

PASADO Y PRESENTE DE LA TUBERIA HINCADA EN COLOMBIA

Alexander Vargas R

A decorative graphic at the bottom of the slide consists of a grid of 3D cubes. Most cubes are light gray, but one cube on the right side is highlighted in blue and black.

ANTECEDENTES EN COLOMBIA

1906 Estudio Pearson para **descontaminar** río Bogotá y afluentes.

1913 Estudio René Regal para **abastimiento y alcantarillado de Medellín.**

1927 La compañía White J.G. Engineering Corporation plantea la **necesidad de construir interceptores y una planta en Fucha** para Bogotá.

1944 Tesis José Tejada sobre **necesidad de construir interceptor del río Medellín .**

1956 Estudio de saneamiento Greeley and Hansen de Medellín.



Instalación de alcantarillado 1936.

ANTECEDENTES EN COLOMBIA



Construcción del alcantarillado en la carrera Junín en Medellín la segunda mitad de la década de 1940 – Quebrada Santa Elena

1966 Inicia plan piloto de alcantarillado sanitario de Medellín, el cual se extendió hasta 1979

1979 El Banco Mundial propone **construir un interceptor que lleve las aguas hasta Tunjuelo en Bogotá** donde se construiría una planta de tratamiento.

80s Programas de saneamiento principales ciudades

90s Estudio de **alternativas para construcción alcantarillados planes de saneamiento y definición sistemas constructivos**, algunos por primera vez sin Zanja.

2000-2017 Construcción intensiva de sistemas de alcantarillado en concreto sin zanja



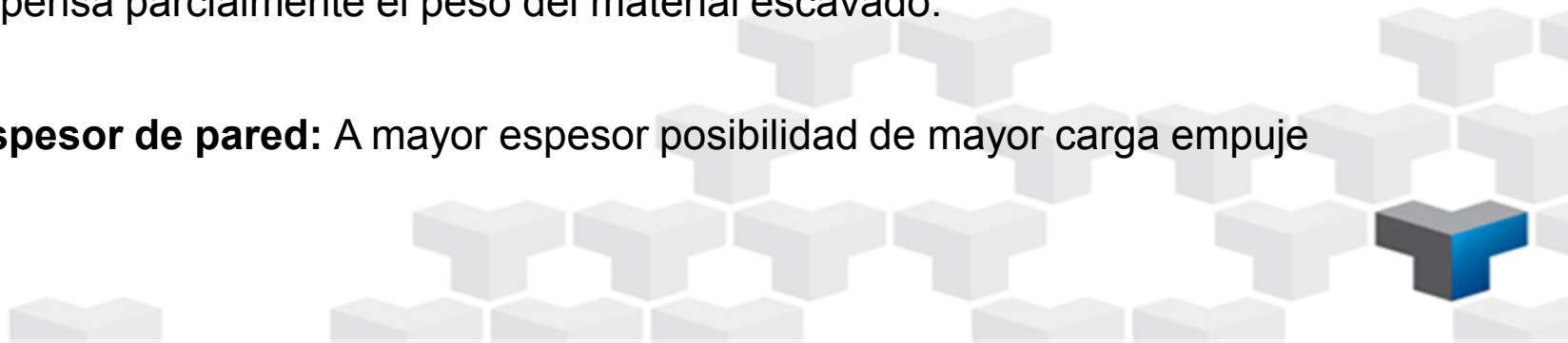
ANTECEDENTES INTERNACIONALES



- **1964** Asociación japonesa de aguas residuales
- **1973** Primera norma japonesa para pipe jacking
- **1978** Asociación de hincado de tubería, Londres PJA
- **1989** BS 5911 parte 120 incluye en normas británicas una sección para tubos hincados
- **1990** DWA 125E Norma Alemana para tubos hincados
- **2000** ASCE 27 Diseño directo para tubos hincados
- **2001** ASCE 36 Diseño y construcción de microtuneles

TUBOS CONCRETO PARA EMPUJE

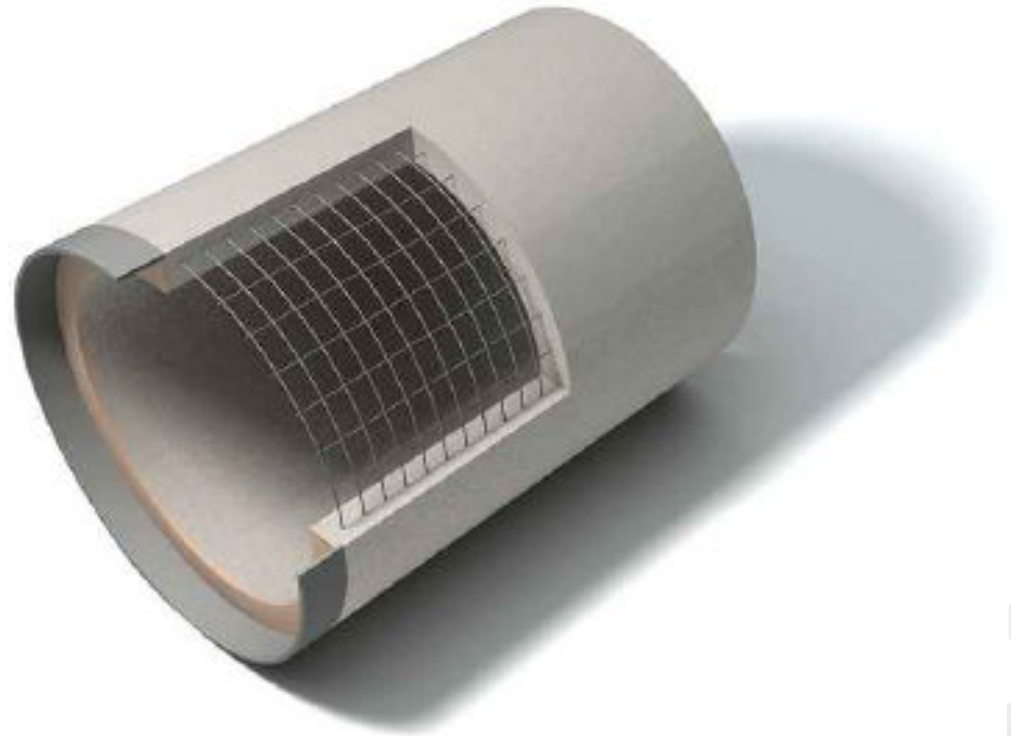
- **Sostenibilidad:** Baja emisión de carbono
Fabricación local
Materia prima local
Utilización material reciclado
- **Durabilidad:** Medición mediante ensayos y comprobado
- **Resistencia:** Cargas de empuje mayores a otros materiales
- **Alto Peso:** Compensa parcialmente el peso del material escavado.
- **Tres tipos de espesor de pared:** A mayor espesor posibilidad de mayor carga empuje



