



**Herrenknecht AG Tuneles para transporte de energia y
instalación subterránea de cables.
Métodos de construcción amigables ambientalmente &
eficiente en costos**

Julio 31, 2019

Bruno Röker, Sales Manager, Herrenknecht AG

Herrenknecht Utility Tunnelling.

Procedimiento para una instalación subterránea

OPEN - CUT

Convencional



CAMPOS DE APLICACIÓN

- ▶ Construcción de la tubería cerca de la superficie
- ▶ Campo travesía

SEMI - TRENCHLESS

Pipe Express®



CAMPOS DE APLICACIÓN

- ▶ Construcción de la tubería cerca de la superficie
- ▶ Campo travesía

TRENCHLESS

Microtunnelling
HDD
Direct Pipe®



CAMPOS DE APLICACIÓN

- ▶ Construcción de tuberías profunda
- ▶ Cruces

Instalación de líneas de alta tensión con zanja

Procesos técnicos actuales ejemplo Raesfeld (Alemania).

- ▶ Ancho de la construcción de línea depende de:
 - ▶ Preparación de la superficie
 - ▶ Movimiento de tierra
 - ▶ Restauración de la naturaleza



Fuente: Amprion

Instalación de líneas de alta tensión con zanja. Procesos técnicos actuales ejemplo Raesfeld



- ▶ Preparación, trabajos de explanación
- ▶ Eliminación de la capa superior del suelo
- ▶ Construcción de vías
- ▶ Plantas mezcladoras
- ▶ Incorporación de camisa en el suelo líquido



Herrenknecht Utility Tunnelling.

Procedimiento para una instalación subterránea

<h2>OPEN - CUT</h2> <p>Convencional</p>	<h2>SEMI - TRENCHLESS</h2> <p>Pipe Express®</p> 	<h2>TRENCHLESS</h2> <p>Microtunnelling HDD Direct Pipe®</p> 
 <p>Vertical scale (mm): 500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 3.000, 3.500, 4.000, 4.500, 5.000</p>	 <p>Ancho de la zanja: 12"-16" (300-400mm)</p> <p>Sobrecarga: 20"-38" (500-2.500mm)</p> <p>Diámetro de la tubería: 36"-60" (914-1.524mm)</p> <p>Vertical scale (mm): 500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 3.000, 3.500, 4.000, 4.500, 5.000</p>	 <p>Vertical scale (mm): 500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 3.000, 3.500, 4.000, 4.500, 5.000</p>
<h3>CAMPOS DE APLICACIÓN</h3> <ul style="list-style-type: none">▶ Construcción de la tubería cerca de la superficie▶ Campo traviesa	<h3>CAMPOS DE APLICACIÓN</h3> <ul style="list-style-type: none">▶ Construcción de la tubería cerca de la superficie▶ Campo traviesa	<h3>CAMPOS DE APLICACIÓN</h3> <ul style="list-style-type: none">▶ Construcción de tuberías profunda▶ Cruces

Herrenknecht Utility Tunnelling.

Procedimiento para una instalación subterránea

► Proceso instalando la línea de tubería



► Auger drill machine



► HDD



► Direct Pipe

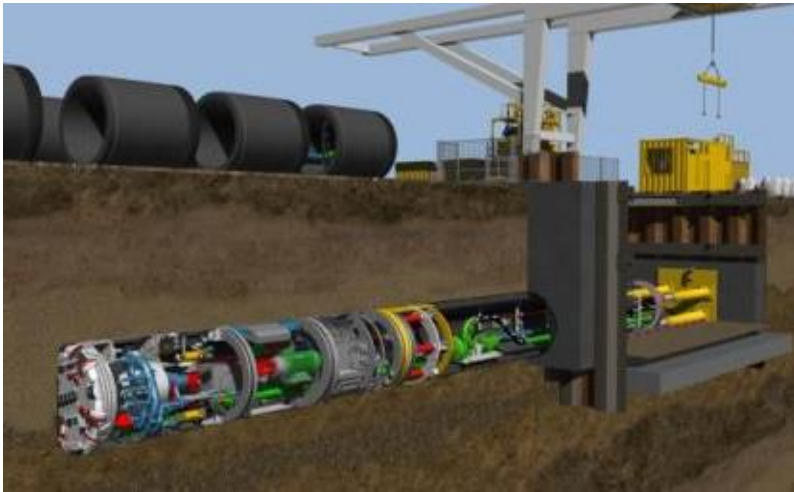


► E-Power Pipe

Herrenknecht Utility Tunnelling.

Procedimiento para una instalación subterránea

► Proceso de construcción de túnel



► Hinca de tubería (Pipe Jacking)



► Revestimiento de dovelas (Segmental Lining)

Herrenknecht Utility Tunnelling.

Procedimiento para una instalación subterránea

OPEN - CUT

Convencional



CAMPOS DE APLICACIÓN

- ▶ Construcción de la tubería cerca de la superficie
- ▶ Campo travesía

SEMI - TRENCHLESS

Pipe Express®



CAMPOS DE APLICACIÓN

- ▶ Construcción de la tubería cerca de la superficie
- ▶ Campo travesía

TRENCHLESS

Microtunnelling
HDD
Direct Pipe®



CAMPOS DE APLICACIÓN

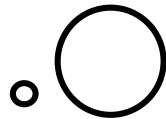
- ▶ Construcción de tuberías profunda
- ▶ Cruces

▶ Auger Boring

MAQUINAS DE HELICE

AREA DE APLICACION.

Diametro (OD)
0,1 m - 1,4 m

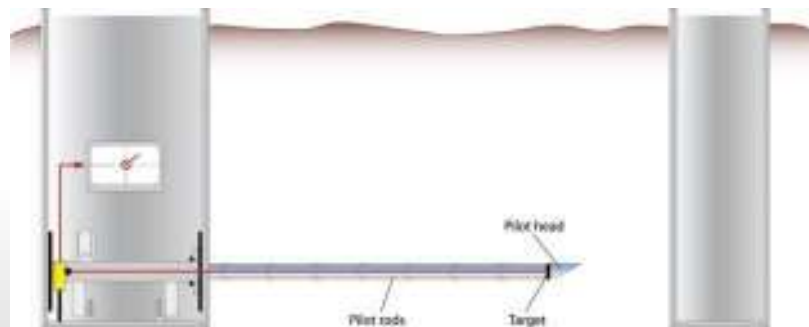


Condiciones de Suelo:
Arcilla, limo, arena, roca suave
(10Mpa) y roca dura (250 Mpa)
Agua subterranea

Guided Auger Boring.

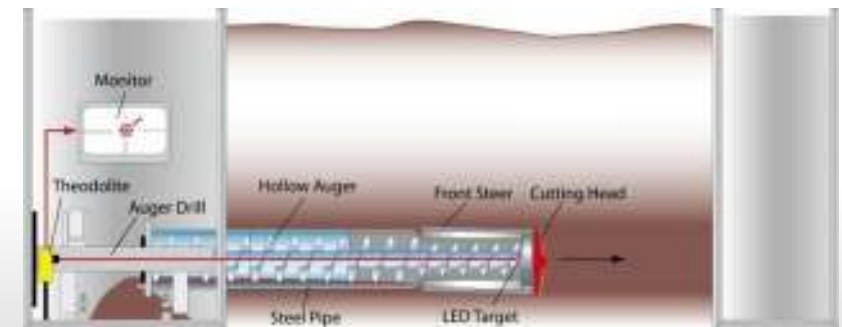
Pilot Auger Boring

- ▶ Suelo desplazable, SPT < 35
- ▶ No piedras > 80 mm



Front Steer Auger Boring

- ▶ Suelo no desplazable, SPT > 35
 - ▶ Roca suave < 10 Mpa
 - ▶ Roca dura < 250 Mpa

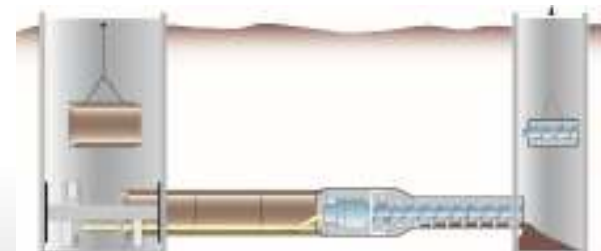
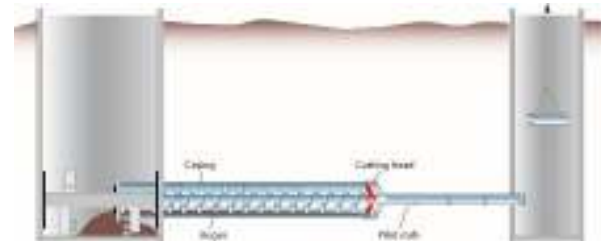
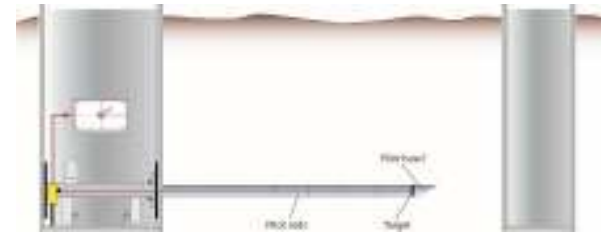


Procedimiento sin zanja de maquinas de helice.

El proceso de hincar tubería con pilotaje y camisas de acero con helices y extensiones

3-Step-Method

max. OD 1.280 mm



Procedimiento sin zanja de maquinas de helice.

El proceso de hincar tubería de GRP como protección de grupo de tuberías plásticas.

Cambridge Park Drive Boston

Empuje de 430 ft (131,06 m) de tubería para hincar de GRP de 36" (HOBAS) como camisa de protección para grupo de tubería de 6 x PEAD.



Procedimiento sin zanja de maquinas de helice.

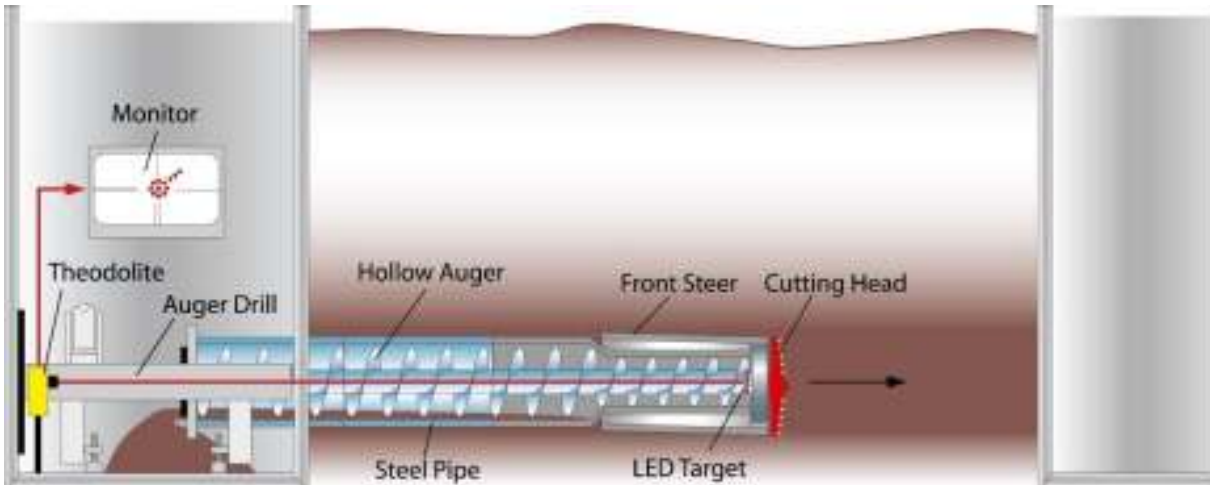
El proceso de hincar tubería de GRP como protección de grupo de tuberías plásticas.



Front Steer Auger Boring.

Principio general de funcionamiento.

- ▶ Guiado con teodolito y monitor



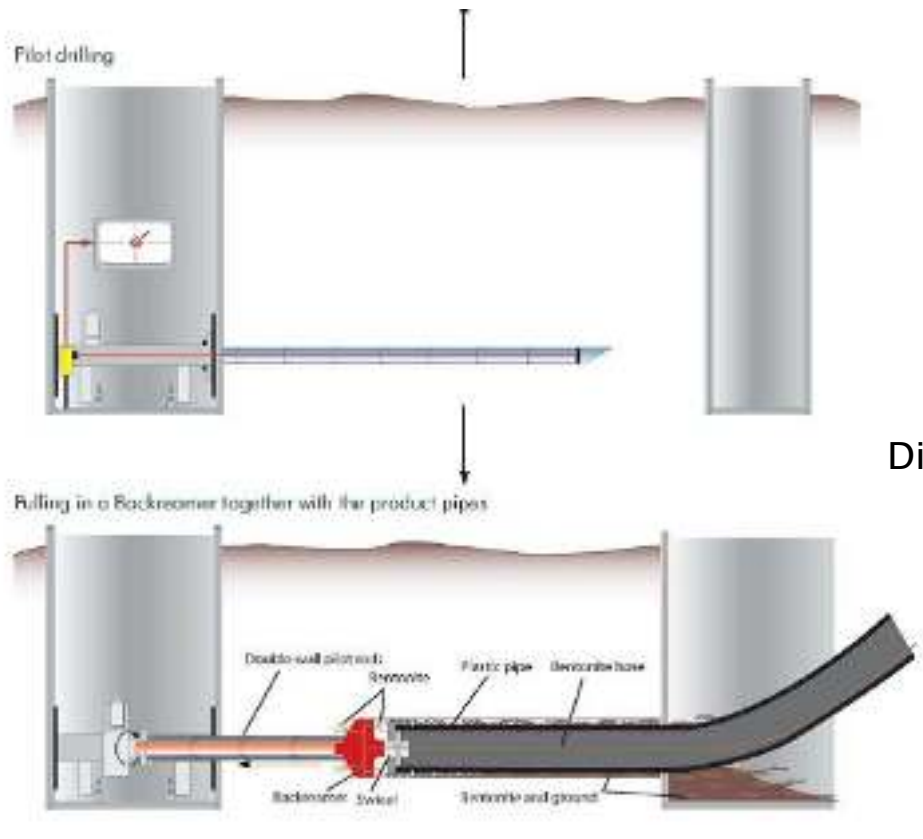
- ▶ Para suelos compactos SPT > 35, roca suave < 10MPa y roca dura < 250Mpa

- ▶ Diferentes diámetros: Ø324 mm, Ø406 mm, Ø508 mm, Ø609 mm, Ø711 mm y Ø813 mm
- ▶ Diferentes cabezas de corte



Procedimiento sin zanja de maquinas de helice.

