

2^{das} Jornada sobre Tuneleria y Espacios Subterráneo

“Nuevos Proyectos y Avances Tecnológicos”

6– 7 de septiembre 2012

**TECNOLOGIAS AUTOPERFORANTES Y SU APLICACION
EN LA CONSTRUCCION DE TUNELES**

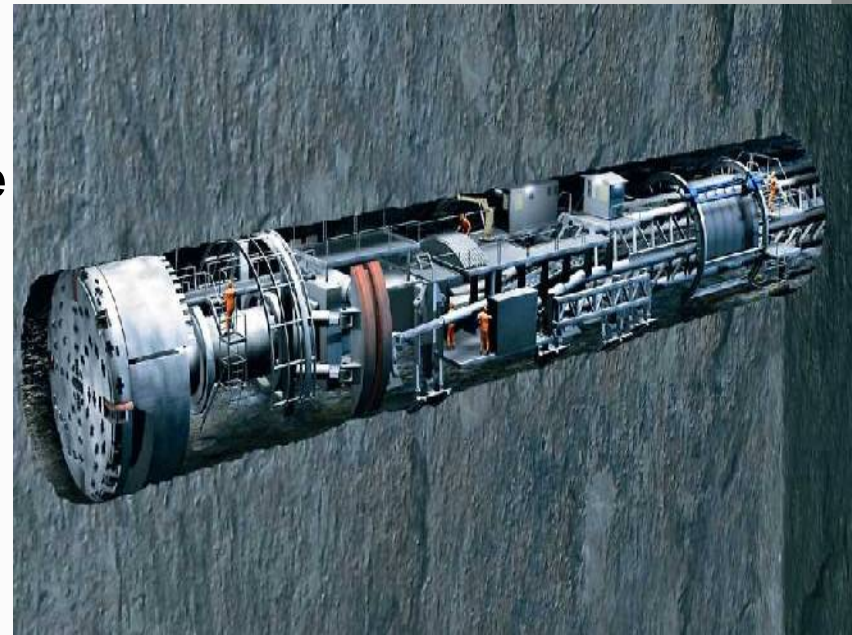
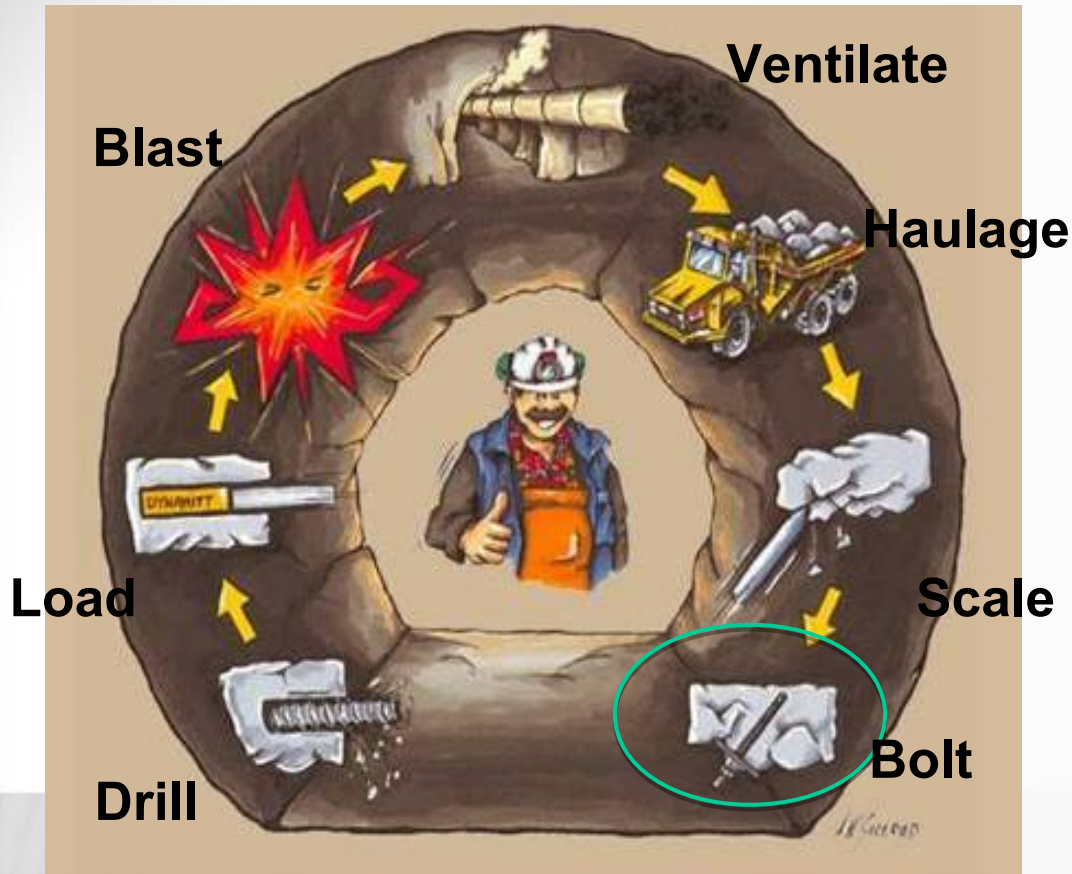
**JULIO LOPEZ C
GERENTE TECNICO REGIONAL
DSI SUDAMERICA**

BUENOS AIRES, 6-7 SEPTIEMBRE 2012

CONTEXTO

EL DESAFIO DE LAS EXCAVACIONES SUBTERRANEAS

SEGURIDAD - PRODUCTIVIDAD – MENOR COSTO EFECTIVO



- VELOCIDAD DE EXCAVACION
- PROCESOS CONTINUO

CONTEXTO

NECESIDAD DE UN CAMBIO TECNOLÓGICO

ERA DEL CONOCIMIENTO

CREATIVIDAD E INNOVACION

Cambio

CAMBIOS TECNOLÓGICOS

Cambios sociales

Cambios en los negocios

Cambios políticos

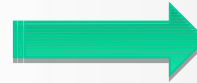
Tiempo



ES TIEMPO DE INNOVAR EN SISTEMAS DE FORTIFICACION

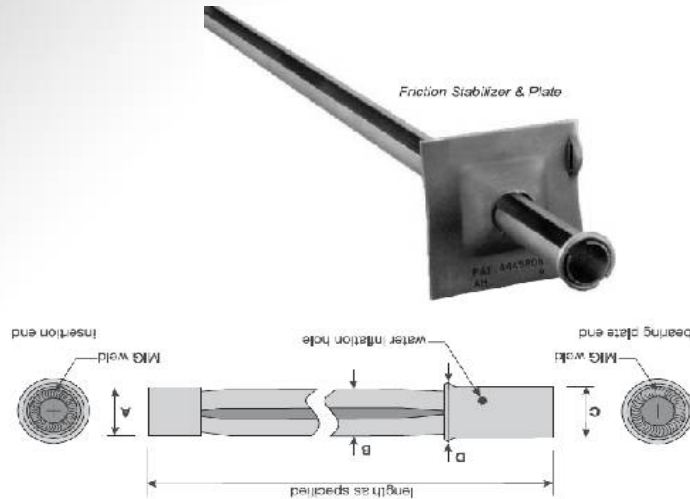
PROCESO DE FORTIFICACION....Creatividad e Innovacion

TECNOLOGIA CLASICA FORTIFICACION

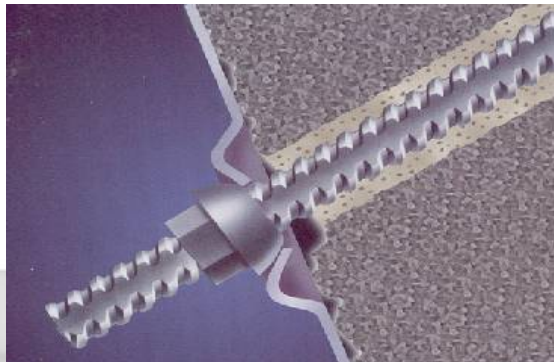
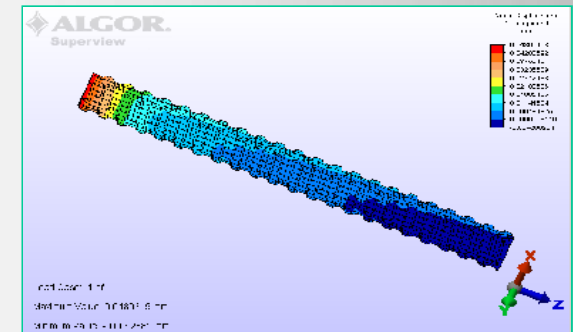
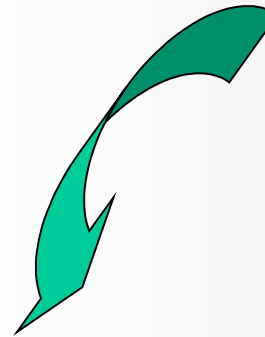


CARACTERISTICAS

- ALTA EXPOSICION DEL RRHH
- MINIMA MECANIZACION
- INTENSIVA EN MANO DE OBRA y EQUIPOS SECUNDARIOS



CAMBIOTECNOLOGICO



TECNOLOGIAS INTELIGENTES

PROCESO DE FORTIFICACION: *Factores que impulsan el Cambio Tecnológico* **SEGURIDAD**

