Obras hidricas

Obras Viales



Mineria



Concesiones



Nombre Autor

# PRINCIPALES OBRAS



## ATUCHA II

## Terminal para container TEC-PLATA



## Torre Galicia



Museo de la Aduana de Taylor



Complejo Penitenciario Federal II



Autopista Rosario Córdoba- Tramo Roldan Armstrong

# PRINCIPALES OBRAS de SUBTERRANEOS

- Línea D Tramo Ministro Carranza-Palermo



# ➤ Línea H Tramo B: Once- Venezuela- Humberto I°- Inclán- Caseros



# ➔ Línea H Tramo C1: Corrientes





# ➤ Línea A: Puan- Carabobo- Flores – Nazca

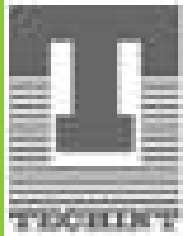


Título de la presentación

Nombre Autor

# ➔ Línea A: Taller Cochera Nazca- SubEst Rectificadora Flores





**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

**DYCASA U.T.E.**

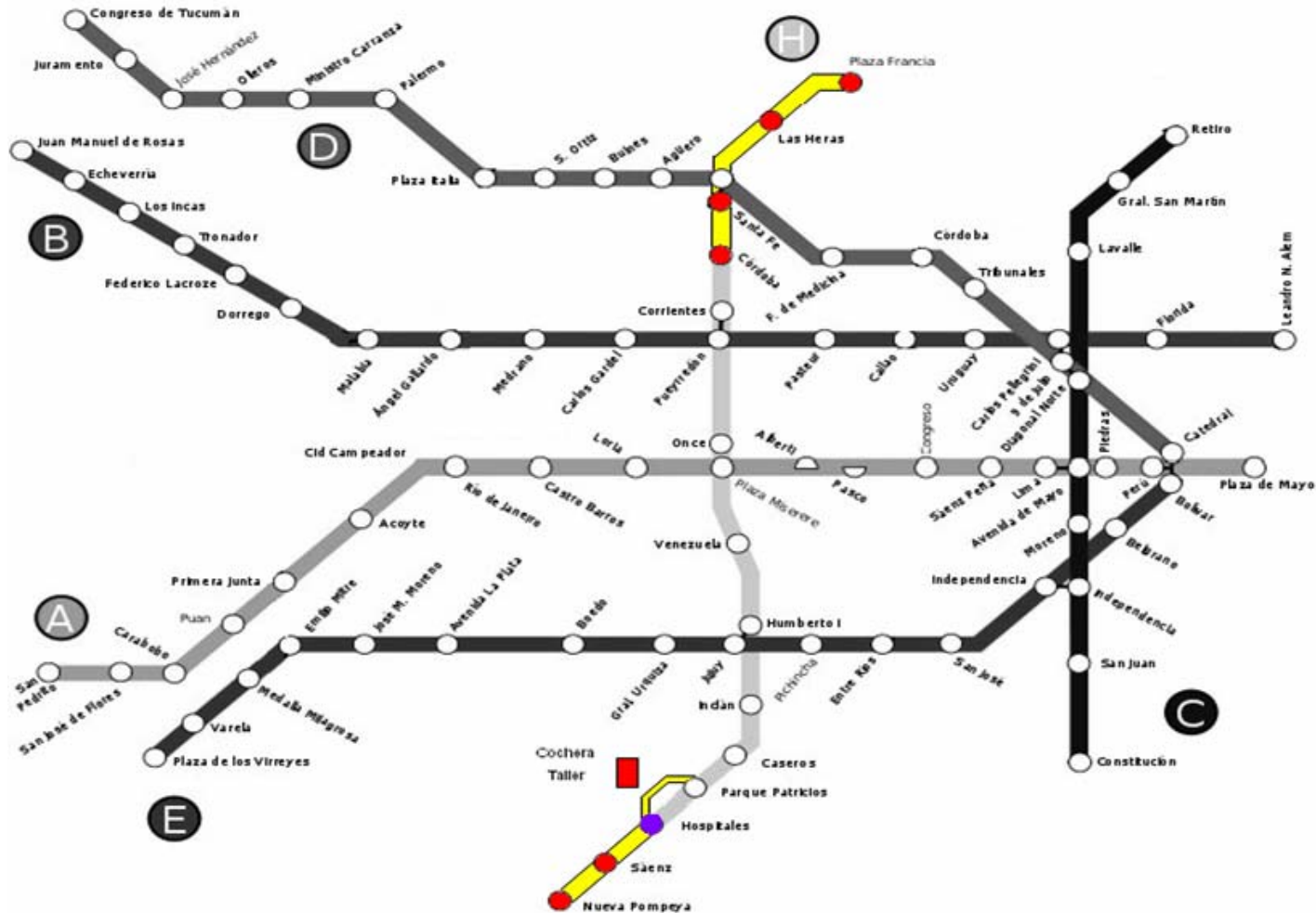
## Presentación Proyecto

### Obra Subte Línea “H”

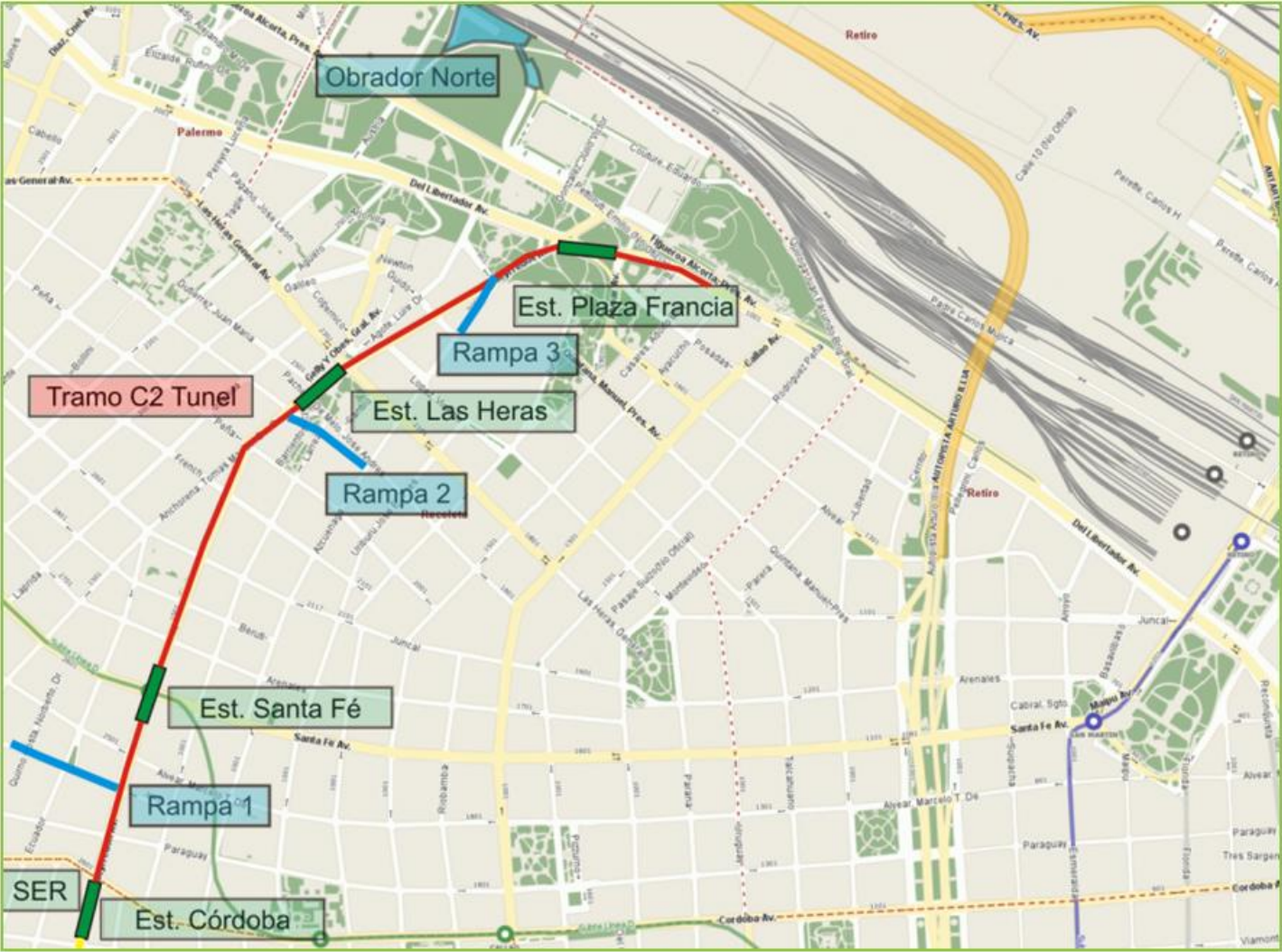
Techint – Dycasa – UTE

# Ubicación

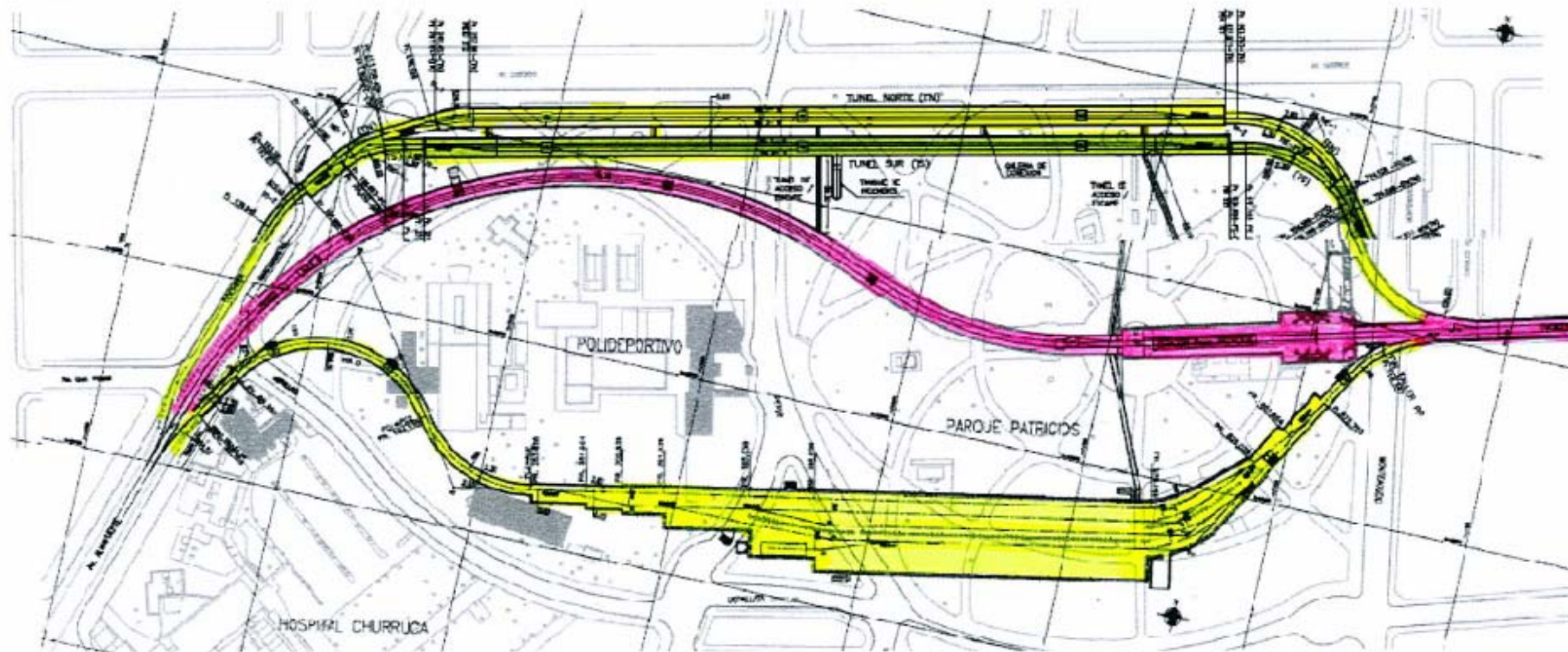
## Referencia con las otras líneas de subte de Buenos Aires



# Frente Norte



# Cochera y Taller



# ETAPAS DE OBRA

## ➤ PRIMERA ETAPA:

- Estaciones Córdoba, Santa Fe y Las Heras
- Subestación Rectificadora Córdoba
- Túnel tramo C2 hasta Post-Las Heras
- Taller en caverna bajo Parque Patricios

## ➤ SEGUNDA ETAPA:

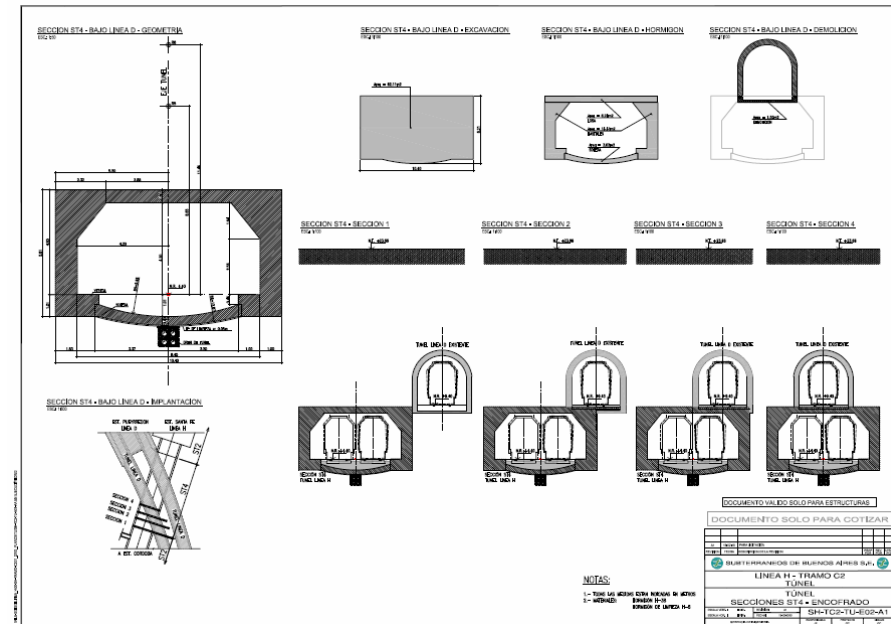
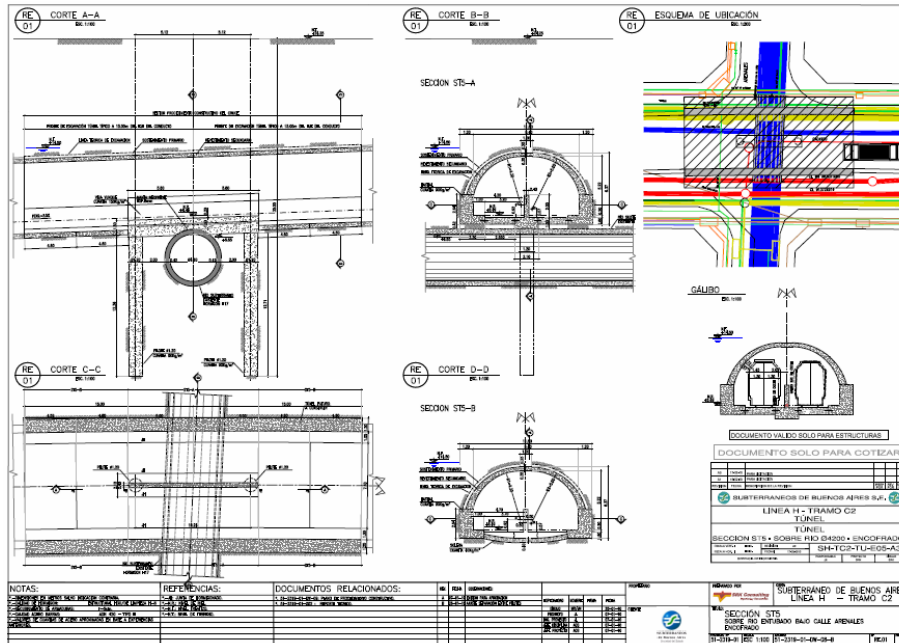
- Estaciones Plaza Francia, Sáenz y Pompeya
- Cochera en caverna bajo Parque Patricios
- Túnel Tramo A1 / A0 y cola de maniobras del Tramo C2

# INTERFERENCIAS

## Interferencias Mayores

Cruce sobre Río Entubado  
Calle Arenales  
Tramo C2

➤ Cruce bajo Línea "D" –  
Tramo C2





# INTERFERENCIAS

Interferencias Menores

## Remoción de Servicios

### TRAMO NORTE

AYSA – EDENOR – EDESUR – TELECOM – TELEFONICA – TELMEX –  
METROGAS – CABLEVISIÓN – GLOBAL CROSSING – SISTEMA PLUVIAL



SUBTE - H

# Sistemas Constructivo

## Metodologías Tramo C2

### **1. *Cut and cover con pilotaje:***

Sector Norte - Estación Plaza Francia (con una rampa)

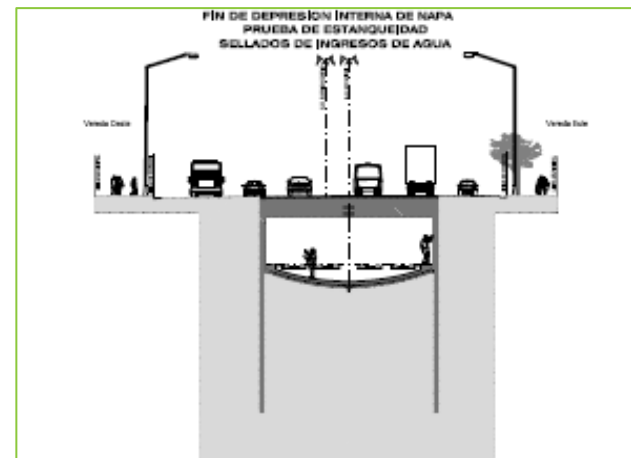
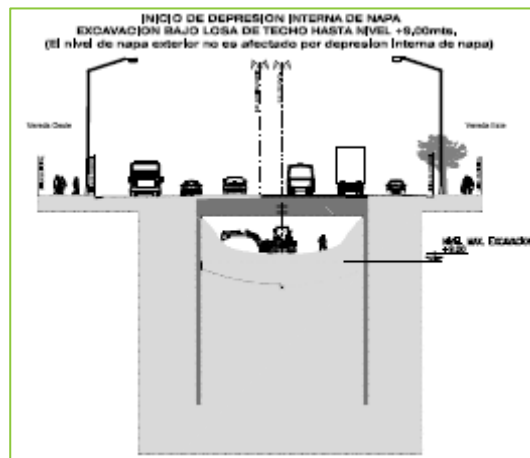
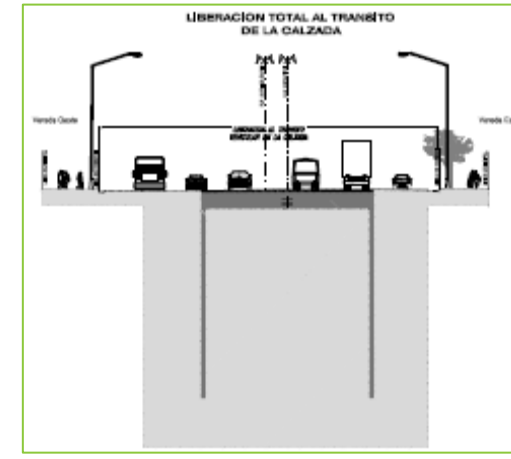
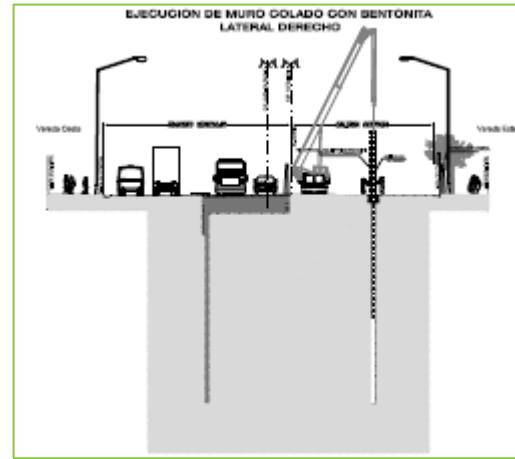
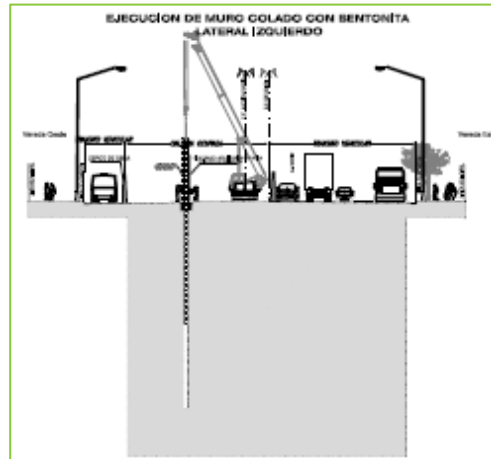
### **2. *Caverna:***

Sector Norte (Tramos C2) - Estaciones, Subestación Eléctrica y Túneles

Sector Sur Cochera Parque Patricios y Taller Parque Patricios

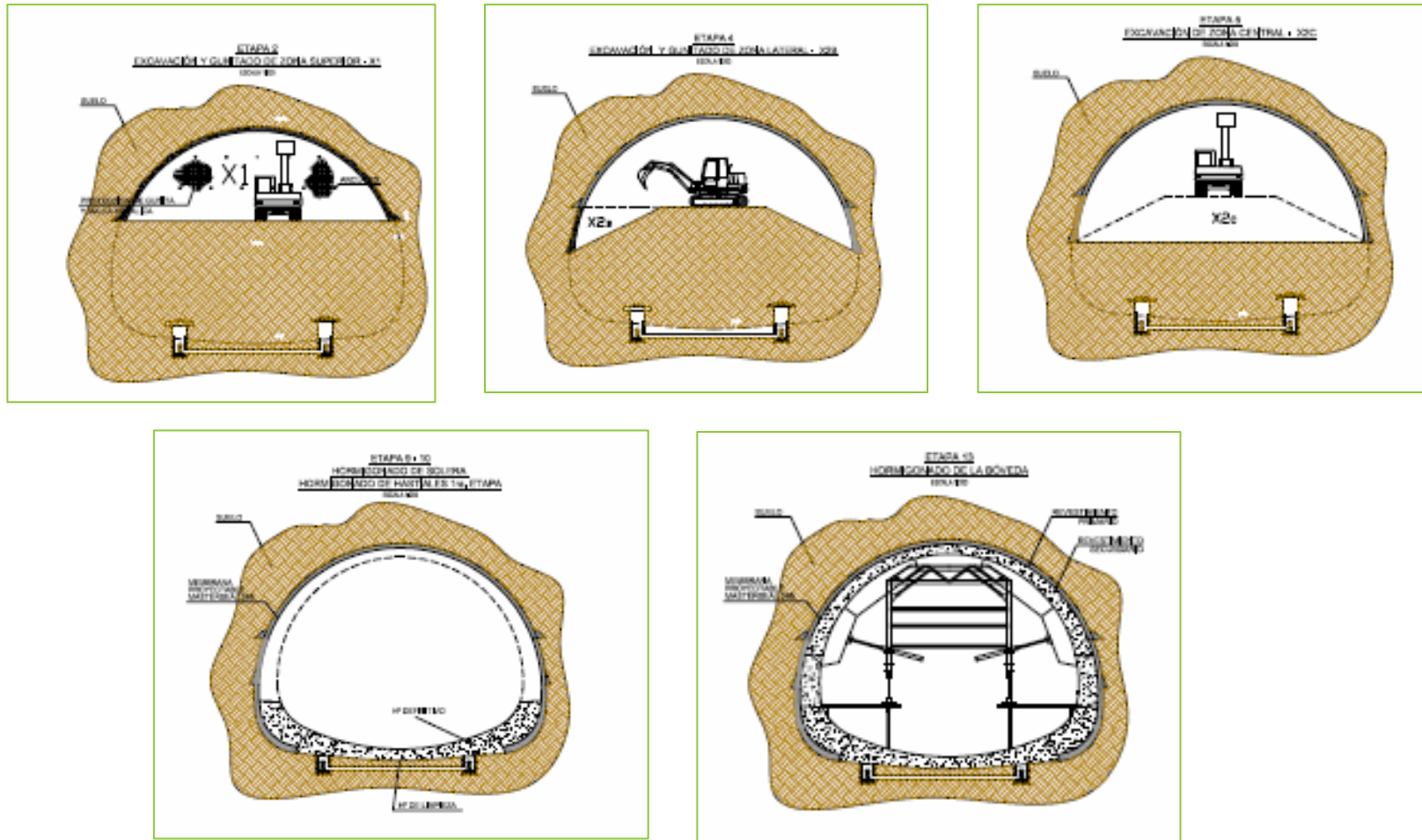
# Sistemas Constructivo – 1

## Cut and cover con Pilotaje



# Sistemas Constructivo - 2

## Caverna





GRUPO  
CONSULTOR



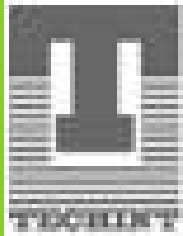
**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

**DYCASA U.T.E.**

## LÍNEA “H” – TRAMO C2 – METODOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE TÚNELES Y ESTACIONES

Ing. Ezequiel Zielonka, Director Grupo Consultor - SRK Consulting & Geoconsult Bs. As.