El proceso de jalar tuberia plastica.



Diametro de tuberia plastica > barras de pilotaje

Procedimiento sin zanja de maquinas de helice.

El proceso de jalar tuberia plastica con barras de pilotaje.



Cambridge Park Drive Boston
Jalado de 430 ft (131,06 m) de
tuberia de PEAD de 8" (Nstar
Gas)

Procedimiento sin zanja de maquinas de helice.

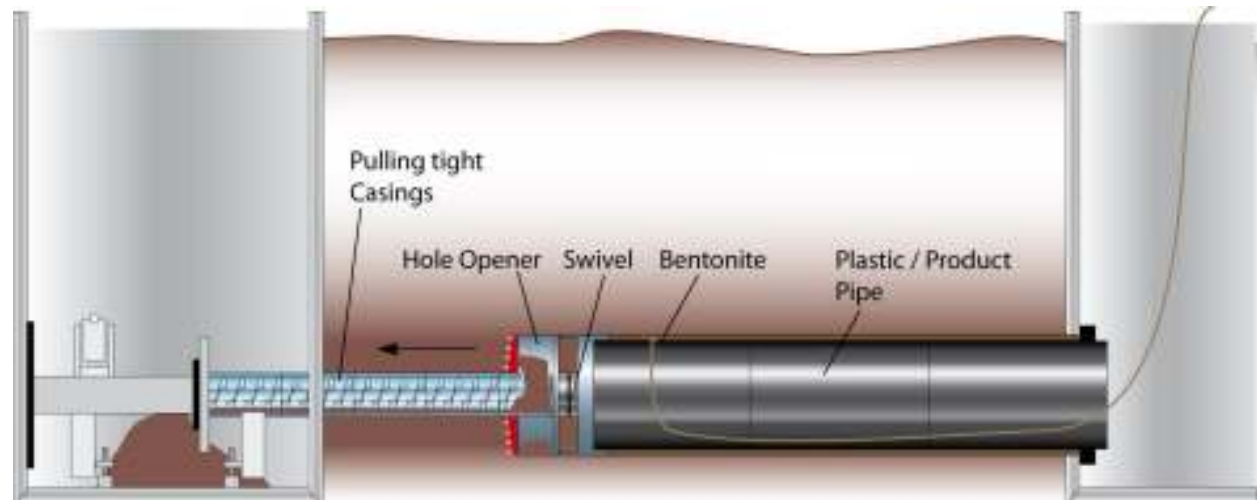
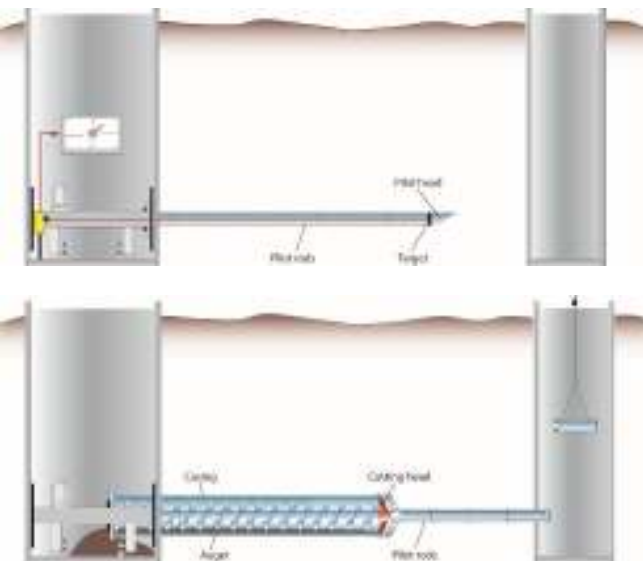
El proceso de jalar grupo de tuberias plasticas con barras de pilotaje



Cambridge Park Drive Boston
Jalado de 430 ft (131,06 m) de
grupo de tuberias de PEAD 3 x 4"
(Telecommunication AT &T)

Procedimiento sin zanja de maquinas de helice.

El proceso de jalar tubería plastica con camisas de acero retractiles con helices y hole opener



MAQUINAS DE HELICE

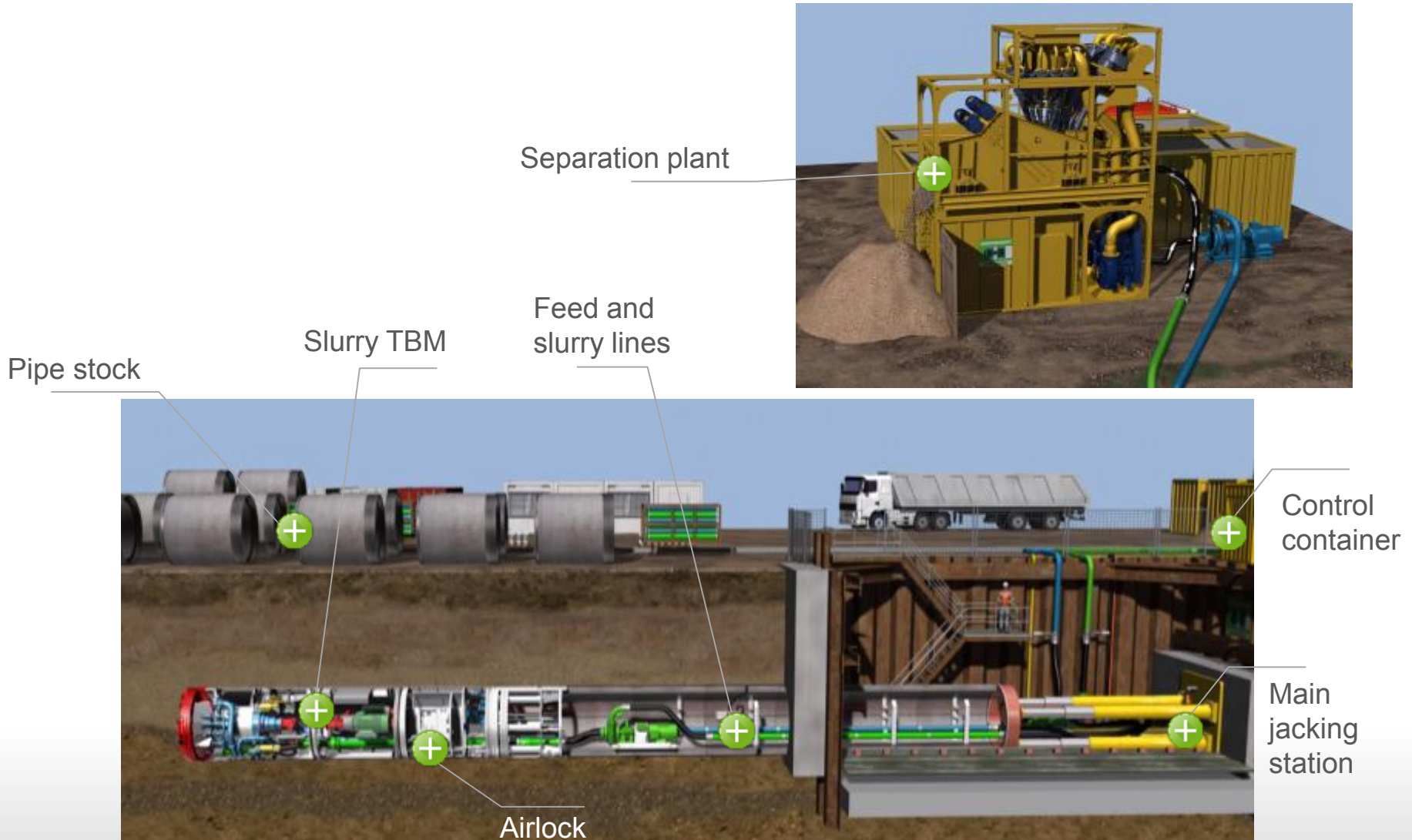
VENTAJAS

- Inversión de bajo capital
- Mínimas instalaciones en el sitio de obra
- Cortos tiempos de instalación de equipos
- Operación sencilla
- Rendimientos altos

Pipe Jacking

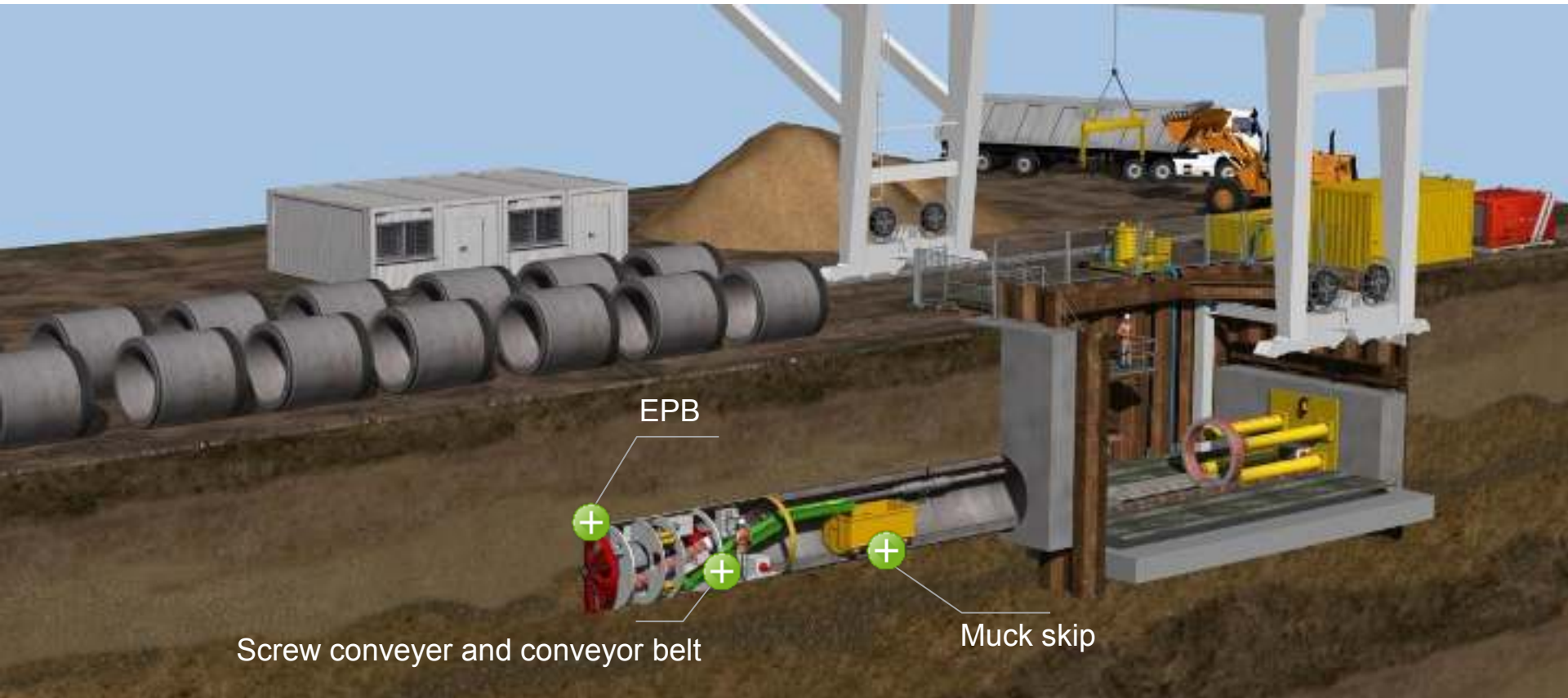
Pipe Jacking Technology.

Ejemplo con maquina de lodos (AVN)(Slurry).



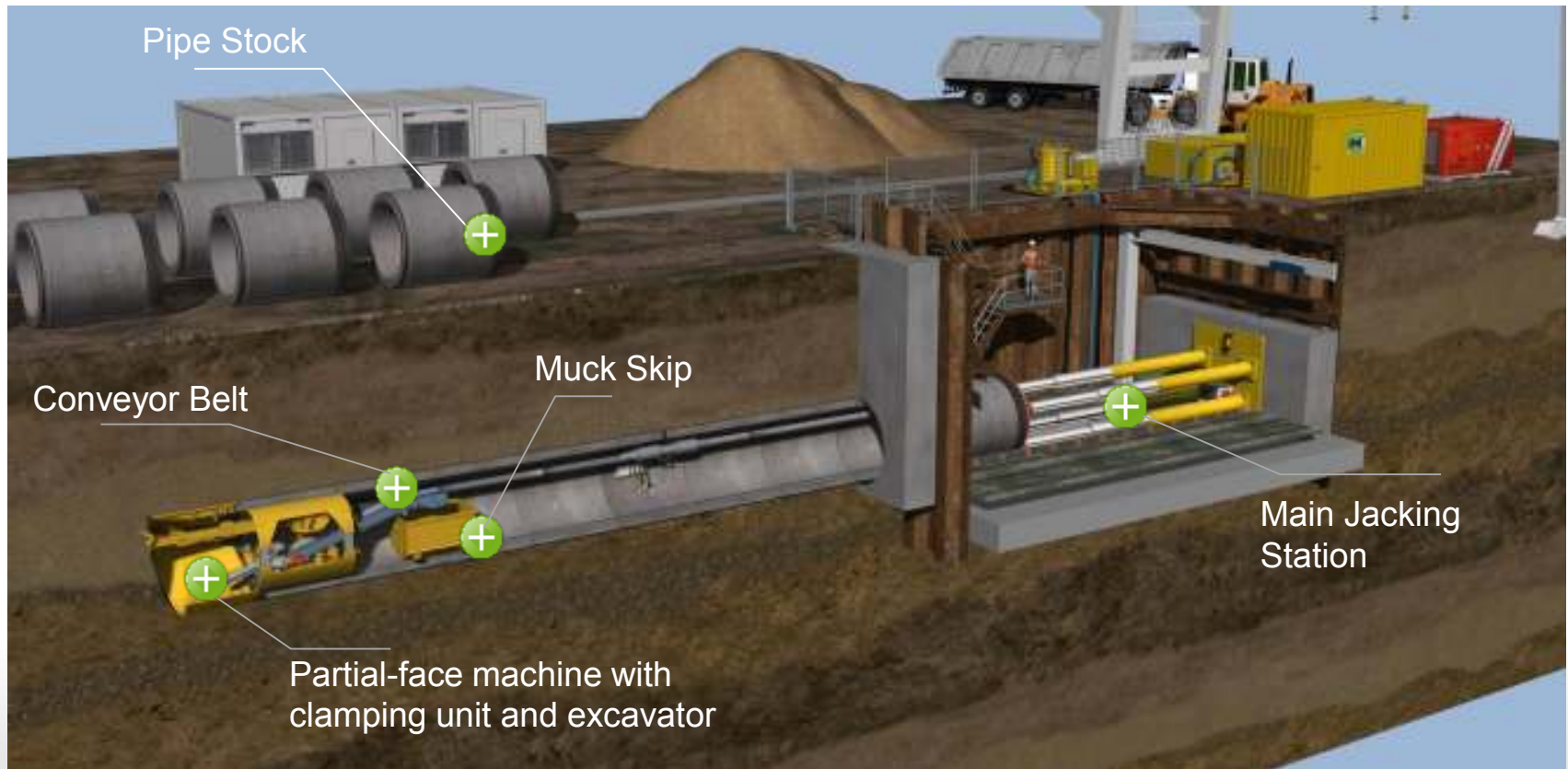
Pipe Jacking Technology.