MECANIZACION Y AUTOMATIZACION

ALTA EXPOSICION DEL RRHH



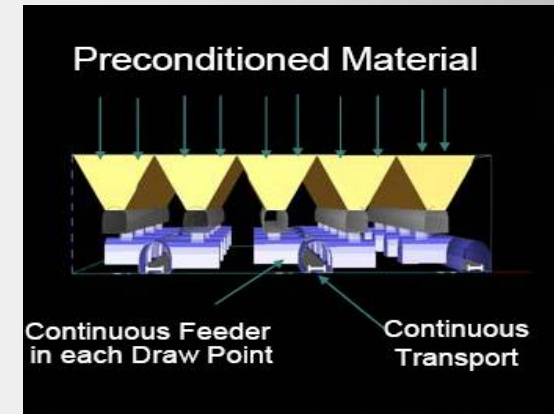
MINERIA Y OBRAS CIVILES PROFUNDA

MINERIA

- MAYOR PROFUNDIDAD EN MINAS SUBTERRÁNEAS
- EVOLUCION MINERIA SUPERFICIE A MINERIA SUBTERRANEA

OBRAS CIVILES

- REDES VIALES SUBTERRANEAS
- INFRAESTRUCTURAS DE SERVICIOS

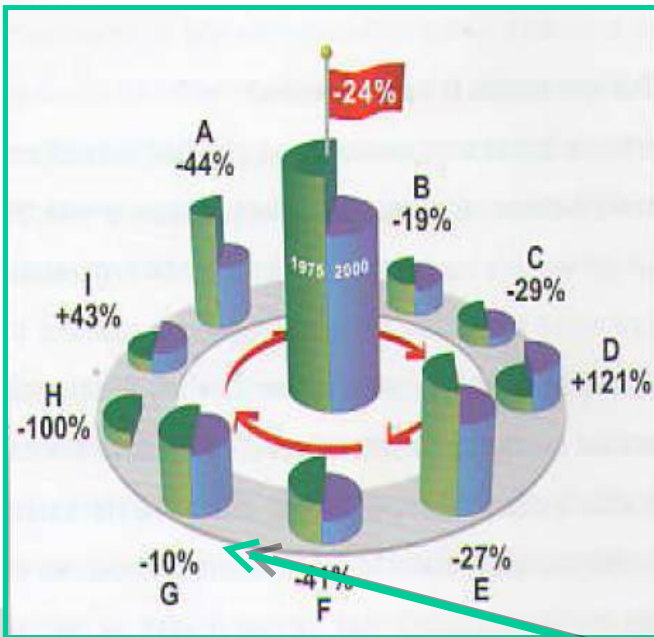


PROCESO DE FORTIFICACION: Factores que impulsan el Cambio Tecnológico

PRODUCTIVIDAD

CICLOS MAS CORTO Y EFICIENTES DE FORTIFICACION

REDUCCION DEL CICLO DE
EXCAVACION EN 25 AÑOS
1975 - 2000



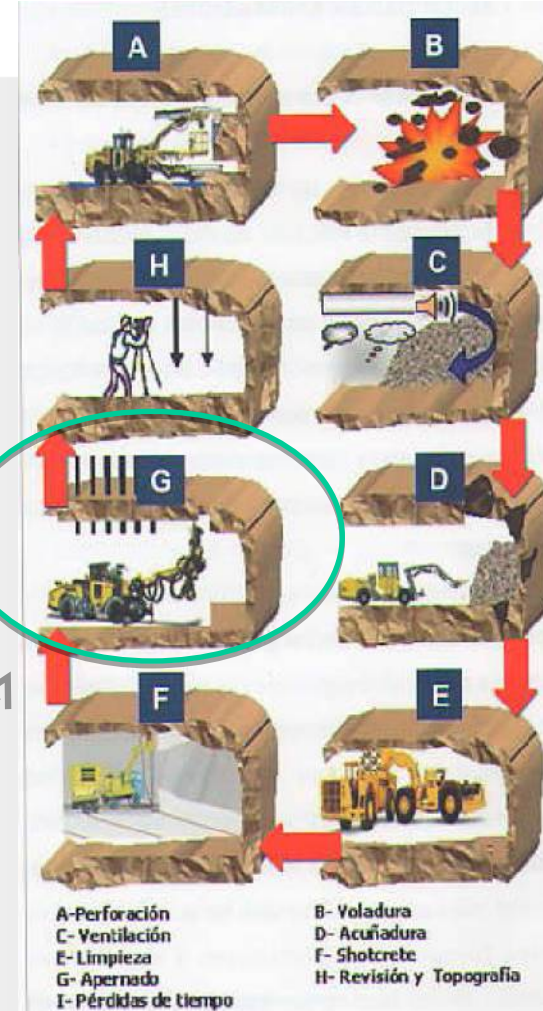
MENOR CICLO INSTALACION

- MECANIZACION
- AGENTE FRAGUADO RAPIDO
- REDUCIR PASO INSTALACION
- CICLOS CORTO ENTRE PERNO Y PERNO

REDUCIR TIEMPO ACCION

- SISTEMAS DE ACCION INMEDIATA POST INSTALACION
- TIEMPO DE ACCION Y CARGA CONSTANTE

FORTIFICACION

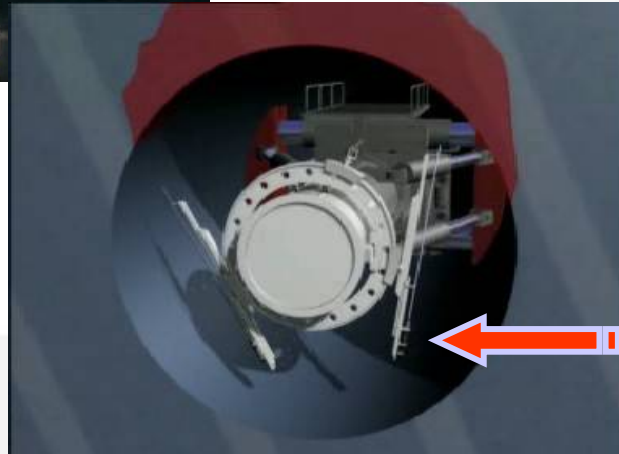


PROCESO DE FORTIFICACION: *Factores que impulsan el Cambio Tecnológico*

COSTO



- REDUCIR COSTO INSTALACION
- REDUCIR TIEMPO NO DISPONIBLE EQUIPOS
- MENOR COSTO DE MANO DE OBRA
- UTILIZACION EQUIPOS ESTANDAR
- REDUCIR EQUIPO AUXILIARES



**Bolting feed mounted on
standard TBM-booms**



CAMBIO TECNOLÓGICO NUEVA PROPUESTA INNOVADORA

TECNOLOGIA INTELIGENTES



TECNOLOGIAS AUTOPERFORANTE (Self drilling)

CARACTERISTICA RELEVANTE.....

