

TALLER TECNOLOGIA SIN ZANJA



CRITERIOS DE SELECCION DE TECNOLOGIAS SIN ZANJA PARA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS



TUNELACION PARA REDES DE SERVICIO

Infraestructura subterránea para servicios | Campos de aplicación para tecnologías sin zanja



HERRENKNECHT



Tunnelling Systems

TUNELACION PARA REDES DE SERVICIO

Tecnologías sin zanja para tuneles y ductos

-  Tuneles y Microtuneles (ID 250 – 4000 mm)
-  Tubos de acero / ductos (10" – 60")
-  Tubos plasticos y grupos (10" – 60")



E-Power Pipe® (AVNS)



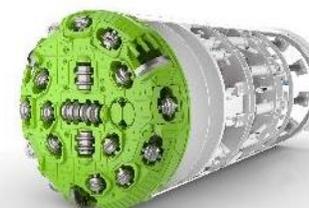
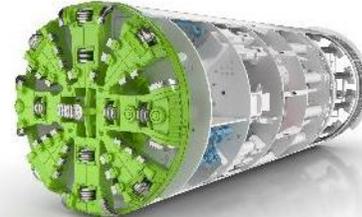
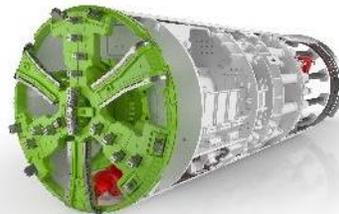
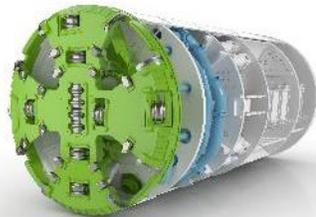
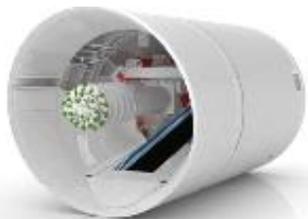
HDD



Direct Pipe®



Pipe Express®

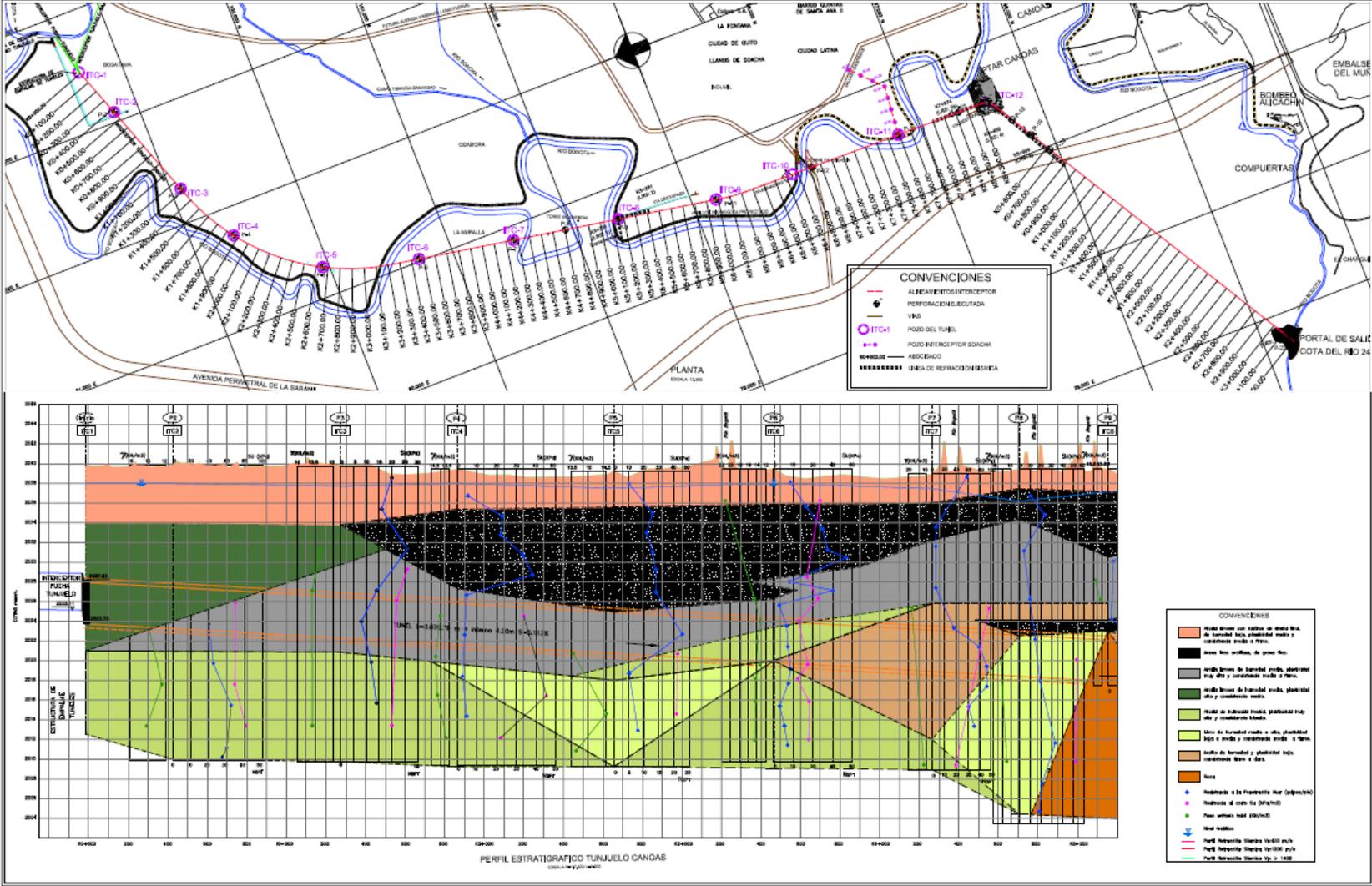


INVESTIGACION GEOTECNICA RECOMENDADA / INFORMACION

- **PERFORACIONES(BOREHOLES) / CPTs** a lo largo del alineamiento en razonable cantidad y distancia entre cada una para establecer un confiable **PERFIL GEOLOGICO|GEOTECNICO**
- **ROCA DURA (HARD ROCK)**
Descripcion de nucleos (fotos, contenido de minerales, Indice **RQD** , **Q-Index**, distancia y orientacion de juntas, ...)
UCS = Uniaxial Compressive Strength (Ensayo de compresion inconfiada y ensayo de carga puntual)
Tensile Strength (Brazilian test or gap tensile test)
Abrasividad (Cerchar Abrasivity Index = **CAI**)
Permeabilidad (borehole tests)
- **AGUA SUBTERRANEA** profundidad bajo el nivel freatico, valor -pH, salinidad, dureza Ca, dureza total, oxigeno libre, cloro y otros contaminantes, conductividad electrica, etc
- **SUELO BLANDO (SOFT GROUND)**
Descripcion de muestras (fotos, estado de erosion, descripcion del campo)
Distribucion granulometrica (tamizado y analisis de sedimentacion (hidrometro) – Bolos, cantos, piedras??
Valores de SPT-N₍₃₀₎ = Ensayo de Penetracion Estandar (en perforaciones) ► consistencia/bedding
Consistencia, potencial de hinchamiento (Atterberg Limits)
Permeabilidad (tests de perforacion, tests de laboratorio)
Ensayo **CPT** (Cone Penetration Test)
- **EXPLORACION INDIRECTA** con geofisica para complementar la informacion in situ obtenida

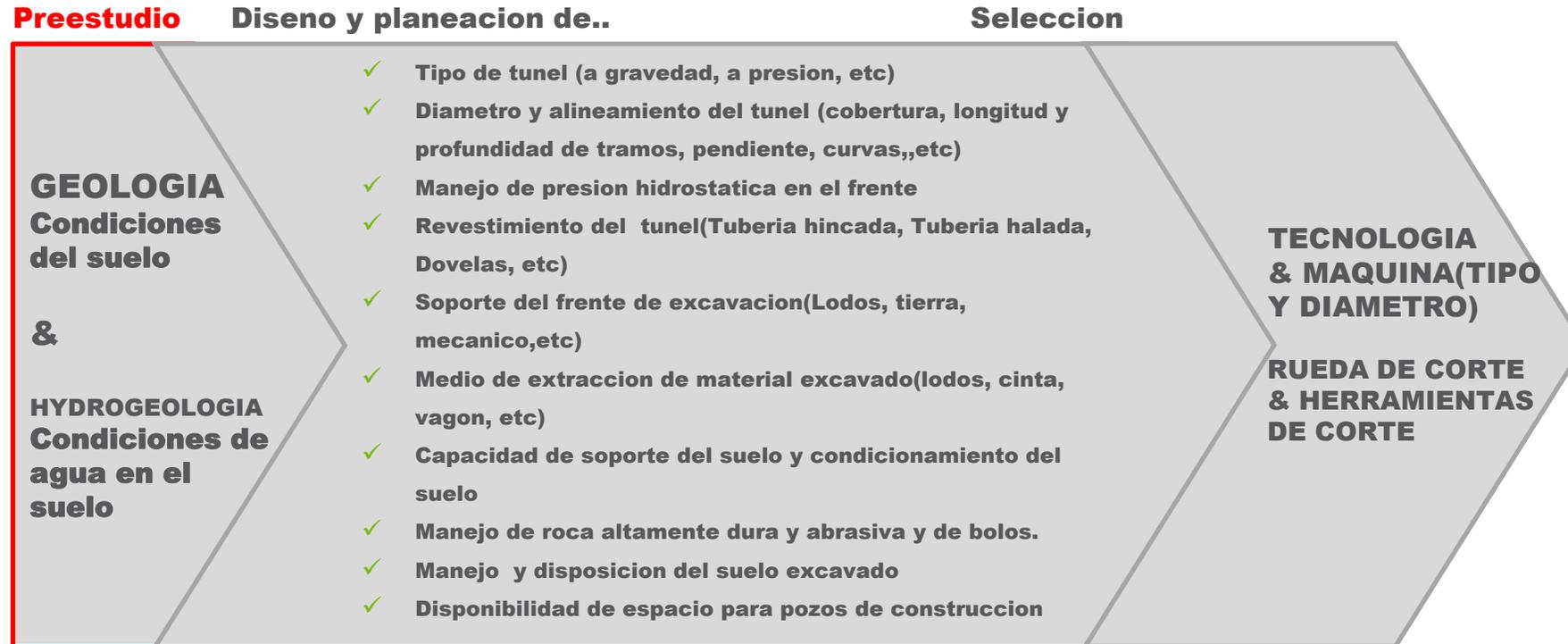
PERFIL GEOLOGICO|GEOTECNICO

Perfil Geologico|Geotecnico del Interceptor Tunjuelo-Canoas en Bogota (2010-2012)



INFORMACION GEOTECNICA

Necesaria para la seleccion apropiada del tipo de tecnologia y de maquina

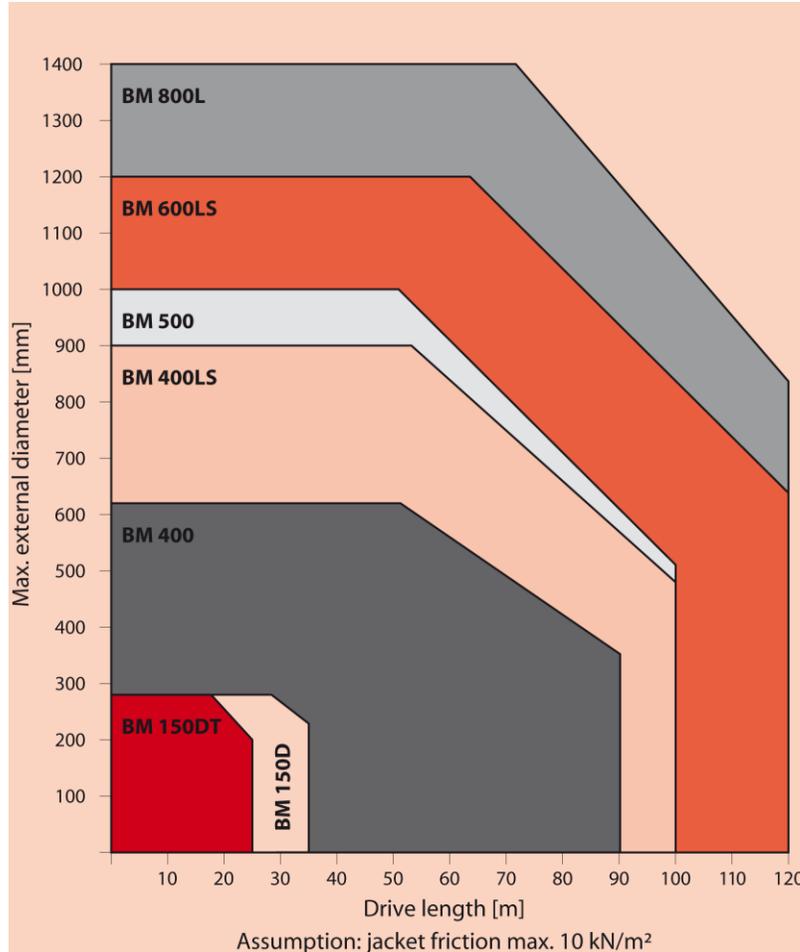


Guided Auger Boring

Tecnología de un|dos|tres pasos para instalación directa de tubería de servicio hincada o halada sin camisas de sacrificio con perforación guiada con helice