Example con maquina EPB(Earth Pressure Balance)

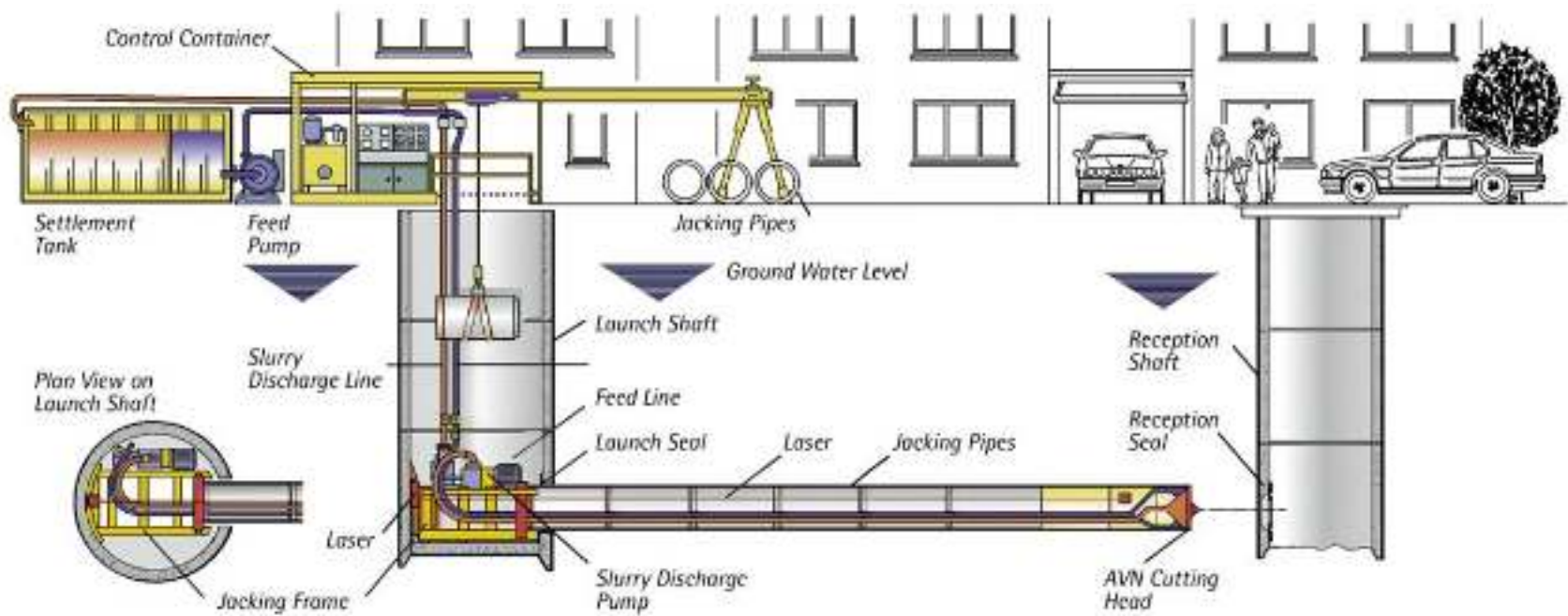


MH / MHSM Open-face machines.

Ejemplo con maquina de ataque puntual.



SITIO DE OBRA DE HINCA DE TUBERIA CON MAQUINA MICROTUNELADORA DE LODOS

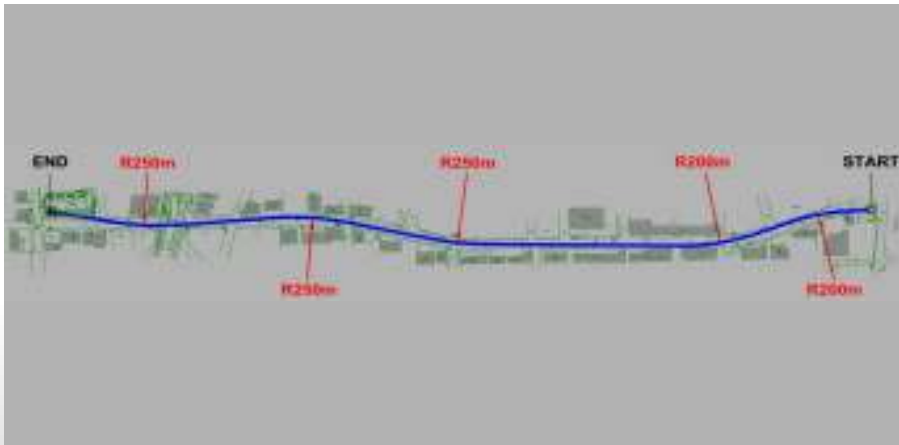
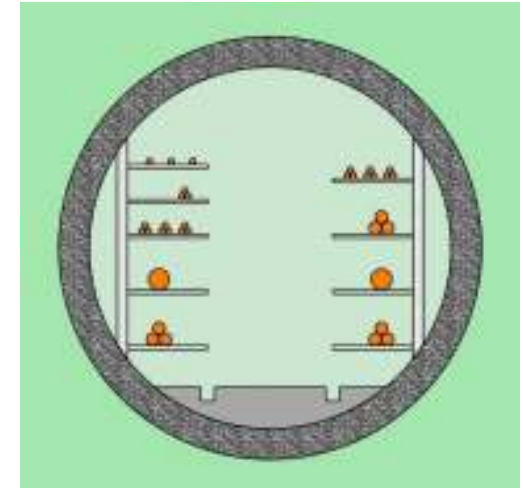


SITIO DE OBRA DE HINCA DE TUBERIA CON MAQUINA MICROTUNELADORA DE LODOS



Hinca de Tubería. Proyecto de referencia. Instalación de túnel para cable en Seúl, Corea del sur.

- ▶ M-678M, AVND 2400, OD 3060mm
- ▶ Longitud del túnel de cable: 800m
- ▶ Profundidad del pozo: 50m
- ▶ 5 Curvas: $r=200-250m$
- ▶ Geología: roca (hasta 150 MPa)
- ▶ Constructor: Tuksu Eng. & Construction Ltd.



Hinca de tubería. Proyecto de Referencia. Instalación de tunel para cable en Seúl Corea del sur.

- ▶ Pozo de arranque con una profundidad de 45m.



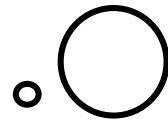
Direct Pipe

MICROTUNELARIA CON DIRECT PIPE-DP

AREA DE APLICACION

Diámetro (OD)

0,75 m (30")-1,5 m(60")



Condiciones del suelo:

Arcilla, limo

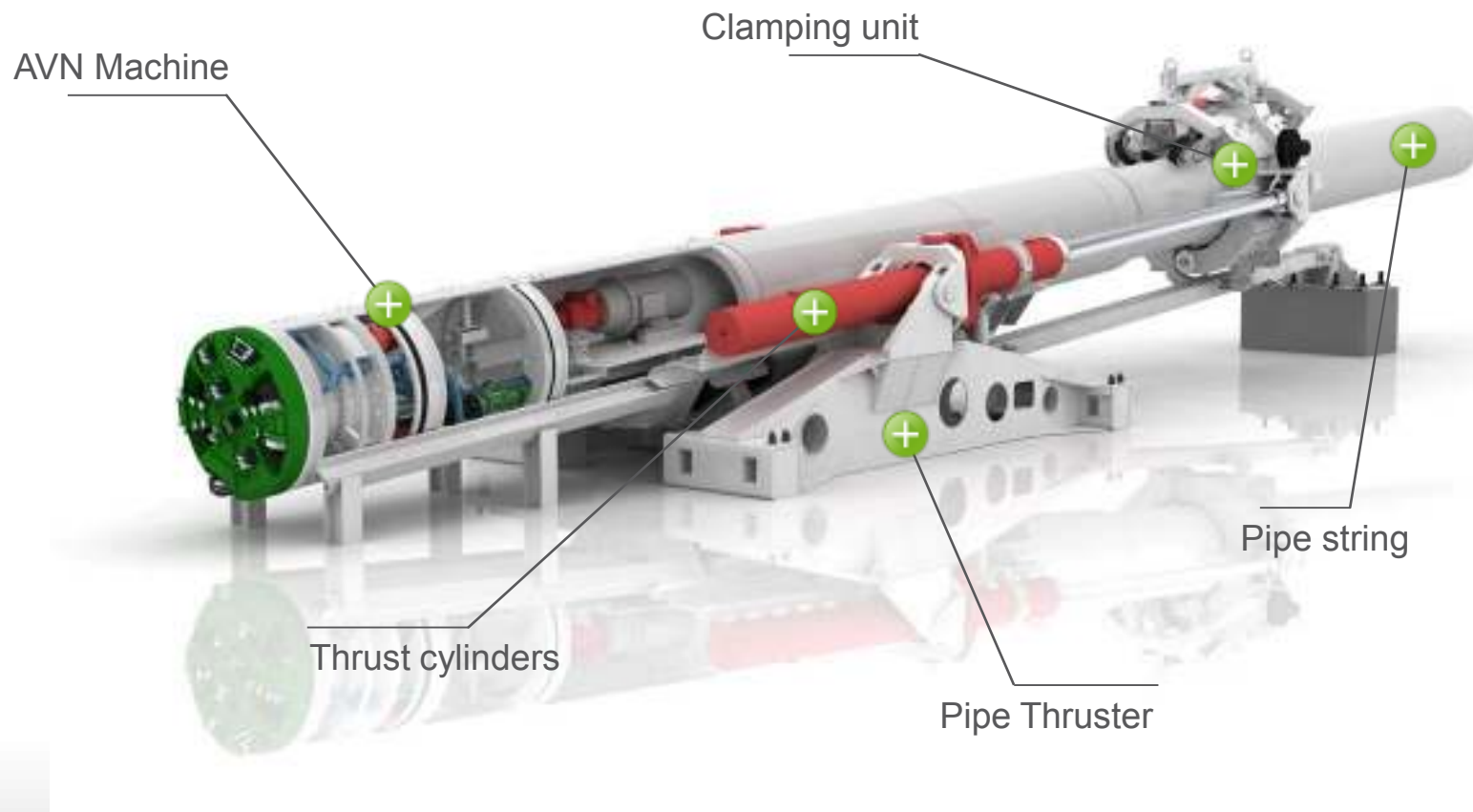
Arena, grava

Roca hasta 160 Mpa

Agua subterránea hasta 3 bares (30 m)

Direct Pipe[®] technology.

Principales componentes del equipo de Direct Pipe



Proceso de instalación sin Zanja: Direct Pipe® Instalación de tubería sin zanja en un solo paso.

- ▶ Rápido y seguro.



Proceso de instalacion sin Zanja: Direct Pipe®.

Rango de aplicacion.

- ▶ Diámetro de la tubería: 30” a 60”
- ▶ Tubo de acero
- ▶ Posibles protecciones externas de tuberías: PE, PP, PUR, GRP, FBE/ARO
- ▶ Longitud: 1.500m (depende del diámetro de la tubería)
- ▶ Emisarios, tomas, cruces de rios y montanas.
- ▶ Aplicacion en casi todas las geológicas: incluso en suelos difíciles con grava, bolos y roca.



DIRECT PIPE®- MACHINE.

AVN1000XB (for 48"-pipeline)
 – RHINE CROSSING WORMS, GERMANY.



AVN1000XB (for 48"-pipeline)
 – 6 CROSSINGS, Netherlands.



Different Cutting Heads for different geologies .



Rock	
Cobbles	10
Coarse gravel	10 1
Medium gravel	10 2
Fine gravel	10 3
Coarse sand	10 4
Medium sand	10 5
Fine sand	10 6
Sandy, Silty clay	10 7
Silt	10 8
Clay	10 9
	10 10
	10 11
	10 12

THE PIPE THRUSTER – 3 DIFFERENT MODELS.

- Maximum push speed: 3 m/min (depending on (power pack)
- Shearing angle: 0°-15°

HK750PT

- Max. pull/ push force: 750 to
- Clamping diameter: max. 60”

HK500PT

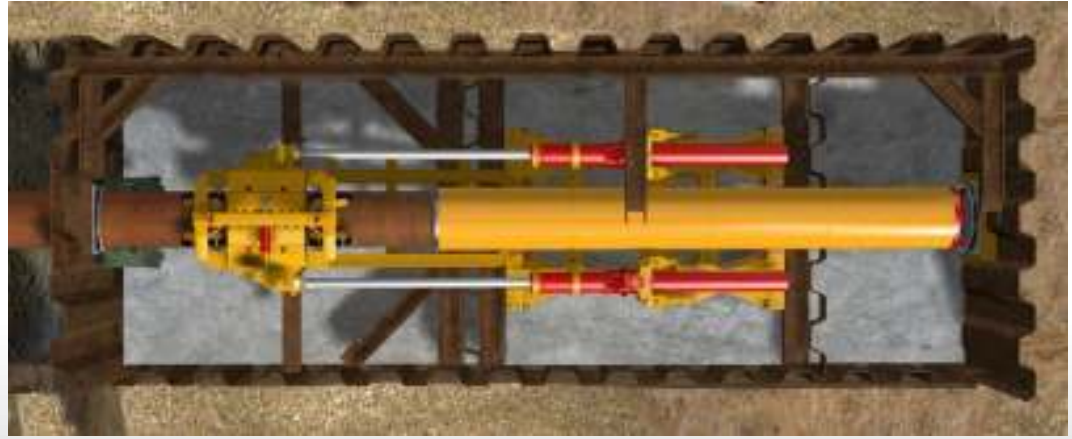
- Max. pull/ push force: 500 to
- Clamping diameter: max.48”

HK300PT

- Max. pull/ push force: 300 to
- Clamping diameter: max. 36”



DIRECT PIPE[®] LAUNCH SITUATION.