- INSTALACION SIMULTANEA
- USO DE EQUIPO DE CONVENCIONAL DE PERFORACION

BENEFICIOS: RENTABILIDAD

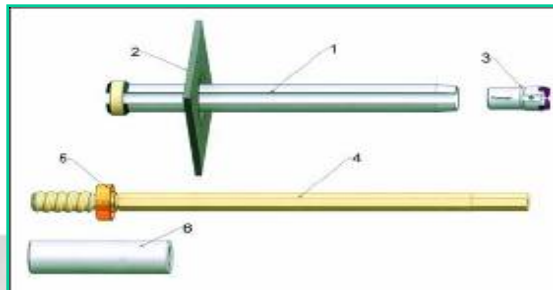
**SEGURIDAD
PRODUCTIVIDAD
COSTO**

: MINIMO TIEMPO PARA GENERAR ENTORNOS MAS SEGUROS

: REDUCCION CICLO INSTALACION

: REDUCCION DE COSTO TOTAL

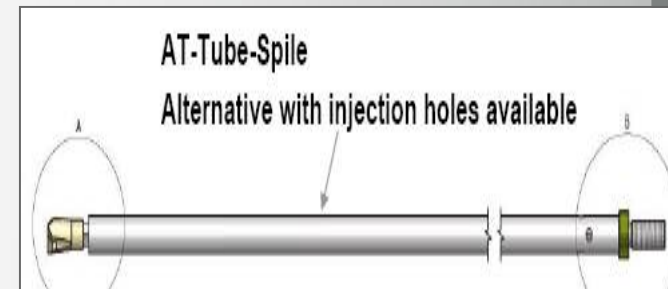
Self Drilling FRICTION BOLT



Self Drilling ROCK BOLT



Self Drilling AT CASING



PRODUCTOS PARA EL REFUERZO Y FOREPOLING



**Short forpoling System
AT-Self Drilling-Tube Spile**



**Selfdrilling friction bolt
AT-Power set**

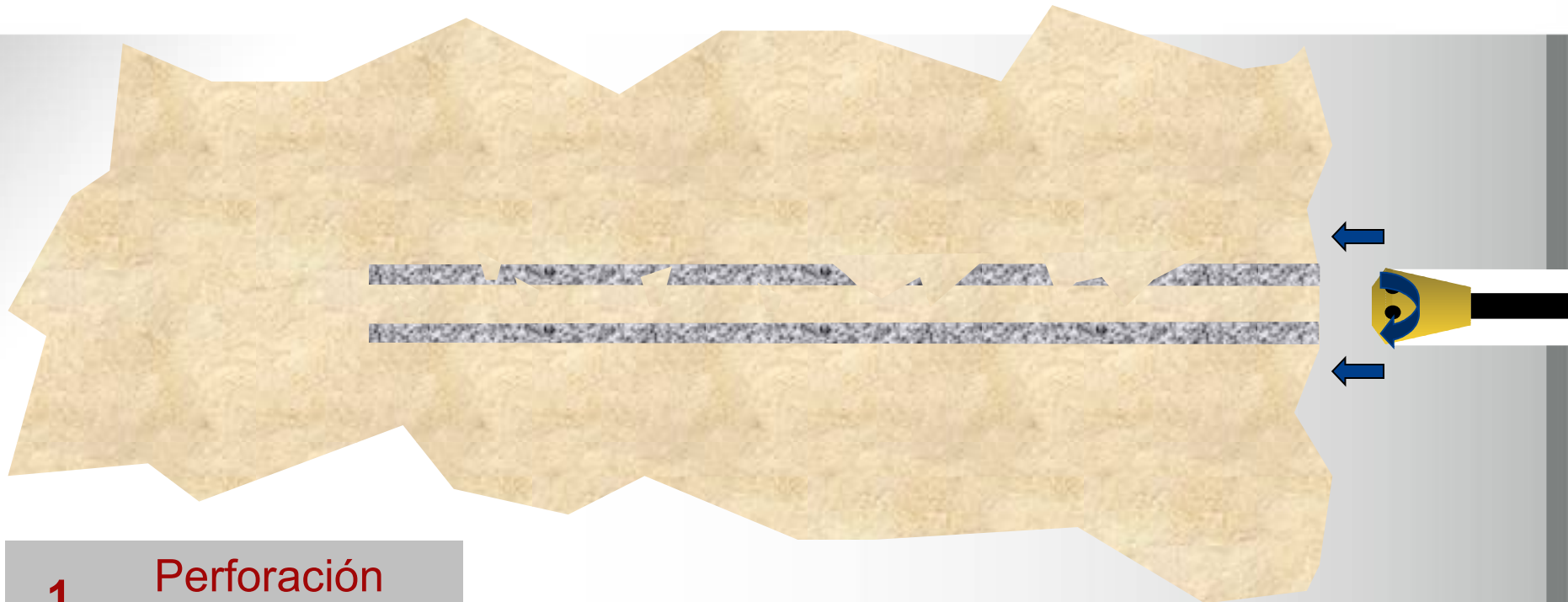


**Long forpoling System
AT-Casing Systems**



**Self-drilling injection bolts
IBO / IBI bolts**

INSTALACIÓN SISTEMA CONVENCIONAL



1 Perforación
Borehole drilling

2 Limpieza de la
perforación
Borehole cleaning

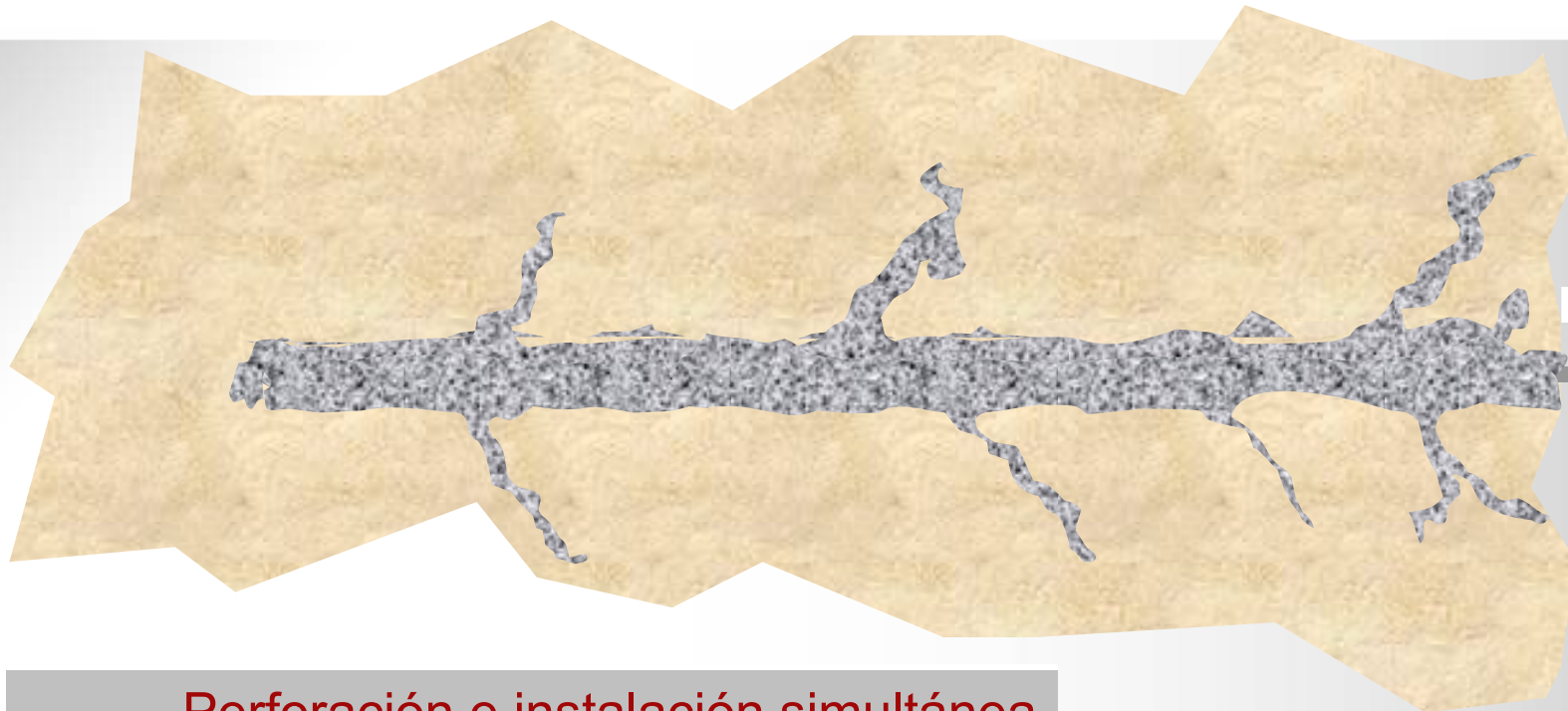
3 Reperforación
Redrilling

4 Insertar el anclaje
Anchor insertion

5 Inyección
Injection

6 Tensado
Tensioning

