



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

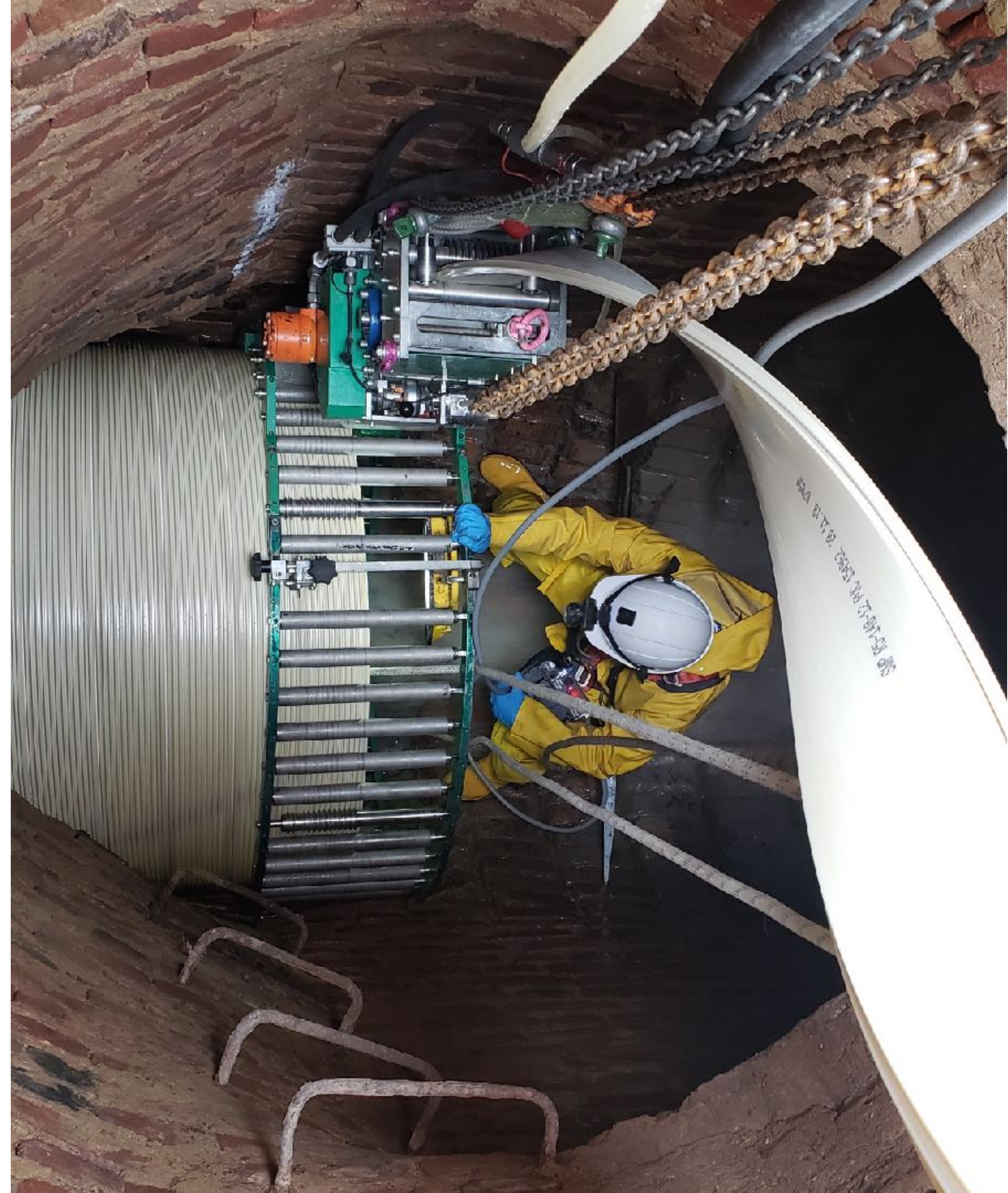
**REHABILITACION CON TUBERIA  
ENROLLADA EN ESPIRAL (SWP)**

## Tubería enrollada en espiral (SWP)

Tecnología desarrollada por empresa Alemana  
SWP Systems GmbH del grupo Ferdinand Stückerjürgen

Concebida específicamente para la rehabilitación de  
alcantarillados  
(sanitarios y pluviales)

Diámetros de 200 mm - 2,500 mm



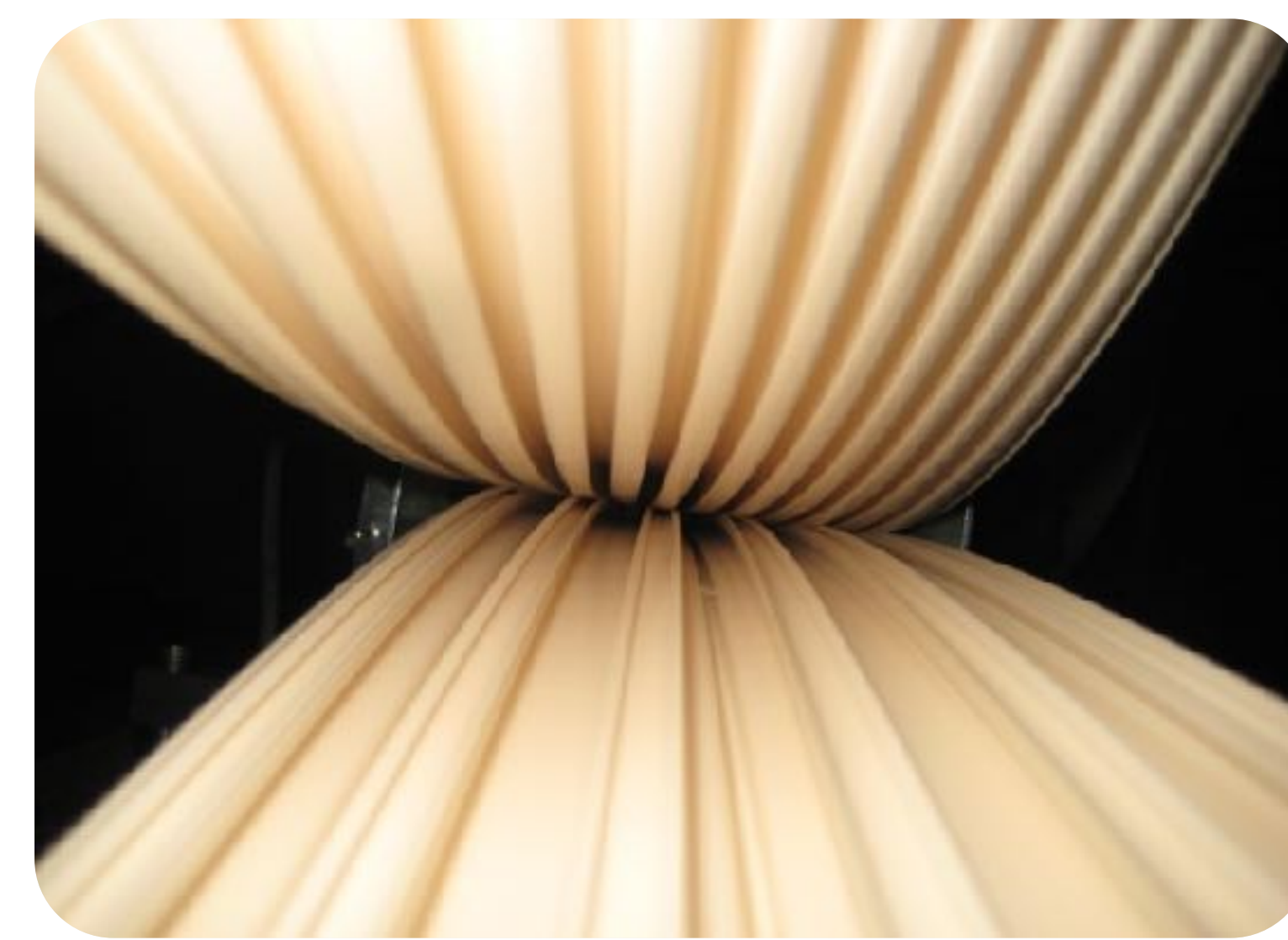
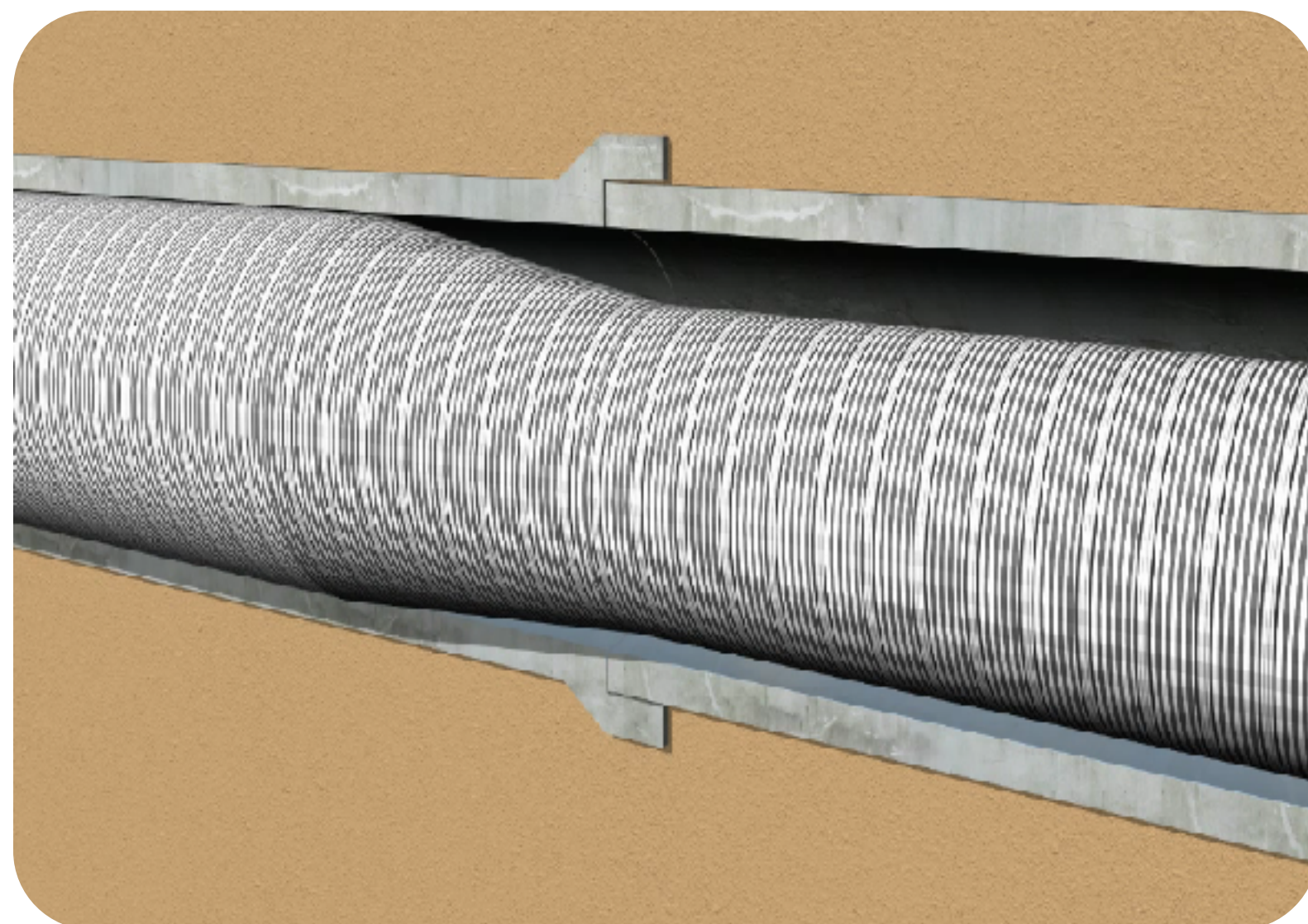


