



REHABILITACIÓN



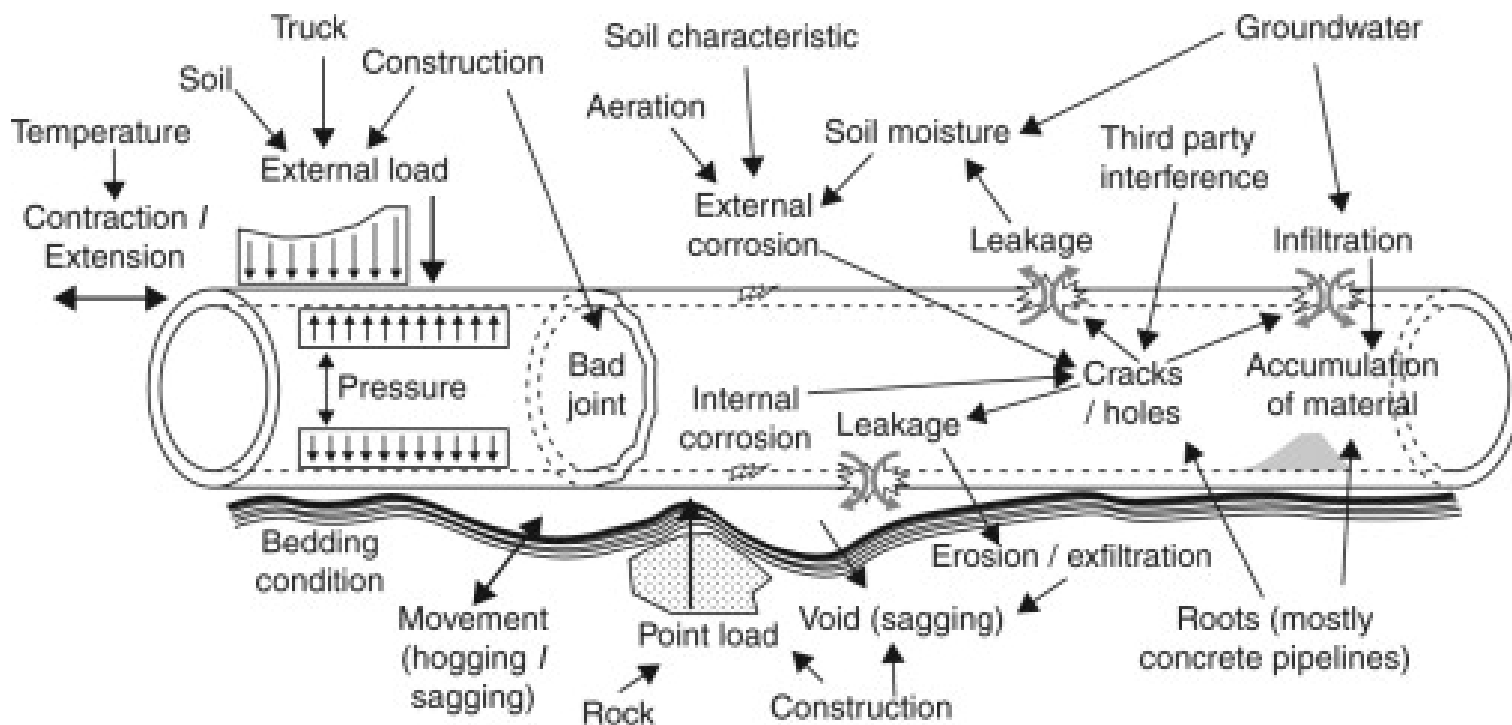
Por: Miguel Duque Bernal
Ingeniería y Contratos S.A.S.
Capacitación EPM. Medellín, Abril 26 de 2024.



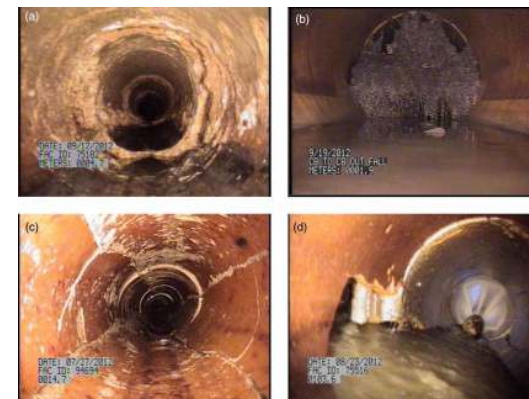
DAÑOS EN UNA TUBERÍA



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



Fuente: O'day et al., 1986



[A comprehensive review on the challenges of cured-in-place pipe \(CIPP\) installations](#)

- Los daños son progresivos
- No esperar hasta que colapse la tubería
- Priorizar con CCTV: mantenimiento preventivo y predictivo