INSTALACION DEL EQUIPO EN SITIO DE LANZAMIENTO:

1. Anclaje del Pipe Thruster
2. Posicionamiento de la maquina en el angulo de entrada
3. Lingada de tubería de acero soldada a la maquina



SITIO DE RECEPCION: RECUPERACION DE LA MAQUINA DIRECT-PIPE.



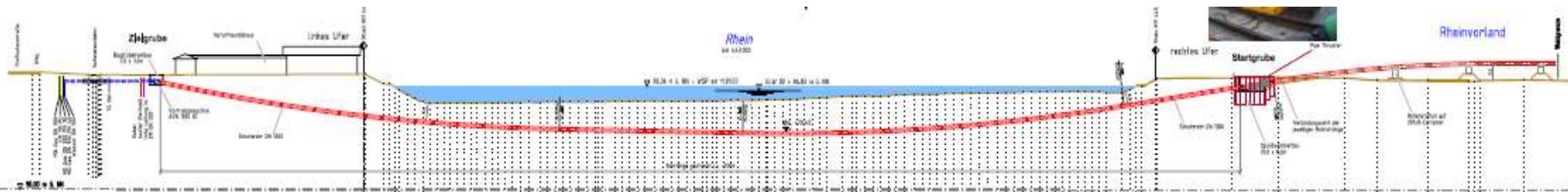
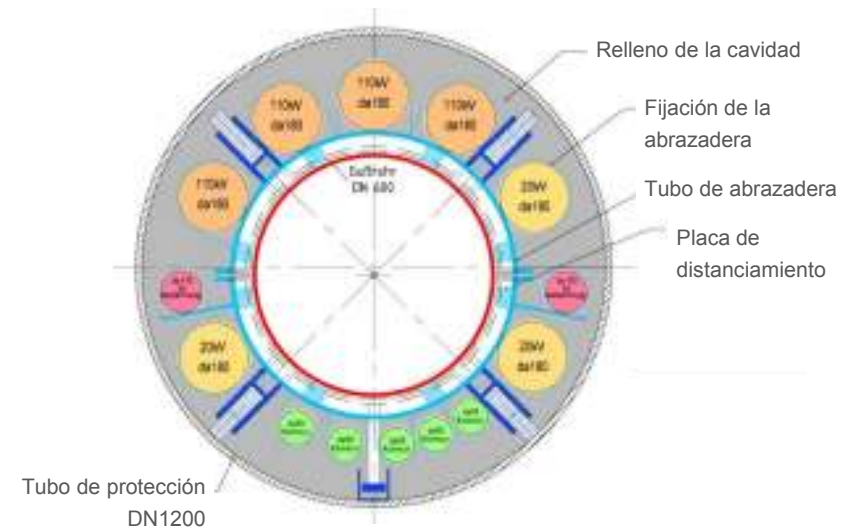
Direct Pipe®. Proyecto de referencia. Instalación de cableado en Worms.

- ▶ Máquina: AVN 1000 + HK500PT PipeThruster
- ▶ Camisa de protección de diámetro: 48"
- ▶ Longitud del cruce : 500m
- ▶ Radio de la curvatura: 1400m
- ▶ Geología: Arena. grava
- ▶ Cliente: Ciudad Worms



Direct Pipe®. Proyecto de referencia. Instalación de cableado en Worms.

- ▶ Geología: 80% grava, 20% arena, limo
- ▶ Max. Velocidad de propulsión: 2,7 m/min, 91m / al día.
- ▶ Max. Fuerza de empuje: 80 to
- ▶ Duración: 5 días de trabajo

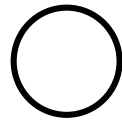


HDD

HDD-HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING

AREA DE APLICACION

Diametro Exterior (OD)
0,2 m (8")-2,0 m(80")



Condiciones de Suelo:

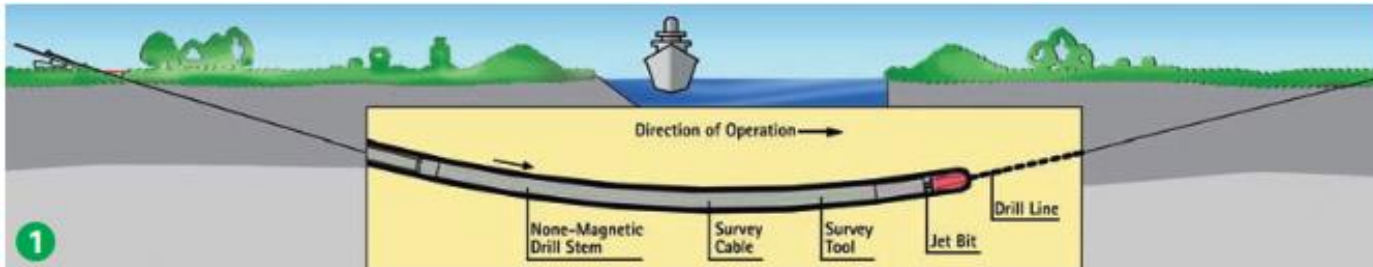
Arcilla

Roca

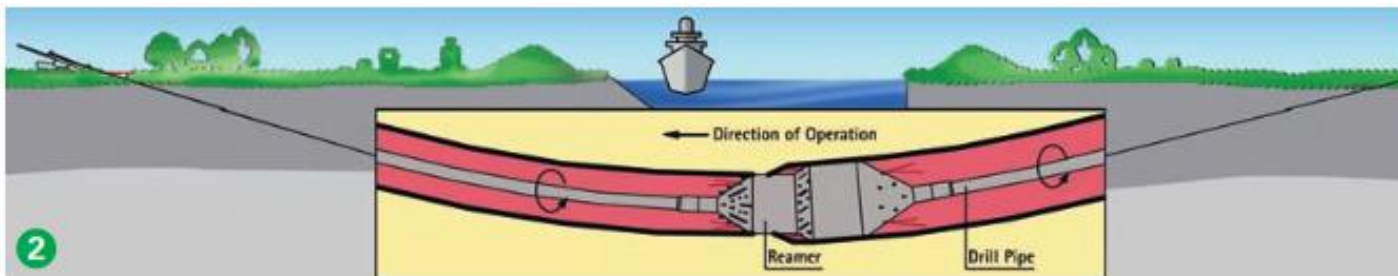
Agua subterranea

Método sin Zanja Abierta: HDD.

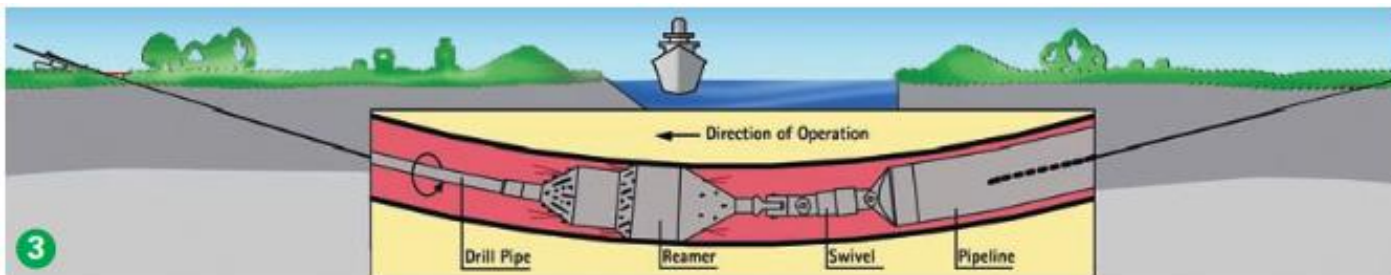
El proceso:



1 Perforación piloto



2 Expansión- Proceso de evacuación



3 Instalación de la tubería

Horizontal Directional Drilling.

Diferentes tipos de taladros Maxi y Mega.



▶ Trailer Rigs, e.g. HK250T



▶ Crawler Rigs, e.g. HK250C



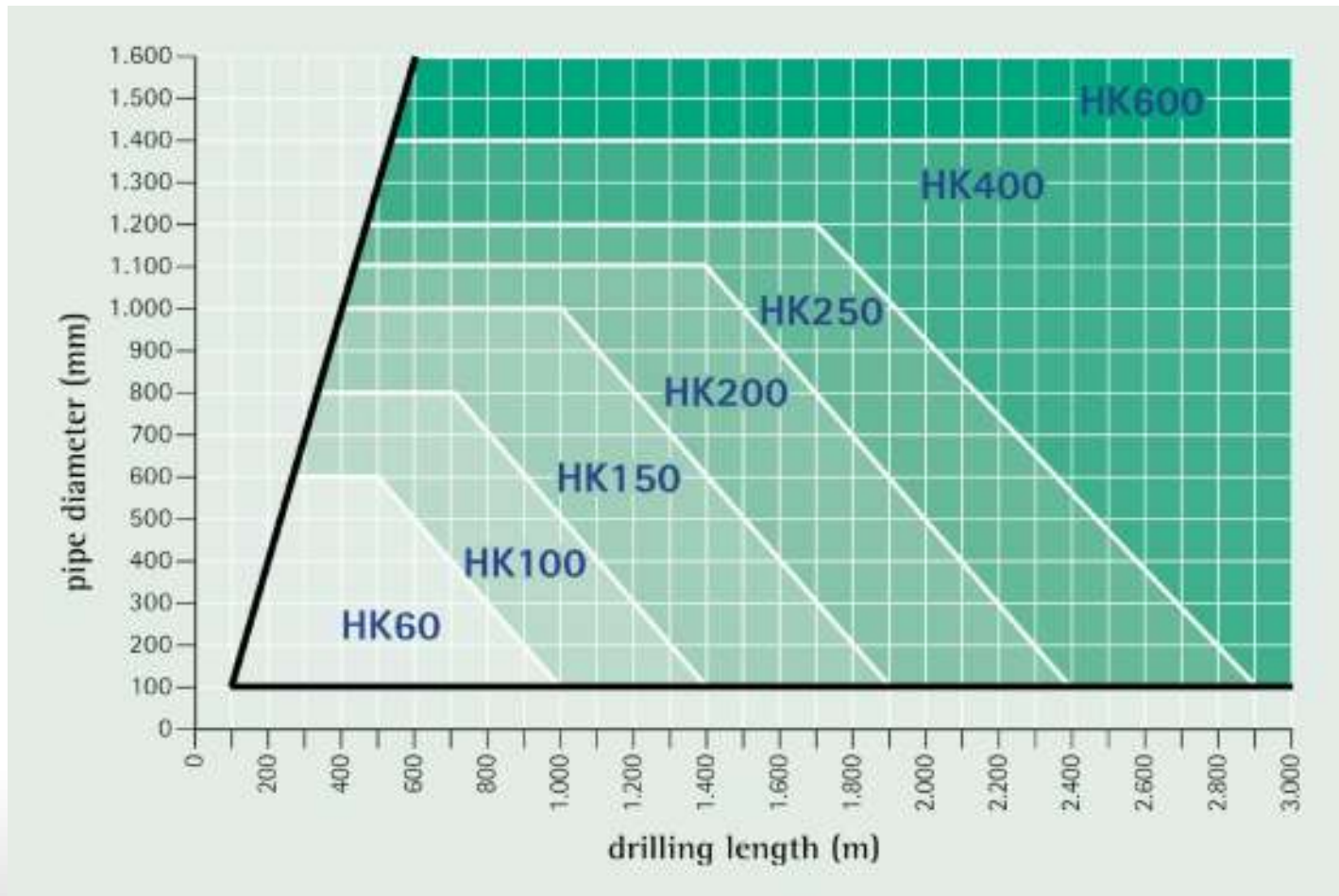
▶ Frame Rigs, e.g. HK250F



▶ Modular Rigs, e.g. HK400M

Horizontal Directional Drilling.

Fuerza de jalado y rangos de aplicacion para diferentes tipos de taladros.