## Tubería enrollada en espiral (SWP)

### Múltiples ventajas

- Solución sin zanjas y con mínima afectación en superficie
- Solución estructural y de costo razonable
- Vida útil que supera los 50 años
- Acceso directo por pozos de inspección
- No requiere desvíos de aguas (By-pass)
- El servicio NO se interrumpe
- Alta velocidad de instalación
- Cuadrillas de trabajo que no exceden las 4 a 5 personas
- Alta versatilidad en rangos de diámetros de 200 mm a 2,500 mm

## Tubería enrollada en espiral (SWP)



### **Diafit**

200-1200 mm

Expandible - contacto íntimo

### **SL**

450-1500mm

Diámetro fijo con relleno  
espacio anular

### **XL**

1200-2500mm

## **DiaFit**

1. Inspecciones iniciales
2. Ingeniería
3. Selección de los perfiles de PVC
4. Actividades previas a la rehabilitación
5. Secuencia y frentes de trabajo
6. Acceso y adecuación
7. Proceso de embobinado - Lanzamiento liner
8. Sellado de extremos del liner
9. ...
10. Conexiones domiciliarias
11. Inspección final
12. Preparación de dossier final

## **SL y XL**

1. Inspecciones iniciales
2. Ingeniería
3. Selección de los perfiles de PVC
4. Actividades previas a la rehabilitación
5. Secuencia y frentes de trabajo
6. Acceso y adecuación
7. Proceso de embobinado - Lanzamiento liner
8. Sellado de extremos del liner y prevención de flotación
9. Relleno de espacio anular
10. Conexiones domiciliarias
11. Inspección final
12. Preparación de dossier final