EVOLUCIÓN TUBOS DE CONCRETO PARA HINCADO

2000

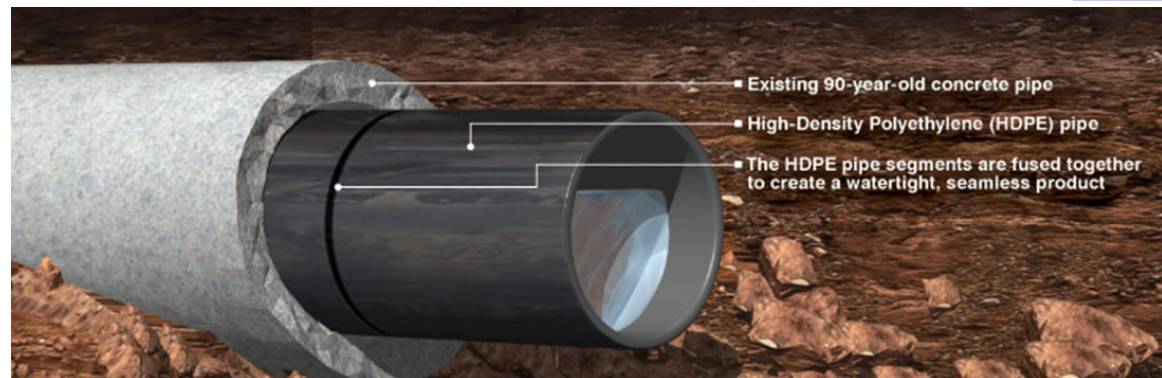
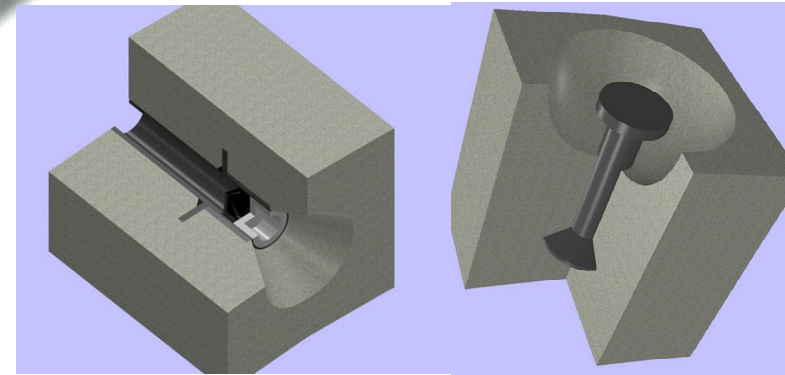
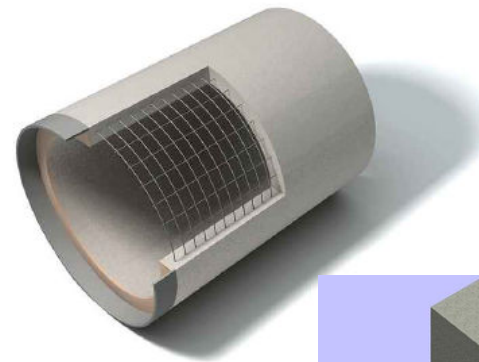
- Resistencia del concreto a la compresión de 35 MPa
- Pases de lubricación simples
- Juntas en acero
- Campanas con corta gotero con empaque sencillo
- Longitud 2.0 m



EVOLUCIÓN TUBOS DE CONCRETO PARA HINCADO

2017 en Colombia

- Resistencia del concreto a la compresión hasta 65 MPa
- Pase lubricación con válvula anti retorno
- Juntas Galvanizadas o Acero Inoxidable
- Campanas sin corta gotero con doble empaque
- Refuerzo de confinamiento en los espigos
- Recubrimiento interno y/o externo
- Longitud 1.00, 2.0 y 2.5 m
- Sistema de izaje Swift lift (Bulones)

