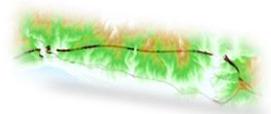
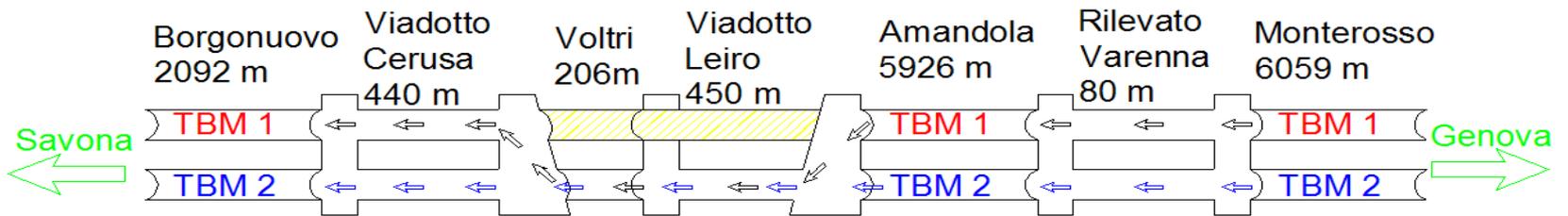
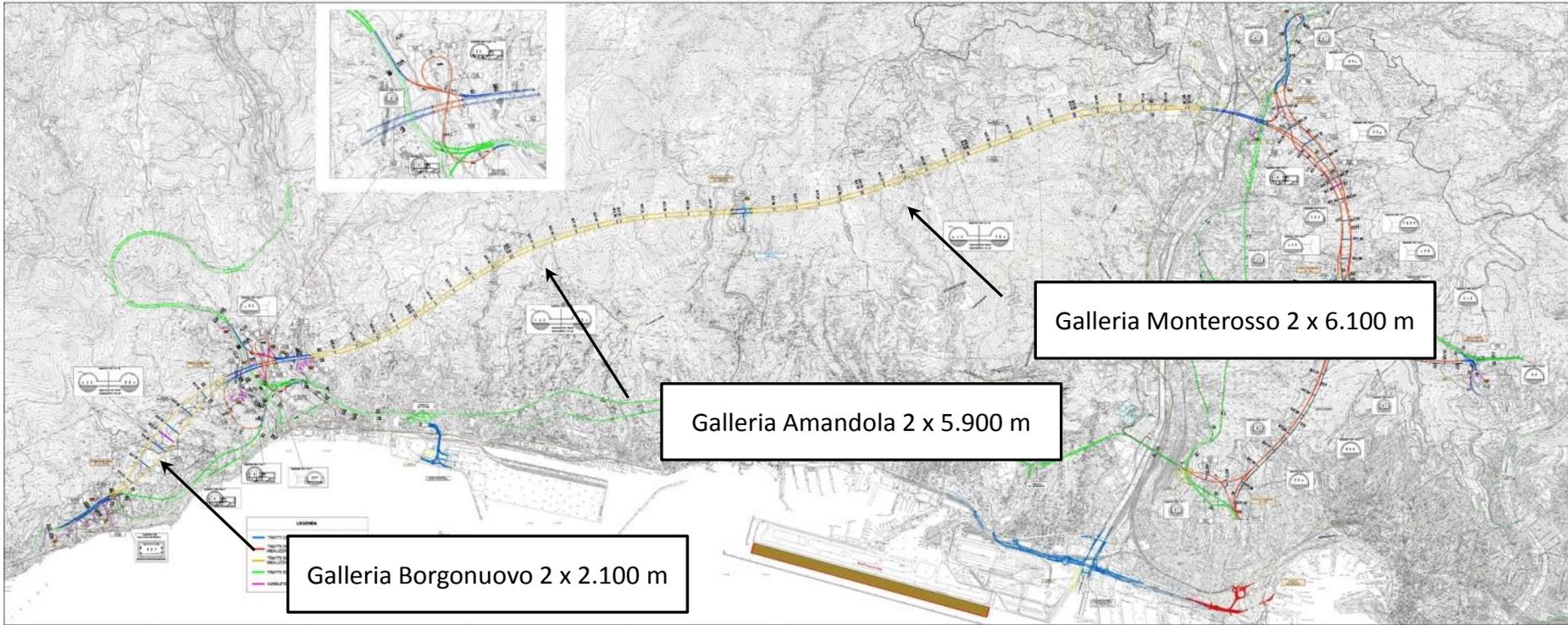