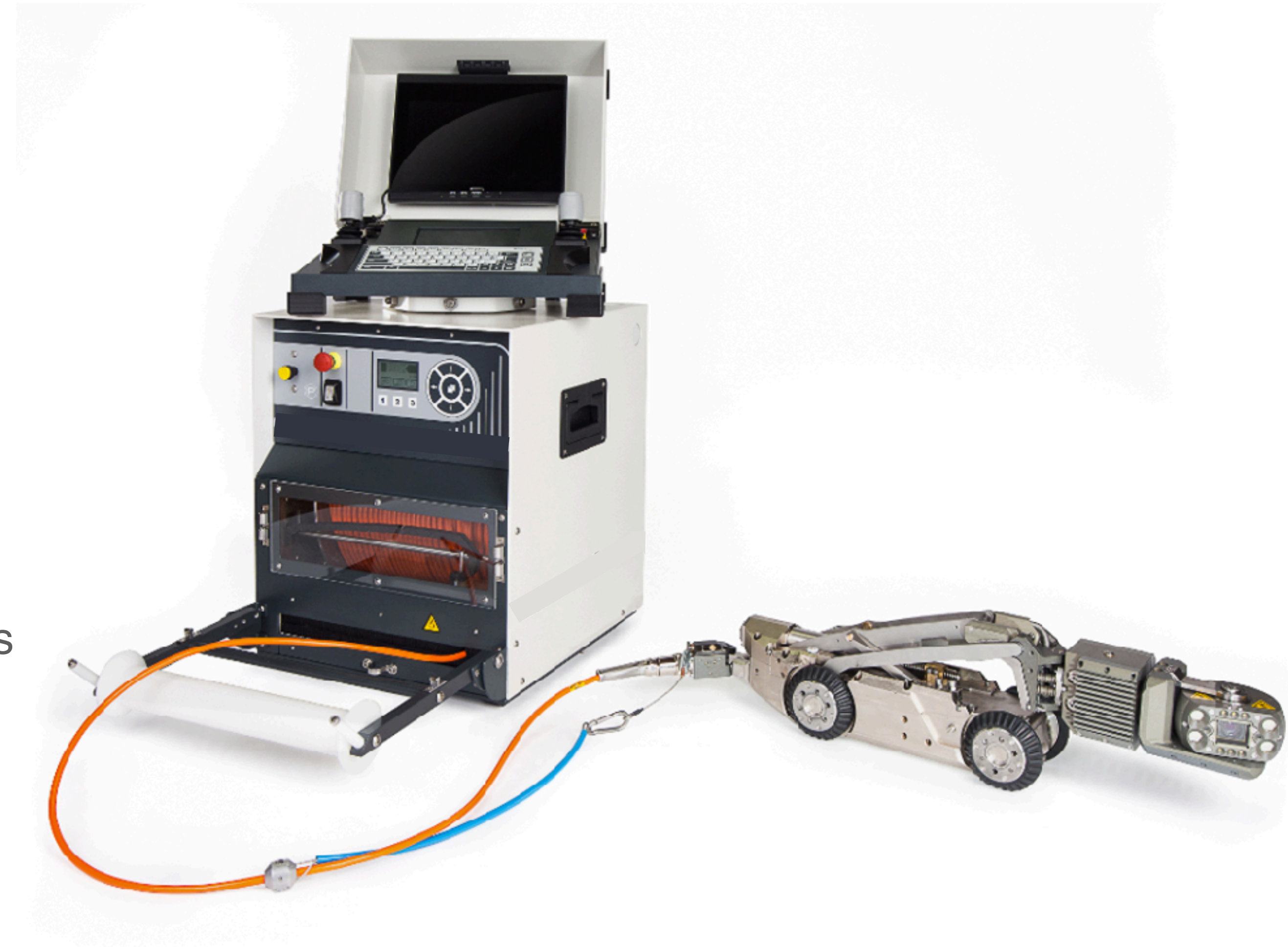
# 1. Inspecciones iniciales

## Actividades

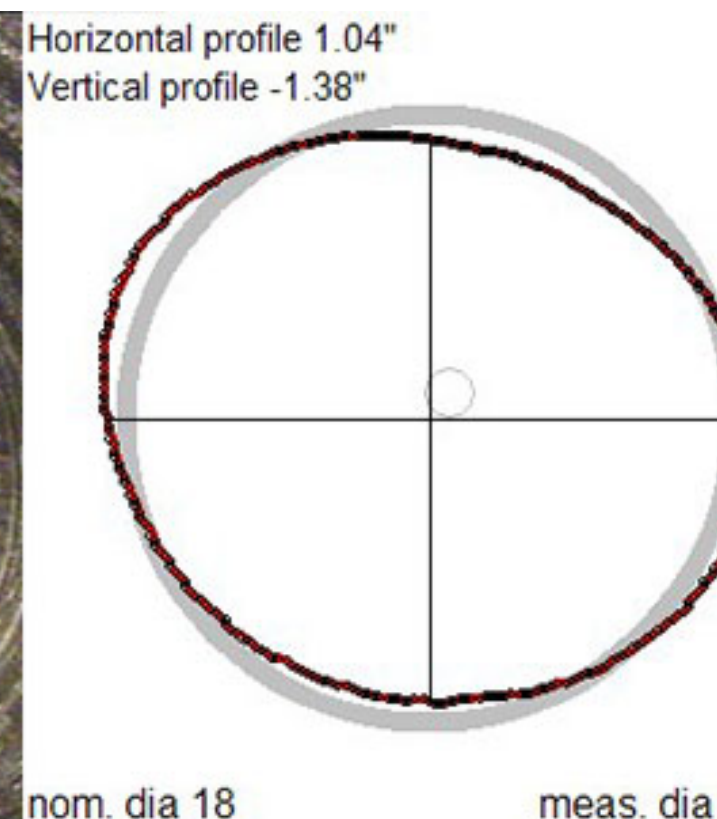
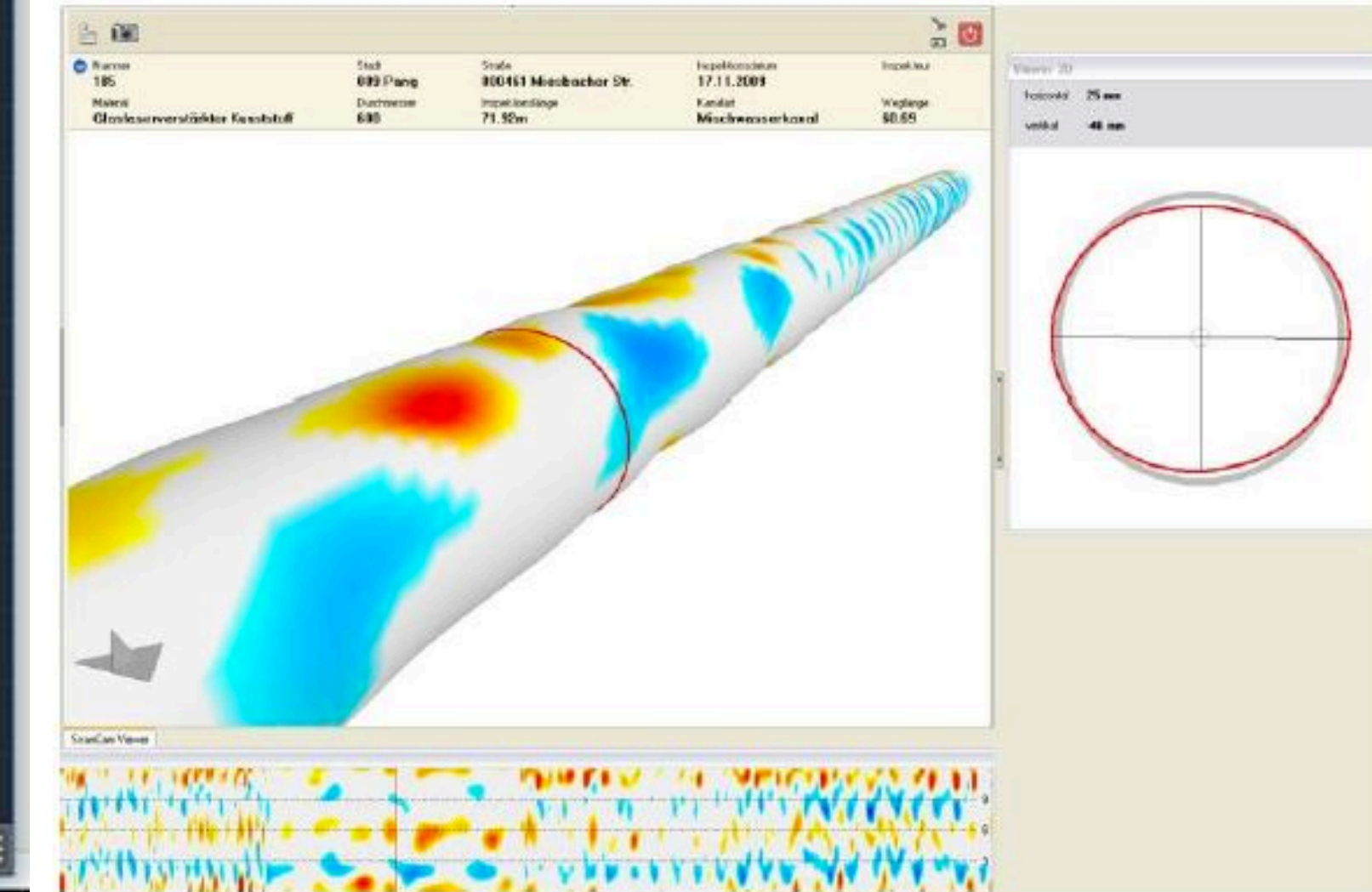
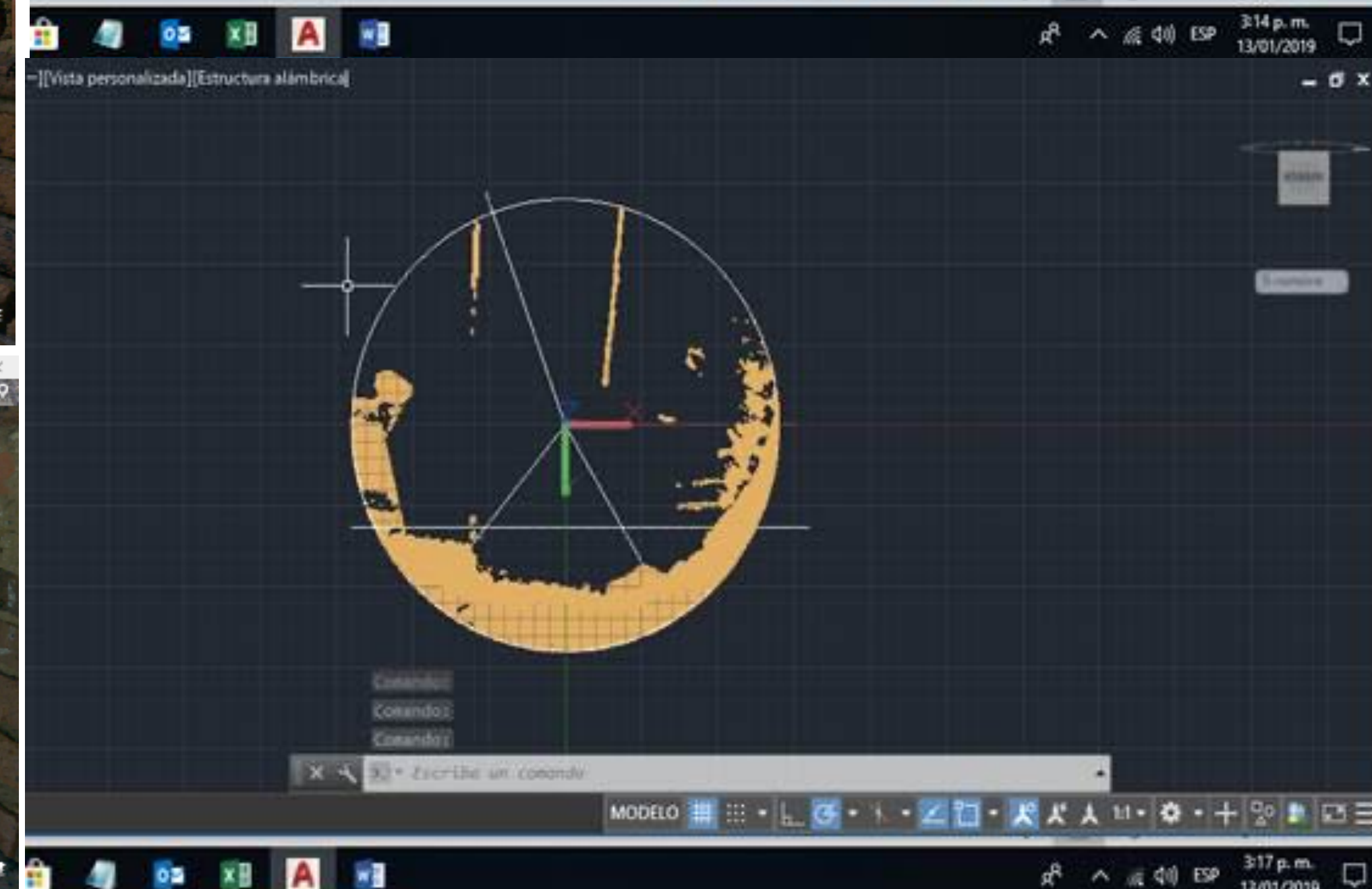
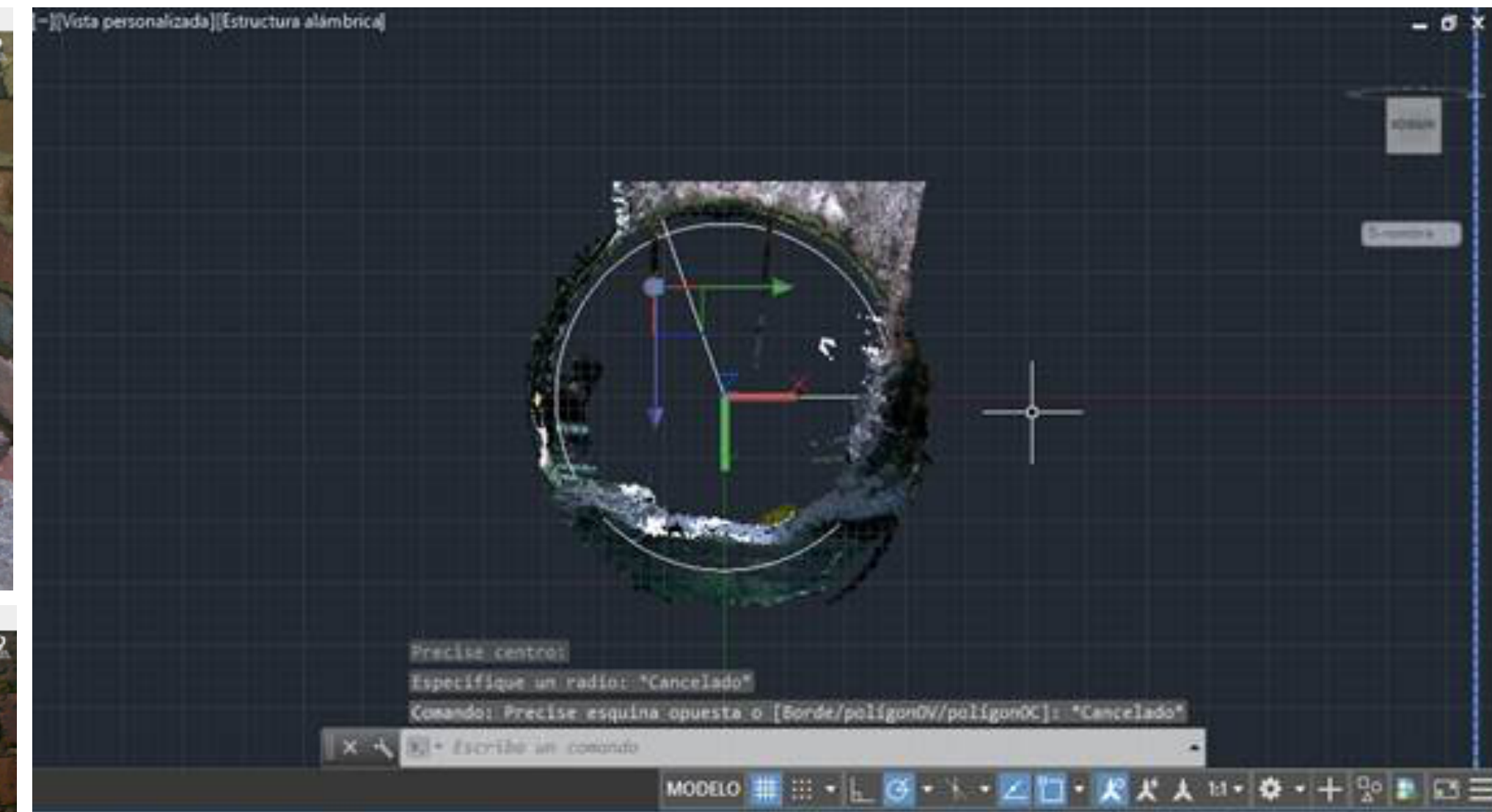
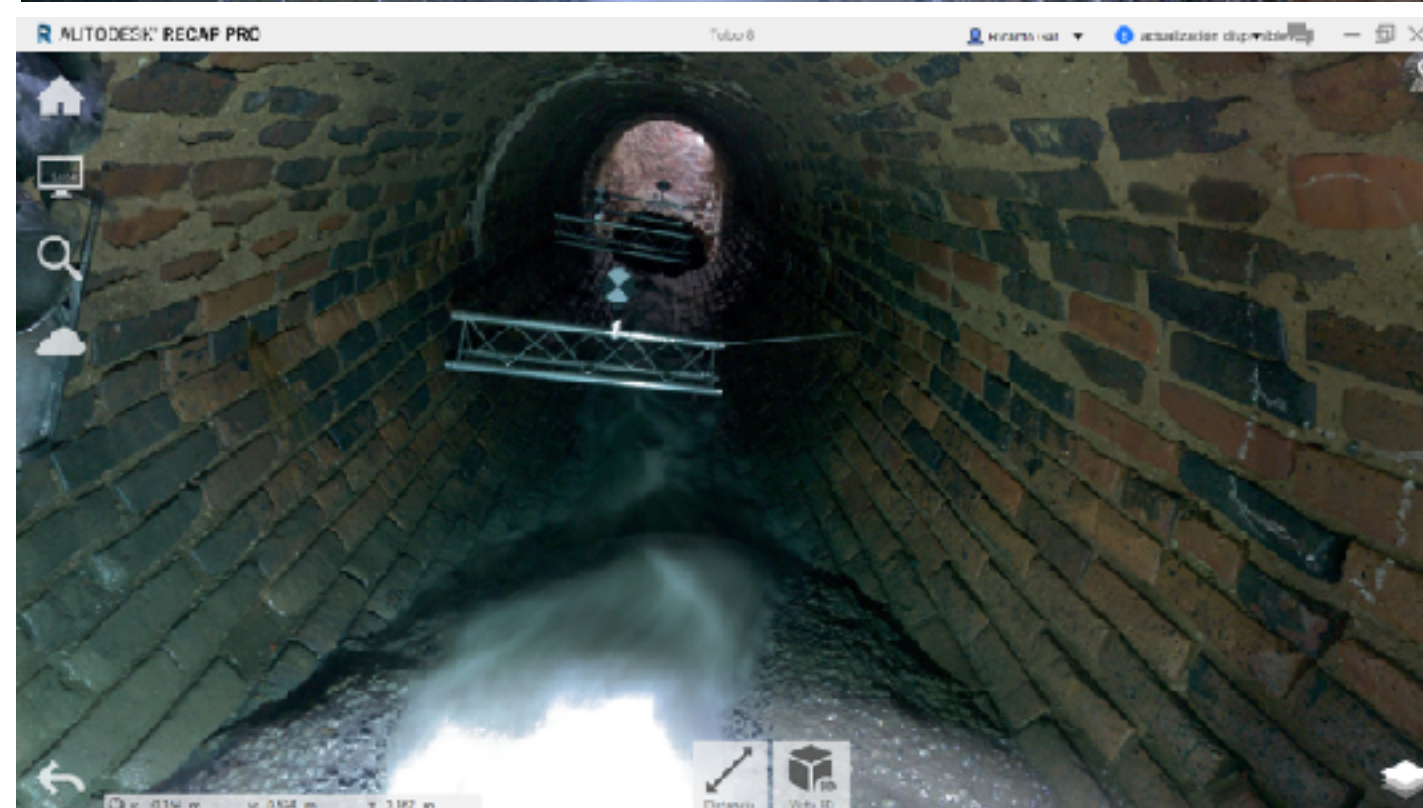
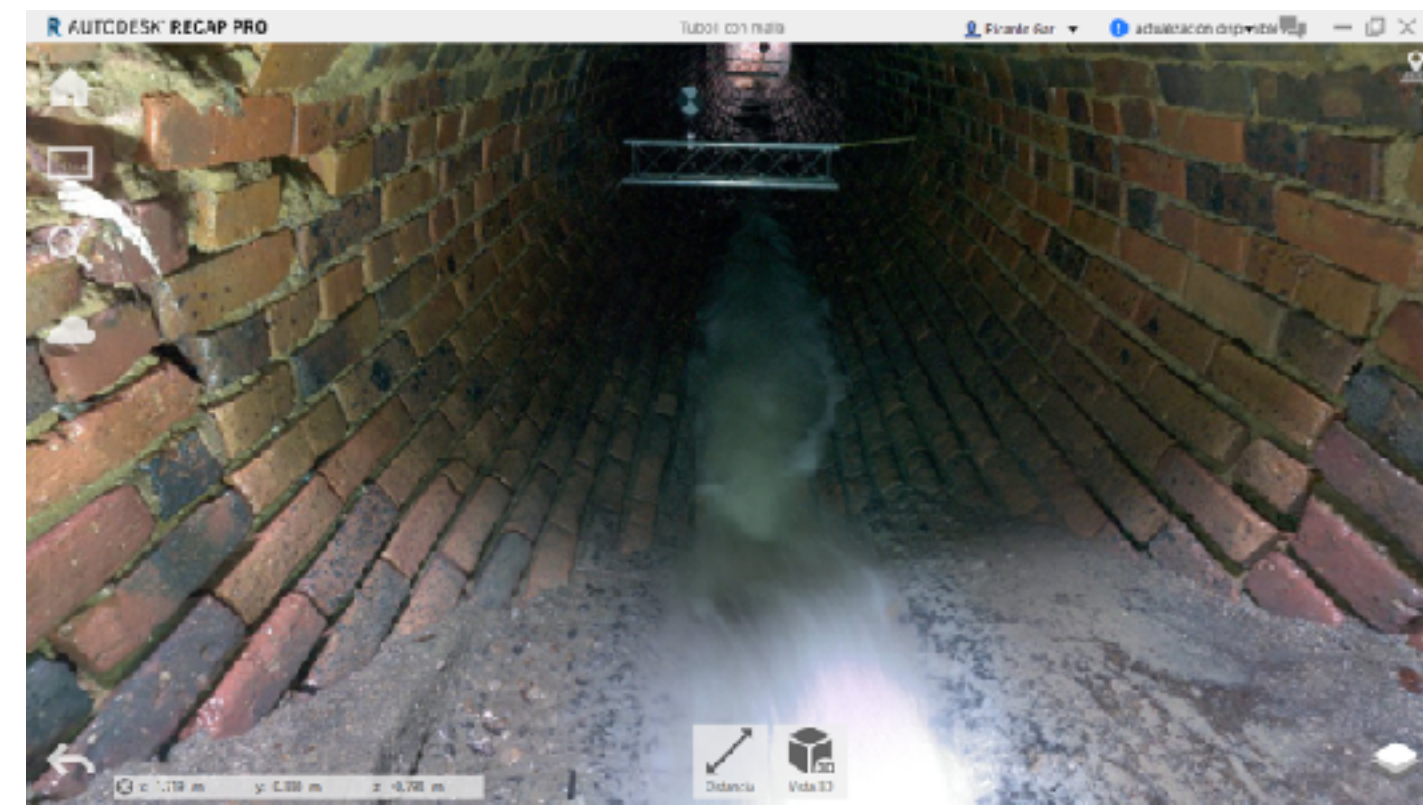
- Limpieza
- Inspección con CCTV
- Inspección con perfil laser
- Inspección con LiDAR
- Verificación física