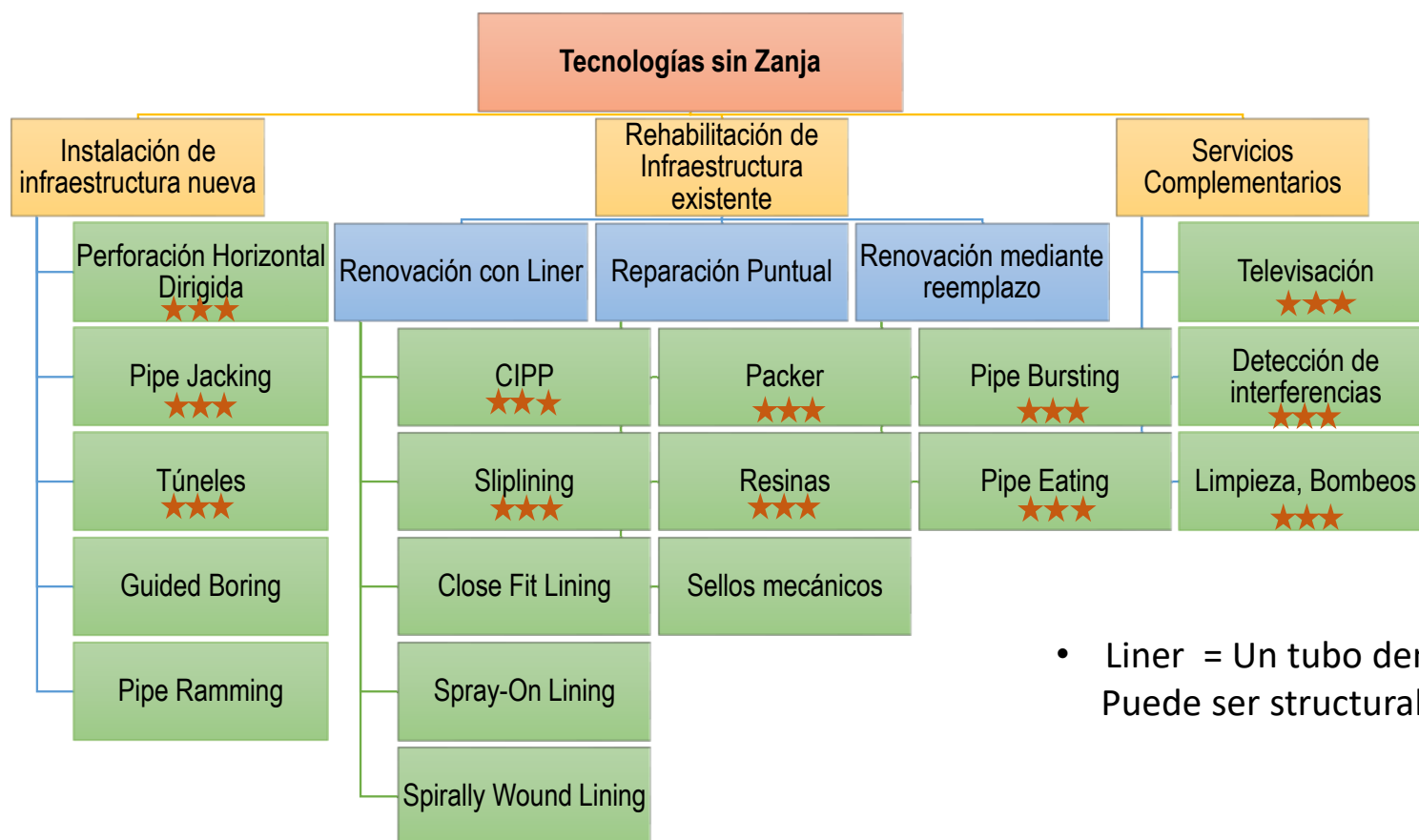




TIPOS DE REHABILITACIÓN



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



- Liner = Un tubo dentro de otro tubo (revestimiento). Puede ser estructural.



REHABILITAR ES MÁS RÁPIDO



Miguel Freire's Post



Miguel Freire

Business Development Manager at IMPREG AMERICAS

5y · Edited

Last week we established a new record as the team rehabilitated 1.954 meters using multiple no dig technologies:

- Cured In Place Pipe with UV curing: 1.181m (in the photo below you can check a DN1000mm installation)
- Pipe bursting : 467m
- Sliplining: 224m
- Open trench: 83m



Proyecto en Guayaquil, 100km rehabilitados por Pfeiffer

Dar otros 50 o más años de vida la red



Antes y después de Rehabilitar
Proyecto Centro Parrilla, IYC





AYUDAS DE REHABILITACIÓN



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



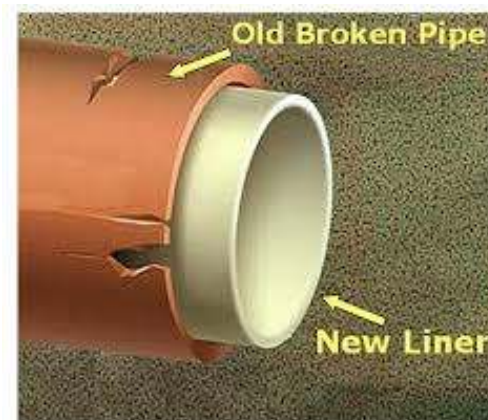
- Lavado
- CCTV
- Manejo de aguas
- Robots fresadores





