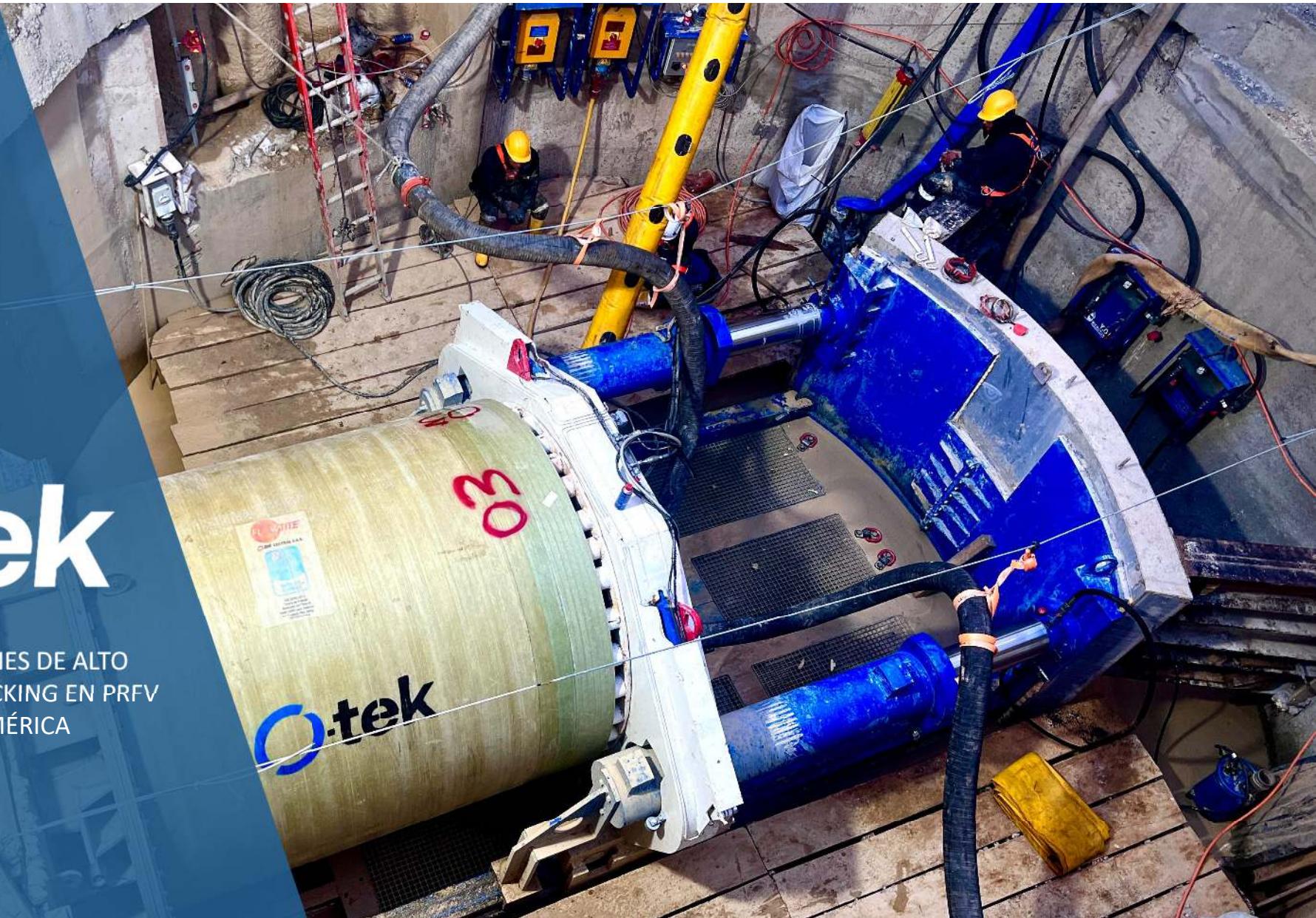


PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA





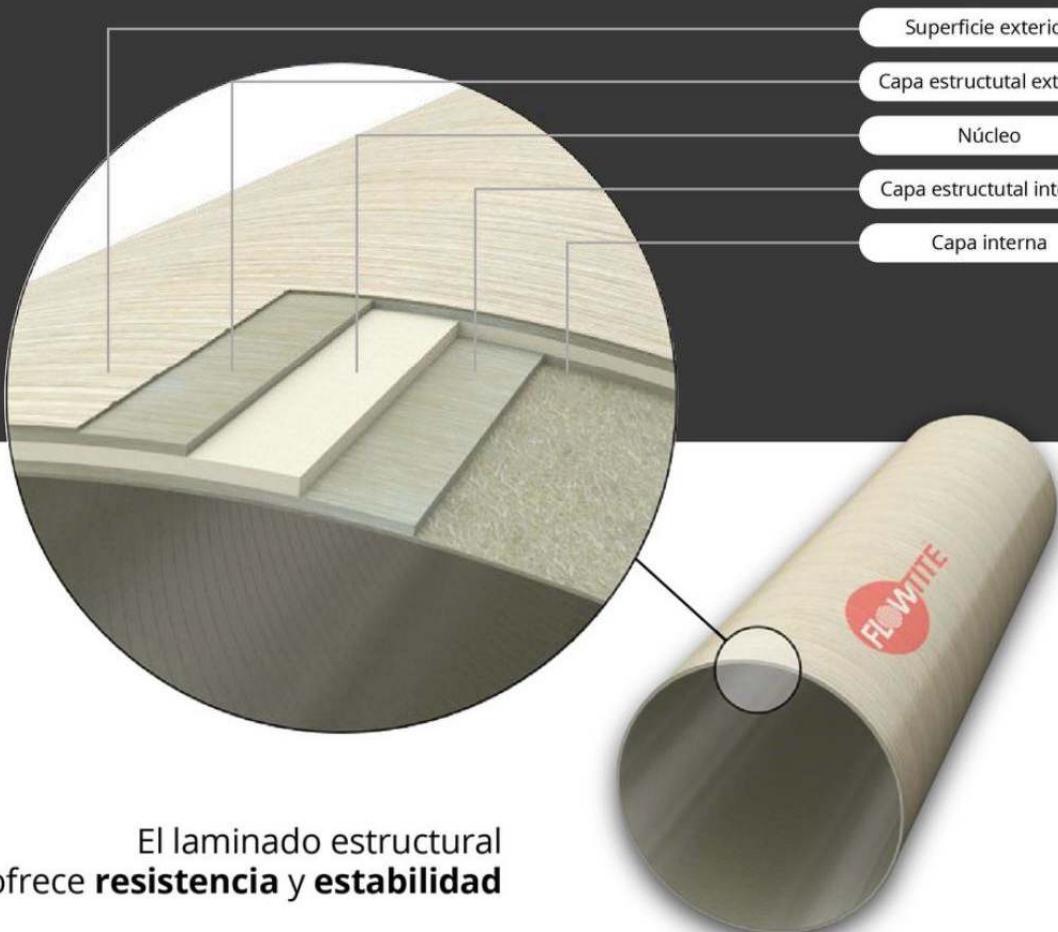
DESAFÍOS Y SOLUCIONES DE ALTO
DESEMPEÑO EN PIPE JACKING EN PRFV
O-TEK LATINOAMÉRICA





Poliéster
Reforzado con
Fibra de
Vidrio

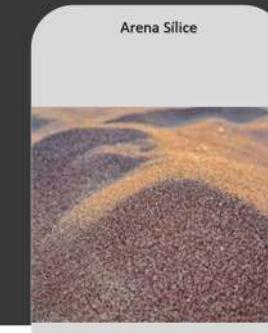
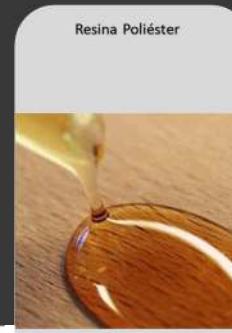
¿Cómo están compuestas las tuberías de **GRP / PRFV**?



La tubería **Flowtite** fabricada por **O-TEK** está conformada por:

- Resina de Poliéster (Vinilester)
- Fibra de vidrio
- Arena Sílice

La composición puede ser modificada para cumplir con propiedades específicas de **resistencia a la presión** interna y **Rigidez** a cargas externas.



Resultado en un tubo con:

- Excelente resistencia química
- Alta resistencia a la tensión axial y circunferencial
- Alta Rigidez
- Superficie interna más lisa

1. Flowtite Pressure Pipes
Acueductos, Sistemas de Riego,
Centrales Hidroeléctricas.



4. Flowtite Jacking Pipes
Para Microtunelería e Hincado
en aplicaciones a gravedad
y presión.
Cualquier diámetro y longitud.



2. Flowtite Grey
Alta resistencia al impacto.
Para todas las aplicaciones a presión
y gravedad.



5 . Flowtite Biaxial Pipes
Resistencia axial elevada.
Sistemas de Refrigeración,
Desalinización y otros Sistemas Industriales.