PERFORACION GUIADA CON HELICE

Selección de maquina segun longitud y diametro y dimensiones de pozo



Maquinas	Max. Diametro Exterior de Tubo	Dimensiones de pozos
BM150	280 mm	1,40 m
BM400 / BM400 S	620 mm	2,00 m
BM500 S	1020 mm	3,20 m
BM400 LS	980 mm	2,27 m + Pipe Length
BM600 LS	1200 mm	3,50 m + Pipe Length
BM800 LS	1600 mm	4,05 m + Pipe Length
BM400 LSC	960 mm	1,90 m + Pipe Length
BM600 LSC	1280 mm	2,30 m + Pipe Length



Compacta



Compacta de marco modular extendible



De marco modular extendible

PERFORACION GUIADA PILOTO CON HELICE

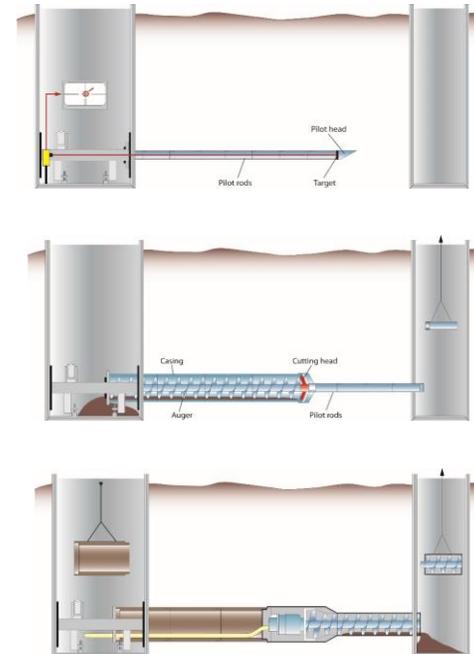
Condiciones generales



- Suelo desplazable SPT < 35
- No Piedras > 80 mm
- Nivel freatico en suelos impermeables
- Longitud de tramos < 100-120 m
- Solamente tramos rectos (sin curvas)
- Cobertura minima 1-1,5 OD
- Precision: Horizontal: ± 30 mm, Vertical: ± 20 mm



Método en 3-pasos
max. OD 1.280 mm



PERFORACION GUIADA PILOTO CON HELICE

Proyecto de referencia de instalacion de tuberia hincada de GRP

REFUERZO DE ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS DE LA CALLE

94 EN BOGOTA (EN. 2017-NOV.2017)



BOGOTA | COLOMBIA



Geologia: suelo desplazable con presencia de nivel freatico

Longitud: 950 m.

Maquina: BM600LSC(Bohrtec)

Tuberia a hincar: GRP(O-Tek), OD960 mm,L=2,0 m and OD1229 mm, L=3,0 m

Profundidad a la corona: entre 1,5 y 1,85 m

Proposito: Prevencion de inundaciones

Presupuesto:aprox. 3,4 Millones de USD

Client:

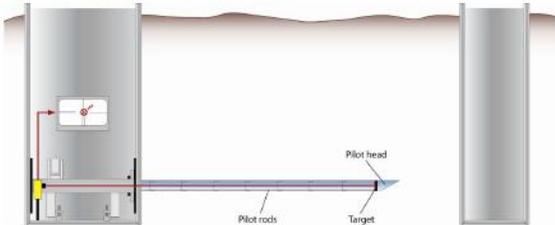


Comienzo del contrato:Enero 2017

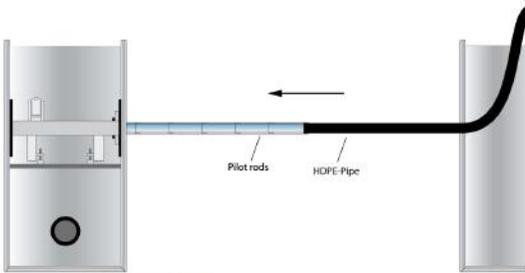
PERFORACION GUIADA PILOTO CON HELICE

Procedimiento de instalacion de tuberia halada: PAD, PVC, etc.

1.1. PE pipes OD > OD pilot rods



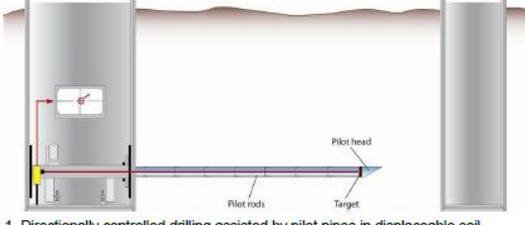
1. Directionally controlled drilling assisted by pilot pipes in displaceable soil



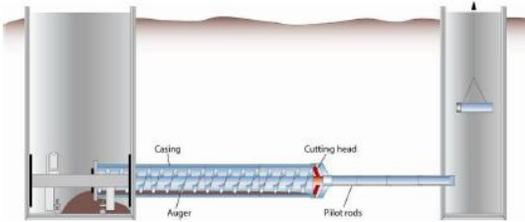
2. Pulling PE pipe with pilot rods



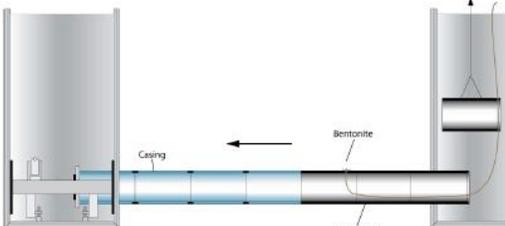
1.2. PE pipes OD < OD casing



1. Directionally controlled drilling assisted by pilot pipes in displaceable soil

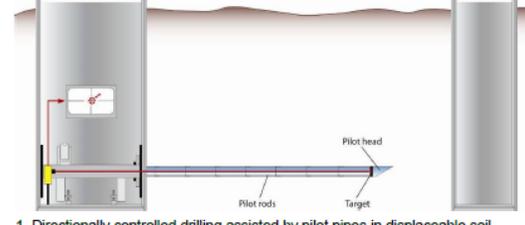


2. Drilling of casings led by the pilot pipes

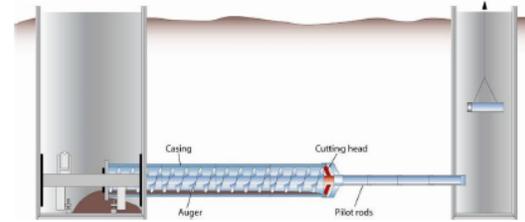


3. Pulling PE pipes with steel casings

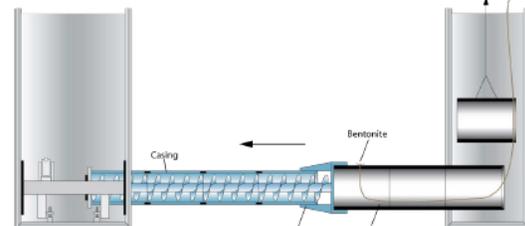
1.3. PE pipes OD > OD casing



1. Directionally controlled drilling assisted by pilot pipes in displaceable soil



2. Drilling of casings led by the pilot pipes



3. Pulling PE pipes with steel casings and passive Hole Opener

PERFORACION GUIADA PILOTO CON HELICE

Proyecto de referencia de instalacion de tuberia halada de PAD

ALCANTARILLADO EN GRUPO 7 TRANSMILENIO AV68 EN BOGOTA
(OCT. 2023-NOV.2024)



Bogota | Colombia



Machine: BM400S

Geologia: Arcilla con alto nivel freático

Longitud: aprox. 2,0 km

Tuberia: 8",10",12" y 20" PAD,L=2,0 m

Max. Profundidad de pozo: 7 m

Max.Longitud de tramos: 80 m

Pozo de lanzamiento:3,2 m Circular

Pozo de recepcion:3 m x 2 m

Rendimiento promedio:7dias/tramo

Cliente:



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

INSTITUTO DE
DESARROLLO URBANO



PERFORACION GUIADA CON HELICE CON FRONT STEER



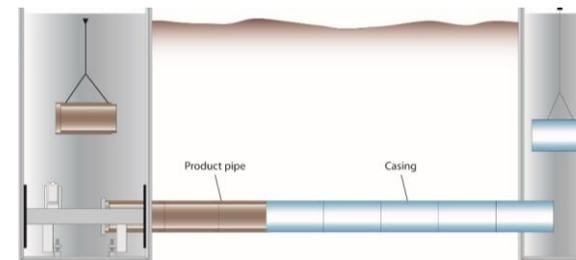
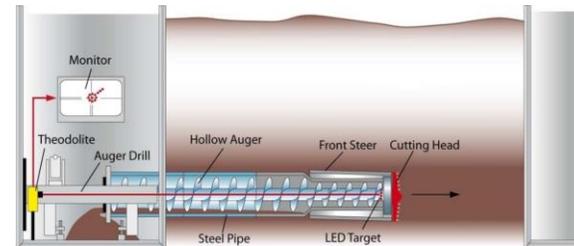
Condiciones generales

- Suelo No desplazable (SPT > 35)
- Roca blanda hasta 20 Mpa o Roca Dura hasta 250 Mpa
- Tamaño maximo de Piedras: $\frac{1}{4}$ x OD
- Nivel freatico en suelos impermeables
- Longitud de tramos < 80-100 m
- Solamente tramos rectos (sin curvas)
- Cobertura minima 1-1,5 OD
- Precision: Horizontal: ± 25 mm, Vertical: ± 25 mm



Método en 2-pasos

max. OD 813 mm



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

PERFORACION GUIADA CON HELICE CON FRONT STEER



Proyecto de referencia de instalacion de tuberia hincada de GRP

ALCANTARILLADO ID800 MM, OD860 MM, GRP EN LECCE-ITALIA

- Maquina:BM600LSC
- Proyecto: Alcantarillado ID 800 en Viala della Liberta en Lecce
- 2,9 km a zanja abierta y 1 km de pipe jacking
- Longitud de perforacion: hasta 85 m
- Suelo: "Lecce-Stone", de la region de Lecce en Apulia, tipica Caliza suave.