CIPP

- **CIPP:** Cured In Place Pipe (Tubería Curada en Sitio)
- Técnica para **rehabilitación** de tuberías
- **Revestimiento** interno, calca forma del tubo
- **Material:** Textil + Resina
- Agente de **curado** produce Tubo rígido
- **Resultado:** Tubo nuevo dentro del tubo existente



Créditos: Impreg

TEXTIL

FELPA DE ALGODÓN

FIBRA DE VIDRIO

RESINA

POLIESTER

EPOXICA

VINILÉSTER

CURADO

AGUA CALIENTE

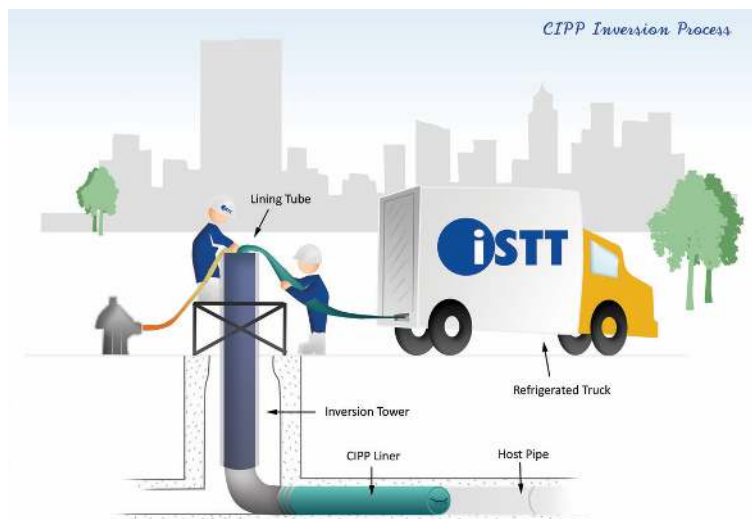
VAPOR

LUZ UV

- Alcantarillado: colector y acometidas
- Acueducto sin acometidas
- Requiere manejo de aguas
- Desde DN 100



CIPP: métodos de inserción



- Inserción por inversión
- Típicamente: Curado con agua o vapor
- Inventado en 1970's, InsituForm
- Con agua: hasta DN 3000

- Inserción por Halado
- Típicamente: curado UV, Led
- Inventado en 1980's, Berolina
- Con UV: hasta DN 2000



CIPP Acometidas



- Acometidas con curvas
- Instalación desde caja de registro por inversión
- Problema cajas de empalme EPM

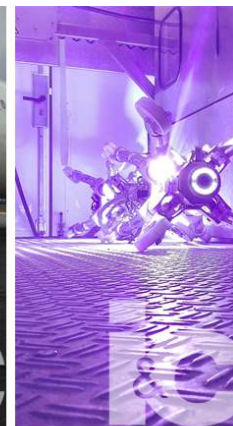


CIPP UV



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

- Revestimiento continuo, GRP
- Capacidad estructural.
- Vida útil de 50 a 70 años según país.
- Mínimo impacto socio-ambiental
- CIPP UV: Espesor > 3mm
- Rugosidad similar a PVC
- Aumento cap. hidráulica >30%
- Rendimientos de hasta 200m por jornada.
- Calidad: hecho en fábrica.
- Curado 100% controlado por computador





REPARACION PACKER

Daños puntuales con Packer

- Manga corta, desde L=50cm
- Fibra de vidrio + resina
- Norma DWA: adherencia es obligatoria. Vida útil 50 años





REPARACION PACKER

Calidad: ¿packer para 50 años?

- Casi los prohíben en Alemania en los años 2000's
- Asegurar adherencia:
 - Epóxico
 - Fresar la superficie antes
- Se requiere atención a calidad en Colombia



Packer de IYC totalmente adherido



Revisión de packers instalados por otro contratista:
se sueltan con la mano

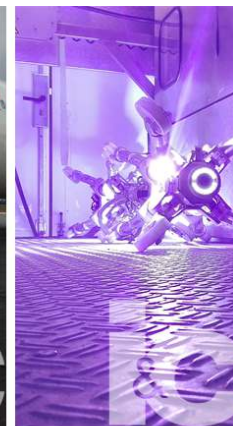


CIPP UV



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

- Revestimiento continuo, GRP
- Capacidad estructural.
- Vida útil de 50 a 70 años según país.
- Mínimo impacto socio-ambiental
- CIPP UV: Espesor > 3mm
- Rugosidad similar a PVC
- Aumento cap. hidráulica >30%
- Rendimientos de hasta 200m por jornada.
- Calidad: hecho en fábrica.
- Curado 100% controlado por computador



GLASS-FIBER LINER IS IMPREGNATED WITH AN UNSATURATED POLYESTER RESIN AT THE FACTORY AND ARRIVES IN A CRATE - READY FOR INSTALL.





