



PRIMER CONGRESO ECUATORIANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



**Actualidad y aspectos tecnológicos de la
microtunelación en el mundo: Una
tecnología sin zanja efectiva y sostenible**



PRIMER CONGRESO ECUATORIANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



Ing. Juan Manuel Jaime
Gerente de Construcción

Ing. Ana María Ríos Avila
Profesional Comercial Técnico



CONTENIDO

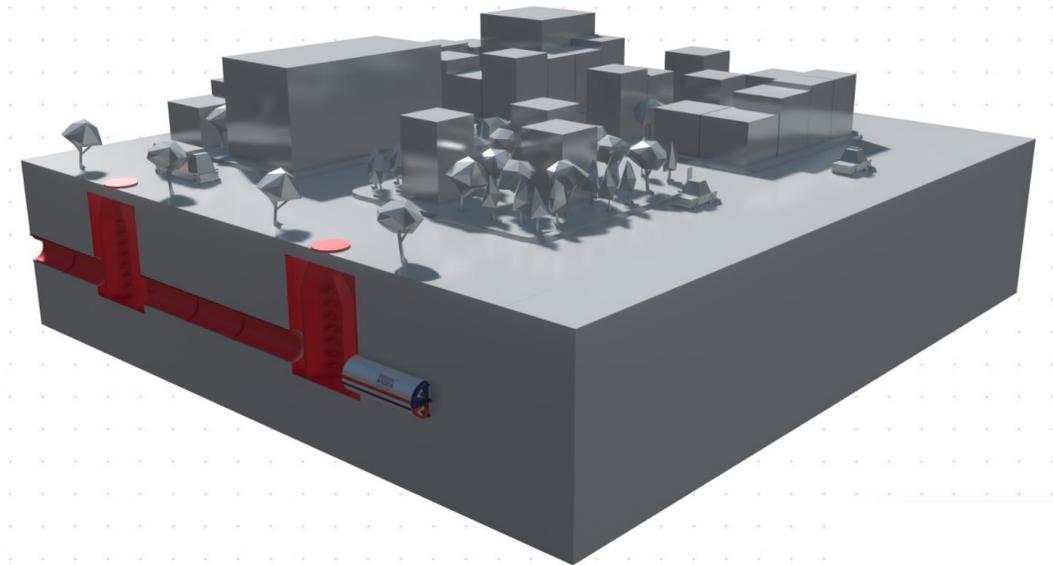


1. BESSAC en el mundo

2. Microtunelación

**3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión
Pradera – Esclusas, Guayaquil**

4. Una tecnología efectiva y sostenible





**Túneles y
microtúneles**

1. BESSAC en el mundo



1. BESSAC en el mundo



BESSAC

Líder mundial en la implementación de la tecnología del Túnel y Microtúnel





1. BESSAC en el mundo



BESSAC

 + 45 años en el mundo subterráneo (1975-2024)

 + 100 km de microtúnel en los últimos 10 años

 + 100 km de túnel en los últimos 10 años

 + 30 países en los últimos 10 años



Canadá
USA
México

Costa Rica
Panamá
Colombia
Ecuador
Argentina
Chile

Francia
Reino Unido
Suiza
España
Alemania
Romania
Bielorrusia
Albania
Bélgica

Argelia
Marruecos
Guinea Ecuatorial
Costa de Marfil
Senegal

Qatar
Israel

Rusia
Azerbaiyán
Georgia

Singapur
Hong-Kong
Vietnam

Nueva Zelanda



BESSAC



1. BESSAC en el mundo



Actividades principales:

1. Contratista en obras subterráneas
2. Fabricantes de equipos para túneles y microtúneles



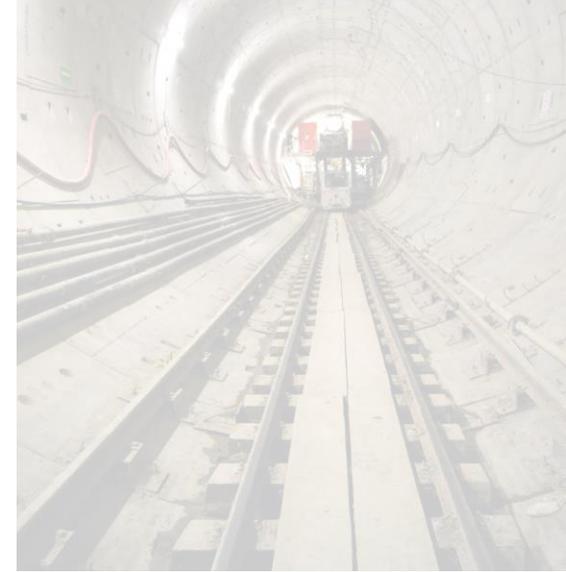


1. BESSAC en el mundo

1. Contratista en obras subterráneas

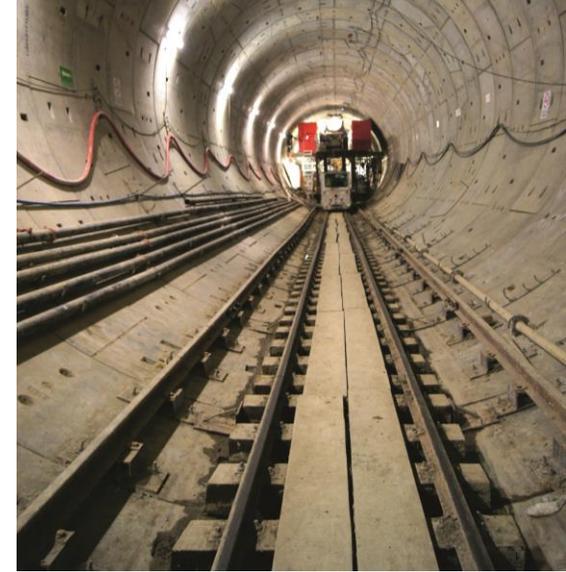
- ❖ Excavación con TBMs y MTBMs
- ❖ Pozos
- ❖ Rehabilitación
- ❖ Obras complementarias





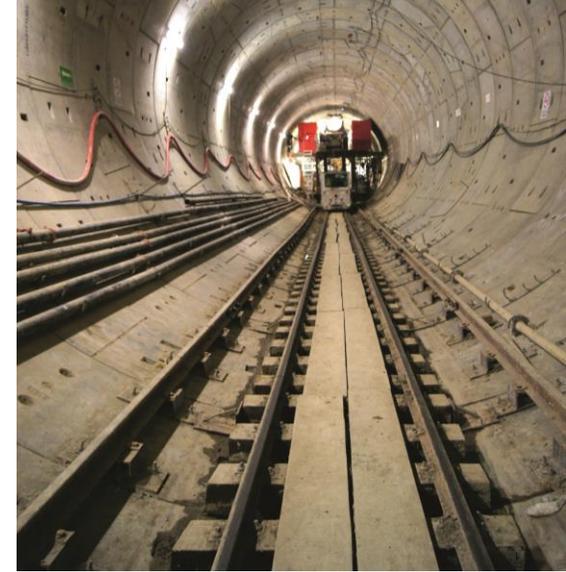
Agua y saneamiento





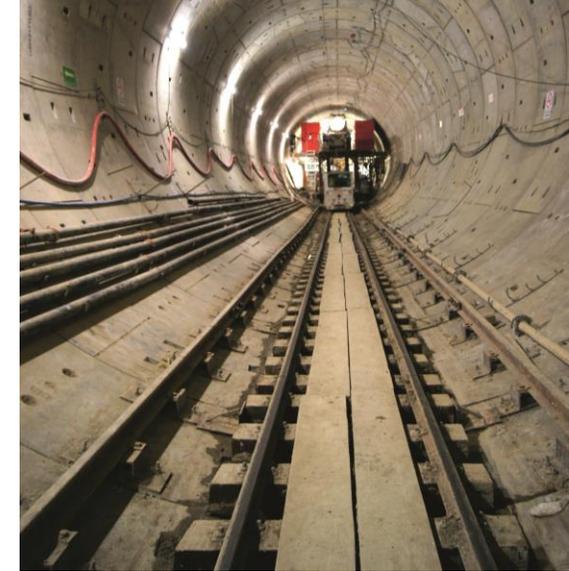
Metro





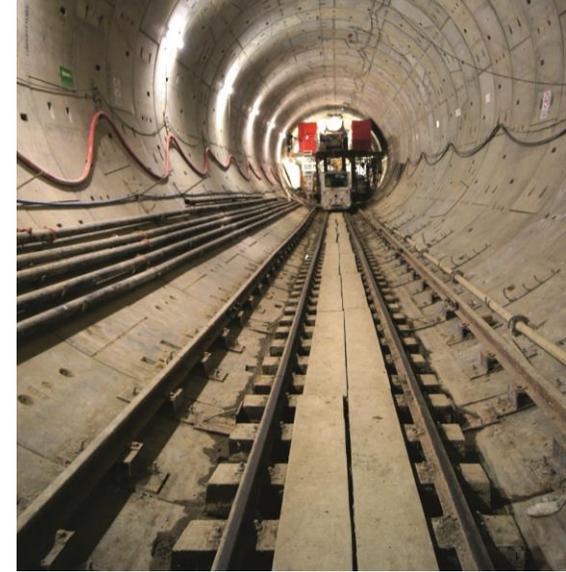
Energía, Oil & Gas





Túnel galería





Emisarios submarinos



2. Fabricantes de equipos para túneles y microtúneles

- + TBM de ataque puntual
- + Tuneladora EPB
- + Equipo de limpieza
- + Equipo de aire comprimido
- + Equipo auxiliar
- + Equipo a la medida



Gracias a nuestras capacidades en I+D, estudios e ingeniería, creamos **máquinas y procedimientos a medida** para garantizar el éxito de los proyectos.



1. BESSAC en el mundo

Línea del tiempo

Creación de BESSAC
1975

1976

Diseño y fabricación de la primera
TBM no mecanizada Bessac
Toulouse

1985

Diseño y fabricación de la primera TBM de
Bessac de confinamiento por aire
comprimido
Valle del Marne





1. BESSAC en el mundo



Diseño y fabricación de la primera TMB de presión de tierra Bessac *Valle del Marne*



2004



BESSAC cumplirá 50 años

2025

2009

Creación de BESSAC ANDINA en Colombia



2024

BESSAC ANDINA cumple 15 años





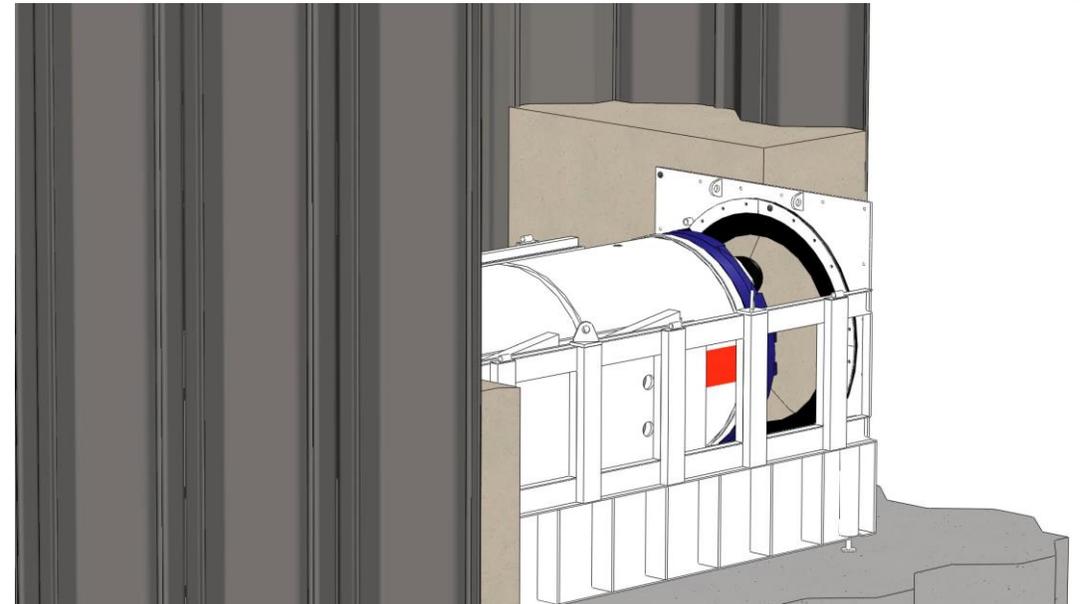
2. Microtunelación



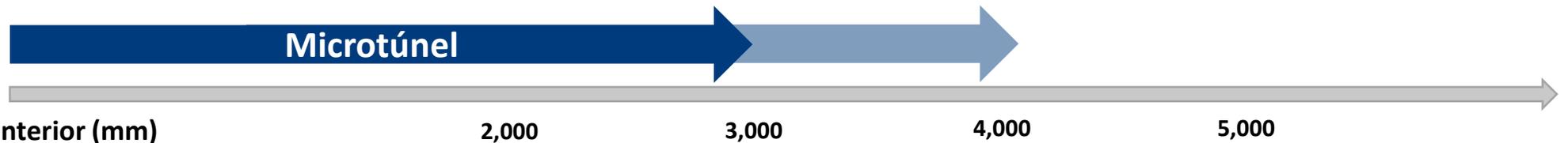
2. Microtunelación



Micro TBM ($\varnothing < 4.0$ m)



Diámetro interior (mm)





2. Microtunelación



Micro TBM ($\varnothing < 4.0$ m)



TBM ($\varnothing \geq 2.5$ m)





2. Microtunelación



Micro TBM ($\emptyset < 4.0$ m)

- Operación remota de MTBM: ningún operador en el túnel
- Técnica de excavación y confinamiento:
 - Excavación total: rueda de corte rotativa) – presión de lodos o presión de tierra.
- Soporte del túnel: Tubería hincada
- Empuje desde el pozo