INSTALACIÓN SISTEMA AUTOPERFORANTE

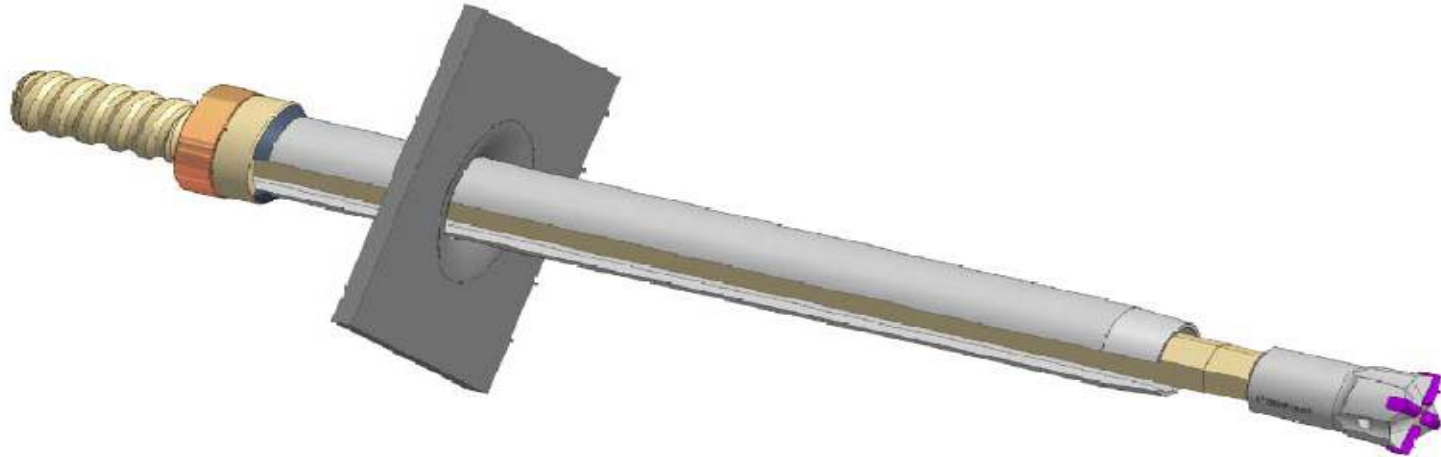


1 Perforación e instalación simultánea
Simultaneous drilling and installation

2 Inyección
Injection



PERNO DE FRICCION AUTOPERFORANTE POWER SET

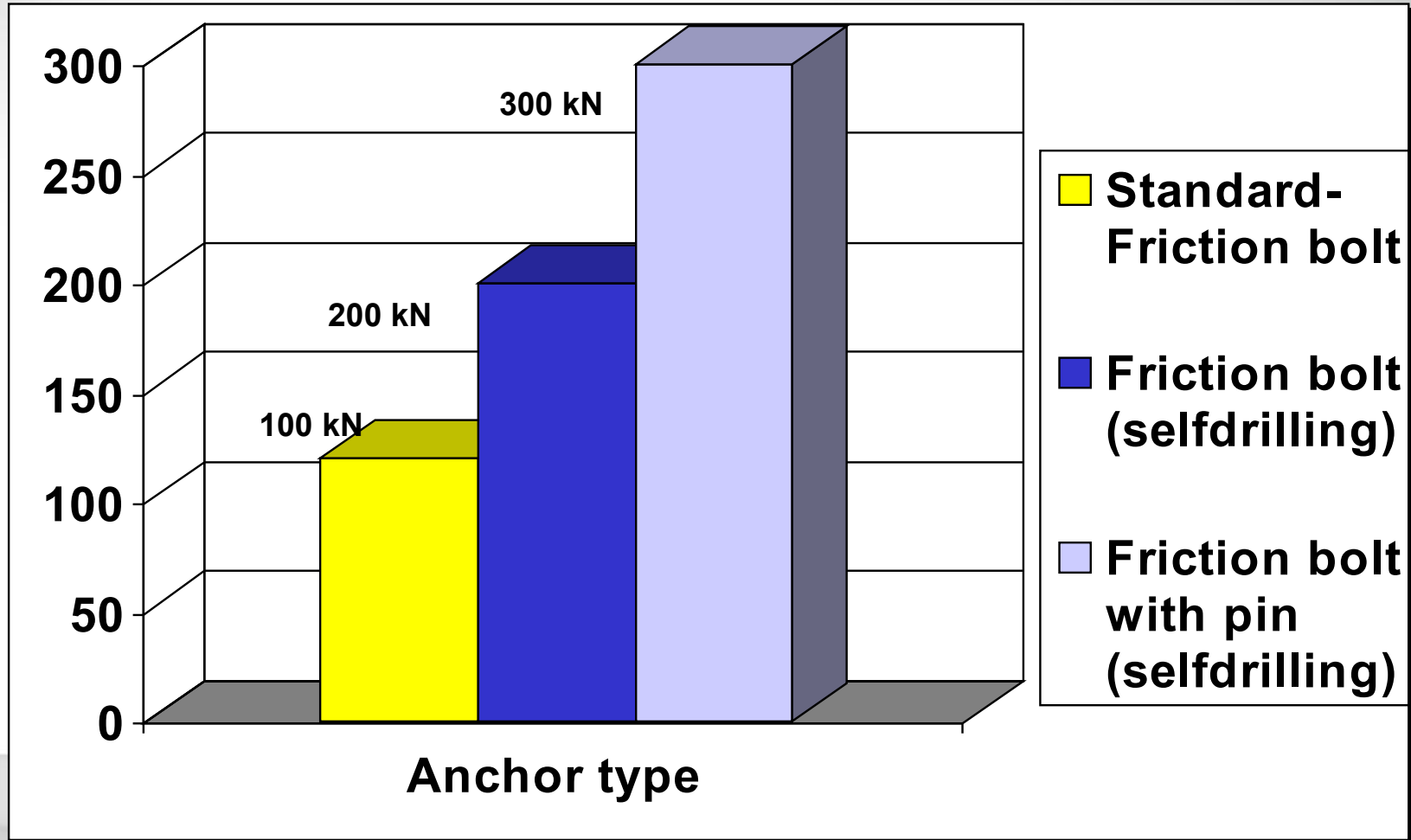


SISTEMA DE ANCLAJE POR FRICCION DE ALTA PERFORMANCE

SELF DRILLING FRICTION BOLT

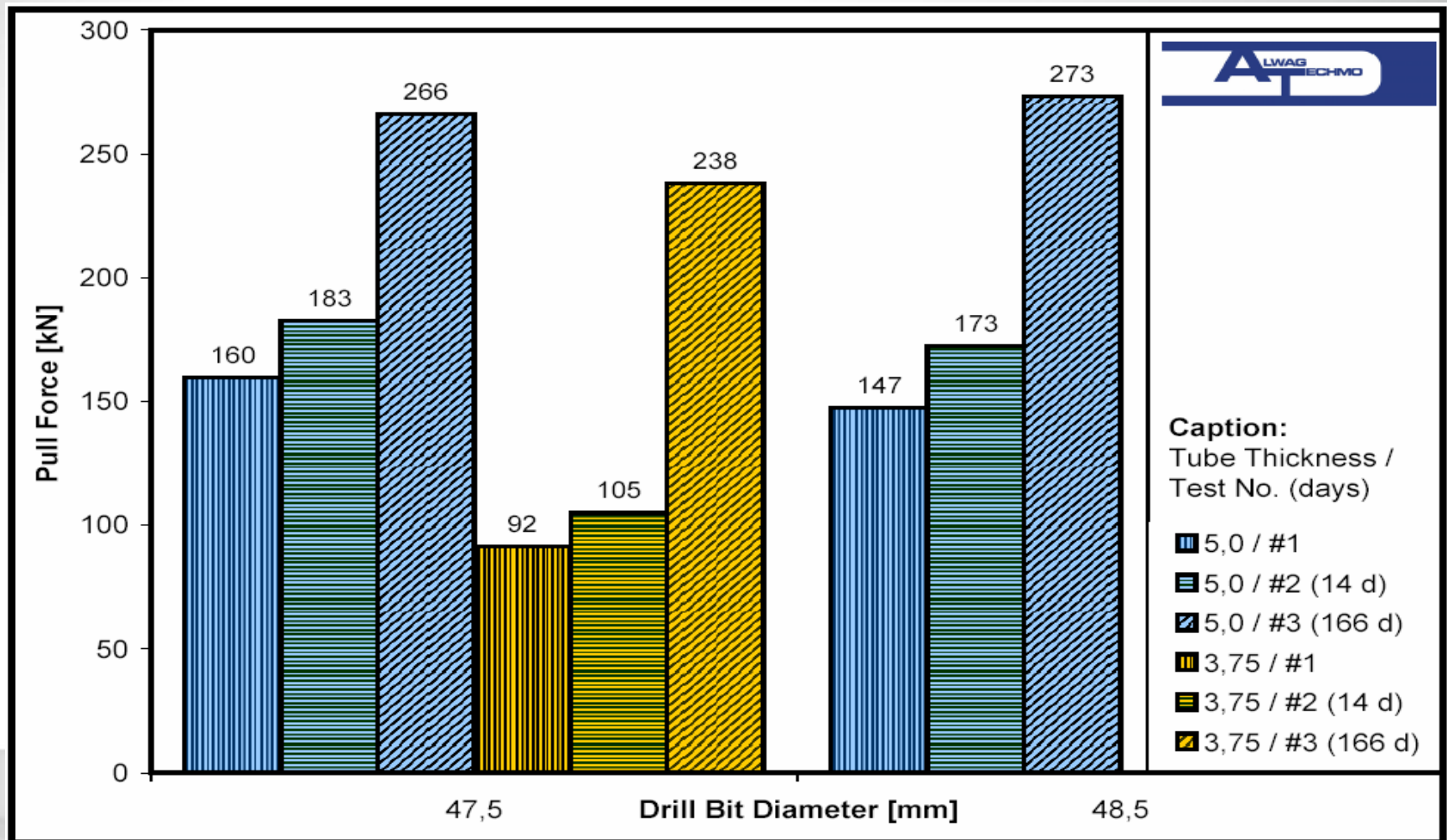
SELF DRILLING FRICTION BOLT - PERFORMANCE

CAPACIDAD DE TRANSFERENCIA DE CARGA



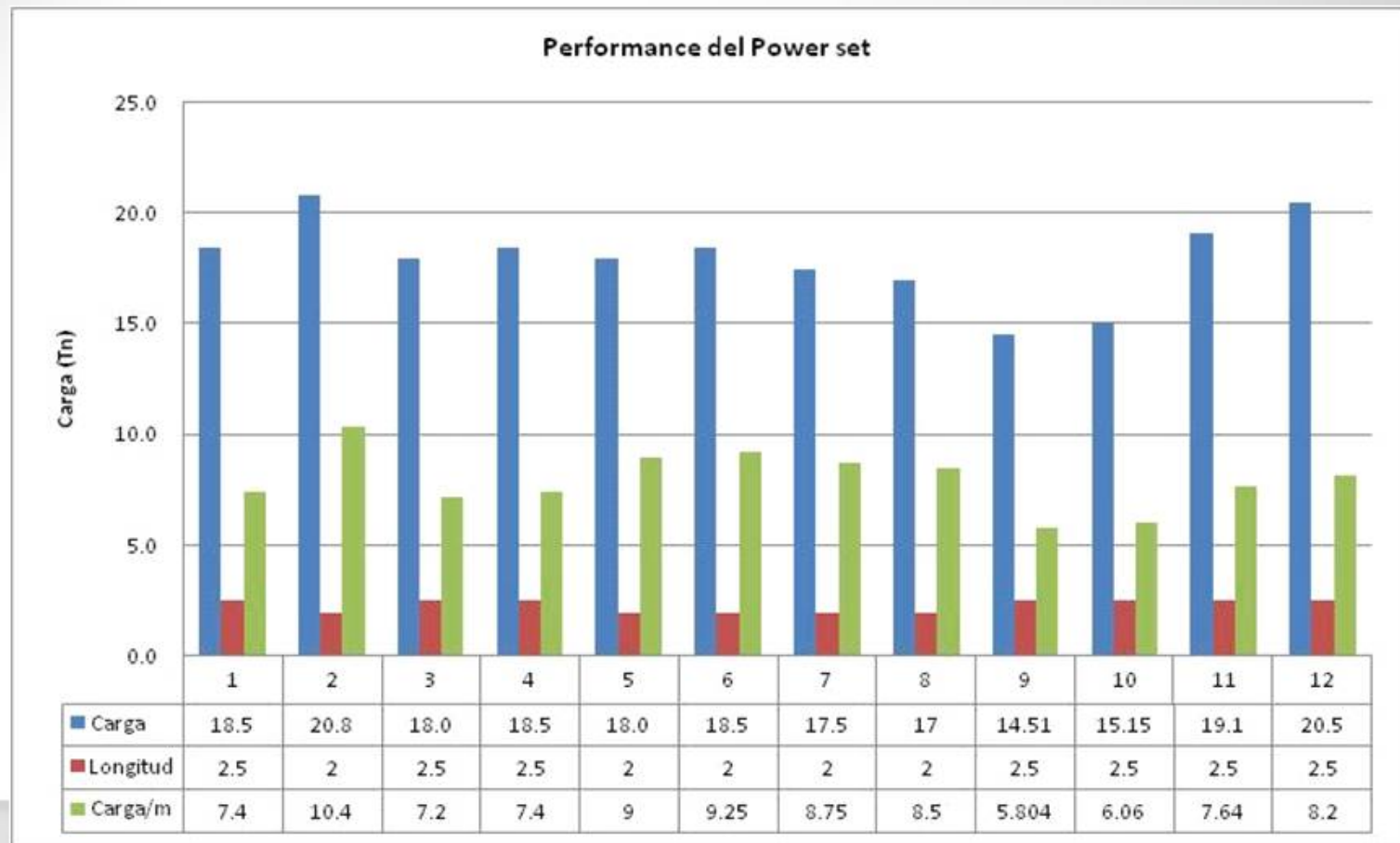
SELF DRILLING FRICTION BOLT - PERFORMANCE

VARIACION CARGA V/S TIEMPO INSTALACION



SELF DRILLING FRICTION BOLT – TEST DE CAMPO

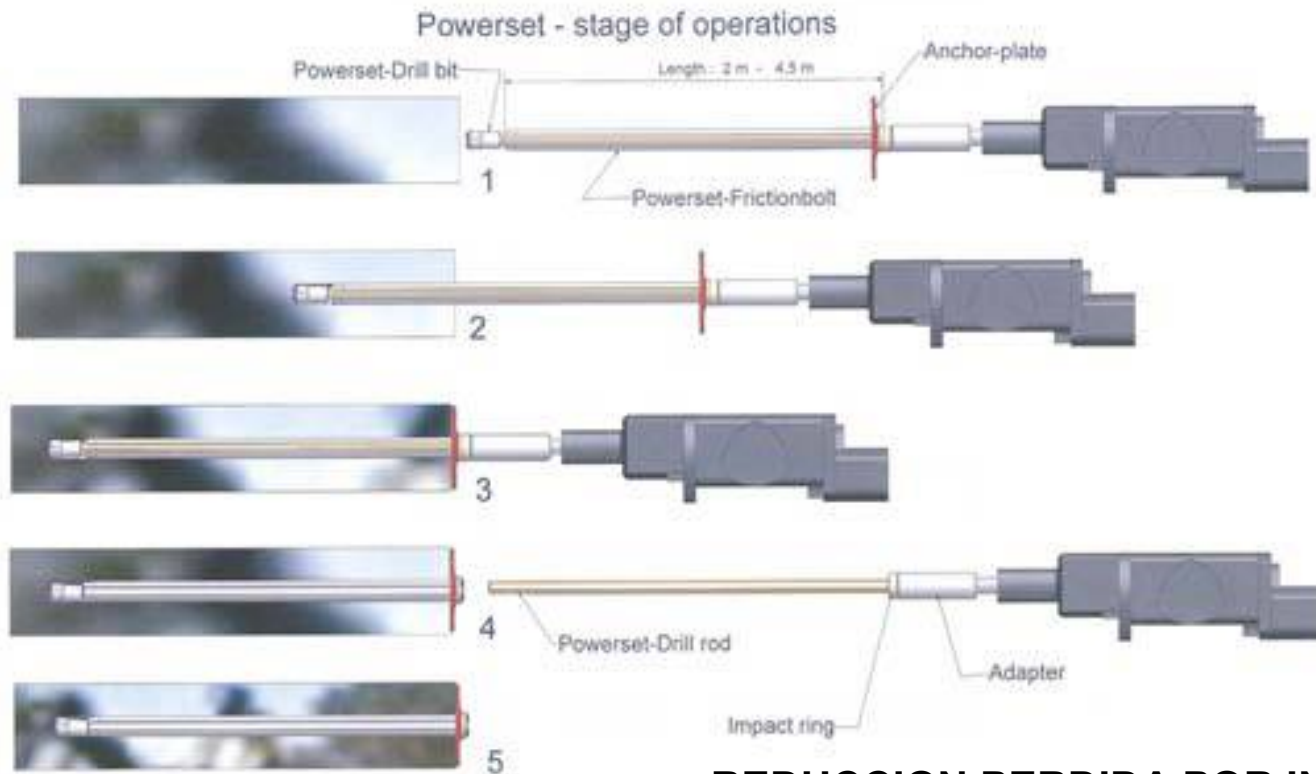
TEST DIVERSAS MINA - PERU



SELF DRILLING FRICTION BOLT - INSTALACION

UN PASO : SIMULTANEIDAD PERFORACION – INSTALACION

EQUIPO ESTANDAR: EQUIPO PERFORACION CONVENCIONAL



- REDUCCION PERDIDA POR INSTALACION
- REDUCCION TIEMPO INSTALACION

• **AT- POWER SET** (SELF-DRILLING FRICTION BOLT)