INSERCIÓN DE TUBERÍAS



Por: Miguel Duque Bernal
Ingeniería y Contratos S.A.S.
Capacitación EPM. Medellín, Abril 24 de 2024.



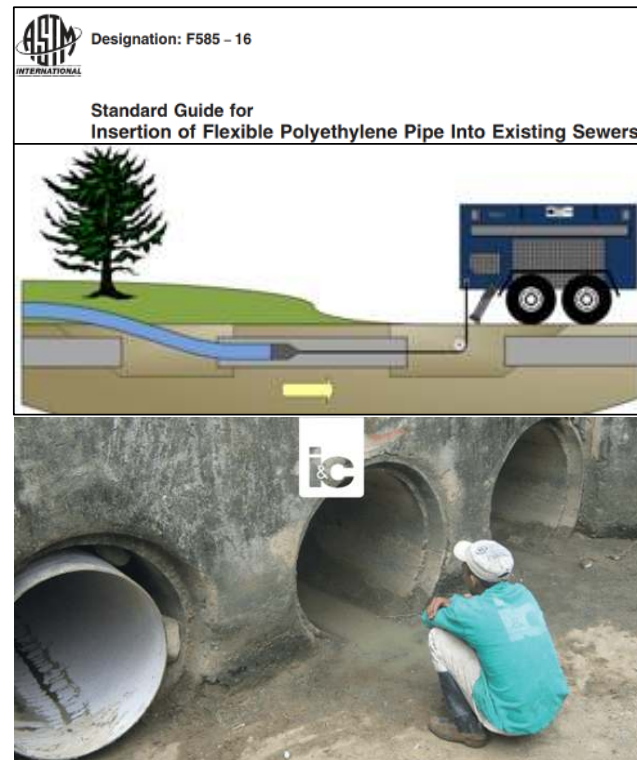
INSERCIÓN DE TUBERÍAS

- **¿Qué es?**

- La TSZ más simple
- Insertar un tubo dentro de otro.
- Acueducto, alcantarillado, otros.
- Tubos convencionales o especiales.
- Sin curado.
- Tubo es halado o empujado
 - Polietileno muy común

- **Características**

- Disminución de capacidad hidráulica
- Espacio para la inserción
- Radio de curvatura del material
- Manejo de agua en la red (parcial)
- Rendimientos según equipo y material:
 - Winche
 - M. pipe bursting
 - Bastidor empuje empuje
- Limpieza de la red
- No hay close fit





INSERCIÓN DE TUBERÍAS: CLOSE FIT



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

CIPP



[https://rhinoliningsepoxy.com/applications/cured_in-place_pipe_\(cipp\)/185](https://rhinoliningsepoxy.com/applications/cured_in-place_pipe_(cipp)/185)

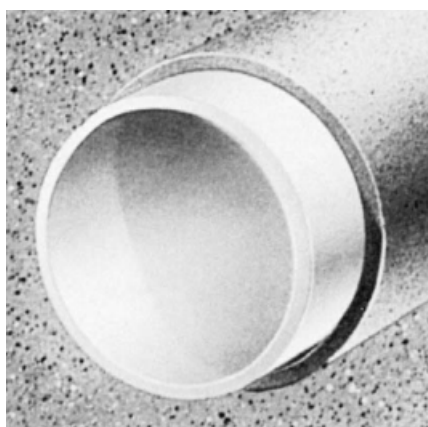
SWL



<https://trenchlesstechnology.com/spr-spiralwound-pipe-in-stendal-germany/>

- Close fit (ajuste ceñido) = “No hay espacio” entre tubo anfitrión y liner
- Slipliner = Inserción de un revestimiento deslizado

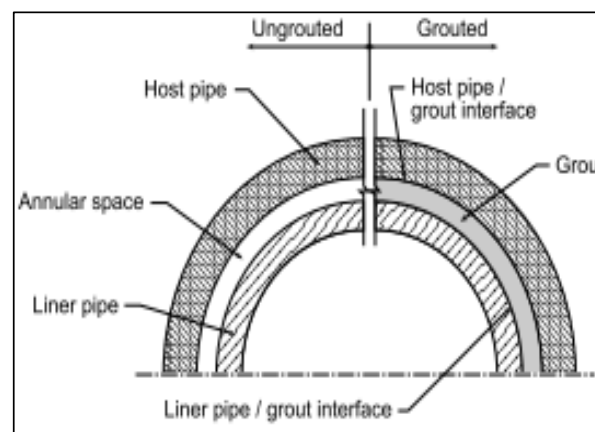
Close fit



Fold and Form



Grout anular



Si no hay close fit, la renovación estructural requiere mortero de transferencia de carga



SLIPLINING



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

- **Procedimiento instalación sliplining**

- Verificar diámetro interno y material de la red existente
- Verificar segmentos rectos o curvas válidas
- Aislar red, abrir pozos
- Realizar Limpieza (cuando se requiere):
 - Lavado con vector (100 bar)
 - Limpieza mecánica con cerdo
 - Hidroblasting (1000 bar)
 - Otros
- Pasar un testigo
- Insertar tubería
- Lleno con grout (cuando aplica)
- Pruebas de calidad (CCTV, fugas)
- Empalmes (acueducto)