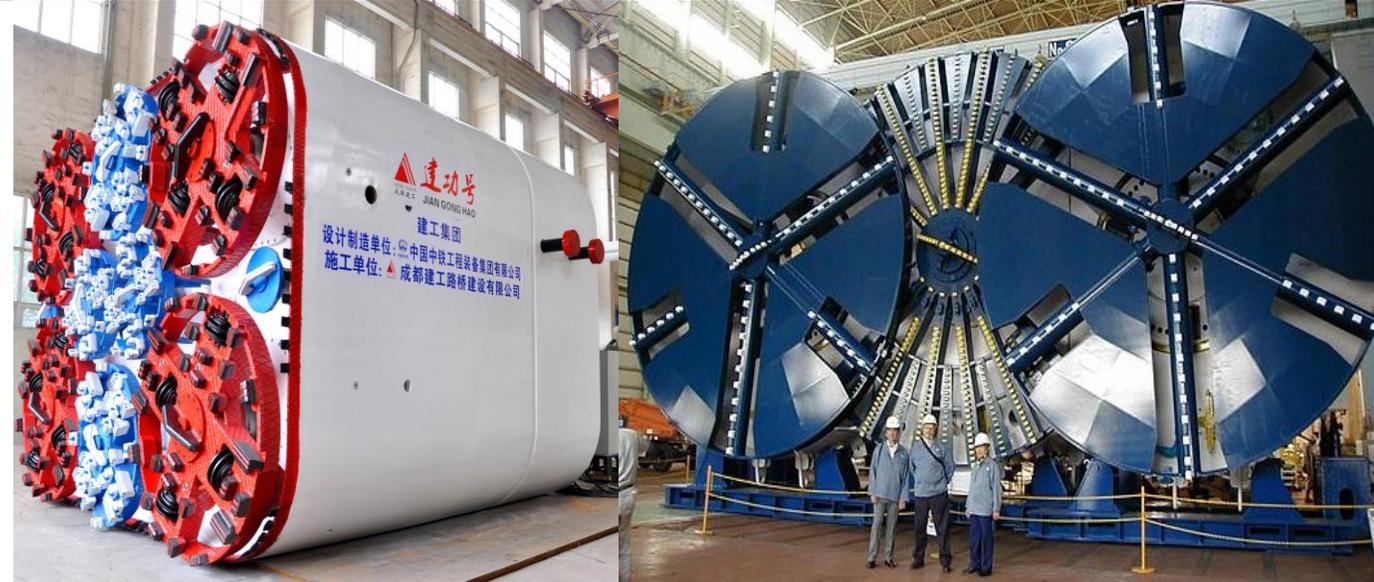
TBM ($\emptyset \geq 2.5$ m)

- Operador requerido para operar TBM en interior de túnel
- Múltiples técnicas de excavación y confinamiento:
 - Excavación completa (rueda de corte giratoria) – Lodo o presión de tierra
 - Excavación puntual – Presión del aire
- Soporte de Túnel:
Dovelas,
erigidas por
TBM



2. Microtunelación

TBM para situaciones especiales

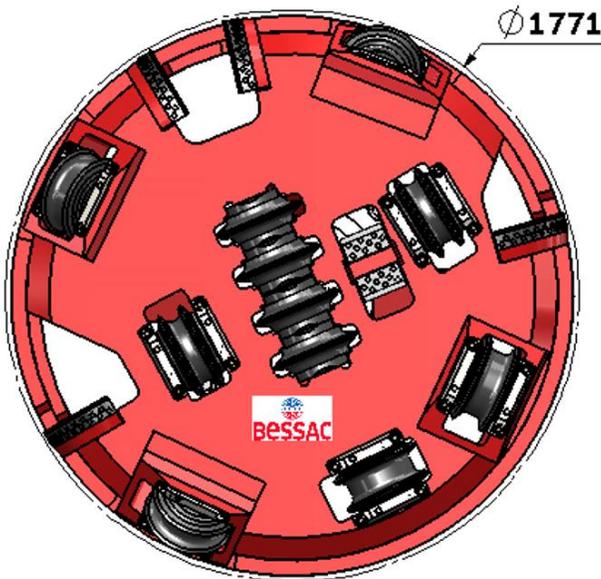




2. Microtunelación



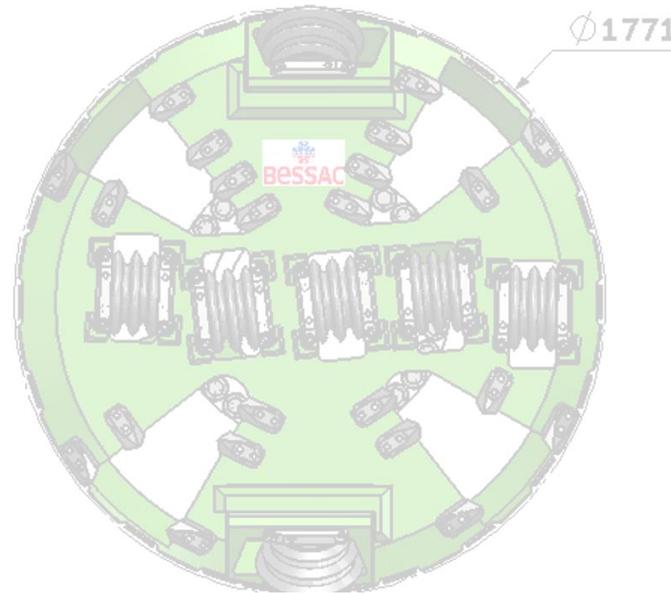
Tipos de Ruedas de corte



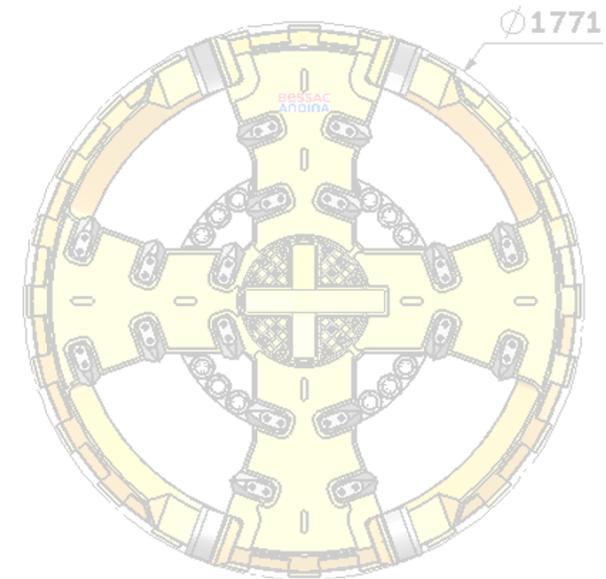
Roca



Poca abertura
Discos cortadores en acero



Mixto



Suelo Blando

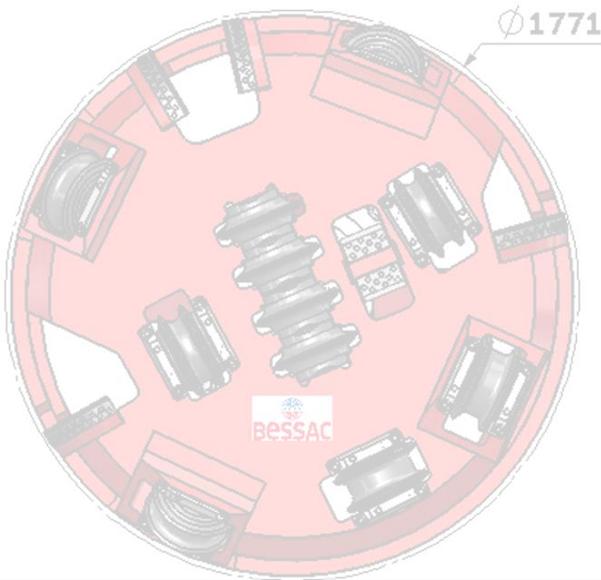




2. Microtunelación



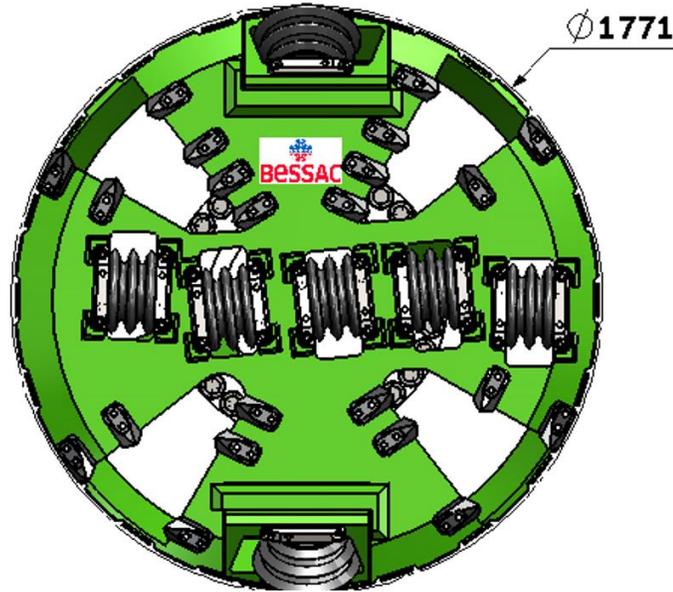
Tipos de Ruedas de corte



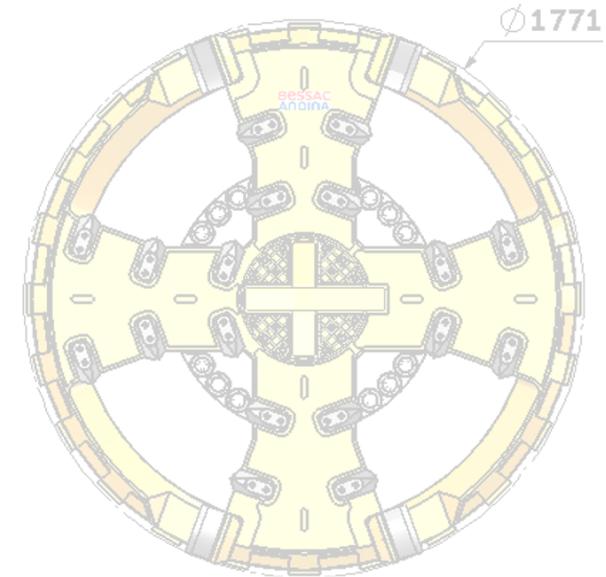
Roca



Abertura media
Discos cortadores con botones a carburo de tungsteno o con soldadura anti-desgaste.



Mixto



Suelo Blando

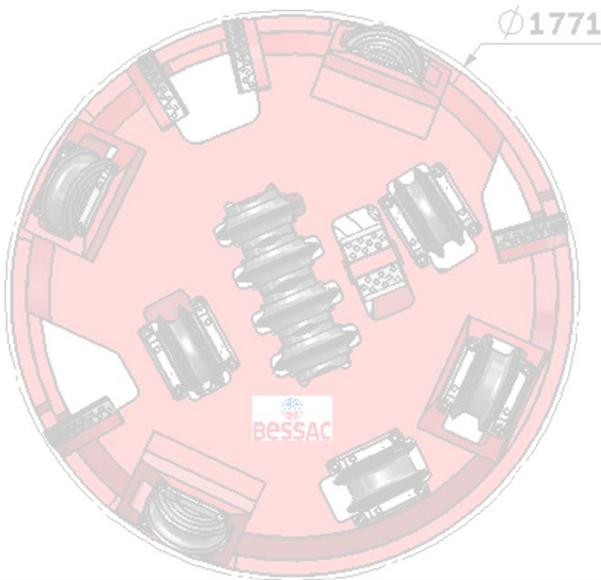




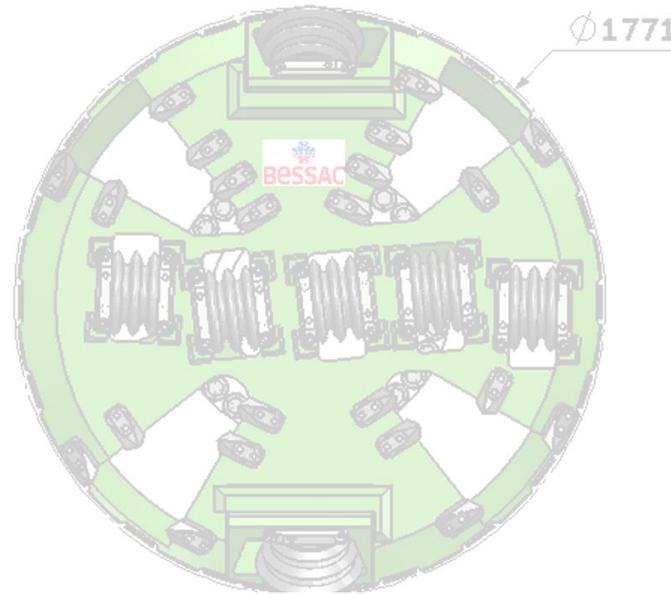
2. Microtunelación



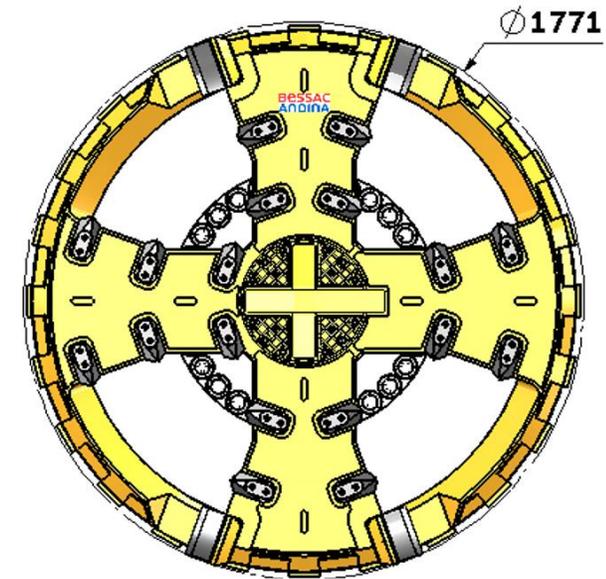
Tipos de Ruedas de corte



Roca



Mixto



Suelo Blando



Corona de corte más abierta
Rippers y dientes rascadores (no se requieren discos cortadores).