• ADVANTAGES OVER OTHER BOLT-SYSTEMS

• SPLIT SET

- Drilling of the hole
- Insert bolt

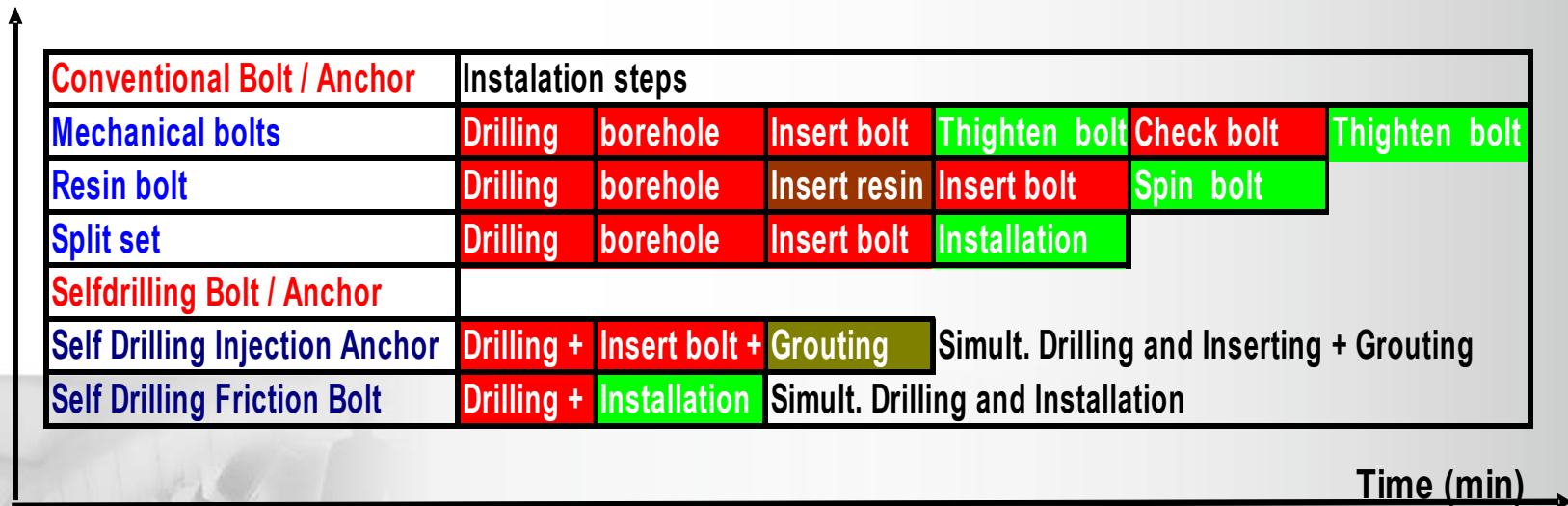
• GROUT BOLTS

- Drilling of the hole
- Insert resin/cement
- Insert bolt
- Spin

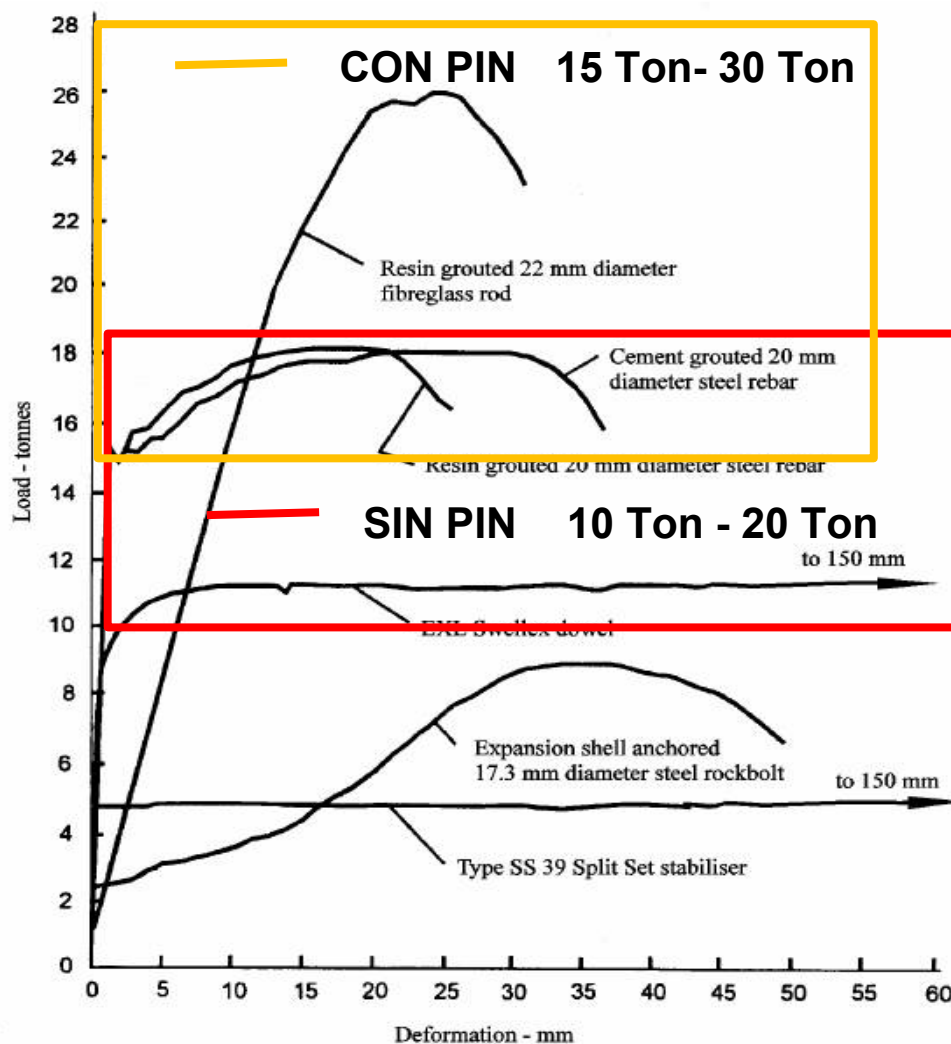
• MECHANICAL BOLTS

- Drilling of the hole
- Insert bolt
- Tighten bolt
- Check torque
- Retorque if required

Installation steps of Bolt / Anchors



SELF DRILLING FRICTION BOLT.....UNA SOLUCION COMPETITIVA



RECURSOS	BARRA HELICOIDAL	SWELLEX	SELF DRILLING FRICTION BOLT
1.- EQUIPO			
JUMBO	X	X	X
PLATAFORMA	X	X	
EQUIPO GROUT	X		
BOMBA INYECCION		X	
2.- MANO OBRA			
O. JUMBO	X	X	X
O. PLATAFORMA	X	X	
O. EQ GROUT	X		
O. BbA Inyeccion		X	
CUADR. OPERARIOS	X	X	
MANT EQ SECUNDARIO	X	X	
3.- MATERIALES			
ACERO PERFORACION	X	X	X
CEMENTO	X		
ADITIVOS	X		
REPUESTO EQ SECUND	X	X	
RED AGUA		X	

PERNO IBO AUTOPERFORANTE



SISTEMA DE ANCLAJE DE ALTA PERFORMANCE

IBO SELF DRILLING

PERNO IBO AUTOPERFORANTE

COMPONENTES AUTOPERFORANTE

- IBO - planchuela
- IBO - tuerca
- IBO - perno con hilo exterior
- IBO - copla con hilo interior
- IBO - bit de perforación

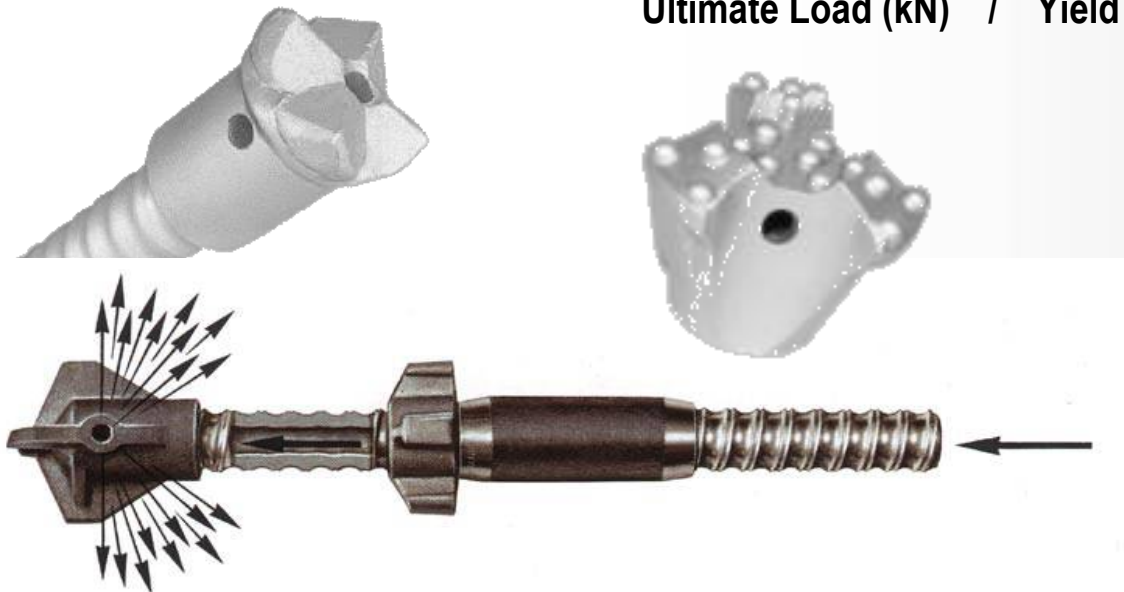


PERNO IBO AUTOPERFORANTE

DIAMETROS DE PERNOS AUTOPERFORANTE

R25	R32		R38	R51		T76	
R25N	R32N	R32S	R38N	R51L	R51N	T76N	T76S
200 / 150	280 / 230	360 / 280	500 / 400	550 / 450	800 / 630	1600 / 1200	1900 / 1500