MANGUERAS CON KEVLAR



PRIMUS LINE®
AGUA

CARACTERÍSTICAS

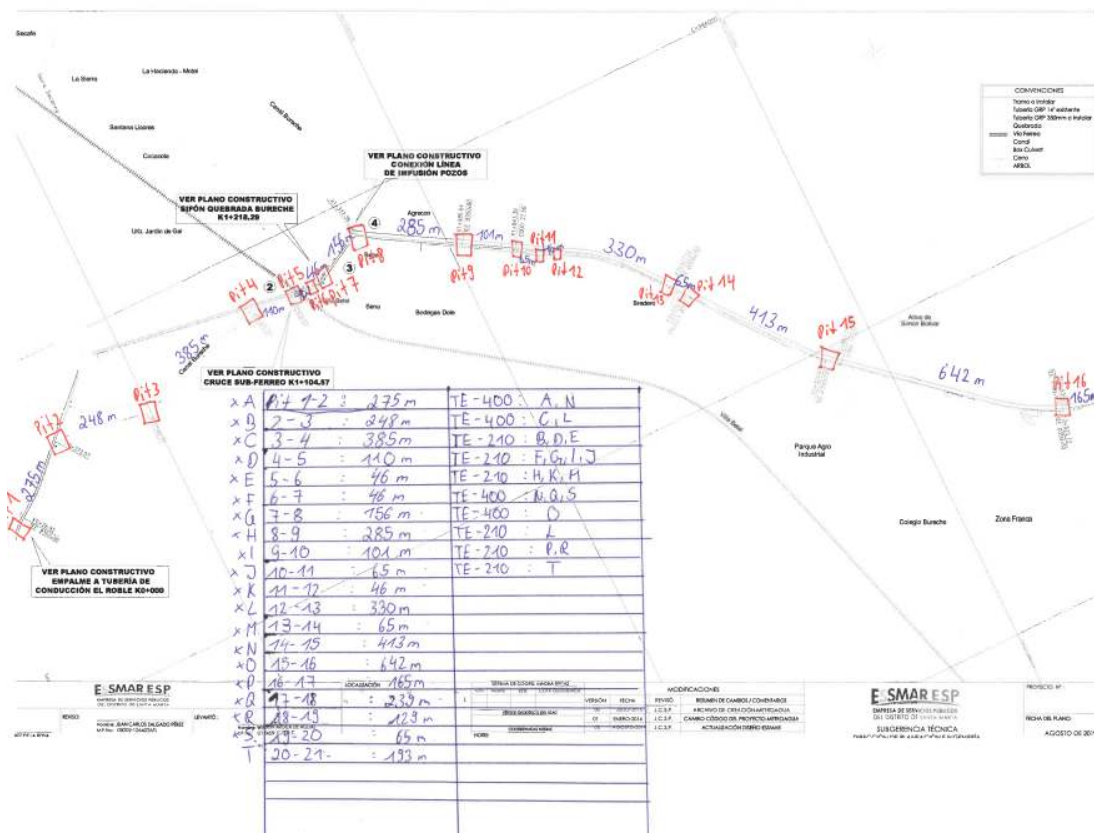


- Revestimiento flexible para eliminar fugas
- Solo redes a presión
- No previene colapsos
- Sin curado
- No se usa grout
- Instalación muy rápida (1km por día posible)
- Acoples especiales en los extremos
- Presiones y diámetros:
 - *Hasta 140 bar en DN200*
 - *Hasta 40 bar en DN 500*



MANUERAS CON KEVLAR

Planeación de los lanzados según cambios de dirección



Accesorios y prueba de presión



Curvas





MANGUERAS CON KEVLAR



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

Emergencia línea gas TGI zona Cerro bravo, mayo de 2023 / IMANNT realizó bypass con Primus Line



<https://www.valoraanalitik.com/2023/05/25/esta-es-la-tuberia-flexible-que-ayudara-a-solucionar-emergencia-de-gas-en-suroccidente-de-colombia/gun-cambios-de-direccion>
<https://www.pulzo.com/nacion/volcan-cerro-bravo-no-solo-sale-vapor-ahora-se-ve-fuego-su-interior-PP2814313A>