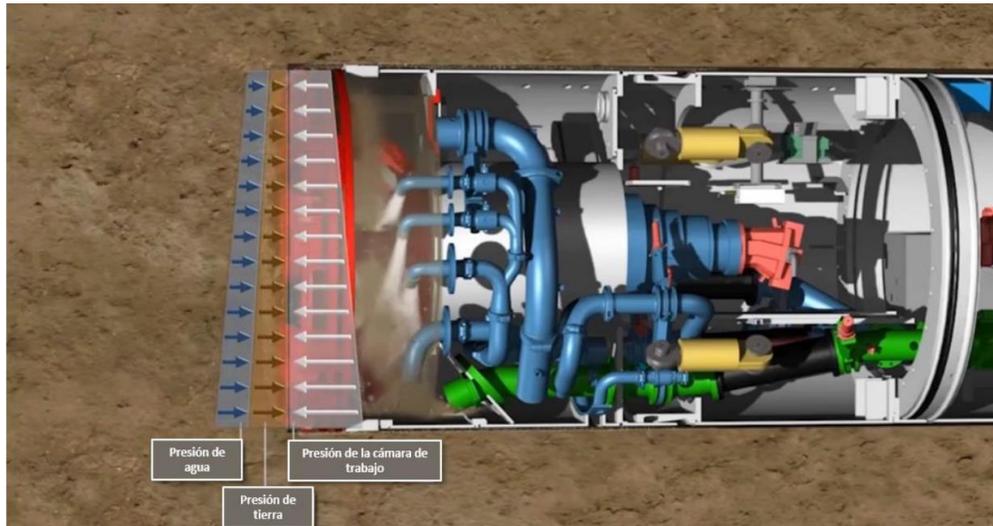
2. Microtunelación



Tipos de Microtuneladoras

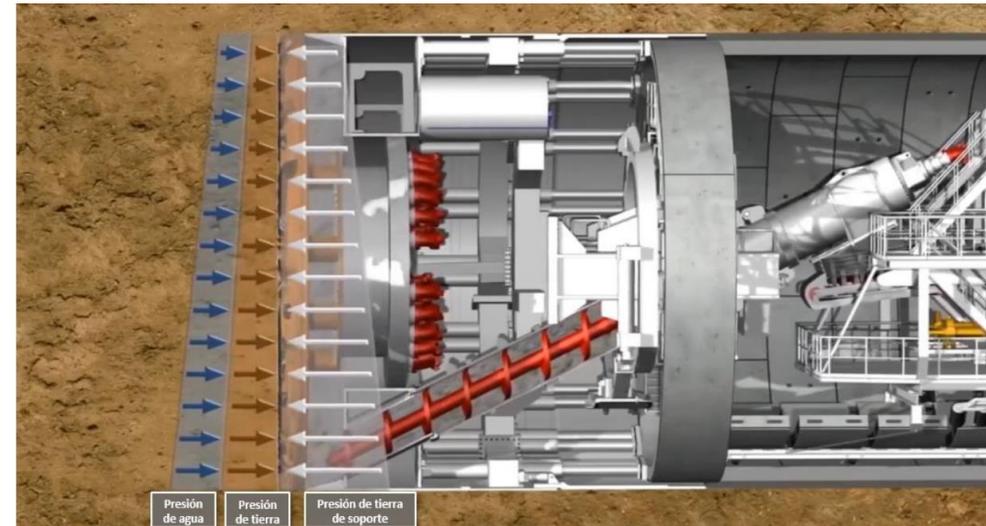
AVN

Slurry Pressure Balance



EPB

Earth Pressure Balance



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



2. Microtunelación



Tipos de Microtuneladoras

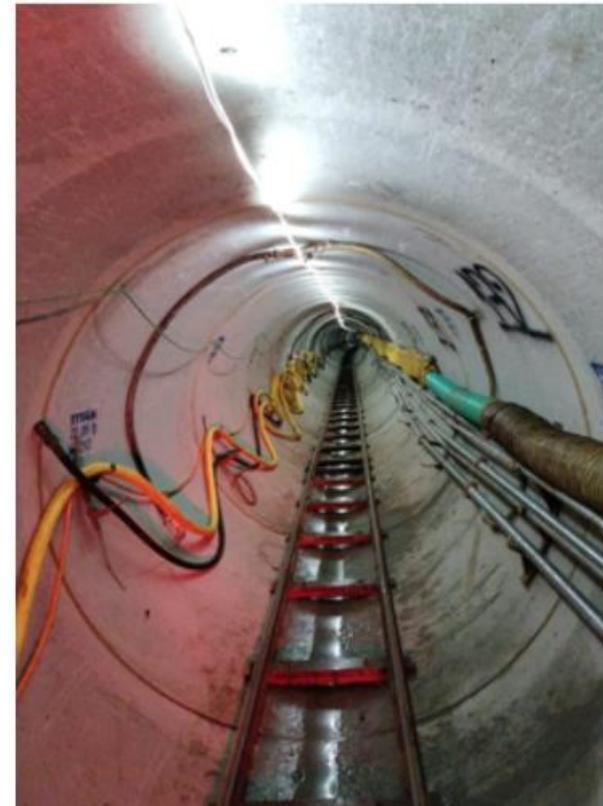
AVN

Slurry Pressure Balance



EPB

Earth Pressure Balance



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



2. Microtunelación



Tipos de Microtuneladoras

AVN

Slurry Pressure Balance

- ❖ Sistema de separación
- ❖ La bentonita permite:
 - ✓ Transporte del terreno
 - ✓ Confinamiento del frente de excavación
 - ✓ Lubricación de las herramientas de corte

EPB

Earth Pressure Balance

- ❖ El terreno se transporta con un tornillo sin fin hasta un vagón ubicado detrás de la máquina.
- ❖ El terreno es utilizado para mantener la presión al frente.



2. Microtunelación



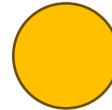
AVN

Slurry Pressure Balance

Arenas, gravas y rocas:



Arcillas y limos:



Separación

Nivel freático:



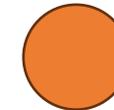
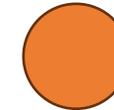
Rendimientos:



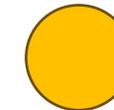
Excavación
continua

EPB

Earth Pressure Balance



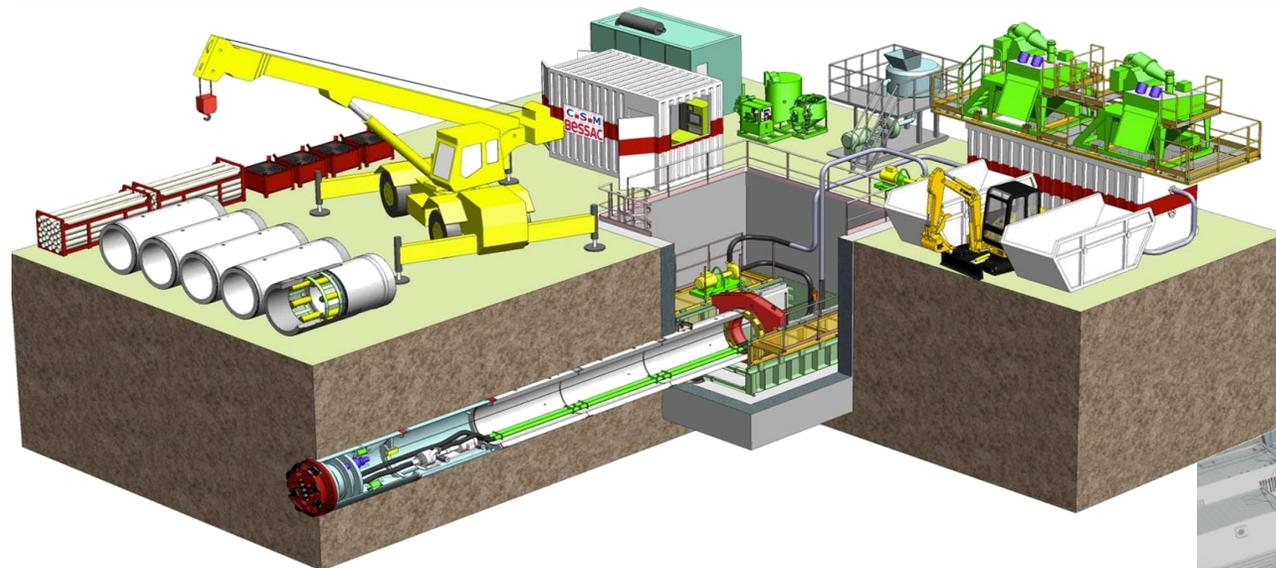
Mantener la presión con
el terreno



Excavación
discontinua



2. Microtunelación



Zona de obra:
Entre 500 a 2 500 m²
dependiendo del diámetro.





2. Microtunelación



Tipos de tubería

Redes de gravedad

- Concreto reforzado
- Concreto reforzado con membrana de PVC o HDPE
- Acero
- Plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP)

Redes de presión

- Concreto reforzado con tubo de acero
- Acero
- Plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP)

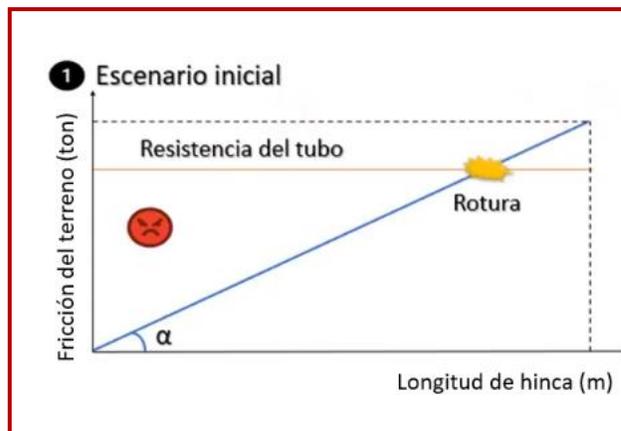




2. Microtunelación



Fuerzas actuantes:

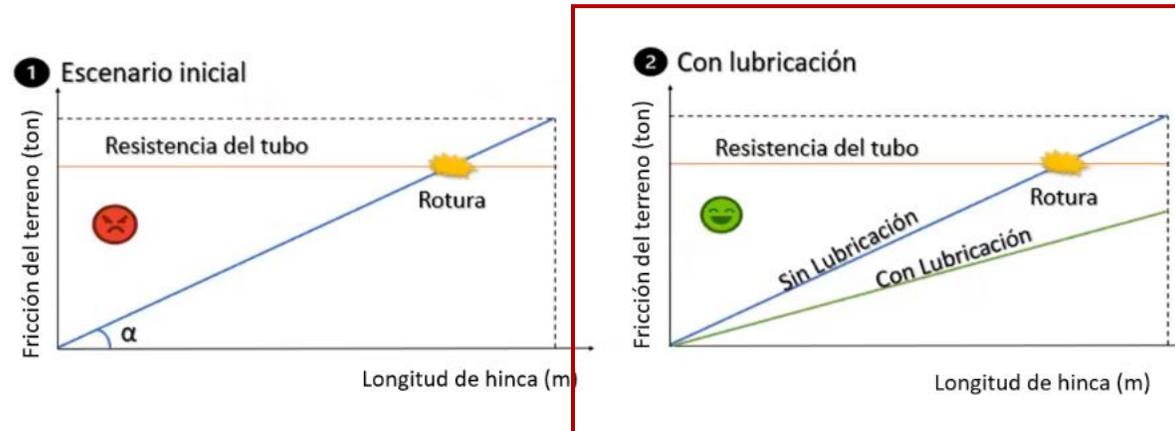




2. Microtunelación



Fuerzas actuantes:



Una buena lubricación podría reducir cerca del 30% de la fricción.

El fluido de lubricación se determina en función del terreno y se compone de:

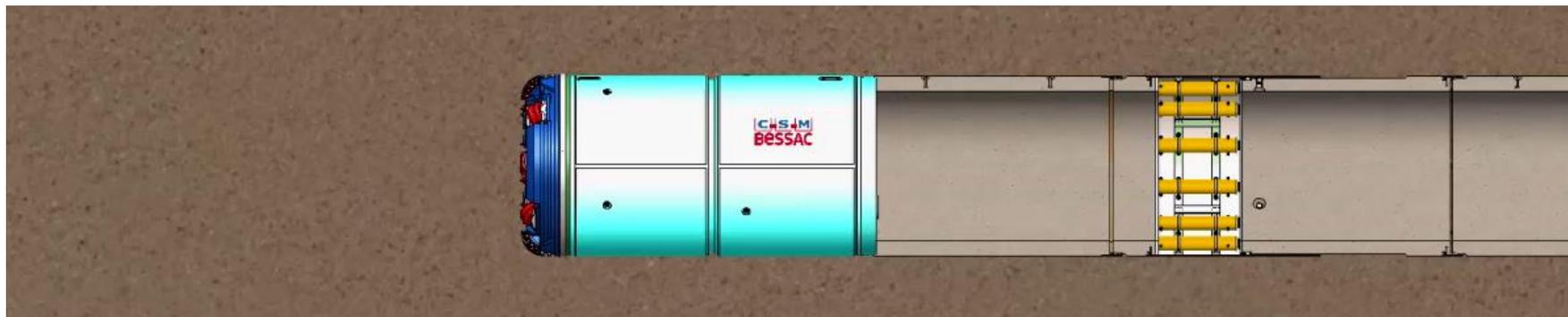
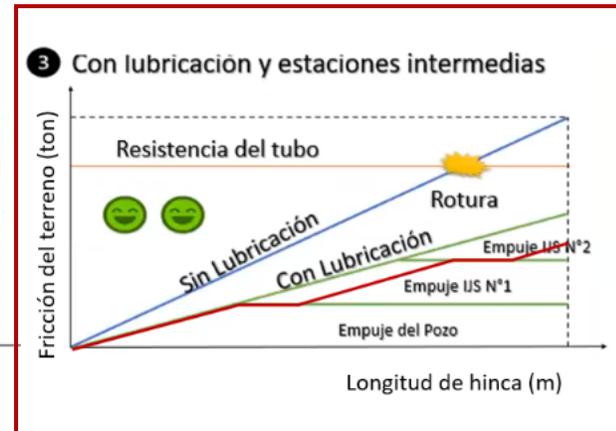
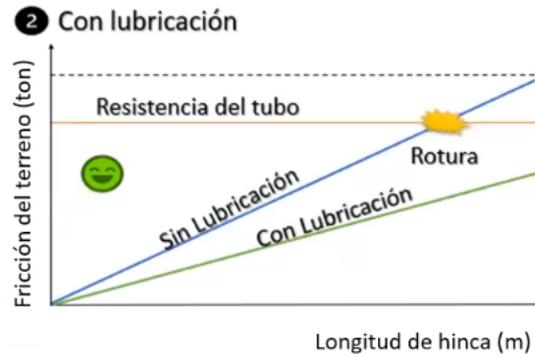
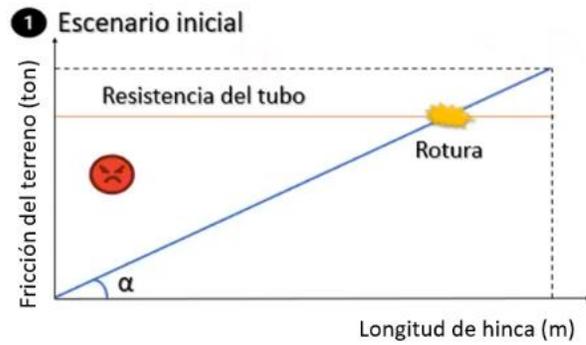
- Agua con aditivos
- Bentonita
- Polímeros
- Combinación de los anteriores