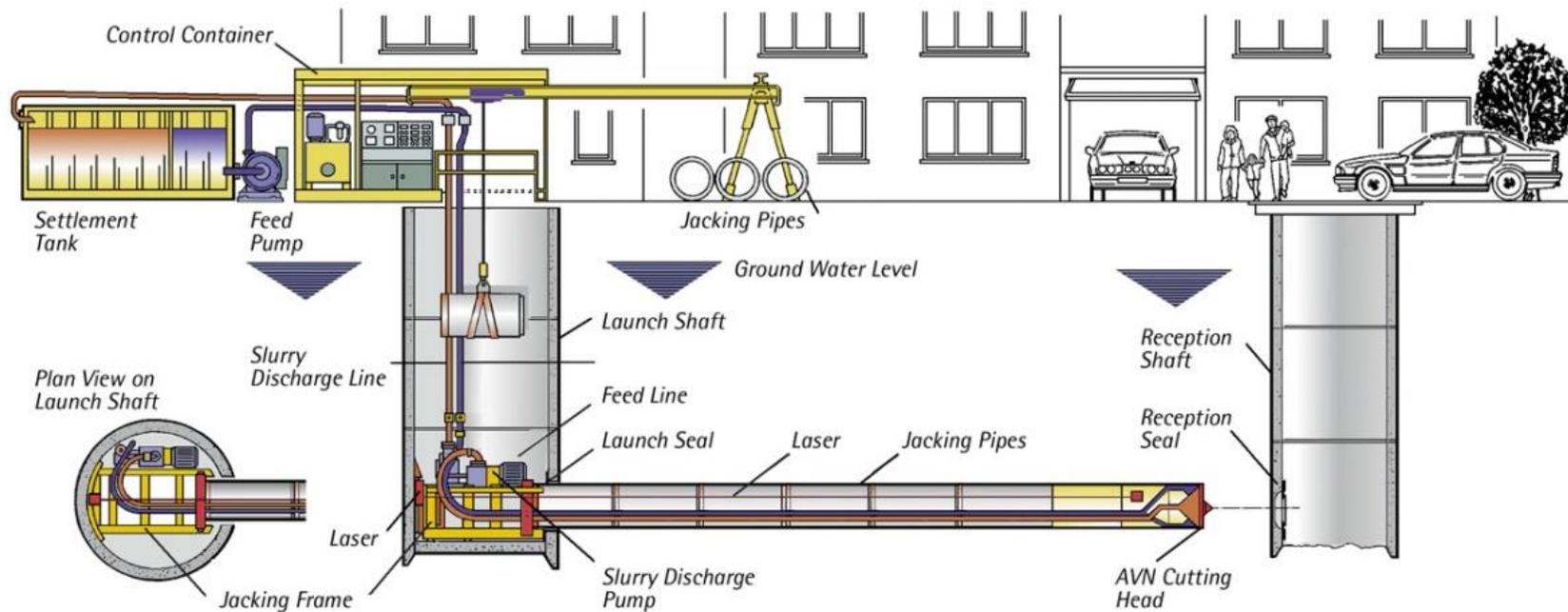
Pipe Jacking Microtunnelling

Tecnología de un paso para instalación de tubería hincada para redes de servicio

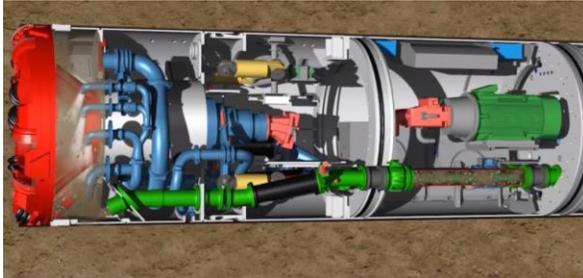
TECNOLOGIA DE HINCADO DE TUBERIA

Instalacion de tubos de hinca(concreto, GRP, etc) desde **ID250 mm** hasta 4000 mm hasta 2,50 km

- + Instalacion en un solo paso
- + Todas las geologias y roca hasta ≥ 250 Mpa (dependiendo de la MTBM)
- + minimo riesgo de frac out | perforacion soportada
- + Alta precision
- + Cobertura minima ((2-3 x \varnothing tubo (DE)) para MTBM de Lodos, (1,5-2 x \varnothing tubo (DE)) para MTBM EPB)

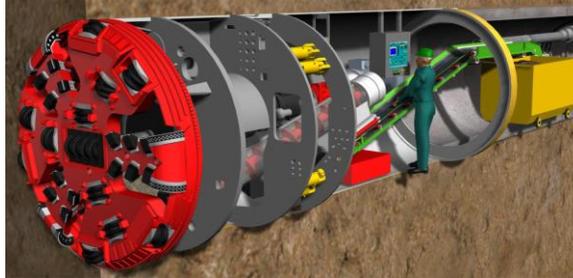


MAQUINA SEGUN SOPORTE DE FRENTE DE EXCAVACION



AVN | AVND

Rueda de corte: seccion completa
Soporte del frente: suspension de lodo
Transporte material excavado: circuito de lodos (se requiere separacion)



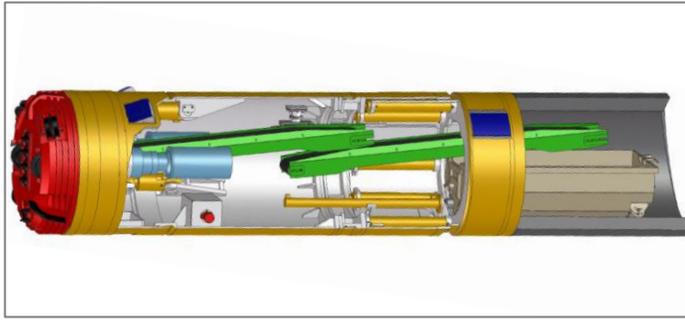
EPB

Rueda de corte: seccion completa
Soporte del frente: presion de tierra
Transporte material excavado: sin fin, cinta, vagon



MH | MHSM

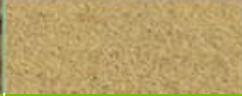
No rueda de corte: Excavadora o rosadora
Soporte del frente: mecanico
Transporte material excavado: cinta, vagon



TBM

Rueda de corte: seccion completa
Soporte del frente: mecanico con la rueda de corte
Transporte de material: cinta, vagon

TECNOLOGIA DE MAQUINA PARA HINCADO DE TUBERIA

	DI en mm	Operacion bajo agua	clay	silt	sand	mixed soil	gravel	boulders	rock
AVN	250 – 4000	Hasta 3 bares Mas alto posible pero es necesario adaptaciones a la maquina							
AVND	1600 – 4000	Hasta 3 bares Mas alto posible pero es necesario adaptaciones a la maquina							
EPB	1400 – 4000	! Dependiendo de la geologia							
MH / MHSM	1800 – 4000	---							< 80MPa
TBM	1200 – 4000	---							

DISEÑO DE MTBM PARA HINCA DE TUBERIA / CONDICIONES DEL SUELO



Cantos
/Bolos/ Roca



Grava gruesa

Grava media



Arena gruesa

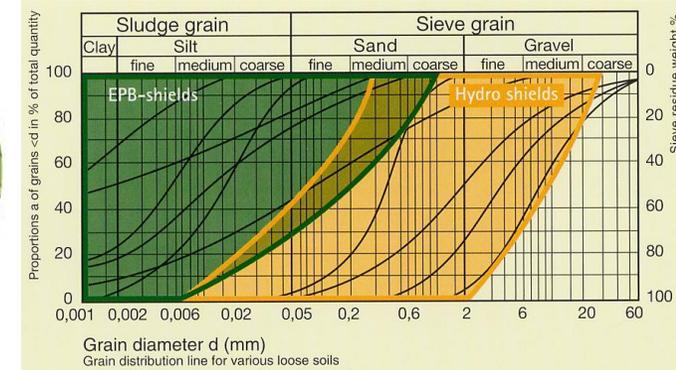
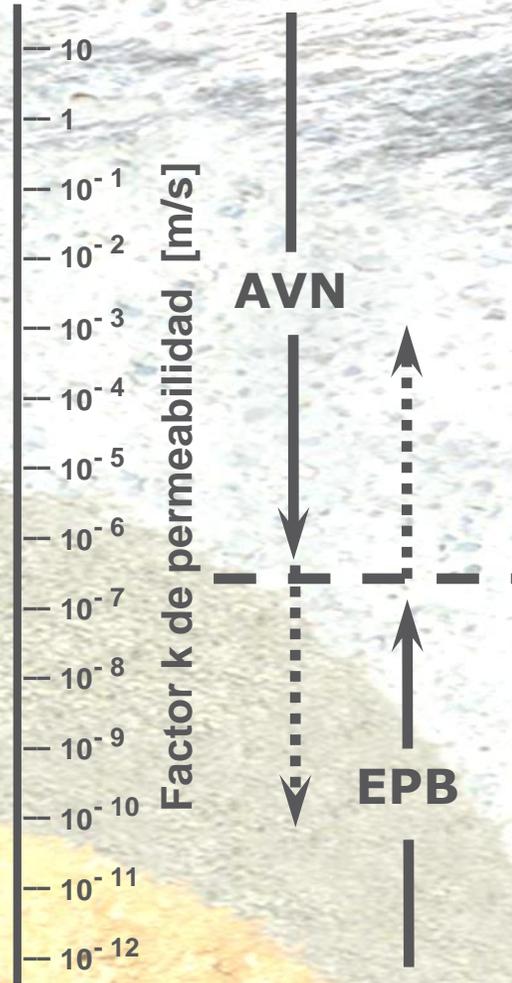
Arena media

Arena fina



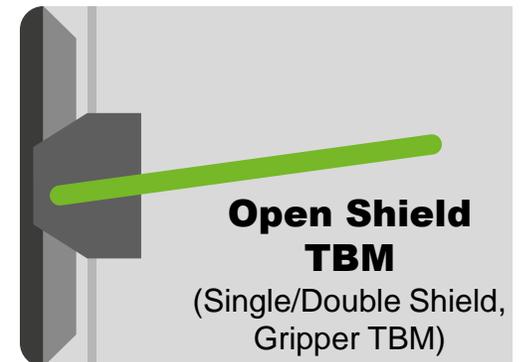
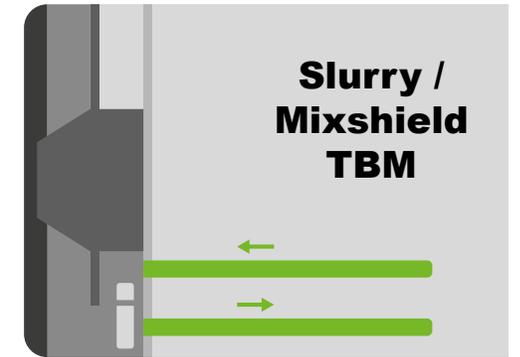
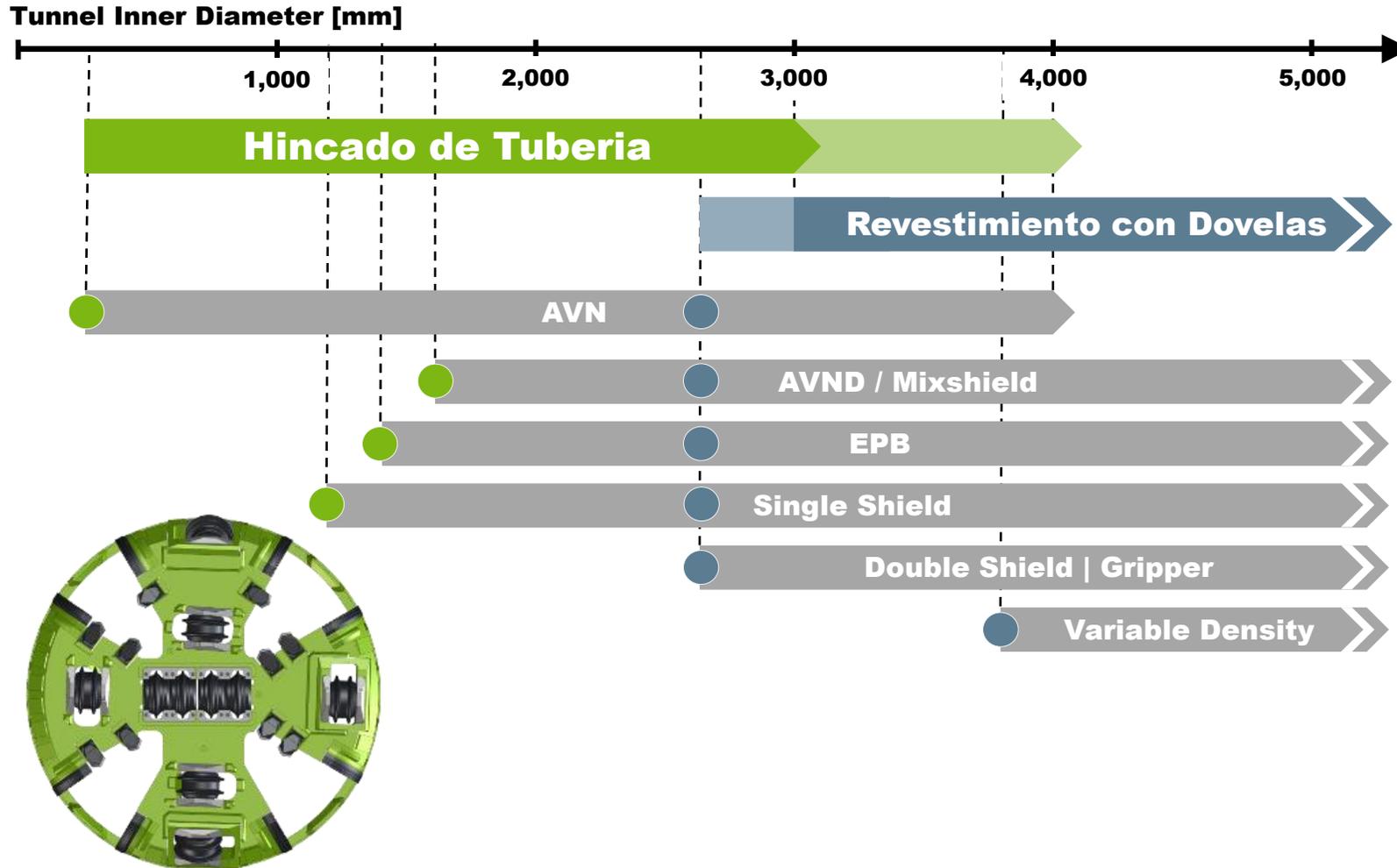
Limo