Ing. Jorge Laiún, Jefe de Proyecto Grupo Consultor - SRK Consulting & Geoconsult Bs. As



**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

**DYCASA U.T.E.**

Presentación Grupo Consultor  
Goeconsult Buenos Aires S.A &  
SRK Consulting





GRUPO  
CONSULTOR



## 3eras. Jornadas de Túneles y Espacios Subterráneos



TECHINT  
Ingeniería y Construcción

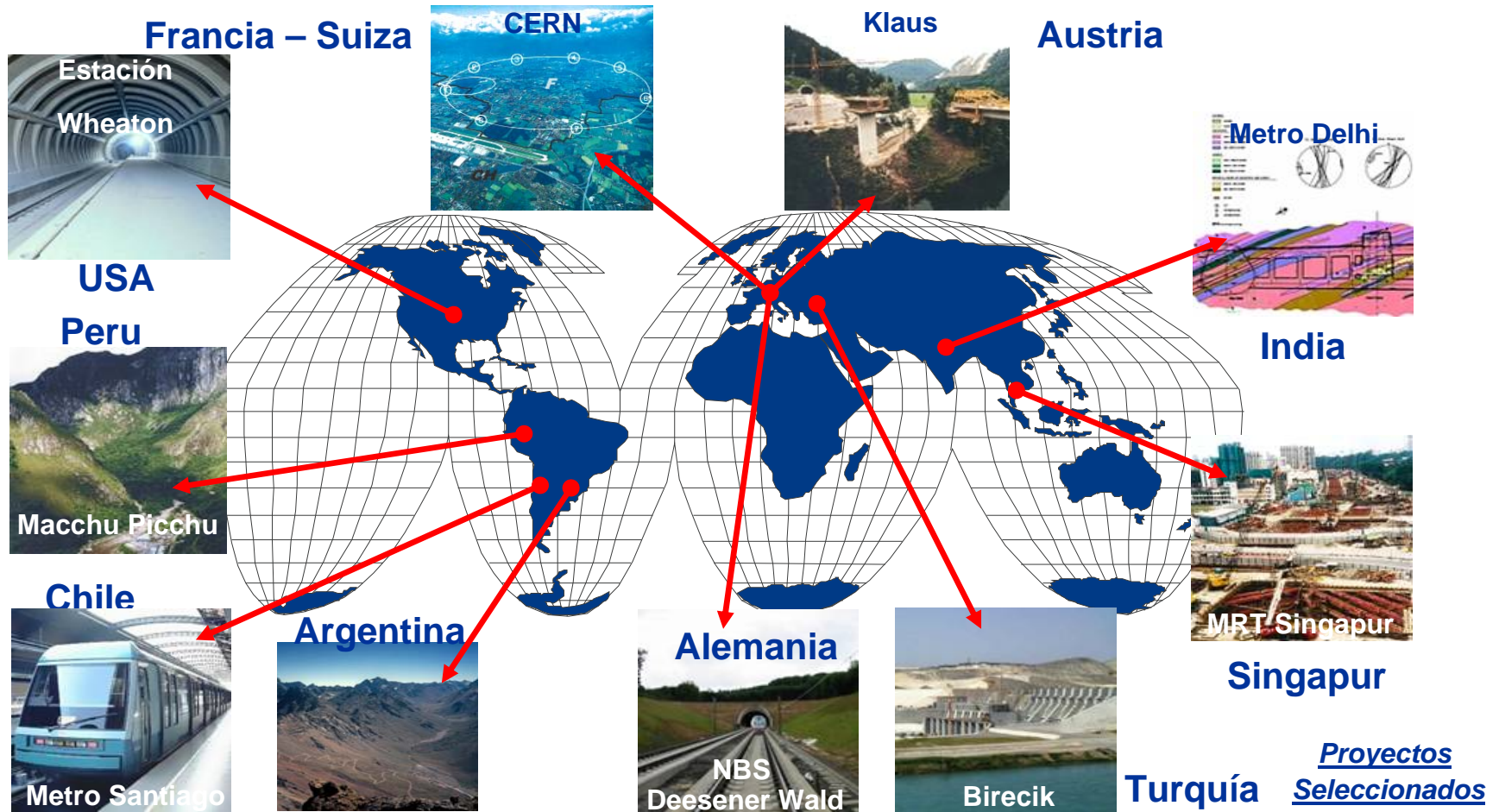
DYCASA U.T.E.



# GEOCONSULT GRUPO



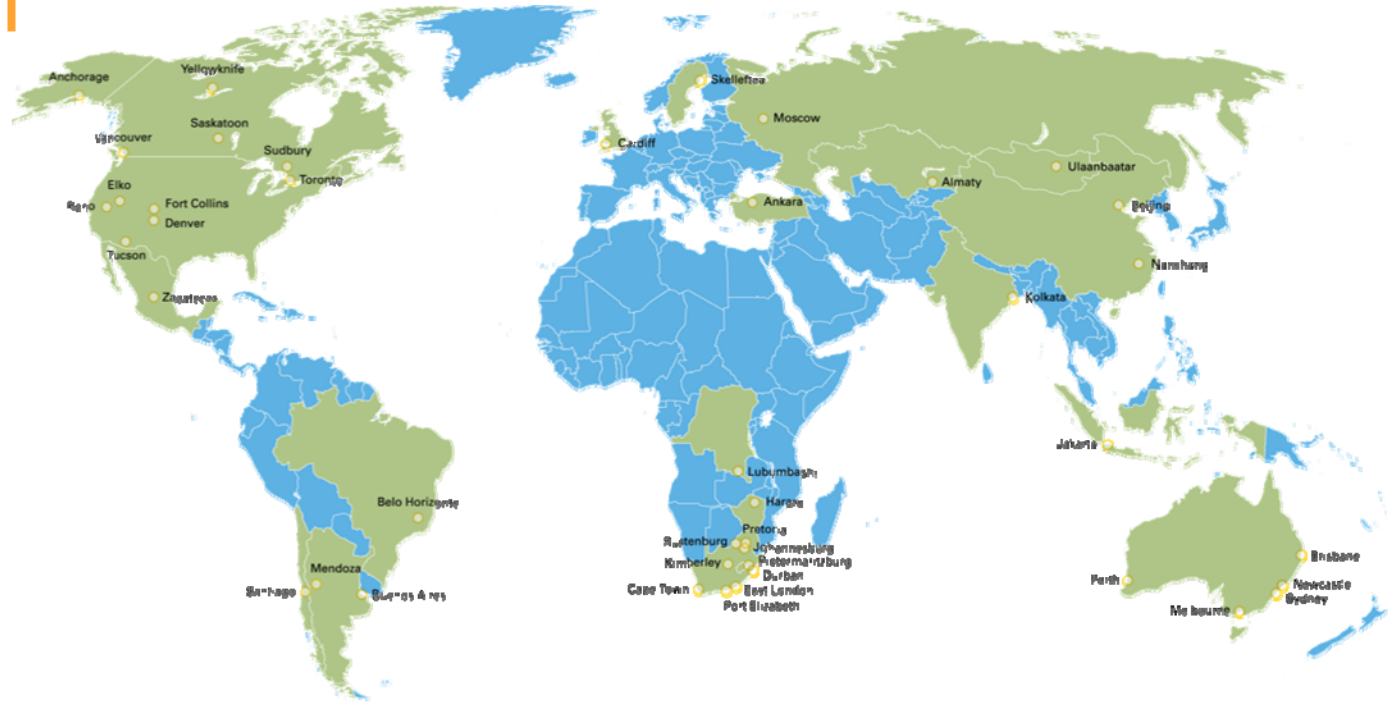
35 años de experiencia, más de 1500 proyectos en  
más de 50 países





## Sobre SRK

- Nació en 1974 en Sudáfrica
- Tiene 1500 profesionales en 47 oficinas
- Trabaja fundamentalmente para minería
- Provee servicios desde exploración a cierre
- Su propiedad está en sus empleados



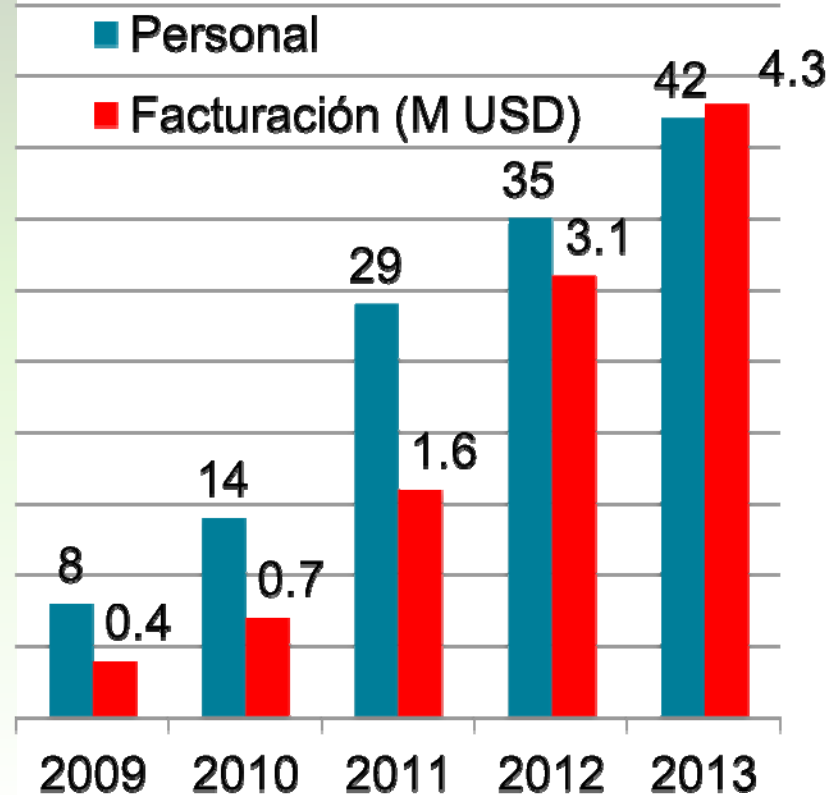
Exploración – Evaluación de Recursos – Planeamiento Minero  
Geomecánica – Diseño UG / OP – Civil y Sísmica  
Botaderos – Presas de Relaves – Pilas de Lixiviación  
Ingeniería Ambiental - Hidrogeología - Hidrología

- Nació en 2009
- Tiene oficinas en Buenos Aires y Mendoza
- 56% de la propiedad está en manos de 18 empleados

**Experiencia local:**

- Geotecnia
- Hidrogeología
- Planeamiento
- Civil
- Sísmica
- Botaderos
- Relaves

## Sobre SRK Argentina



## **Alcance de los Trabajos Grupo Consultor - SRK Consulting y Geoconsult Bs. As.**

- Definición e Interpretación de la Campaña Geotécnica
- Diseño de Estructuras en Contacto con el Suelo
- Diseño de Metodologías Constructivas de Obras Subterráneas
- Acompañamiento durante la Construcción
- Interpretación de los resultados del Monitoreo de Deformaciones



## **Tramo C2 – Metodologías Constructivas**

- Contexto Geológico y Geotécnico
- Metodología Constructiva de Túneles
- Metodología Constructiva de Estaciones en Caverna

Túnel Línea “B” (2006)

## Suelos de Buenos Aires

TRAMO C2

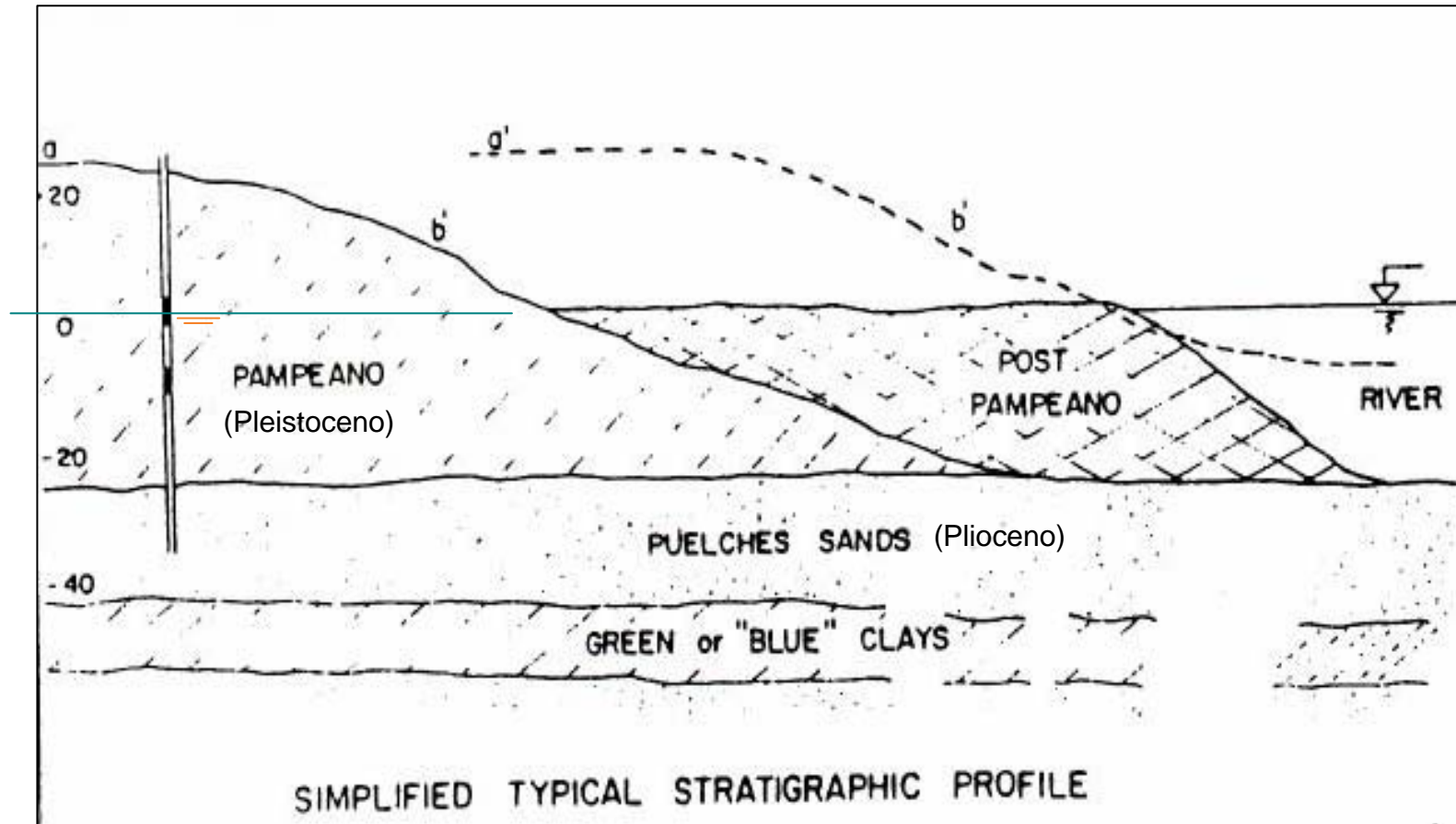
TRAMO C1

TRAMO A1-A0



CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

## Suelos de Buenos Aires



**Fuente:** E. Nuñez – Geotechnical Conditions in Buenos Aires City – Octubre 1986  
5to. Congreso de la Asociación Internacional de Ingeniería Geológica

## Suelos de Buenos Aires

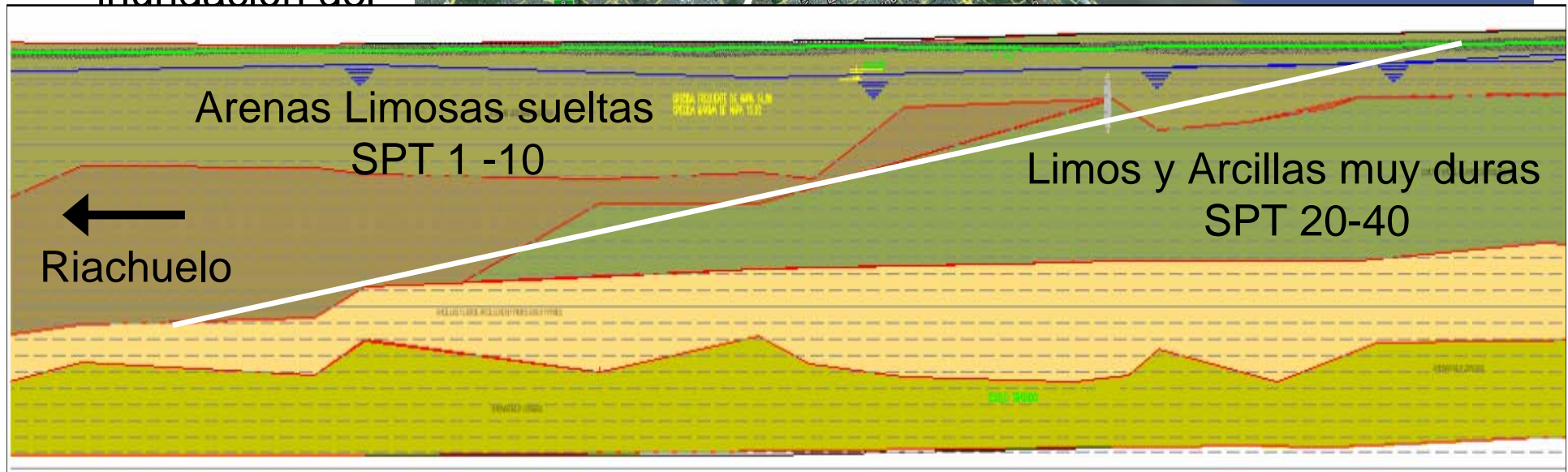
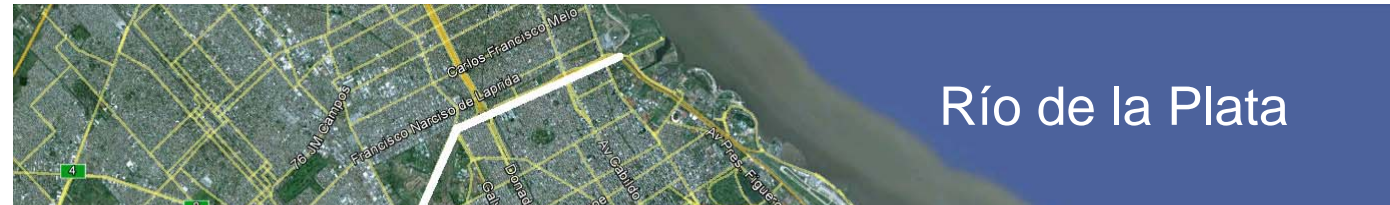
- TRAMO A1-A0
- Valle de inundación del Riachuelo
- Aparecen:
  - Arenas limosas sueltas
  - Limos y arcillas arenosas blandas



CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

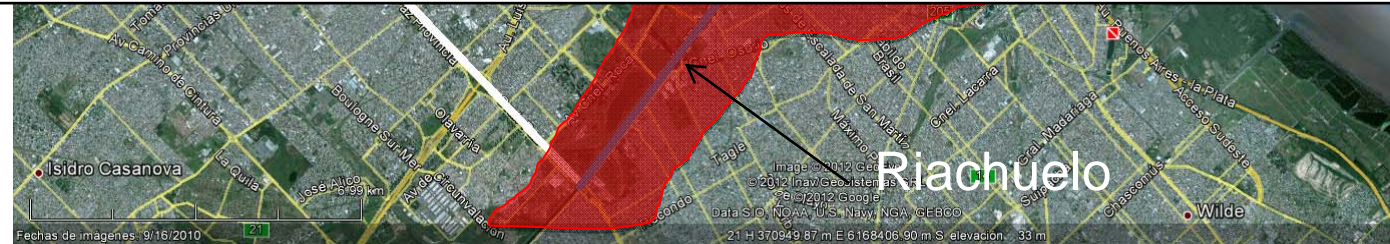
## Suelos de Buenos Aires

- TRAMO A1-A0
- Valle de inundación del



←  
Riachuelo

blandas



CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO



## Suelos de Buenos Aires

### - TRAMO C2

Llega hasta la barranca.

Barranca abajo:

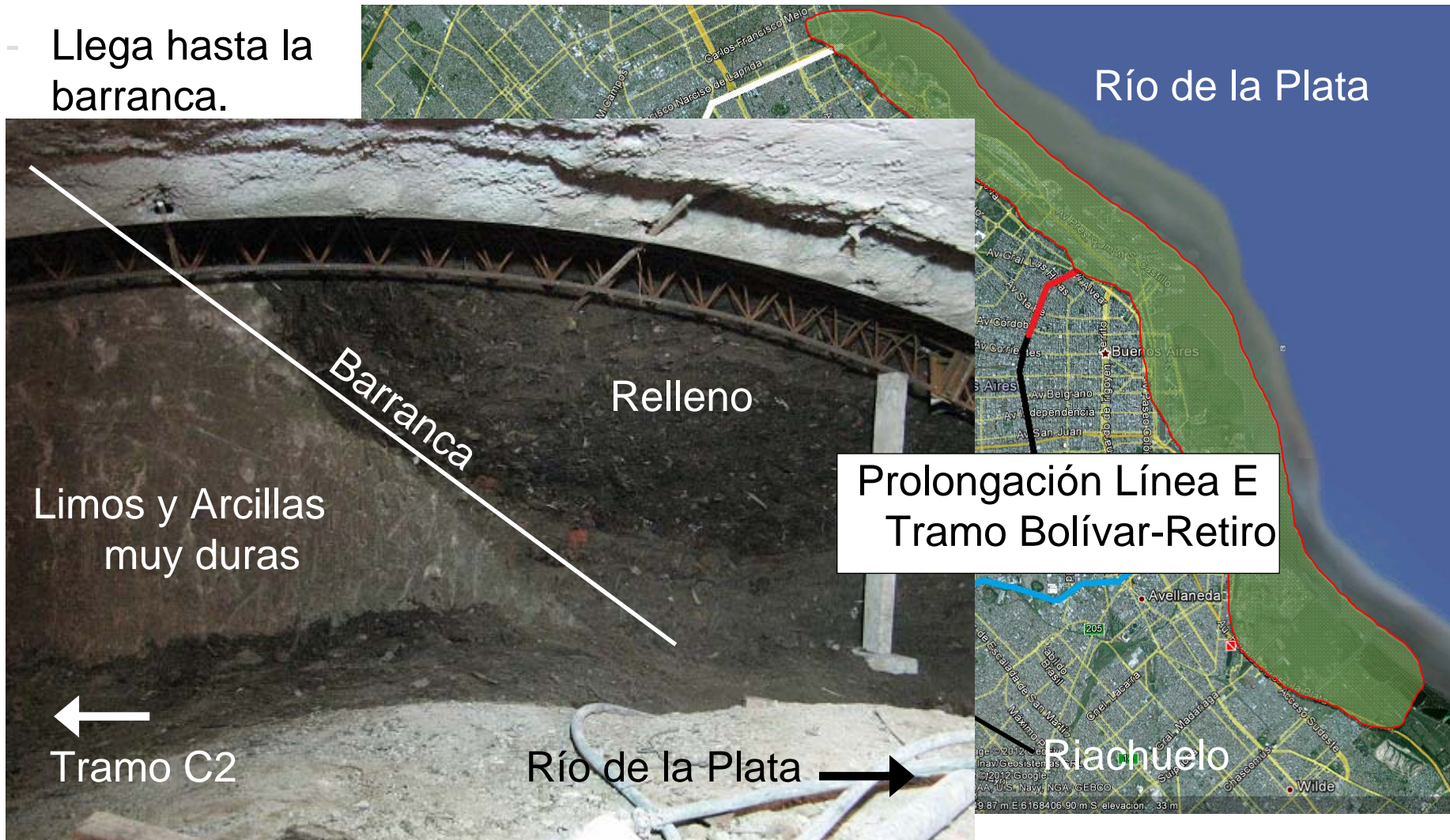
Depósitos superficiales fluviales del Río de la Plata (CH, CL, normalmente consolidados)

Rellenos heterogéneos (para ganar terreno al río)



- TRAMO C2 **Suelos de Buenos Aires**

- Llega hasta la barranca.



CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

## Suelos de Buenos Aires

- TRAMO C2
- Llega hasta la barranca.
- Barranca arriba:
- Limos y arcillas muy duras ( $N_{SPT}$ : 30 - 50), preconsolidado por desecación y cementado con  $CaCO_3$



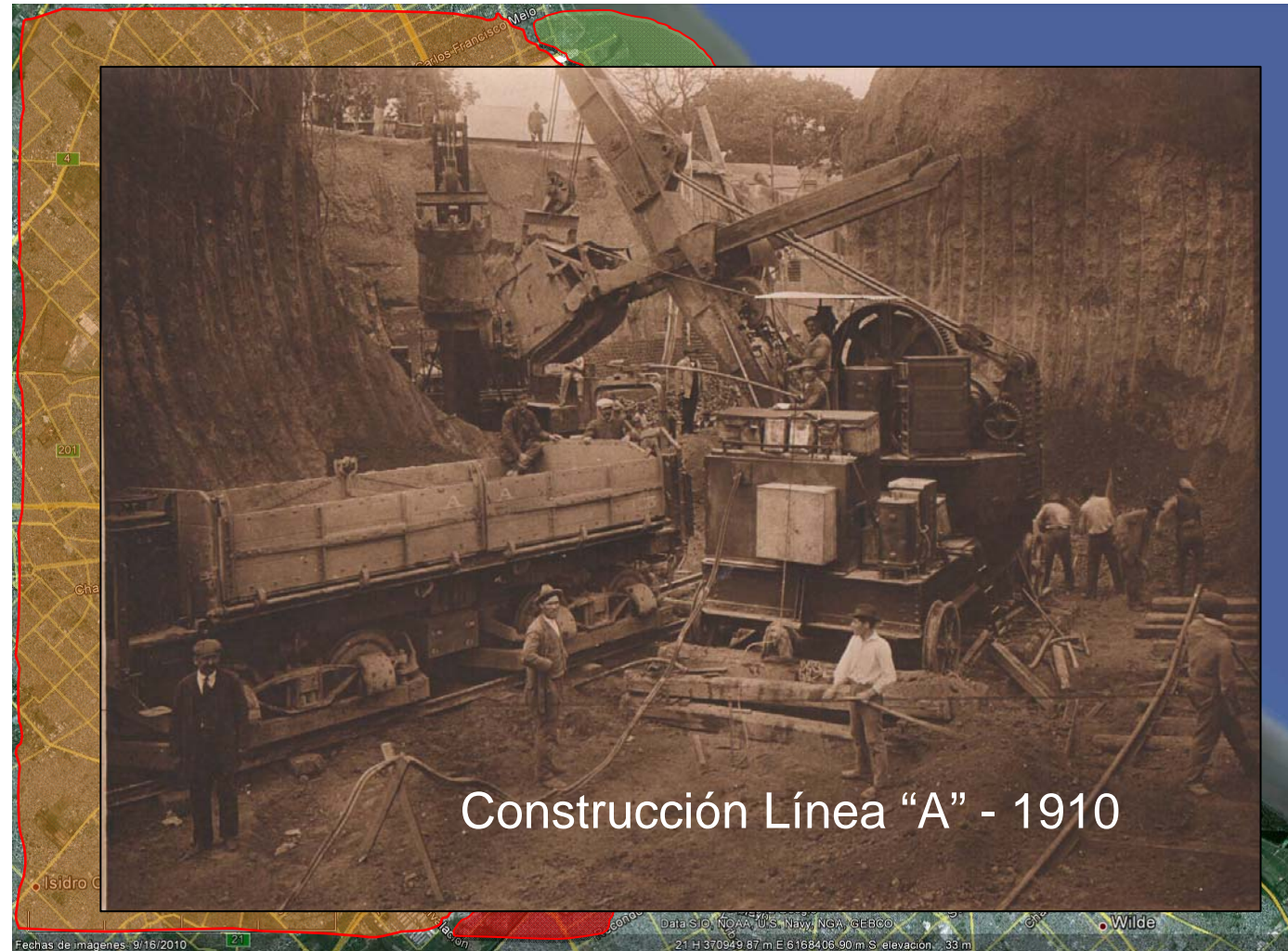
## Suelos de Buenos Aires

- TRAMO C2
- **Construcción subterránea favorecida por UCS confiable**
- Alta permeabilidad (secundaria)



## Suelos de Buenos Aires

- TRAMO C2
- **Construcción subterránea favorecida por UCS confiable**
- Alta permeabilidad (secundaria)



## Suelos de Buenos Aires

- TRAMO C2
- Construcción subterránea favorecida por UCS confiable
- **Alta permeabilidad (secundaria)**



## Suelos de Buenos Aires

- TRAMO C2
- Riesgos geotécnico
- **1- Fisuras y planos de deslizamiento**
- 2- Lentas de comportamiento quasi-granular
- 3- Altura de la napa freática



## Suelos de Buenos Aires

- Comportamiento estable y mayormente elástico para todo tipo de túneles y procedimientos constructivos utilizados hasta hoy
- Avances de mas de 2.5 m producen inestabilidad local en calota
- Las galerías de drenaje, pueden necesitar sostenimiento, en las capas cementadas mas profundas y débiles
- Material inestable solamente si es severamente desconfinado



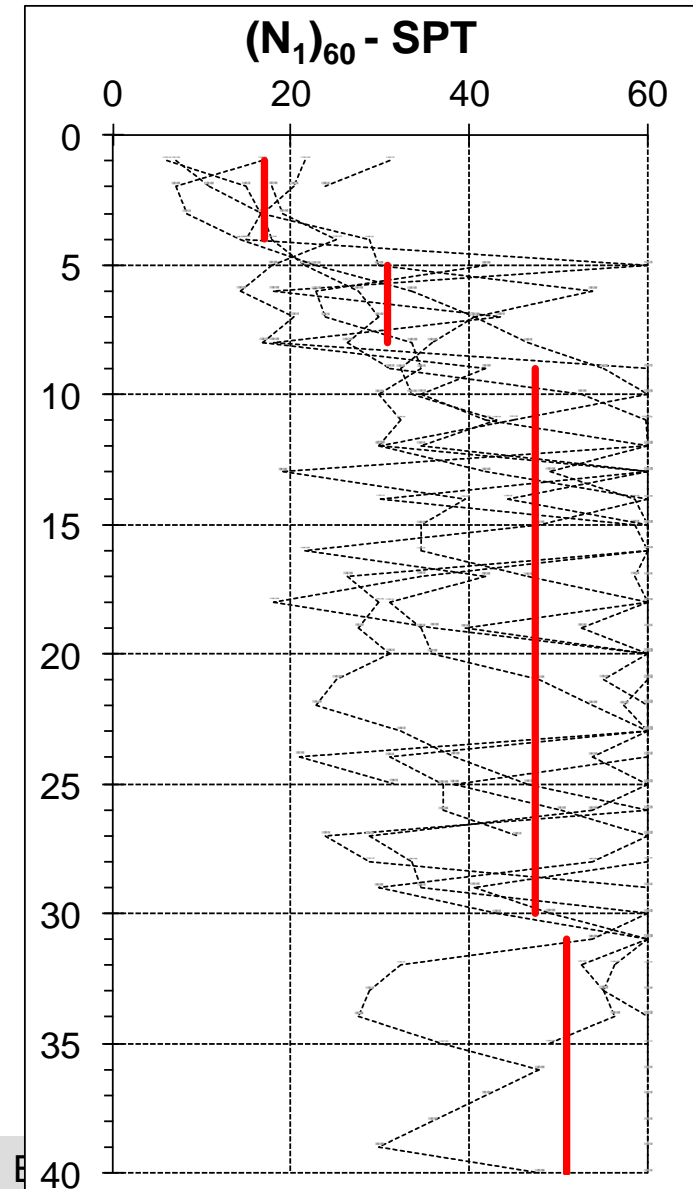
dren 15-25m prof.



dren 25-35m prof.

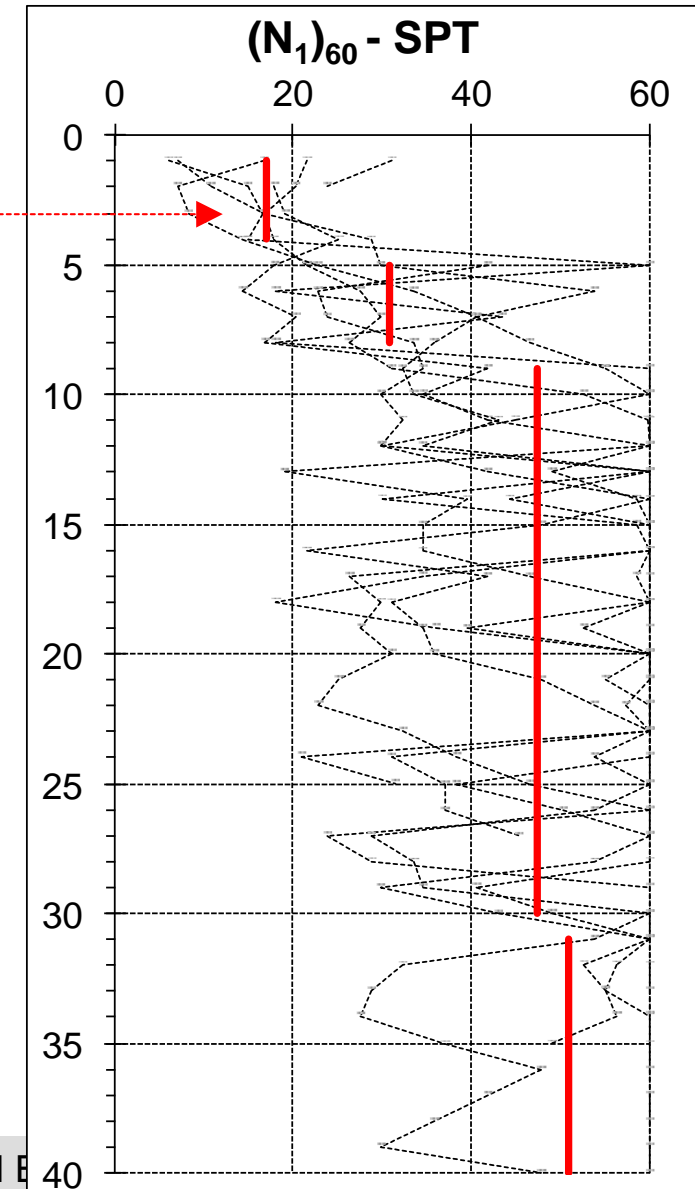


## Suelos de Buenos Aires



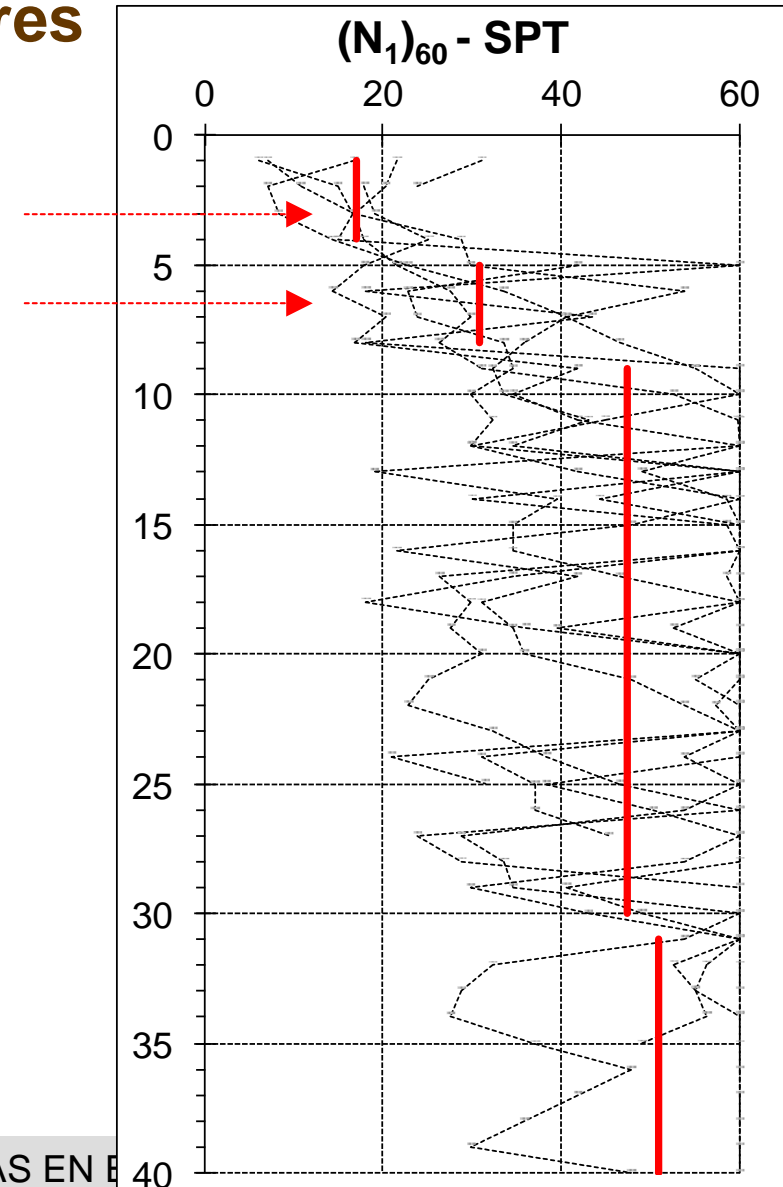
## Suelos de Buenos Aires

2/3m superiores: Relleno artificial



## Suelos de Buenos Aires

2/3m superiores: Relleno artificial  
2m-8/12m: ML & CL, matriz poco  
cementada, fragmentos de tosca  
bien definidos

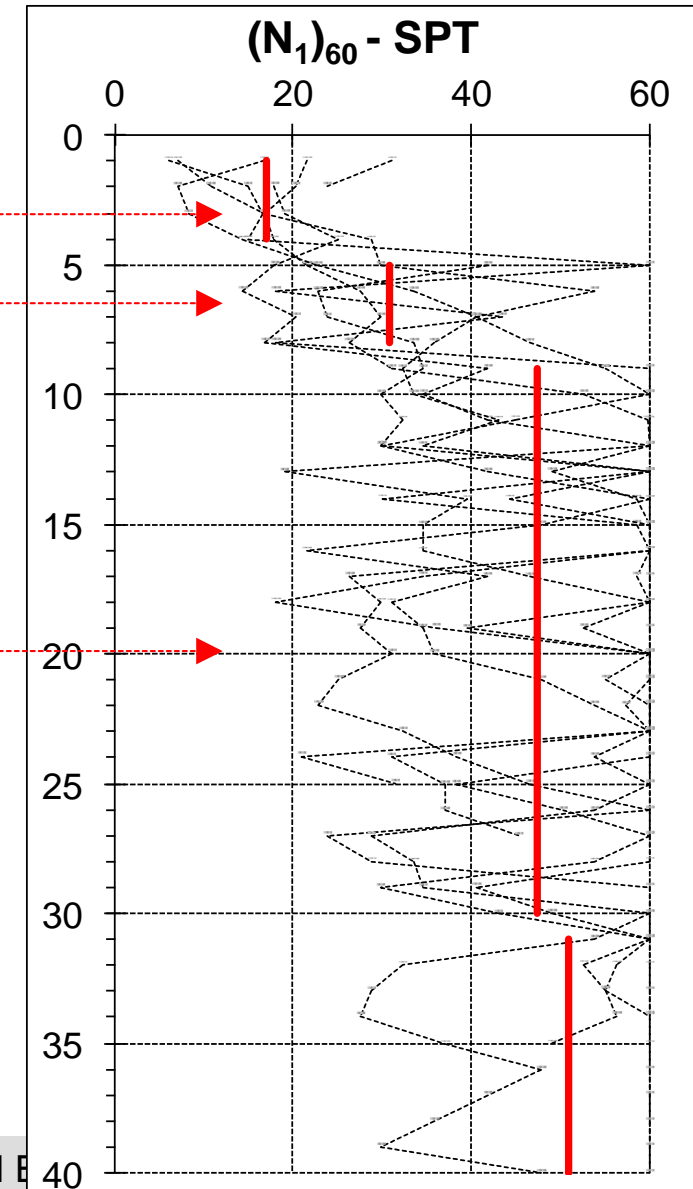


## Suelos de Buenos Aires

2/3m superiores: Relleno artificial

2m-8/12m: ML & CL, matriz poco cementada, fragmentos de tosca bien definidos

8m-25/30m: ML & CL, cementadas, muy duras, fuertemente fisuradas por desecación

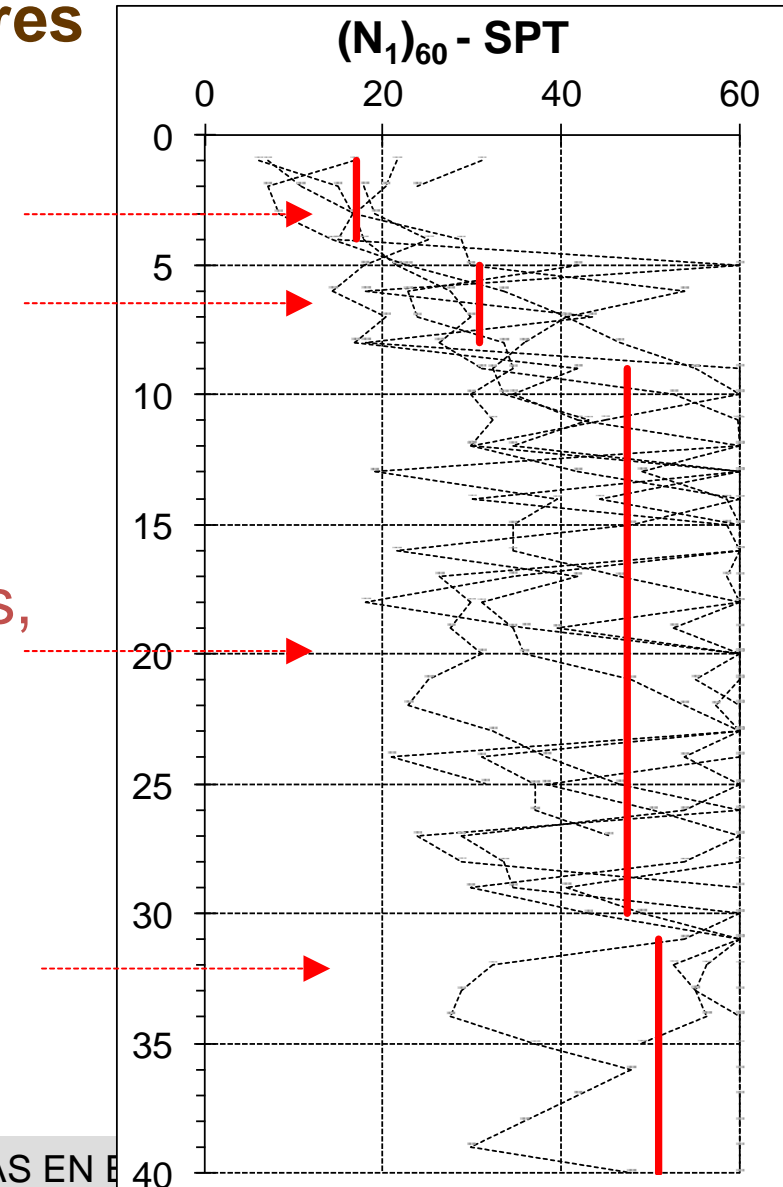


## Suelos de Buenos Aires

2/3m superiores: Relleno artificial  
2m-8/12m: ML & CL, matriz poco cementada, fragmentos de tosca bien definidos

8m-25/30m: ML & CL, cementadas, muy duras, fuertemente fisuradas por desecación

30m-40m: CL & CH, pre-sheared pero no fisuradas, poco cementadas



## Suelos de Buenos Aires

Evidencia de contacto entre los estratos medios y bajos  
(25/30m prof.)

Fuente: Dr. A. Sfriso - Prof. Mecánica de Suelos – Facultad  
de Ingeniería – U.B.A.

## Suelos de Buenos Aires

Evidencia de contacto entre los estratos medios y bajos  
(25/30m prof.)

Amarronado, oxidado,  
altamente fisurado,  
fuertemente cementado

Verdoso, no oxidado,  
apenas cementado,  
presheared (pero no  
fisurado).

Fuente: Dr. A. Sfriso - Prof. Mecánica de Suelos – Facultad  
de Ingeniería – U.B.A.

## Suelos de Buenos Aires

Evidencia de contacto entre los estratos medii  
(25/30m prof.)

Amarronado, oxidado,  
altamente fisurado,  
fuertemente cementado

Verdoso, no oxidado,  
apenas cementado,  
presheared (pero no  
fisurado).

Fuente: Dr. A. Sfriso - Prof. Mecánica de Suelos – Facultad  
de Ingeniería – U.B.A.



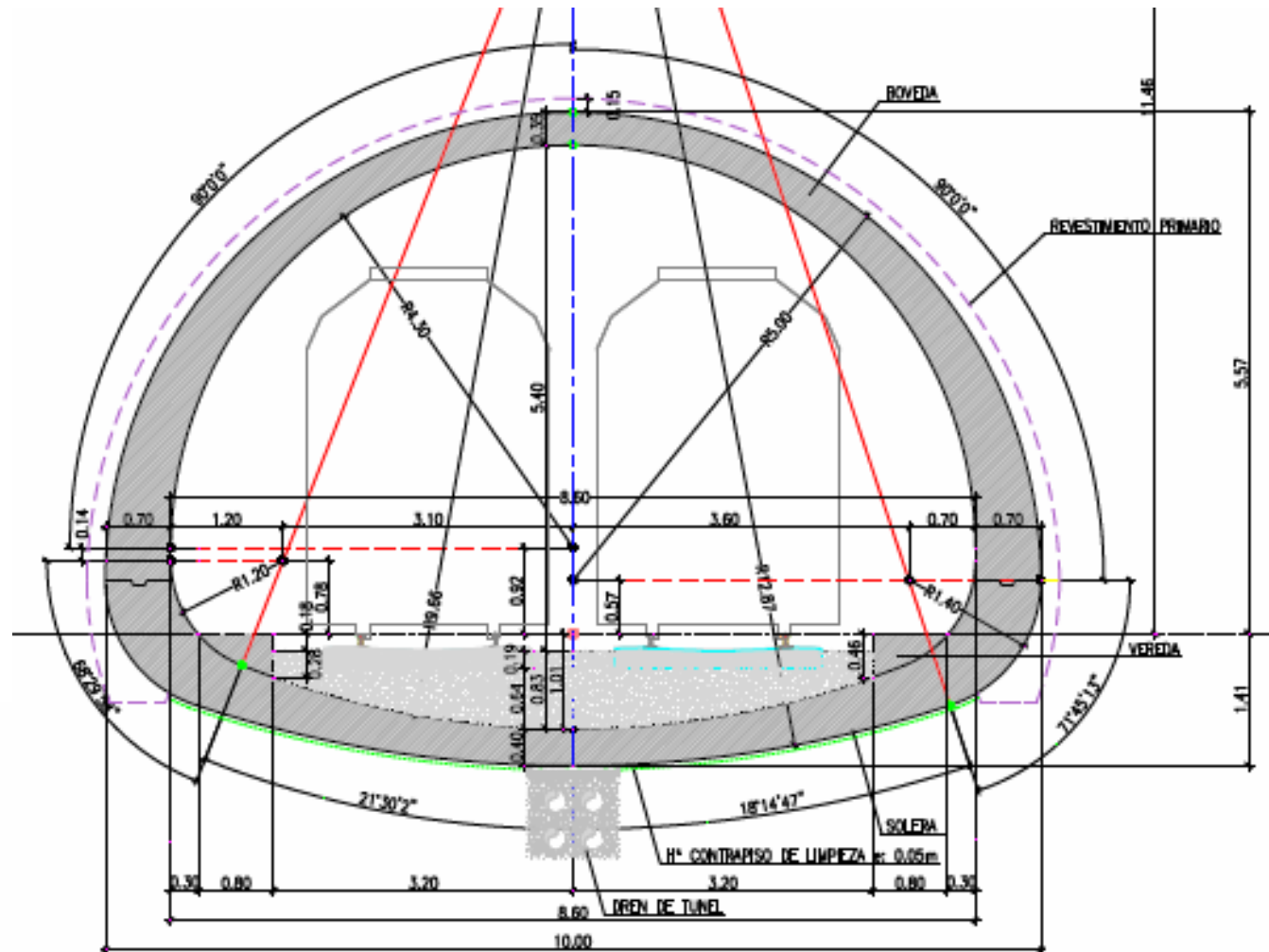


## **Tramo C2 – Metodologías Constructivas**

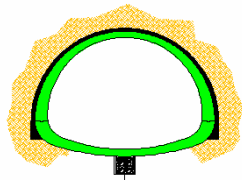
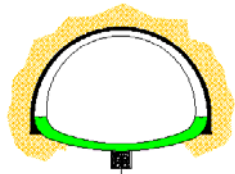
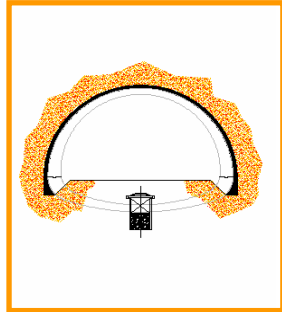
- Contexto Geológico y Geotécnico
- Metodología Constructiva de Túneles
- Metodología Constructiva de Estaciones en Caverna

Túnel Línea “B” (2006)