GALLERIE CON TBM

*Ing. Maurizio Marchionni
Autostrade per l'Italia S.p.A.*



LE GALLERIE CON TBM





LA SEZIONE DELLA GALLERIA

Diametro di scavo: 14,64 m

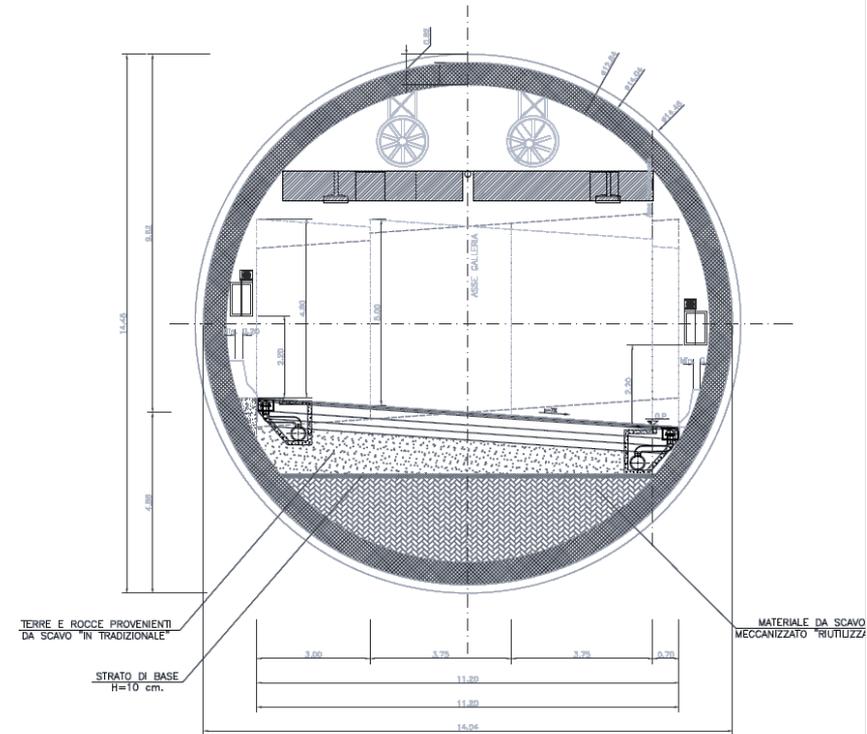
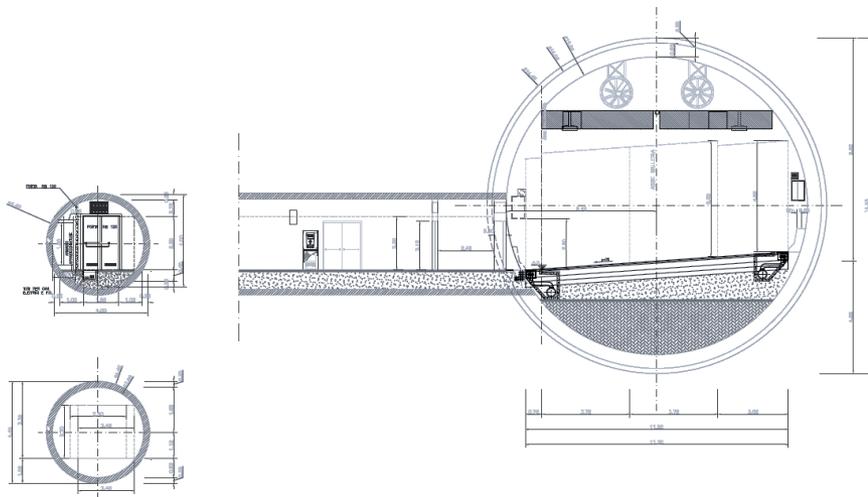
Diametro estradosso conci: 14,04 m