PIPELINES WITH HDD SET UP JOB SITE



PIPELINES WITH HDD SET UP JOB SITE



HDD para Segunda Linea de Transmision Cartagena-Bolivar 220 kV en Colombia(2017)

- ▶ Longitud total: 4 km x (4 x 10" PEAD + 4 x 2 ½" PEAD)
- ▶ Dos cruces con taladro HK300CM: 1 x 600 m + 1 x 1200 m
- ▶ Cliente: Empresa de Energia de Bogota (EEB)
- ▶ Geologia: arcilla, limo y areana



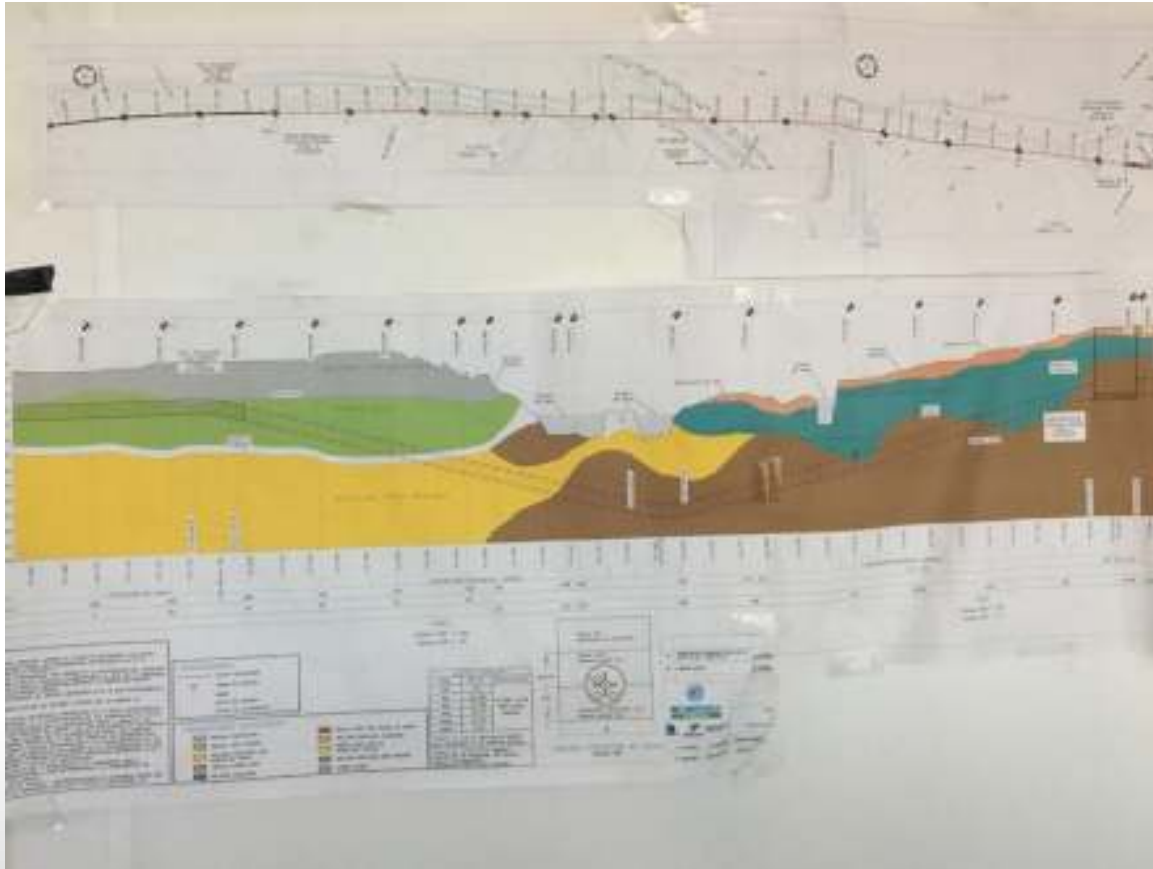
HDD para Segunda Linea de Transmision Cartagena-Bolivar 220 kV en Colombia(2017)

- ▶ Longitud total: 4 km x (4 x 10" PEAD + 4 x 2 ½" PEAD)
- ▶ Dos cruces con taladro HK300CM: 1 x 600 m + 1 x 1200 m
- ▶ Cliente: Empresa de Energia de Bogota (EEB)
- ▶ Geologia: arcilla, limo y areana



HDD for Segunda Linea de Transmision Cartagena-Bolivar 220 kV in Colombia(2017)

Cruce de 600 m de grupo de tuberia de (4 x 10" PEAD + 4 x 2 ½" PEAD)



HDD for Segunda Linea de Transmision Cartagena-Bolivar 220 kV in Colombia(2017)

Cruce de 600 m de grupo de tuberia de (4 x 10" PEAD + 4 x 2 ½" PEAD)



► Comienzo de la perforacion piloto (Junio 16, 2017)

HDD for Segunda Linea de Transmision Cartagena-Bolivar 220 kV in Colombia(2017)

Cruce de 600 m de grupo de tuberia de (4 x 10" PEAD + 4 x 2 ½" PEAD)



- ▶ Maxima fuerza de jalado de 50 ton.
- ▶ Procedimiento de jalado de grupo de tuberia duro 6 horas.

HDD for Segunda Linea de Transmision Cartagena-Bolivar 220 kV in Colombia(2017)

Cruce de 1 200 m de grupo de tuberia de (4 x 10" PEAD + 4 x 2 ½" PEAD)



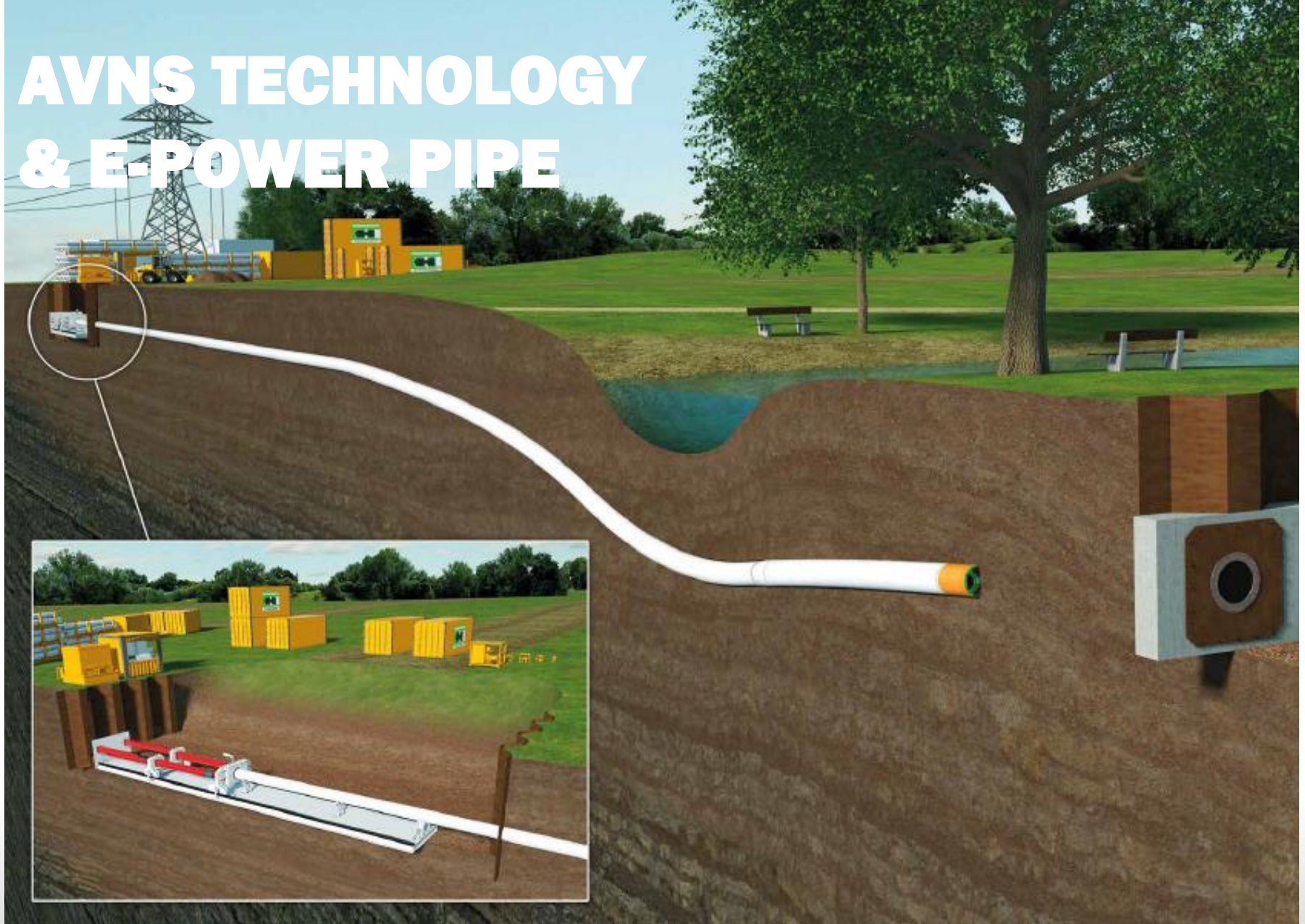
HDD for Segunda Linea de Transmision Cartagena-Bolivar 220 kV in Colombia(2017)

Cruce de 1 200 m de grupo de tuberia de (4 x 10" PEAD + 4 x 2 ½" PEAD)



E-POWER PIPE

AVNS TECHNOLOGY & E-POWER PIPE



Herrenknecht. Pioneering Underground Technologies



Instalacion subterranea sin zanja de cables

Requisitos del Operador del Sistema de Transmision de Lineas Electricas.

- ▶ Sitio de obras restringidos, construction roads, preparation area
- ▶ No presencia de maquinaria pesada entre los puntos de lanzamiento y recepcion
- ▶ Instalacion guiada de camisas de proteccion para lineas de transmission AC & DC
- ▶ Longitud: 1.000m – 1.500m
- ▶ Profundidad: 1,5m a 4m, constante
- ▶ Diametro de camisa: aprox. DN250 – DN400
- ▶ Material de camisa : plastic, no-conductor, ejemplo:PEAD
- ▶ Distancia entre ductos: 1m – 2m, constante
- ▶ Disponible en el mercado: 2017



Instalacion subterranea sin zanja de cables.

Principio.

EPower PIPE

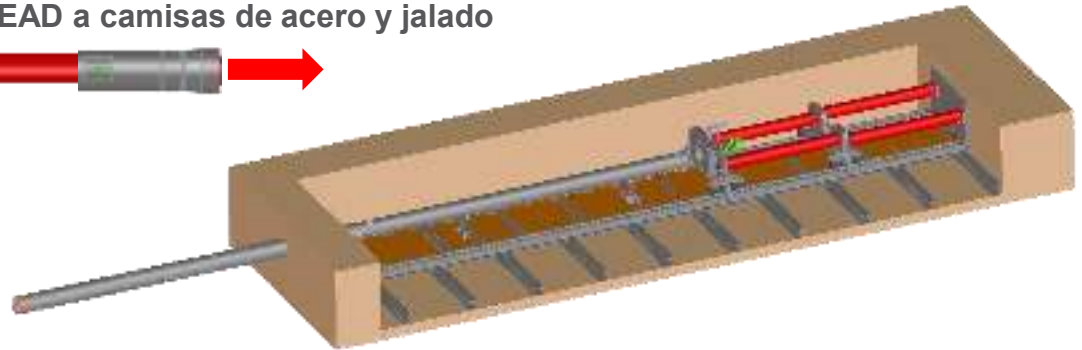
1. Perforacion piloto con maquina AVNS seguida de camisas de acero reusables



2. Remocion de la maquina AVNS en el pozo de recepcion

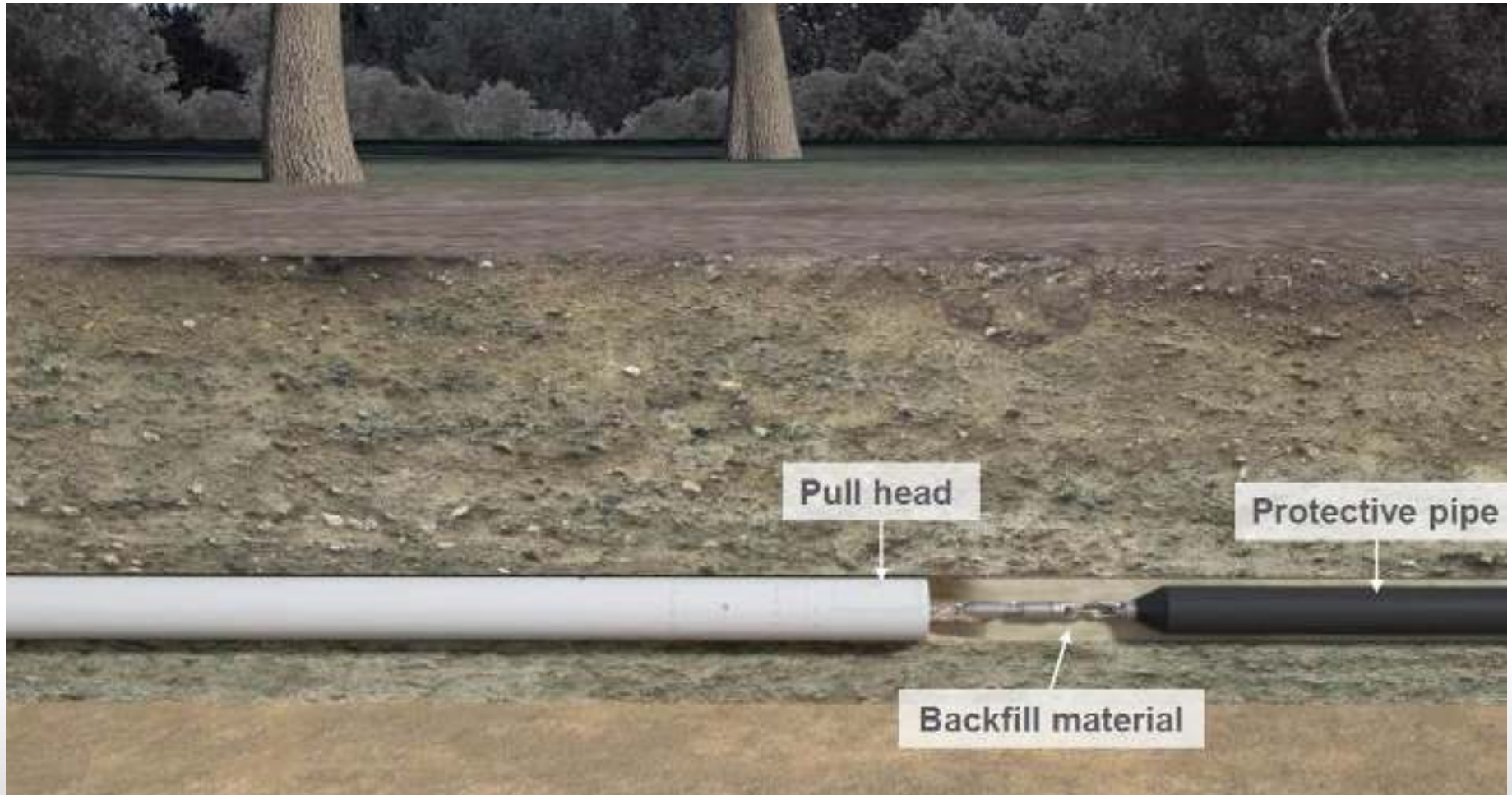


3. Conexion de camisas de proteccion de PEAD a camisas de acero y jalado



Instalacion subterranea sin zanja de cables.
Metodo de instalacion en dos pasos.