COMO CONVERTIR UN PROYECTO CON ZANJA A UN PROYECTO SIN ZANJA

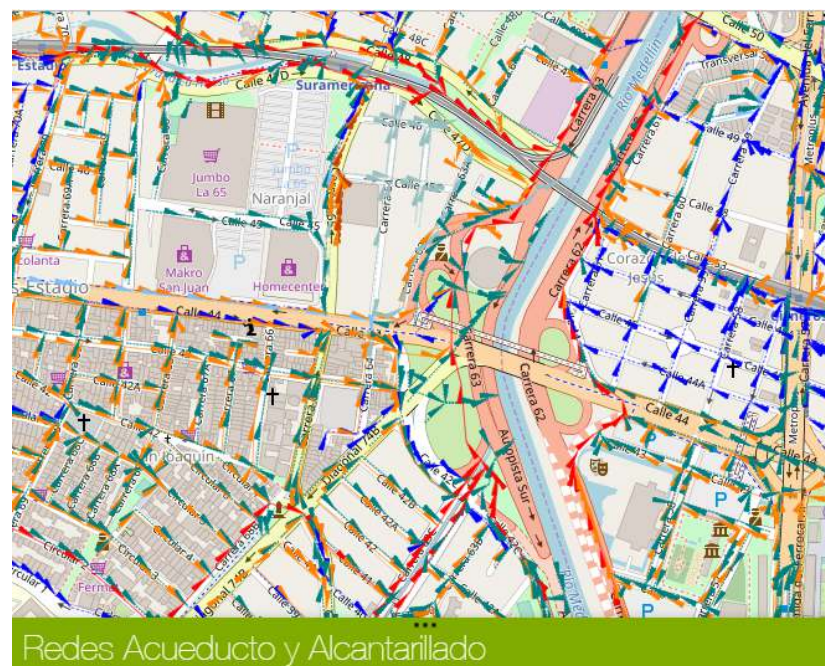


Por: Miguel Duque Bernal
Ingeniería y Contratos S.A.S.
Capacitación EPM. Medellín, Abril 24 de 2024.



DE ZANJA A SIN ZANJA

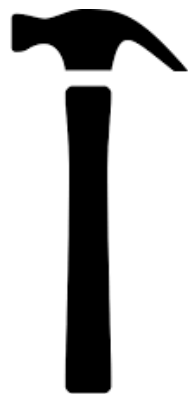
- **Entradas del diseño:**
 - Diagnóstico inicial y contexto
 - Hidráulica: caudales, presiones, diámetros
 - Estudio de suelos
 - Trazado general de la red
 - Redes existentes
 - Restricciones:
 - Puntos obligados -> Trazados
 - Horarios
 - Accesos de equipos y personal
 - Comunidades y afectaciones
 - Tráfico
 - Obstáculos constructivos
 - Posibles contratistas
 - Otros



Redes alcantarillado Medellín. Fuente: Geoportal EPM.



DE ZANJA A SIN ZANJA



- **Zanja:**

- Pocas opciones, rendimientos 'conocidos'
- Confianza del diseñador
- Rara vez se cuantifica impacto socioambiental
- Materiales generalmente nacionales
- Poca mano de obra especializada
- Obtener PMT es cada vez más difícil



- **Sin Zanja:**

- Muchas opciones, rendimientos variables
- Poca confianza del diseñador
- Analizar impacto socioambiental
- Materiales nacionales o importados
- Más mano de obra especializada
- Puede ayudar para obtener PMT

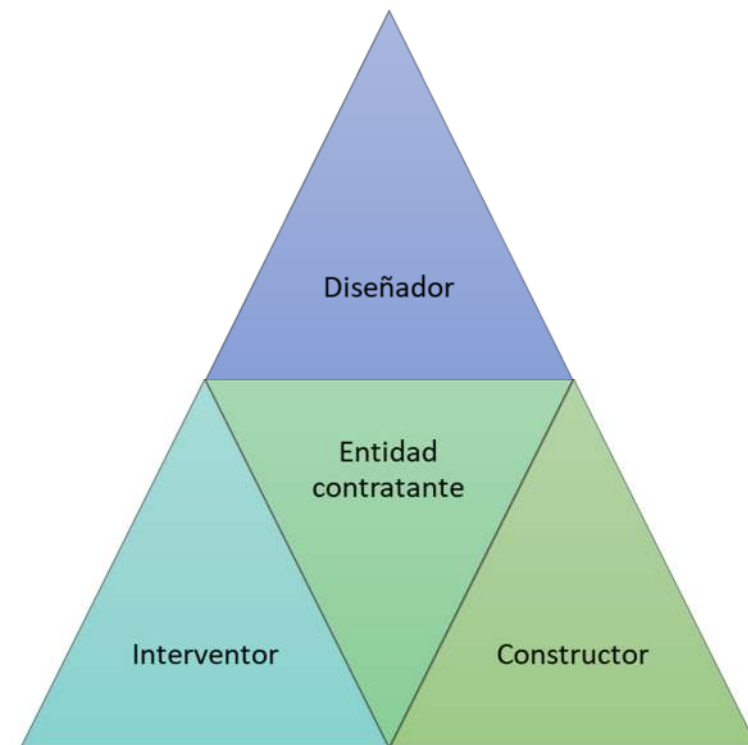


DE ZANJA A SIN ZANJA

IDEA FUERZA 1

- Un factor de éxito en proyectos TSZ es mantener una asesoría del diseño durante la ejecución

Parágrafo: si no hay quien conozca las TSZ, nadie se atreve a tomar decisiones y el proyecto se estanca.