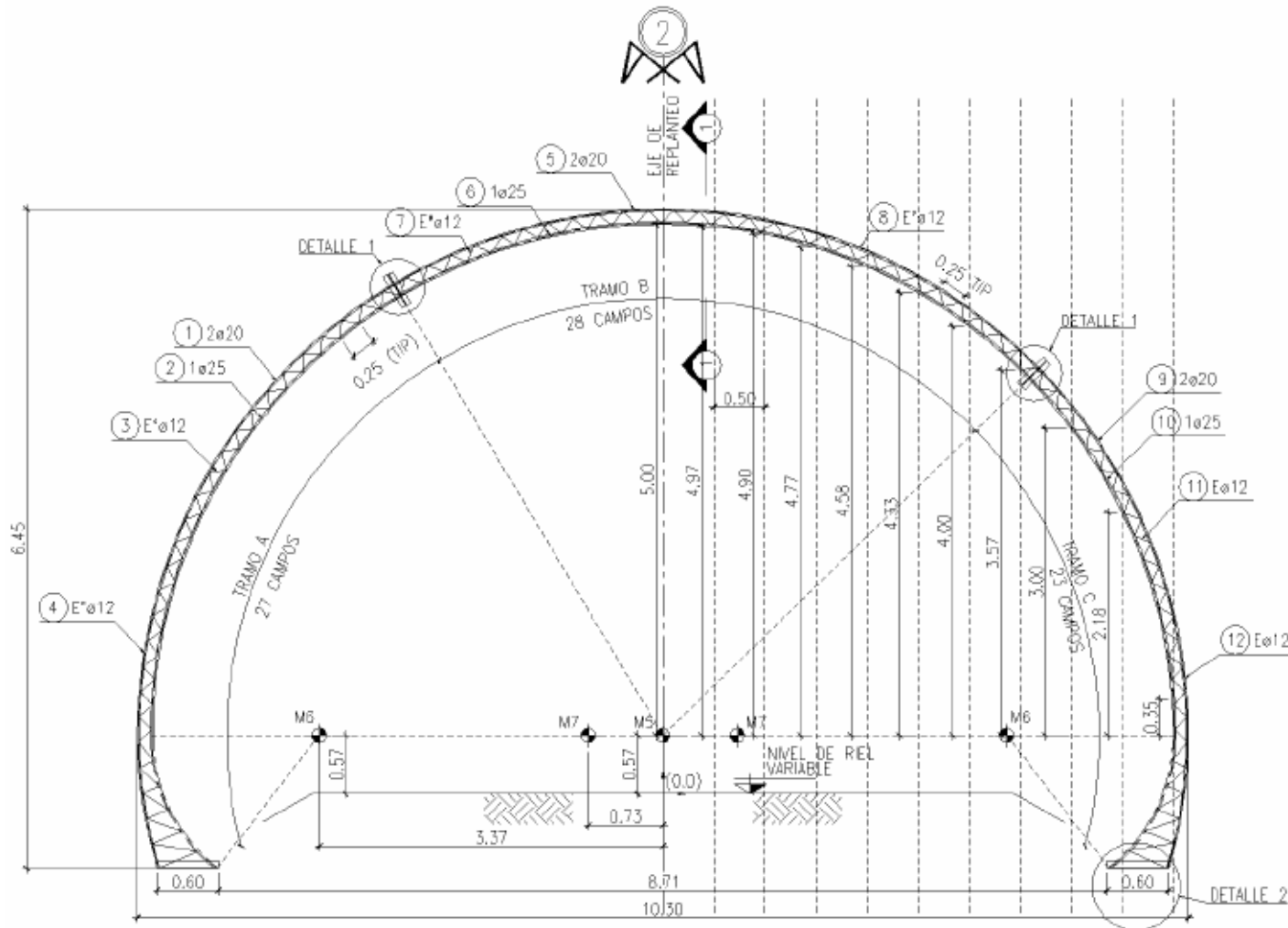
## Túneles Tramo C2 – Sección Típica: 1400ml



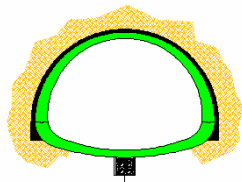
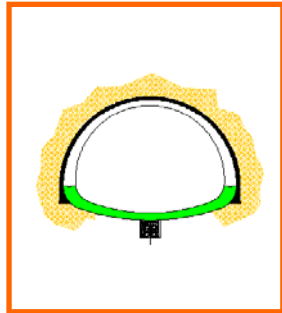
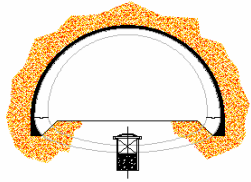
## Túneles Tramo C2 – Excavación a Frente Completo



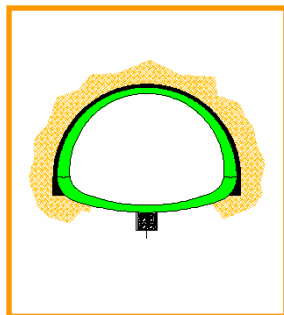
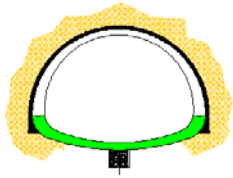
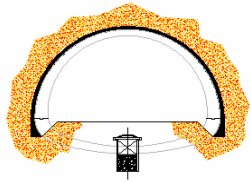
## Túneles Tramo C2 – Cerchas Metálicas



## Metodología Constructiva – Hormigonado de Solera



## Metodología Constructiva – Hormigonado de Calota



Túnel Línea "B" (2006)

## **Túneles Tramo C2 – Sectores Atípicos**

- Tramo Atípico: ELH – EPF
- Frentes de Ataque de Túnel en VN5 y VF1
- Cruce Bajo Línea “D”
- Cruce Sobre Conducto Arenales ( $\phi=4,20\text{m}$ )
- Cruce Sobre Futura Línea “G”
- Tramo Muñón Estación Las Heras
- Sectores de Conexión con Rampas
- Sectores de Conexión con Pozos de Bombeo
- Sectores con Ventilaciones Naturales
- Sectores con Ventilaciones Forzadas

Túnel Línea “B” (2006)

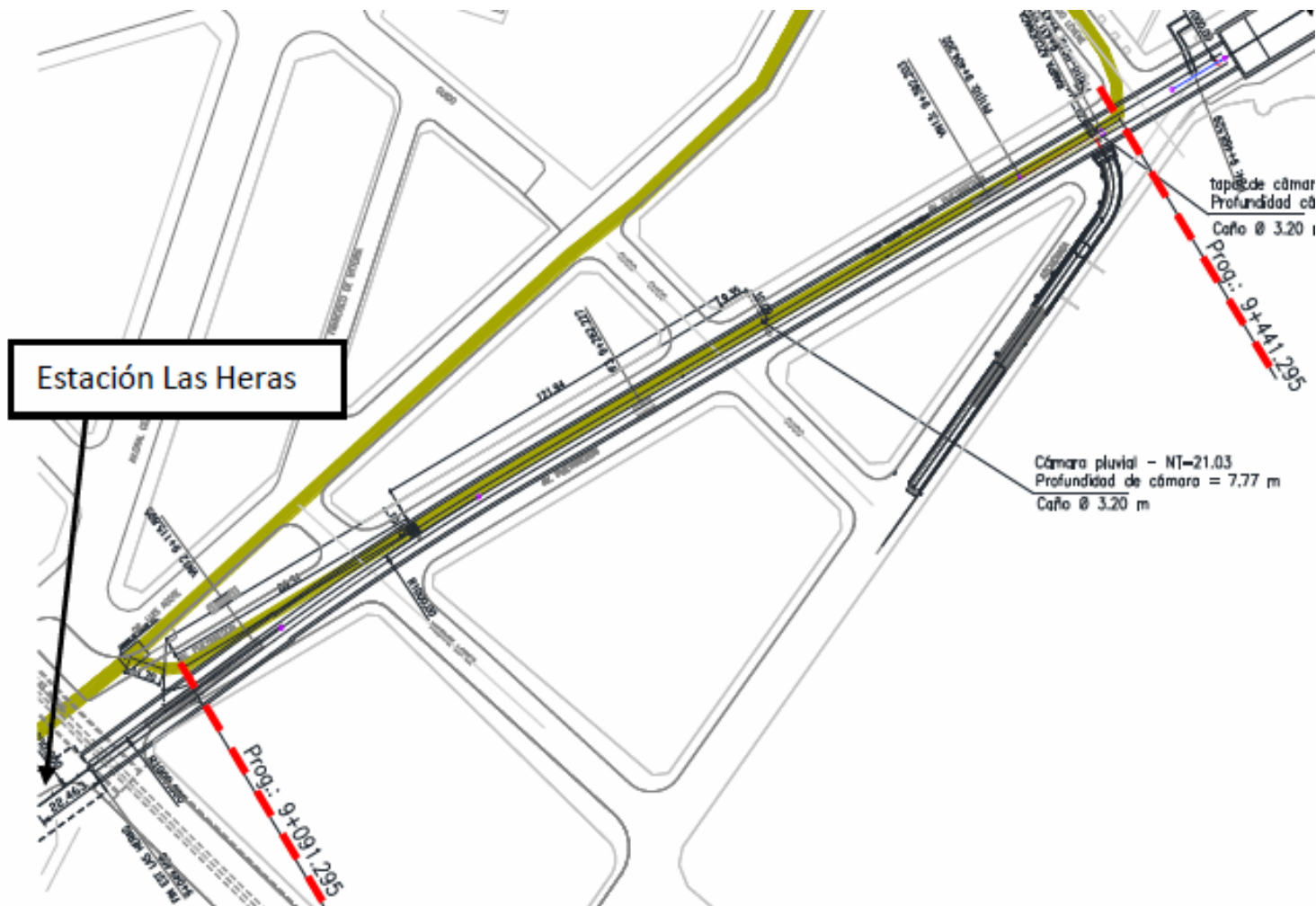
## **Túneles Tramo C2 – Sectores Atípicos**

- Tramo Atípico: ELH – EPF
- Frentes de Ataque de Túnel en VN5 y VF1
- Cruce Bajo Línea “D”
- Cruce Sobre Conducto Arenales ( $\phi=4,20\text{m}$ )
- Cruce Sobre Futura Línea “G”
- Tramo Muñón Estación Las Heras
- Sectores de Conexión con Rampas
- Sectores de Conexión con Pozos de Bombeo
- Sectores con Ventilaciones Naturales
- Sectores con Ventilaciones Forzadas

Túnel Línea “B” (2006)



## Túneles Tramo C2 – Tramo ELH - EPF

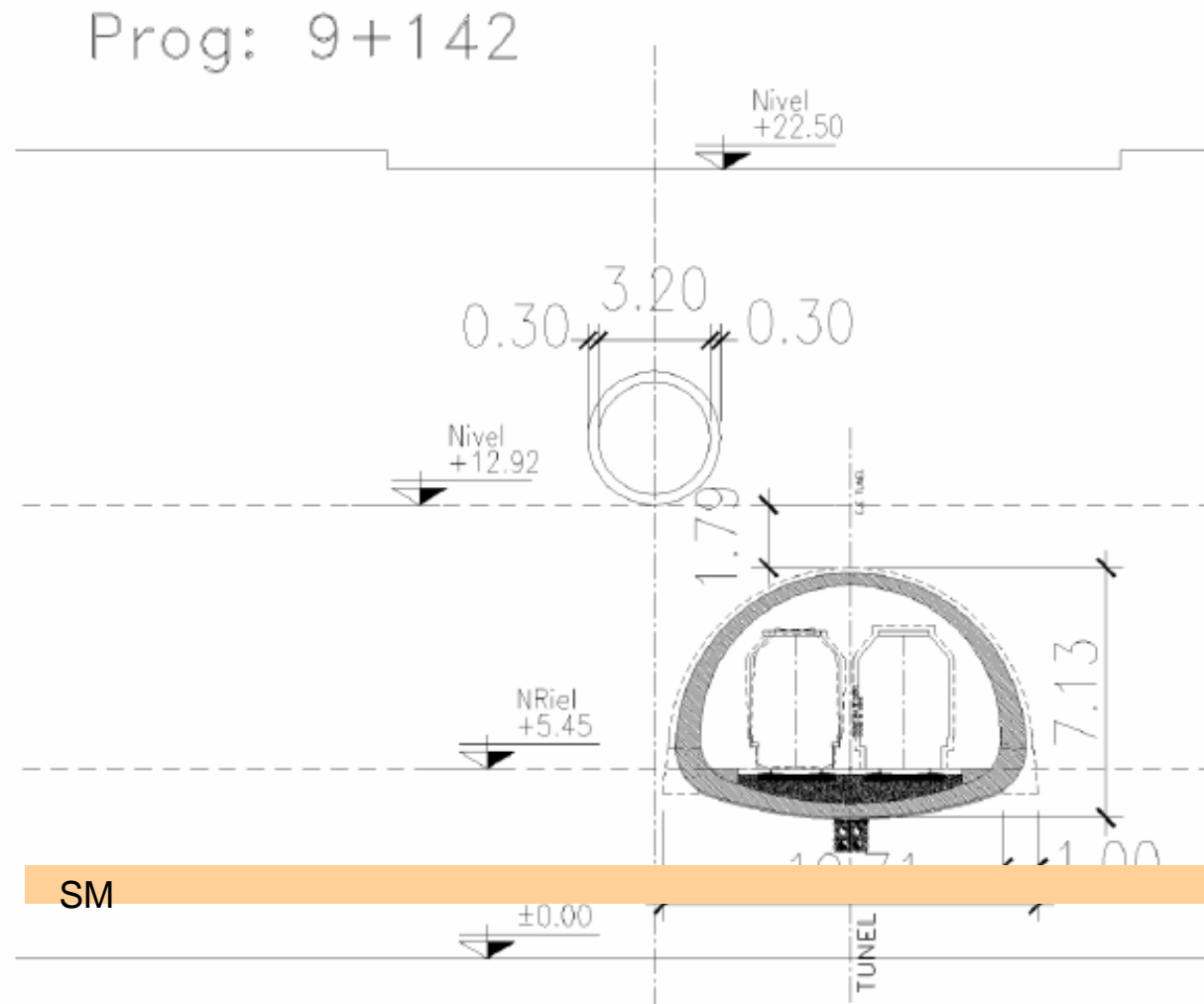


## Túneles Tramo C2 – Tramo ELH - EPF

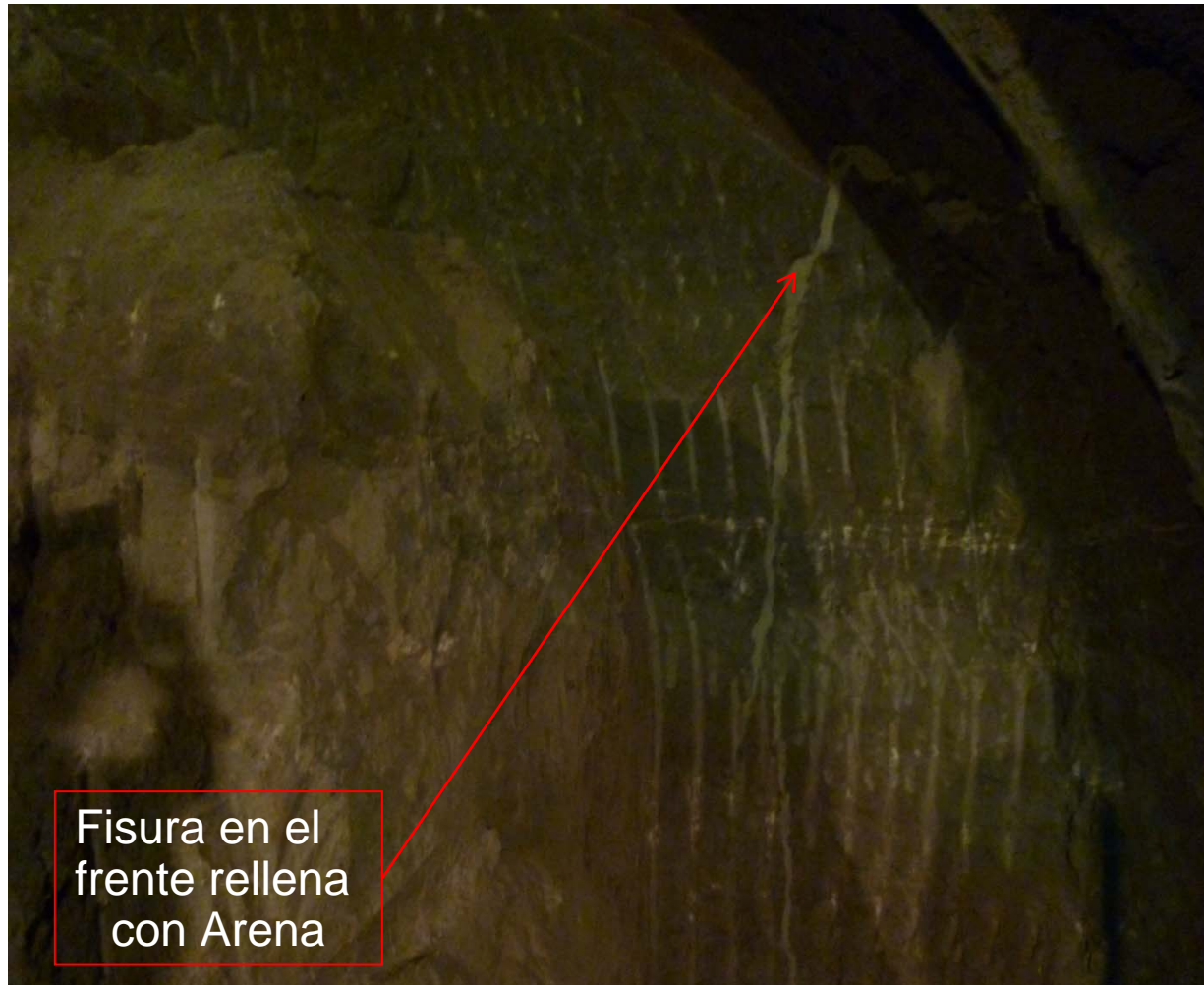
### PARTICULARIDADES DEL TRAMO ELH - EPF

- Conducto Pluvial ( $\phi=3,8\text{m}$ ) cercano a la clave del túnel
- Lente de arena ( $e=1,0\text{m}$ ) cercano a la solera del túnel
- Línea de Edificación a 3,0m del túnel (15 – 16 pisos)
- Presencia de Lentes con suelo de menor calidad geotécnica
- Aparición esporádica de Fisuras subverticales en el frente rellenas con arena limpia

## Túneles Tramo C2 – Tramo ELH - EPF



## Túneles Tramo C2 – Tramo ELH - EPF



## **Túneles Tramo C2 – Tramo ELH - EPF**

### **MEDIDAS CONSTRUCTIVAS Y PREVENTIVAS ADOPTADAS**

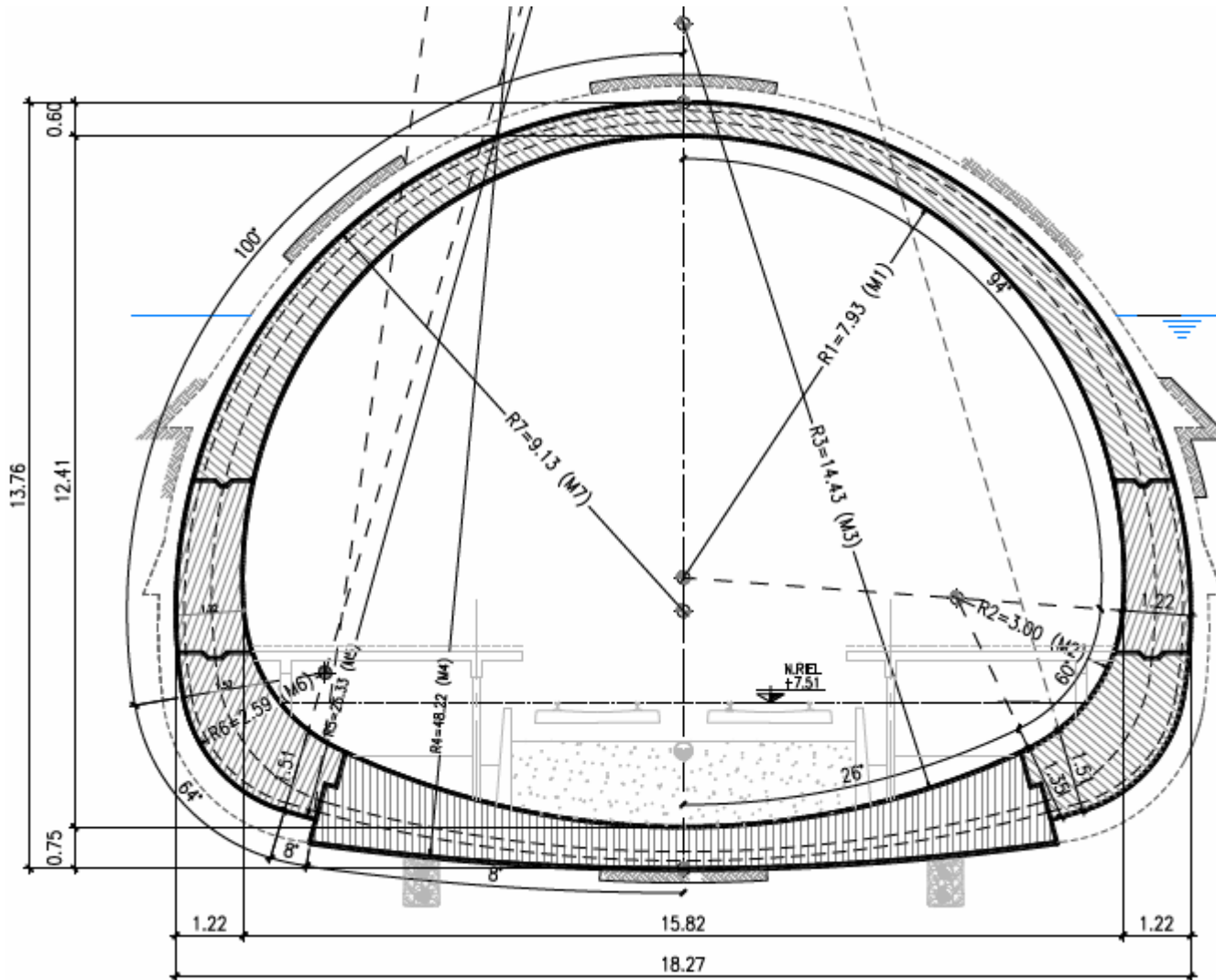
- A diferencia de la solución adoptada en la Línea “E” de dos túneles simples, se siguió con la solución de Túnel Doble según Pliego.
- Se limitó la longitud de avance de excavación a 1,30m.
- Se aumentó el ancho de patas de elefante para controlar asentamientos.
- Se optó por un cierre cercano al frente con solera definitiva, en sector de edificios cercanos al trazado y en el sector del Lente de Arena.