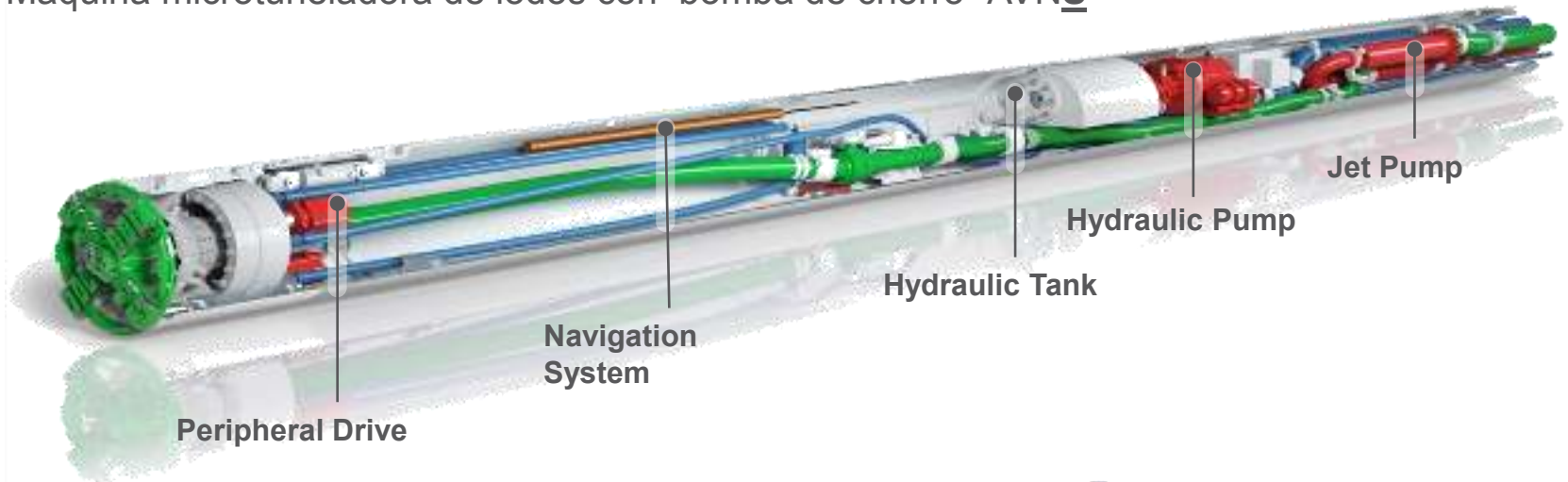
EPower PIPE



Instalacion subterranea sin zanja de cables.

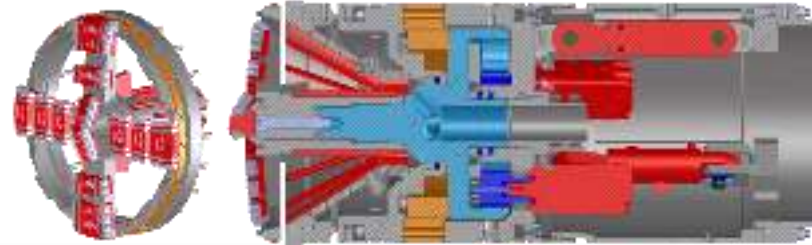
Maquina microtuneladora de lodos con bomba de chorro -AVNS

EPower PIPE



AVNS 350 XB

A- Automatische
V- Vortriebsmaschine
N- Nass
S- Strahlpumpe



Instalacion subterranea sin zanja de cables.

Maquina microtuneladora de lodos con bomba de chorro -AVNS

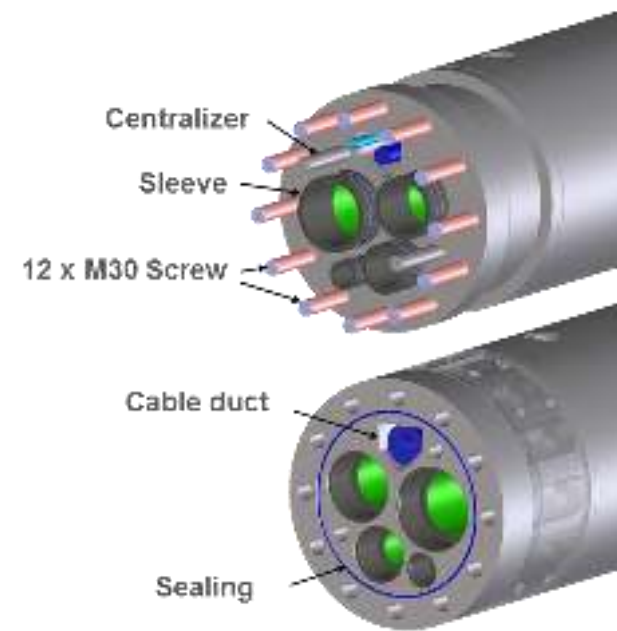
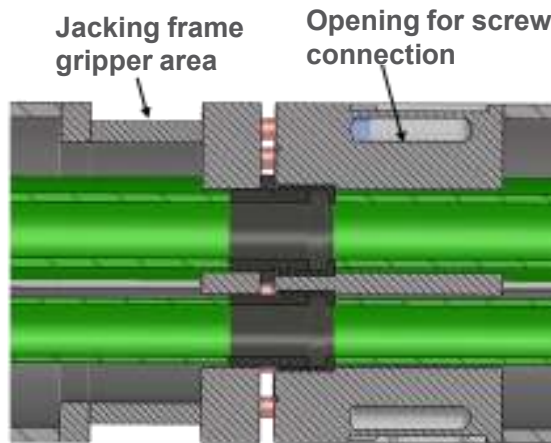
EPower PIPE



Instalacion subterranea sin zanja de cables.

Camisas piloto de acero reusables & principio de conexion

EPower PIPE



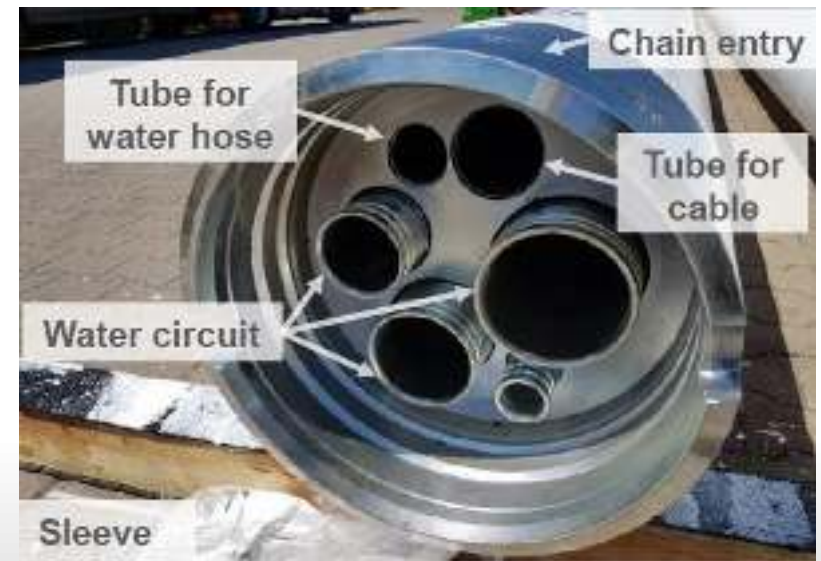
Instalacion subterranea sin zanja de cables.

Camisas piloto de acero reusables con union ZSM
(Tight Sleeve Connection System)

- ▶ Fuerza transferibe de empuje y de jalado de 350 toneladas.
- ▶ Longitu de 9 m y diametro exterior de 457 mm.
- ▶ Peso de cada camisa de 2,5 toneladas.



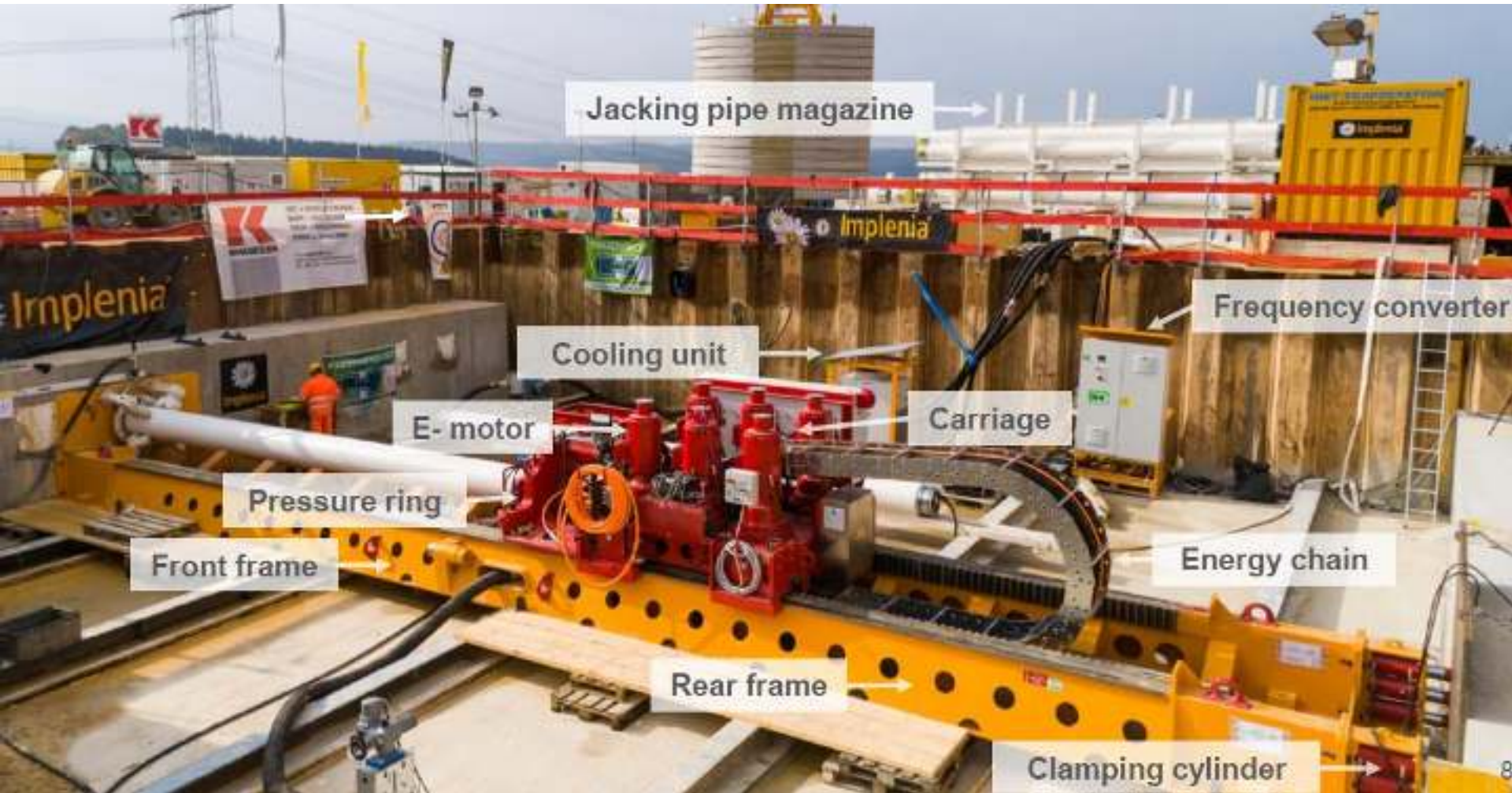
EPower PIPE



Instalacion subterranea sin zanja de cables.

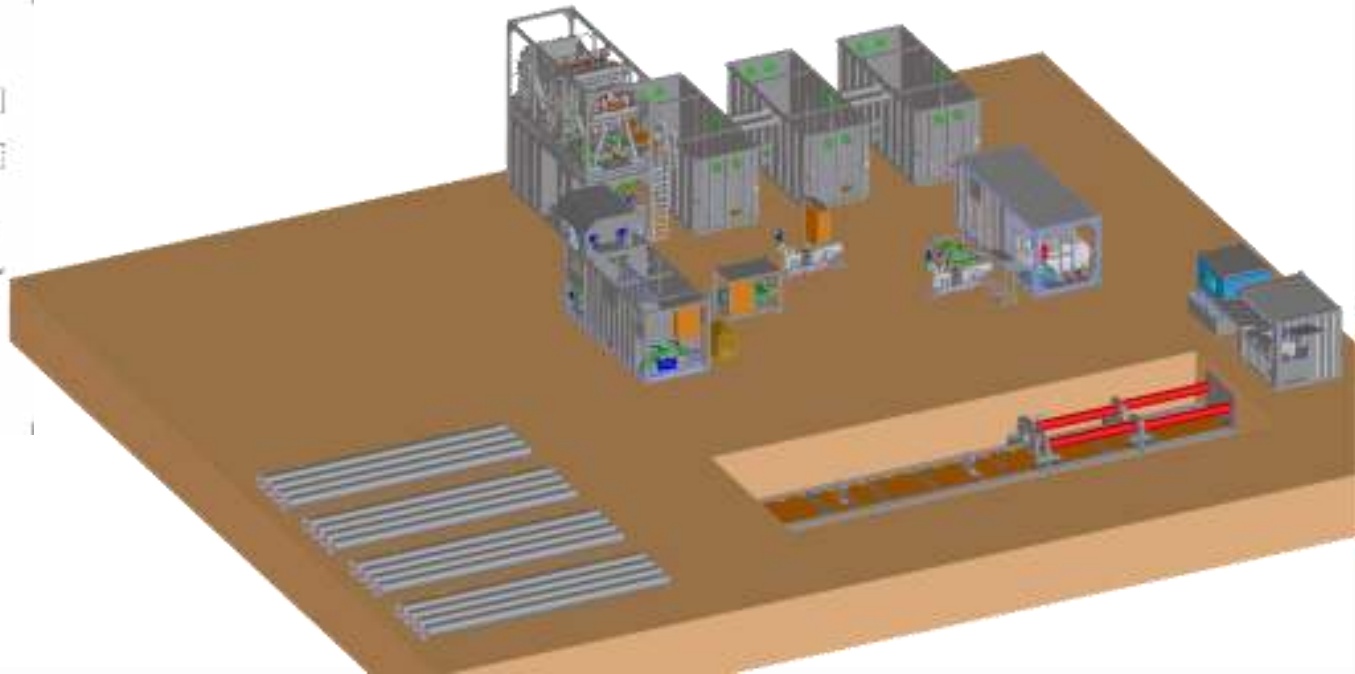
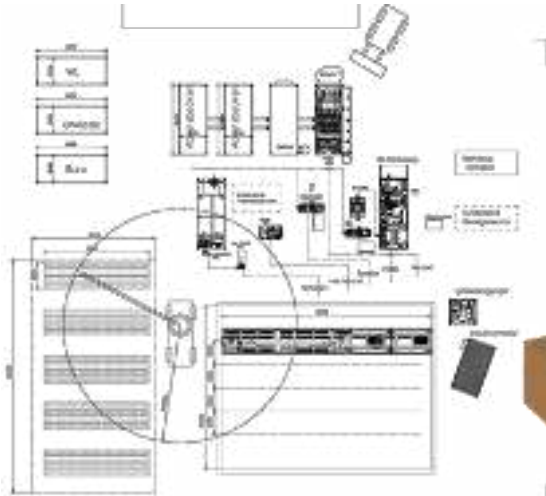
Marco de empuje de pinon y cremallera (rack and pinion)

POWER PIPE



Instalacion subterranea sin zanja de cables.
Sitio de obra de lanzamiento

EPower PIPE



Instalacion subterranea sin zanja de cables.