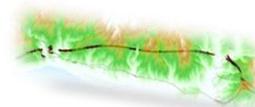
Spessore Conci: 600 mm

Tipologia Rivestimento: Universale

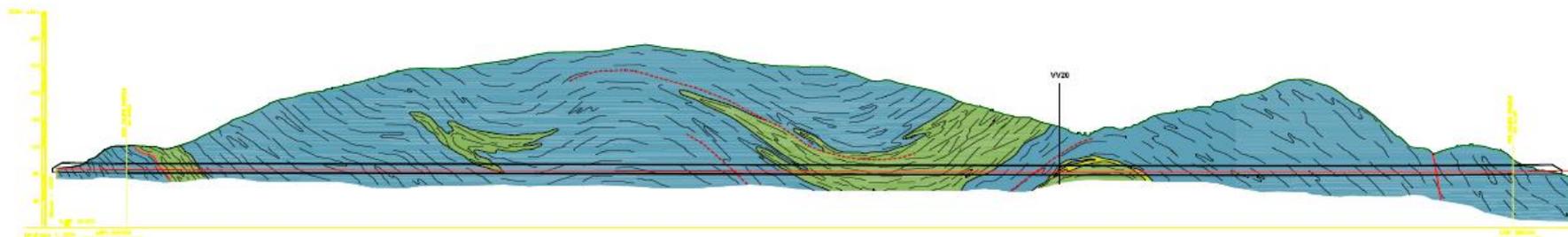
ByPass pedonale: cunicolo diametro interno 3,90 m

ByPass carrabile: cunicolo diametro interno 6,10 m





GALLERIA AMANDOLA



LEGENDA GEOLOGICA

UNITA' TETTONOMETAMORFICA FIGOGNA

- Argillacei di Murlo**
Argillacei (Muri) ad argillite, con inclusioni di macigni. Localmente argilliti e gneiss calcareo.
- Argillacei di Cortigallina**
Argilliti e argilliti calcaree, localmente gneiss calcareo, con inclusioni di macigni di calcareo. Localmente gneiss calcareo con inclusioni di macigni calcareo.
- Metasedimenti del Monte Figogna**
Metasedimenti (Muri) di origine marina (Muri) con inclusioni di macigni calcareo.
- Diavolacci di Cortigallina**
Diavolacci (Cortigallina) con argilliti calcaree e gneiss calcareo.
- Capole di Cortigallina**
Capole (Cortigallina) con argilliti calcaree e gneiss calcareo.
- Serpentini del Monte Carlo (SM)**
Serpentini (Monte Carlo) con inclusioni di macigni calcareo.

UNITA' TETTONOMETAMORFICA CRAVASCO VOLTAGGIO

- Diavolacci di Monte Carlo**
Diavolacci (Monte Carlo) con argilliti calcaree e gneiss calcareo.
- Serpentini di Monte Carlo**
Serpentini (Monte Carlo) con inclusioni di macigni calcareo.

UNITA' TETTONOMETAMORFICA GAZZO-ISOVERDE

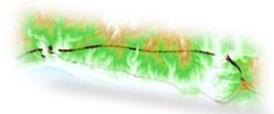
- Diavolacci di Gazzo**
Diavolacci (Gazzo) con argilliti calcaree e gneiss calcareo.
- Serpentini di Gazzo**
Serpentini (Gazzo) con inclusioni di macigni calcareo.
- Diavolacci di Isoverde**
Diavolacci (Isoverde) con argilliti calcaree e gneiss calcareo.
- Serpentini di Isoverde**
Serpentini (Isoverde) con inclusioni di macigni calcareo.

UNITA' TETTONOMETAMORFICA PALMARO - CAFFARELLA E VOLTRI

- Diavolacci di Palmaro**
Diavolacci (Palmaro) con argilliti calcaree e gneiss calcareo.
- Serpentini di Palmaro**
Serpentini (Palmaro) con inclusioni di macigni calcareo.
- Diavolacci di Caffarella**
Diavolacci (Caffarella) con argilliti calcaree e gneiss calcareo.
- Serpentini di Caffarella**
Serpentini (Caffarella) con inclusioni di macigni calcareo.
- Diavolacci di Voltri**
Diavolacci (Voltri) con argilliti calcaree e gneiss calcareo.
- Serpentini di Voltri**
Serpentini (Voltri) con inclusioni di macigni calcareo.

Elementi tessuturali e strutturali

- Linee di discontinuità**
Linee di discontinuità (SD) e di discontinuità (SD) ad orientamento sub-ortogonale (SD) in direzione di massima deformazione.
- Faglie**
Faglie (F) con orientamento sub-ortogonale (SD) in direzione di massima deformazione.
- Zone di taglio**
Zone di taglio (ZT) con orientamento sub-ortogonale (SD) in direzione di massima deformazione.