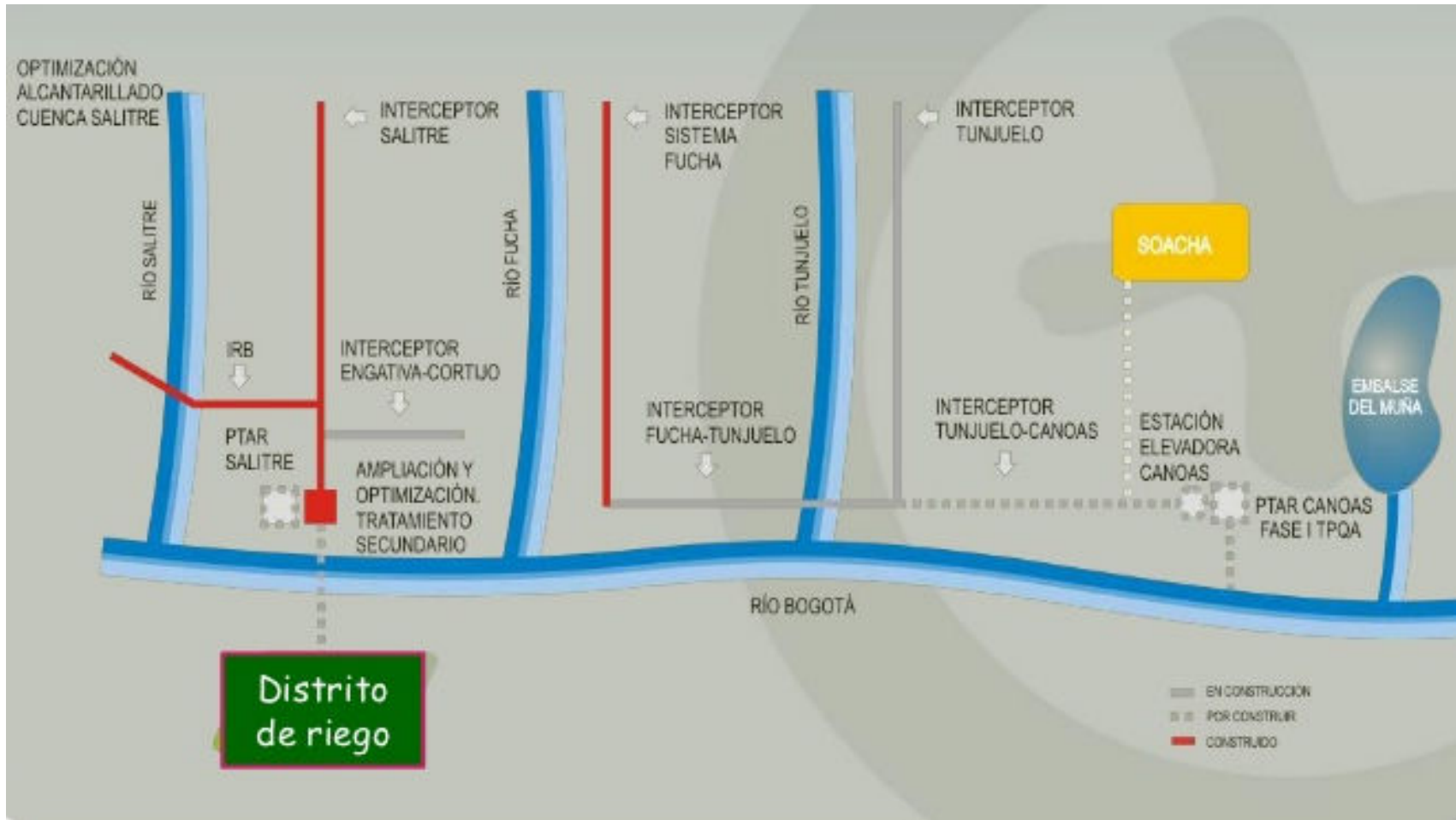


APLICACIONES

- Grandes Interceptores
- Alcantarillados y proyectos de renovación
- Pasos cortos
(Vías o subfluvial)



INTERCEPTORES RIO BOGOTA



Fuente EAB

GRANDES INTERCEPTORES

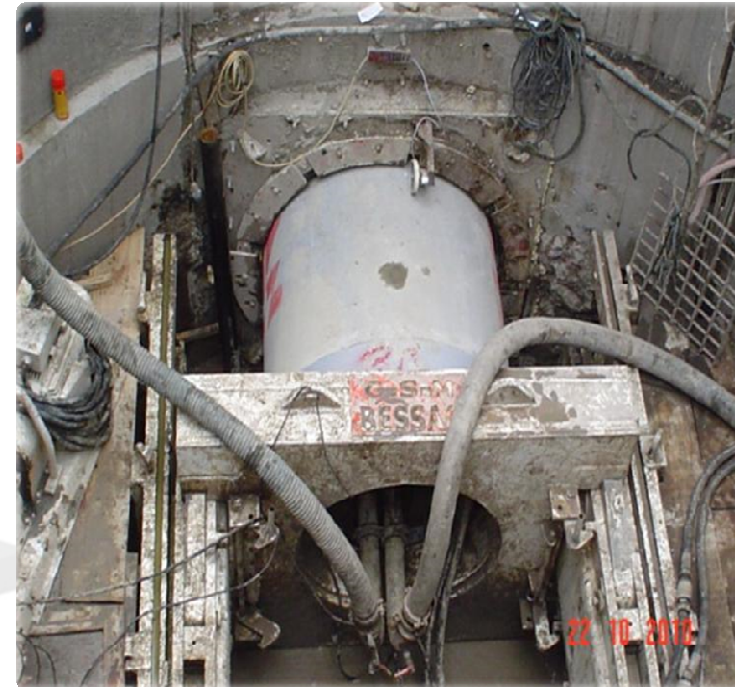
- 2000** Río Bogotá 9.8 km de tubería hincada.
- 2008** Fucha Tunjuelo 9.4 km de dovelas.
- 2009** Tunjuelo bajo 8.3 km de tubería Hincada.
- 2011** Tunjuelo – Canoas 11.2 km de dovelas.
- 2012** Norte del río Medellín 7.7 km de tubería hincada.