Rendimiento de instalacion

EPower PIPE

Paso de instalacion	1.000m
Perforacion piloto	10 dias
Preparacion de marco de empuje para jalado	1 dia
Jalado de camisas de proteccion de PEAD	3 dias
Preparacion de marco de empuje	1 day
Total	15 dias

Instalacion subterranea sin zanja de cables.

Cronologia del desarrollo de E-Power Pipe

E-POWER PIPE

Grid extension:

- Demand of 2.400 km underground cable

2015



2016

Schwanau:

- Concept development
- Design
- Test stand
- 3 drives 30 m each

Borken:

- 3 drillings, 300 m each
- Hydraulic jacking frame
- Screwed jacking pipes

2017



2018

Conneforde:

- 6 drillings, 260 m each
- Hydraulic jacking frame
- Screwed jacking pipes
- 4 ZSM jacking pipes

Bacharach:

- 6 drillings 688 m each
- Rack and pinion jacking frame
- ZSM jacking pipes

2019



Proyecto piloto Febrero 2017.

Amprion – Proyecto Borken.

- ▶ Sección de 3 x 300 m
- ▶ Incorporación en un proyecto real
- ▶ Profundidad constante. Principalmente limo, arena y margas
- ▶ Perforación en Febrero/Marzo 2017



■ nicht im Genehmigungsverfahren ■ im Raumordnungsverfahren ■ vor oder im Planfeststellungsverfahren
■ genehmigt oder im Bau ■ realisiert — Übertragungsnetz ⓘ Id. Nr. des Vorhabers



Proyecto piloto Febrero 2017.

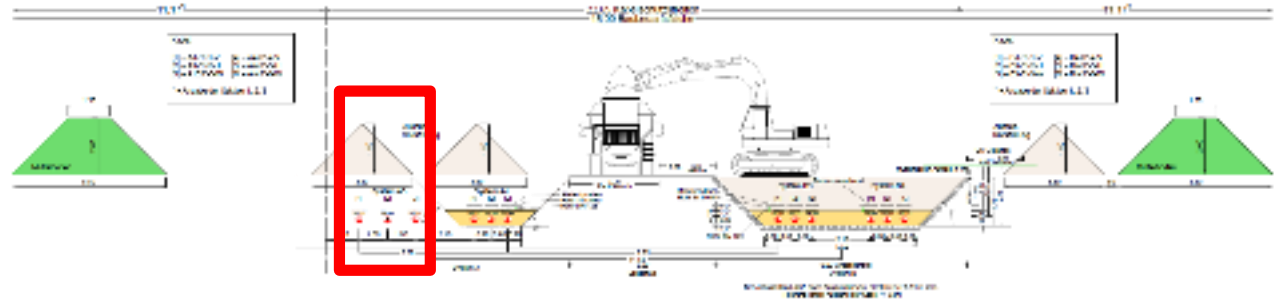
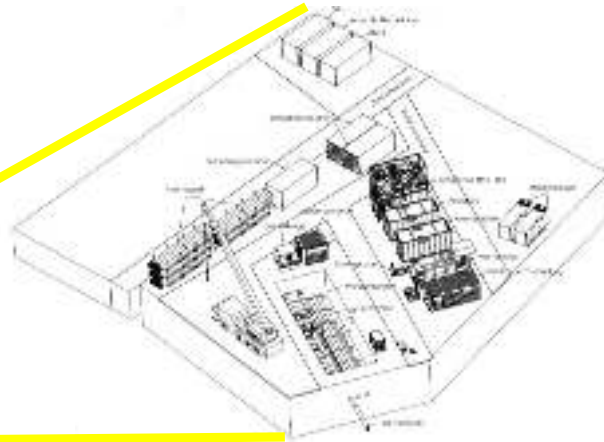
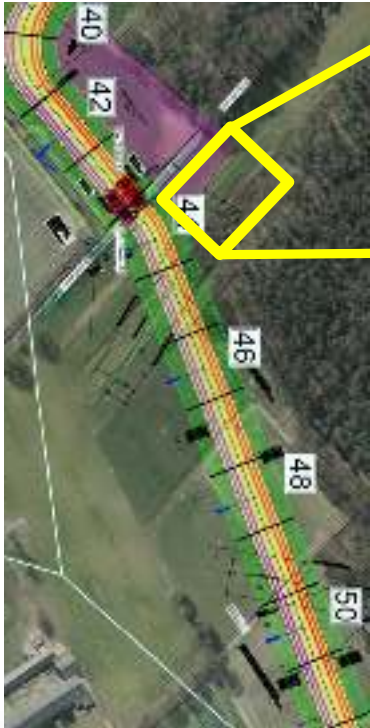
Amprion – Proyecto Borken.

source:



Proyecto piloto Febrero 2017.

Amprion-Proyecto Borken.

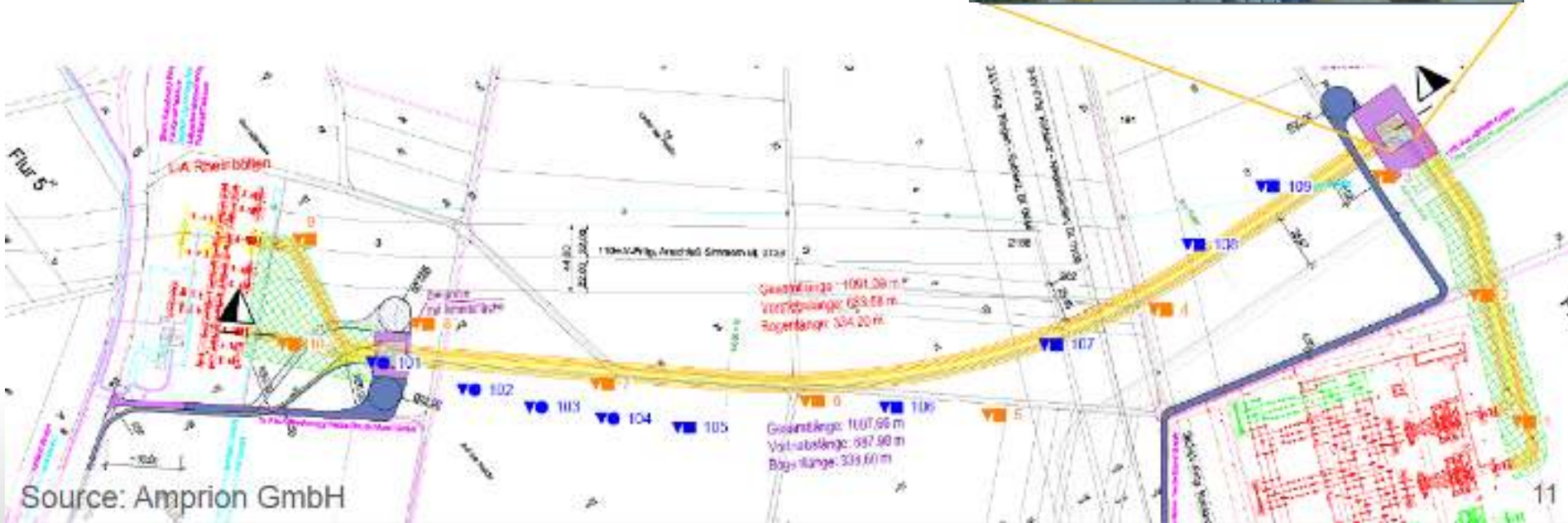


- ▶ Amprion cubre costos adicionales por condiciones de prueba
- ▶ HK suministra equipo y personal; 40% financiado por BMWi



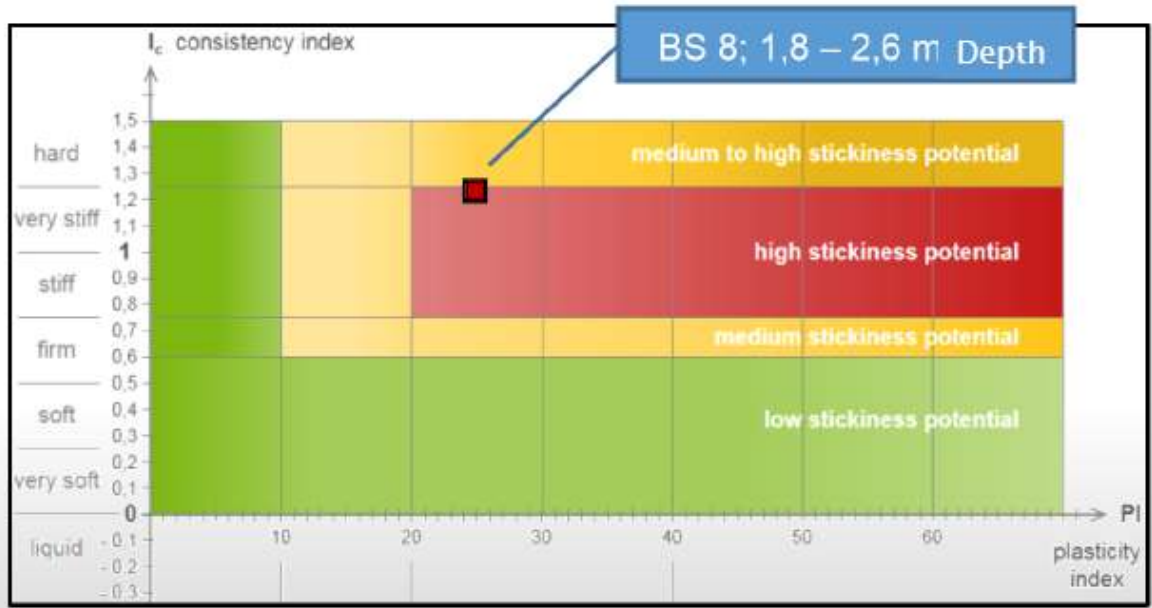
Proyecto en Bacharach 2019.

- ▶ 6 perforaciones de 688 m cada una (Total: 4 128 m)
- ▶ Profundidad promedio de 2,0 m.
- ▶ Curva con radio de 500 m.
- ▶ Perforando hacia abajo con una diferencia de 17 m.



Proyecto en Bacharach 2019: Condiciones de Suelo.

- ▶ Pizarra con inclusiones de arcilla y cuarcita.
- ▶ No presencia de nivel freatico.
- ▶ Potencial medio a alto de adherencia => boquillas para inyector agua a alta presion se requieren.



Proyecto en Bacharach 2019.



Proyecto en Bacharach 2019:Perspectivas.

- ▶ Record de 687 m de longitud con maquina microtuneladora.
- ▶ Finalizacion del proyecto Marzo-Abril 2019.
- ▶ Proyectos adicionales planeados para 2019/2020.
- ▶ Exhibicion de AVNS 350XB E-Power Pipe en Bauma 2019.
- ▶ Producto nominado a premio de innovacion en Bauma 2019.



Herrenknecht Utility Tunnelling.

Procedimiento para una instalación subterránea

<h2>OPEN - CUT</h2> <p>Convencional</p>	<h2>SEMI - TRENCHLESS</h2> <p>Pipe Express®</p>	<h2>TRENCHLESS</h2> <p>Microtunnelling HDD Direct Pipe®</p>
		
<h3>CAMPOS DE APLICACIÓN</h3> <ul style="list-style-type: none">▶ Construcción de la tubería cerca de la superficie▶ Campo traviesa	<h3>CAMPOS DE APLICACIÓN</h3> <ul style="list-style-type: none">▶ Construcción de la tubería cerca de la superficie▶ Campo traviesa	<h3>CAMPOS DE APLICACIÓN</h3> <ul style="list-style-type: none">▶ Construcción de tuberías profunda▶ Cruces

Procedimiento semi-sin zanja de Pipe Express®.

Componentes del sistema



Procedimiento semi-sin zanja de Pipe Express®.

El proceso.



Procedimiento semi-sin zanja de Pipe Express®.

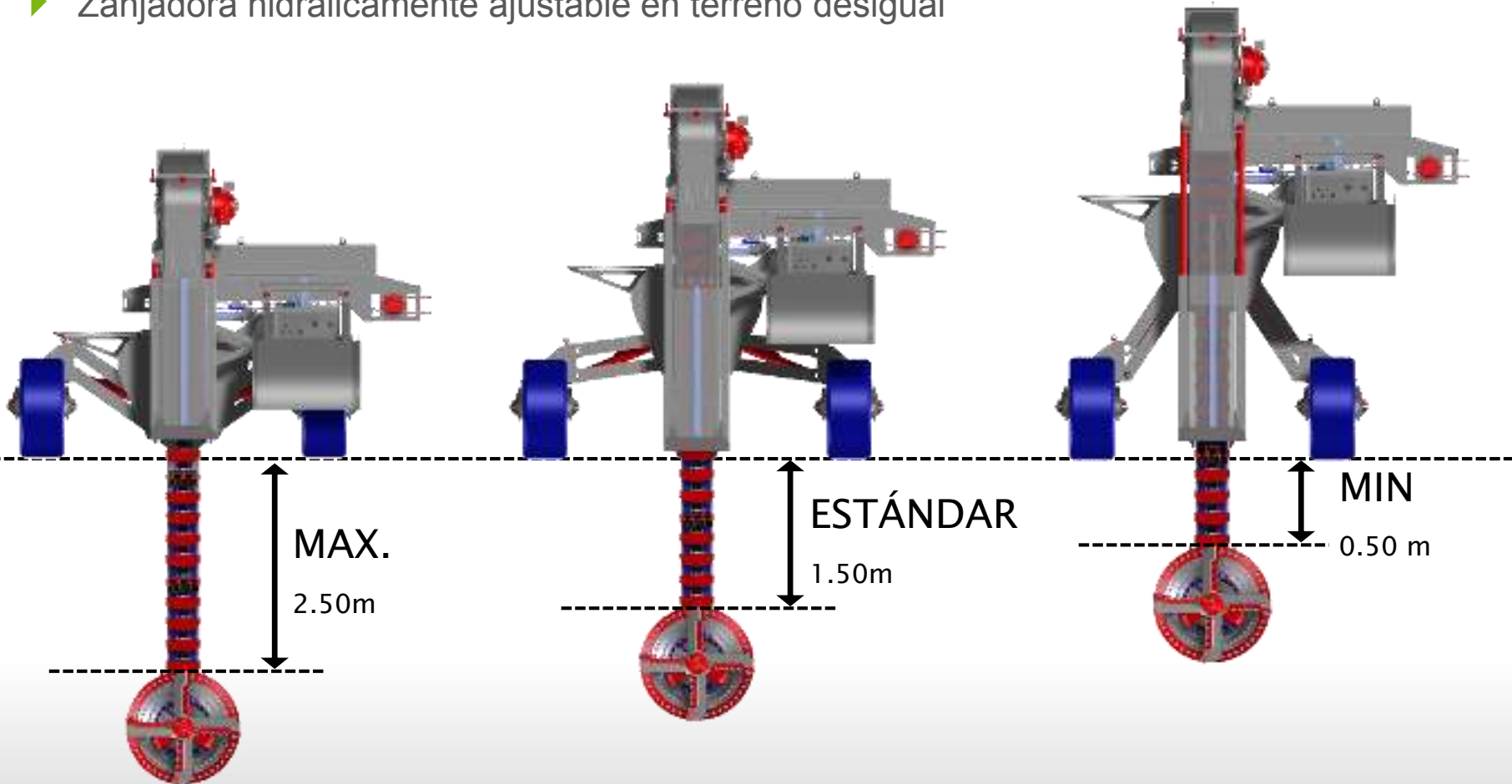
Impacto ambiental



Procedimiento semi- sin Zanja de Pipe Express®.