## Resultados esperados

- Estado tuberías y estructuras
- Dimensiones reales
- Deformaciones máximas
- Identificación de tomas domiciliarias
- Identificación de filtraciones
- Daños presentes



# 1. Inspecciones iniciales



nom. dia 18 meas. dia 17

# 1. Inspecciones iniciales



### ALCANCE

Calcular la estabilidad de una tubería SWP bajo el método de diseño establecido en **ASTM F1741** y fabricada con la norma ASTM F1697

**X1.2.1 Partially Deteriorated Design Condition**—The spiral wound PVC liner pipe is designed to support only the external hydraulic loads due to ground water (and internal vacuum) since the soil and surcharge loads can be supported by the existing pipe. The ground water level should be determined and the stiffness factor of the spiral wound liner pipe should be sufficient to withstand this hydrostatic pressure without collapsing.

**X1.2.3 Fully Deteriorated Design Condition**—The spiral wound liner pipe is designed to support hydraulic, soil and live loads without collapsing using the following design procedures for...

Nota: Esta condición se evidencia cuando se observan secciones donde la tubería ha desaparecido, la tubería ha perdido su forma original o bien ha sufrido corrosión por diversas causas.



### Información necesaria para el diseño

Diámetro de la tubería anfitriona,  $D$  (mm)

Profundidad del relleno sobre el tubo,  $H$  (m)

Otras cargas a considerar, ejemplo cargas de tráfico,  $W_L$  ( Kg)

Altura del nivel freático sobre el tubo,  $H_w$  (m)

Peso volumétrico del suelo,  $W$  (kN/m<sup>3</sup>)

Módulo de resistencia pasiva del suelo natural,  $E'_s$  ( MPa)

Ovalamiento de la tubería (no aplica para soluciones de diámetro fijo, ejemplo SL y XL)

Rigidez anular del liner SWP a largo plazo (del fabricante),  $E_L I_{xx} / D^3$ , MPa

### **NOTA IMPORTANTE**

*La norma ASTM F1741 solo es aplicable para liners de PVC fabricados conforme a la norma F1697*

### Secuencia de cálculos

Cálculo del factor de flotación,  $R_w$

$$R_w = 1 - 0.33(H_w/H)$$

Coeficiente de soporte elástico,  $B'$

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0.213H})$$

Carga debida al suelo,  $q_s$  (MPa)

$$q_s = w H R_w \times 10^{-3}$$

Presión hidrostática,  $q_w$  (MPa)

$$q_w = 0.00981 H_w$$

Carga total,  $q'_t$  (MPa)

$$q'_t = q_s + q_w + WL$$

### Comprobación final

$$q_t = \frac{C}{N} \sqrt{\left[ 32 \times R_w \times B' \times E'_s \times \left( \frac{E_L I_{xx}}{D^3} \right) \right]} \quad \text{Eq. X1.4 (ASTM F1741)}$$

Esta es la carga externa que la tubería puede resistir

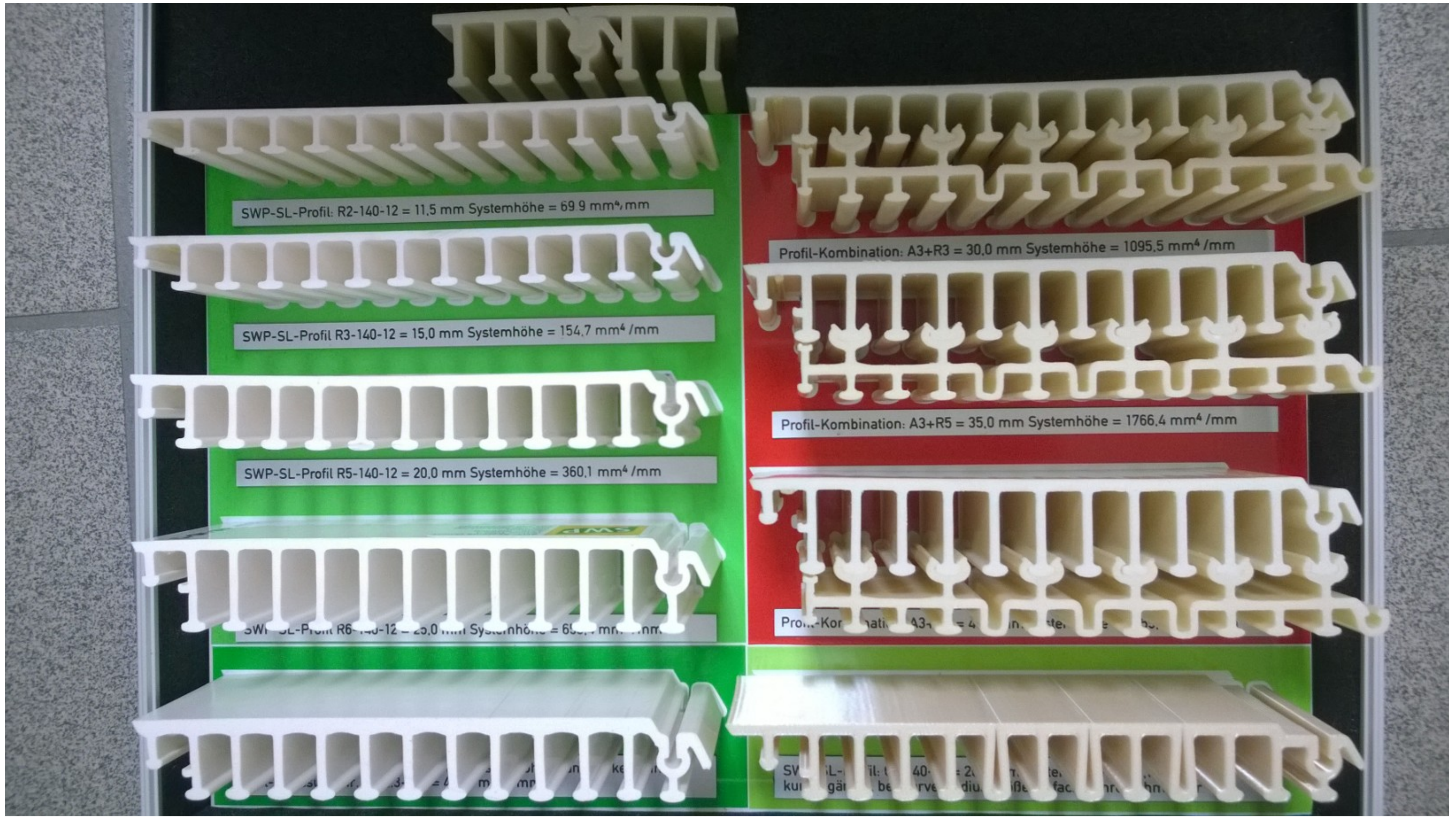
**N** es el factor de seguridad. Se recomienda que  $N = 2$

$C = 1$  puesto que el ovalamiento no afecta a liners SWP con grout

Finalmente debe comprobarse que  $q_t > q'_t$

**NOTA:** se debe seleccionar el perfil del liner que tenga la mínima Rigidez Anular que permita cumplir con la condición  $q_t > q'_t$  y resulta en un cálculo secuencial

# 3. Perfiles de PVC



## **COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES**

Fabricados en PVC por extrusión y del tipo No Plastificado (U-PVC).

Cumplen con mínimos de clasificación de celda 12344, 13454 o mayor y en conformidad con ASTM D 1784.

Perfiles a ser embobinados conformidad con ASTM F 1697

## **ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS**

Cada lote es inspeccionado y sometido a pruebas para verificar propiedades físicas

Un lote es igual a la cantidad continua de perfil que cabe en una bobina.

Valores de Factores de Rigidez disponibles por el fabricante.