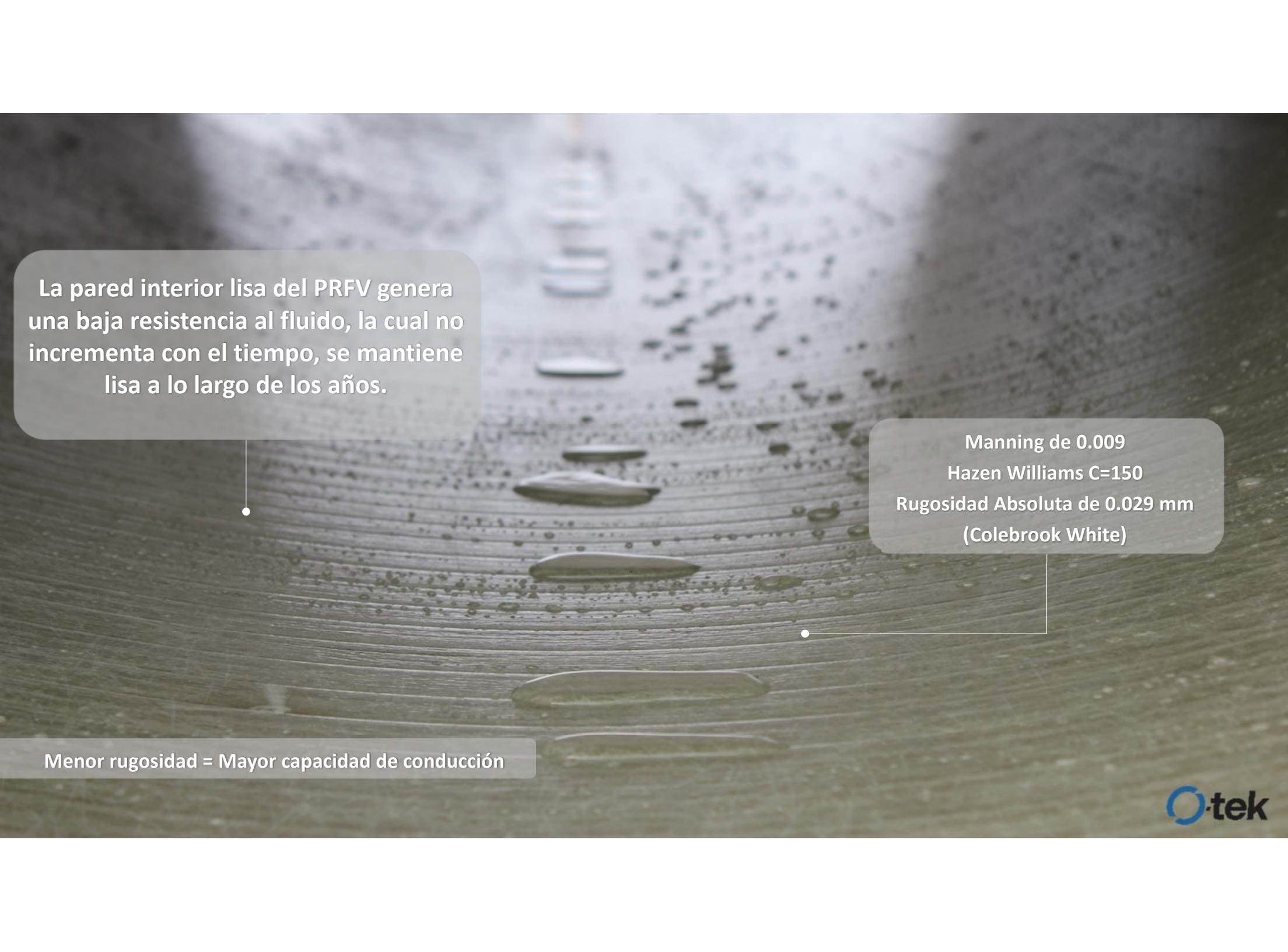


3. Flowtite Sewer Pipes
Recubrimiento interno flexible
con mayor resistencia al
water jet cleaning y corrosión.
Alcantarillado / Cloaca y
Sistemas de Aguas Lluvias.



6. Flowtite Orange
Resistencia extrema al desgaste
Redes Pluviales y Minería.





La pared interior lisa del PRFV genera una baja resistencia al fluido, la cual no incrementa con el tiempo, se mantiene lisa a lo largo de los años.

Manning de 0.009
Hazen Williams C=150
Rugosidad Absoluta de 0.029 mm
(Colebrook White)

Menor rugosidad = Mayor capacidad de conducción

VENTAJAS DE LAS METODOLOGIAS DE INSTALACIÓN SIN ZANJA ABIERTA

Mínima interrupción del tránsito.
Bajo impacto urbano



Disminuye los costos



Instalación de largos tramos de tubería en
suelos tanto cohesivos como no cohesivos



Permite instalaciones en áreas inaccesibles. No hay
interferencia con otros servicios.



CLASIFICACION TECNOLOGIAS SIN ZANJA



| | Diámetros Chicos | Diámetros Grandes | Permite el Ingreso | Guiado | Suelos Blandos | Suelos Duros | Apto PRFV |
|---------------|------------------|-------------------|--------------------|--------|----------------|--------------|-----------|
| Pipe Jacking | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ↻ |
| Auger Boring | ✓ | ✗ | ✗ | ⚠ | ✓ | ⚠ | ↻ |
| Pipe Direct | ✓ | ⚠ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| HDD | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ⚠ | |
| Pipe Ramming | ✓ | ⚠ | ✗ | ✗ | ✓ | ✗ | |
| Tunel Liner | ✗ | ✓ | ✓ | ⚠ | ✗ | ✓ | ↻ |
| Pipe Bursting | ✓ | ✗ | ✗ | ⚠ | ✓ | ✗ | ↻ |
| Overdrill | ✓ | ✗ | ⚠ | ⚠ | ✓ | ✗ | ↻ |

INSTALACIÓN CON ZANJA VS. SIN ZANJA

Zanja Abierta



Sin Zanja



TUNNEL LINER Caso La Dulcera

Pozo de trabajo



Descargue de tubería



Almacenamiento de tubería



Canalización de la Quebrada La Dulcera en la ciudad de Pereira en tres tramos para la etapa I de 168,3m DN 1400 y 1900.



TUNNEL LINER Caso La Dulcera



Excavaciones de pozos



Encamisado metálico



Piso de nivelación



TUNNEL LINER Caso La Dulcera



Ingreso de tubería en túnel



Ensamble de tubería





Inyección de mortero fluido





Condiciones generales



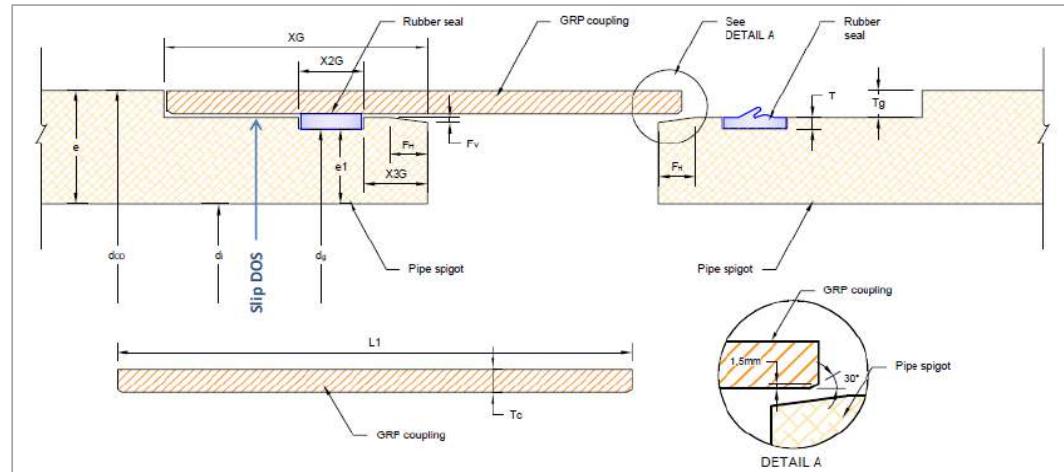
- Ubicación: Cartagena
- Cliente: Acuacar
- DN: 1600
- PN: 1