GRANDES INTERCEPTORES

Construcción de interceptores

- **Aprendizaje para la ingeniería nacional** en el campo del diseño y el **desarrollo de tecnología**, tanto de las tuneladoras, como de los equipos de apoyo y monitoreo.
- Obras realizadas en **suelos blandos de la sabana** de Bogotá y **materiales granulares con bolos de Medellín**, dejando sentado un precedente en la aplicación de tecnologías limpias y de **poca afectación urbana**.
- Abre la puerta para el **empleo de procedimientos similares** en la construcción de otros colectores de aguas lluvias o de aguas residuales y **traslado de redes** para el corredor del metro.



GRANDES INTERCEPTORES

- **Calidad** de construcción
- Cumplimiento en los **cronogramas pactados** y de los montos contractuales
- Es posible **gestar proyectos de diseño y construcción a precio global fijo** sin generar efectos derivados de sobrecostos e imprevistos



ALCANTARILLADO Y RENOVACION



2006 -2008 Alcantarillado pluvial Fontibón 5.0 km

2007 Alcantarillado sanitario y pluvial chico (Bogotá) 1.5 km

2010 Alcantarillado Barrancabermeja. 1.0 km.

2015 Centro Parrilla (Medellín) 4.0 Km



PASOS CORTOS

- 2010** Autopista norte entre calle 180 y 193
- 2011** Drenaje relleno Sanitario Doña Juana
- 2011** Obras eliminación vertimientos de aguas residuales a canal Fucha y arzobispo en tiempo seco
- 2011** Conexión final ciudad verde
- 2012** Avenida Primero de Mayo carrera 69 y 70 b
- 2012** Intersección Avenida ciudad de Cali
- 2016** Colector Cuencas Medellín



OBRAS EJECUTADAS POR APLICACION

APLICACIÓN	LONGITUD
Interceptores	51km
Alcantarillado y Renovación	22km
Pasos cortos	3km
TOTAL	76km

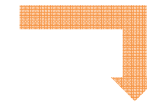


OBRAS EJECUTADAS POR TECNOLOGIA

Tubería Hincada

Empuje longitudinal a su posición
" Tripulada"