## **Tramo C2 – Metodologías Constructivas**

- Contexto Geológico y Geotécnico
- Metodología Constructiva de Túneles
- Metodología Constructiva de Estaciones en Caverna

Túnel Línea “B” (2006)

## Tramo C2 – Cavernas de Estación – Sección Tipo



## **Método Constructivo – Excavación a frente Completo**

Antecedentes en Buenos Aires:

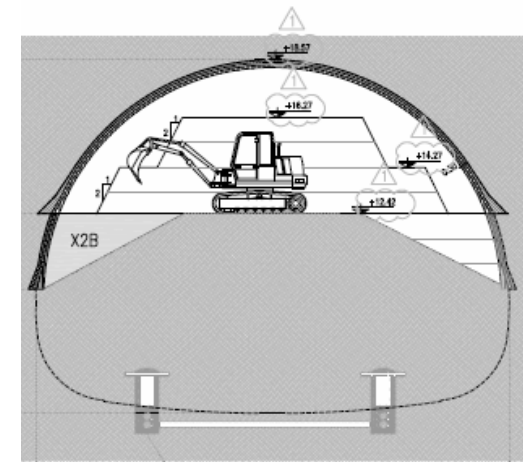
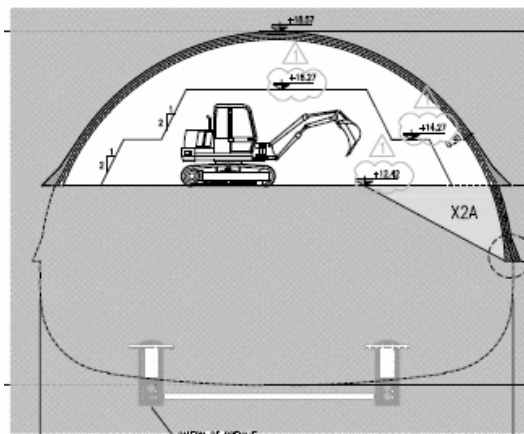
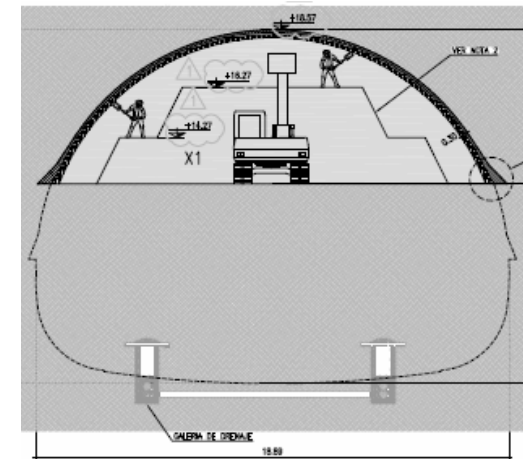
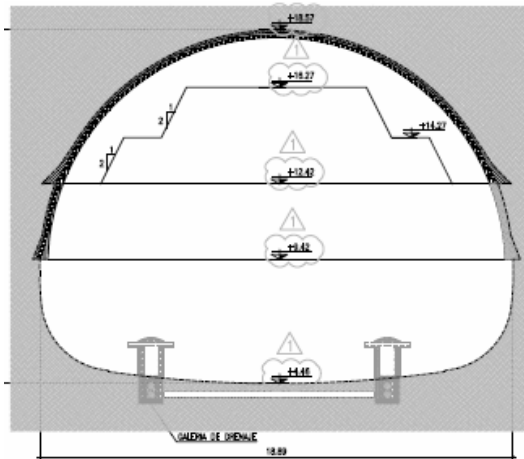
- Estación Corrientes: 135 ml – 18m ancho – 220 m<sup>2</sup> (2007)
- Cochera Línea “B”: 460 ml – 20m ancho – 200 m<sup>2</sup> (2010)
- Cochera Línea “A”: 460 ml – 17m ancho – 170 m<sup>2</sup> (2010)

Actualmente y en este Contrato:

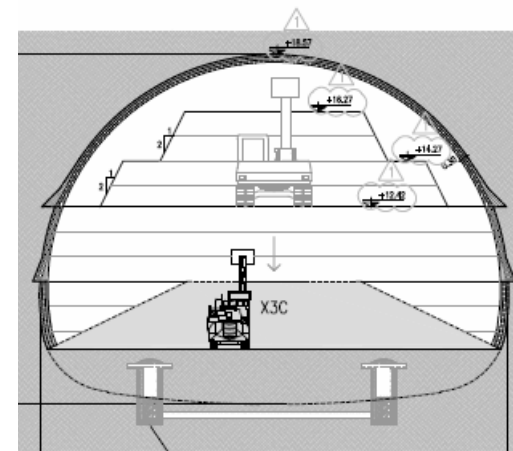
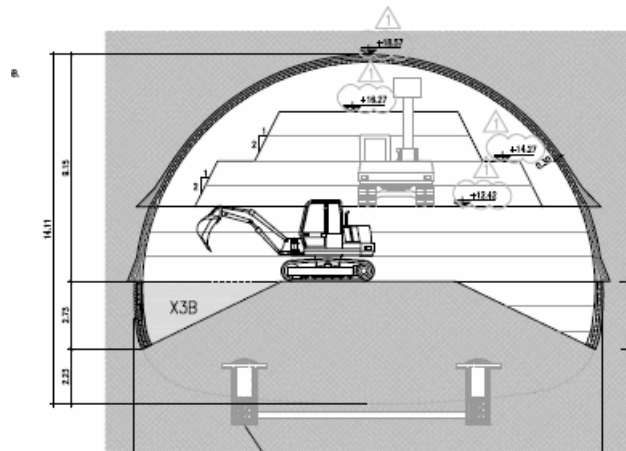
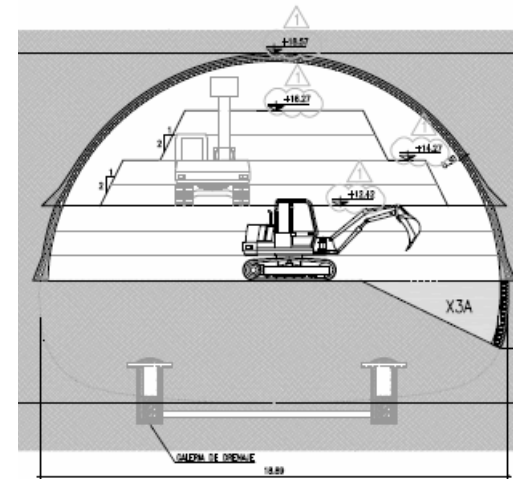
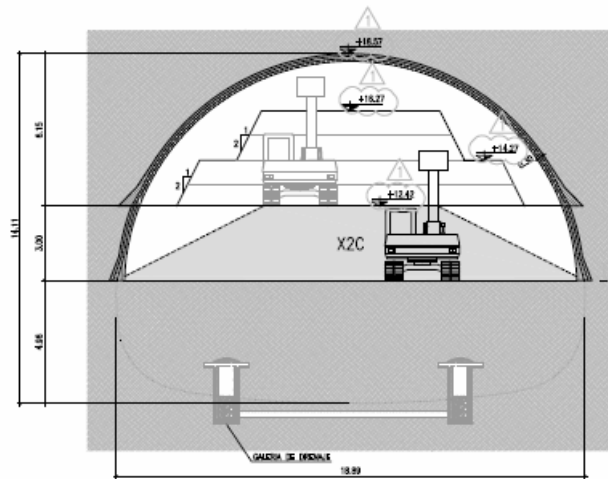
- Ampliación Línea “H”: Estaciones Córdoba, Santa Fe y Las Heras – 135 ml – 220 m<sup>2</sup> (2013)
- Ampliación Línea “H”: Taller Parque Patricios: aprox. 220 ml – 17m ancho – 170 m<sup>2</sup> (2013)



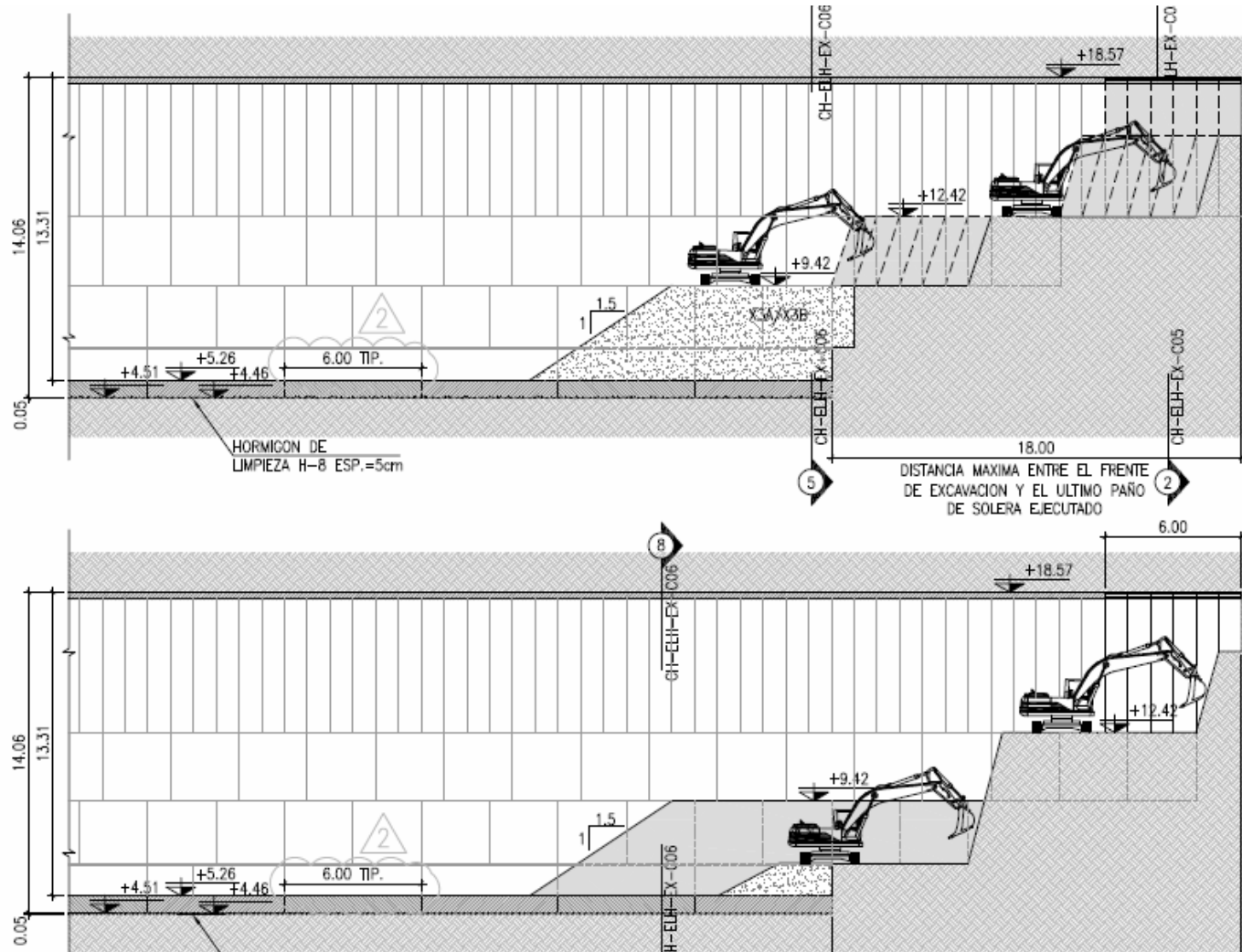
## Estación Las Heras – Metodología de Excavación Típica



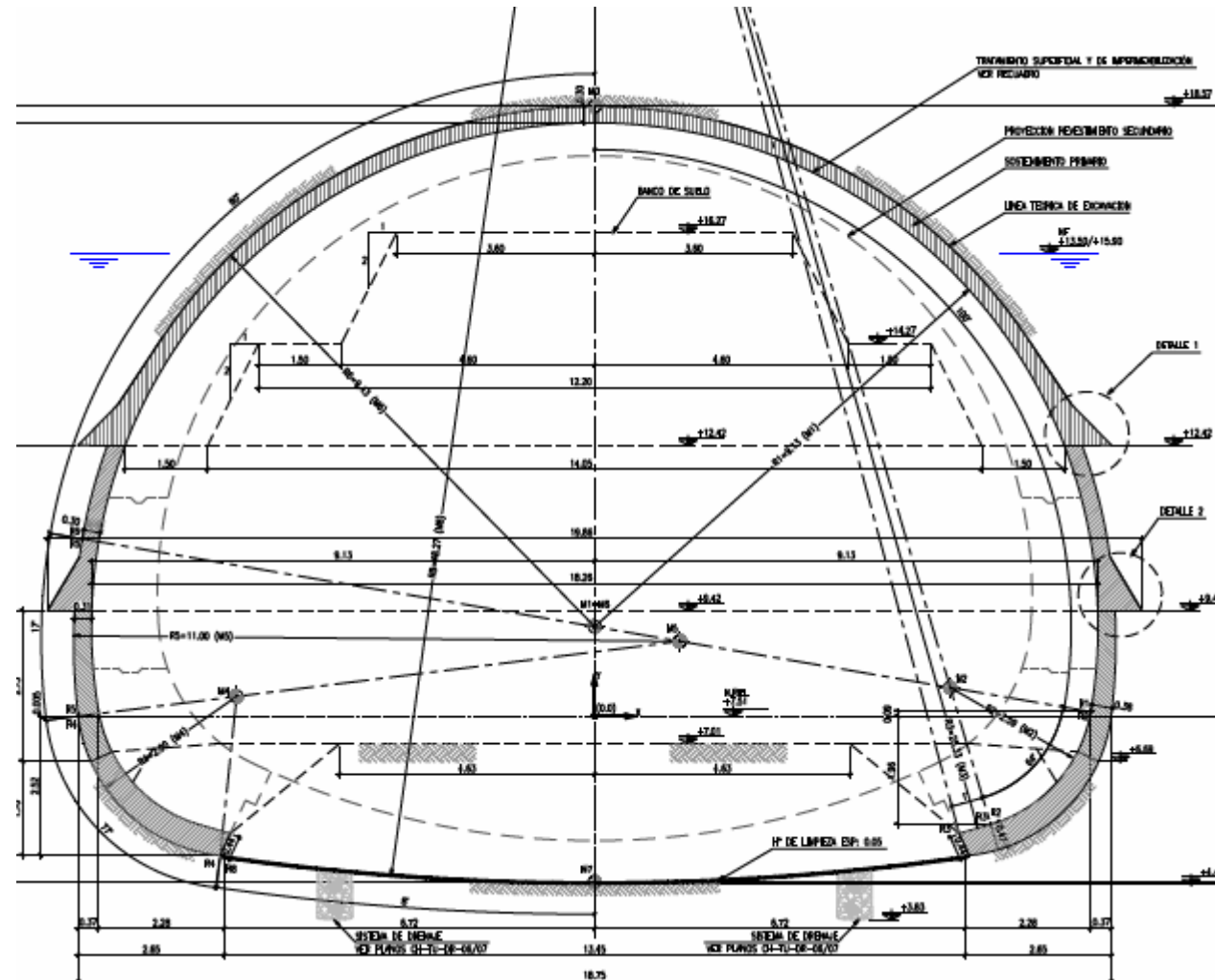
## Estación Las Heras – Metodología de Excavación Típica



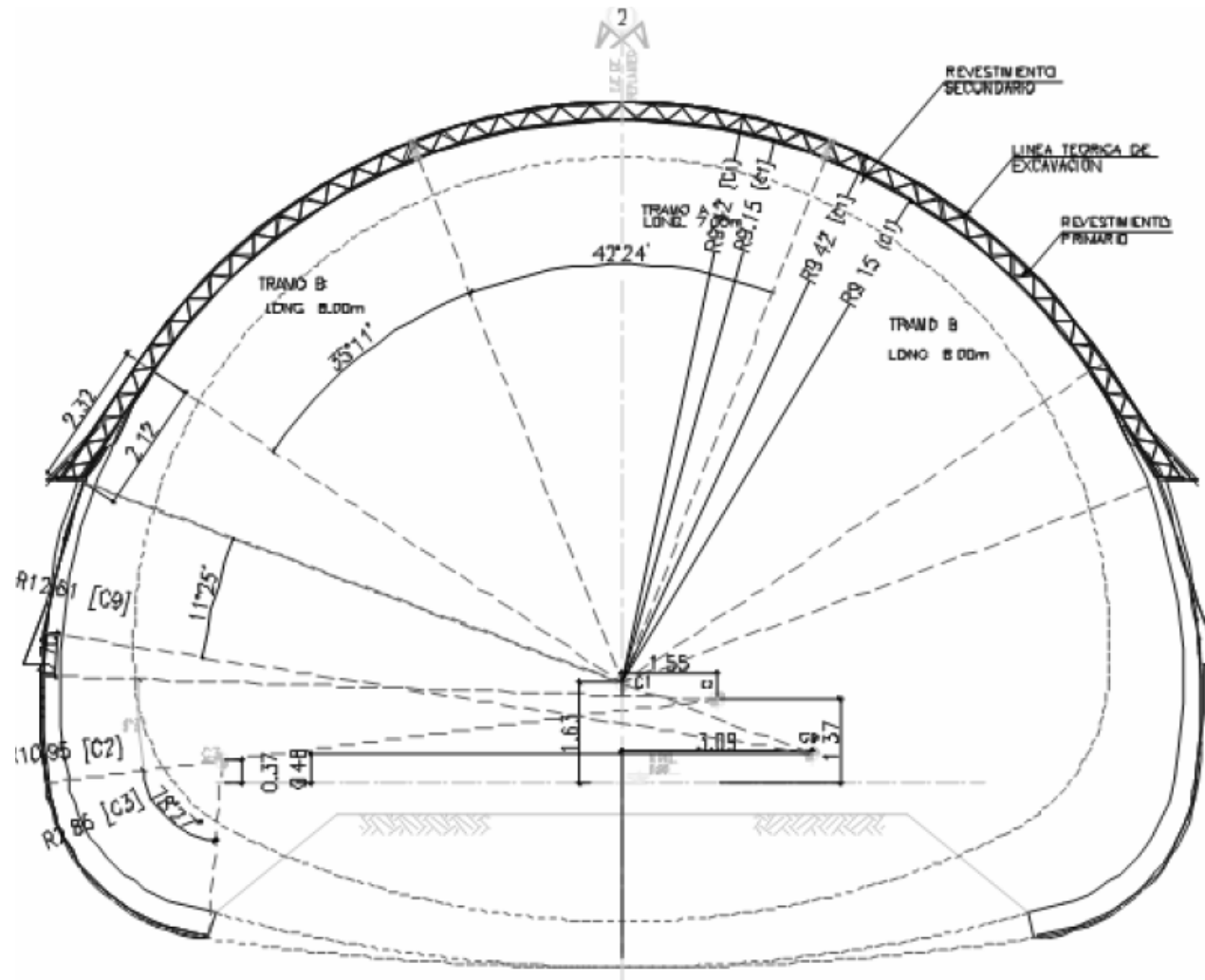
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



## Tramo C2 – Cavernas de Estación – Sección Tipo



## Tramo C2 – Cavernas de Estación – Sección Tipo



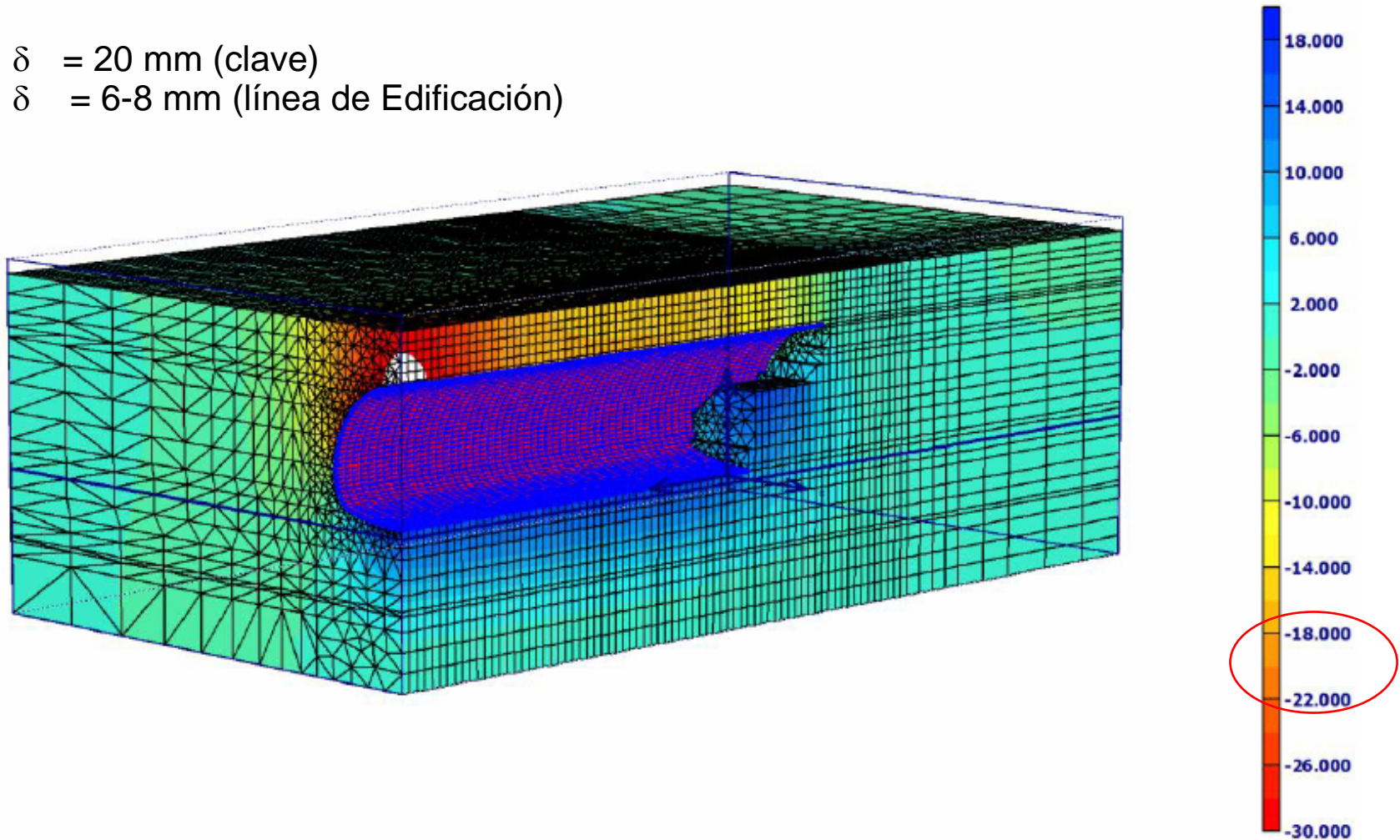
## Estación Las Heras – Metodología de Excavación Típica



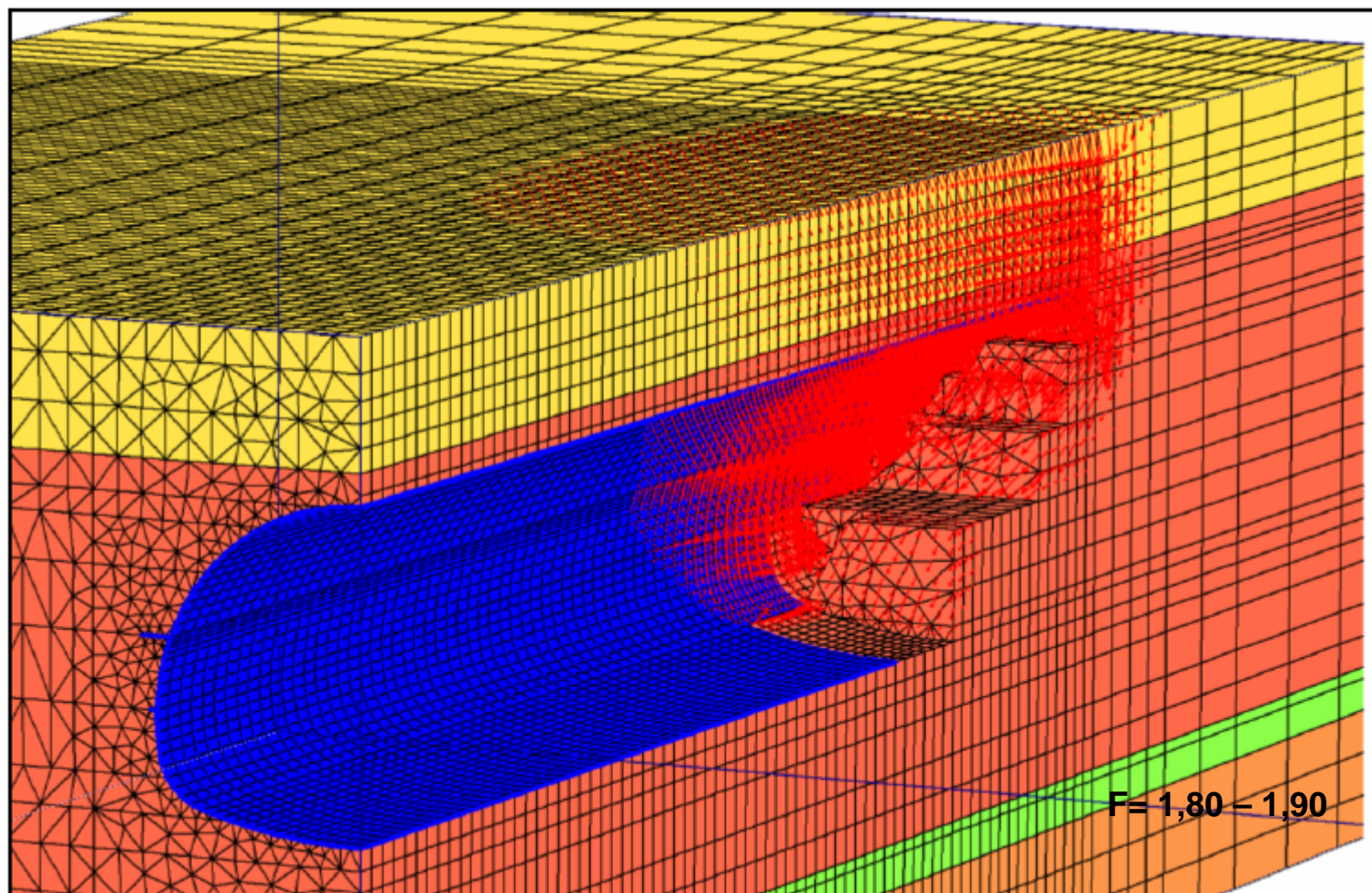
Túne

## Estación Las Heras – Deformaciones en el Entorno

$\delta$  = 20 mm (clave)  
 $\delta$  = 6-8 mm (línea de Edificación)