Cámara de lanzamiento

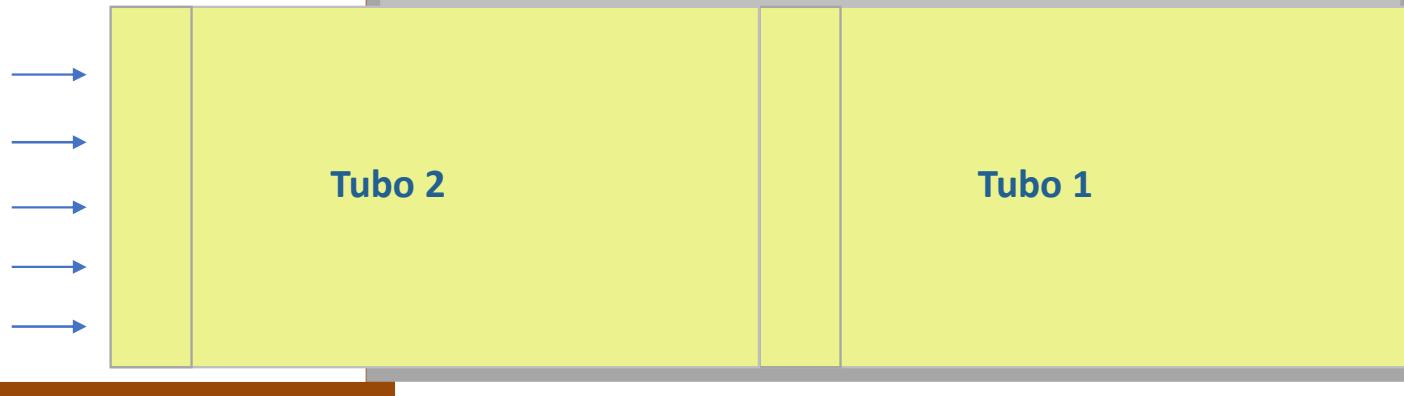


- SN: 10000
- Longitud: 450 mt.
- Longitud por tubo: 3m
- Año 2019

SLIPLINING



Tubería Existente



Cámara de lanzamiento

SLIPLINING Caso Villa Estrella



Filtro de carbón para control de gases



Tapón para control de agua



Estructura para empuje de tubería



Posicionamiento de tubería y estructura
para empuje



Empuje de tubería con maquinaria



SLIPLINING

Caso Villa Estrella



Posicionamiento de tubería y estructura para empuje



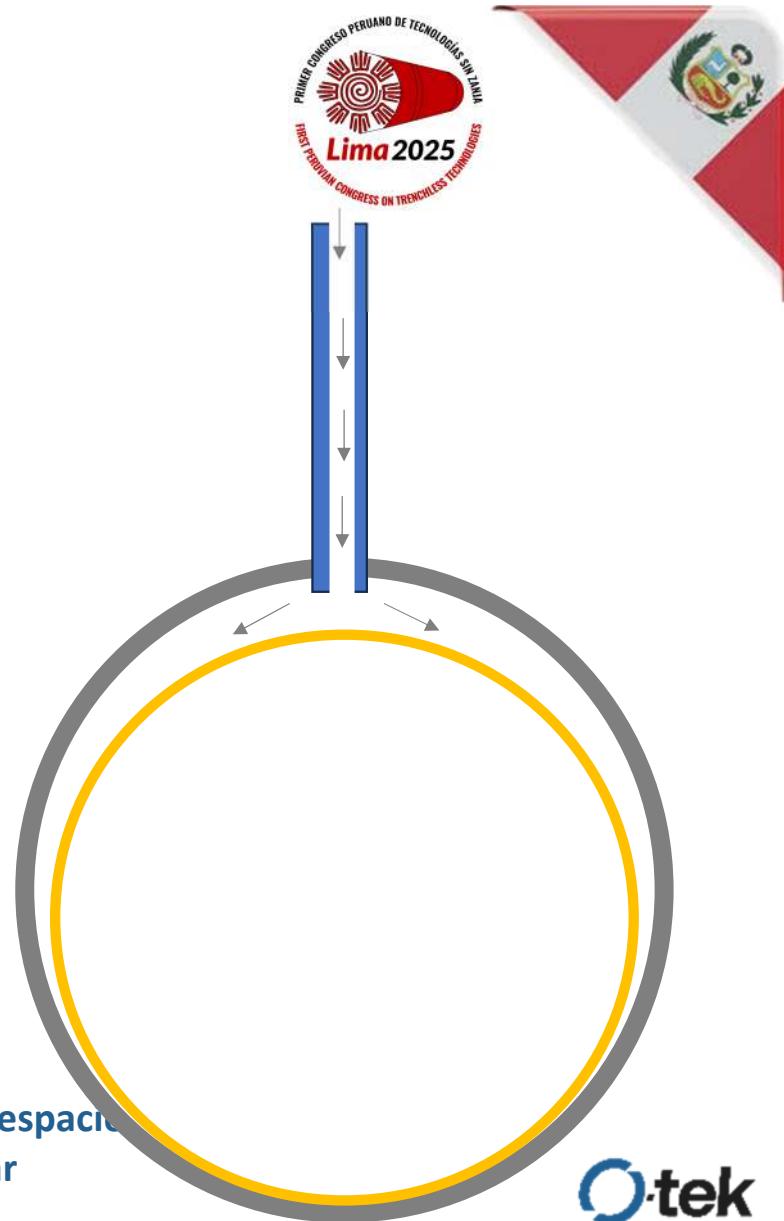
Empuje de tubería con maquinaria



SLIPLINING Caso Villa Estrella



Llenado de espacio
anular



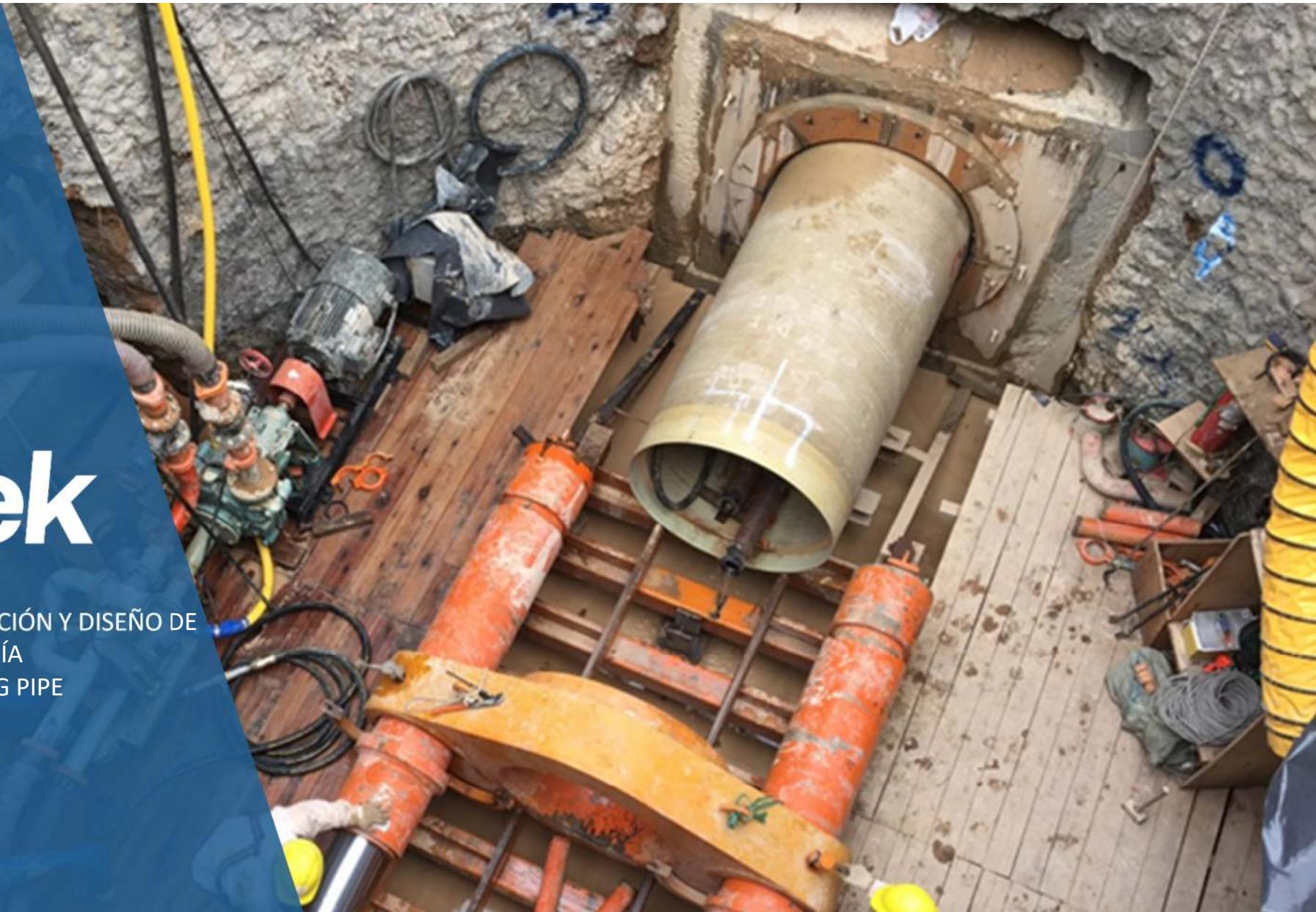
O-tek

PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN TANQUE
LIMA 2025
PERUVIAN CONGRESS ON TRENCHLESS TECHNOLOGIES





ESTÁNDARES DE FABRICACIÓN Y DISEÑO DE
LA TUBERÍA
PRFV JACKING PIPE





Pipe Jacking

Técnica para instalación de tuberías subterráneas; donde se usan potentes gatos hidráulicos para empujar tubería especialmente diseñada para resistir altas fuerzas de compresión axial.

Las tuberías van siendo instaladas detrás de una maquina perforadora que está realizando al mismo tiempo la excavación del túnel; al final del proceso el túnel queda revestido con la tubería.

ESTÁNDARES DE FABRICACIÓN Y DISEÑO DE LA TUBERÍA

Diámetro Nominal (DN) 

300 – 2400mm

Presión Nominal (PN) 

1 – 6 – 10 bar

Rigidez Nominal (SN) 

32.000 – 1.000.000N/m²

Fuerza de Empuje 

30 – 900 ton

Longitud Unitaria (L) 

2, 3, 4, 6m

(Otras longitudes disponibles según
requerimiento)



O-tek

ESTÁNDARES DE FABRICACIÓN Y DISEÑO DE LA TUBERÍA



International
Organization for
Standardization

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
25780

First edition
2011-05-15

Plastics piping systems for pressure and non-pressure water supply, irrigation, drainage or sewerage — Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin — Pipes with flexible joints intended to be installed using jacking techniques

La tubería PRFV Flowtite es fabricada cumpliendo los requerimientos de calidad de la Norma ISO 25780, asegurando una excelente calidad y precisión en la ejecución de los proyectos de pipe Jacking.



Parámetros de diseño mecánico de la tubería PRFV

Los parámetros mecánicos de la tubería GRP pueden variar dependiendo de la clase de rigidez y la fuerza de empuje. Los siguientes parámetros son indicativos y deben ser verificados para cada proyecto particular.

| Parámetro | Valor |
|---|-----------------------------|
| Densidad del material | 2000-2100 Kg/m ³ |
| Esfuerzo de compresión axial | > 90 MPa |
| Factor de seguridad para fuerza de empuje | 3,50 |



Ensayos de compresión axial a la tubería GRP



● Ensayo de compresión a
muestra de espigo



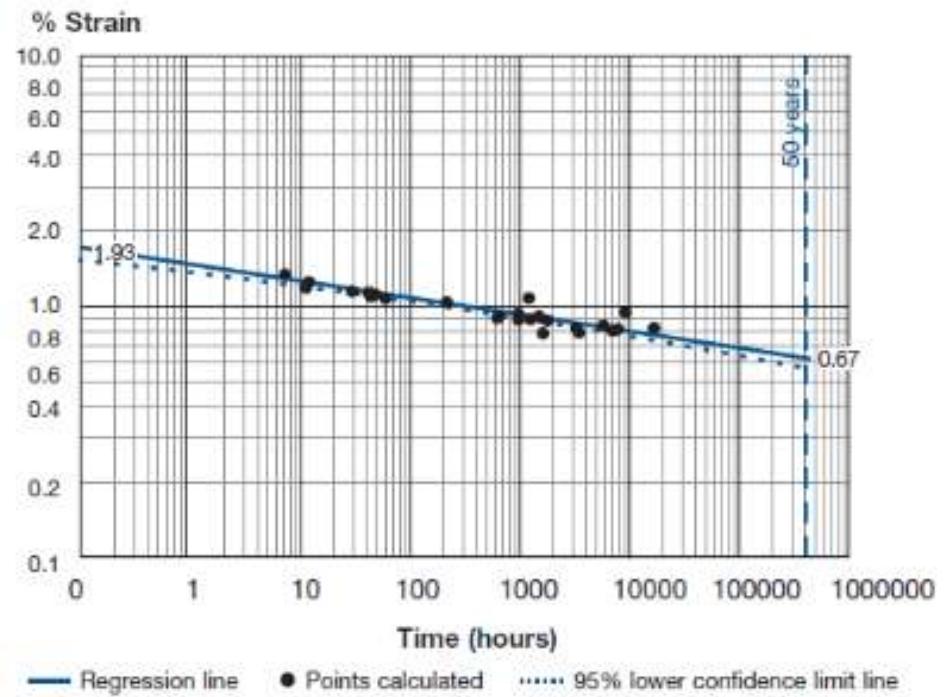
● Ensayo de compresión a sección
completa de tubería