2. Microtunelación



Fuerzas actuantes:



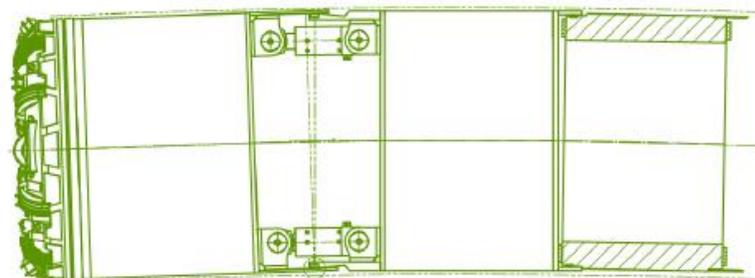
LAMSTOT
LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



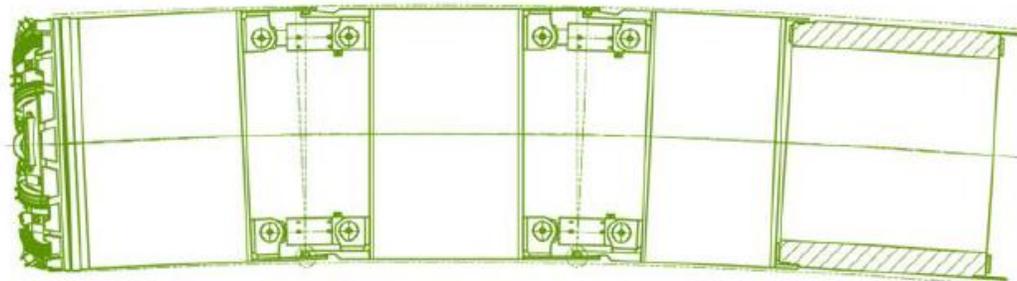
2. Microtunelación



Curvaturas:



Diseño para curvas > 200 m de radio
Articulación estándar



Diseño para curvas < 200 m de radio
Articulación doble

Alineación lineal, $L < 400$ m : láser + active target

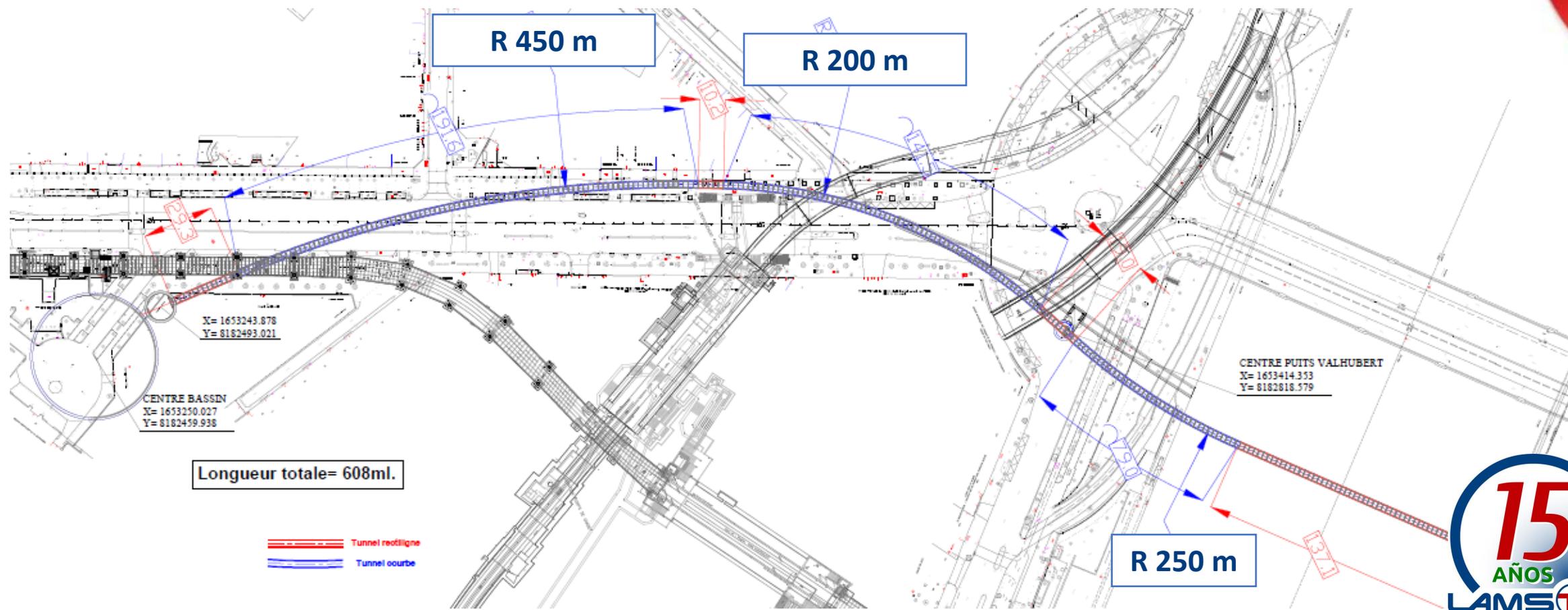
Alineación curva, o $L > 400$ m : Giroscopio + topógrafo + hidronivel



2. Microtunnelación



Curvaturas:





2. Microtunelación



Casos de Éxito:

a. Túnel de Norris Cut Miami

- Longitud = 1600 m / DN = 2.5 m
- Se utilizó una tuneladora (TBM) de doble modo **híbrida**, capaz de alternar entre modo de **lodos** y modo de **presión de tierra**, para adaptarse a las complejas condiciones del suelo.
- La TBM fue diseñada y fabricada conjuntamente por **Bessac y Herrenknecht**.
- Capacidad de reemplazar las herramientas de corte de la TBM mediante **buzos** bajo agua.
- Geología: Karst de piedra caliza de coral, arenisca. Arena



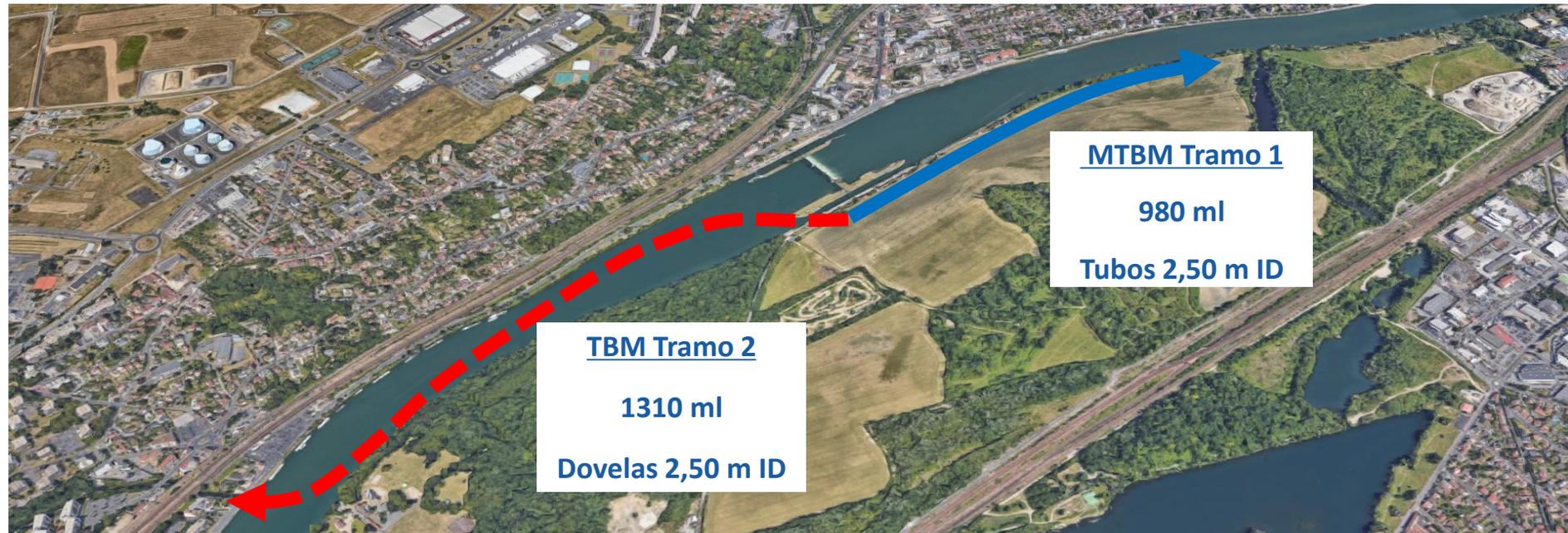


2. Microtunelación



Casos de Éxito:

b. Colector VL8 – Lote 3 Túnel tramo 2 Paris Francia



- Hinca de tubos sobre los 45 primeros metros y conversión a dovelas
- 10 metros bajo el rio Seine
- 2 curvas de 250 metros de radio



2. Microtunelación



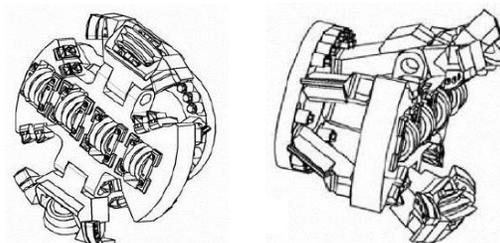
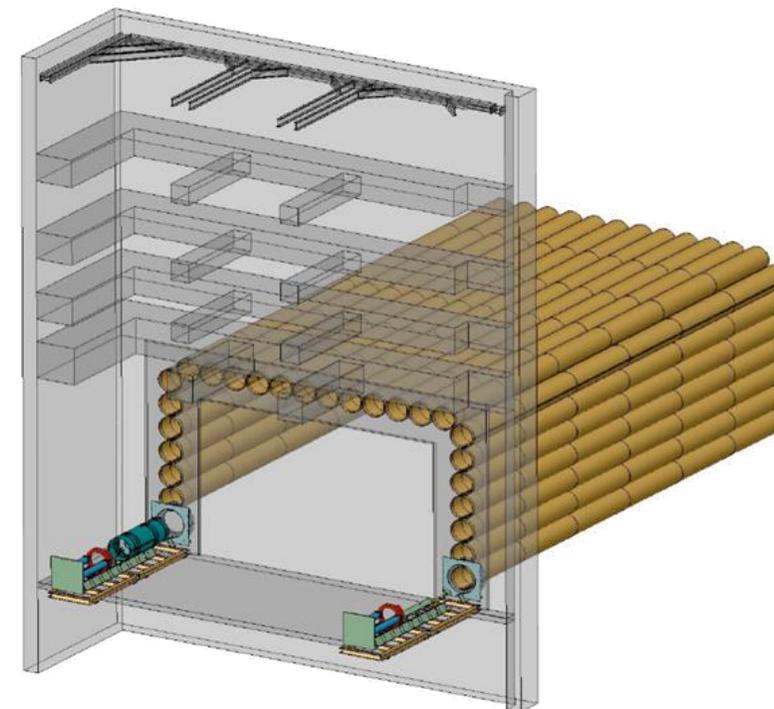
Casos de Éxito:

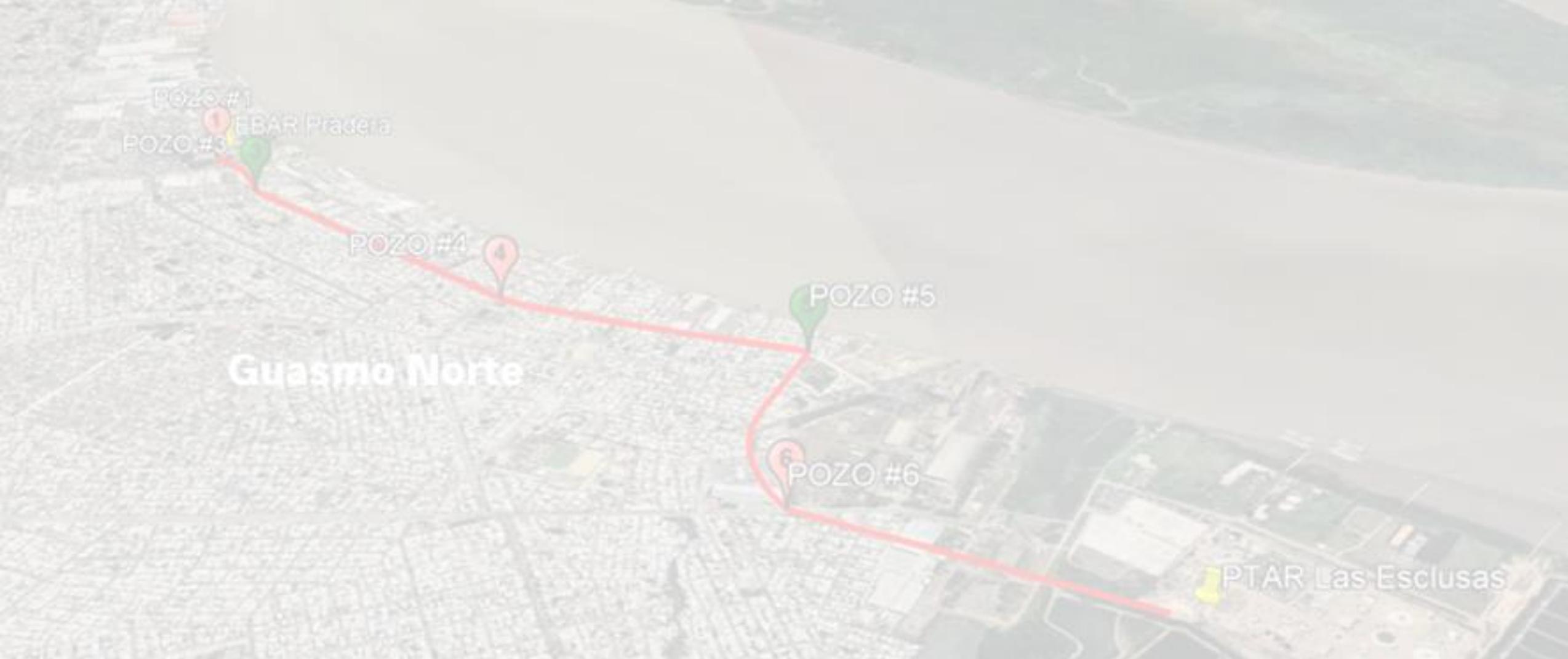
c. El Arco techo de la T219 de la línea de Metro Thomson de Singapur



- Microtuneladora retráctil
- Sin pozo de salida
- Pipe Roof

25 lanzamientos
DN 1200 mm
40 m





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



**Centro de
Guayaquil**

Isla Santay

POZO #1

1 EBAR Pradera

POZO #3

POZO #4

4

POZO #5

Guasmo Norte

POZO #6

PTAR Las Esclusas





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



Fecha de ejecución:
Febrero 2019 – Mayo 2021

Valor del contrato:
€ 44.000.000

Longitud y uso:
4 km de colector a presión

Diámetro Interno:
1900 mm (75")





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



- ❖ **Cinco Tramos**
 - 340 ml
 - 1124 ml
 - 890 ml
 - 730 ml
 - 860 ml
- ❖ 7 curvas de hasta 450 m de radio
- ❖ 1400 tubos de concreto reforzado con acero embebido
- ❖ 2 MTBM AVN 2000





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



CLIENTE:

Ente encargado de agua y saneamiento de Guayaquil



FISCALIZACIÓN:

Consorcio AYEZA-PROEZA



CONTRATISTA:

Compuesto por:





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



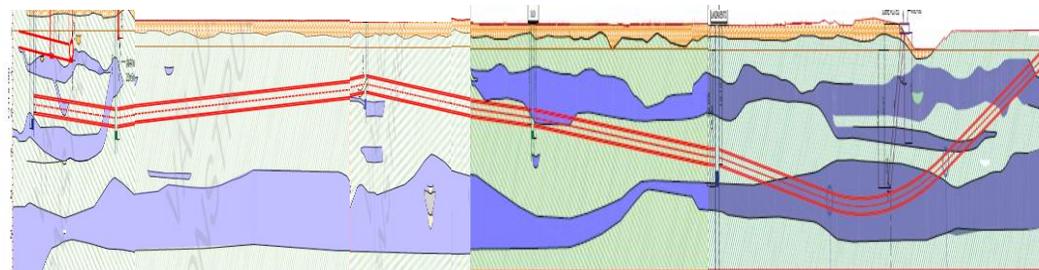
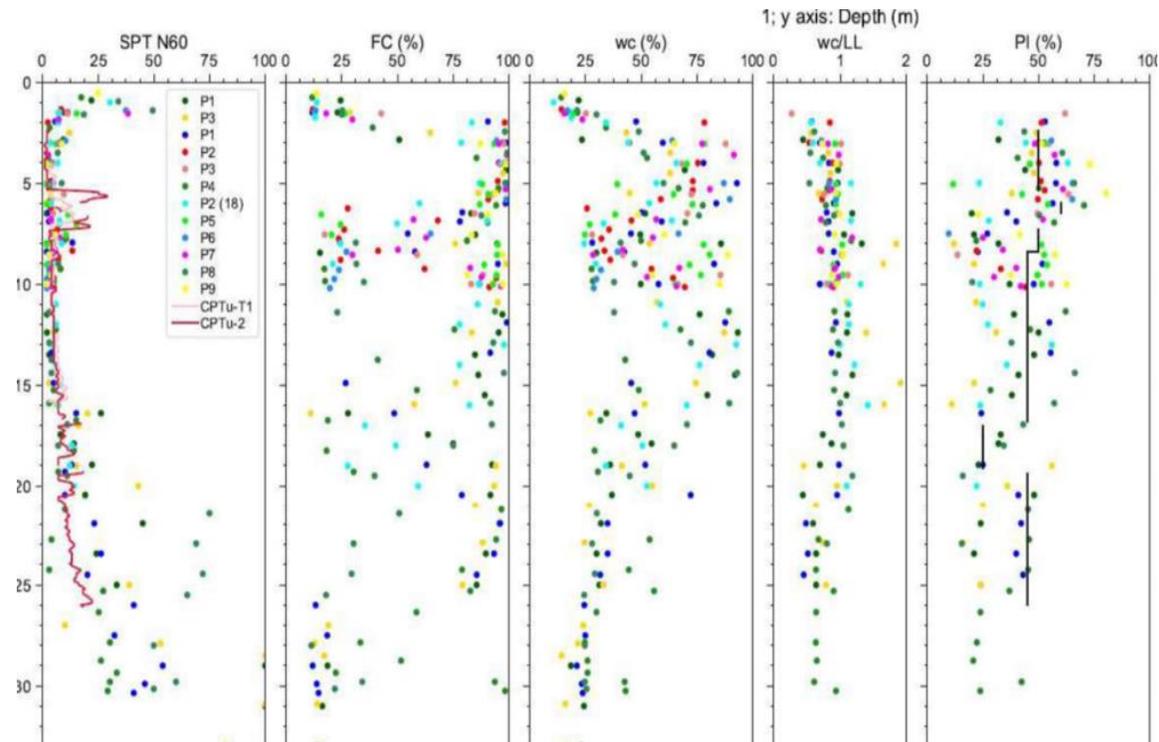
CONTEXTO GEOTÉCNICO

Descripción general

- Depósito sedimentado
- Capas intercaladas de arcilla y arena
- Contexto estuarino

Caracterización del suelo

- Arcilla, arena suelta, arcilla limosa
- (80 a 95 % de finos < 80 μm)
- Baja cohesión (NSPT entre 0 y 10)
- Agua al nivel del suelo salobre
- Nivel freático a nivel del suelo, fluctuante con la marea / nivel del río





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



CONTEXTO GEOTÉCNICO

Arcillas blandas

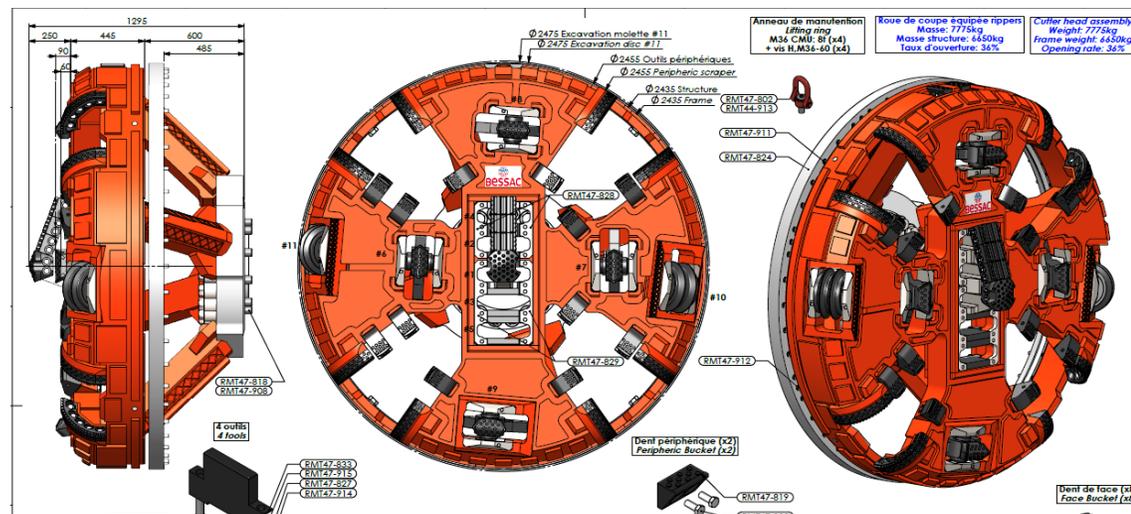
- Dificultad para guiar, baja fuerza de contacto
- Caída de la máquina al arrancar

Solución: Adición de una herramienta de corte central

Presencia de agua salada

- Segregación del fluido lubricante en contacto con el agua salada haciéndolo inútil.

Solución: Fórmula reelaborada basada principalmente en un polímero viscosificante y lubricante insensible a la salinidad.





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



CONTEXTO SOCIAL

Interrupciones

- 72 días por COVID
- 10 días de manifestaciones sociales

Consecuencias

- Aumento en la fricción en el tubo
- Aumento de asentamientos

Soluciones

- Alta utilización de las estaciones intermedias (IJS) después de las interrupciones.





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil

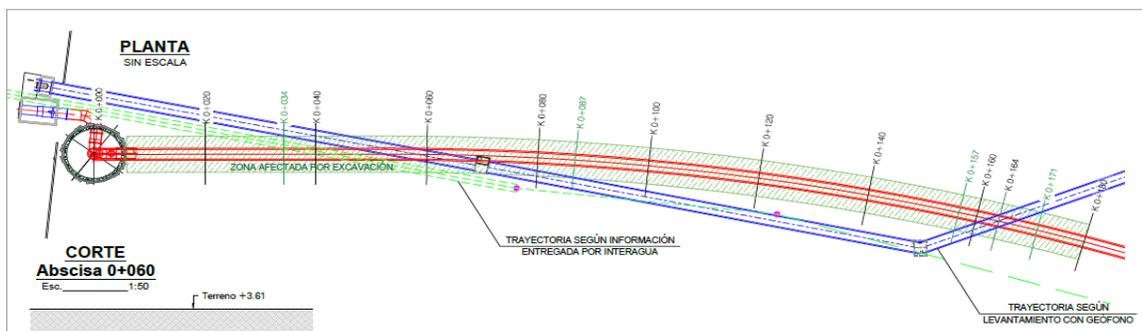
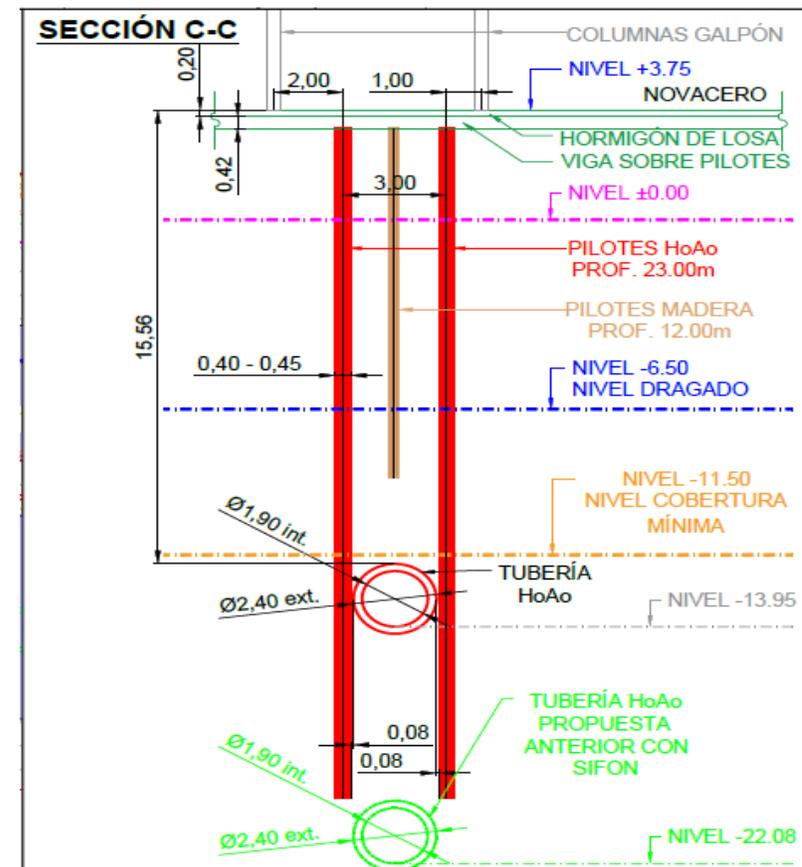


RETOS OPERATIVOS

- No existía un resumen preciso de **redes y estructuras subterráneas**.
- Línea de alto voltaje 125 kV sobre el alineamiento.
- Gestión social en un barrio sensible (seguridad).
- Presencia de una **línea de alta tensión** por encima del trazado del microtúnel.

SOLUCIÓN:

Localización por inducción, inspecciones por buzos de las redes antes y después del paso de la máquina, prueba PIT, geófono.