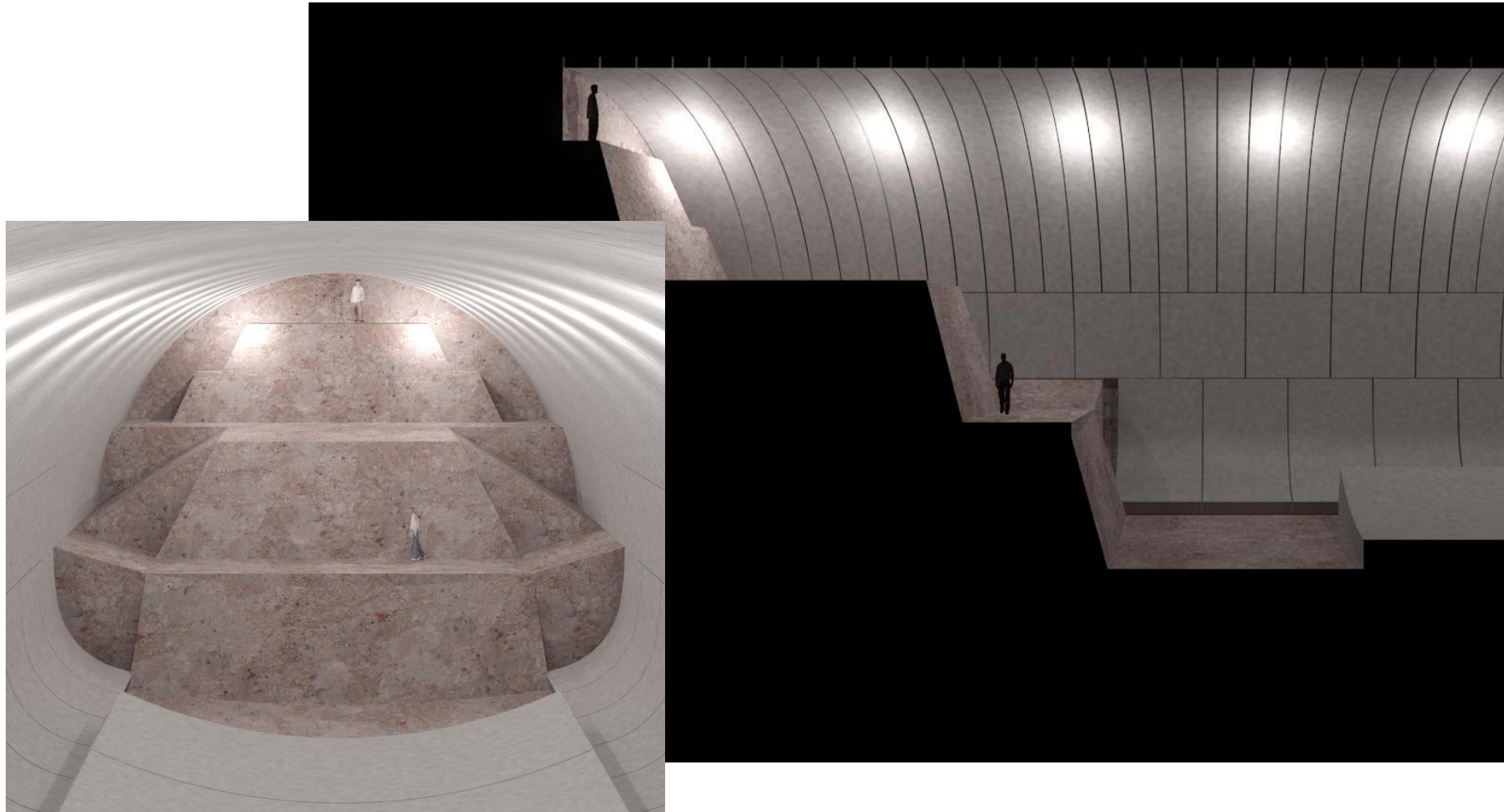


## Estación Las Heras – Estabilidad del Frente

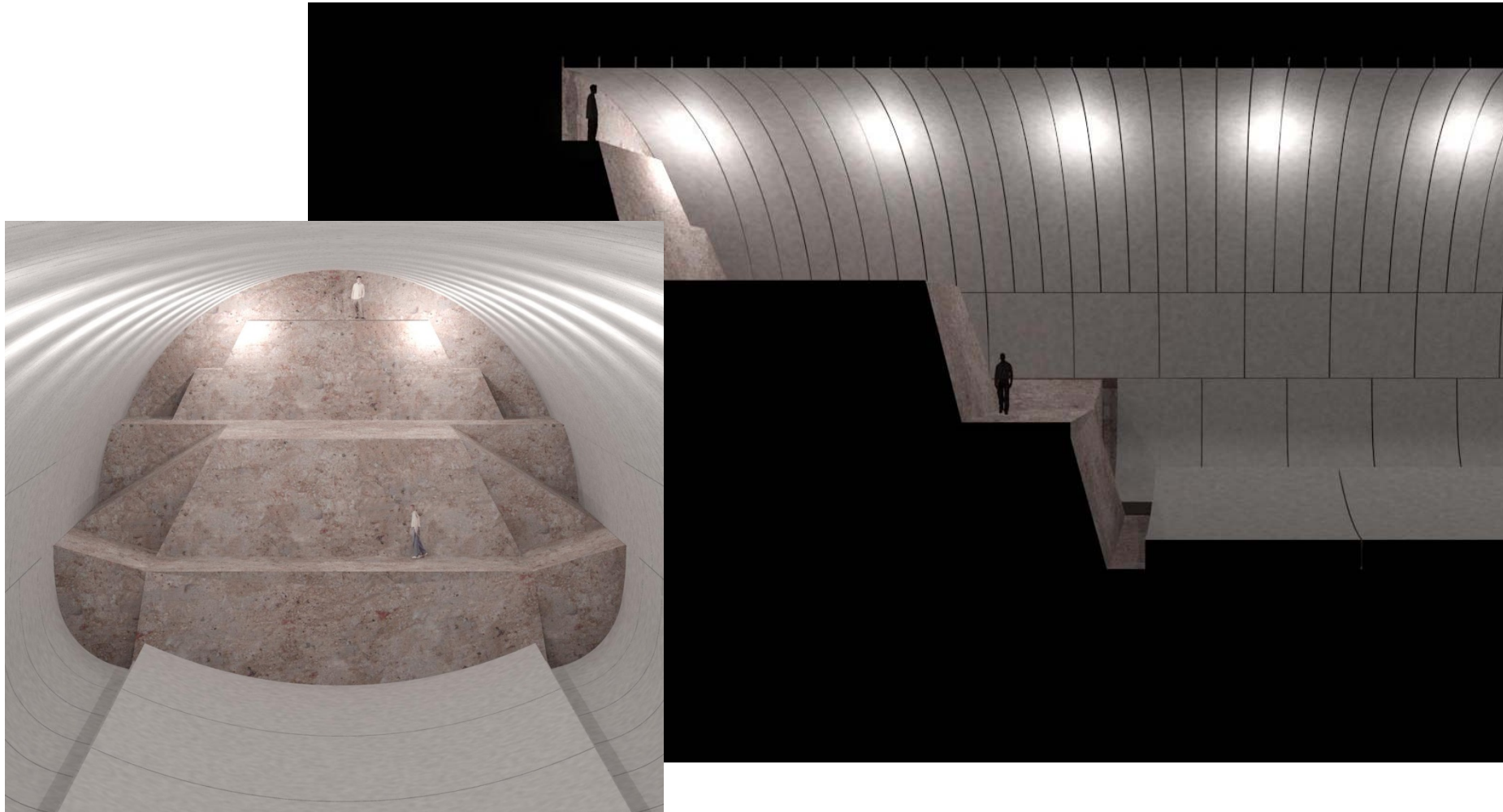




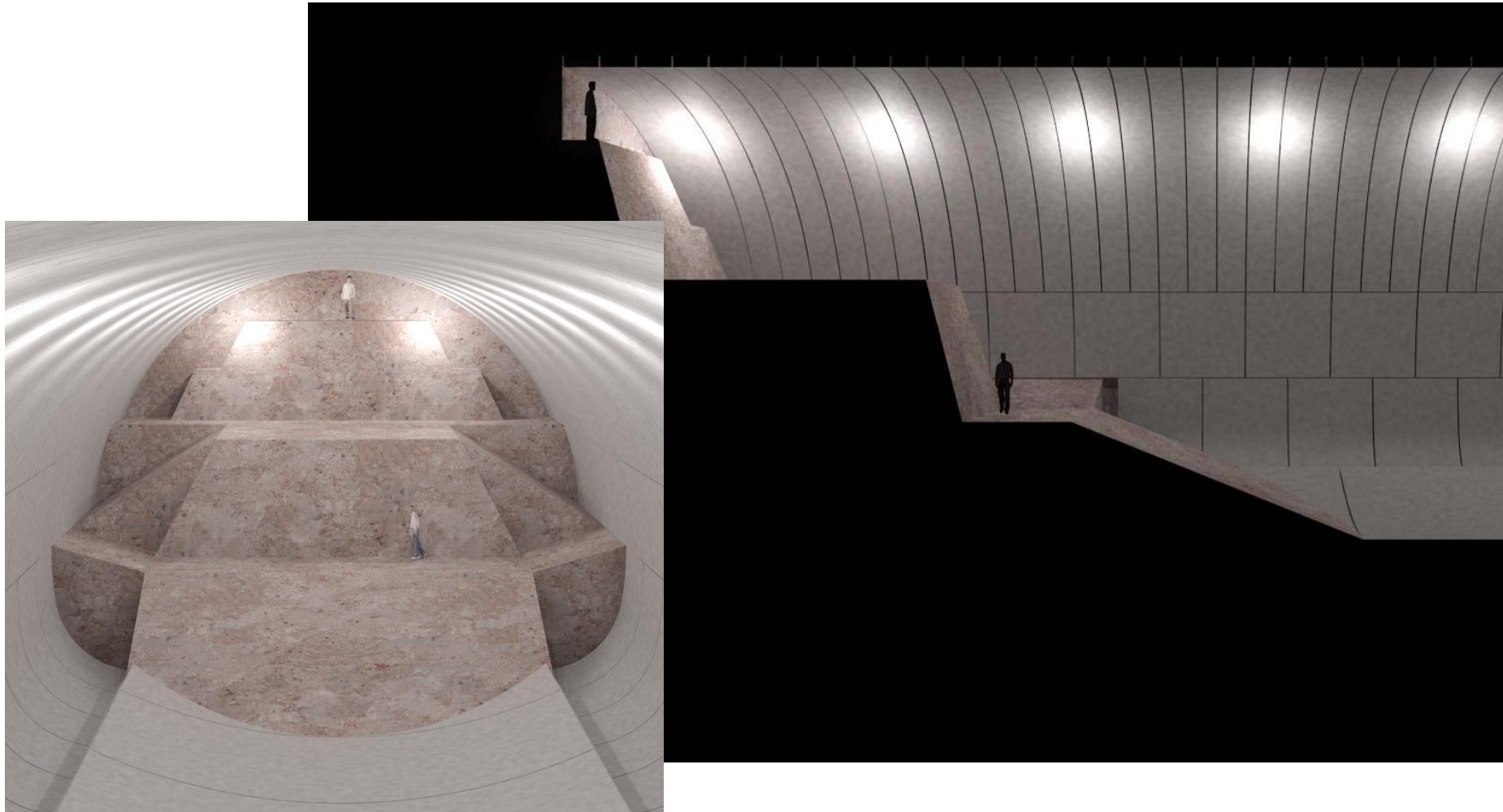
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



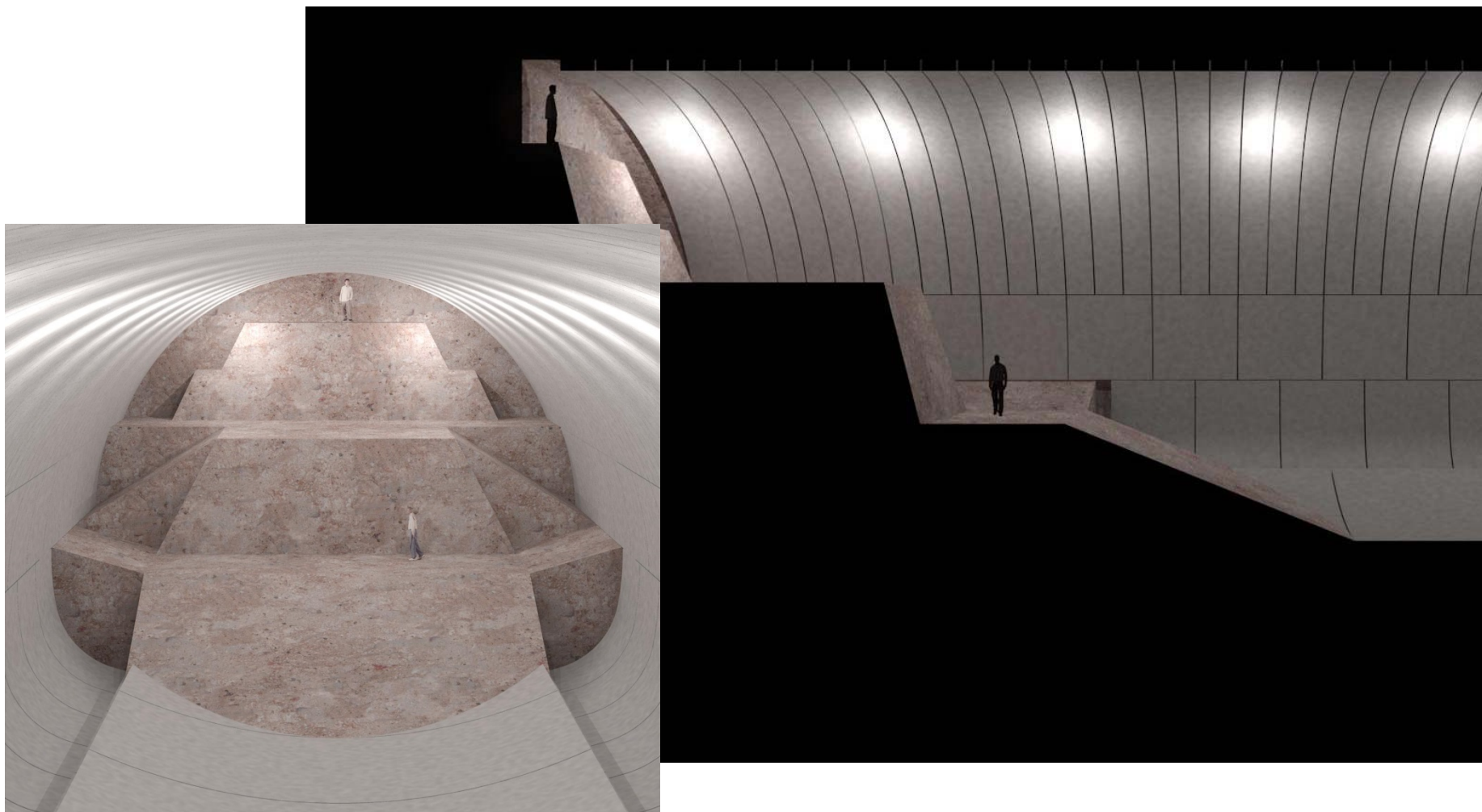
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



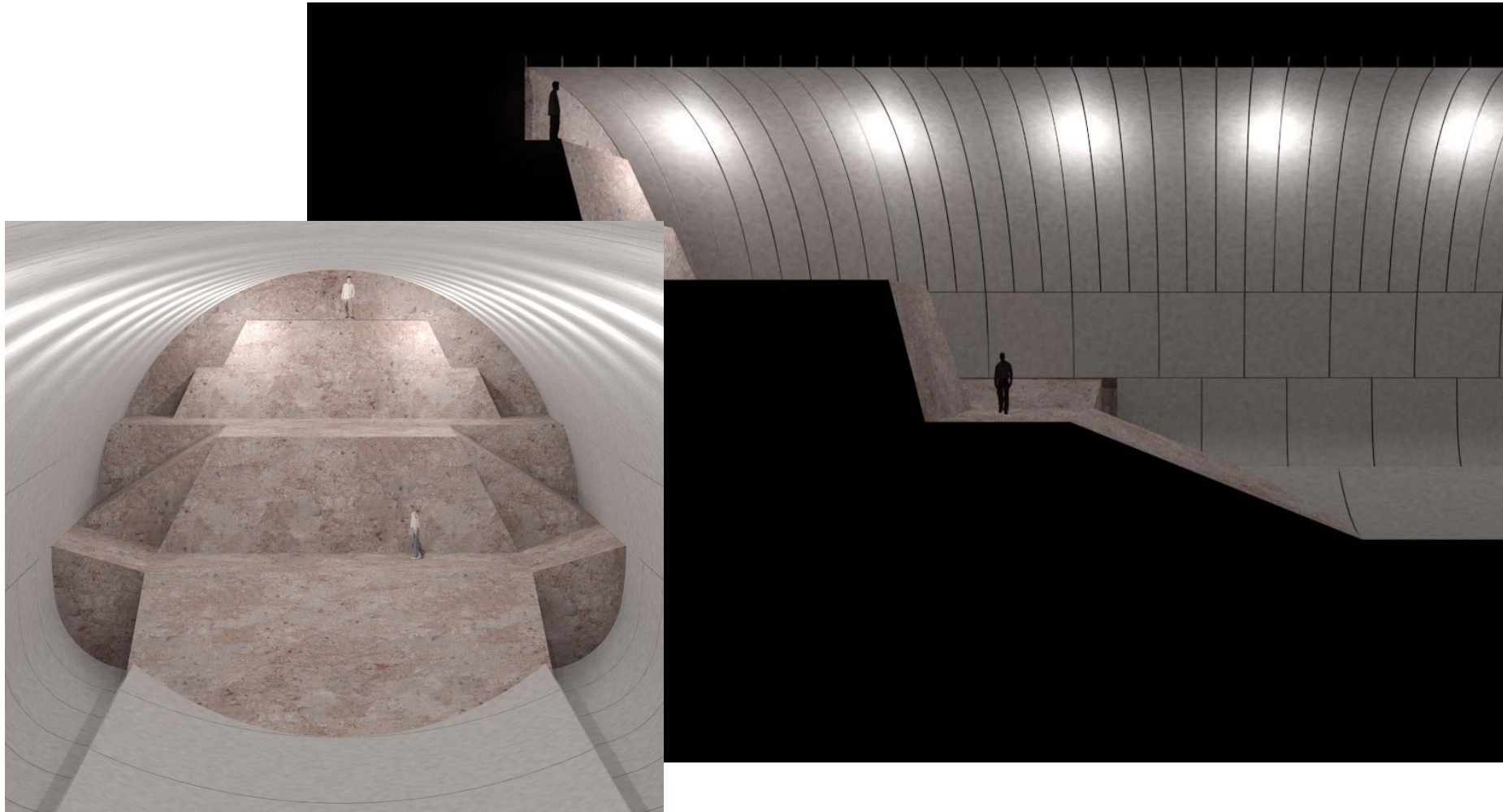
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



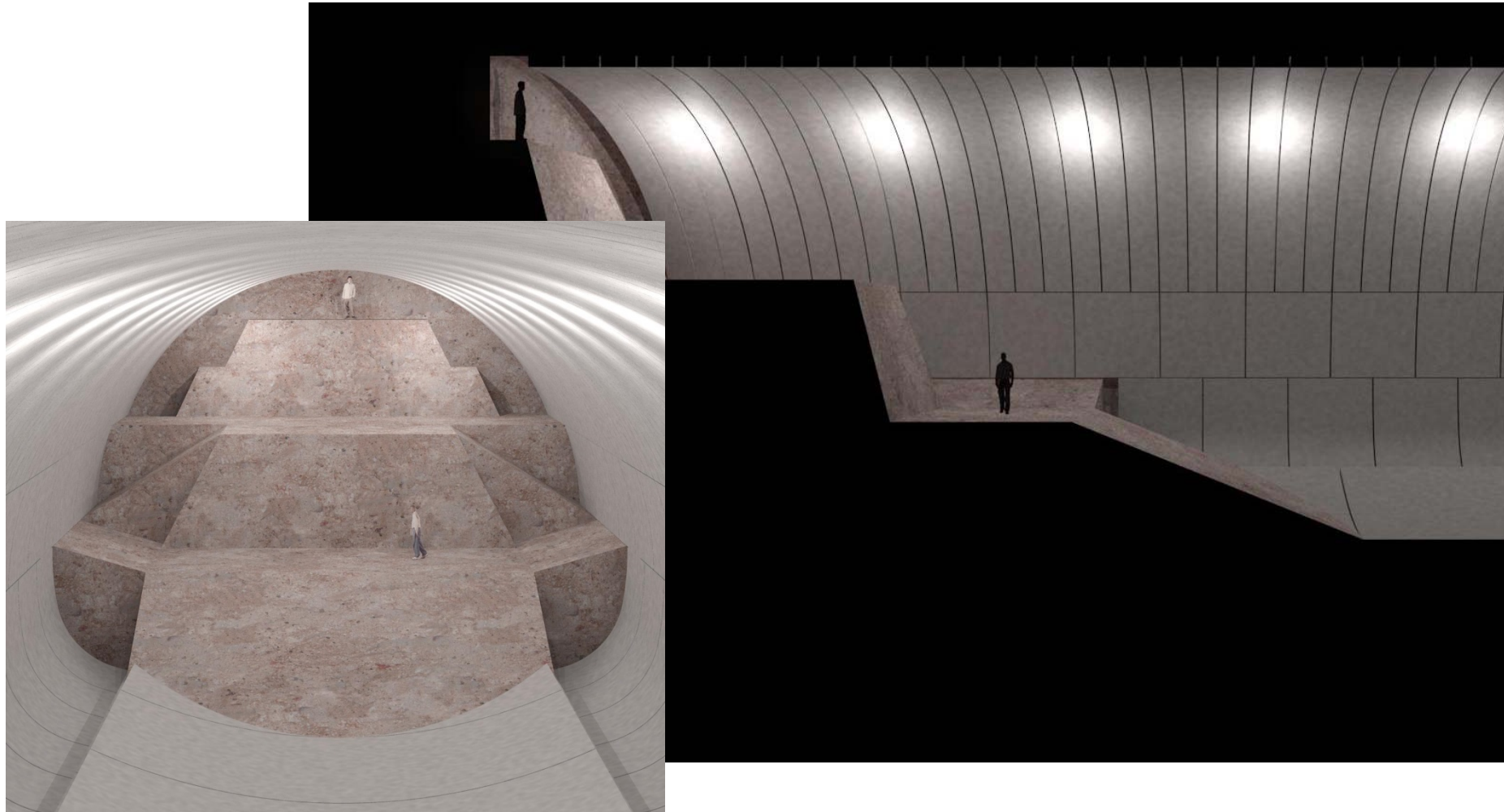
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



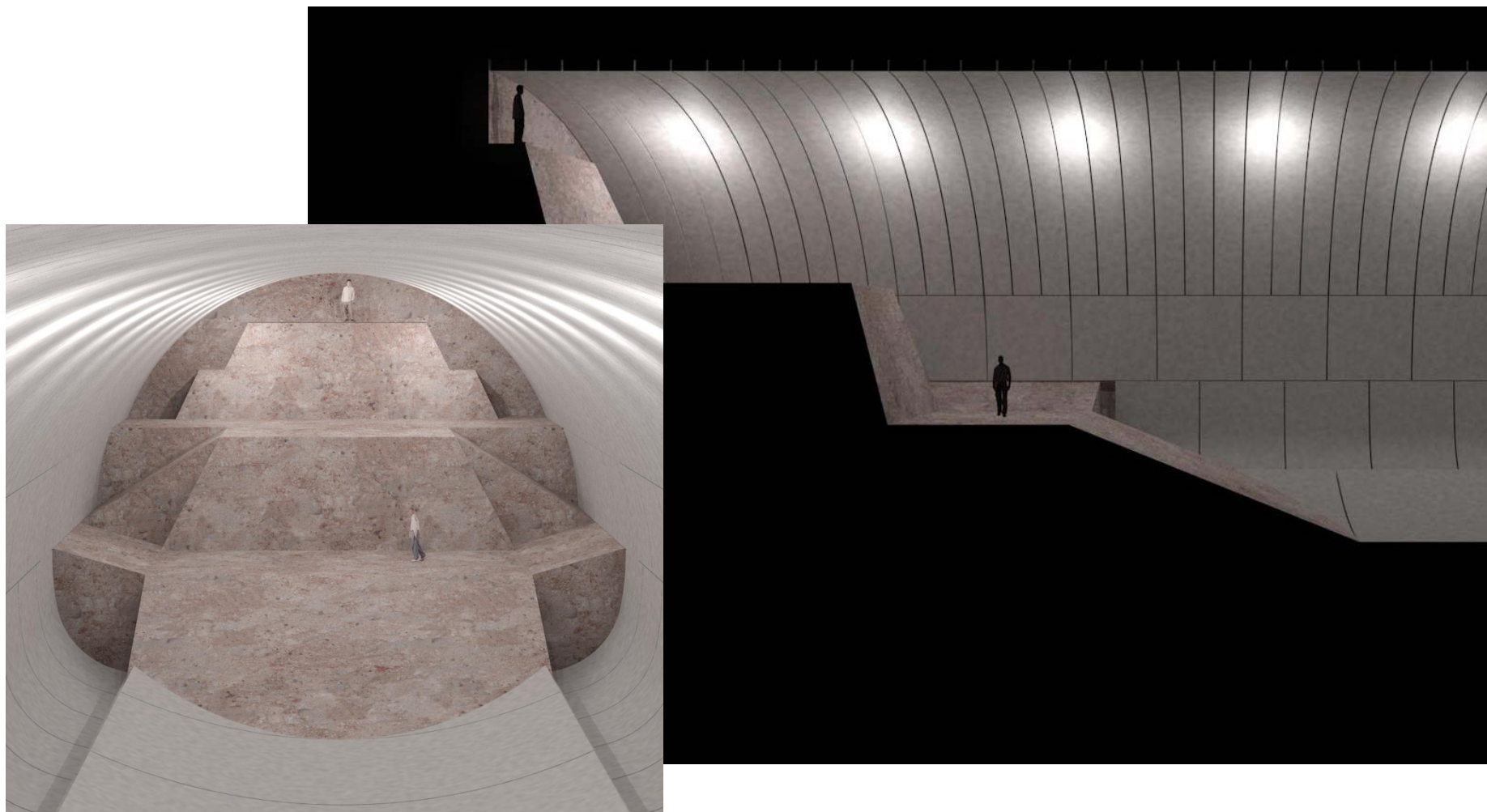
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