Arcilla



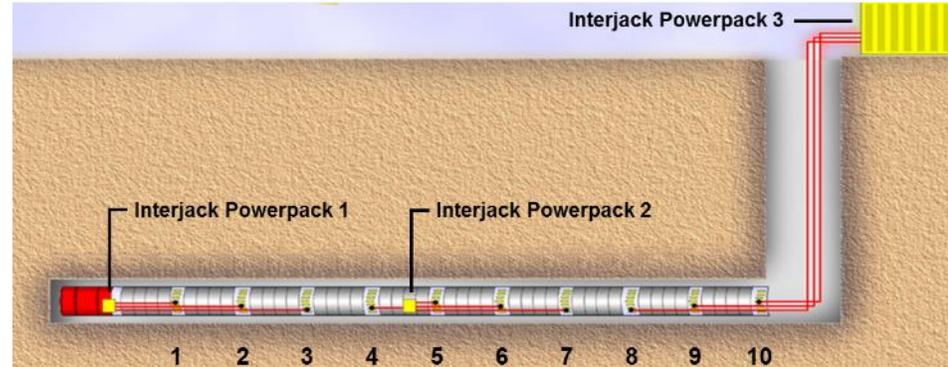
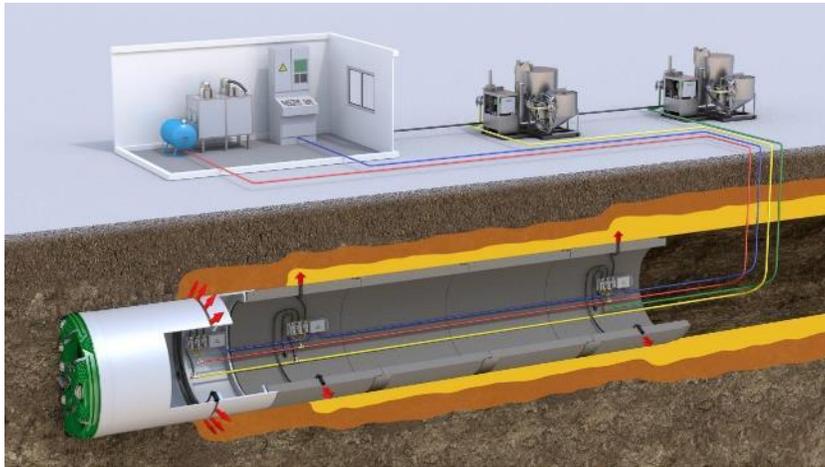
CONSTRUCCION DE TUNELES DE SERVICIO.

Tipos de maquina y, rango de diametros para hincado de tuberia y revestimiento con dovelas.



HINCADO DE TUBERIA EN LARGAS-DISTANCIAS

Componentes para el procedimiento de Hincado de Tubería en largas-distancias



Sistema de lubricación de Bentonita

- Reduce la fricción de superficie entre maquina /tubos y el suelo circundante
- El sistema de lubricación de Bentonita con control de volumen permite una distribución de Bentonita adaptable a través del cambio de geología

Estaciones Intermedias de Empuje

- Estaciones Intermedias de Empuje se instalan en intervalos regulares en la ruta del tunnel
- Reduce las fuerzas de empuje de la estación principal de empuje en el pozo de lanzamiento
- Los cilindros de empuje son desmontados cuando el tunnel es finalizado

CONSTRUCCION DE TUNEL DE SERVICIO.

Tecnologia de Hincado de Tuberia | Navegacion.

Sistema de Navegacion TUnIS



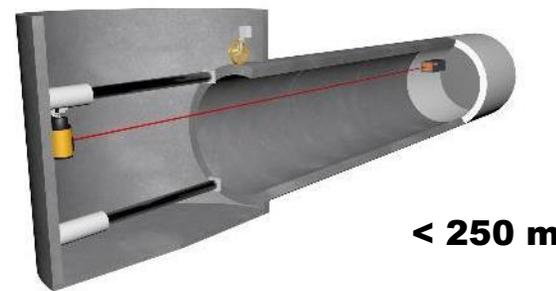
Tramos
Cortos y de
longitud
media

rectos

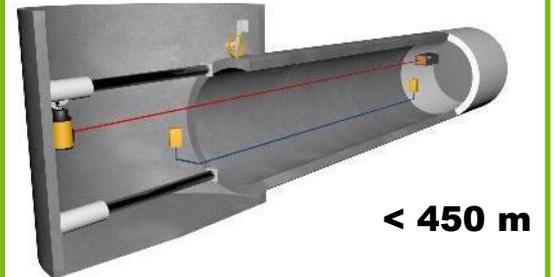
Tramos
largos

con curvas

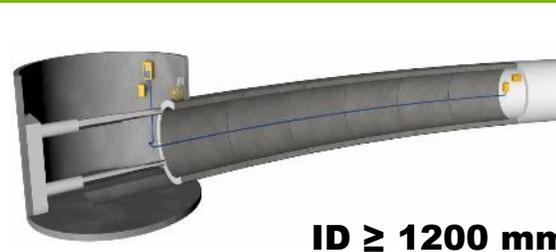
TUnIS MT^{Laser}
Electronic Laser Target



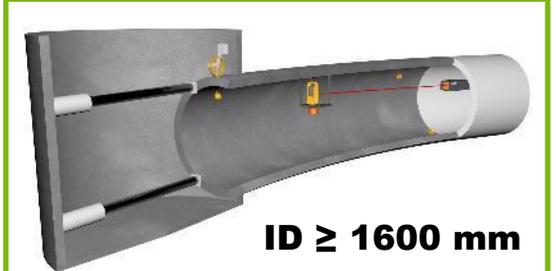
TUnIS MT^{HydroLevel}
Laser Target combined with
Hydro Level System



TUnIS MT^{Gyro}
Optical Gyro combined with
Hydro Level System

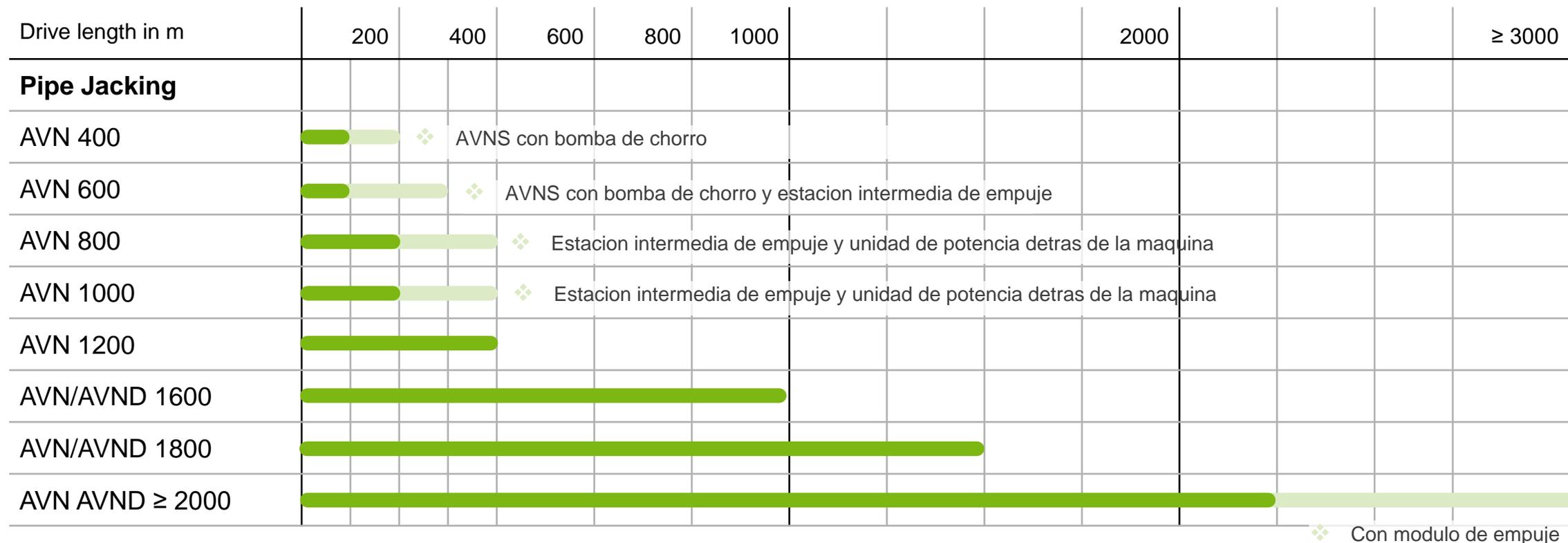


TUnIS MT^{LaserTotalstation}
Laser Totalstation and
Electronic Laser Target



MAQUINA AVN PARA HINCADO DE TUBERIA

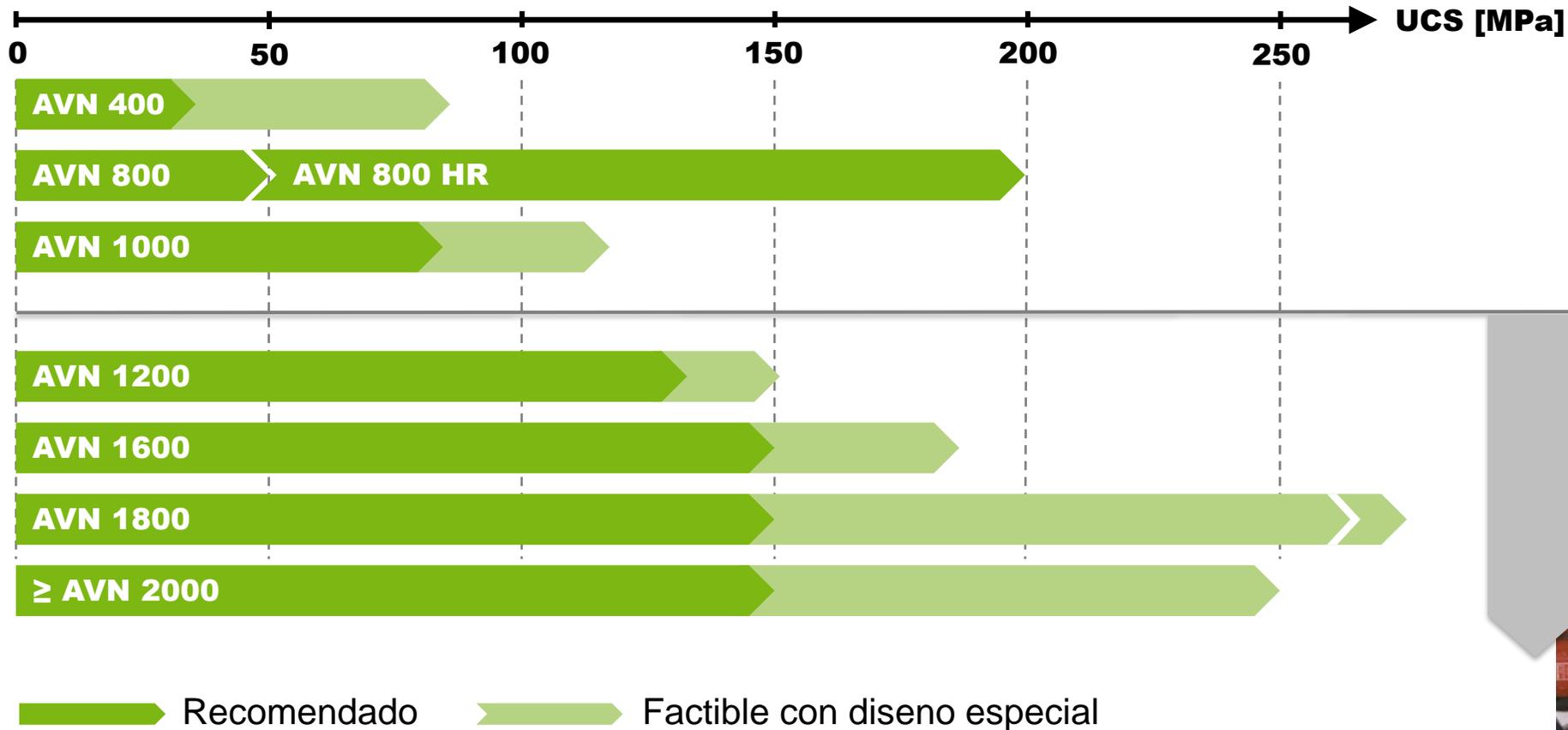
Rango de aplicacion recomendado con relacion a la longitud maxima de hincado