30 km

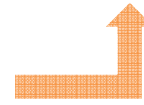


Diseño tubos
para empuje
y cargas
de servicio

Micro túnel

Control remoto

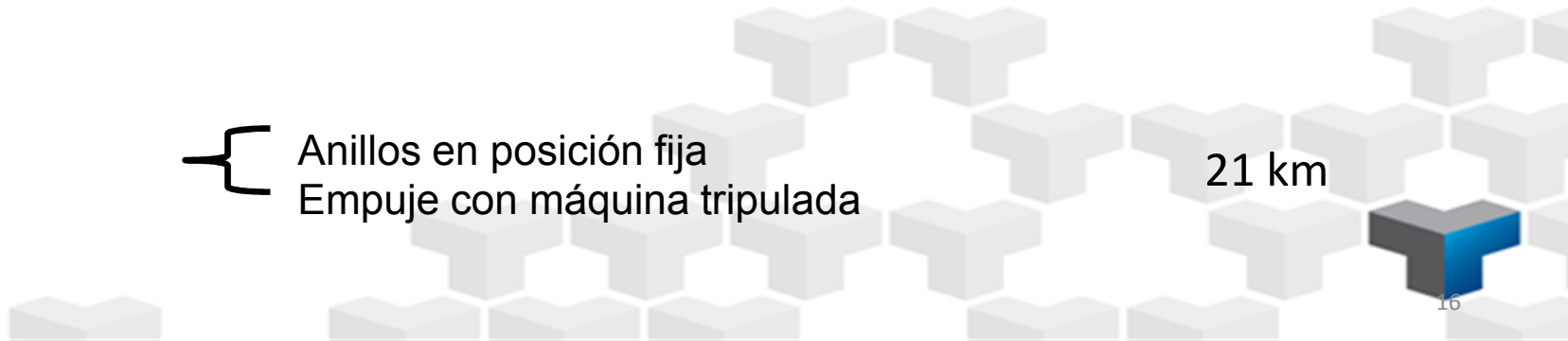
25 km



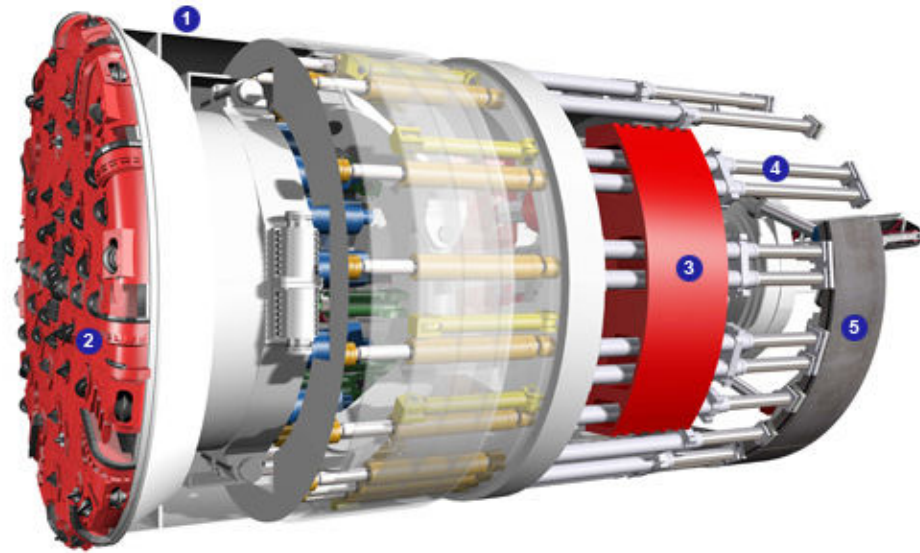
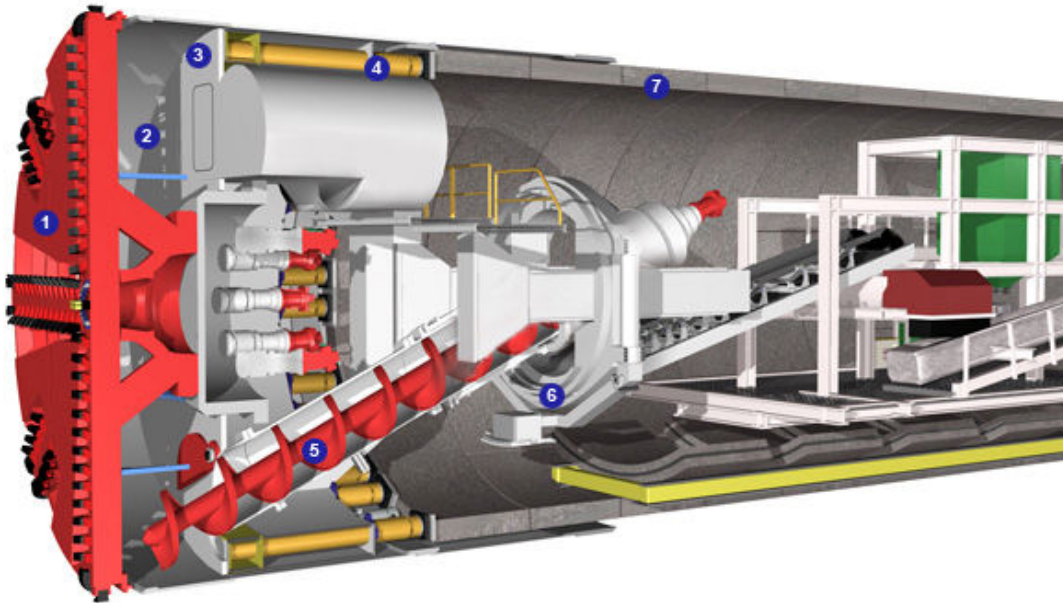
Dovelas

Anillos en posición fija
Empuje con máquina tripulada

21 km



DOVELAS



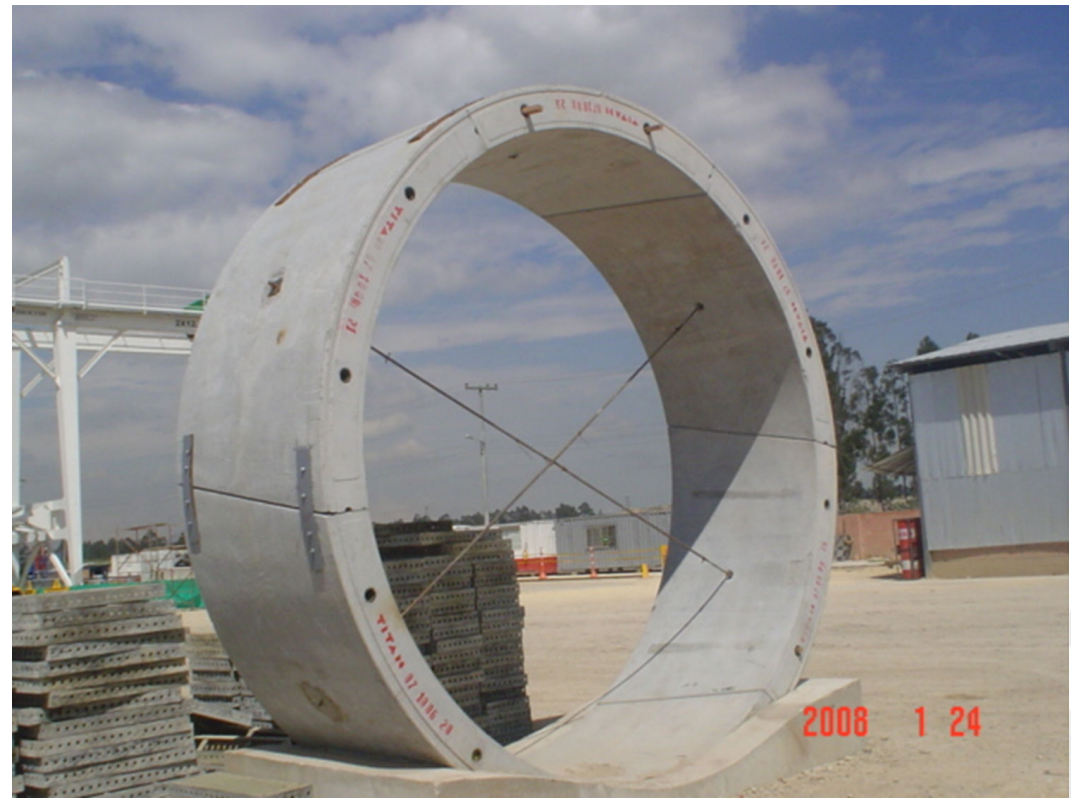
DOVELAS



Fig. 1: Estructuración de un túnel construido con dovelas (Luttikholt 2007).