IL PROGETTO IN SINTESI

PROBLEMATICHE PRINCIPALI
Gallerie Monterosso e Amandola

ELEVATI BATTENTI IDRAULICI
≈ 150m

CONDIZIONI GEOMECCANICHE DIFFICILI

Assunzioni progettuali

SCAVO con TBM HYD
pressioni < 12 bar



DRENAGGI
in fase di scavo
Pressioni > 12 bar



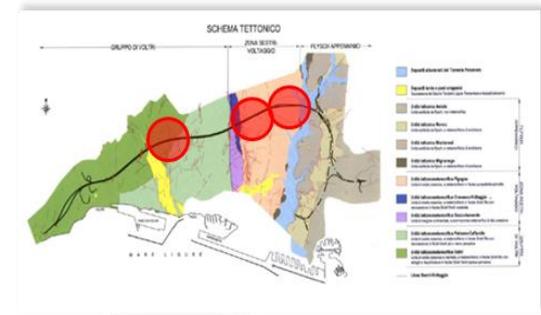
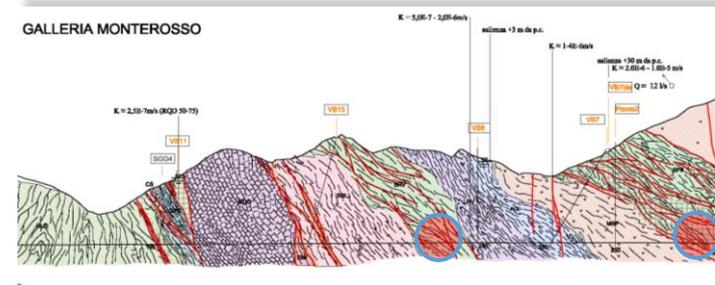
DRENAGGI
in fase definitiva



CONSOLIDAMENTI
Pressioni > 12 bar



PROGETTO CONCI
Spessore maggiorato 70 cm



	Assunzioni progettuali	PD 2016
Inquadramento Geologico	- Lunghezza di attraversamento formazioni serpentinitiche a quota galleria - Nr. verticali di indagine disponibili	450 m 7
Idrogeologia	- Carico idraulico di progetto - Carico massimo atteso	100 m 250 - 300 m
Metodo di scavo	- Tipo di macchina - Pressione idraulica massima gestibile	HYD 12 bar
Rivestimenti definitivi	- Spessore conchi - Incidenza di Armatura	70 cm 180 kg/mc
Iniezioni in fase di scavo	- Impermeabilizzazione - Consolidamento	125.000 m
Drenaggi	- In Avanzamento - Radiali in fase definitiva	58.000 m (Nr. 5, L=30m sovr. 10m). 270.00 m (Nr. 7 per sez, L=10m).

La lunghezza complessiva delle gallerie è di 14 Km con la necessità di smontare le frese nell'attraversamento di Voltri



SPECIFICHE CRITICITA'

Criticità

Soluzione

Presenza di Amianto



**Utilizzo TBM a fronte chiuso
Isolamento sistema di trasporto
Monitoraggio in continuo della qualità dell'aria**

Condizioni Geologiche fortemente variabili



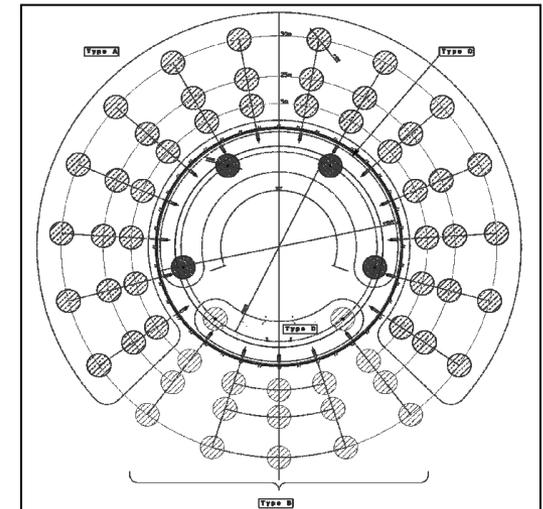
**Utilizzo TBM a fronte chiuso
Testa di scavo a configurazione mista
Disponibilità di elevata spinta e coppia
Sovrascavo**



Potenziale presenza alto battente idrico (fino a 12 bar)