Ensayos de resistencia a la corrosión



Figure 2
Strain Corrosion FLOWTITE Pipe



— Regression line ● Points calculated 95% lower confidence limit line

O-tek

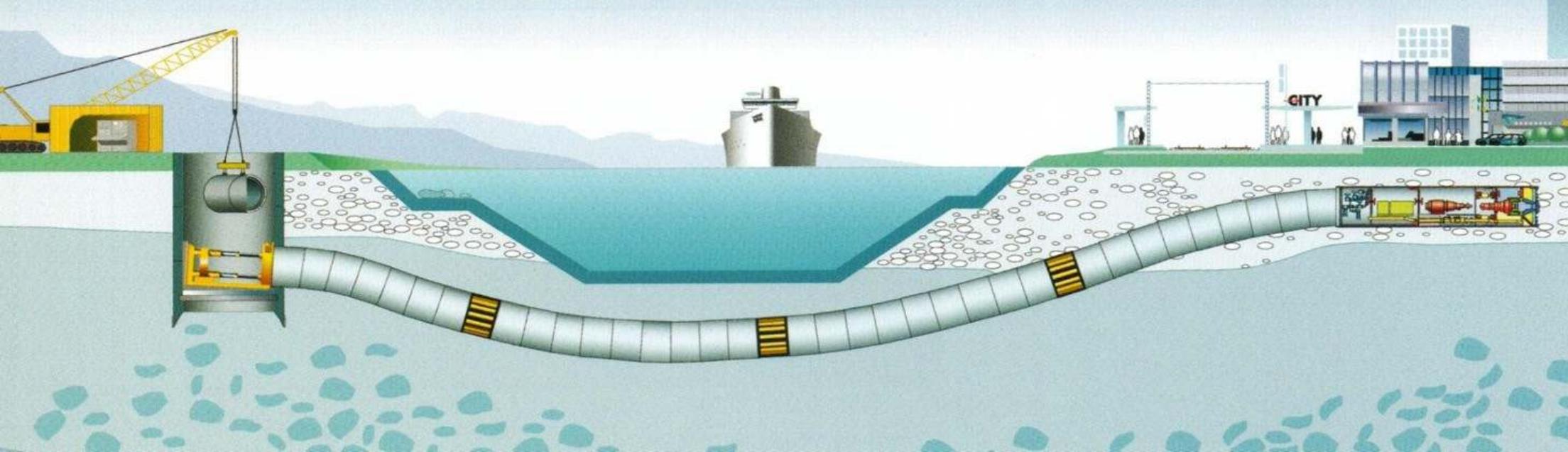
INSTALACIONES DE PIPE JACKING
CON TUBERÍAS DE PRFV





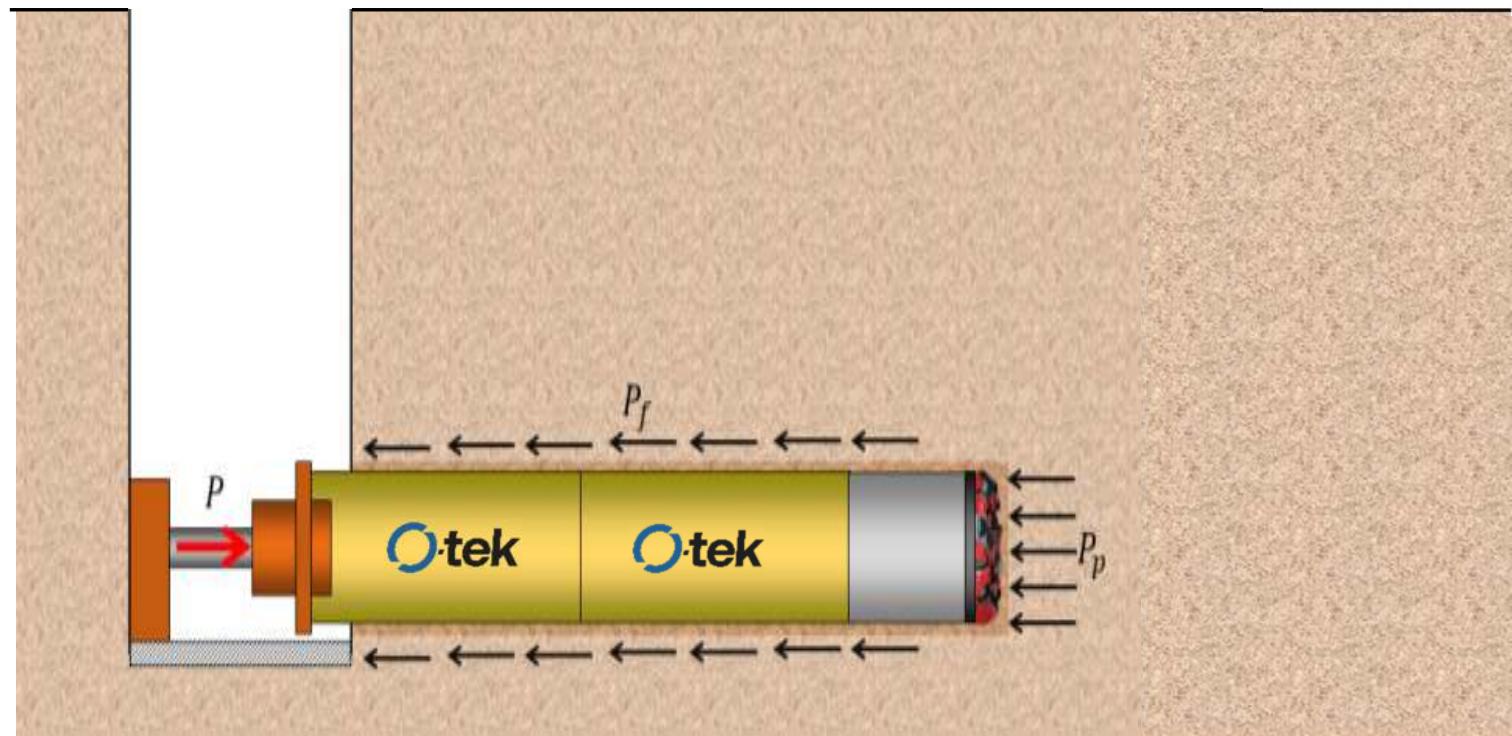
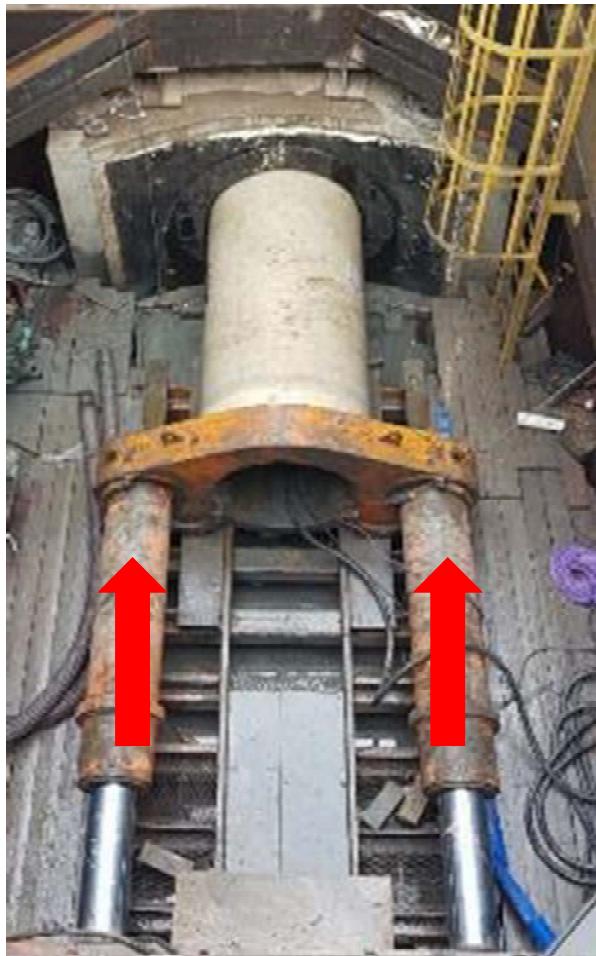
Instalación con TBM

- La tunelera va creando el túnel, excavando el suelo a medida que es empujada.
- Los tubos transmiten la fuerza de hincado desde los gatos hidráulicos hacia la TBM
- Los tubos siguen el camino exacto creado por la tunelera
- **La tunelera, su guiado y control, es lo que tiene influencia sobre la calidad de la obra, y no el tubo en sí mismo.**





Fuerza de empuje (jacking loads)



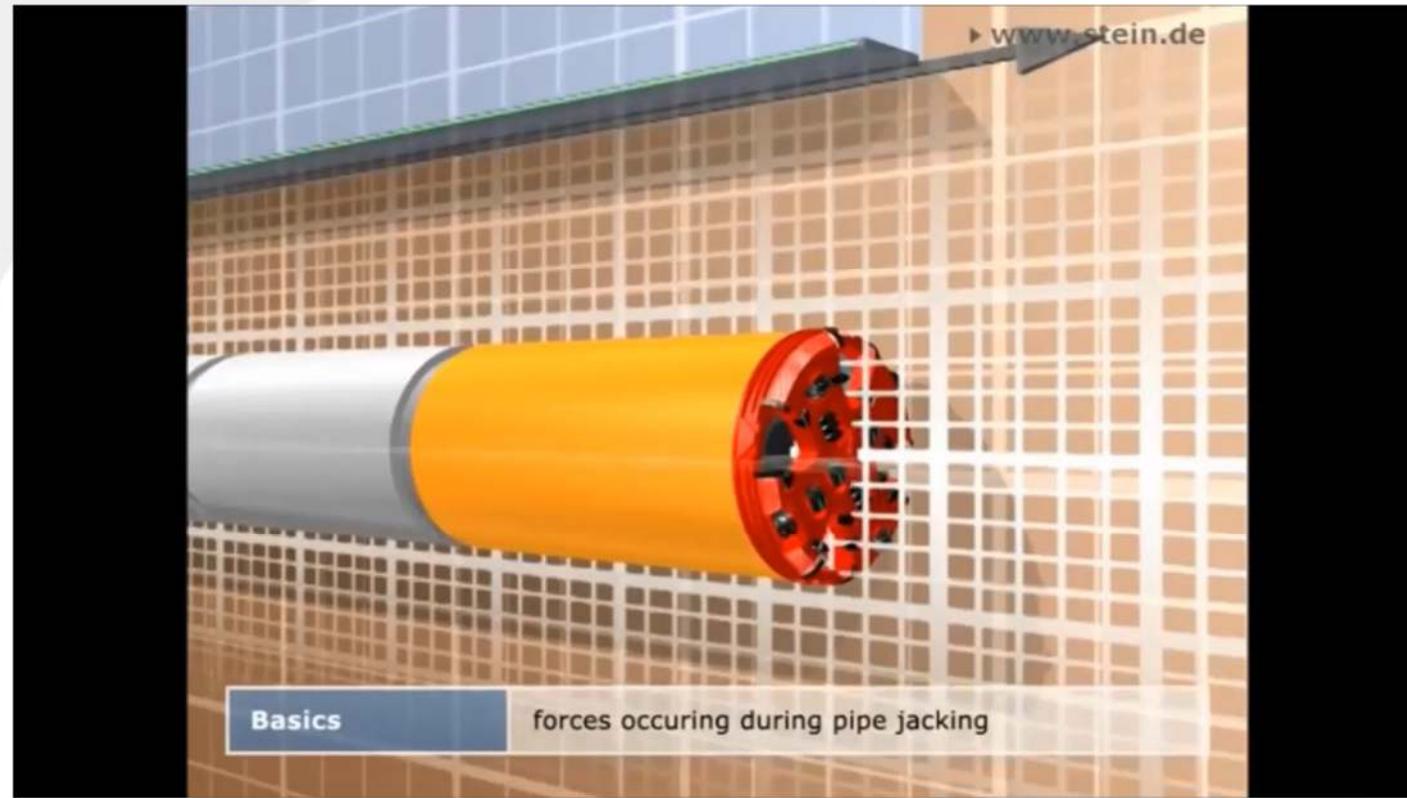
P = Fuerza de empuje (Ton)