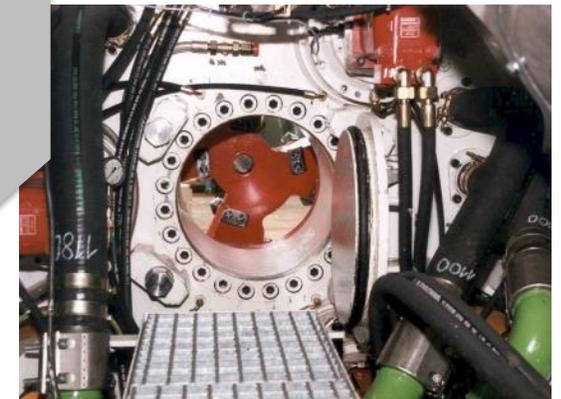
➤ Estas longitudes de hincado son indicaciones aproximadas, ya que la viabilidad depende de las condiciones especificas del terreno y del proyecto

MAQUINA AVN PARA HINCADO DE TUBERIA

Rango de aplicacion recomendado con relacion a condiciones de roca dura



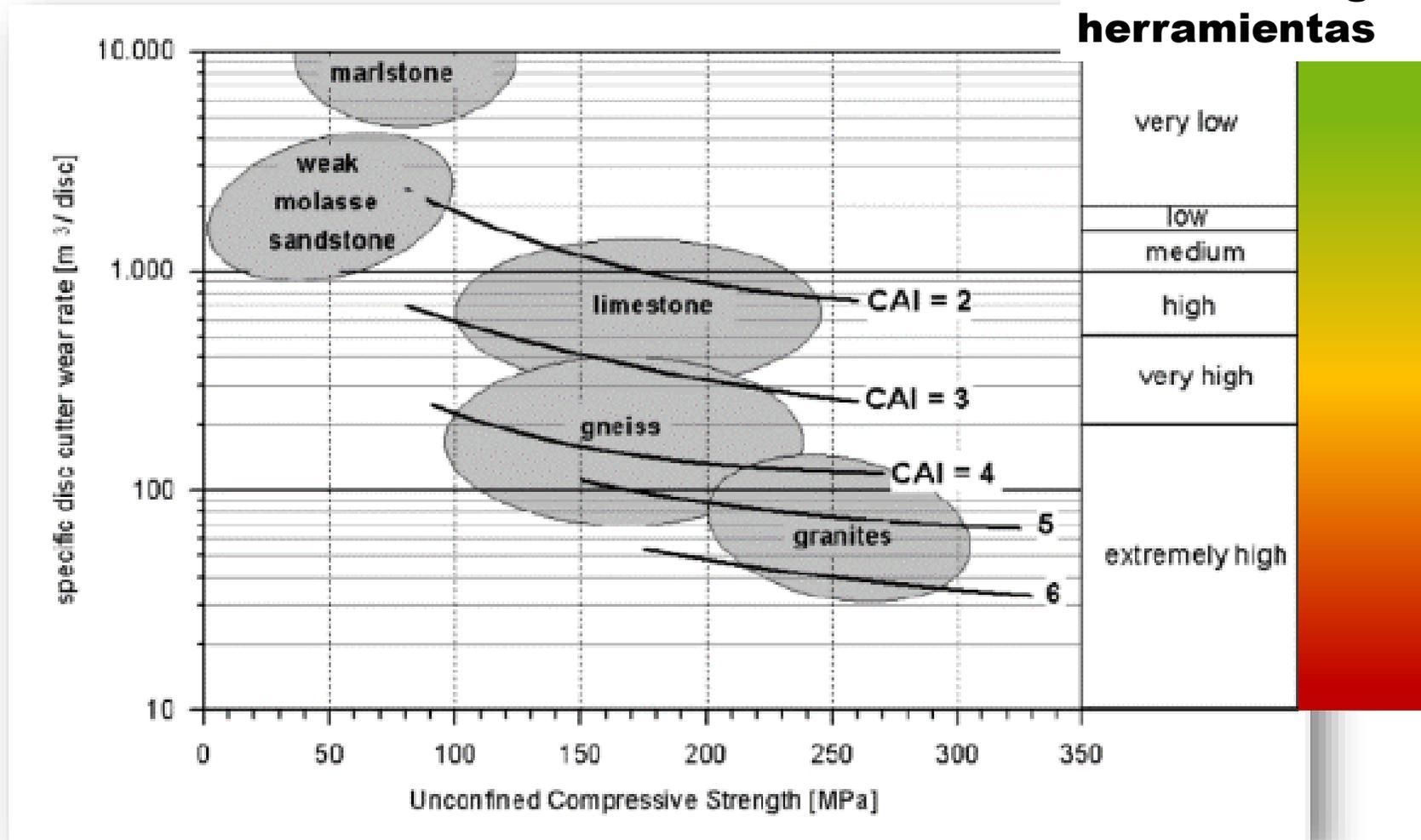
Con acceso
a camara de excavacion para
cambio de herramientas



CONSIDERACIONES DE DESGASTE DE CORTADORES

Influencia del UCS y CAI en el desgaste de cortadores

Tasa de desgaste de herramientas

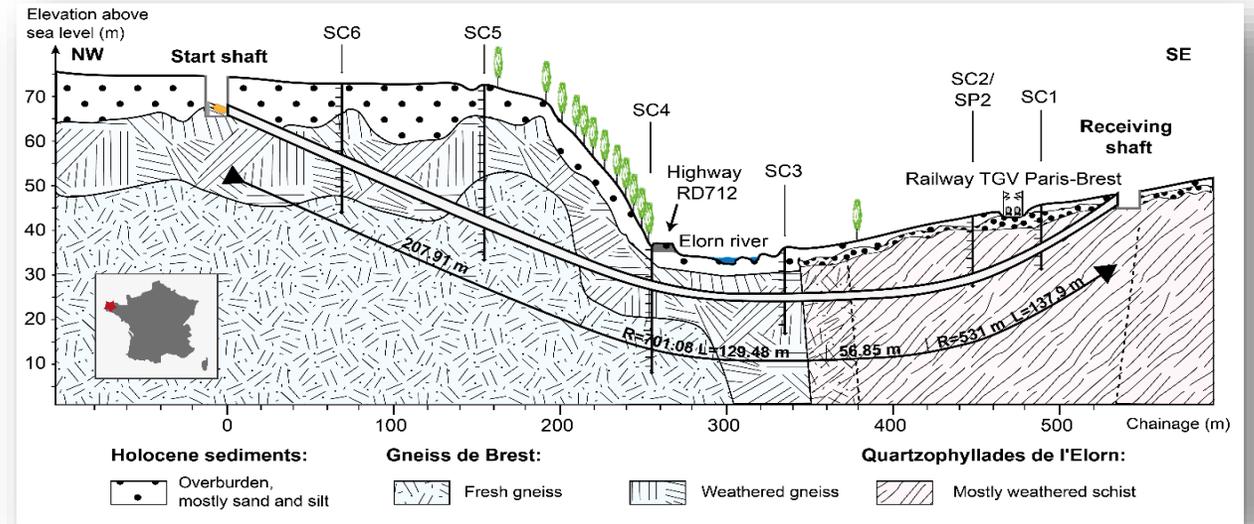


PROYECTO DE REFERENCIA EN ROCA DURA EN MICROTUNELACION

AVN 1800 TB, Francia

- › M-1284M, AVN 1800 TB, OD 2250 mm
- › Localidad: Landivisiau, Brittany, Francia
- › Proyecto: GRT Gas Power Plant
- › Cruce del Rio Elorn y via ferrea
- › Longitud de tramo: 530 m
- › Geologia: Gneis, esquistos
- › UCS hasta 185 MPa
- › Client: GRT Gaz

› Pendiente: - 16 % | + 10 % › Diferencia de altura: 45 m



COLECTOR OESTE TIGRE, BUENOS AIRES, ARGENTINA

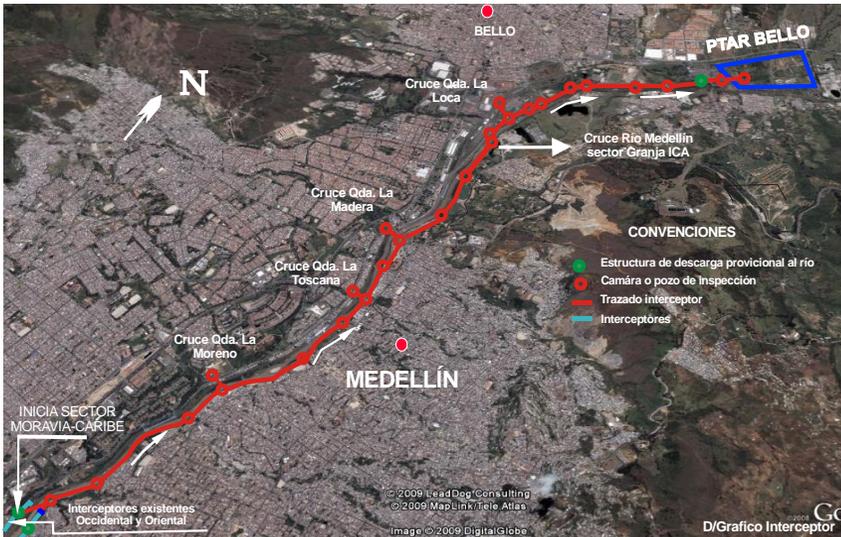
AVN 800 para tramos hasta 300m

- M-1798M, AVN800, etx. 1110
- Localidad: Buenos Aires, Argentina
- Uso del tunel: Alcantarillado
- Longitud de tunel: 4500m
- Unidad de Poder integrado a la microtuneladora para tramos largos
- Sistema diseno Antigiro en la superficie de la microtuneladora



INTERCEPTOR NORTE DEL RIO MEDELLIN(2011-2015)

MICROTUNELACION EN CONDICIONES EXTREMAS



Medellin | Colombia



2 x AVND 2000 and AVN2000

Geología: Matriz arcillo-limo-arenosa con nivel freático con Bolos de gran tamaño y roca extremadamente duros y abrasivos.

Longitud de túnel: 8.000 m

Max. Profundidad: 15,0 m

Diámetro: ID 2200 y ID2400 (Interceptor) y ID2000 mm (Cruces bajo el Metro y el Rio)

Cliente: **epm**[®]

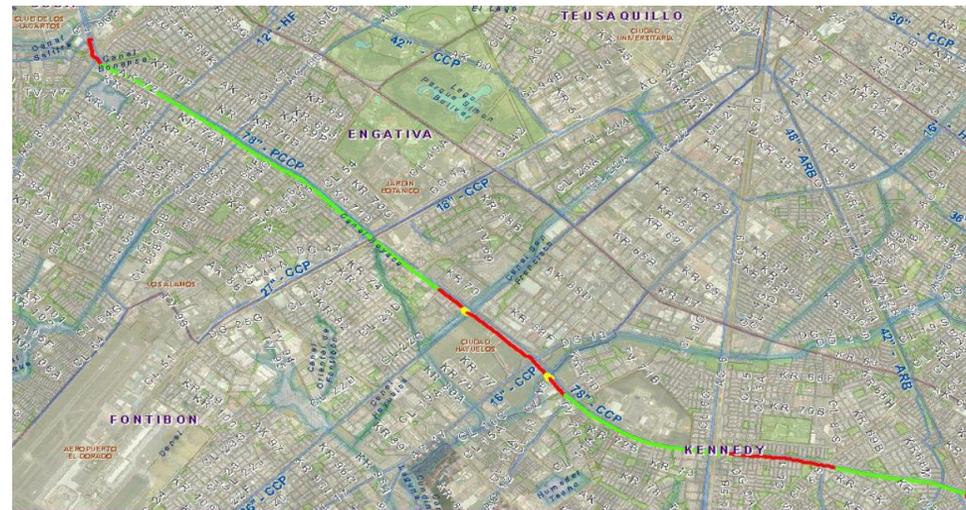
Costo: 119.806'357.635,00 COP (66 Millones USD)

MANIJA 60" ACUEDUCTO TIBITOC-CASABLANCA EN BOGOTÁ

(2021-2024)

Rehabilitation de la Línea de Conducción Fase 2, Tramo 3 Tibitoc (Planta de Tratamiento de Agua Potable) – Casablanca (Tanque) Manija 60"

- › M-2537M, M-2539M, 2 x AVN 1600 AB, OD 1970
- › Presión de ducto de agua de 150 PSI para suministro a 4 Millones de personas
- › Longitud de túnel: 8.7 km, 20 tramos, longitud max. de tramo: 840 m
- › Geología: arcilla, suelo suave con presencia de agua
- › Client: 
- › Presupuesto aprox. de construcción : 270 000 Millones de COP (77 Millones de USD)
- › Tiempo de ejecución: 30 meses



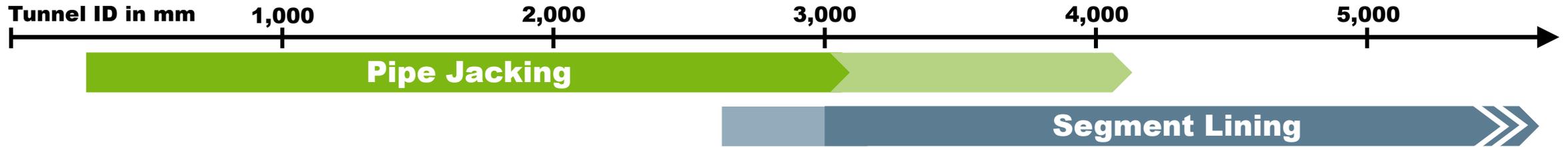
PLANTA DESALINIZADORA ATACAMA, CHILE

Emisario Submarino en Roca Dura con AVN1800.