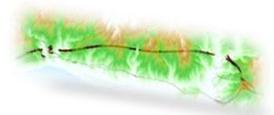
**Predisposizione di interventi di drenaggio
Utilizzo di sistemi di indagine in avanzamento
TBM progettata per gestire fino a 16bar**



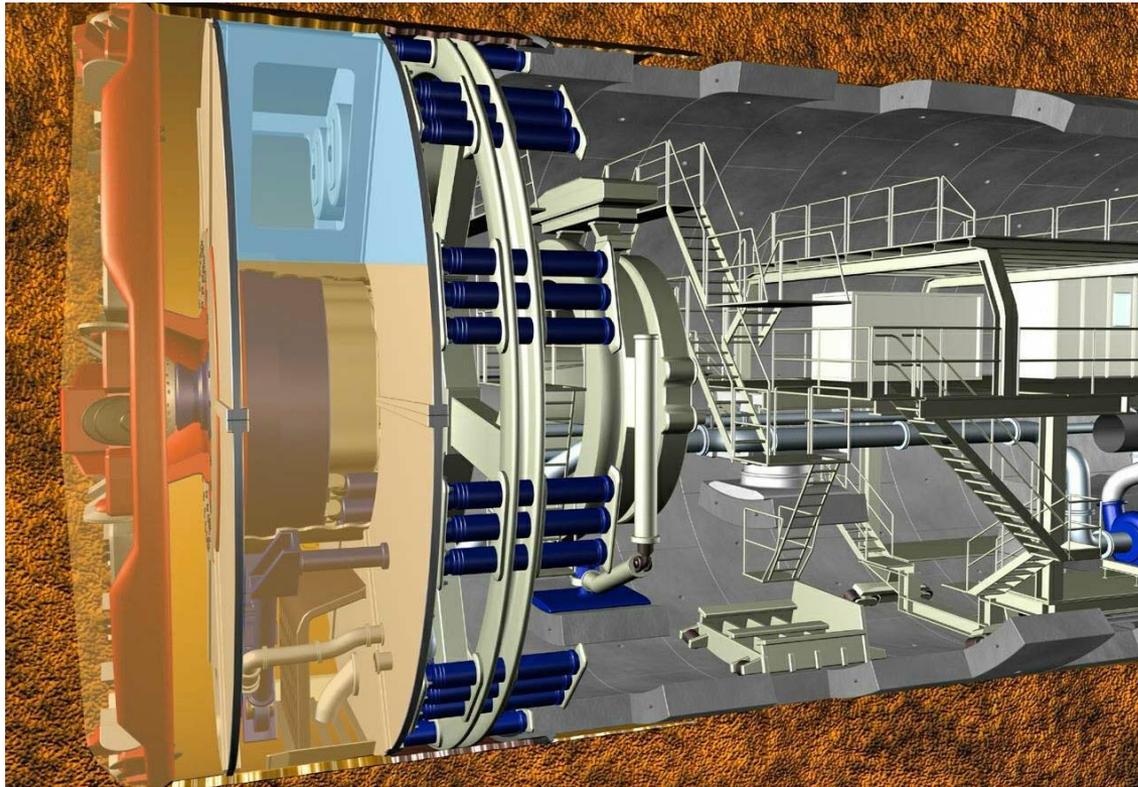
Logistica e trasferimenti su viadotti



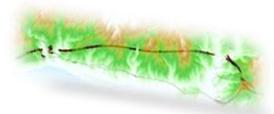
Dimensioni e pesi della fresa e dei suoi elementi