P_f = Fuerza de fricción entre el tubo y el suelo (Ton)

P_p = Fuerza de resistencia a la penetración (ton)



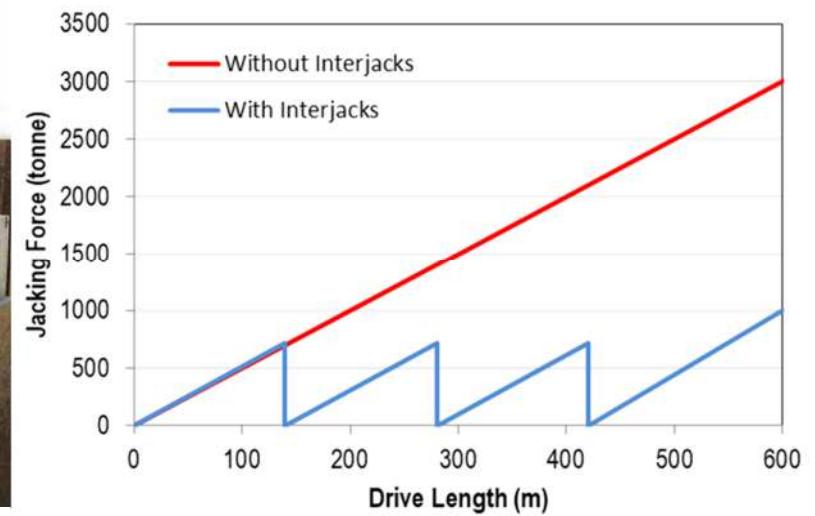
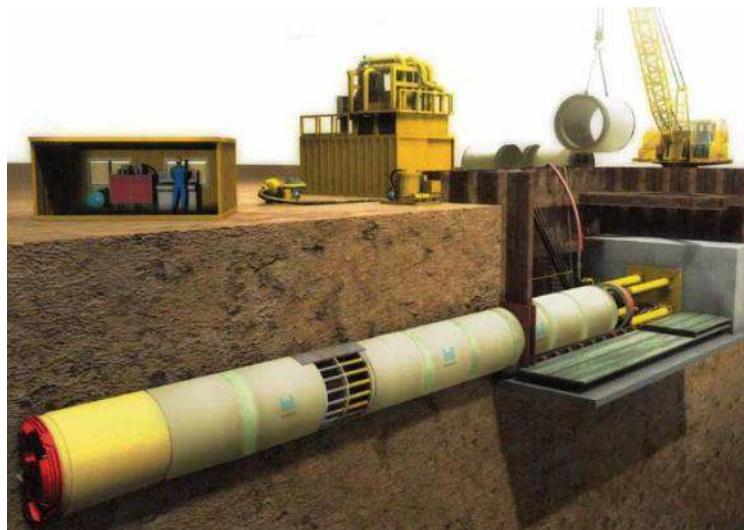
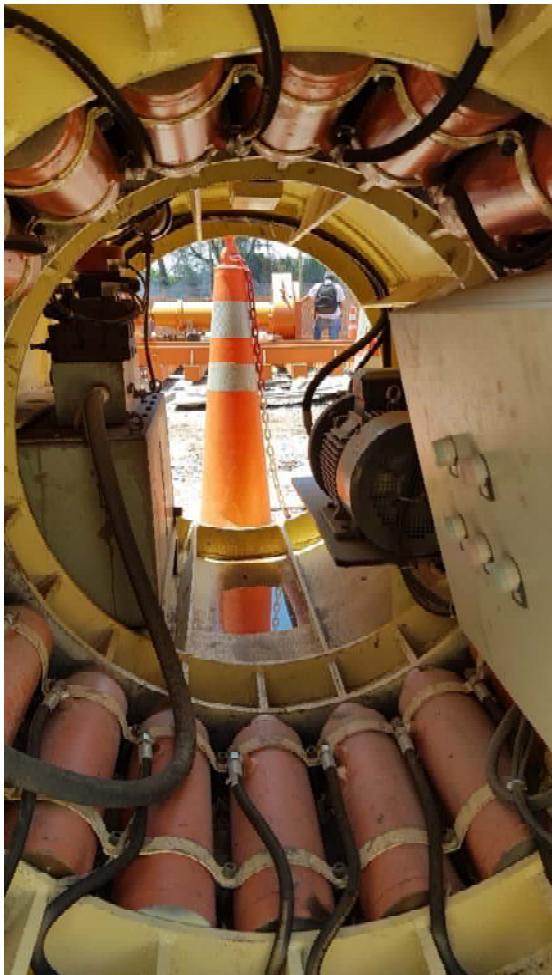
Fuerza de empuje (jacking loads)



INSTALACIONES PIPE JACKING



Estaciones intermedias



INSTALACIONES PIPE JACKING



IJS instalada



Trailer Pipe en PRFV



Ranuras para sellos y puerto de lubricación en Trailer pipe



Cilindro de acero y gatos hidráulicos

INSTALACIONES PIPE JACKING

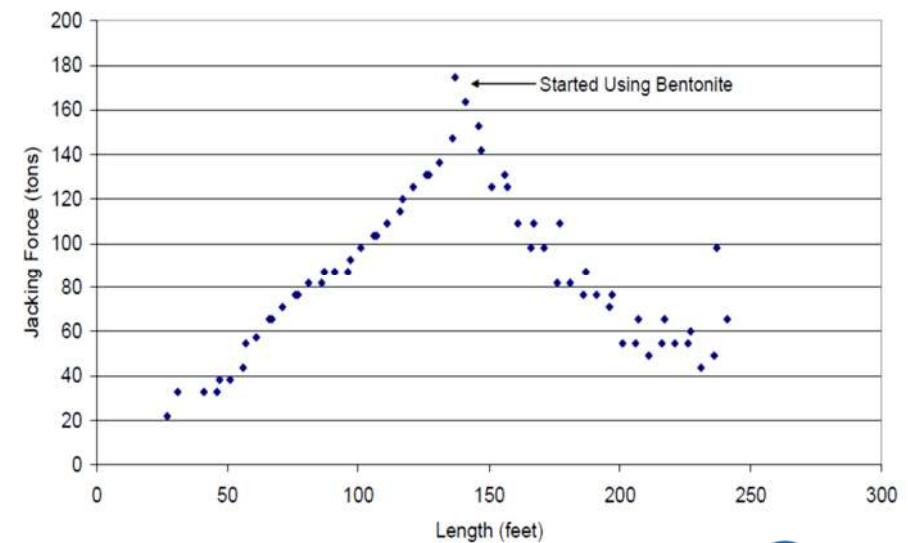
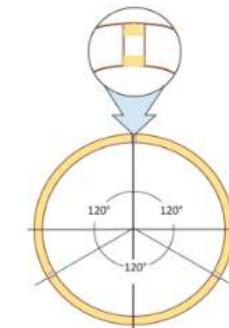
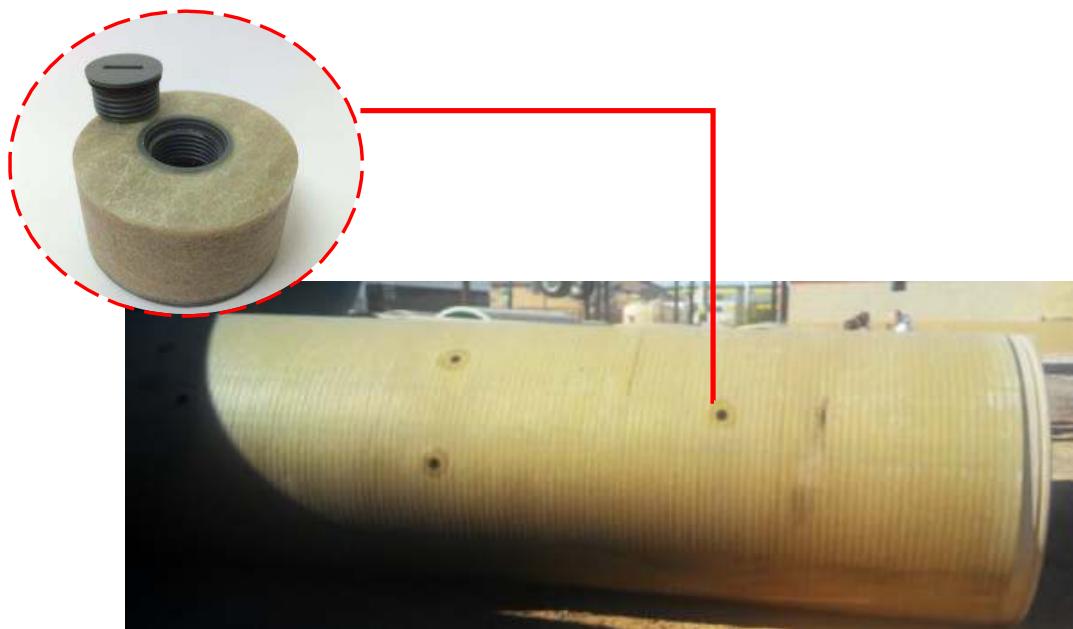


Puerto de Inyección de lubricación con bentonita

Con el fin de reducir la fricción entre el suelo circundante y la superficie exterior del tubo durante el proceso de hincado, se utilizan puertos de inyección de lubricante (normalmente bentonita)

Los puertos de inyección son fabricados en Acero inoxidable, PVC o Polietileno UHMW (Ultra High Molecular Weight).