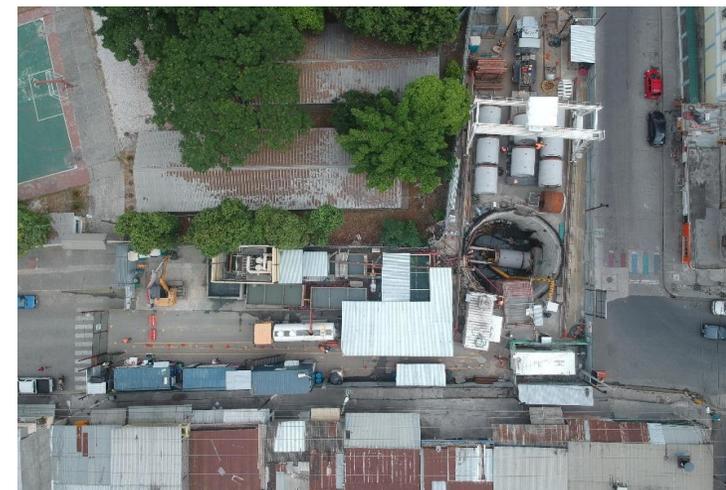
3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



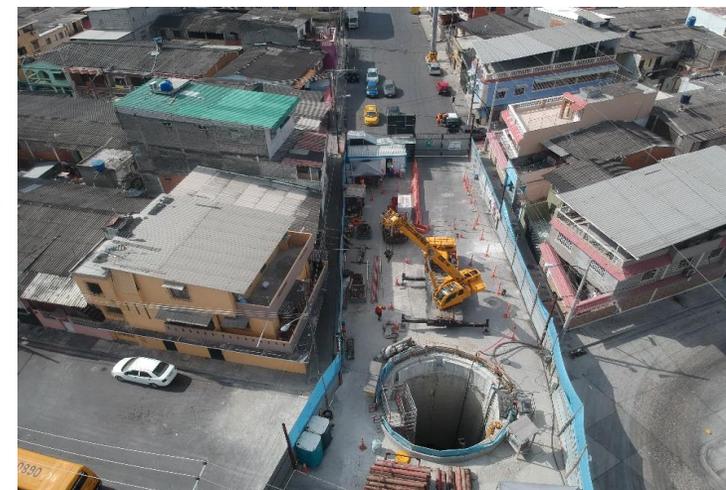
INGENIERÍA DE VALOR

❖ OBJETIVO DE REDUCIR EL IMPACTO URBANO

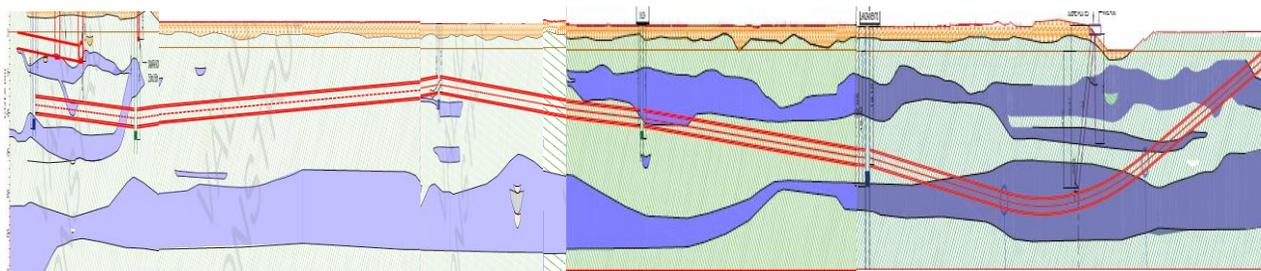
- ✓ Se optimizan los tramos con **curvas verticales y horizontales**.
- ✓ 10 pozos en fase de diseño a **5 ejecutados**.
- ✓ **Tamaños de pozos** con la geometría mínima posible.
- ✓ **Relocalización de pozos** para evitar interferencias.
- ✓ Seguimiento de **asentamientos** en tiempo real.
- ✓ Equipos **insonorizados** por trabajos nocturnos.



Pozo de lanzamiento



Pozo de salida





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR

Salida sumergida de la MTBM en los pozos

- Objetivo: Controlar la presión en los pozos para que sea superior a la presión hidrostática con el fin de evitar un gradiente hidráulico.

Solución:

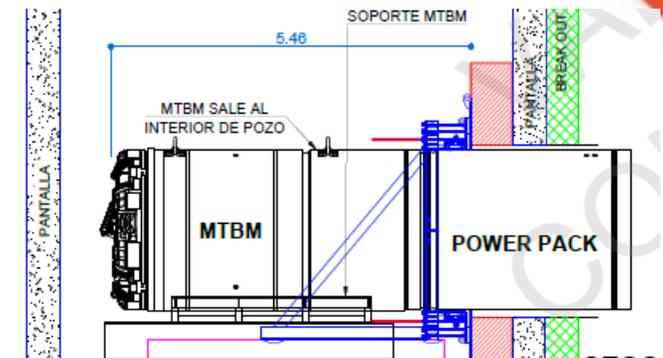
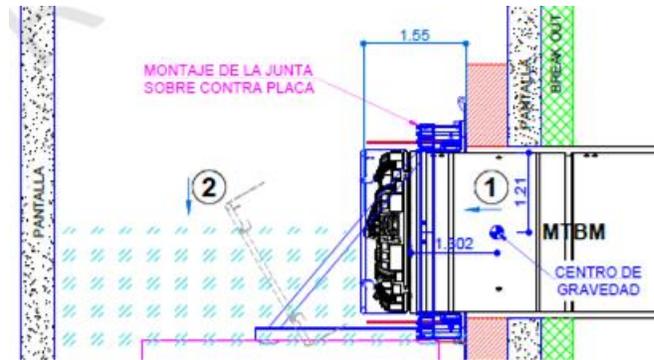
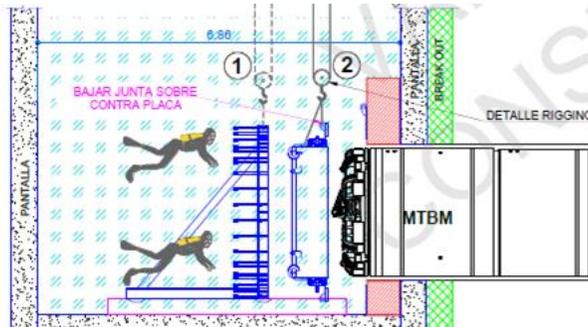
- Llenar el pozo con agua para equilibrar las presiones hidrostáticas
- Sello de salida: Un equipo de buzos coloca un sello de salida alrededor de la máquina.



3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR





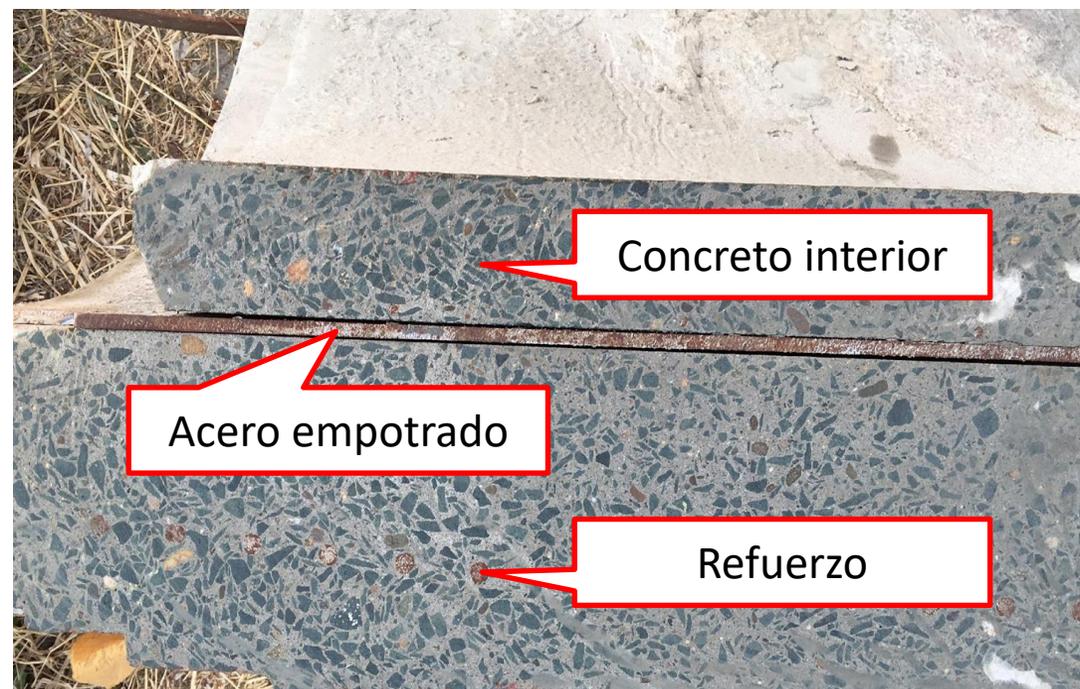
3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR

Se propuso una variante: uso de tubos de concreto reforzado con un núcleo de chapa metálica en lugar del PRFV previsto originalmente.

- El **núcleo de chapa** permite absorber la presión de trabajo (5 bares).
- El **concreto exterior** se hace cargo de las fuerzas de empuje (1140 ton max).
- El **concreto interior** protege el núcleo de chapa metálica de la corrosión.

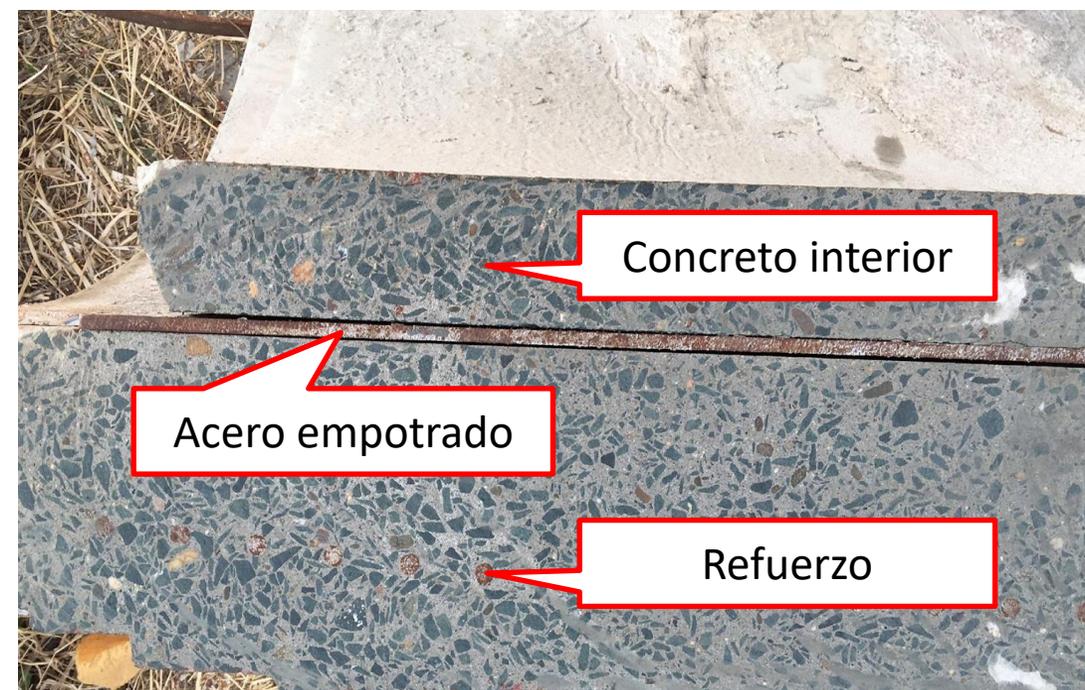
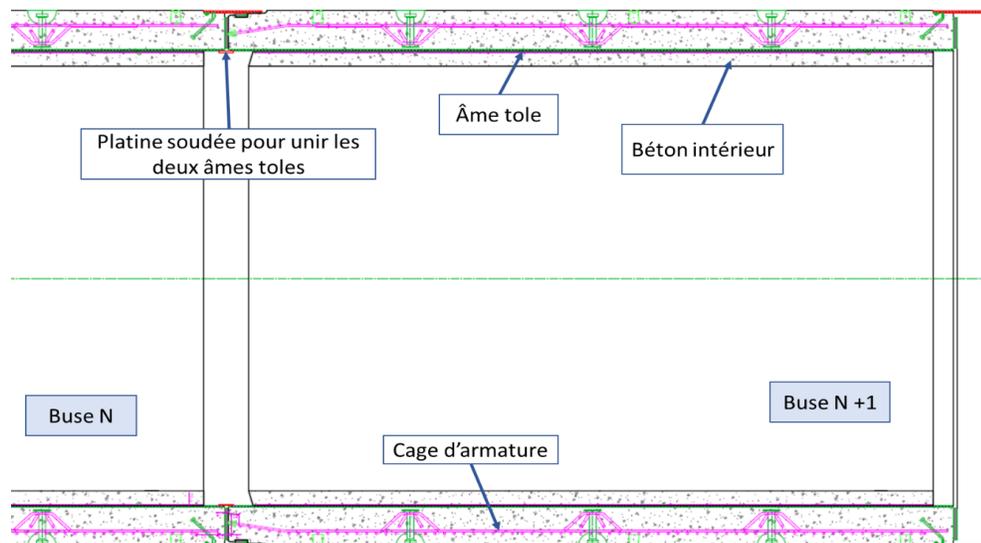