- M-1740M, AVN1800, OD2210
- Localidad: Caldera, Chile
- 2 x emisarios para toma de agua de mar y descarga
- Longitudes de tramos: 325m + 265m
- Geología: Roca dura (hasta 250MPa), 2.5 bares de presión de agua



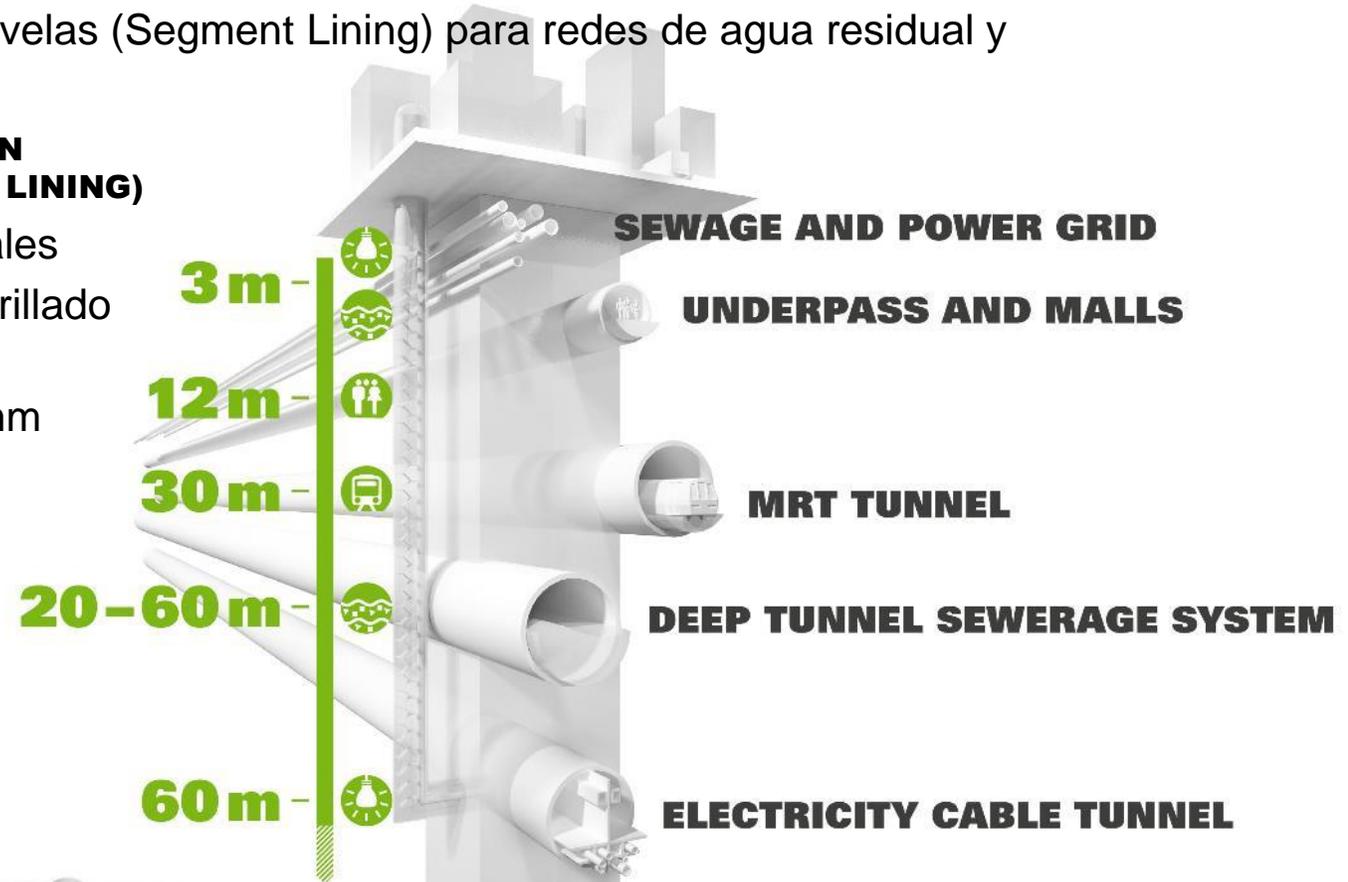
RANGO DE DIAMETRO PIPE JACKING Y SEGMENT LINING



CONSTRUCCION DE TUNELES DE SERVICIO.

Hincado de tubería (Pipe Jacking) y Revestimiento de Dovelas (Segment Lining) para redes de agua residual y alcantarillados profundos

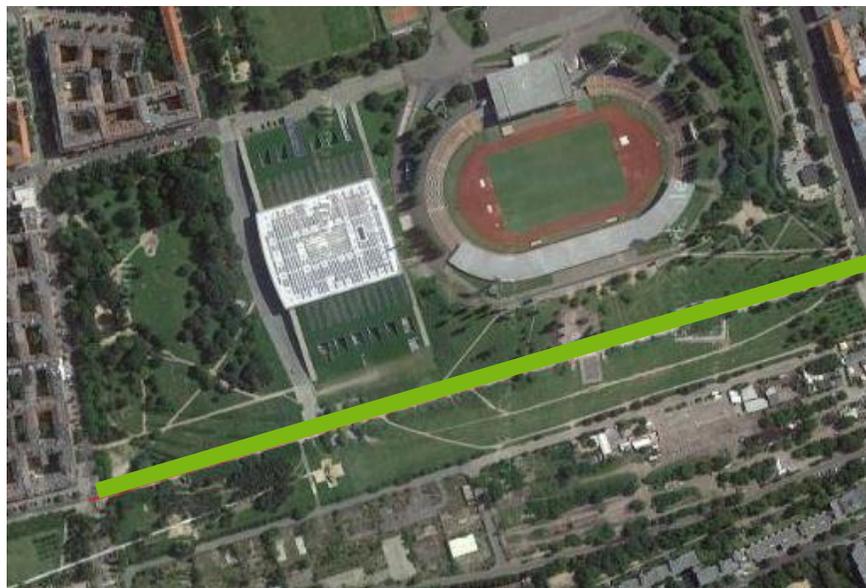
- › **HINCADO DE TUBERIA(PIPE JACKING)**
 - › Tuneles de aguas residuales de tamaño pequeño a medio
 - › Conexiones de alcantarillados
 - › ~ ID ≤ 3000 mm
- › **REVESTIMIENTO CON DOVELAS(SEGMENT LINING)**
 - › Colectores principales
 - › Tuneles de alcantarillado profundos
 - › ~ ID 3000 - 7000 mm



PROYECTO DE REFERENCIA DE MICROTUNELACION CON HINCA DE TUBERIA CON DIAMETRO GRANDE PARA DRENAJE Y PROTECCION CONTRA INUNDACIONES

Canal de almacenamiento, Mauerpark in Berlin (Alemania)

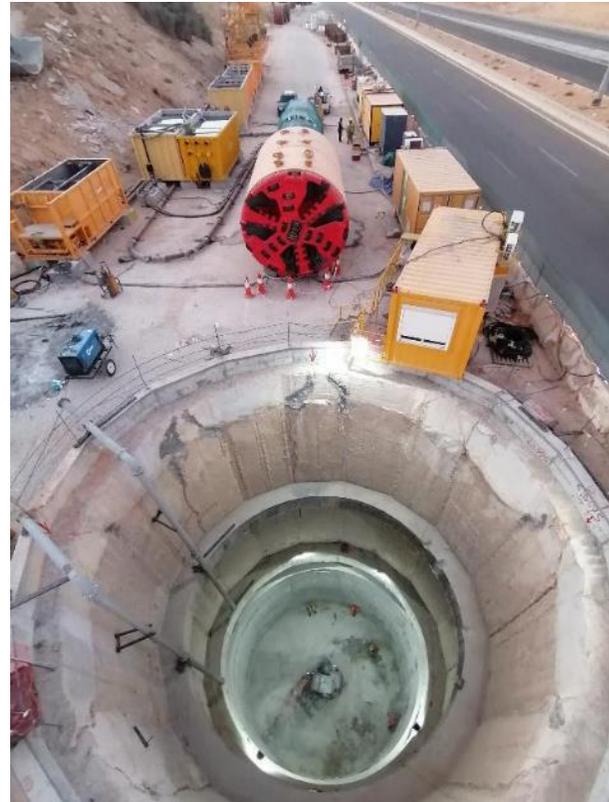
- ▶ **EPB 3850, OD 4500**
- ▶ **Longitud de tunel: 654m**
- ▶ **Geologia: arena fina, marga**



HINCA DE TUBERIA EN DIAMETRO GRANDE EN ARABIA SAUDITA.

Proyecto de tunel de agua lluvia en Buraydah (Arabia Saudita)

- 7 x AVN3500
- Pipe Jacking **OD 4265 mm**
- Longitud total: ~22km
- Tipo: Pipe Jacking
- Condiciones de suelo: arena, arcilla con hasta ~2 bares de presión de nivel freático
- Longitud de tramo hasta 600m



TECNOLOGIAS CON MTBM DE LODOS



Pipe Jacking



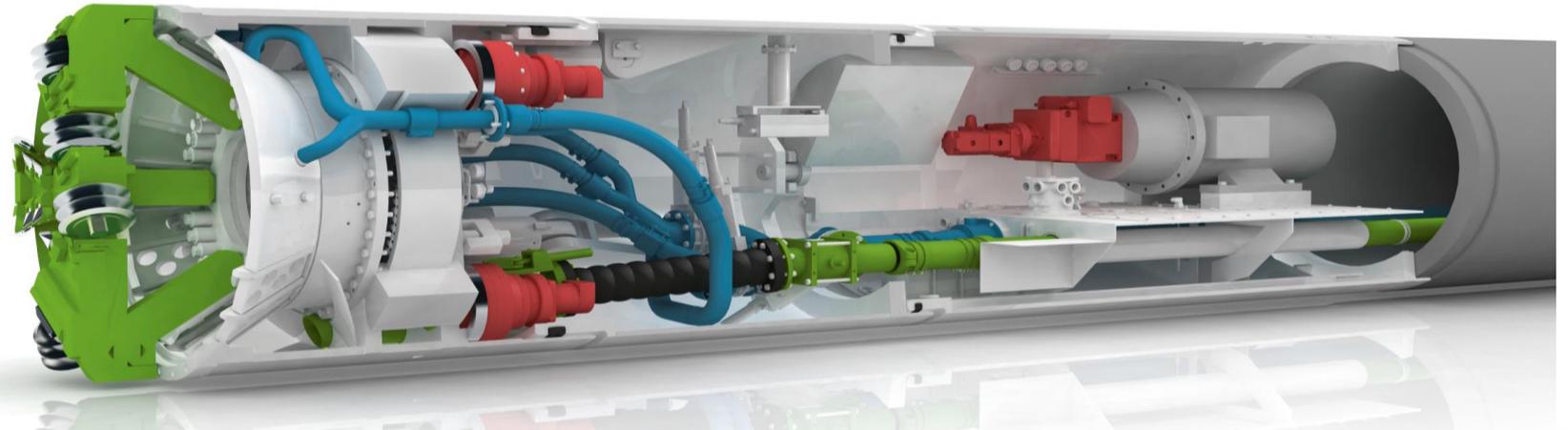
Direct Pipe®



E-Power Pipe®

AVN(Slurry)