Los puertos normalmente son fabricados de 1" a 2" de diámetro y permiten conectar el sistema de inyección del lubricante.

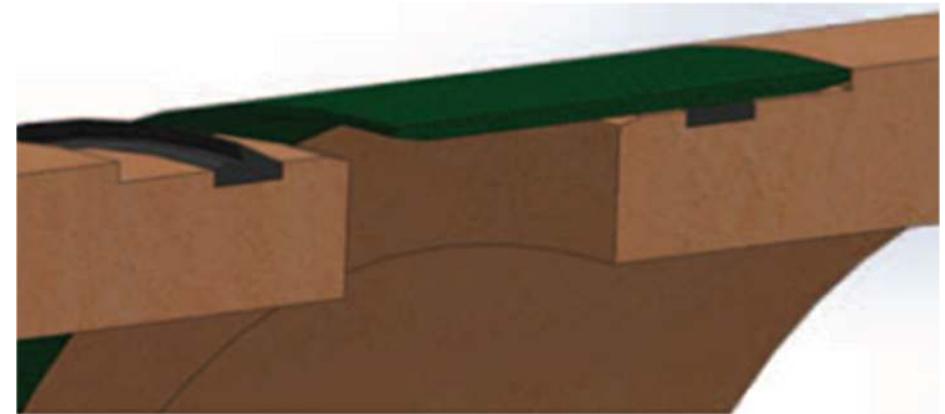


INSTALACIONES PIPE JACKING

Tipos de unión para tubería Jacking

Cople de PRFV liso:

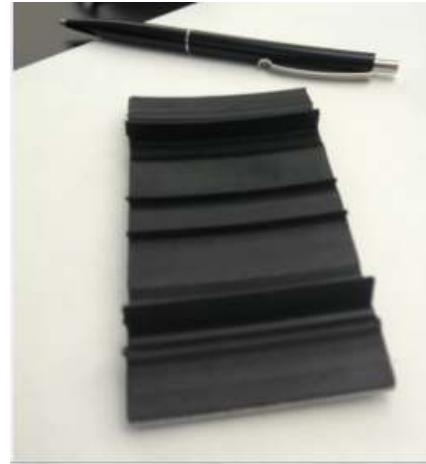
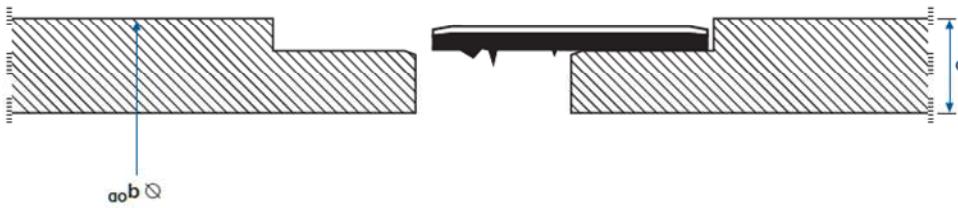
Cople hecho en PRFV con diámetro interno que se ajusta al empaque elastomérico instalado en una ranura en los espigas del tubo (hasta PN10).



Tipos de unión para Tubería Jacking

Cople de acero inoxidable

Cople de acero inoxidable con sello elastomérico integrado en todo al ancho del acople (hasta presión PN10).





Desviaciones angulares

Se pueden realizar instalaciones en tramos no rectos, verificando la capacidad del suelo mediante la DWA-A161 (Software Easy Pipe).

La instalación debe ser con máquinas de fuerza controlada y monitoreado de las uniones.

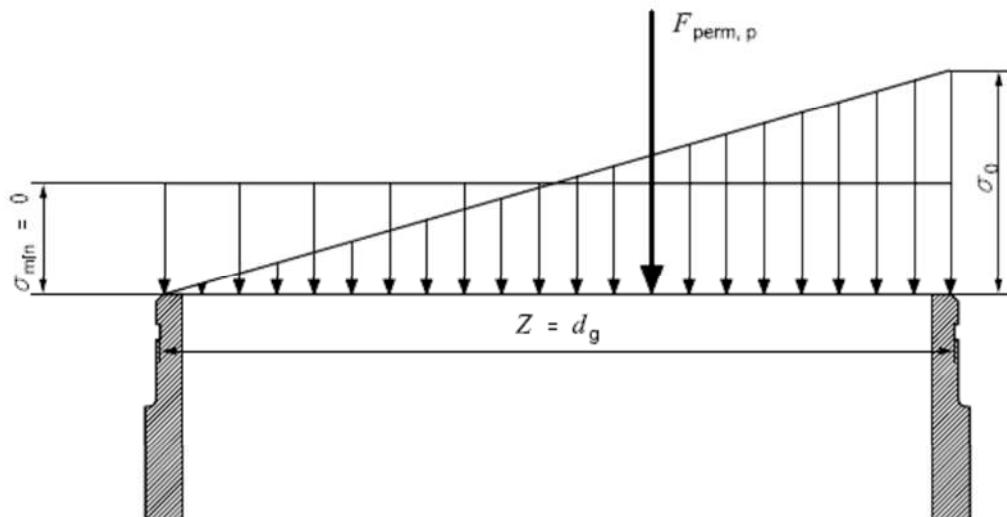
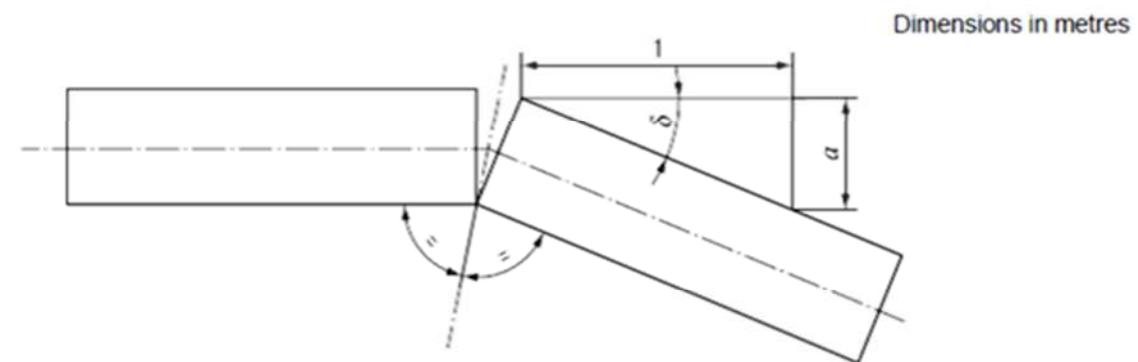


Figure C.4 — Closed joint — Maximum eccentricity

Table 2 — Maximum allowable installed deflection of pipe joints

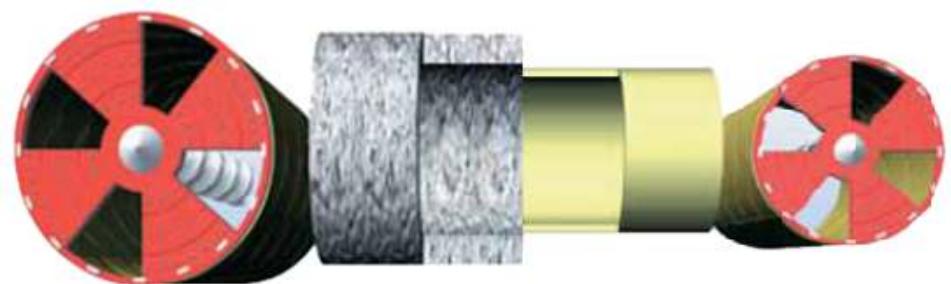
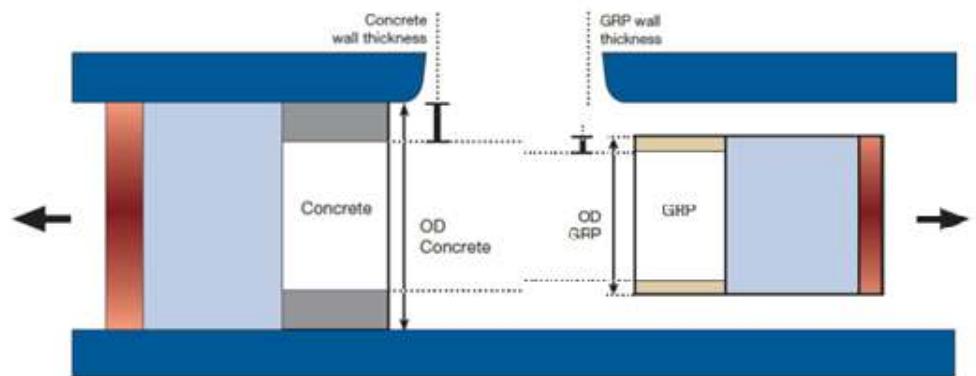
| External diameter d_{OD} mm | Maximum allowable installed deflection α mm/m | Maximum allowable installed deflection δ degrees |
|-------------------------------------|---|--|
| $d_{OD} \leq 200$ | 20 | 1,145 8 |
| $200 < d_{OD} \leq 500$ | 15 | 0,859 4 |
| $500 < d_{OD} \leq 1\,000$ | 10 | 0,572 9 |
| $1\,000 < d_{OD}$ | $\alpha = 10 \times \frac{1\,000}{d_{OD}}$ | Derive from value of α |





OPTIMIZACIÓN DE DIÁMETRO CON TUBERÍA DE PRFV (TUBERÍA DE CONCRETO)

- Menor coeficiente de Manning con lo cual se puede reducir el DN interno. Sumando a un menor espesor de pared, redundante en un menor volumen de excavación.
- Para una misma distancia entre cámaras, se necesita menor fuerza de empuje, ya la fuerza por fricción es menor, el tener un DN externo menor.
- Menor peso del tubo (relación 3 a 1). Esto impacta en los equipos de obra.
- Producción continua y bajo norma (ISO 25780).
- Resistencia a la corrosión
- Rango de diámetros a medida