3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR



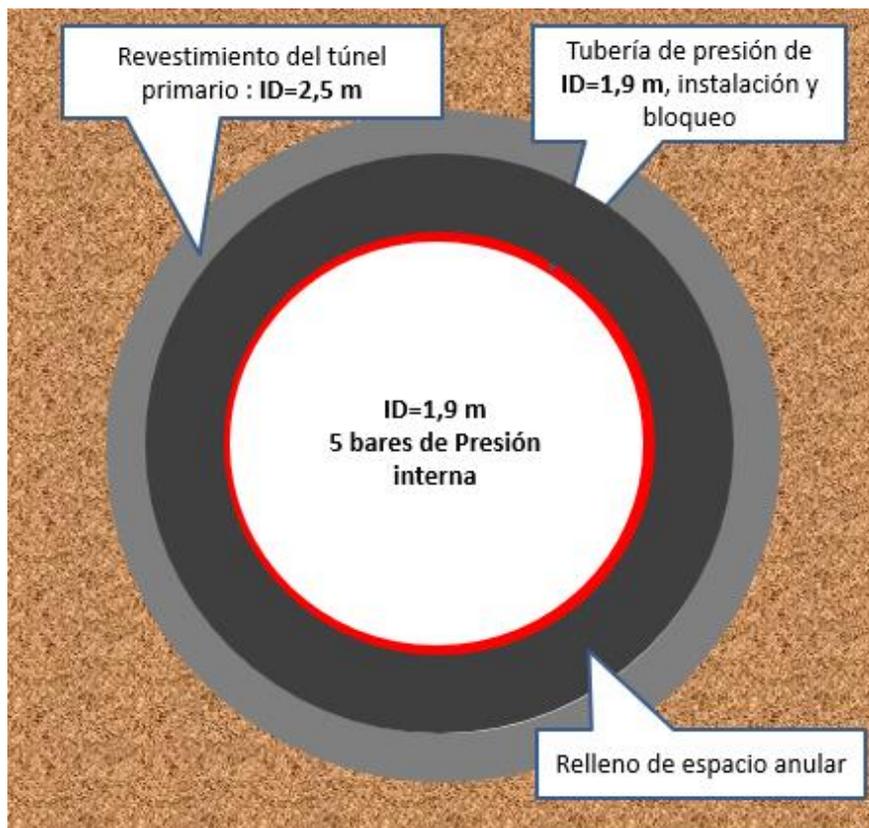


3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR

Enfoque tradicional Double Pass



Enfoque alternativo Single Pass





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR

Enfoque tradicional Double Pass

- ❖ Diámetro de excavación: 3,100 m min
- ❖ La lechada anular permite el desplazamiento del revestimiento primario con menos impacto en la tubería de acero
- ❖ Precisión en la colocación de la tubería
- ❖ Solución común

Enfoque alternativo Single Pass

- ❖ Diámetro de excavación: 2.475 m (40 % menos de excavación, 10 000 m³ menos)
- ❖ Varios meses ahorrados en la ruta crítica
- ❖ Ahorro global estimado para el cliente: alrededor del 15 %
- ❖ Disminución en la huella de carbono (menos cemento, menos camiones, menos escombros)

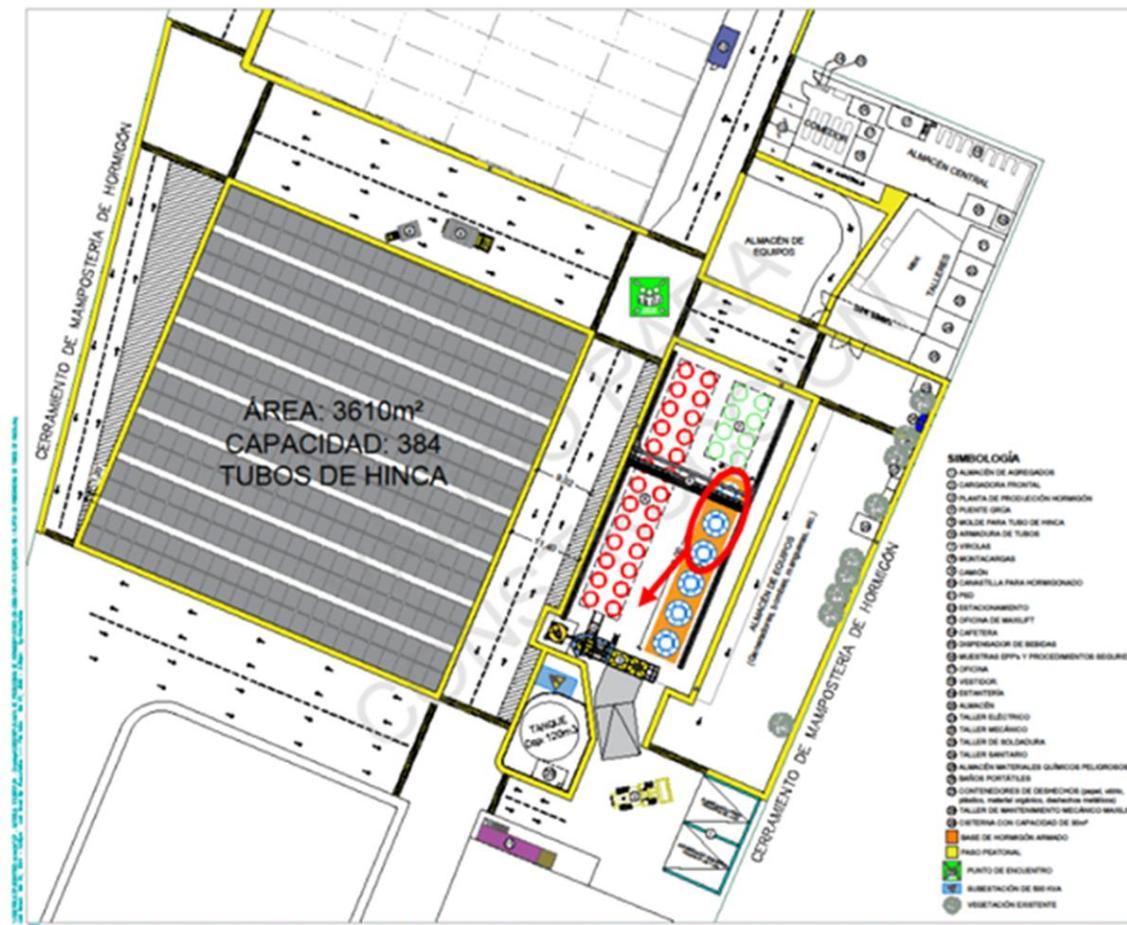


3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR

- Diseño de tubería no común en América del Sur (sin proveedores locales)
- Establecimiento de una planta de prefabricados in situ





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR

Impacto de las capas de arcilla en el proceso

- Contaminación del lodo, requiriendo camiones cisterna para su disposición fuera del sitio (promedio de 200 a 240 m³/día)
- Operación continua 24/7 de la centrífuga
- Construcción de un almacenamiento intermedio de lodos de 1,000 m³.





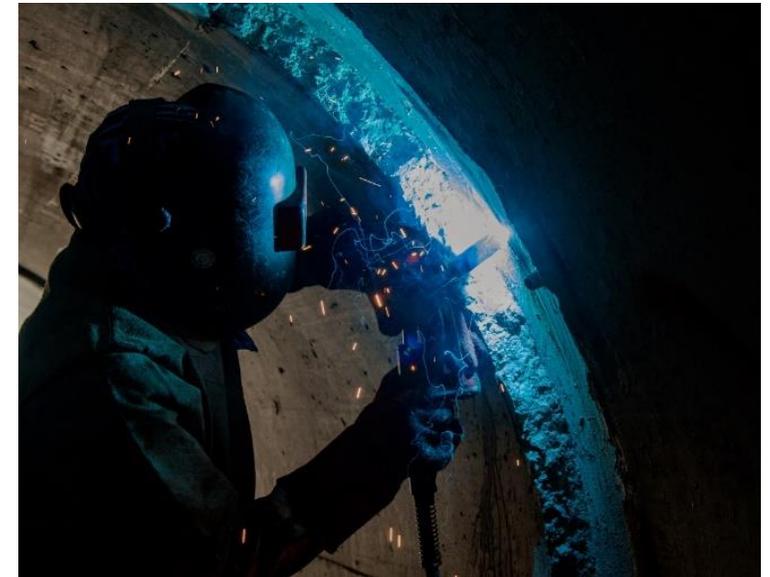
3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR

Secuencia Constructiva

- 1 Microtúnel
- 2 Soldadura de la placa de acero entre cada tubería (fuera de la ruta crítica)
- 3 Parche de mortero protector (fuera de la ruta crítica)
- 4 Prueba de presión de la tubería (12000 m³, 7,5 bares)





3. Diseño y Construcción de la línea de impulsión Pradera – Esclusas, Guayaquil



INGENIERÍA DE VALOR

Monitoreo de calidad moderno para cumplir con los requisitos del cliente y facilitar la logística

- Desarrollo de una **herramienta informática** para emitir informes de liberación y validar cada paso de la fabricación de la tubería.
- **Trazabilidad** de cada uno de los tubos, desde su refuerzo hasta la soldadura final.
- Se emitieron **9800 documentos de liberación** para el cliente a través de la aplicación.





4. Una tecnología efectiva y sostenible



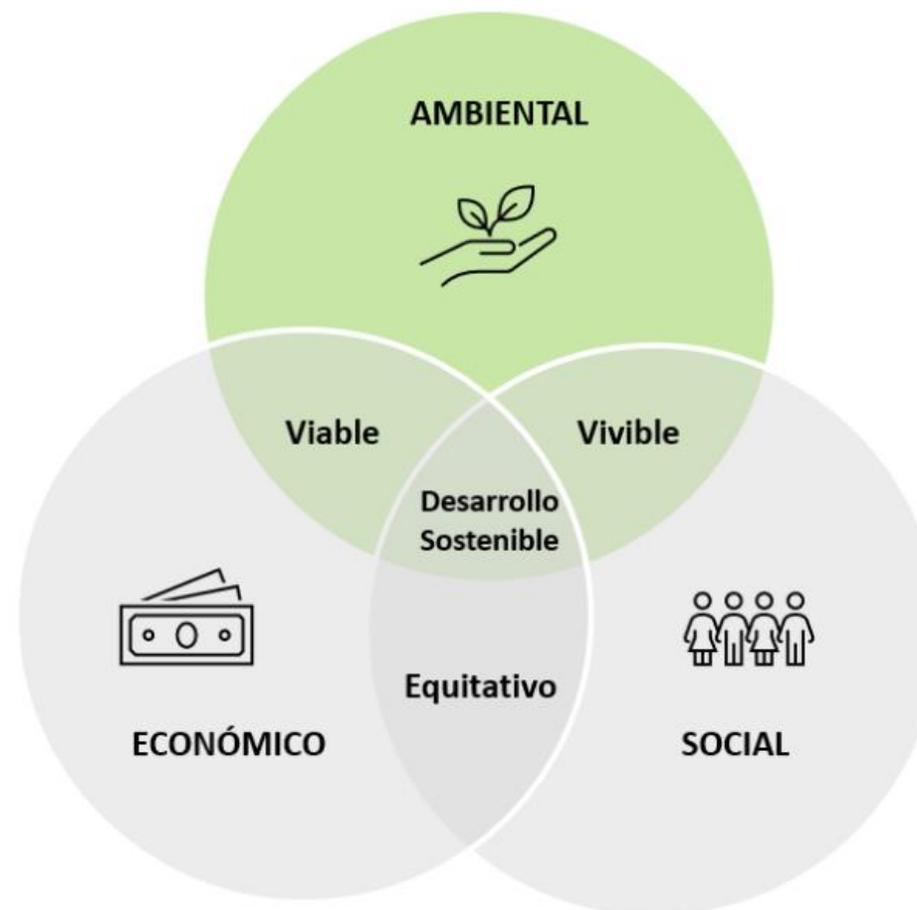
4. Una tecnología efectiva y sostenible



“We are the first species in the four-billion-year history who understands what is happening to our world. We are also the first species to understand what is needed to put it right. Our intelligence has brought us this far, and it is the only thing that can save us.”

Life on our planet

Documental de Netflix





4. Una tecnología efectiva y sostenible



Certificación del Sistema de Gestión Zero Waste

RESIDUOS

2 años implementando nuestro programa de Economía circular

16.100 T

residuos generados en 2024

16.089 T

Aprovechados en otras actividades económicas

99.93%

De los residuos fueron aprovechados



<https://basuraceroglobal.com/certificacion-en-sistema-de-gestion-basura-cero/>



80-100 puntos

BESSAC ANDINA

Primera empresa colombiana del sector de la construcción en obtener esta certificación

Categoría Oro

Residuos de excavación y lodos

son desintoxicados y aprovechados en rellenos de zonas erosionadas y compostaje

01

Residuos convencionales

son aprovechados en diferentes industrias como construcción, manufactura y agricultura

02

Residuos peligrosos

son aprovechados en concreteras (Holcim), aceite recuperado y despiece de aparatos electrónicos

03





4. Una tecnología efectiva y sostenible



Huella de Carbono

Indicador ambiental que refleja cantidad de GEI expresada como CO₂ equivalente, que es emitida directa o indirectamente como consecuencia de una actividad determinada.

¿Cómo se calcula?