Ultimate Load (kN) / Yield Load (kN)



PERNO IBO AUTOPERFORANTE

METODO DE INSTALACION

SISTEMA ESTANDAR DE PERFORACION: ROTO – PERCUSION

TIPO DE FLUJO:

FLUJO DE AGUA EN ARENAS DENSA, GRAVAS, FORMACIONES ROCOSA



MEJOR TRANSPORTE DE DETRITUS
MEJOR ENFRIAMIENTO DEL BIT

FLUJO DE AIRE.....EN TERRENOS BLANDOS, YESOS, ARCILLAS O SIMILAR



DONDE SE REQUIERE EVITAR PERDIDA IMPORTANTE DE AGUA

PERFORACIÓN Y GROUTING SIMULTANEO EN TODOS LOS TERRENO NO CONSOLIDADOS

SE ESTABILIZA LAS PAREDES DE LA PERFORACIÓN DURANTE LA INSTALACIÓN CUBRIÉNDOLA CON EL GROUT



CONSOLIDACIÓN DEL AREA CIRCUNDANTE DE LA PERFORACIÓN POR PENETRACIÓN DEL GROUT, MEJORANDO LA FRICCIÓN EXTERNA

LA INSTALACIÓN SE REALIZA EN UNA SOLA OPERACIÓN (SIMULTANEA), POR LO TANTO SE GENERA UN AHORRO DE TIEMPO EN EL CICLO DE OPERACION

PERNO IBO AUTOPERFORANTE

PERFORACION E INYECCION SIMULTANEA

- ESTABILIZACION TALUDES

- PERFORACIÓN E INSTALACIÓN SIMULTANEA UNA INYECCIÓN DE GROUT CON RAZÓN AGUA/CEMENTO 0,7

VENTAJAS:

- ESTABILIZACIÓN DE LA PARED DE LA PERFORACIÓN
- CONSOLIDACIÓN EN SUELO /ROCA FRACTURADA
- UN PROCESO “PERFORACIÓN – INSTALACIÓN”, AHORRO DE TIEMPO

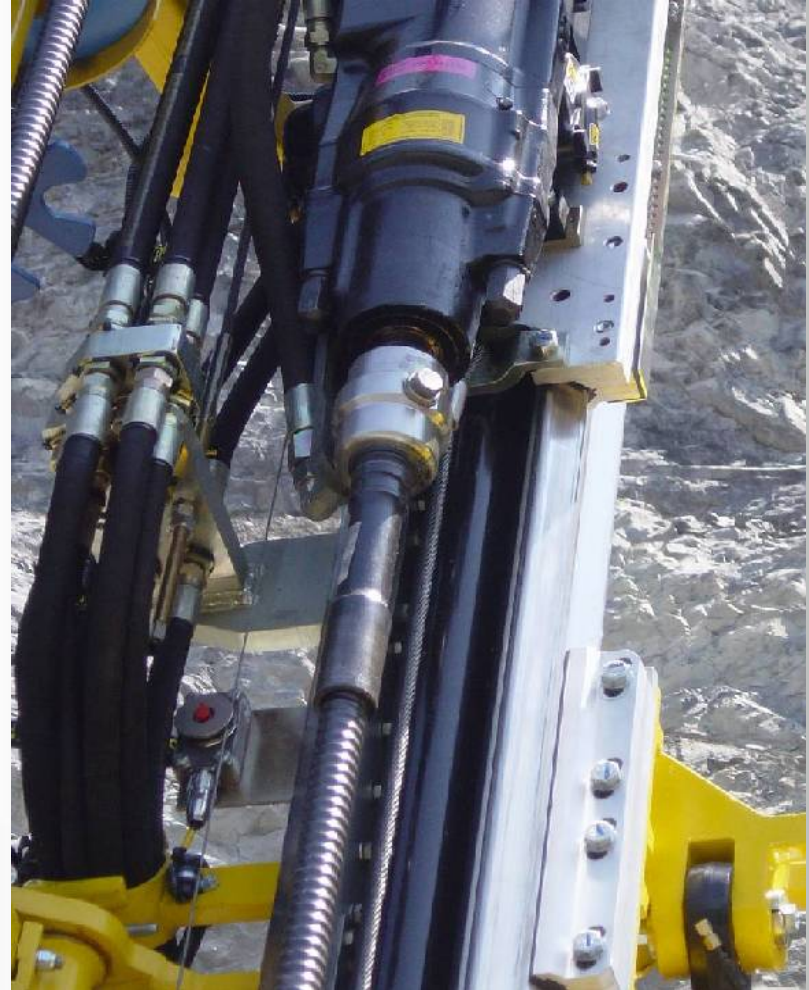
- TUNEL

INSTALACION EN DOS FASES:

- a) SISTEMA PERFORACION Y BARRIDO CON DISEÑO PARA PERFORACIONES PROFUNDAS
- b) CON ROTACION CONTINUA SE REALIZA LA INYECCION DE GROUT CON RAZON AGUA/CEMENTO 0,4 A 0,5

VENTAJAS:

- MEZCLA INSITU – 100% EMBEBIDO EL AUTOPERFORANTE
- REDUCE CONSUMO DE GROUT



PERNO IBO AUTOPERFORANTE

- ALTA RAZON DE INSTALACION PORQUE **NO SE REQUIERE UNA PERFORACION PRIMARIA Y POSTERIOR INSTALACION DEL PERNO.**

Installation in fractured rock formations

Conventional Anchors Syst. 

IBO Self Drilling Anchor Syst. 

For unconsolidated soils

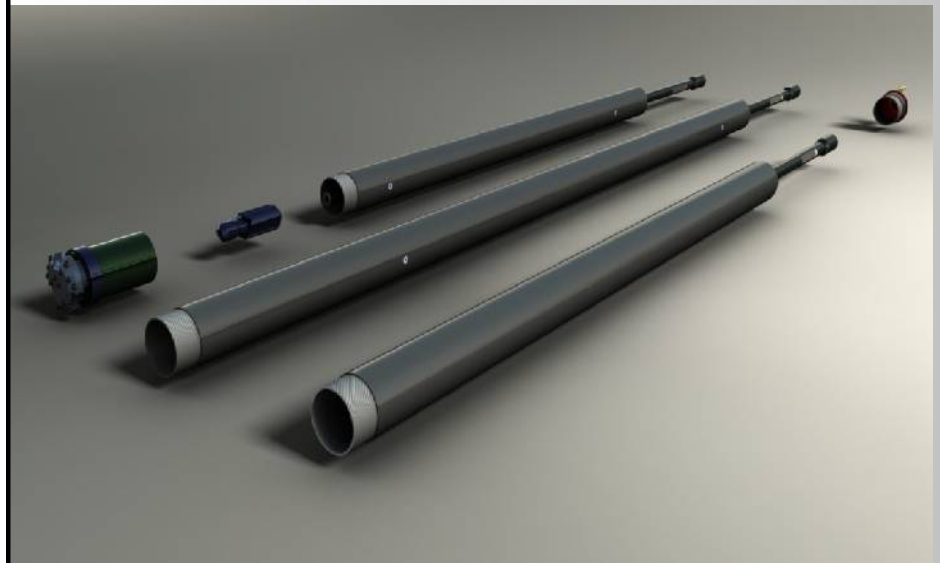
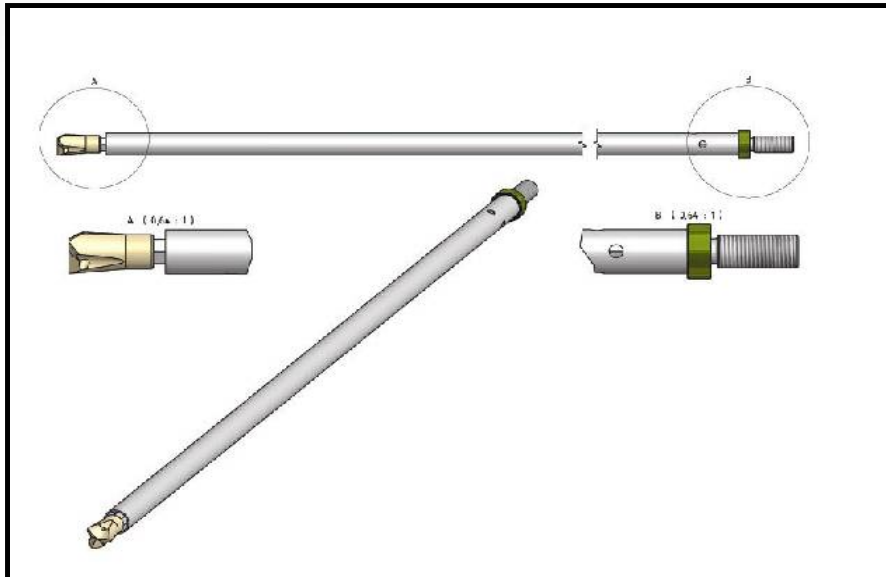
Conventional Anchors Syst. 