Unidad de superficie

- Zanjadora hidráulicamente ajustable en terreno desigual



Procedimiento semi-sin Zanja de Pipe Express®.

Rango de aplicacion

- ▶ Longitud: hasta 2.000m
- ▶ Diámetro de línea: 36" - 60"
- ▶ Cobertura variable: 0,5 – 2,5m
- ▶ Velocidad de avance: 1,2m/min | 500 – 1.000m/por día



Procedimiento semi –sin Zanja de Pipe Express®.



Ventajas.

- ▶ No es necesario un descenso del nivel del freatico.
- ▶ Excavacion, zanjado, colocación de tubería (cable o tubo protector) y lleno de zanja en un solo paso.
- ▶ Impacto mínimo al medio ambiente (Reduccion del ancho de la línea y del volumen de excavacion).
- ▶ No se requiere ninguna instalacion dentro de la tuberia para darle soporte a la maquina tuneladora.
- ▶ No es necesaria la separación del material extraído.
- ▶ Minima cantidad de equipo requerido en el sitio de trabajo.



Pipe Express® Proyecto de Referencia

42". Tubería de gas en Tailandia.

- ▶ Proyecto: cuarta transmisión tubería KP112-KP111
- ▶ Lugar: Chon Buri, Tailandia
- ▶ Cliente: PTT
- ▶ Contratista: Punj Lloyd
- ▶ Largo de la tubería: 703m
- ▶ Diámetro de la tubería: 42"
- ▶ Protección exterior de la tubería: PE
- ▶ Geología: Arcilla, suelo de relleno
- ▶ Velocidad de avance: 0,8m/min



Pipe Express® Proyecto de referencia

48" Conduccion de agua en Estocolmo.

- ▶ Proyecto: Albysjön 48" tubería de agua
- ▶ Lugar: Estocolmo- Suecia
- ▶ Cliente: Stockholm Water
- ▶ Contratista: Züblin Esvandinavia
- ▶ Largo de la tubería: 1.036m (4 secciones de ~250m)
- ▶ Diámetro de la tubería: 48"
- ▶ Protección exterior de tubería: PP
- ▶ Geología: Arena, arcilla, grava.
- ▶ Agua subterránea: hasta 2m
- ▶ Construcción: desde 20 Febrero 2015 .



▶ Alrededor de las obras de construcción

Herrenknecht Utility Tunnelling.

Procedimiento para una instalación subterránea

► Proceso fuera de la zona de tubería



► Pipe Express



► HDD



► Direct Pipe

► Proceso de construcción del túnel



► Hincia de tubería



► Revestimiento de dovelas

Herrenknecht Utility Tunnelling.

Tecnología de maquinas

- Portafolio de máquinas para la hincada de tubería y revestimiento con dovelas.
Depende de la geología.

	Diámetro exterior	clay	silt	sand	mixed soil	gravel	boulders	rock
AVN/AVND Máquina de lodos	0.4 – 4.2m	■	■	■	■	■	■	■
Escudo EPB	1.7 - 16.0m	■	■	■	■	■	■	■
Gripper TBM	2.0 – 12.5m	■	■	■	■	■	■	■
Escudo simple TBM	1.5 – 14.0m	■	■	■	■	■	■	■
Escudo doble TBM	2.8 – 12.5m	■	■	■	■	■	■	■



AVN & AVND



Escudo EPB



Gripper TBM



Escudo simple

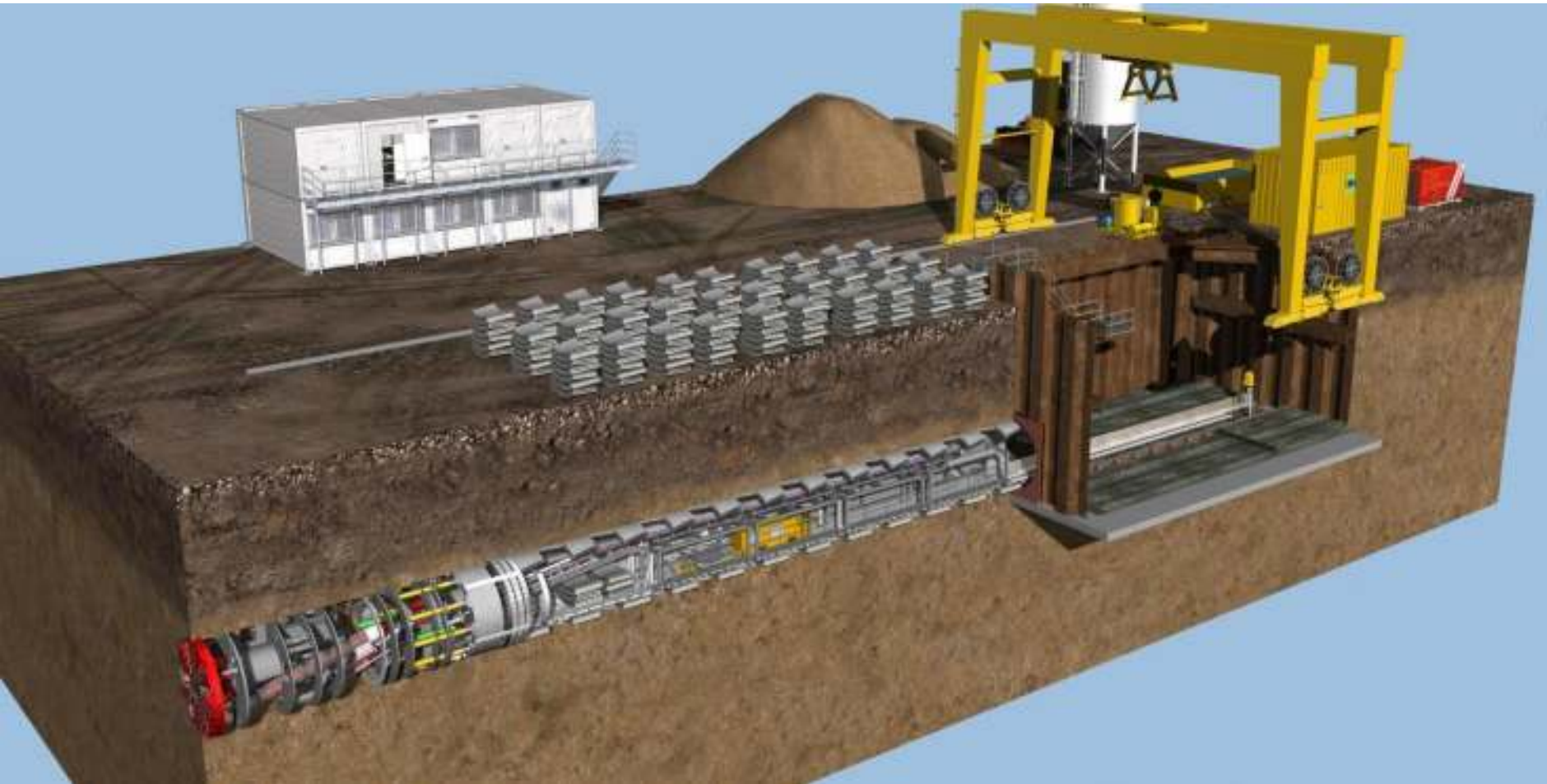


Escudo doble

► **Segment Lining**

Proceso de instalación de tunel: Dovelas (Lining segments)

El proceso.



Tunel de dovelas: Proyecto de referencia. Instalación de tunel de cable en Londres, Reino Unido.

- ▶ M-1577M, EPB 4000, OD 4700mm „Cleopatra“
- ▶ Nuevas líneas de energía subterráneas para el mejoramiento del suministro local de energía
- ▶ 12 kilometro de túnel (7,8km + 4,2km), en una profundidad entre 20 y 60 metros
- ▶ Radio de la curva: $r = 200\text{m}$



Tunel de dovelas: Proyecto de referencia. Instalación de tunel de cable en Londres, Reino Unido.

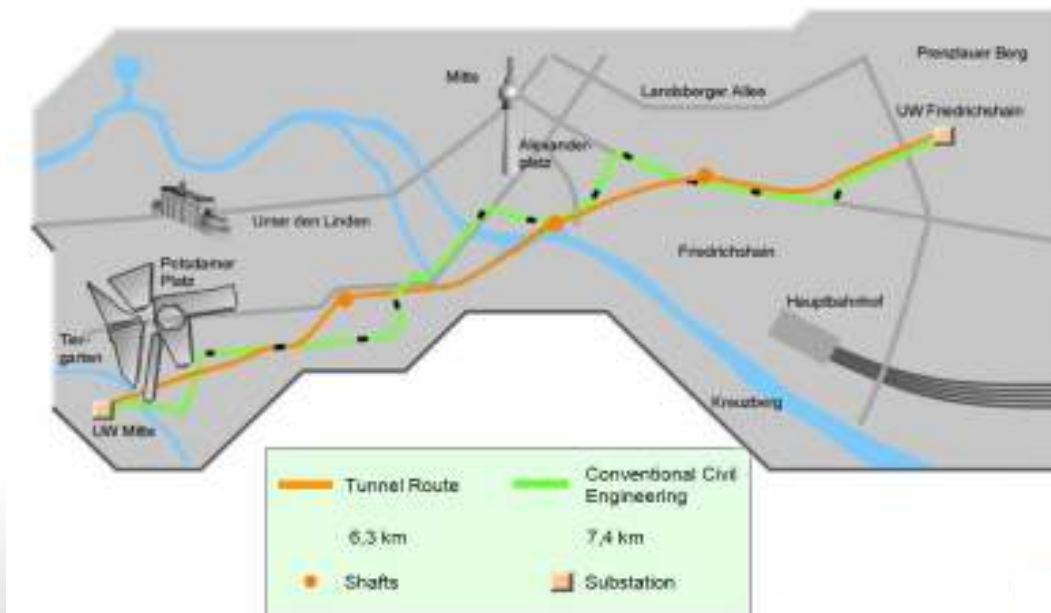
- ▶ Cliente: Costain Ltd.
- ▶ Suministro de moldes de dovelas para la producción de dovelas a través de Herrenknecht Formwork.
- ▶ Final del tunel en mayo 2014
- ▶ Rendimiento: hasta 43 anillos/ día, 870m / mes



HK Formwork liefert 30 Sets Schalungen und Special Handling Equipment

Tunel de dovelas. Proyecto de referencia. Tunel para cable Bewag, Berlin

- ▶ M-606M, AVND 3000, OD 3770mm
- ▶ Largo del túnel: 1960m, 6300m
- ▶ Geología: Arena
- ▶ Cliente: Bewag Berlin



Tunel de dovelas. Proyecto de referencia. Tunel para cable Bewag, Berlin



Túnel de dovelas. Proyecto de referencia Inelfe. HDVC Francia-España

- ▶ M-1619M+M-1620M, TBM 3500 , OD 4265mm, „Alberas & Canigou"
- ▶ Túnel para conexión de cable de alto voltaje
- ▶ Longitud del túnel: 8.261m (del Sur: 7.026m, del Norte: 1.235m)
- ▶ Cliente:JV Eiffage-Dragados
- ▶ Geología: roca abrasiva, pizarra roca dura, diorita, granito (150 MPA)



Túnel de dovelas. Proyecto de referencia. Inelfe. HDVC Francia-España

- ▶ Mejor rendimiento por día: 53.5m (M-1620M, 24.06.2012)
- ▶ Mejor rendimiento por mes: 1,040m (M-1620M, September 2012)



▶ Promedio M-1620M en el túnel terminado del M-1619M el 17.04.2013




▶ Diseño de la máquina para el desmontaje dentro del túnel sin caverna, posible reutilización de la máquina.



Instalacion Sin Zanja.

Resumen de tecnologias.

Auger Boring	Pipe Jacking	Direct Pipe®	HDD	E-Power Pipe	Segmental Lining
					
Pipeline Ø 4" - 56"		Pipeline Ø 30" - 60"	Pipeline Ø 1" - 60"	Pipeline Ø 10" - 28"	
Casing Ø ID 114-1420mm	Casing Ø ID 250-4000mm	Casing Ø ID 750-1500mm	Casing Ø ID 25-1500mm	Casing Ø ID 250-400mm	Casing Ø ID 2300-4000mm
Max. drive length 100m	Max. drive length 2500m	Max. drive length 2000m	Max. drive length 5000m	Max. drive length 1000-1500m	Max. drive length 10000m
Geology Soft ground, rock up to 250MPa	All geologies	All geologies Rock up to 150MPa	Geology Stable ground	Geology Soft ground and soft rock	All geologies





**THINK
POSITIVE!**

Together we build the future.