Cada sección de arco se **diseña geométrica y estructuralmente** para cada caso basándose en las **necesidades de cada proyecto**, como son el diámetro, las cargas, profundidad de instalación, la longitud, tipo de suelo y requerimientos en la secuencia de construcción.

DOVELAS



OBRAS REALIZADAS



2000 INTERCEPTOR RIO BOGOTA

Diámetros: 2.2 m – 2.45 m - 2.75 m

Longitud: 2.2 Km – 3.3 Km – 4.3 Km

Profundidad : hasta 22 m

Desafíos

- Tecnología utilizada por **primera vez**
 - Tubos **nunca antes producidos** en Colombia
- Precisión en la geometría**
- Estaciones intermedias**
- Zonas abiertas y densamente pobladas**
- Tramos Curvos
- Alto nivel freático**



2000 INTERCEPTOR RIO BOGOTA

Diámetros: 2.2 m – 2.45 m - 2.75 m

Longitud: 2.2 Km – 3.3 Km – 4.3 Km

Profundidad : hasta 22 m

Desafíos

- Gran diámetro
- Capacidad para **cumplir con plazos y presupuestos**
- Incertidumbre** en confiabilidad de las tuneladoras
- Construcción **túnel sobre roca**



2008 INTERCEPTOR FUCHA TUNJUELO

Diámetro: 3.75 m

Longitud: 9.4 Km

Caudal Máximo: 20.8 m³/s

Profundidad : entre 9 y 13 m

Desafíos

- Tecnología utilizada por primera vez
- Capacidad del prefabricador
- Selección de equipos

Obras complementarias:

- 1 Pozo de trabajo.
- 2 Pozos de salida
- 4 Pozos de conexión de interceptores afluentes.
- 10 Pozos de inspección.
- 5 km de vías de acceso a pozos.
- 210 m de conexiones a pozos.



2008 INTERCEPTOR FUCHA TUNJUELO



Ingreso dovelas



Instalación dovelas

2009 INTERCEPTOR TUNJUELO BAJO

Diámetros: 2.45 m - 2.75 m - 1.60 m

Longitud: 4.6 Km - 3.7 Km - 3.4 Km

Profundidad: 12 m a 22 m

Pozos de trabajo: 26

Característica: Túnel con revestimiento tipo pipe-jacking



2011 INTERCEPTOR TUNJUELO - CANOAS

Diámetros: 3.2 m - 4.2 m

Longitud: 11.2 Km

Profundidad: 12 m y 17 m.



TBM – Interceptor Canoas



2012 INTERCEPTOR NORTE RIO MEDELLIN

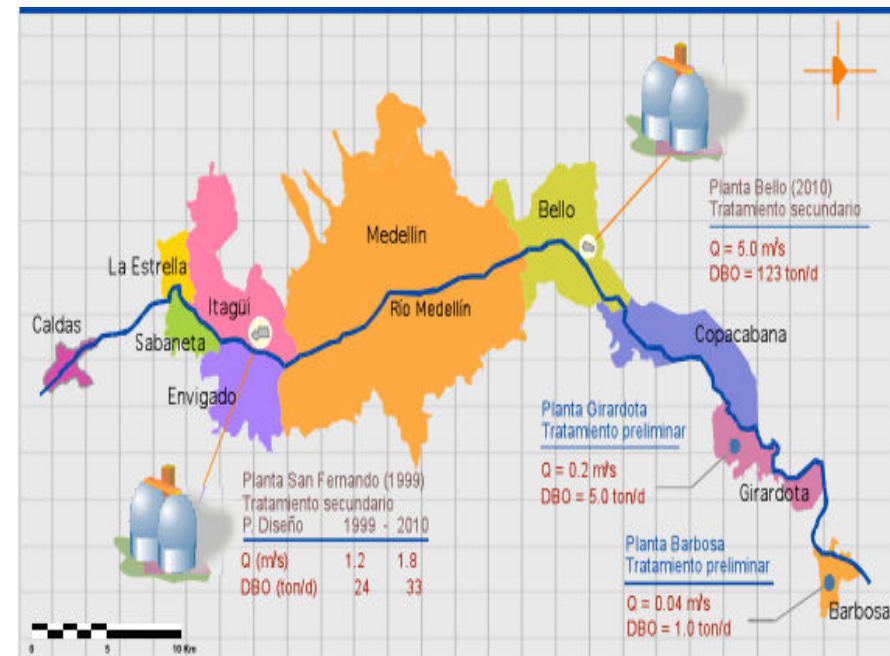
Diámetros: 2.2 m y 2.4

Longitud: 8.3 Km

Profundidad: entre 8 m a 17 m.

27 pozos.

Tramos desde 400 hasta 750 metros



Programa de saneamiento del río Medellín y sus quebradas afluentes, segunda etapa. EPM

Proyecto inicial

- 2002 Trazado box
- Sector **densamente poblado**
- Corredor **férreo, el Metro** y la vía regional occidental **acueducto, gas y poliducto**
- Matriz de
- Posibilidad de inundación.**

Agua residual del norte de Medellín a planta de Bello.