IBO Self Drilling Anchor Syst.  Simult. Drilling and Grouting

Time (min) →

TECNOLOGIAS SPILE/FOREPOLING

AT- SELF DRILLING TUBE SPILE AT – PIPE UMBRELLA SYSTEM



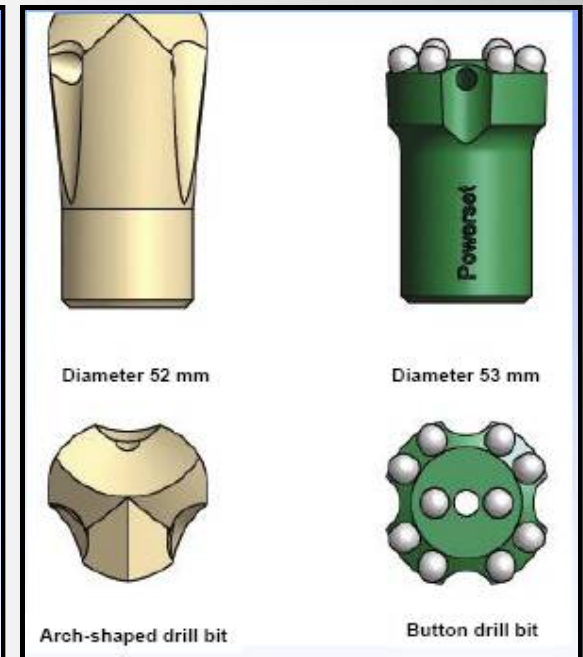
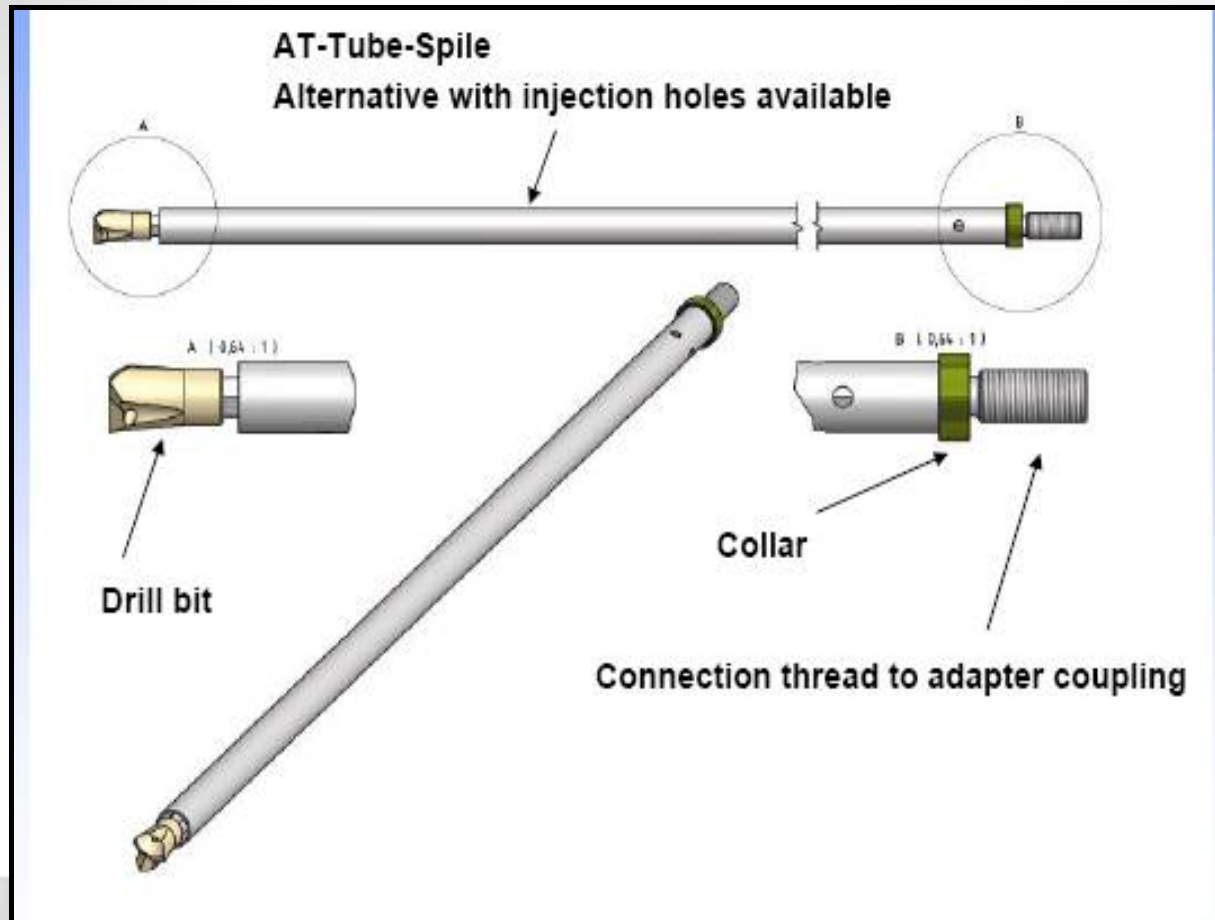
AT-TUBE-SPILE

AT – PIPE UMBRELLA SYSTEM

- **SPILING CONVENCIONAL**



- **AT- TUBE-SPILE (SELF DRILLING) –**



- **AT-TUBE-SPILE (SELF DRILLING) PARA DRENAJE**



• AT- TUBE-SPILE (SELF DRILLING)

• AT- Tube-Spile (self drilling)

• Advantages over other spiling methods

• AT-Tube-Spile installation

- Drilling + inserting of the Spile
- Injection

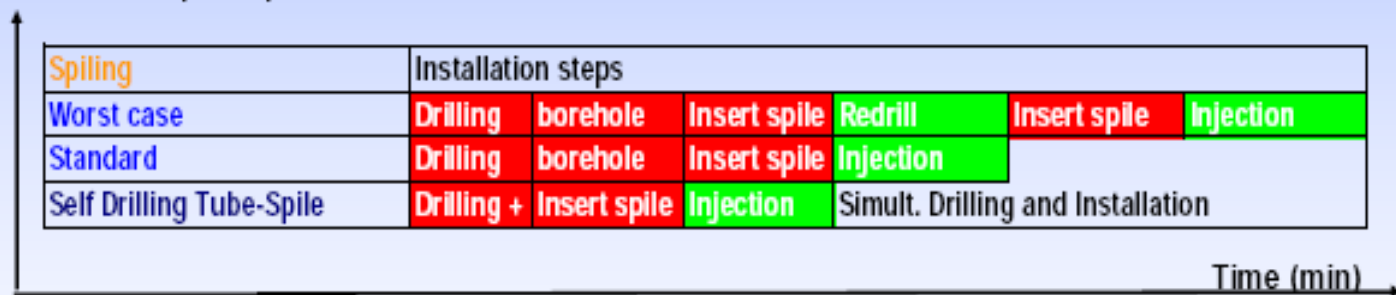
• Standard Installation

- Drilling of the hole
- Inserting the Spile
- Injection

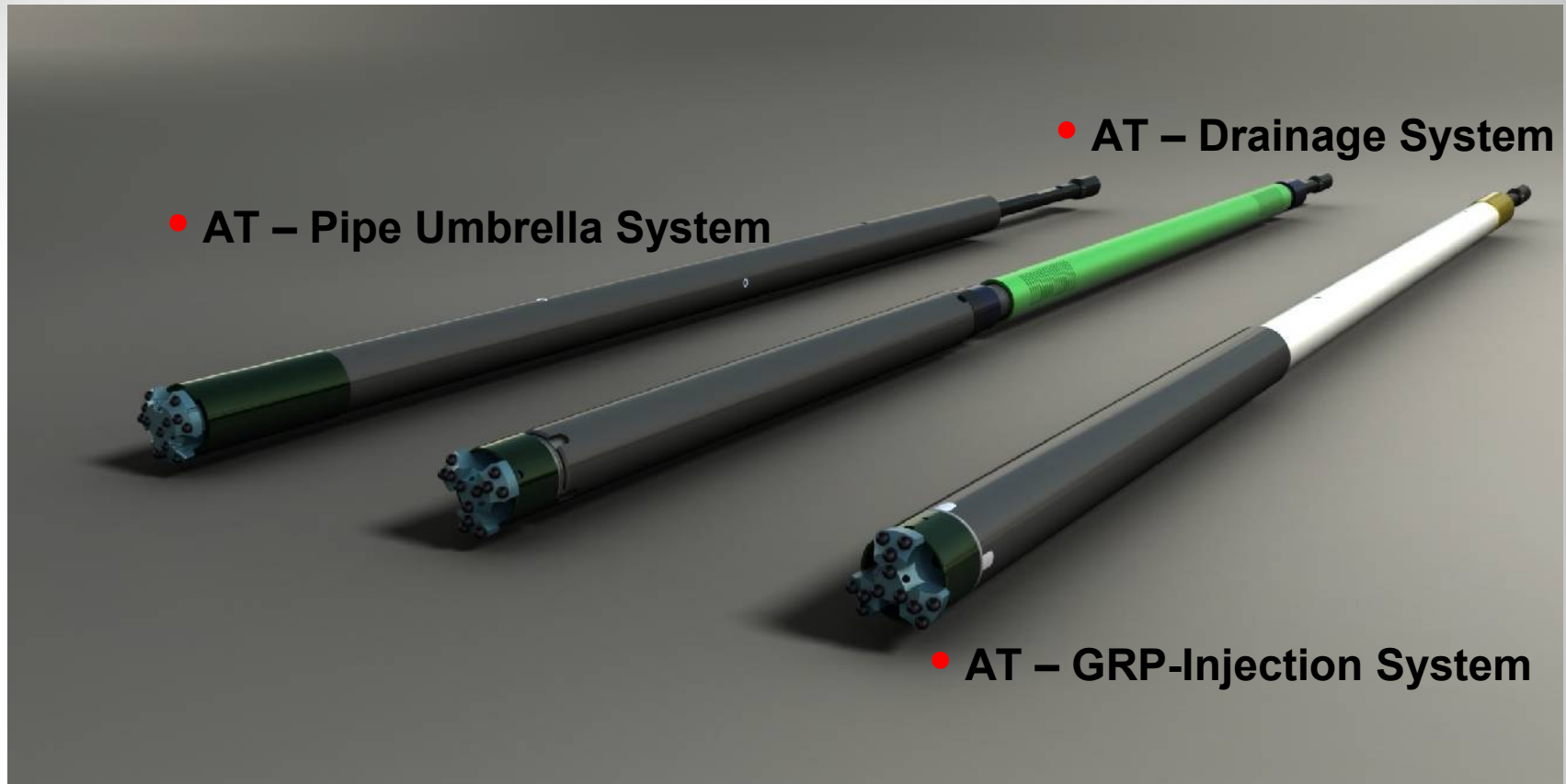
• Worst installation

- Drilling of the hole
- Insert Spile
- Redrill the hole
- Insert Spile again
- Injection