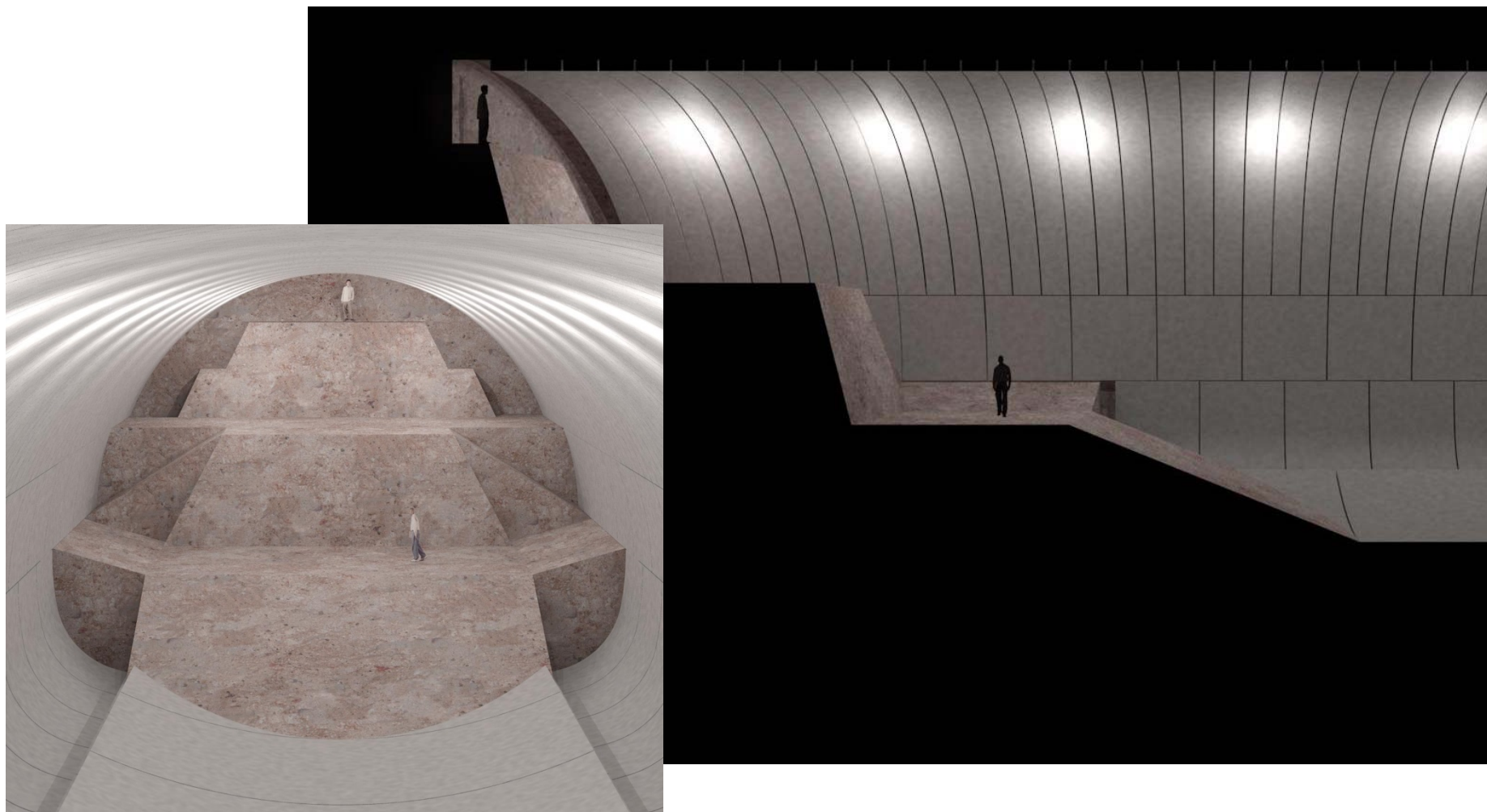
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras

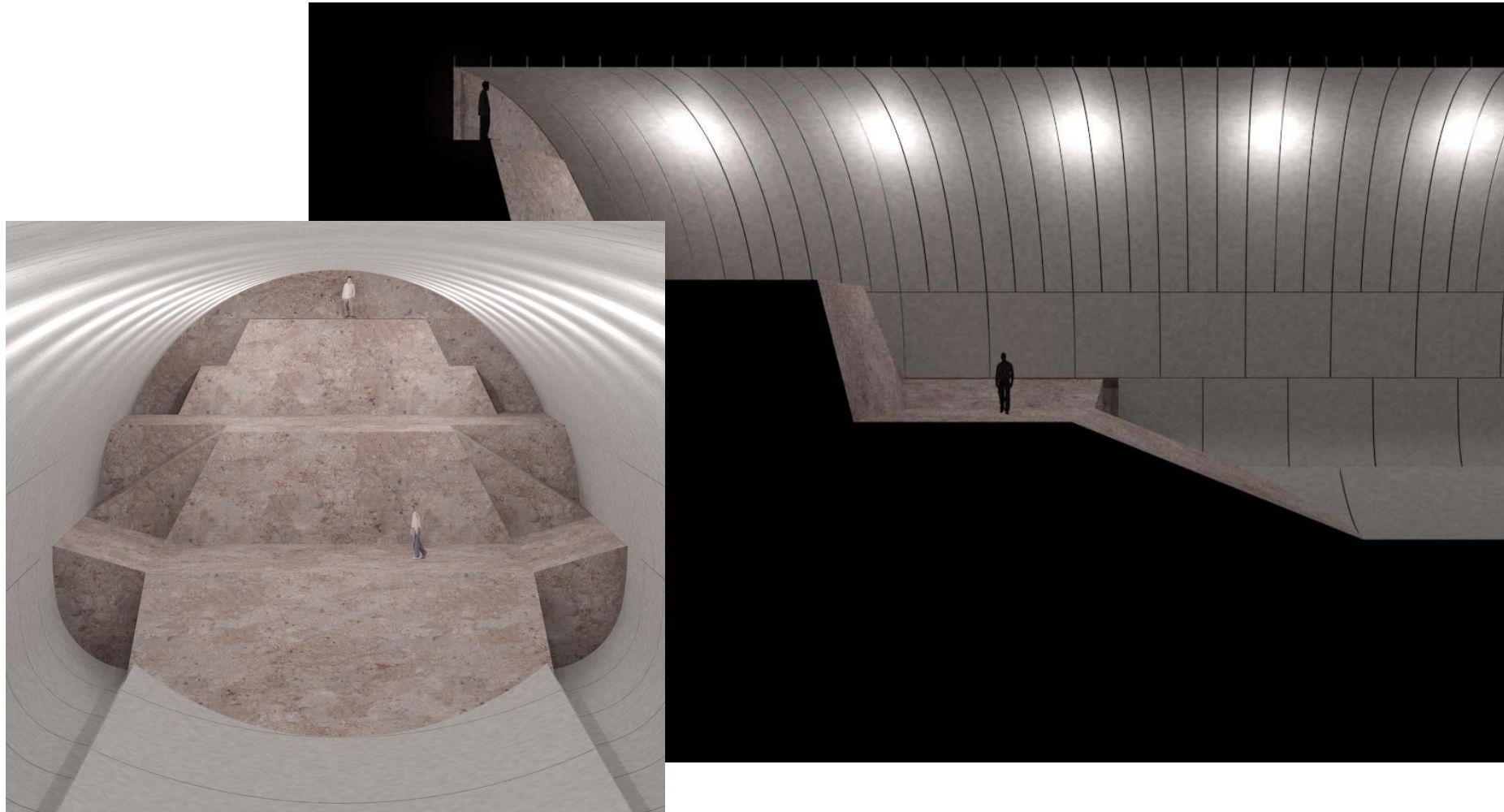


## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras

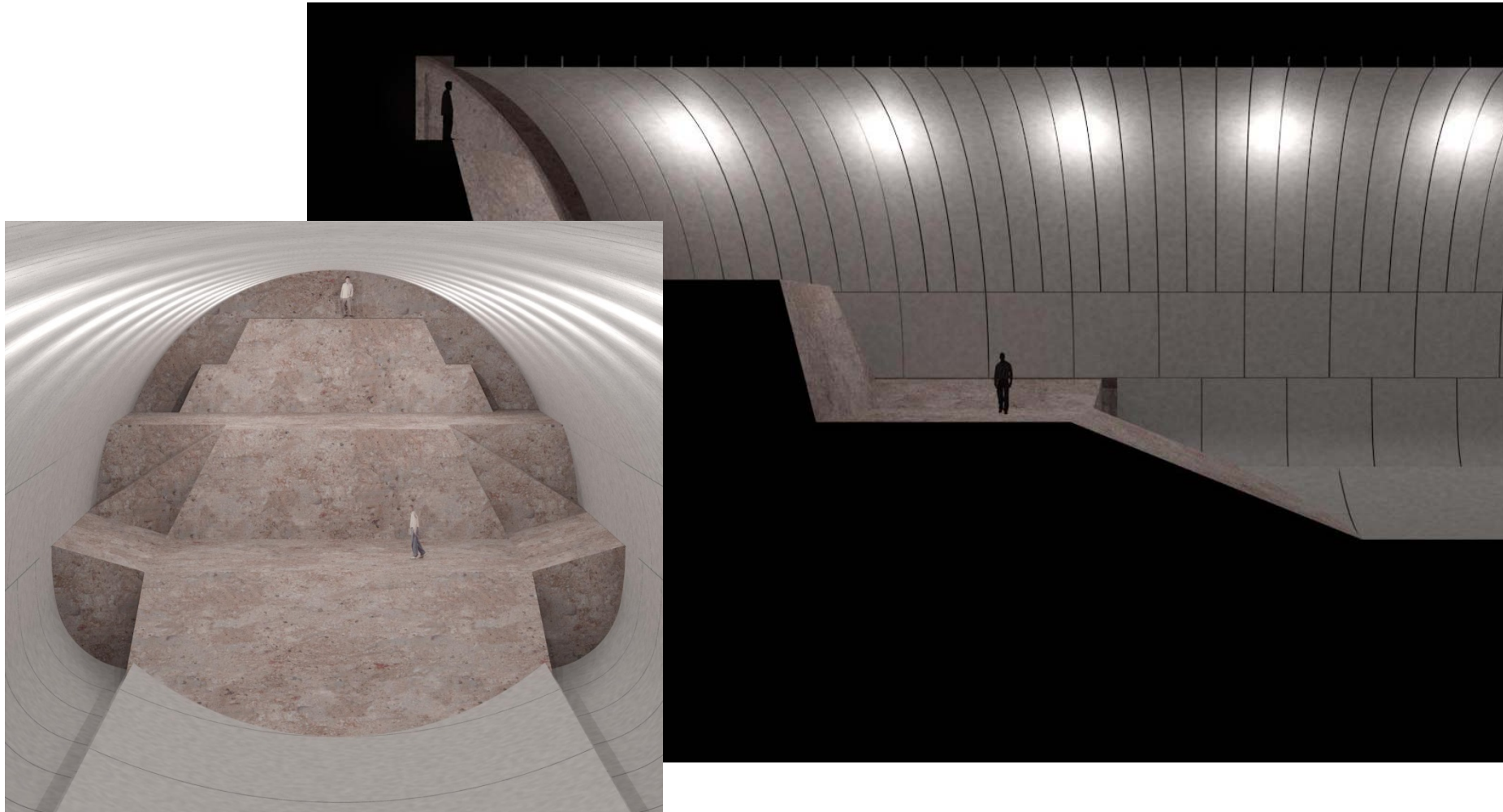




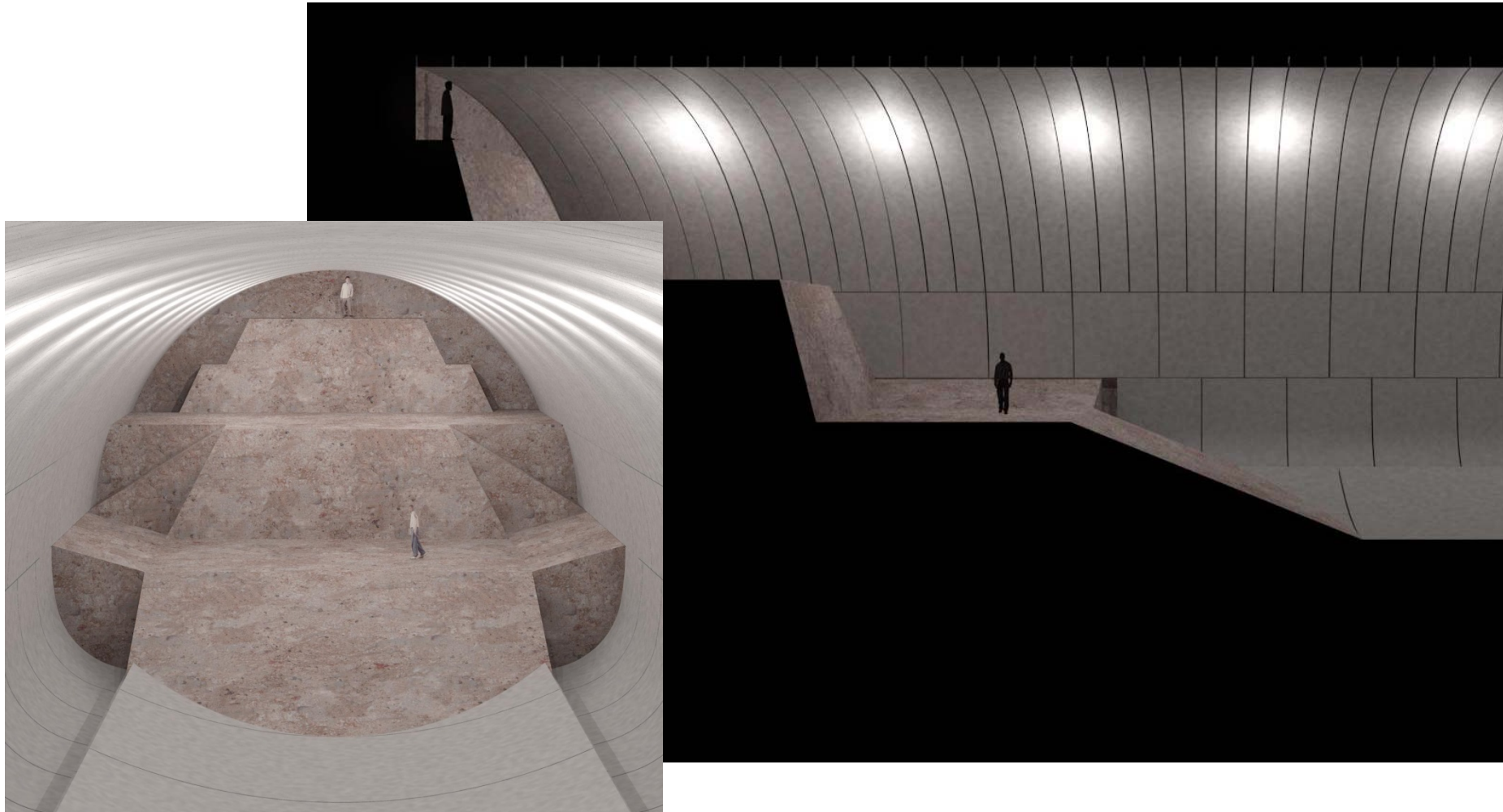
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



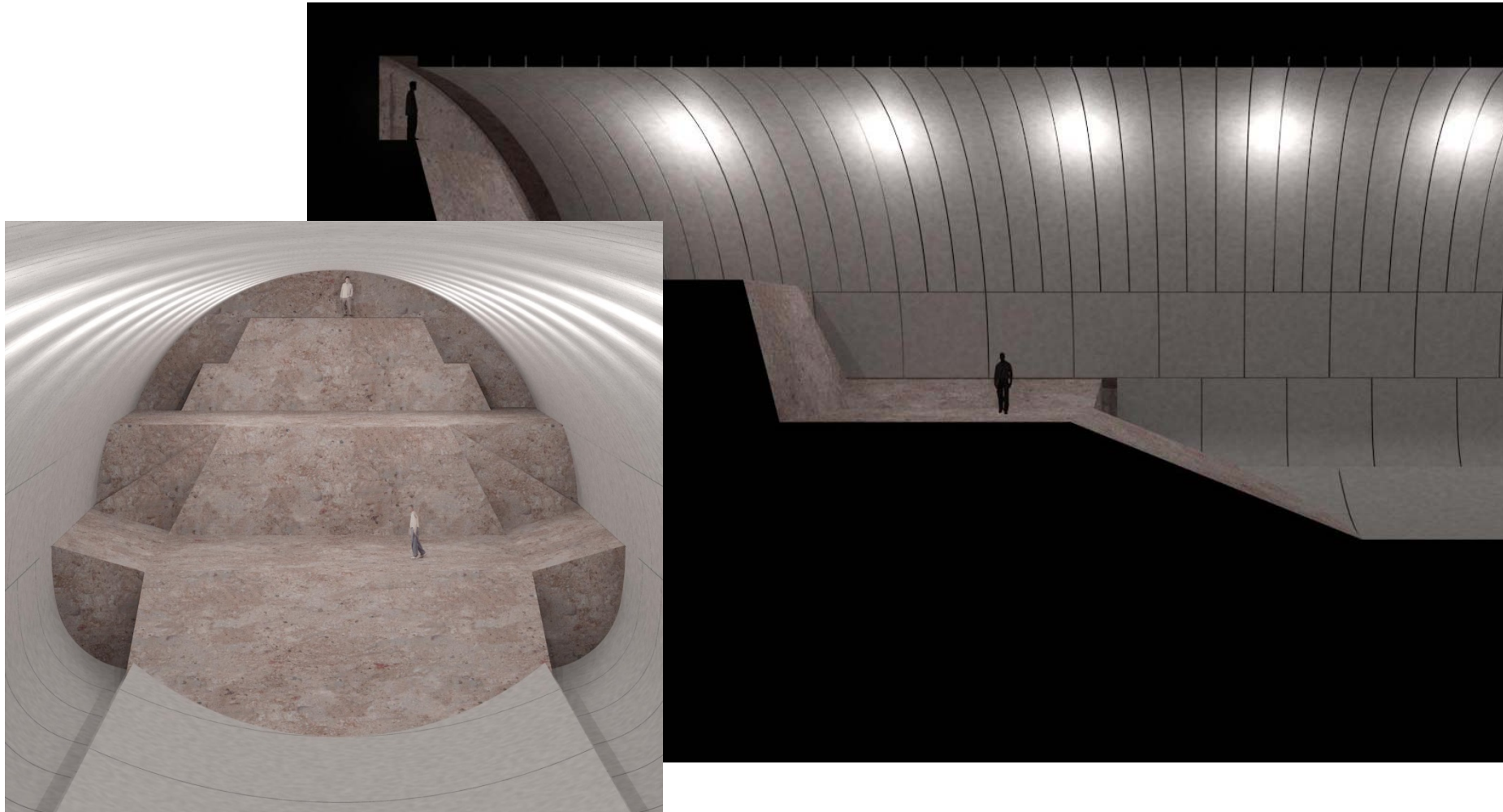
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



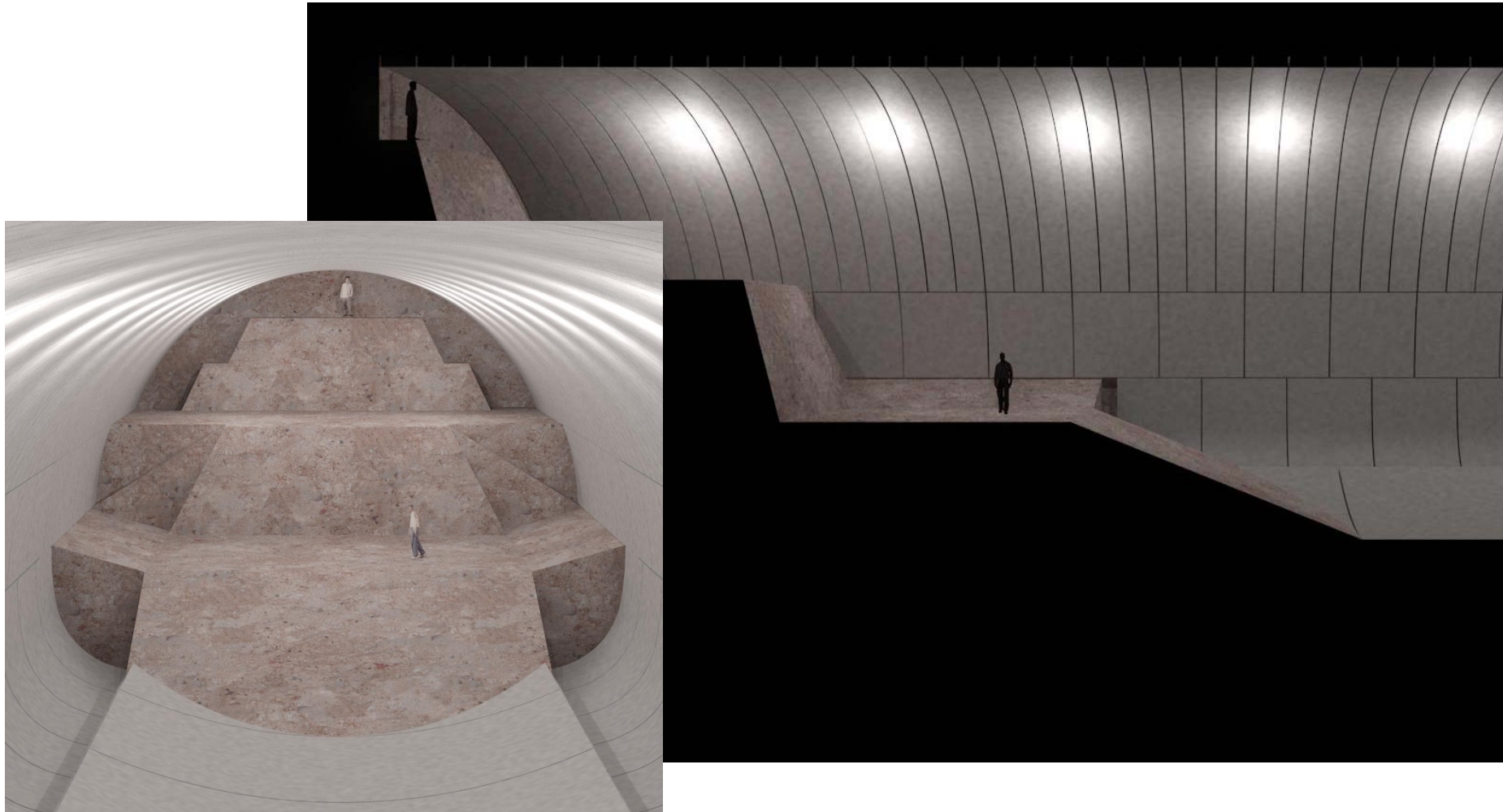
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



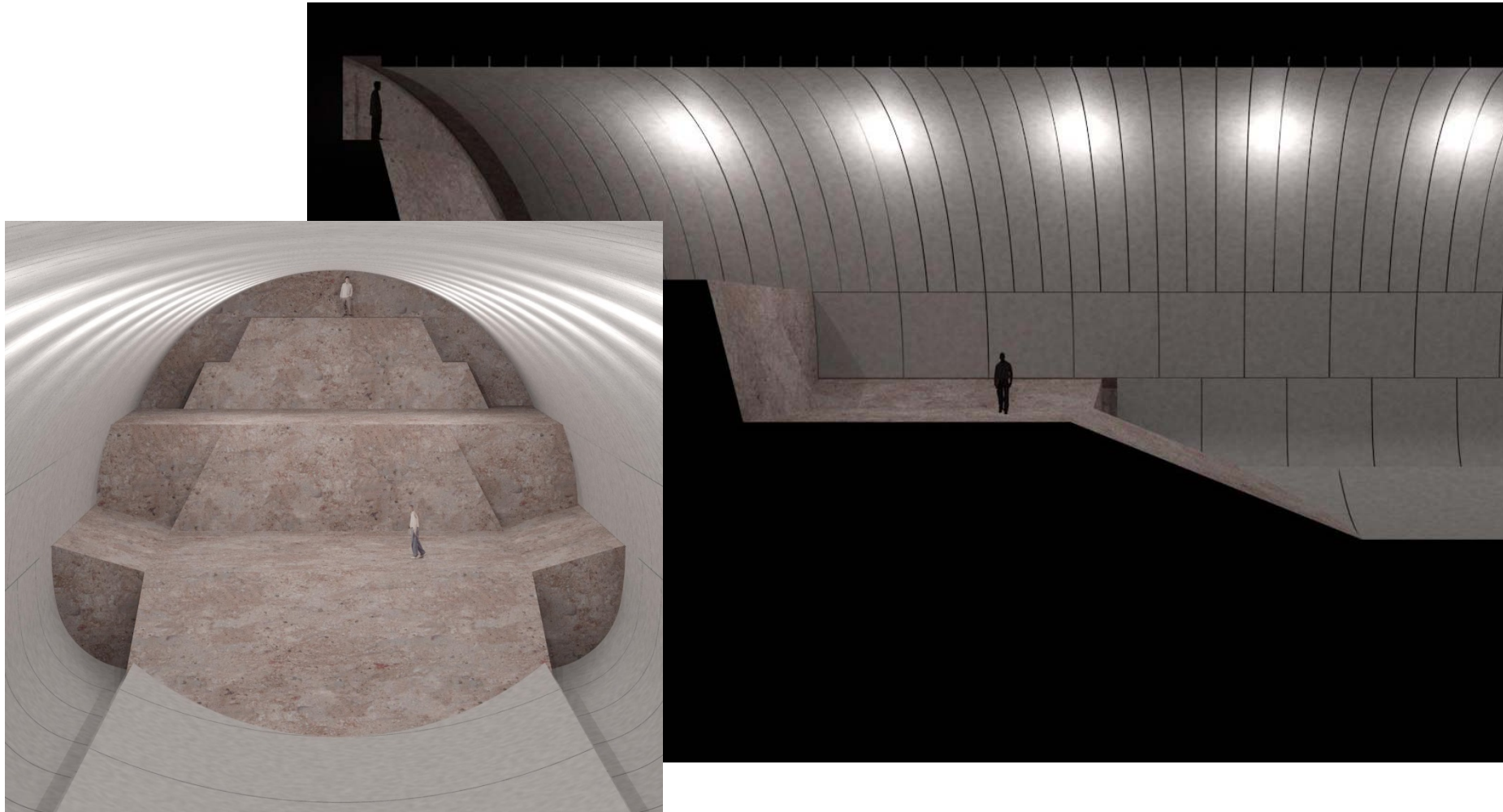
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