DE ZANJA A SIN ZANJA

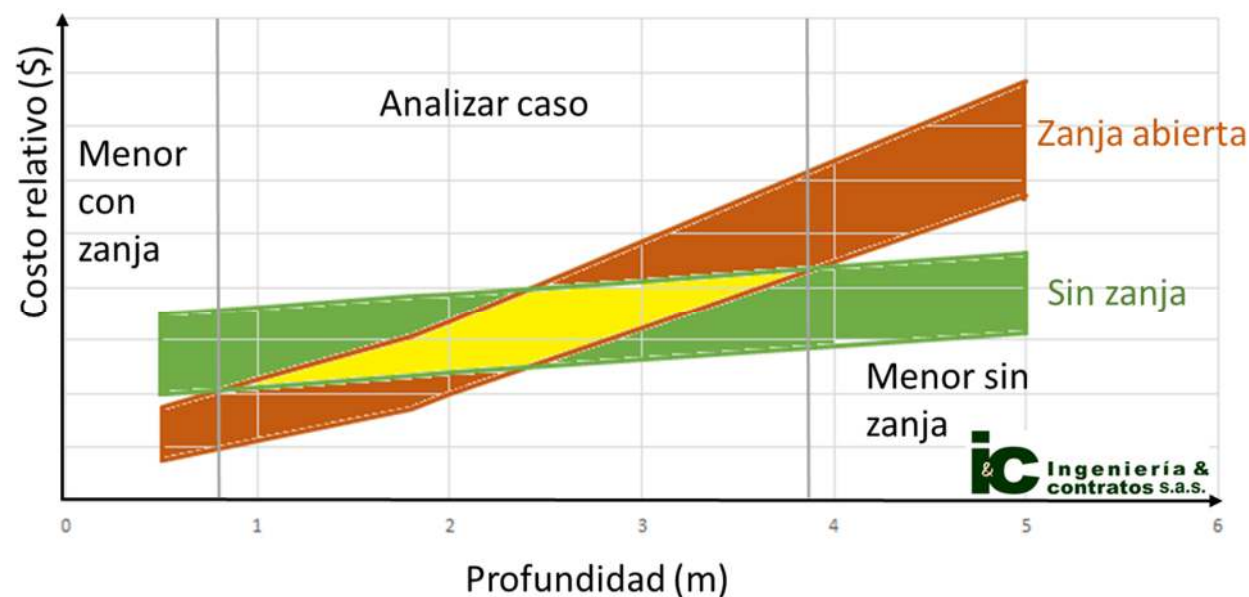


LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

RELACIÓN ESQUEMÁTICA COSTO – PROFUNDIDAD (COSTOS DIRECTOS)

*Las curvas dependen de la tecnología y el lugar

**Sumar costos indirectos (duración, socio-ambientales)



Costo total:

- Costo directo
- Administración = $f(\text{tiempo})$
- Interventoría = $f(\text{tiempo})$
- Costo socioambiental
- (+ Análisis ciclo de vida)





DE ZANJA A SIN ZANJA

IDEA FUERZA 2

- Los primeros candidatos para TSZ son los tramos profundos o que generan mayores impactos si se ejecutan a zanja abierta.

Ejemplos (preguntar al público)...

Vías principales o concesionadas,
pavimentos especiales, operaciones de
industria, suelos inestables, plazos de
ejecución cortos, obstáculos.