Automatische
Vortriebsmaschine
Nassförderung



TECNOLOGIA CON MTBM DE LODOS

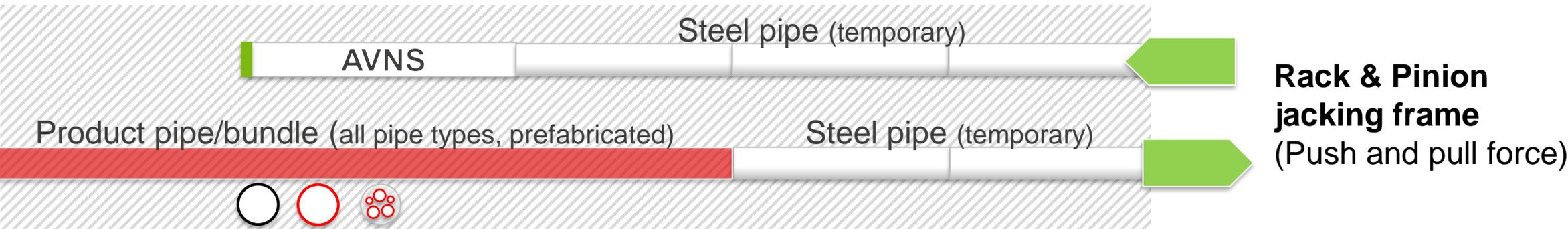
I. PIPE JACKING



II. DIRECT PIPE



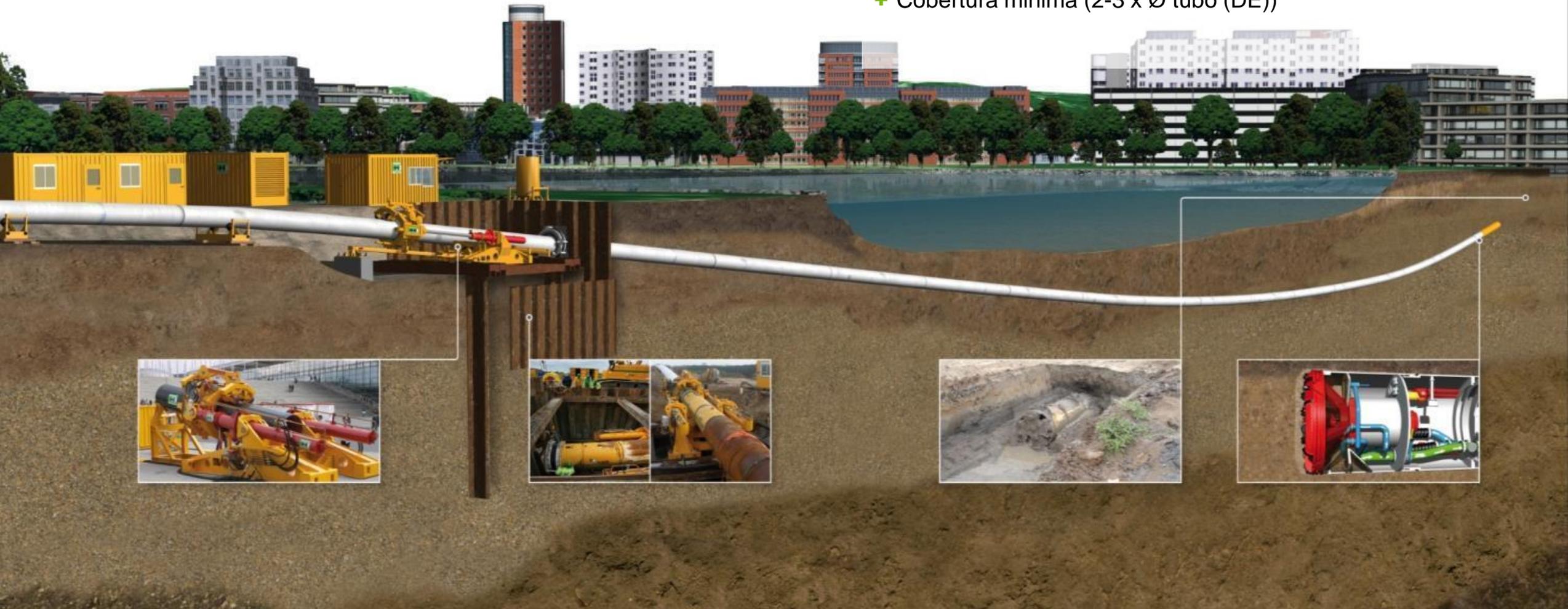
III. E-POWER PIPE



TECNOLOGIA DIRECT PIPE®

Instalacion de ductos de acero desde **24"** hasta 60" hasta 2,0 km

- + Instalacion en un solo paso
- + Todas las geologias y roca hasta 150 Mpa
- + minimo riesgo de frac out | perforacion soportada
- + Alta precision
- + Cobertura minima (2-3 x Ø tubo (DE))



SUR DE TEXAS – TUXPAN PIPELINE



OUTFALLS FOR SUR DE TEXAS-TUXPAN PIPELINE

- 1 Direct Pipe® Sea Outfall**
 - › Port Isabel, Brownsville, Texas, USA
 - › M-1491M, AVN1000DP (48") + HK750PT
 - › 1,495 m, 42" pipeline
 - › End position: December 02, 2017
- 2 AVN Sea Outfall**
 - › Altamira, Mexico
 - › M-1275M, AVND2000, OD3200
 - › 2,246 m Pipe Jacking, tunneled casing
 - › End position: July 27, 2018
- 3 Direct Pipe® Sea Outfall**
 - › Tamiahua (Tuxpan), Mexico
 - › M-2250M, AVN1200DP (56") + HK750PT
 - › 698 m, 56" casing
 - › End position: July 18, 2018

SUR DE TEXAS – TUXPAN PIPELINE | TAMIAHUA LANDFALL | MEXICO

56” DIRECT PIPE SHORE APPROACH

- › M-2250M, AVN 1200DP + HK750PT
- › Uso del ducto: 42” Gas Pipeline
- › Longitud de perforacion: 698 m
- › Max. longitud de seccion: **650m**
- › Cliente: TransCanada
- › Mejor rendimiento diario: 82m
- › Fuerzas de empuje: 190 - 440 toneladas



DIRECT PIPE® | PROYECTO DE REFERENCIA | DIAMETRO-PEQUENO, POLAND

- › M-2596M, AVNS600 with jet pump + H-144, HK500PT Pipe Thruster
- › GIPL-Gas Interconnector Poland-Lithuania
- › 2 cruces de río ejecutados:
 - › # 1 Río Czarna Hancza: 320 m
 - › # 2 Río Narew: 884 m



Bomba de chorro para 28"

TECNOLOGIA DIRECT PIPE®

Proyecto de referencia diametro pequeno: 28" Direct Pipe con AVNS 600, con Sistema de bomba de chorro

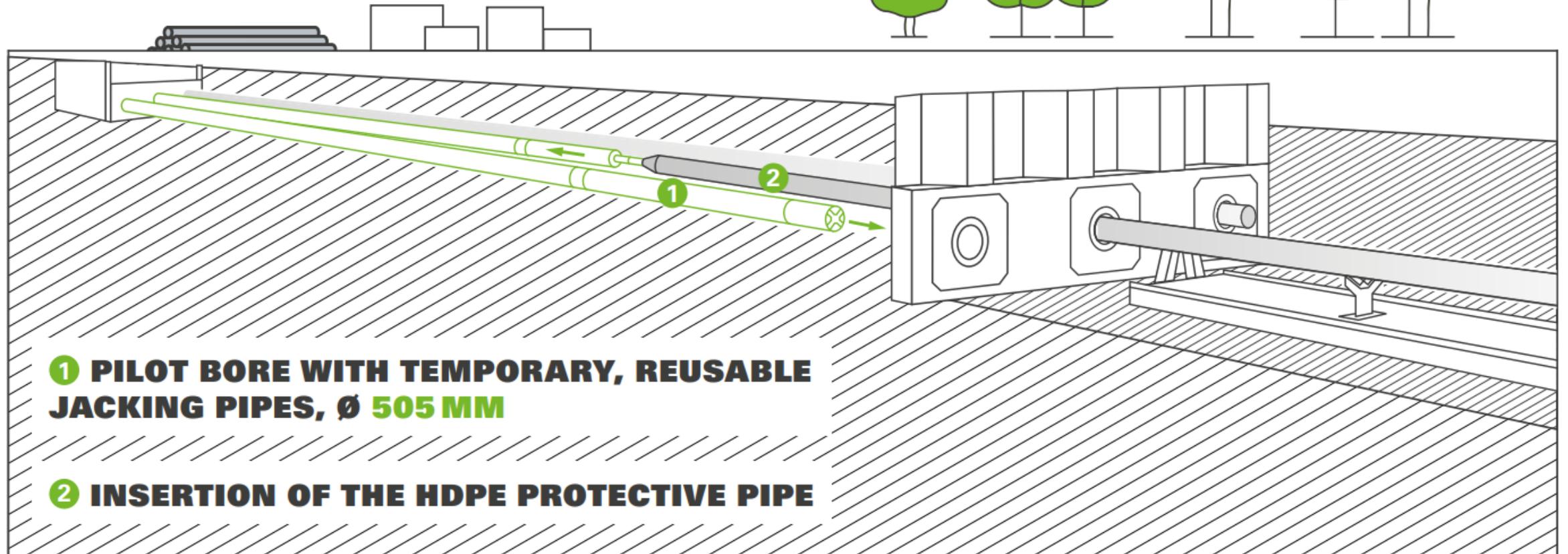
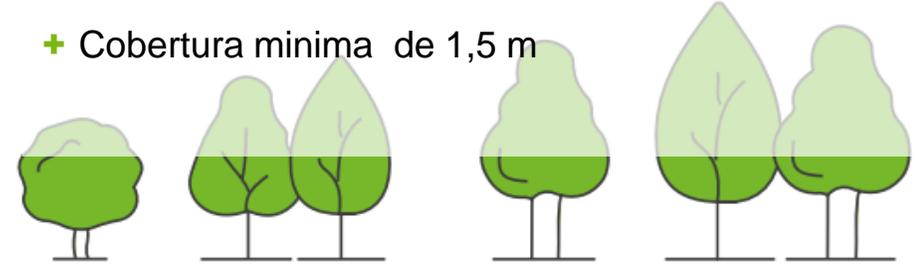


VIDEO

INSTALACION E-POWER PIPE®

Instalacion de ductos en tuberia de PAD(Individual o en grupo) o en camisa de acero desde **10"** hasta 28" hasta 2,0 km

- + Instalacion en dos pasos
- + Todas las geologias y roca hasta 30 Mpa
- + minimo riesgo de frac out | perforacion soportada
- + Alta precision
- + Cobertura minima de 1,5 m

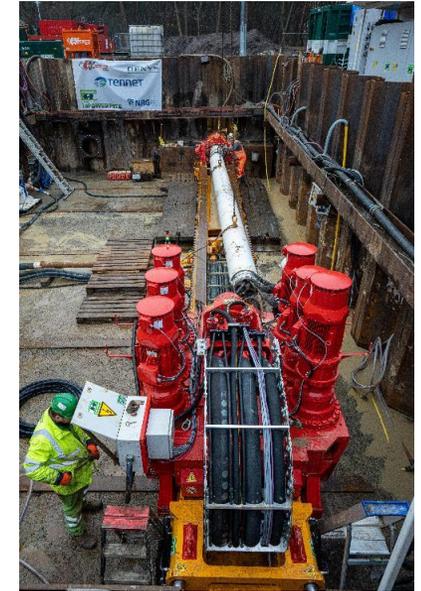
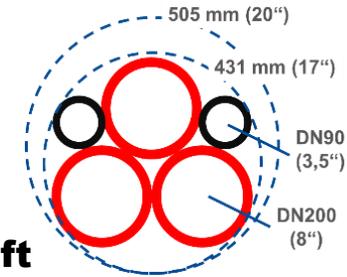
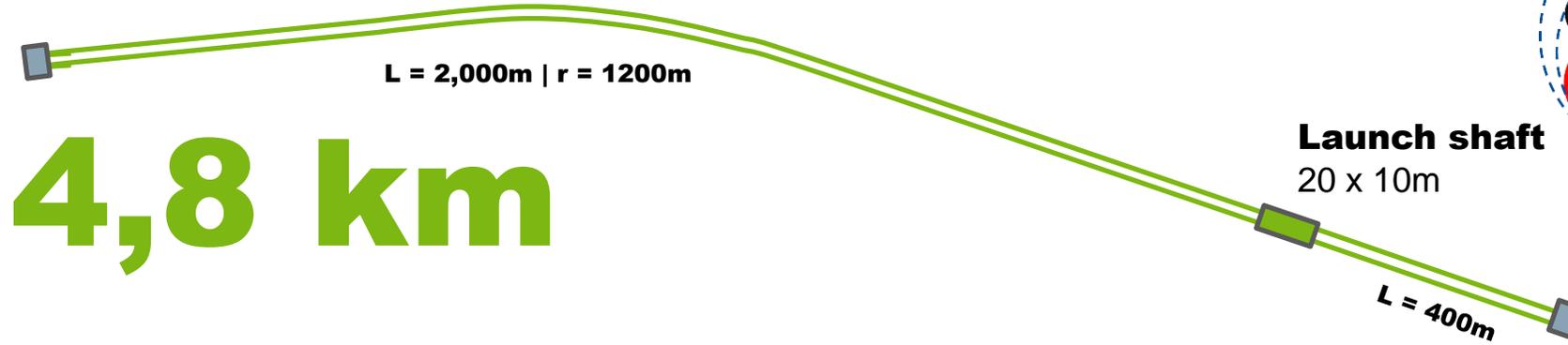