Los sellos usados en machihembrado de perfiles son aplicados en el momento de la fabricación del tubo en sitio y son aptos para trabajar en ambientes de tuberías por las que fluyen aguas servidas.

## **ENSAYOS A LOS MATERIALES**

Fabricante proporciona ensayos de laboratorio del factor de rigidez (Stiffness factor), en conformidad con el Artículo 11.3 de ASTM F1697.

## **MARCADO**

Marcado en la parte interior a intervalos menores a 1,500 mm, con código que indica fabricante y los detalles de fabricación según cada fabricante.

## 4. Actividades previas a la rehabilitación

---

- Permisos y aprobaciones  
obras en vías públicas con tránsito de vehículos y personas en acuerdo a los requisitos de cada localidad
- Preparación de los pozos registros  
en ocasiones es necesario adecuar el piso del pozo de registro para dar espacio a la jaula
- Preparación de la tubería a rehabilitar  
limpiar debidamente de basuras, sedimentos, agregados y control de infiltraciones
- Acometidas domiciliarias  
registrar ubicación para posterior apertura y deberán ser obturadas por el tiempo que dure la rehabilitación
- Ocasionalmente desvíos/control de aguas (by-pass)  
solo si las velocidades del caudal revisten riesgos o si el tirante es mayor al 25 - 30%

# 5. Secuencia y frentes de trabajo

## DiaFit

#	ACTIVIDAD	FRENTE DE TRABAJO	TIEMPO PROMEDIO POR TRAMO
1	APERTURAS DE ACCESO	FRENTE No.1	1 a 2 días
2	ADECUACION DE CAMARA DE LANZAMIENTO		
3	INSTALACION/ENSAMBLAJE DE EQUIPO (Jaula y embobinadora)	FRENTE No. 2	1 día
4	LANZAMIENTO DE LINER (revestimiento)		
5	SELLADO DE EXTREMOS DEL LINER (control localizado de flujos)		

## SL y XL

#	ACTIVIDAD	FRENTE DE TRABAJO	TIEMPO PROMEDIO POR TRAMO
1	APERTURAS DE ACCESO	FRENTE No.1	1 a 2 días
2	ADECUACION DE CAMARA DE LANZAMIENTO		
3	INSTALACION/ENSAMBLAJE DE EQUIPO (Jaula y embobinadora)	FRENTE No. 2	1 día
4	LANZAMIENTO DE LINER (revestimiento)		
5	SELLADO DE EXTREMOS DEL LINER (control localizado de flujos)	FRENTE No.3 y 4	5 a 7 días
6	CONTROL DEL EMPUJE POR FLOTACION (Manejo de balastro y/o puntales)		
7	RELLENO DEL ESPACIO ANULAR (por etapas)		

# 5. Secuencia y frentes de trabajo

## Avance secuencial

**DiaFit**

		días									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tramo	1	Light Blue	Dark Blue								
	2		Light Blue	Dark Blue							
	3			Light Blue	Dark Blue						
	4				Light Blue	Dark Blue					
	5					Light Blue	Dark Blue				
	6						Light Blue	Dark Blue			
	7							Light Blue	Dark Blue		
	8								Light Blue	Dark Blue	

Adecuación de pozos

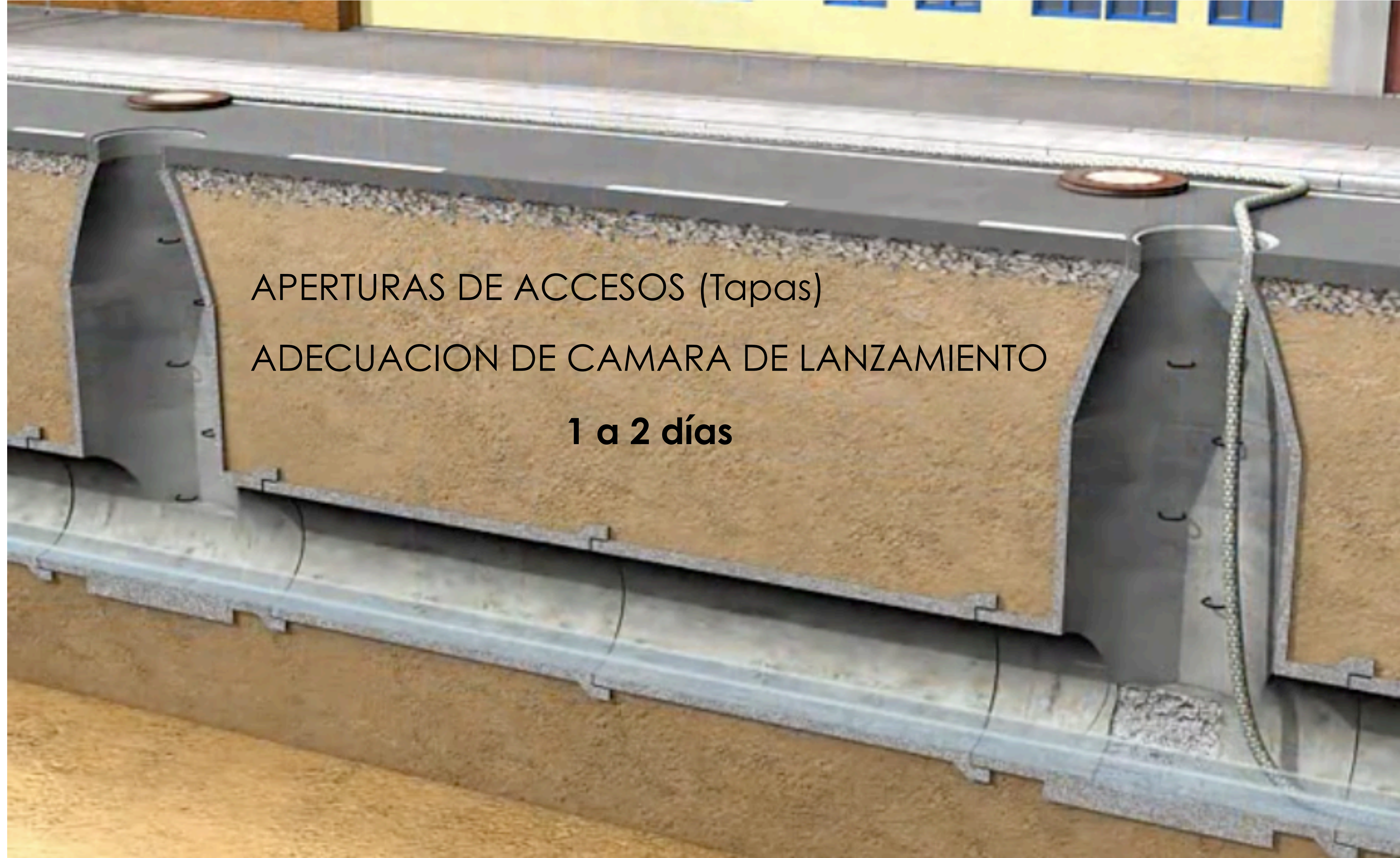
**SL y XL**

		días															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
tramo	1	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue							
	2		Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue						
	3			Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue					
	4				Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue				
	5					Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue			
	6						Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue		
	7							Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	
	8								Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue

Lanzamiento Liner

Sellos y control flotación  
Relleno espacio anular

## 6. Acceso y adecuación



## 6. Acceso y adecuación



INSTALACION/ENSAMBLAJE DE EQUIPO  
(EMBOBINADORA Y JAULA)

**2 a 3 Horas**

# 7. Proceso de embobinado - Lanzamiento liner

**Ensamblado de la jaula:** se introduce en secciones por la boca de visita existente y se ensambla en el fondo de la cámara

**Acople de la unidad embobinadora:** Se baja al fondo del pozo y se coloca correctamente para iniciar el embobinado.

**Operaciones simultáneas** de la unidad embobinadora y jaula:

## Alimentación del perfil:

- DiaFit y SL: Un solo perfil
- XL: Dos perfiles ensamblados en la embobinadora.

**Machihembrado en ambos extremos** de los perfiles, que los fija en cada revolución:

- DiaFit: unión mecánica deslizante con inyección de cable de acero de sacrificio y silicona
- SL y XL: unión mecánica con inyección de cemento de PVC

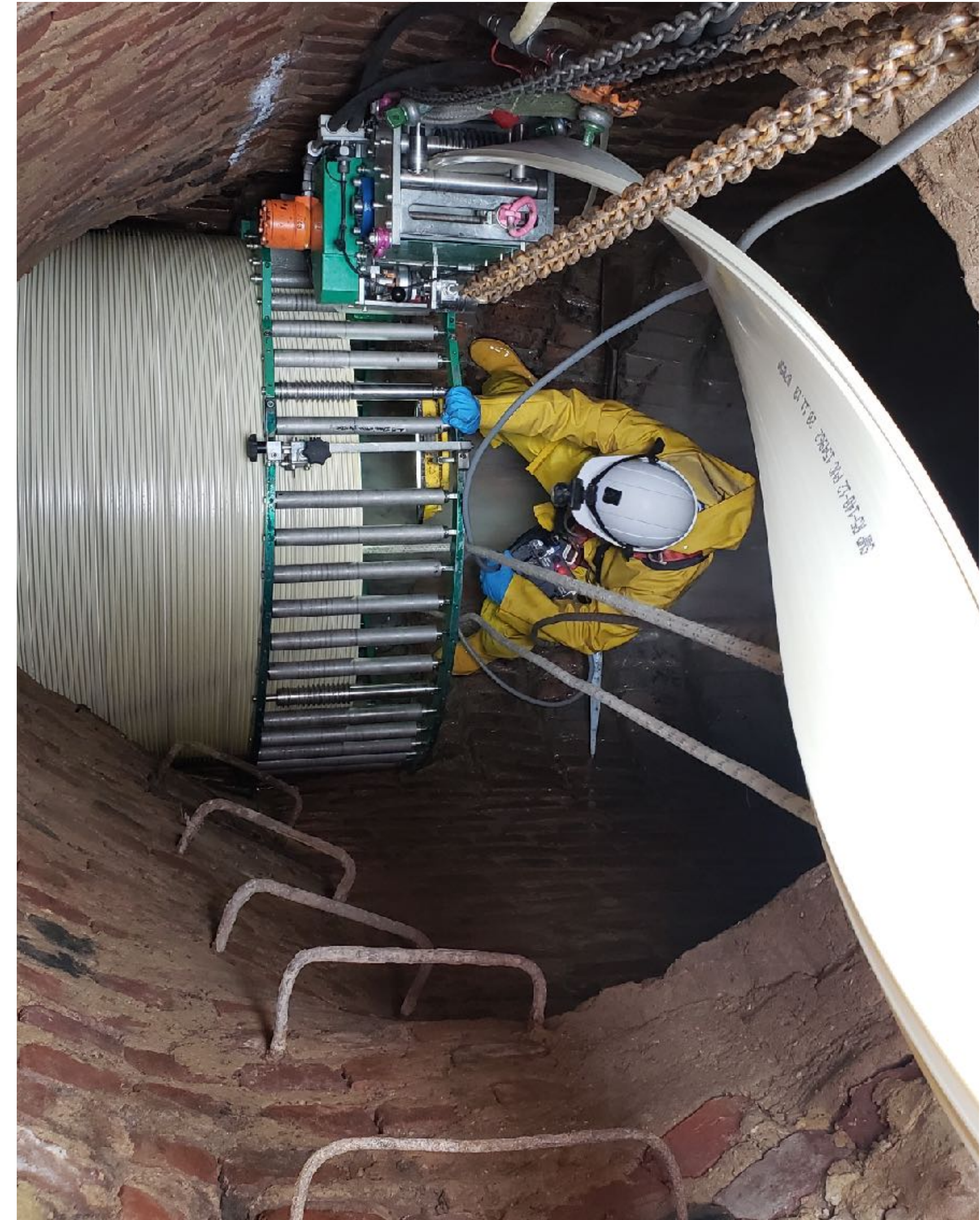
**Formación del cilindro:** El cilindro avanza conforme se alimenta más perfil.