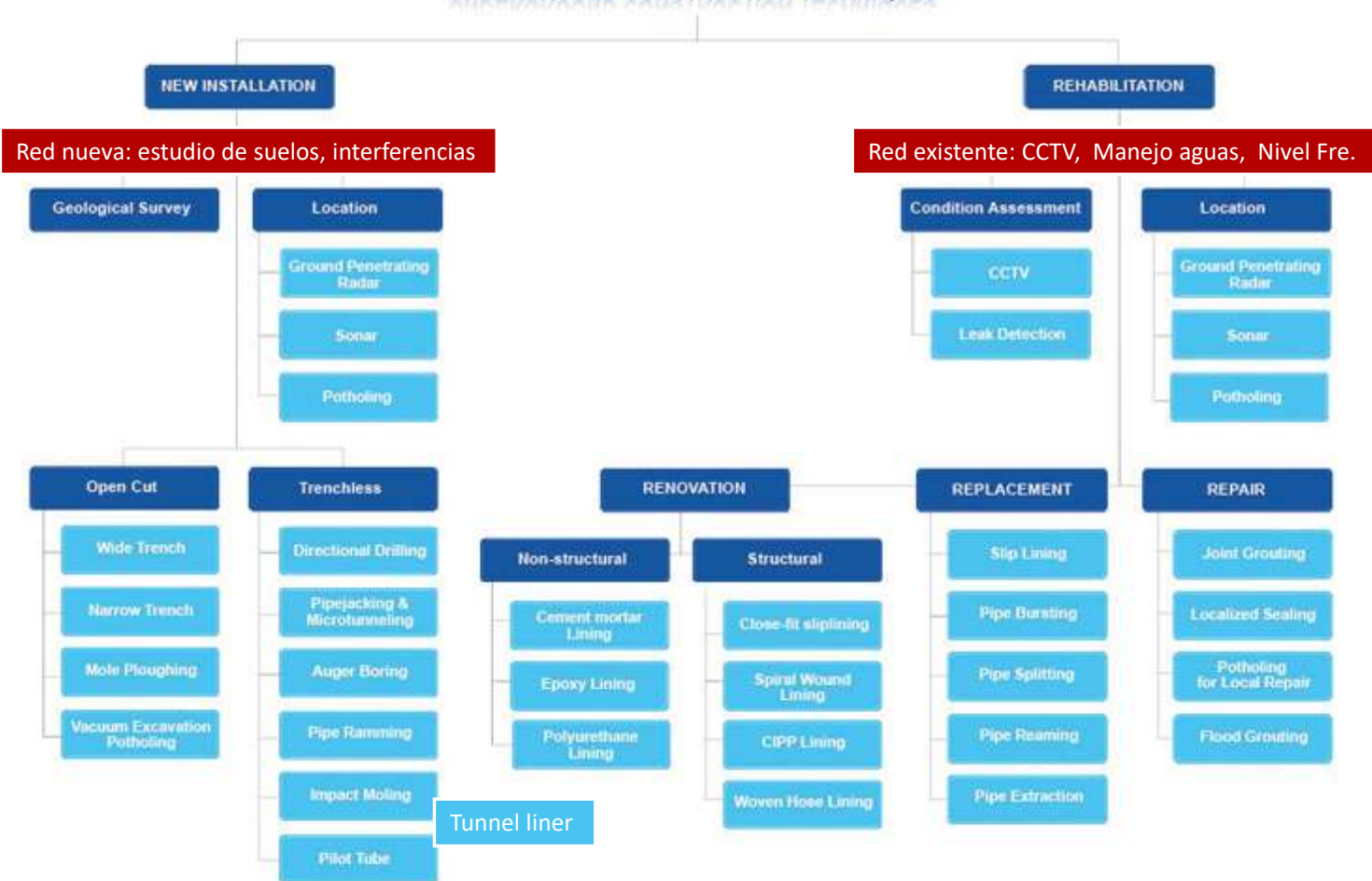


DE ZANJA A SIN ZANJA



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

UNDERGROUND CONSTRUCTION TECHNIQUES



Red nueva: estudio de suelos, interferencias

Red existente: CCTV, Manejo aguas, Nivel Fre.

Diseño: “Constrúyase por la tecnología sin zanja”

¿Red nueva o rehabilitación?

1. Inst. tubería nueva:
2. Rehabilitación
 - Renovación
 - Reparación puntual



<https://utilitycontractormagazine.com/trenchless-technology/>



DE ZANJA A SIN ZANJA



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

IDEA FUERZA 3

- Ninguna tecnología sirve para todo, se requiere conocimiento o asesoría para seleccionar las TSZ aplicables. Primero la viabilidad técnica, luego la económica.

Parágrafo: se obtienen economías de escala cuando se hacen varios tramos con un mismo grupo de equipos.





DE ZANJA A SIN ZANJA



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

Preguntas básicas para seleccionar la tecnología

Pregunta	Contexto
¿Existe una red que se puede rehabilitar o debe ser red nueva?	Usualmente es preferible rehabilitar (salvo control de aguas)
¿Necesita cambiar la pendiente o el trazado frente a lo existente?	Sí = se descarta rehabilitación
¿Necesita aumentar el diámetro?	a) Pipe bursting, Pipe eating b) Instalación red nueva
¿Cómo son los accesos para equipos?	La mayoría de TSZ requiere acceso para equipos
¿Es rehabilitación estructural?	Si = descarta algunas TSZ
¿Tiene acometidas? ¿Es a presión? ¿Certificado no toxicidad agua potable?	Si = descarta algunas TSZ

CCTV:

Colapsos (limitan TSZ)
Estado estructural (diseño)
Raíces, depósitos, etc.
(ajustes)

SUELOS (limitan TSZ):

- Nivel Freático
- Roca, bolos, gravas, limos, arenas,...
- Estabilidad del suelo



DE ZANJA A SIN ZANJA

IDEA FUERZA 4

- El tipo de tubería que se puede instalar depende de la TSZ.

Parágrafo: si ya se compró la tubería porque el proyecto se diseñó a zanja, puede haber complicaciones.



<https://youtu.be/1fplT8gVqC0?si=1ofl9h414Aa1ruKY>



DE ZANJA A SIN ZANJA: Picacho



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



Colector alcantarillado
8" → Pipe Bursting 10"



Acometida 6" alcantarillado
con curva → CIPP esp=3mm



- Cambio de Proyecto a Zanja por CIPP acometidas + Pipe Bursting durante ejecución
- Documentado en publicación
- Premio a la innovación EPM y premio de LAMSTT 2019.
- Ver video en:

<https://www.youtube.com/watch?v=Xq5zSc6cbksk>