Installation steps of Spiles

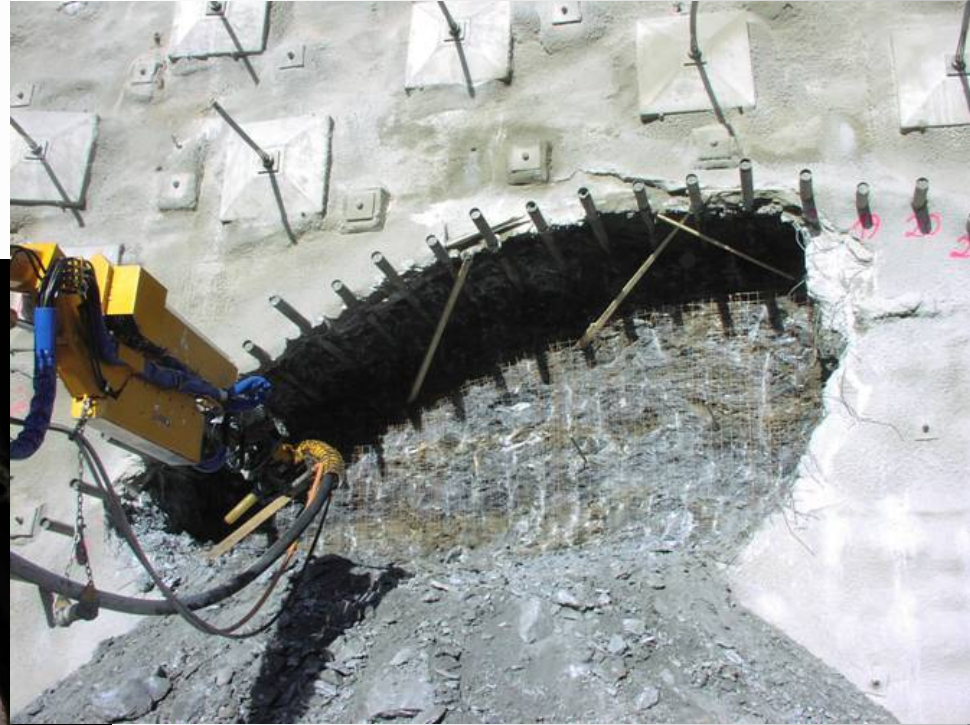


AT – CASING SYSTEM – 3 TYPES



AT – PIPE UMBRELLA SYSTEM

**SISTEMA DE PRE-REFUERZO PARA
ROCAS BLANDAS Y TERRENOS QUE
PRESENTAN CAMBIOS FRECUENTES**



VENTAJAS :

**MEJORAMIENTO MECANICO DE LA
MASA ROCOSA**

AT – DRAINAGE SYSTEM

SISTEMA DE DRENAJE PASIVO O COMO PARTE DE UNA RED DE EVACUACIÓN CON BOMBA DE DRENAJE

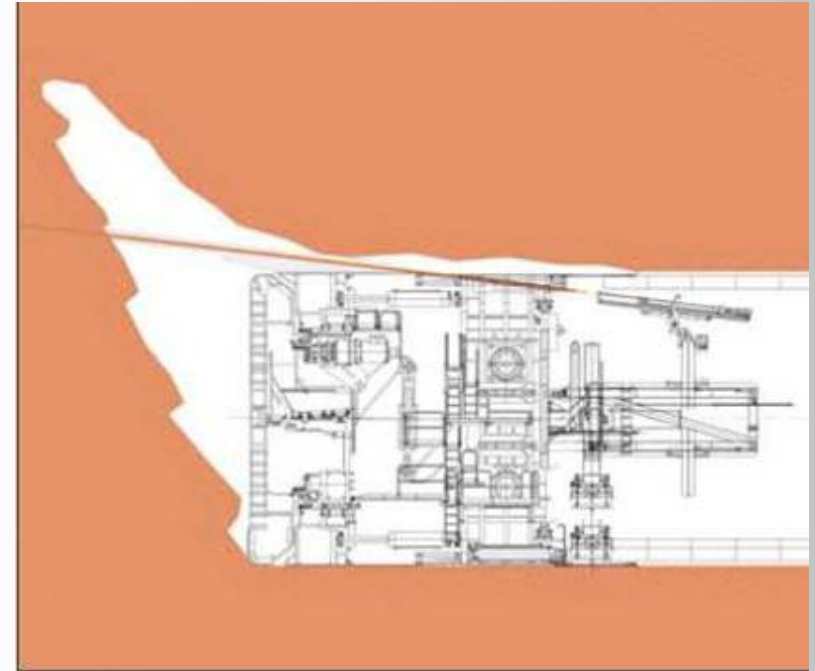


SOLUCION DE DRENAJE QUE SE APLICA PARALELA A OTRAS ALTERNATIVAS COMO TRABAJOS DE SUPERFICIE E INYECCION



AT – GRP-INJECTION SYSTEM

**SISTEMA PARA EL MEJORAMIENTO DEL
TERRENO DELANTE DE LA TBM**



**SISTEMA PARA GENERAR PANTALLA
DE IMPERMEABILIZACION DELANTE
DE LAS TBM**

QUE ES UN SISTEMA UMBRELLA?

- **CLASIFICACION**
 - PRE-SOPORTE
 - METODO PARAGUA
- **TUBERIA INSTALADA A PRIORI A LA EXCAVACION**
 - DIAMETRO EXTERIOR 70-200MM
 - ESPESOR PARED 5-15MM
- **AREA APLICACION**
 - TERRENOS BLANDO O DE BAJA COMPETENCIA
- **FUNCIONES**
 - SOPORTE DEL AREA EXCAVADA
 - SOPORTE DEL FRENTE EXCAVADO
 - REDUCE SOBREEEXCAVACION
 - REDUCE DEFORMACION



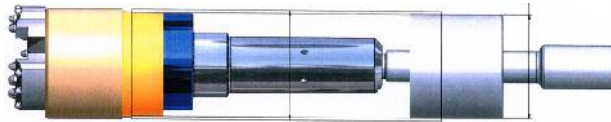
SISTEMA PARAGUA – PARTES COMPONENTES



- UNIDAD INICIO CON BIT PERFORACION
- ADAPTADOR
- ACERO PERFORACION
- TUBO EXTENSION CON PERFORACION Y VALVULAS
- TAPON PARA GROUT

• AT – 114 UMBRELLA SYSTEMS

- AT – Starter tube, one side welded impact shoe, other side inside thread



Drill bit, round HM-button bit,
Adaptor with flushing control valve, Hex – T38 F



- Extension tube 114,3 x 6,3 mm x 3000 mm



- Starter drill rod MF T38 x 3660 mm



- End tube 114,3 x 6,3 mm x 3000 mm



- Extension drill rod MF T38 x 2950 mm

- Grouting plug, with valve + 1" connection



INSTALACION – MARCACION PUNTOS PERFORACION



INSTALACION – DIFERENTES METODO DE INSTALACION



INSTALACION – MANUAL O AUTOMATICA



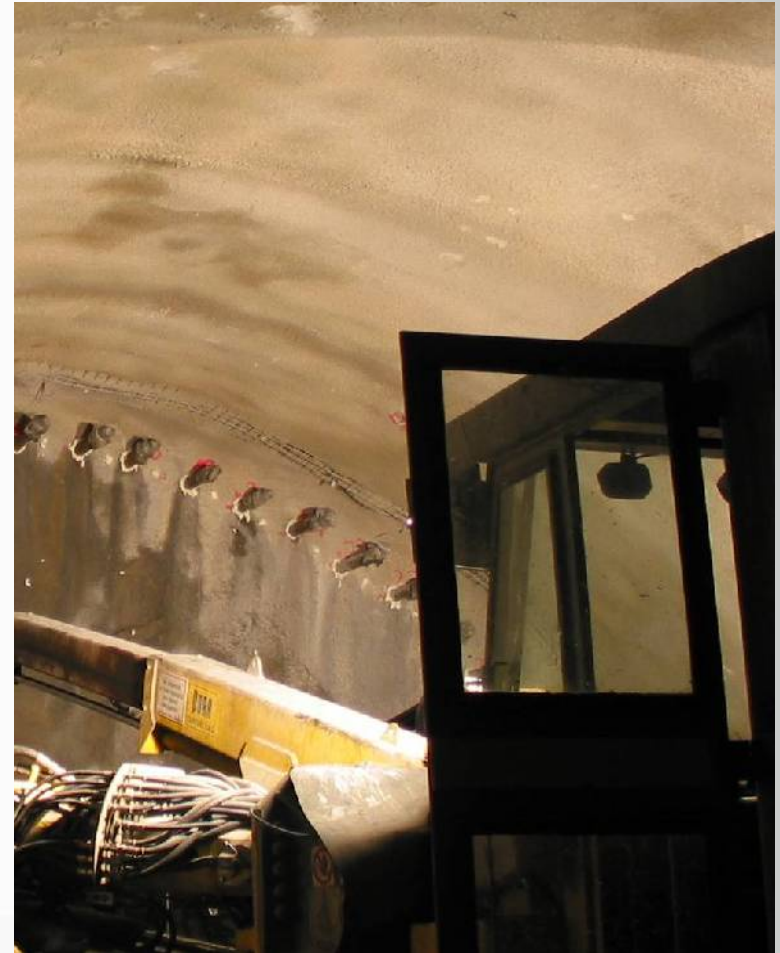
AT Umbrella Automation



INSTALACION – SISTEMA TUBO UMBRELLA FINALIZADOS



INSTALACION – SISTEMA INYECCION



INSTALACION – METODO PRE- V/S CASING

- PERFORACION
 - INSTALACION DE TUBO
 - INYECCION
-
- TUBO DIRECTAMENTE DETRAS DE LA UNIDAD DE PERFORACION
 - INYECCION



INSTALACION – METODO PRE- V/S CASING

- AT- Pipe roof umbrella
- Deviation created by excessive ring room



Out-washing of the small and soft material !!

DTH-drilling method has to flush outside the tube
The bigger ring room creates easy deviation !!

Lower flushing efficiency !!
Slow down of penetration !

PRIMER EFECTO DEL SOPORTE CON UMBRELLA



**EJERCE SOBRE EL AREA ABIERTA
DOS EFECTOS:**

- **ENTREGA ESTABILIZACION SOBRE EL AREA DE TRABAJO ABIERTA**
 - **CONTROLA LA POSIBILIDAD DE UN PROCESO SOBREEXCAVACION**
- => AUMENTA LA SEGURIDAD**
- => REDUCE LOS COSTOS**

VENTAJAS SOPORTE CON SISTEMA UMBRELLA

VENTAJAS

Precisión en la perforación

Alta razón de penetración

Alta velocidad de perforación

Independiente de la calidad del terreno

Aplicación con equipo estándar

Instalación mecanizada

CONCLUSION UNA SOLUCION COMPETITIVA TECNOLOGIAS AUTOOPERFORANTE

VENTAJAS COMPARATIVAS

- Aplicación con equipo estándar de perforación
- Aumenta la Seguridad en el proceso de instalación
- Reduce el tiempo de proceso de fortificación, mejora el ciclo de excavación
- Reduce riesgo de instalación en perforaciones en terrenos inestable
- Trabaja en forma inmediata después de su instalación
 - Mejora la precisión de la perforación
 - Alta capacidad de transferencia de carga
 - Menor costo efectivo de instalación
- Reduce el impacto ambiental, menor movimiento de tierra

Local Presence – Global Competence

A large-scale construction scene for a tunnel. In the foreground, a massive concrete pipe is being installed. In the background, a tunnel boring machine (TBM) is visible, with its cutting head and support structure. The scene is illuminated by bright lights, creating a dramatic effect. The text 'GRACIAS POR SU ATENCION' is overlaid in the center of the image.

GRACIAS POR SU ATENCION