**Verificación:** Se forma un tubo corto y se verifica que todos los parámetros sean correctos.

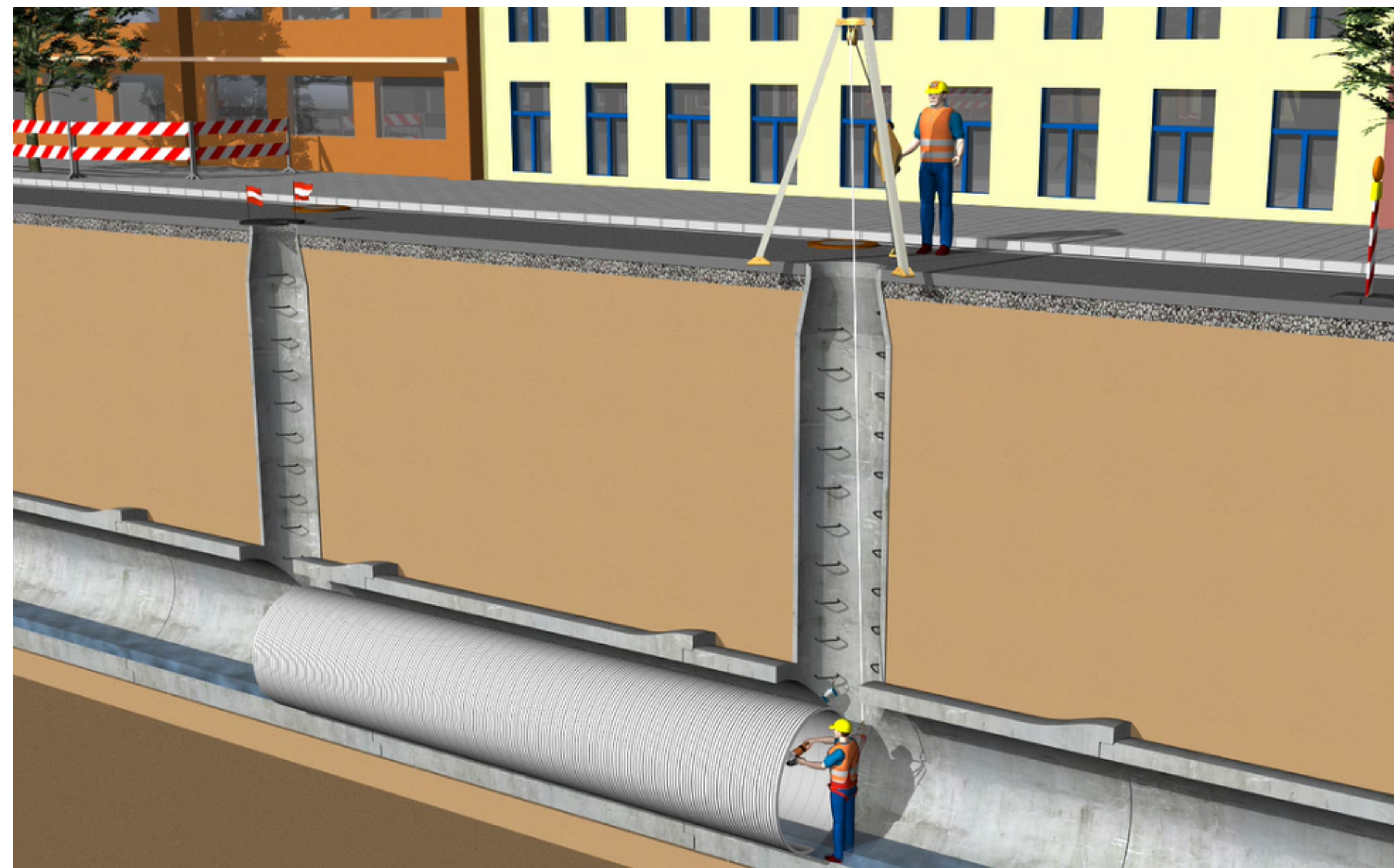
**Avance hacia la otra cámara de registro,** hasta llegar la siguiente cámara

## Proceso final de la operación:

- DiaFit: en el extremo final se coloca obstrucción que impide el giro del liner, luego de ello, se continua alimentando el perfil a la vez que se hala el cable de acero, el cual corta un elemento de sacrificio en el perfil, permitiendo que este se expanda hasta adherirse a la tubería anfitriona. El proceso es continuo hasta lograr la expansión a lo largo de todo el tramo
- SL y XL: no requiere de nada mas adicional



## 8. Sellado de extremos y prevención de flotación del liner (SL y XL)



Sellado\*; 2 horas, por extremo

Prevención de flotación del liner; 4 a 6 horas

*(\*) Requiere fraguado del material del sello; 6 horas*

*Durante este tiempo se requiere control de agua (canalizar)*

# 8. Sellado de extremos y prevención de flotación del liner (SL y XL)

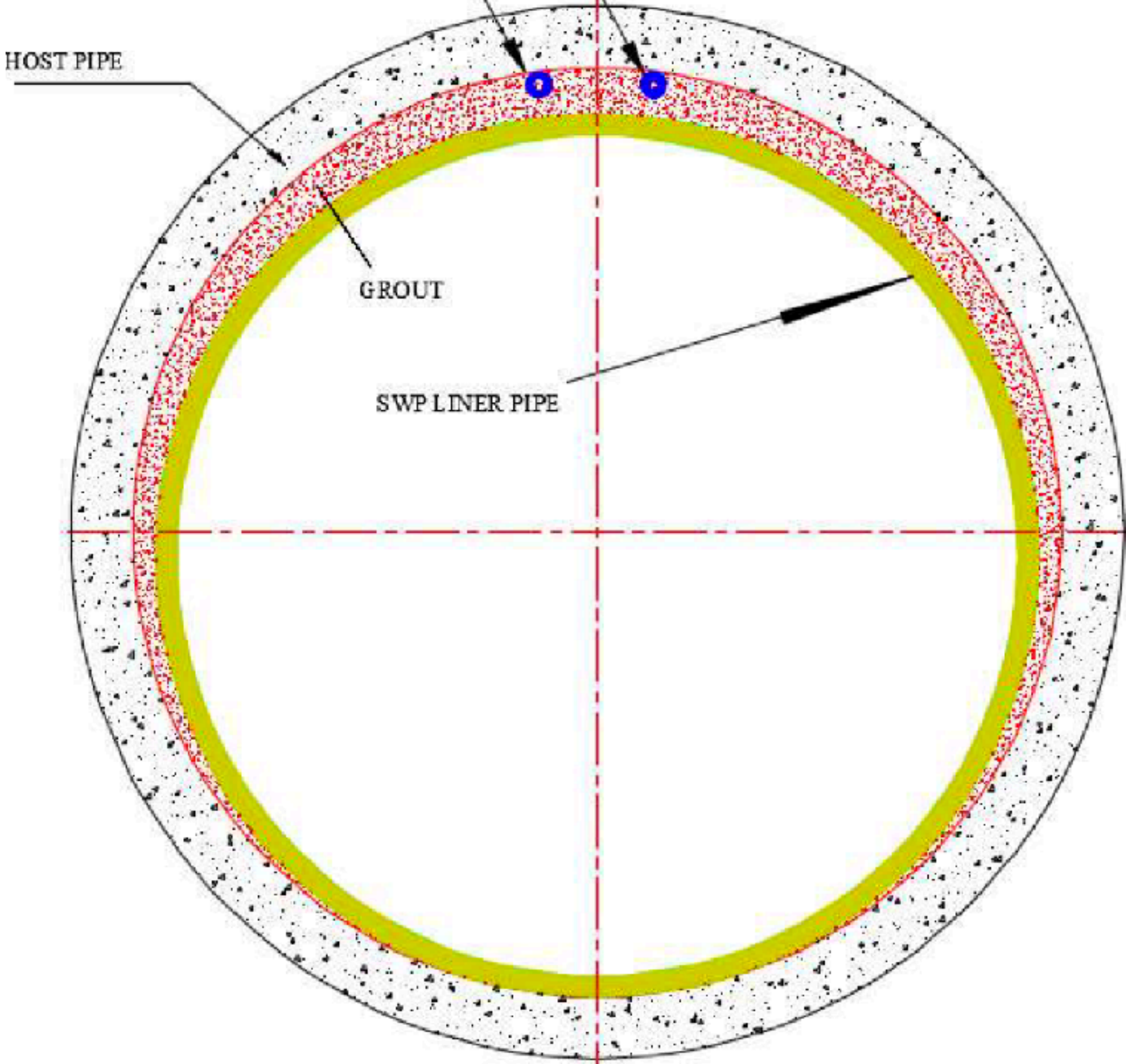
*Control de agua (canalización)*



# 8. Sellado de extremos y prevención de flotación del liner (SL y XL)

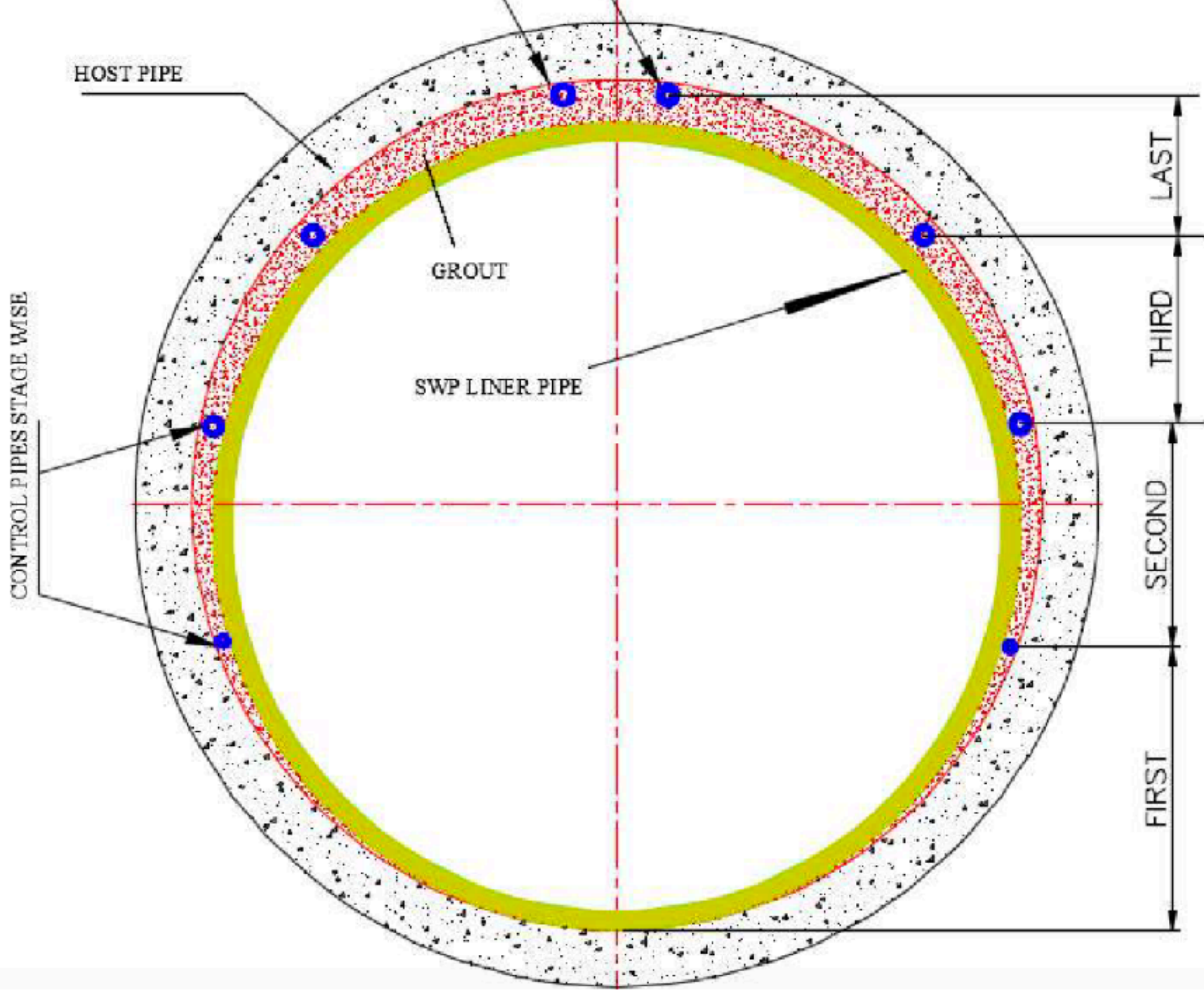
CONTROL PIPES: 1 TO FILL; 1 FOR AIR RELEASE