LA FRESA DI TIPO HYDROSHIELD

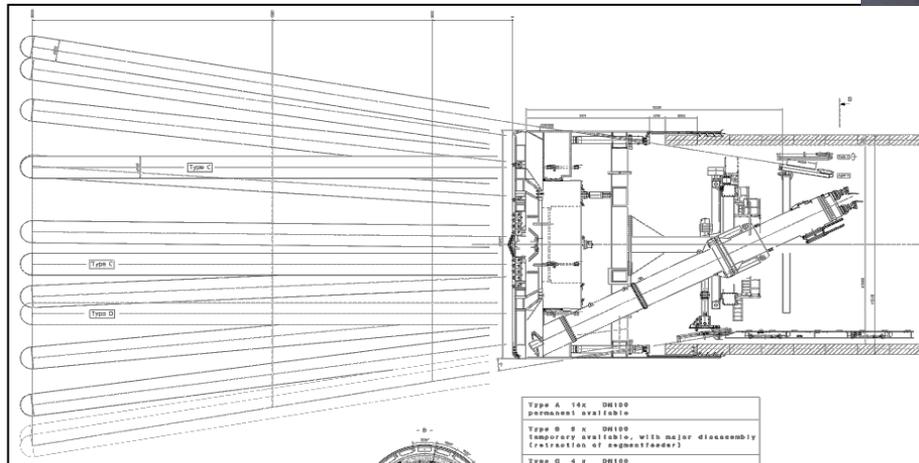


1. Testa di scavo
2. Camera di scavo
3. Paratia semisommersa
4. Camera di lavoro
5. Bolla d'aria
6. Paratia di pressione
7. Linea di aspirazione
8. Frantoio
9. Ugelli bentonite
10. Rivestimento
11. Erettore
12. Linea di alimentazione fluido bentonitico
13. Linea slurry
14. Pompa Slurry