2012 INTERCEPTOR NORTE RIO MEDELLIN

Desafíos

- ❑ **Complejas** condiciones **topográficas**
- ❑ Cruces por **debajo** del sistema **Metro**
- ❑ **Cruce del río** Medellín hacia el costado occidental donde estará localizada la planta Bello
- ❑ Suelo conformado por **arenas, gravas y Bolos**
- ❑ “No subestimar las limitaciones de ningún sistema y tener planes para cubrir riesgos”*
- ❑ Tres rescates de máquina



*EPM Fernando Rojas

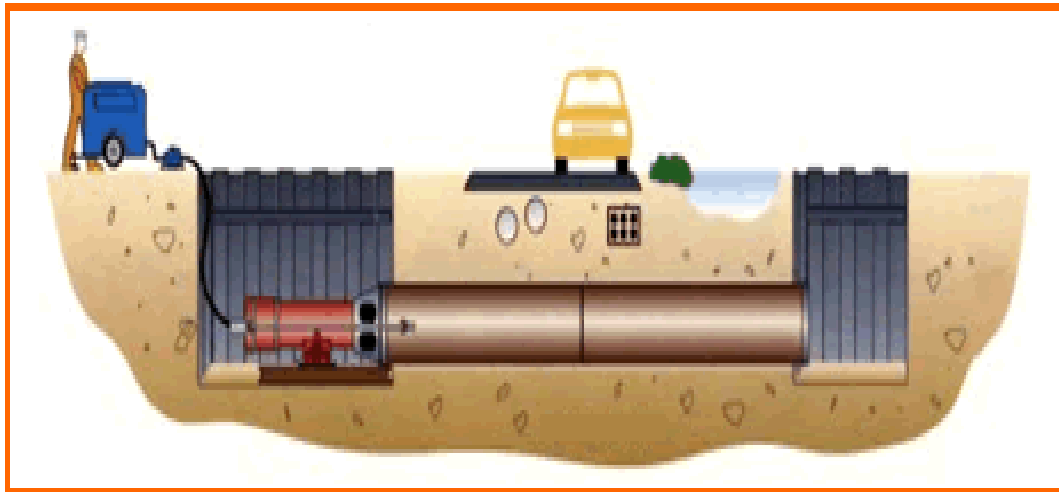
VIAS CONGESTIONADAS

Proyecto : Colector de aguas lluvias en la ampliación de la Autopista Norte en Bogotá

Año: 2009

Diámetros: 1.6 m / 1.2 m

Longitud: 0.9 Km / 1.0 Km



BESSAC ANDINA S.A – EAAB-ESP IDU

VIAS CONGESTIONADAS

Proyecto : Construcción
alcantarillado Av. Primero de Mayo en
Bogotá

Año: 2013

Diámetros: 0.6 m

Longitud: 0.5 Km



Proyecto : Colector Cuencas Medellín

Año: 2016

Diametro: 1.2 m

Longitud: 0.15 Km



EL DIAMETRO MAS PEQUEÑO

Proyecto : Construcción alcantarillado calle 92

Diámetro: 0.40 m

Longitud: 170 m



EAAB

PRIMERAS EN CIUDADES INTERMEDIAS



Proyecto : Colector comuna 10 – Neiva Bogotá
Diámetro: 1.2 m
Longitud: 1.0 Km
Año: 2008

Proyecto : Alcantarillado Barrancabermeja
Diámetro: 3.5 m
Longitud: 1.0 Km
Año: 2010



MAYOR CURVATURA

Proyecto : Rehabilitación de redes de Alcantarillado pluvial de los Barrios Marco Fidel y San Jorge Etapa III - Bogotá

Año: 2015

Diametros: 1.6 m - 1.2 m

Tramos: 0.7 Km - 0.2 m



BESSAC ANDINA S.A – EAAB-ESP IDU

EN PEQUEÑOS MUNICIPIOS



Proyecto : Alcantarillado Vereda el Verganzo en Tocancipá
Año: 2013
Diametros: 0.6 m
Tramos: 0.4 Km



MAS PROFUNDO EN TUBERIA

Proyecto : Cruce en el Relleno Sanitario Doña Juana en Bogotá
Año: 2011
Diametros: 1.2 m
Tramos: 0.3 Km
Profundidad: 30 m debajo del relleno

Arenizca y arcillolitas



MAS SUPERFICIAL

Proyecto : Interceptor para el Canal Arzobispo
Año: 2011
Diametros: 1.2 m
Tramos: 0.2 Km
Profundidad: 1.20 m
Característica: Sin asentamientos ni daños en el pavimento



TRAMO CON DOS CURVAS



BESSAC ANDINA



Proyecto : Colector urbanización verde en Soacha
Año: 2013
Diámetro: 1.2 m
Tramos: 0.4 Km



POR PRIMERA VEZ 1600 m

Proyecto : Construcción de manijas para el interceptor Rio Tunjuelo bajo en Bogotá

Diametros: 1.6 m - 0.6 m

Tramos: 0.6 Km – 1.6 Km



TRAMO INDIVIDUAL MAS LARGO

Proyecto : Colector expreso sur deprimido calle 26 frente al consejo de Bogotá
Año: 2010
Diametros: 1.6 m
Tramos: 0.9 Km