UPSTREAM END



CONTROL PIPES

DOWNSTREAM END

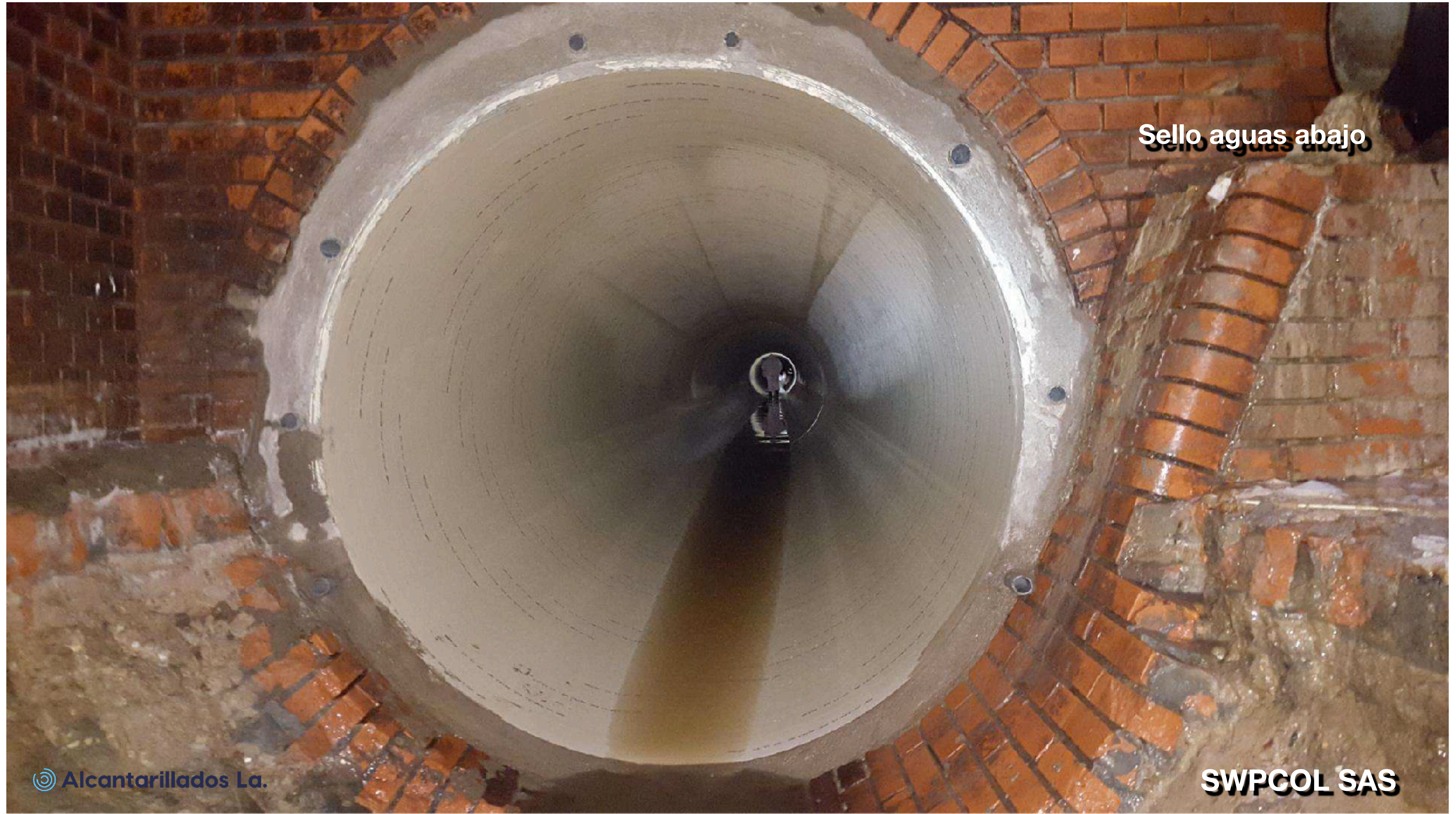


## 8. Sellado de extremos y prevención de flotación del liner (SL y XL)



**Sello aguas arriba**

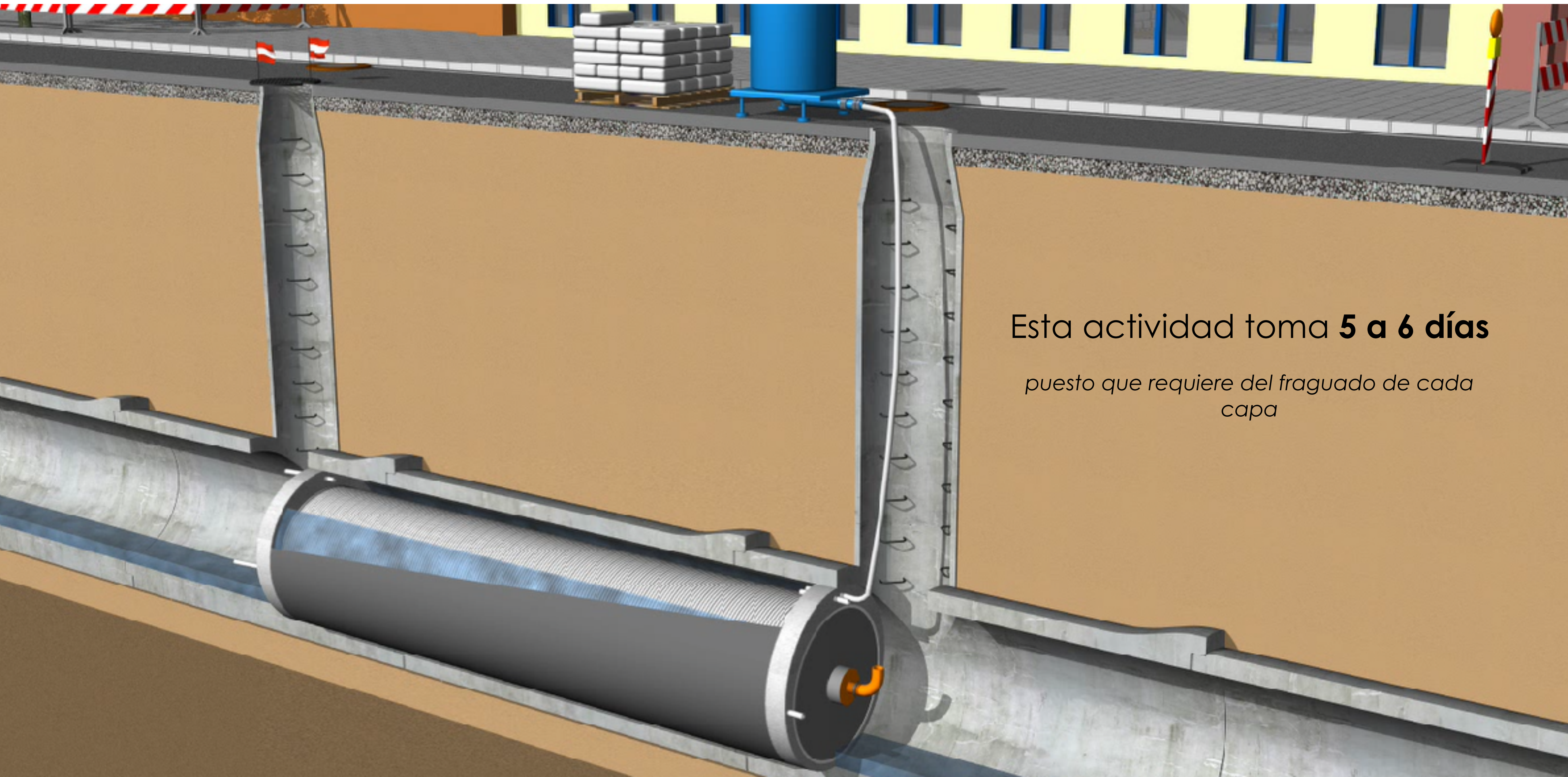
## 8. Sellado de extremos y prevención de flotación del liner (SL y XL)