COMPARATIVA HIDRÁULICA CONCRETO VS PRFV



Bajo peso = Gran capacidad de transporte

O-tek

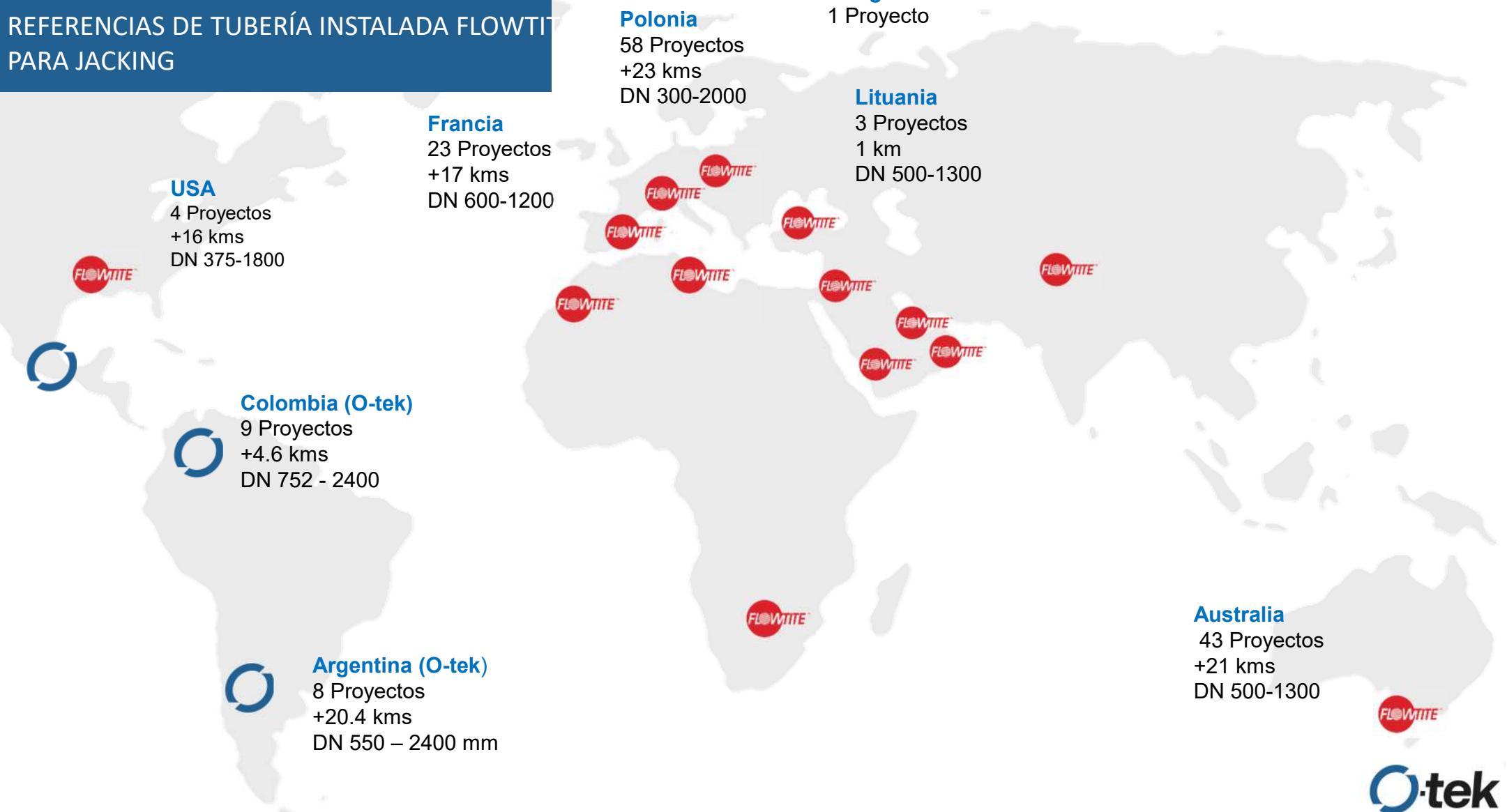


O-tek

**PICASOS DE ESTUDIO
PE JACKING – GRP/PRFV**



REFERENCIAS DE TUBERÍA INSTALADA FLOWTITE PARA JACKING



PIPE JACKING – BOGOTÁ ALDO PJ COE9 TRANMILENIO AV 68





DATOS GENERALES

Proyecto: ALDO PJ COE9 Transmilenio Av. 68

Ubicación: Bogotá, Colombia

Cliente: Mario Huertas C

Contratistas:

- Bessac Andina (OD1280-1100) PN1 SN - FE 225/321 T
- YDN Microtunneling (OD1940) PN1 SN 64000 FE 550 T

Aplicación: Alcantarillado pluvial

Tipo de acoples: GR

Tipo de maquina tuneladora: Tunnel boring machine

Longitud total: Aprox 900m



RENDIMIENTOS

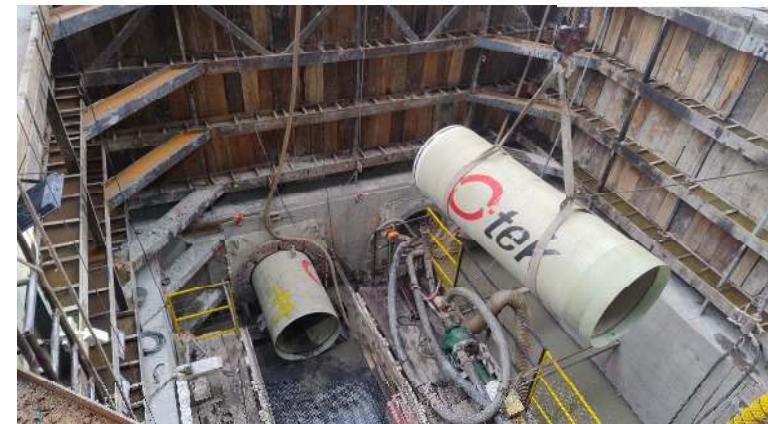


TRAMO BESSAC

Entregado en agosto de 2023 y se esperaba iniciar con el hincado de la tubería DN1280 en el mes de septiembre, pero debido a problemas estructurales con el diseño del pozo de lanzado se retrasó hasta el 24 de mayo de 2024.

El rendimiento obtenido una vez iniciado el hincado de la tubería fue de 6 tubos por día.

La fuerza de empuje promedio ha sido de 40 Ton y la máxima de 60 Ton.



TRAMO YDN

Entregado el 2 marzo de 2025 se inició hincado el 6 de marzo.

Se tuvo un rendimiento de 10 tubos por día.

La fuerza de empuje promedio ha sido de 50 Ton y la máxima de Ton.



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Pozo de lanzado





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Máquina perforadora (MTBM)





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Posicionamiento máquina perforadora (MTBM)



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Izaje y posicionamiento de tubería para el pozo de lanzado (YDN usó una excavadora común)



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Empaque - Lubricación



Soporte (Ejemplo)



Mangueras inyección de bentonita o polímeros





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Hincado del tubo



REGISTRO FOTOGRÁFICO



Soportes internos para cables y ductos



Rescate de la máquina



O-tek

REGISTRO FOTOGRÁFICO

- Todas las juntas en excelente estado
- Puertos de inyección en excelente estado
- Tiempos de entrega por debajo de lo esperado para los dos constructores.



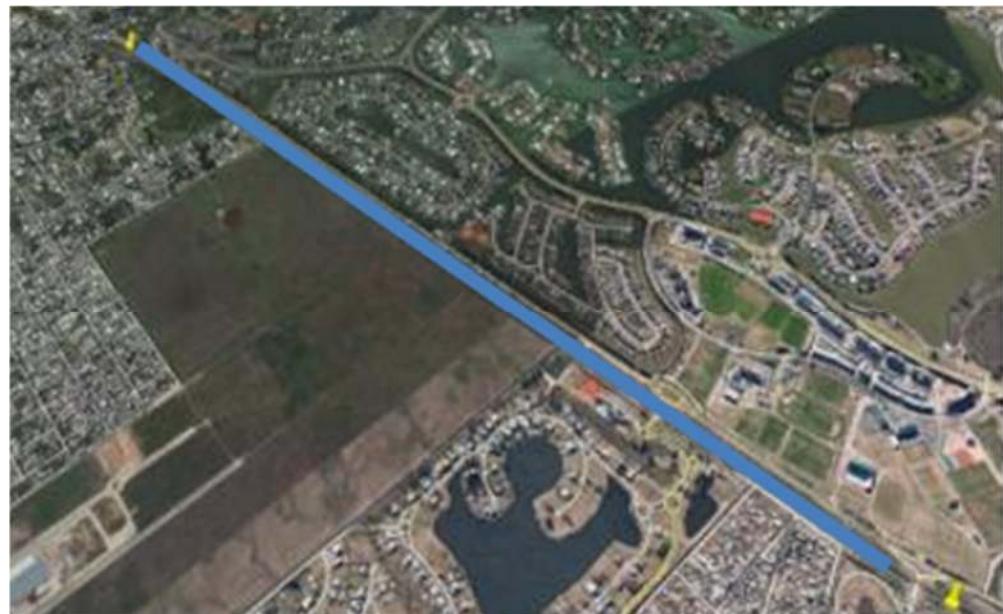


Pipe Jacking – Estanislao del Campo

- Primer proyecto de pipe jacking en LATAM con tubería de PRFV
- OD 1250 – F 375 Ton - SN 125.000 N/m²
- Máxima separación de pozos 340 m.
- Suelos limo arenosos densos (SPT>30)
- Instalación de 3.4 km de tubería

REGISTRO FOTOGRÁFICO

- Tiempos record en la instalación
- Juntas en excelente estado.