1 PILOT BORE WITH TEMPORARY, REUSABLE JACKING PIPES, Ø 505 MM

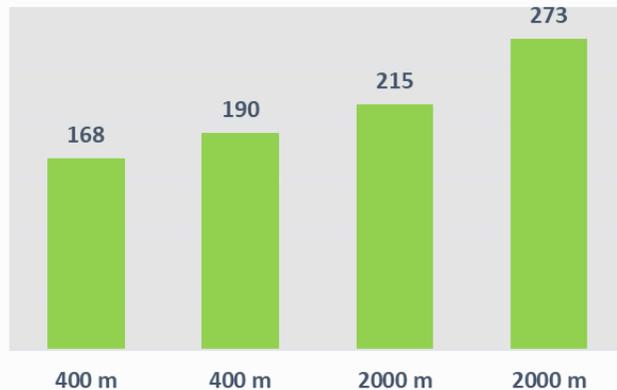
2 INSERTION OF THE HDPE PROTECTIVE PIPE

E-POWER PIPE® RECORD PROJECT (NL)

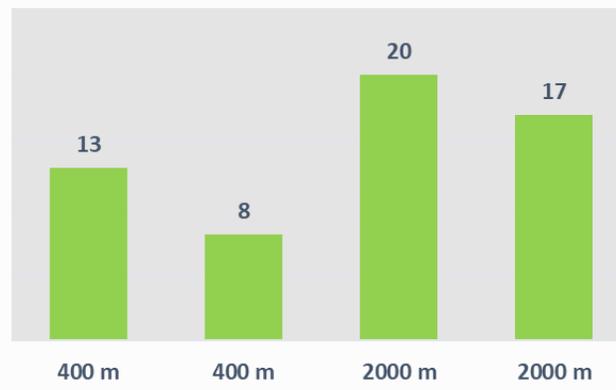
Proyecto de línea de cable de alta tensión (150 kV) en Holanda | Tilburg | TSO Tennet



Best daily performance m/Day



Days per Drive push and pull



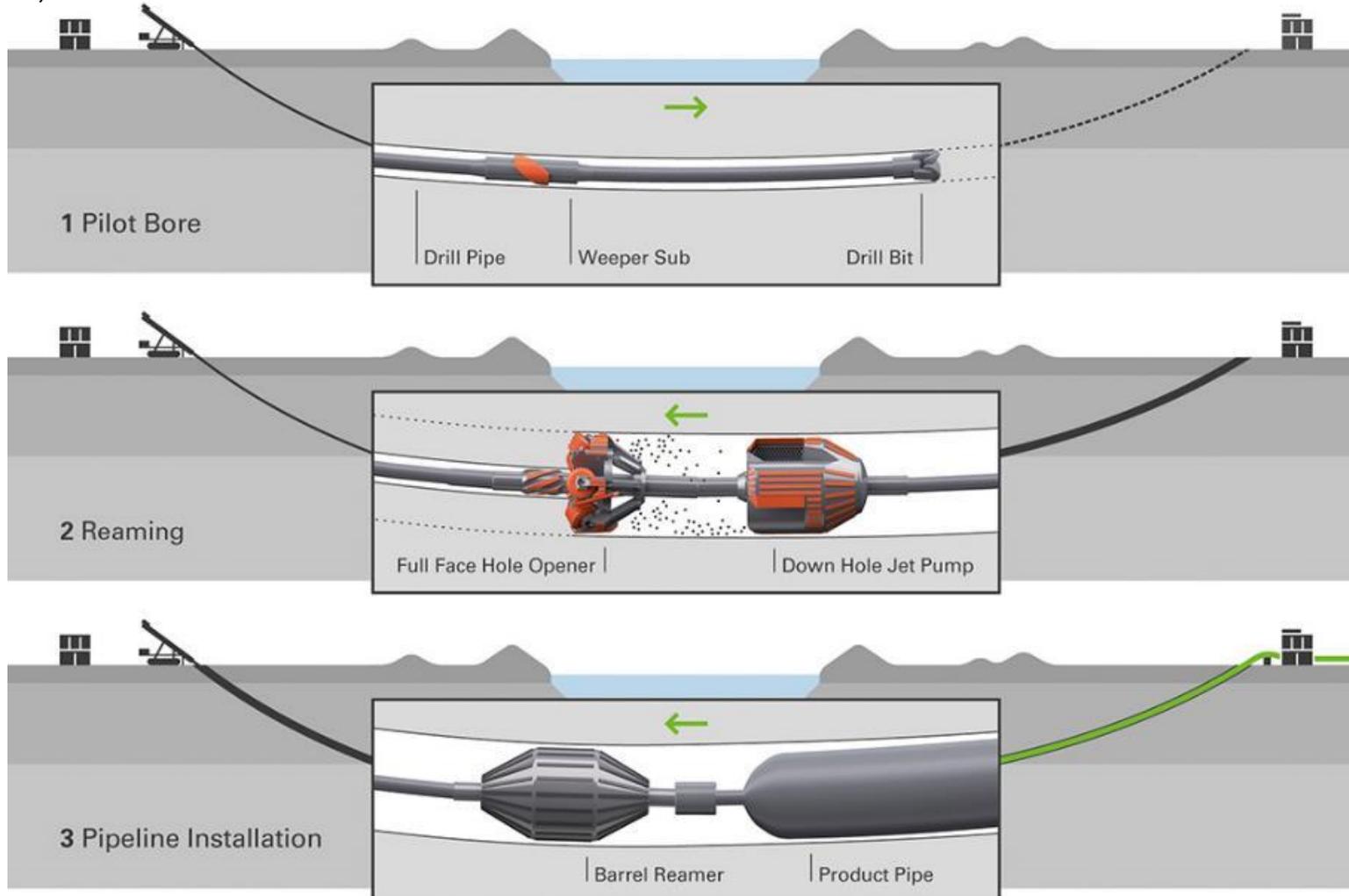
PERFORACION HORIZONTAL DIRIGIDA



Para la instalación en tres pasos de ductos (acueductos, gasoductos, oleoductos y redes de energía/telecomunicaciones)

HDD | HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING METHOD

Instalacion de ductos en tuberia de PAD (Individual o en grupo), Hierro Fundido y acero desde **10"** hasta 60" hasta 5,0 km

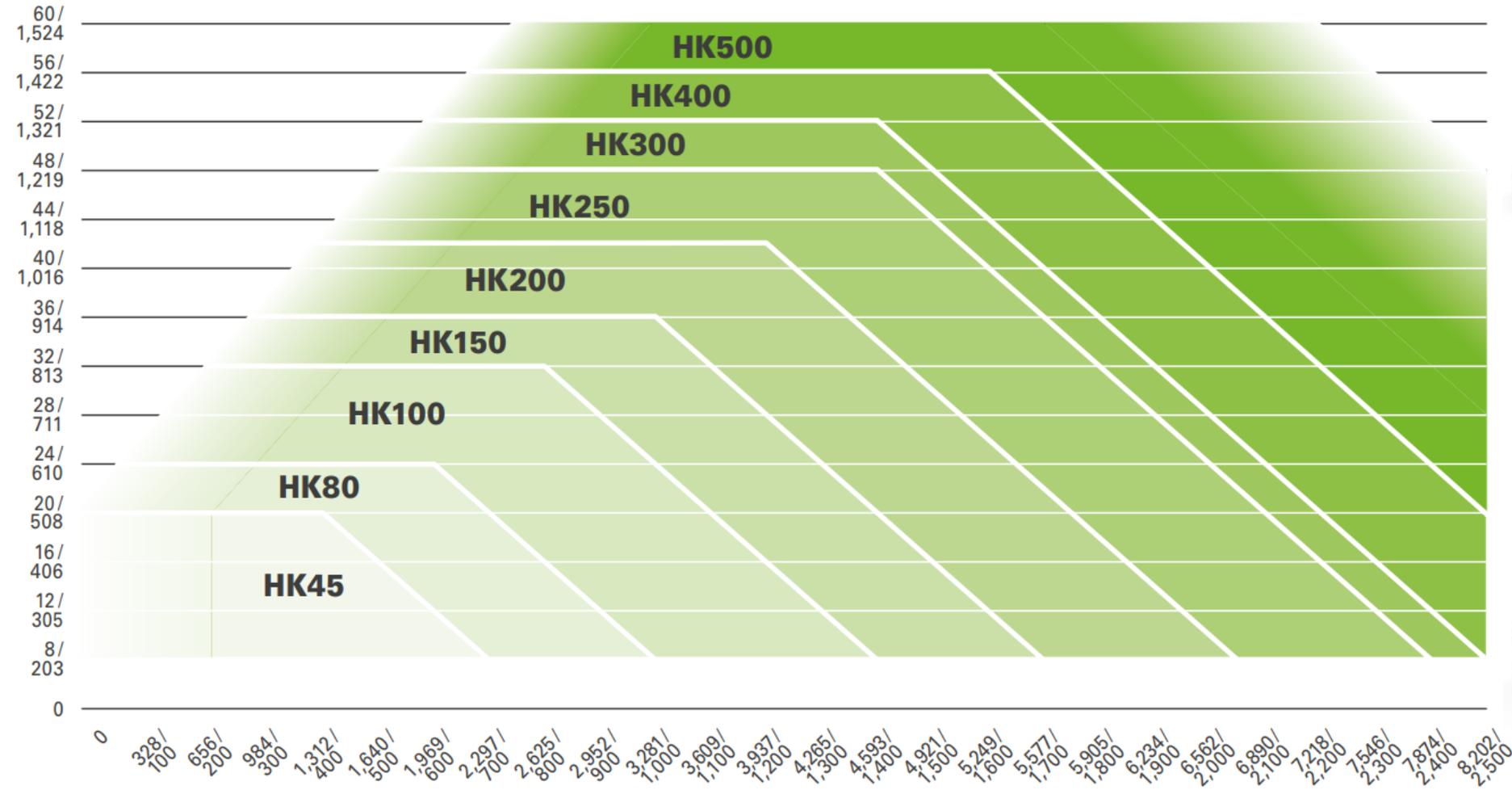


- + Instalacion en tres pasos
- + alto riesgo de frac out | perforacion soportada con fluido bentonitico
- + Alta precision
- + Cobertura minima (10-15 x OD exc o 0,02 x Longitud) recomendable para evitar frac out
- + OD exc depende de ODtubo y Longitud de perforacion
- + No applicable para suelos de grano grueso, bolos y bloques.

Length or type of drilling	Final boring diameter
less than 50 metres	D —  1.2 X D
from 50 to 100 metres	D —  1.3 X D
from 100 to 300 metres	D —  1.4 X D
more than 300 metres	D —  1.5 X D
drilling through rock	D —  1.5 X D

HERRENKNECHT RIG RANGE AND APPLICATION

Pipe diameter
[inch / mm]



length
[feet/
meter]

Resumen de Tecnologías de Maquinas.

Consideraciones de costos y rendimientos.

	Costos de inversion	Costos operacionales	Area del sitio de trabajo	Rendimiento
AVN AVND	\$\$\$	\$\$\$	100 %	5
Auger Boring	\$\$	\$	50 %	3
EPB	\$\$\$	\$\$	85 %	3
MH / MHSM	\$	\$	60 %	2
TBM	\$\$\$	\$\$	85 %	3

CONTACT

@ HERRENKNECHT AG

DANIEL EHRET

› Gerente de Proyectos

 +49 1755408417

 ehret.daniel@herrenknecht.de

JUAN CARLOS MORENO

› Agente Comercial

 +57 3163672000

 morenoj@herrenknecht.de

WWW.HERRENKNECHT.COM