PRIMEROS URBANISTAS

Proyecto : Colector Urbanización Parques de Granada en Bogotá

Año: 2014

Diametro: 1.2 m

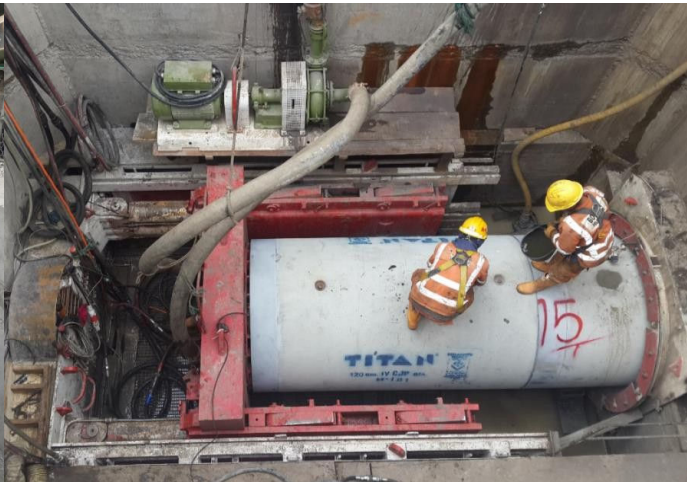
Longitud: 0.2 Km

Proyecto : Cruce Av. Ciudad de Calidad

Año: 2017

Diametro: 2.0 m

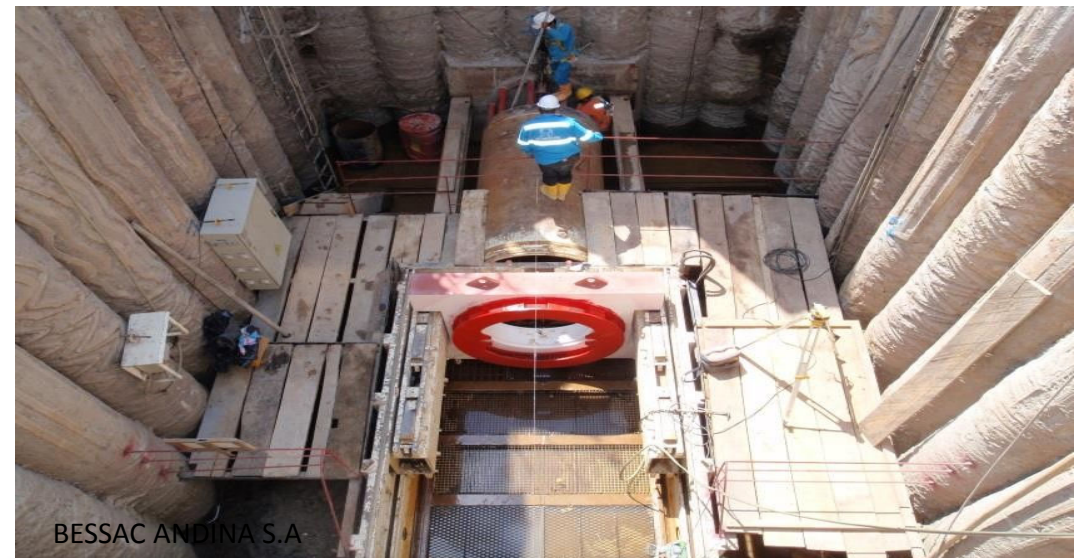
Longitud: 0.06 Km



PASOS CORTOS

Proyecto : Cruces en la Cra 39 Cll 25 en Cali
Año: 2012
Diametros: 1.2 m - 0.6 m
Tramos: 0.5 Km – 0.5 m

Proyecto : Cruce vial en la Vía Indumil, Soacha
Año: 2012
Diametros: 1.4 m
Tramos: 0.1 Km



SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO

Proyecto : Reemplazo de colector aguas lluvias en la obra Estación de Transmilenio y glorieta elevada calle Sexta en Bogotá

Año: 2013

Diametro: 1.6m

Longitud: 0.5 Km

Proyecto : Construcción del colector para la obra del cruce deprimido Troncal Agua blanca en Cali

Año: 2010

Diametro: 0.60 m

Longitud: 0.5 Km



EN DEPRIMIDOS

Proyecto : Colectores de aguas lluvias en el deprimido de la calle 26

Año: 2011

Diametro: 0.60 m

Tramos: 0.12 Km



Proyecto : Colectores Pluvial y Sanitario en la obra Deprimido calle 94 en Bogotá.

Año:2013

Diametros: 0.90m - 1.7m

Tramos: 1.1 Km - 0.5m



ALCANTARILLADOS CON VARIOS DIAMETROS

Proyecto : Alcantarillado Fontibón en Bogotá

Año: 2012

Diámetros: 0.60m – 0.9m – 1.2m

Longitud: 0.5Km – 0.2 Km – 0.12 Km



Proyecto : Colector Pluvial Calle 169 y calle 170

Año: 2014

Diámetros: 2.0 m y 1.4 m

Longitud: 0.4 Km – 1.0 Km



MAYOR RENOVACION

- **Proyecto** Alcantarillado Centro Parilla Medellín
- **Año:** 2015
- **Diámetros:** 0.6m – 0.8m - 09
- **Longitud:** 3.0 Km – 0.4 Km - 0.6 Km



AHORA!

Proyecto : Arroyos Urbanos Barranquilla

Diámetro: 2.00 m

Tramo: 1.5 Km

Caudal Máximo : 29.3 m³/s



Calle 91 y 92

4 m de profundidad

Descarga en canal Villa Carolina

Velocidad 6.12 m/s

Recubrimiento interno polietileno