Pipe Jacking – Cloacas Córdoba

- Proyecto colectores cloacas córdoba
- Total 51 km
- 7 km con Pipe Jacking
- OD 1280 (ID1100)
- OD 1432 (ID1300)
- Fuerza de empuje 250 A 400 Tn
- Zonas de instalación del pj variadas
 - Suelos limosos firmes
 - Suelos arenosos
 - Suelos pedregosos (canto rodado)



Cloacas Córdoba



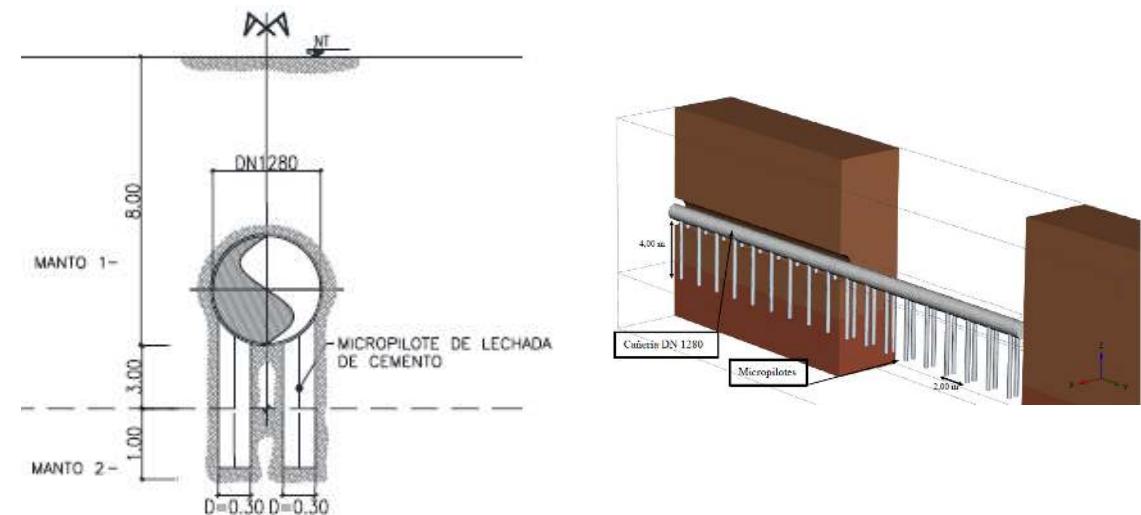
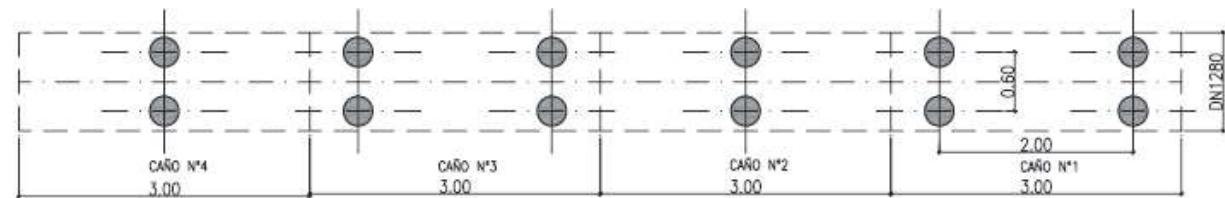
Pipe Jacking – Cloacas Santiago del Estero

- Longitud 3,4 KM.
- OD 1280 – F 250 Ton.
- Suelos arcillosos blandos (SPT entre 1 a 4 golpes)
- Mejoramiento de suelo
- BRs en PRFV



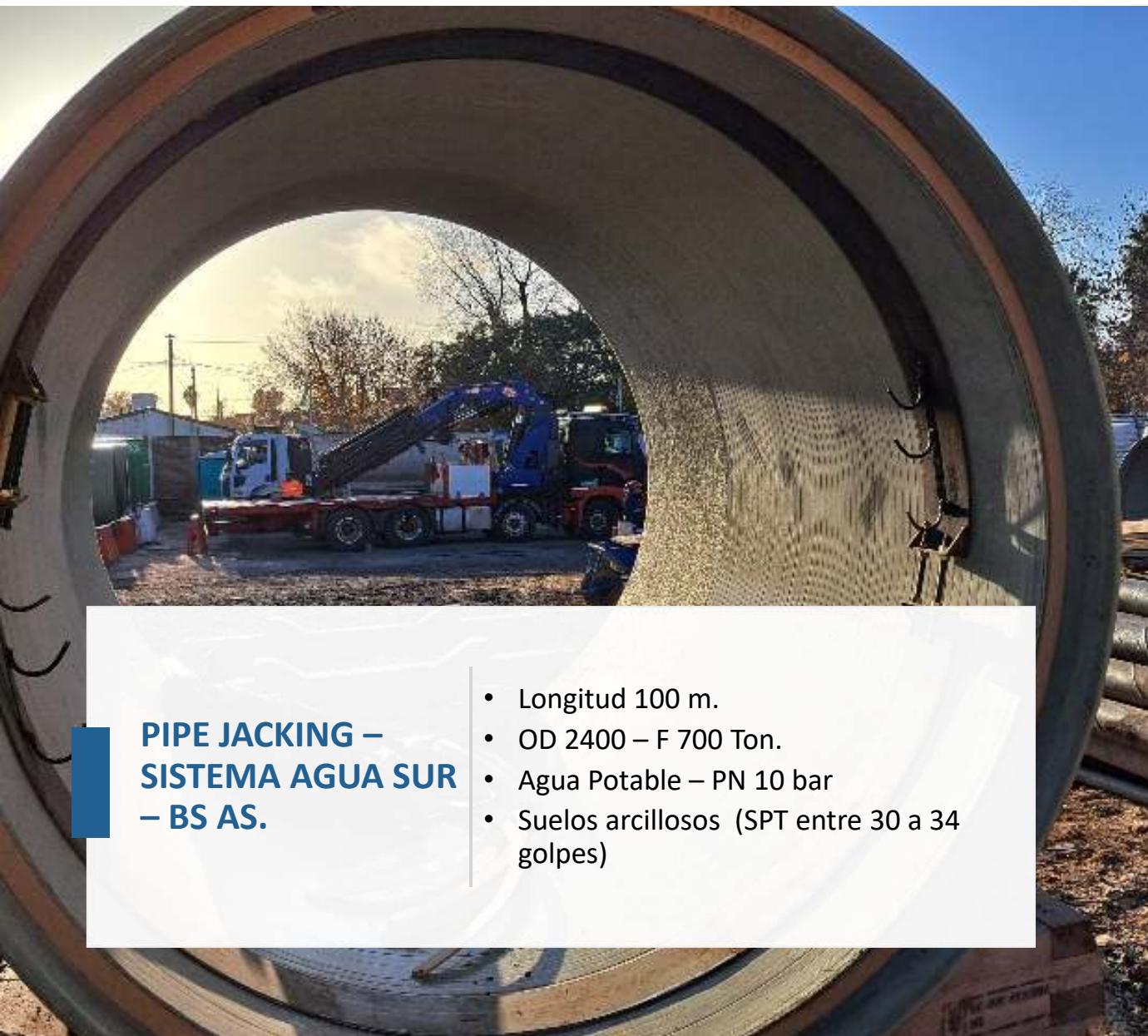


Mejoramiento del Suelo Nativo



Mejoramiento del Suelo Nativo



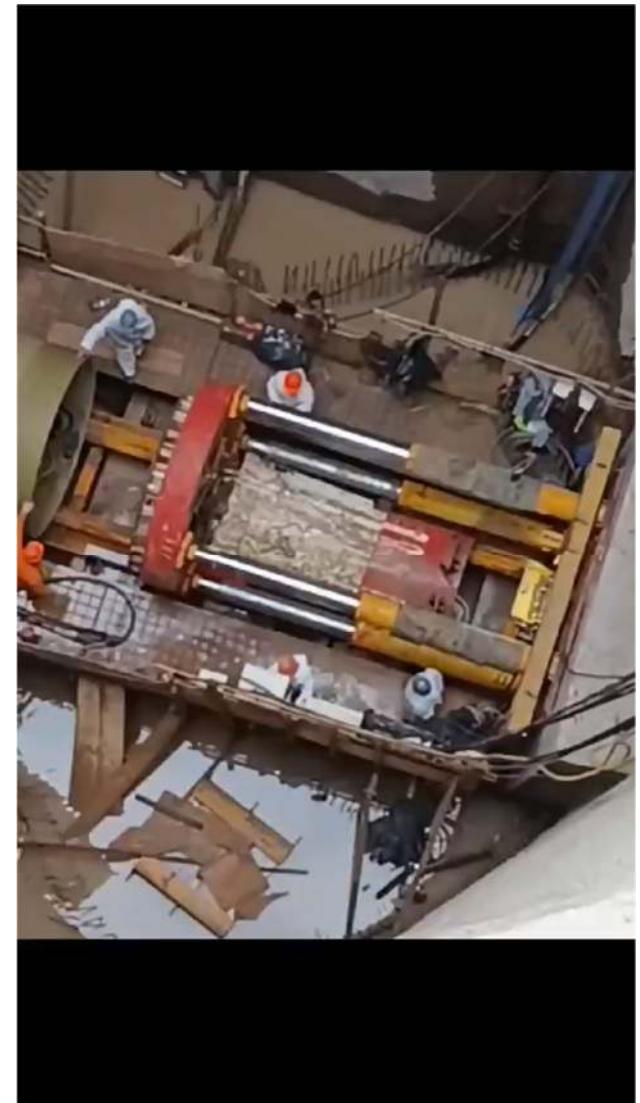


PIPE JACKING – SISTEMA AGUA SUR – BS AS.

- Longitud 100 m.
- OD 2400 – F 700 Ton.
- Agua Potable – PN 10 bar
- Suelos arcillosos (SPT entre 30 a 34 golpes)



PIPE JACKING – SISTEMA AGUA SUR – BS AS



CONCLUSIONES



- El PRFV es un material elástico lineal → No requiere anillos de madera o MDF entre tubos.
- Resistencia a la compresión de 90 Mpa → espesor de 1/3 a 1/4, respecto al concreto → menor peso
- Bajo coeficiente de rugosidad → Permite diámetro interno menor para un mismo caudal
- Se requiere una maquina más pequeña para colocar el tubo de PRFV para una misma prestación hidráulica que el concreto → Reducción importante de la excavación
- Ensayos de largo plazo para la resistencia a la corrosión.
- Uniones con ensayos de calificación hasta 10 bares.
- Rango de diámetros a medida del requerimiento del proyecto.
- Posibilidad de variar la fuerza de empuje durante el proyecto.

¿QUIERES ESTAR DONDE LA TECNOLOGÍA AVANZA?

Escanea el código, regístrate en nuestro Newsletter y sé parte de O-tek.





Desafíemos juntos la forma como siempre se han hecho las cosas