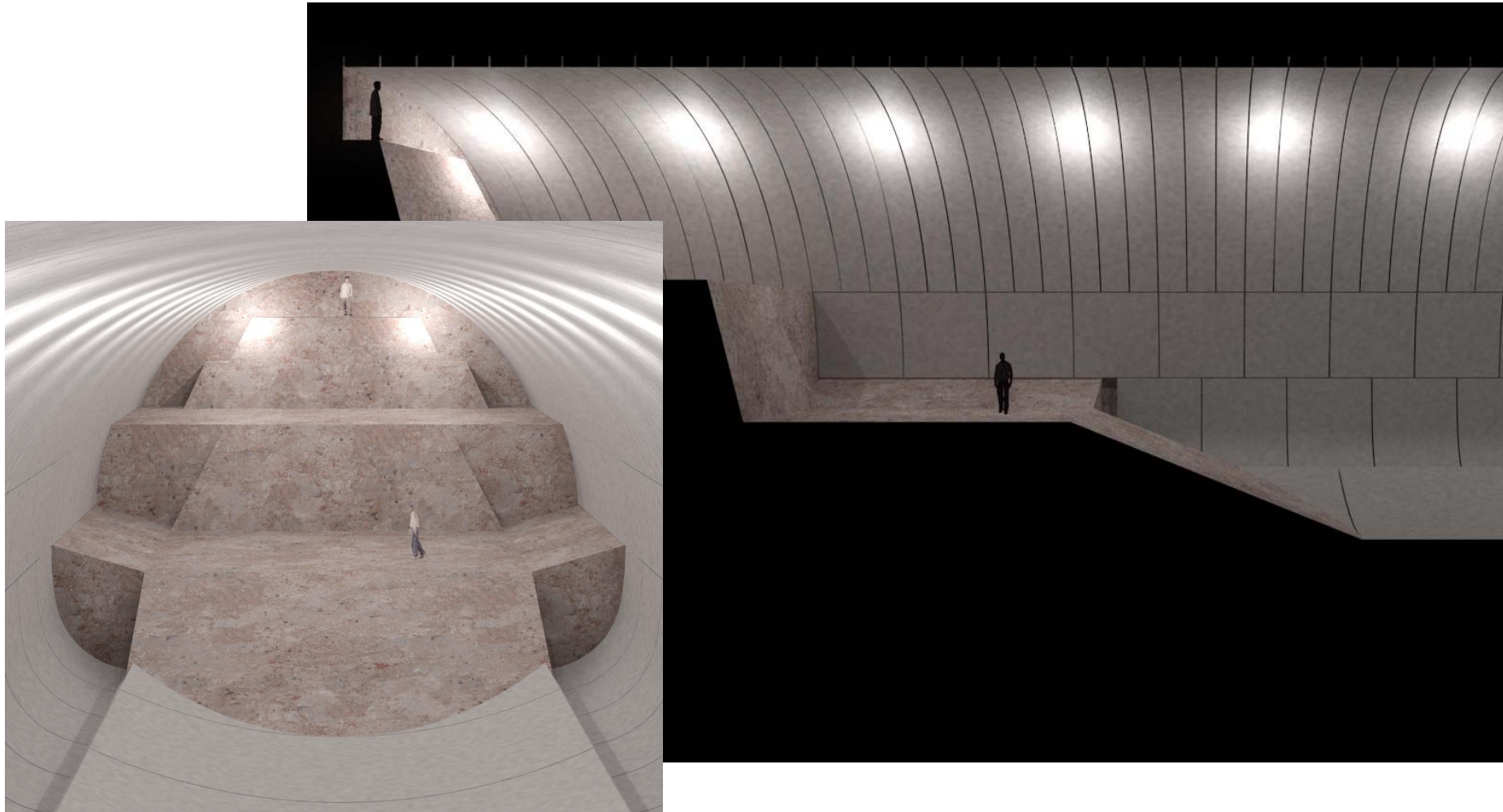
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



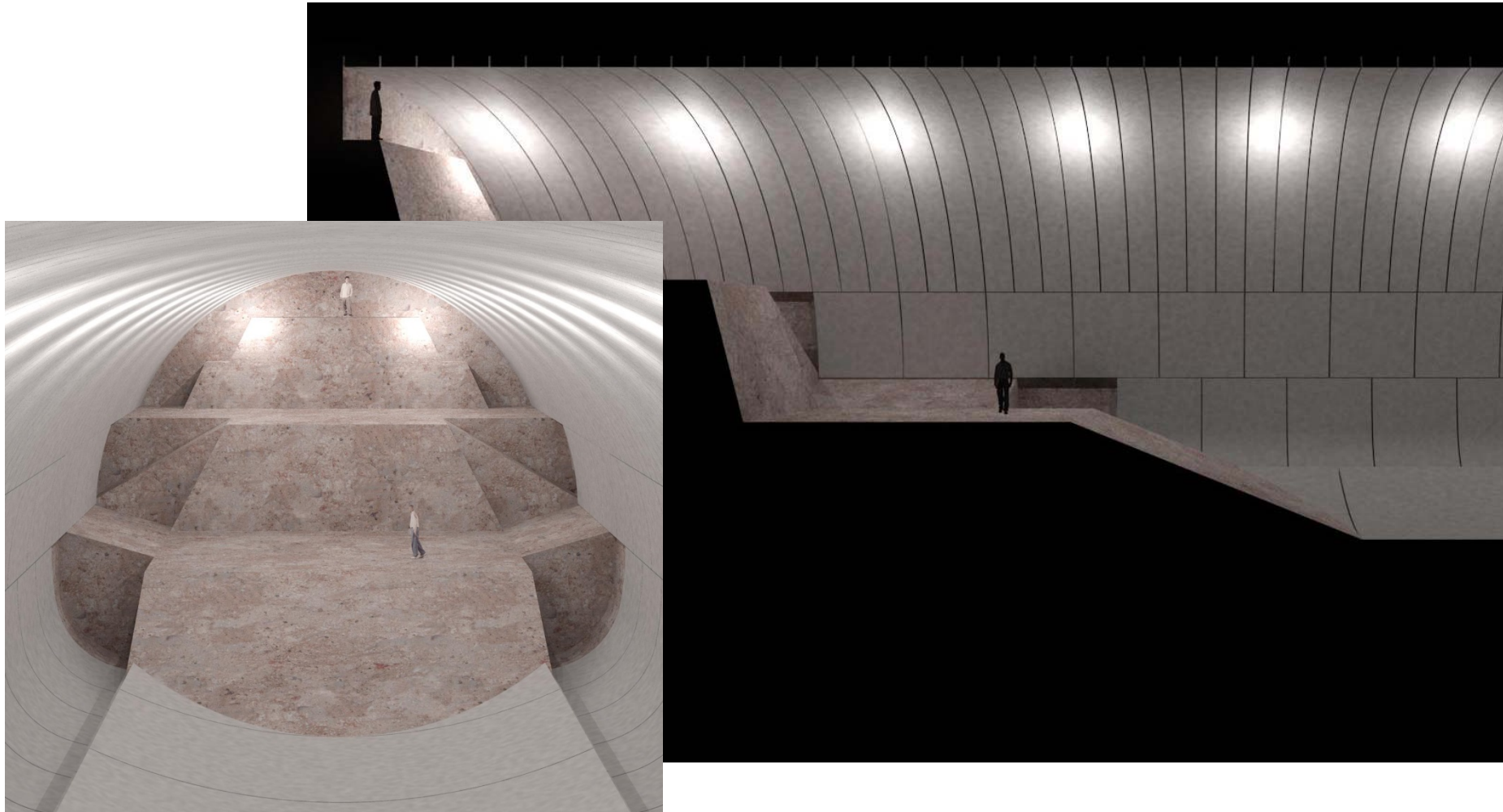
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras

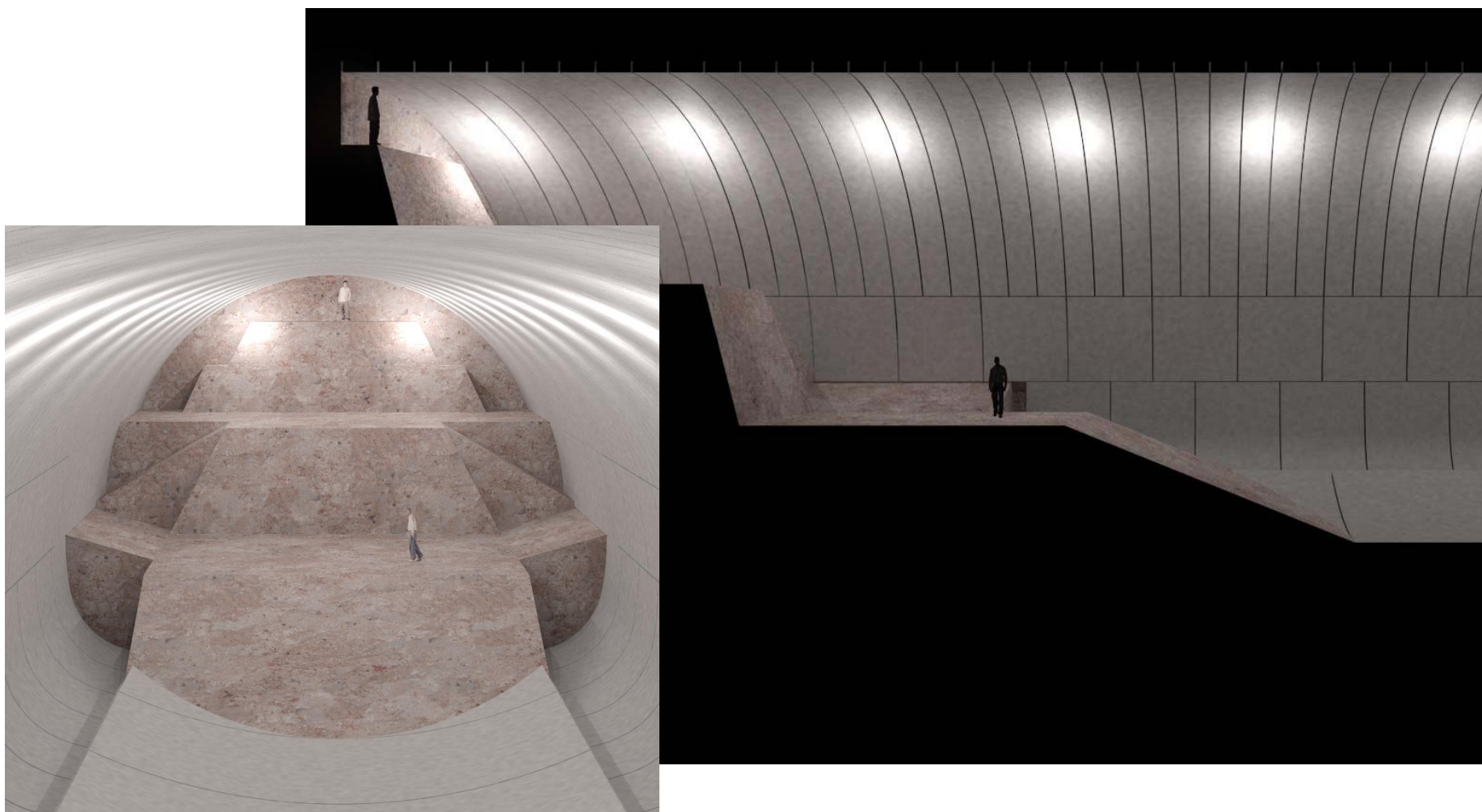


## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras

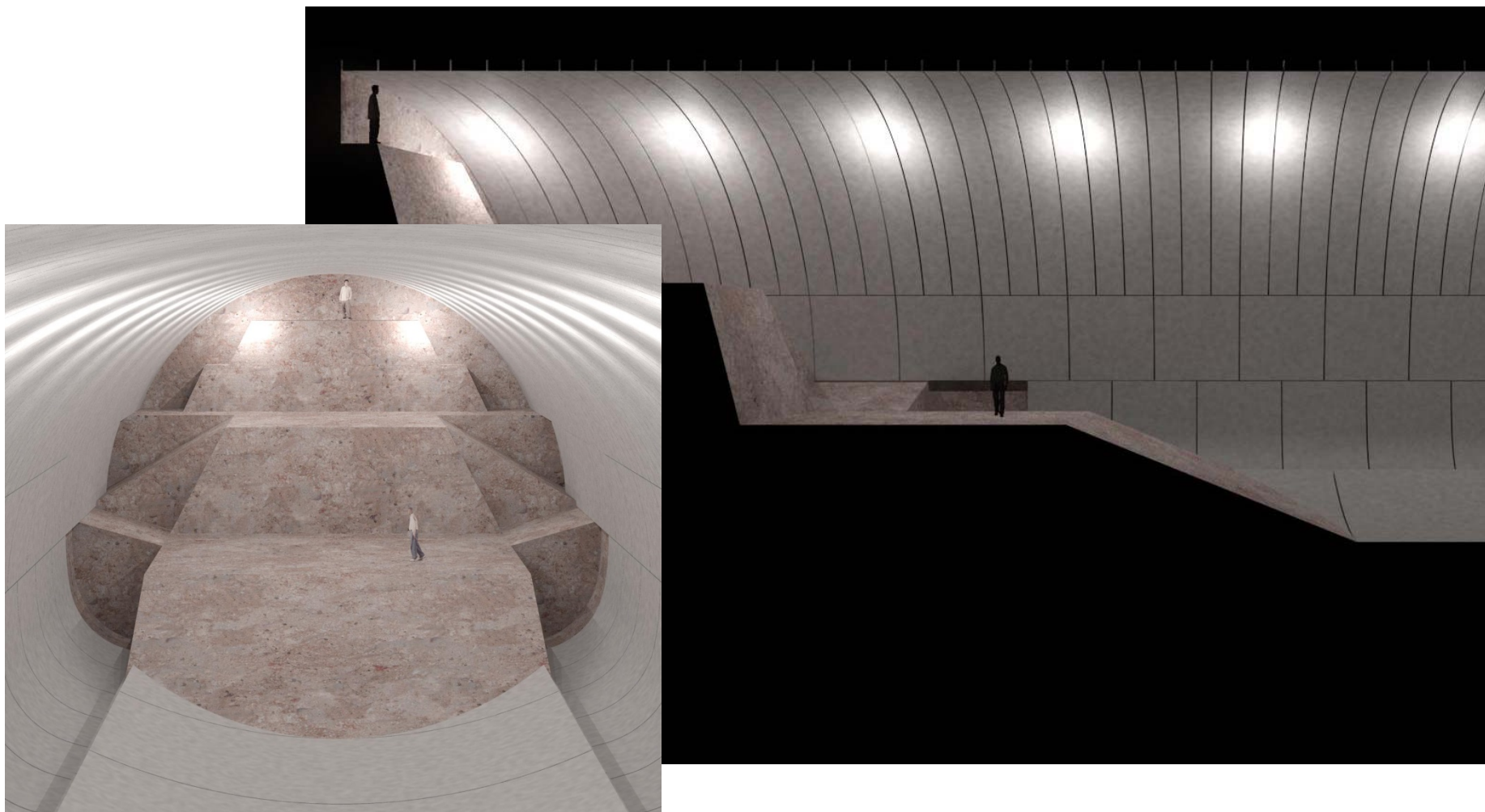




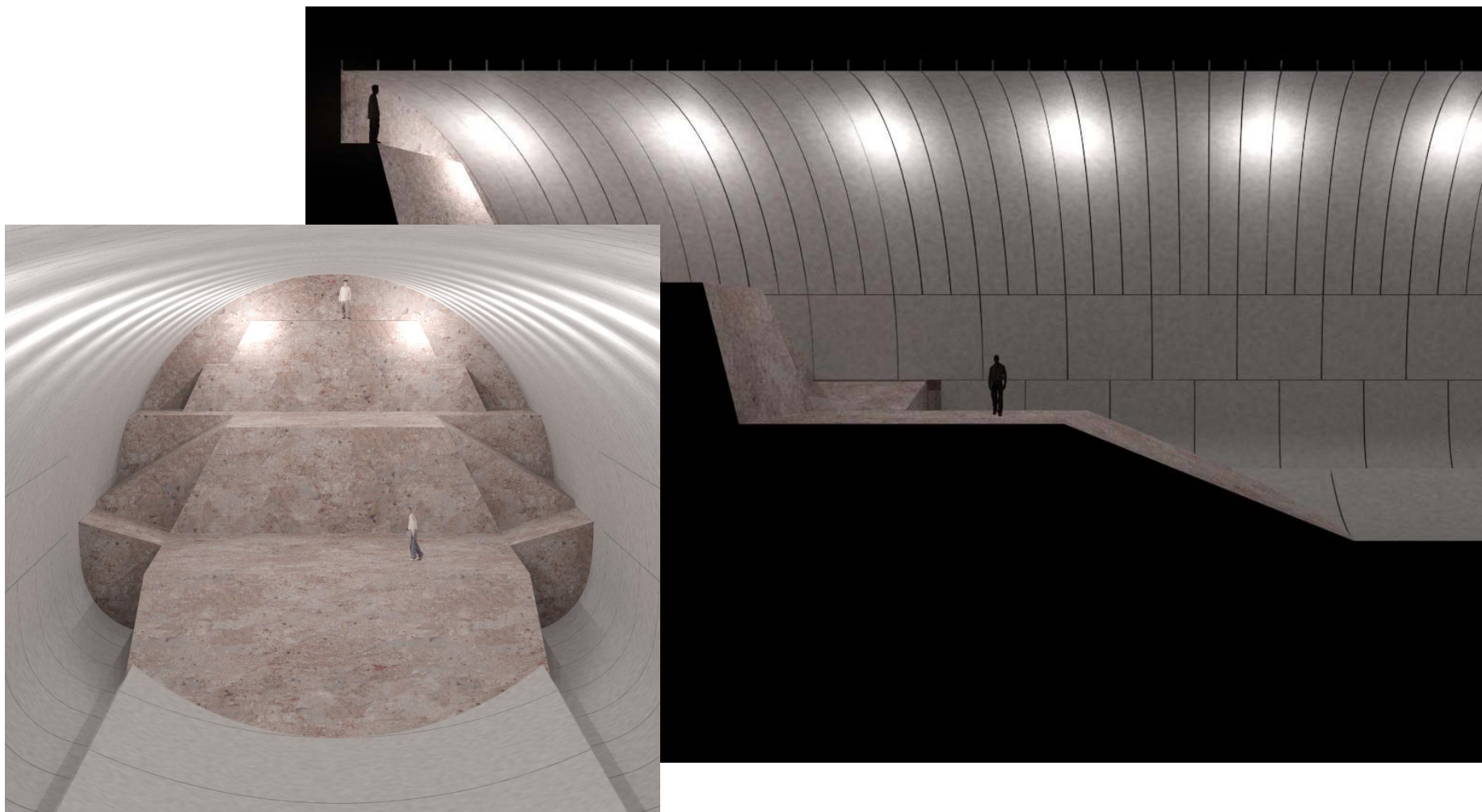
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



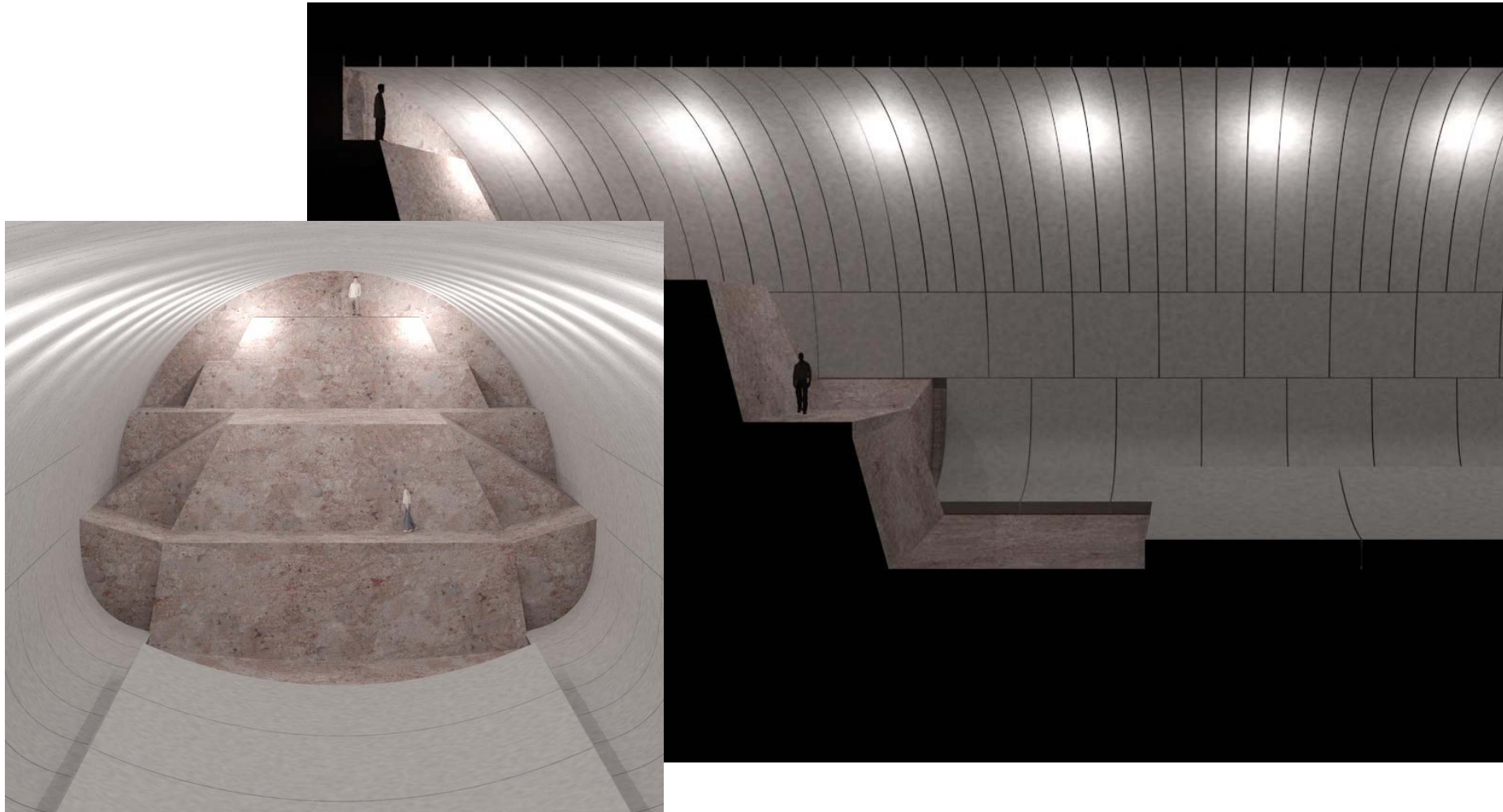
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



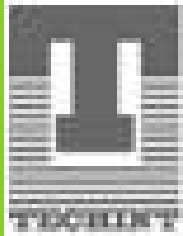
## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



## Cavernas Tramo C2 – Excavación Estación Las Heras



**Caverna Corrientes (2008)**



**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

**DYCASA U.T.E.**

Fotos de Obra

# Fotos de obra

## Plaza Francia



# Fotos de obra

## Tunel Azcuenaga- Las Heras



SUBTE - H



# Fotos de obra

## Estación Las Heras



SUBTE - H

# Fotos de obra

## Vestibulo Estación Las Heras



SUBTE - H

Fotos de obra

Túnel Pacheco de Melo - Arenales



SUBTE - H

Fotos de obra

Túnel Arenales - Pacheco de Melo



SUBTE - H

# Fotos de obra

## Estación Santa Fe



# Fotos de obra

## Tunel Mansilla al Norte



# Fotos de obra

## Tunel Mansilla al Sur



SUBTE - H

# Fotos de obra

## Estación Córdoba





# Fotos de obra

## Sub Estación Córdoba



SUBTE - H