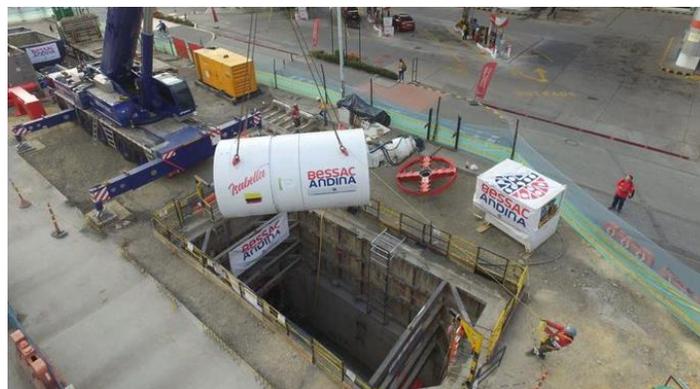


4. Una tecnología efectiva y sostenible



Comparación Pipe Jacking vs. Zanja abierta

Pipe Jacking



Zanja abierta



Tramos:	1
Equipo:	EPB 2200
DN:	2200 mm
Profundidad:	8 m a batea
Longitud:	600 m
Ubicación:	Bogotá D.C.
Tubería:	Concreto reforzado





4. Una tecnología efectiva y sostenible



Comparación Pipe Jacking vs. Zanja abierta

Pipe Jacking

ACTIVIDAD	Materiales	Transporte de carga	Uso de combustible	TOTAL (kg CO ₂ -eq)	Porcentaje del total (%)
1. Actividades preliminares	-	539	17,035	17,574	
Instalación de campamento de obra	-	28	5,982	6,010	0%
Movilización de equipos a la zona de trabajo	-	414	7,078	7,492	0%
Adecuación de espacio público	-	98	3,975	4,072	0%
2. Construcción de pozos de trabajo	70,996	12,286	95,884	179,166	11%
Construcción de pozos de trabajo	70,996	12,286	95,884	179,166	11%
3. Instalación de tubería PJ	688,307	98,243	295,287	1,081,837	
Preparación de fluidos para perforación y lubricación	55,443	35,018	-	90,461	6%
Excavación de terreno en el frente con la rueda de corte	-	37,201	153,705	190,906	12%
Instalación y control de alineamiento de tubería JP	632,864	26,024	141,582	800,470	49%
4. Obra civil posterior	167,340	6,801	168,057	342,198	
Construcción de pozos intermedios	22,842	1,547	36,077	60,466	4%
Adecuación a cámaras de inspección	32,826	3,632	114,339	150,798	9%
Recuperación de espacio público	111,671	1,181	8,204	121,056	7%
Desmovilización de equipos	-	442	9,437	9,879	1%
TOTAL	926,643	117,869	576,263	1,620,776	

1621 t CO₂-eq

Zanja abierta

ACTIVIDAD	Materiales	Transporte de carga	Uso de combustible	TOTAL (kg CO ₂ -eq)	Porcentaje del total (%)
1. Actividades preliminares	-	1,918	116,035	117,953	
Instalación de campamento de obra	-	29	5,982	6,011	0%
Movilización de equipos a la zona de trabajo	-	97	-	97	0%
Adecuación de espacio público	-	1,793	110,052	111,845	5%
2. Excavación de zanja	-	190,663	293,304	483,967	
Entibado de zanja	-	735	85,845	86,580	4%
Excavación de zanja	-	189,929	207,459	397,388	19%
3. Instalación de tubería ZA	546,892	62,921	58,211	668,024	
Construcción de cama de tubería	45,036	33,469	39,753	118,258	6%
Instalación de tubería	501,855	29,452	18,458	549,766	26%
4. Relleno y recuperación de espacio público	356,392	121,321	384,711	862,424	
Relleno y compactación	160,241	119,084	213,320	492,645	23%
Construcción de cámaras de inspección	36,293	422	50,709	87,424	4%
Recuperación de espacio público	159,857	1,690	114,194	275,742	13%
Desmovilización de equipos	-	124	6,488	6,612	0%
TOTAL	903,283	376,823	852,261	2,132,367	

Reducción de la Huella de Carbono PJ vs. ZA

-512 t CO₂-eq

2132 t CO₂-eq

Reducción porcentual de la Huella de Carbono PJ vs. ZA

-24.0%





4. Una tecnología efectiva y sostenible



Comparación Pipe Jacking vs. Zanja abierta

Pipe Jacking

1621 t CO2-eq

Zanja abierta

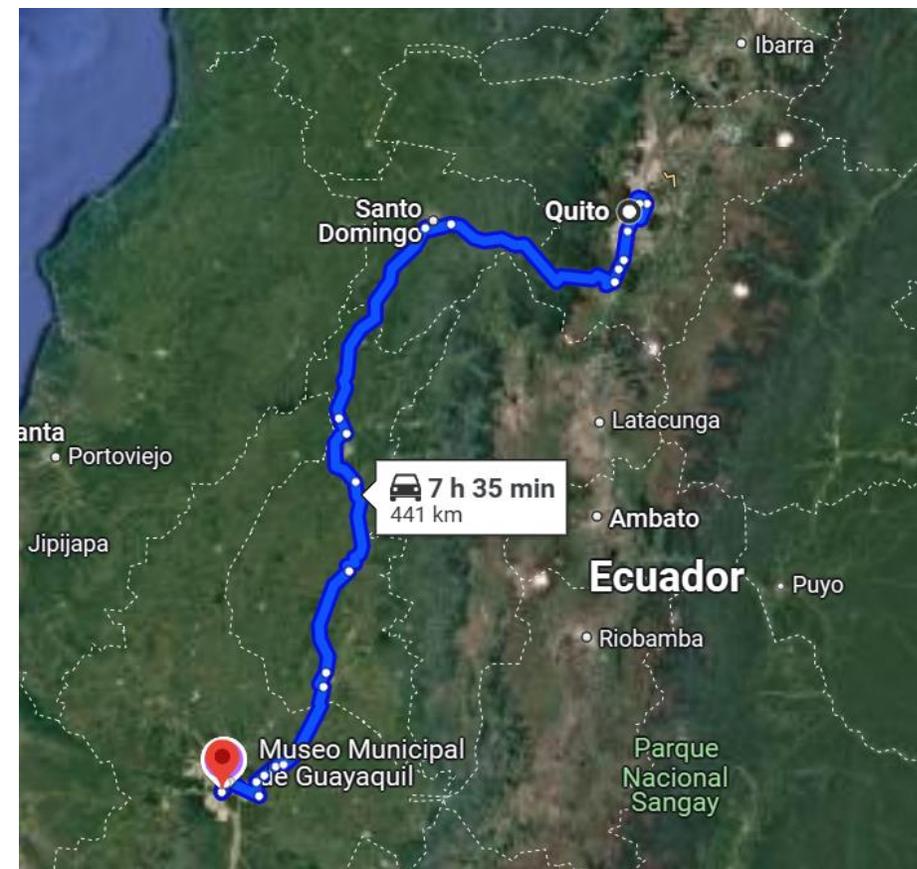
2132 t CO2-eq

Reducción de la Huella de Carbono PJ vs. ZA

-512 t CO2-eq

Reducción porcentual de la Huella de Carbono PJ vs. ZA

-24.0%



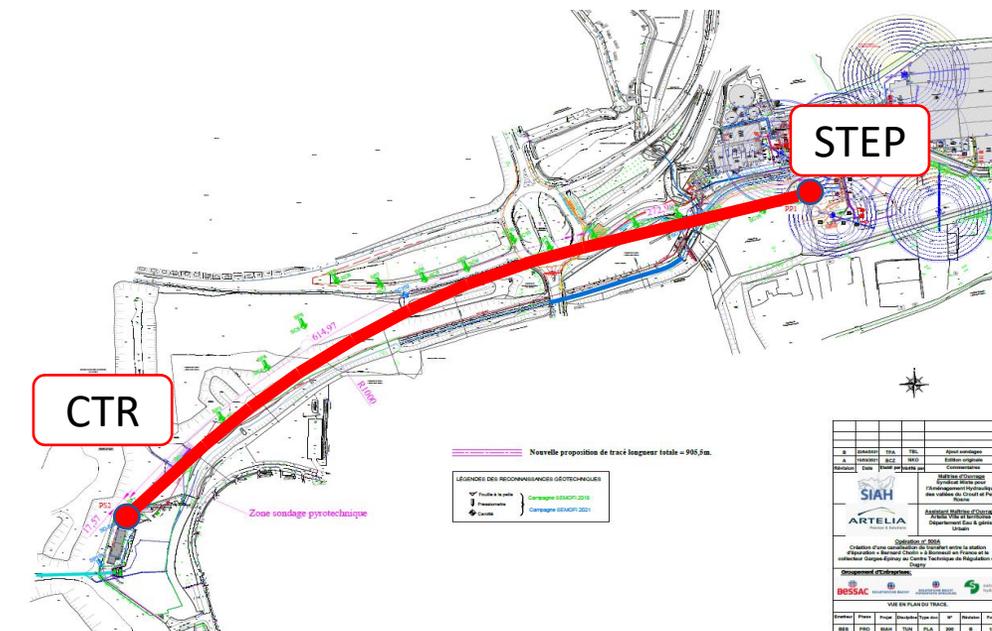
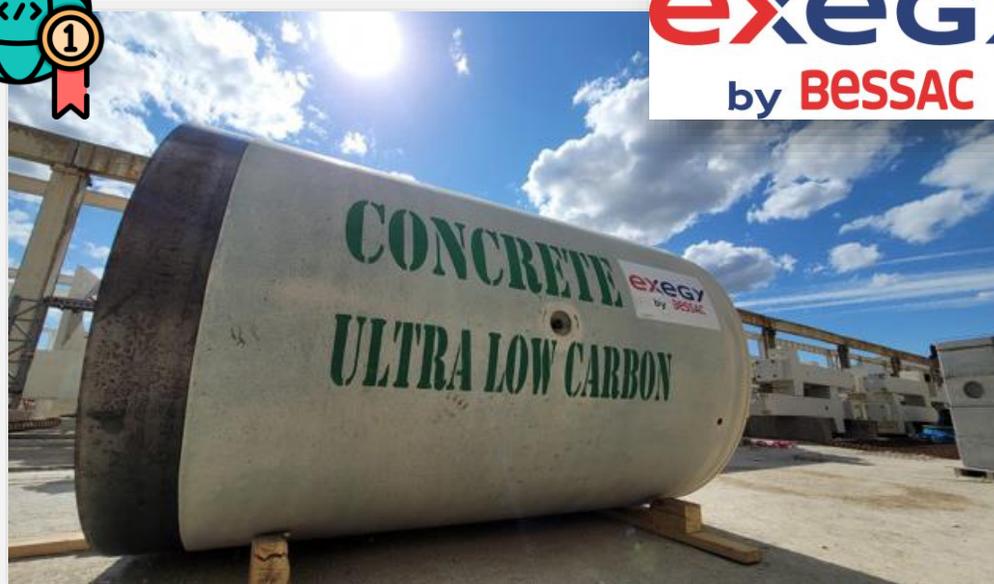
¡Ir y volver **2365** veces de Quito a Guayaquil en vehículo particular!



4. Una tecnología efectiva y sostenible



Tuberías de Concreto Ultra Bajo en Carbono



1er TÚNEL DEL MUNDO CONSTRUIDO 100% CON TUBERÍA DE CONCRETO ULTRA BAJO EN CARBONO



<https://www.soletanche-bachy.com/es/bessac-completa-las-obras-del-primero-tunel-construido-en-su-totalidad-con-tubos-de-hormigon-de-ultra-bajo-contenido-de-carbono-de-la-marca-exegy/>





4. Una tecnología efectiva y sostenible



Tuberías de Concreto Ultra Bajo en Carbono

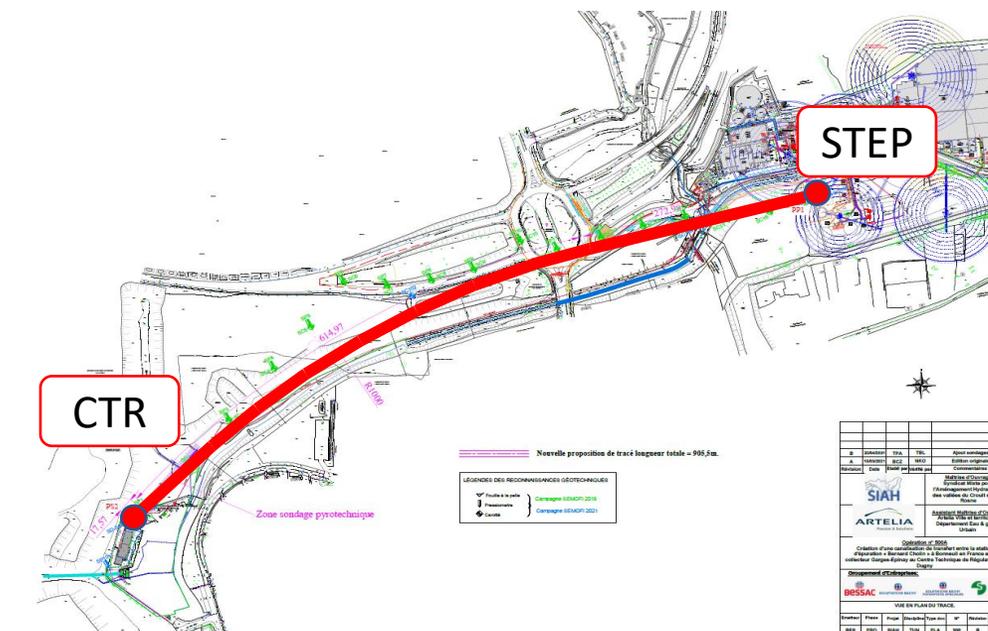
Ejecución: 2021

Diseño y construcción de Microtúnel de **920 m** de longitud, en un ID de **1600 mm**

Túnel de vertido de aguas tratadas en Bonneuil-en-France

304 tubos prefabricados en concreto ultra bajo en carbono

- ❖ 625 T de empuje → C50/C60
- ❖ Durabilidad frente a sulfato del terreno y acidez de aguas residuales
- ❖ Autocompactante para facilitar su manejo



<https://www.soletanche-bachy.com/es/bessac-completa-las-obras-del-primero-tunel-construido-en-su-totalidad-con-tubos-de-hormigon-de-ultra-bajo-contenido-de-carbono-de-la-marca-exegy/>





4. Una tecnología efectiva y sostenible



Tuberías de Concreto Ultra Bajo en Carbono



Fórmula de concreto **cuatro** veces más baja de CO₂ que las utilizadas generalmente para tuberías de hincapi prefabricadas. (**84 kg CO₂-eq/m³**)

Esta fórmula se obtuvo mediante la recombinación

- ❖ cemento CEM I (20%)
- ❖ escoria (80%)



<https://www.soletanche-bachy.com/es/bessac-completa-las-obras-del-primer-tunel-construido-en-su-totalidad-con-tubos-de-hormigon-de-ultra-bajo-contenido-de-carbono-de-la-marca-exegy/>





4. Una tecnología efectiva y sostenible



Tuberías de Concreto Ultra Bajo en Carbono



Este proyecto se inscribe en el compromiso medioambiental de **Soletanche Bachy / VINCI Construction** de reducir en 2030 la huella de carbono de sus obras en un **20%** al apostar sobre

- ❖ La reducción en el consumo de **cemento** (alcance 3)
- ❖ La reducción en el consumo de **combustible y energía en un 40%** en 2030 (alcances 1 y 2).



<https://www.soletanche-bachy.com/es/bessac-completa-las-obras-del-primer-tunel-construido-en-su-totalidad-con-tubos-de-hormigon-de-ultra-bajo-contenido-de-carbono-de-la-marca-exegy/>





By  SOLETANCHE BACHY COLOMBIA



Túneles y
microtúneles

¡Visita nuestro Stand!



Juan Manuel Jaime
Gerente de Construcción
jjaime@soletanche-bachy.com.co



Ana María Ríos Ávila
Profesional Comercial Técnico
arios@bessac-andina.com