# 8. Sellado de extremos y prevención de flotación del liner (SL y XL)



## 9. Relleno de espacio anular (SL y XL)



Esta actividad toma **5 a 6 días**

*puesto que requiere del fraguado de cada capa*

# 9. Relleno de espacio anular (SL y XL)



## Pruebas de campo

Densidad: ASTM C138

Fluidez del mortero ASTM C939

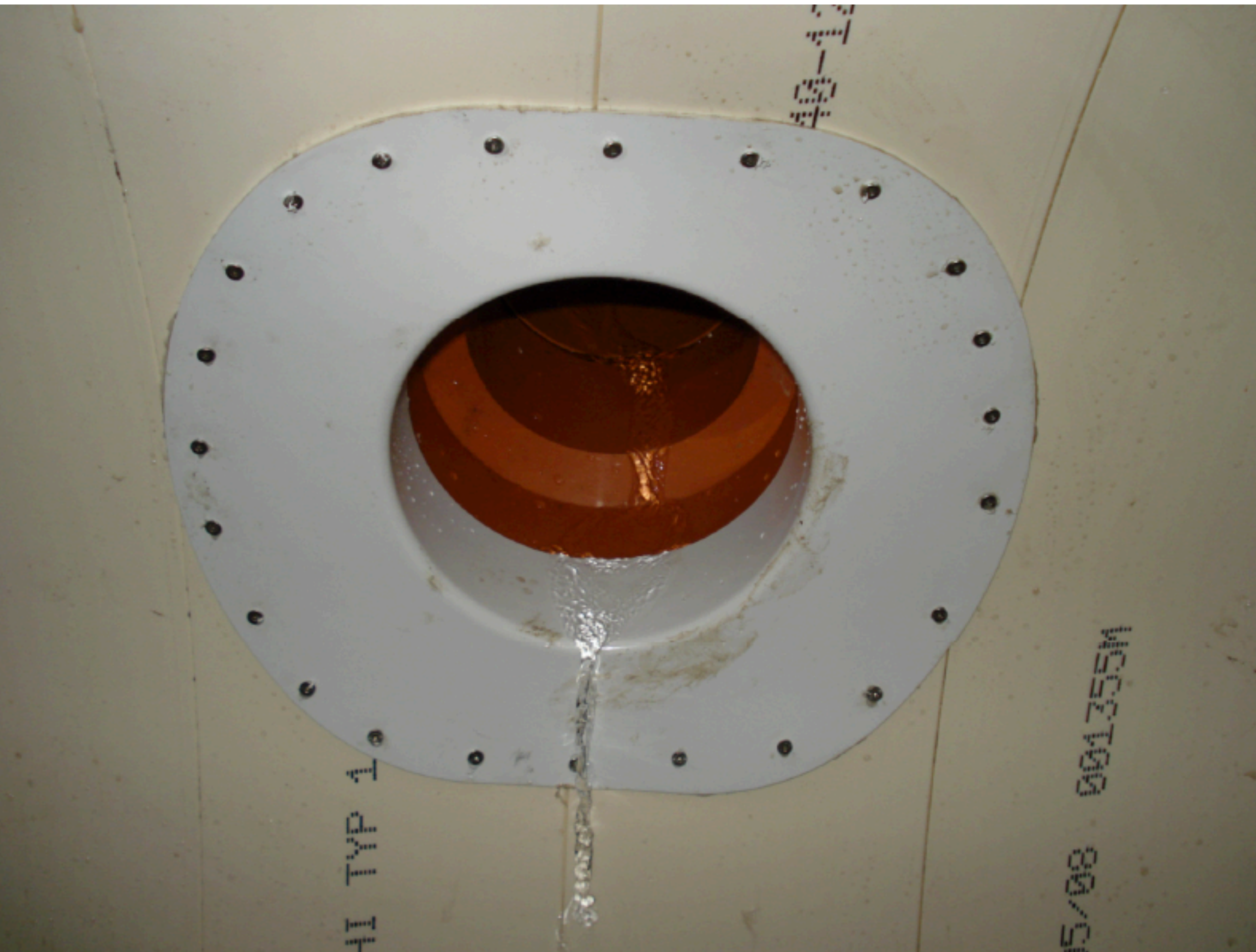
# 9. Relleno de espacio anular (SL y XL)



# 9. Relleno de espacio anular (SL y XL)



# 10. Conexiones domiciliarias



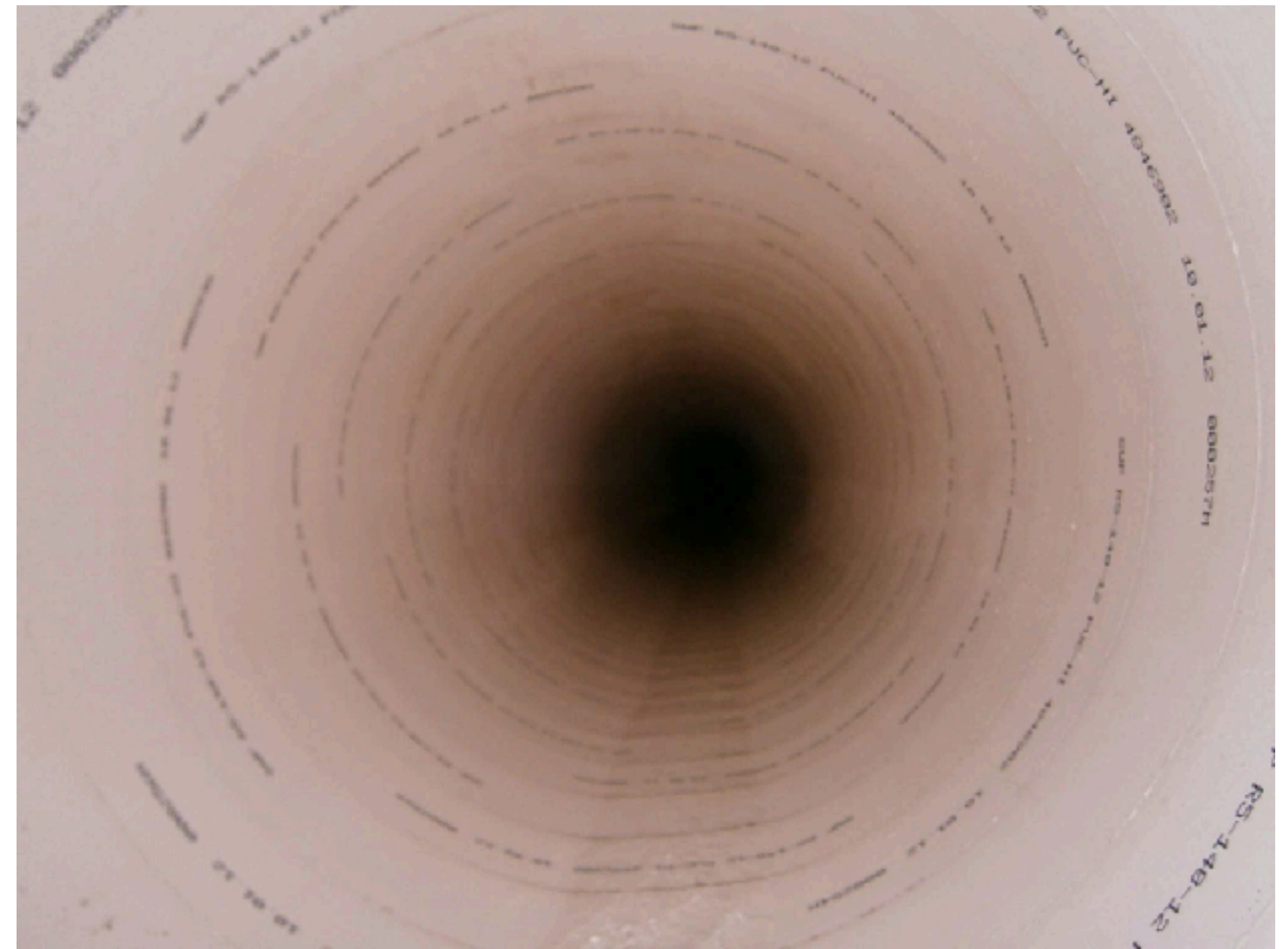
**Abrir conexiones domiciliarias,** inmediatamente después de colocar el liner y antes de colocación de mortero. Se restablecen **manualmente** o con **herramientas robóticas**, según el caso. Las dimensiones de las aperturas serán **similares al diámetro de la tubería original**.

# 11. Inspección final

**Inspección de la tubería rehabilitada** con tubo SWP de U-PVC usando **CCTV**.

Verificar que se cumplan las **especificaciones** y que todas las **conexiones domiciliarias** estén reintegradas.

El **nuevo recubrimiento** debe estar **libre de defectos** que afecten el **funcionamiento hidráulico y estructural** a largo plazo



Resumen con aspectos relevantes a la rehabilitación para cada sección rehabilitada

Estado inicial antes de rehabilitación

Cálculos estructurales

Listado de materiales empleados

Certificados de materiales - trazabilidad

Proceso de rehabilitación

Inspección final CCTV



## SWPCOL SAS

Extendemos la vida útil de los sistemas de alcantarillados en mas de 80 años

Con soluciones probadas durante más de 3 décadas

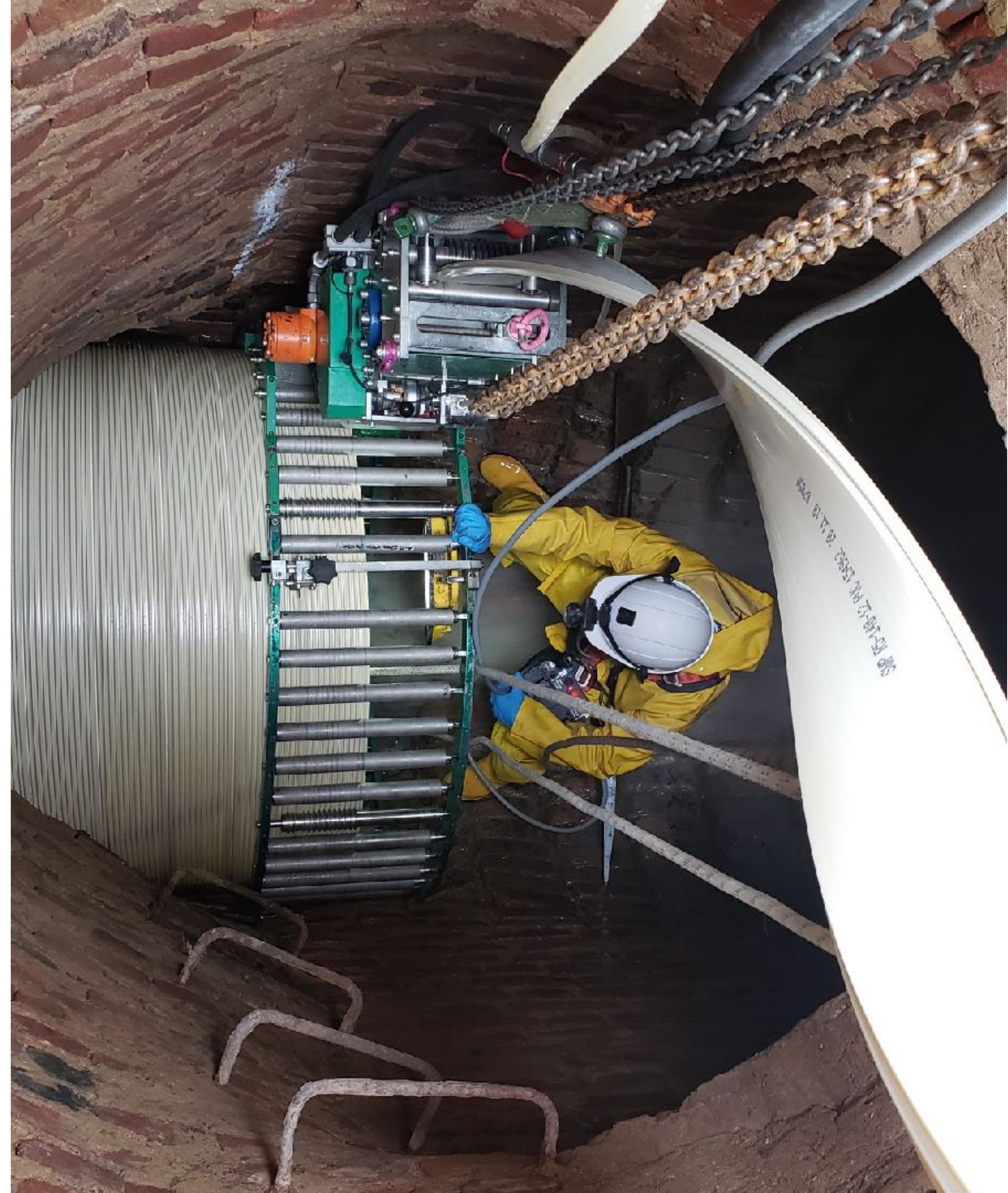
Con mínima intervención en superficie

Sin desvío de caudales de agua

Entre 1 y 7 días por tramo

[rgarcia@alcantarillados.la](mailto:rgarcia@alcantarillados.la)

Whatsapp +58 414 3070923



Fomentado por:



en virtud de una decisión del Bundestag alemán



300 K5-140-12 PVC 45492 28.11.18 075M