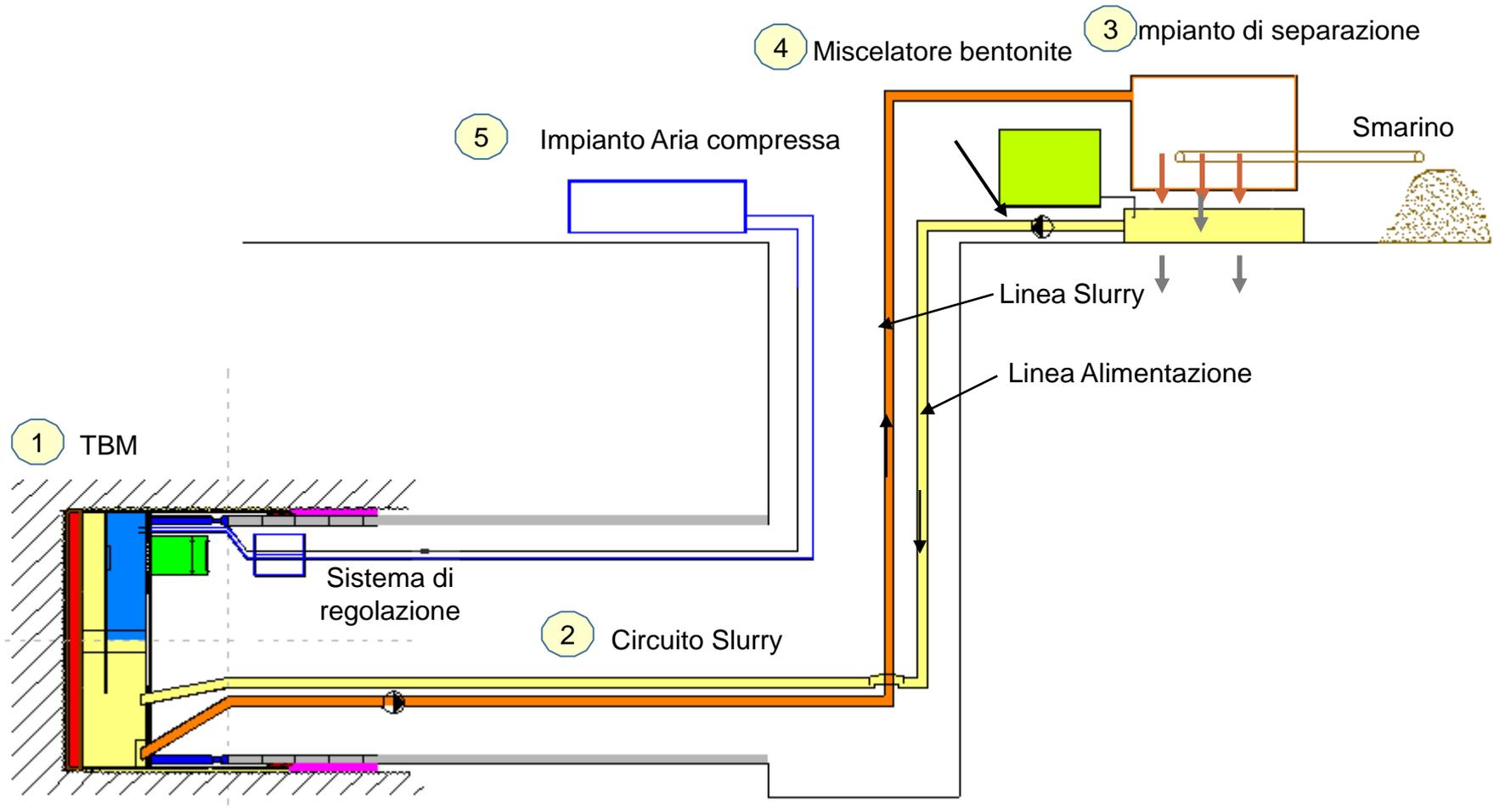
LA FRESA DI TIPO HYDROSHIELD

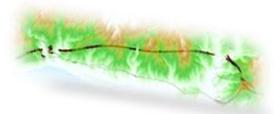
- Equipaggiata con testa di scavo mista con scrapers e disc cutters
- Predisposta per la gestione di pressioni al fronte fino a 16 bar
- Sistemi di contenimento delle aree esposte a rischio amianto
- Attrezzata per interventi di manutenzione in testa di scavo mediante la tecnica della saturazione e utilizzo delle tecnologie state of art per ridurre l'esposizione del personale alle condizioni iperbariche durante le manutenzioni
- Predisposta con sistema di indagine in avanzamento
- Predisposta con sistema di consolidamento/drenaggi in avanzamento





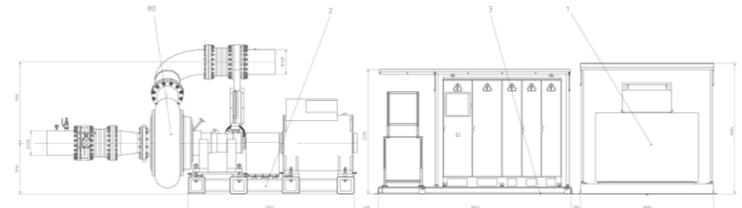
LA FRESA DI TIPO HYDROSHIELD





TRASPORTO DELLO SMARINO FASE 1 – DALLA TBM ALL' AREA DI CANTIERE

Il materiale proveniente dallo scavo delle TBM sarà trasportato con il circuito idraulico (slurry) fino alla zona del cantiere Polcevera destinata allo stoccaggio temporaneo del materiale scavato. Il materiale una volta stoccato all'interno di appositi silos verrà campionato ed analizzato al fine di valutare il contenuto di asbesto in esso presente.



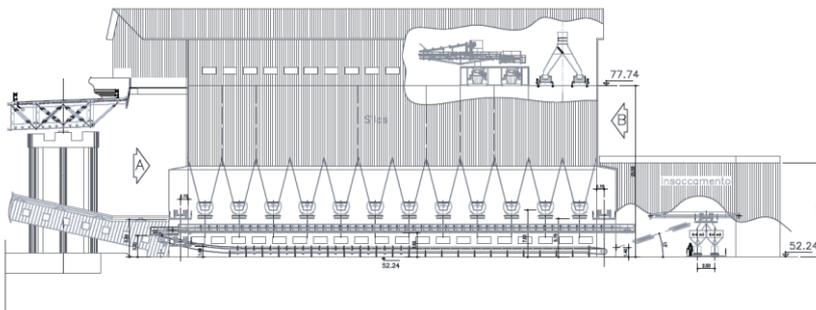


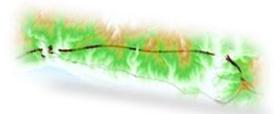
TRASPORTO DELLO SMARINO FASE 2 – GESTIONE AREA DI CANTIERIZZAZIONE

Nastri opportunamente protetti trasferiscono il materiale dall'imbocco a speciali silos alloggiati all'interno di capannoni depressurizzati.

In funzione del contenuto in asbesto il materiale verrà convogliato verso una delle tre destinazioni individuate:

- Il materiale con basso contenuto in asbesto verrà inviato ad un sistema di miscelazione con acqua di mare per poi essere trasportato con un sistema "slurry" fino al canale di calma del porto di Genova - Cornigliano;
- Il materiale con un tenore di concentrazione in asbesto medio verrà inviato ad un sistema di stabilizzazione che renderà il materiale conforme per il successivo trasporto dello stesso all'interno delle gallerie appena realizzate per realizzare il riempimento di arco rovescio;
- Il materiale non ricollocabile per scadenti caratteristiche geotecniche e contestuale presenza di asbesto, verrà invece destinato ad un sistema di incapsulamento in appositi contenitori per il successivo trasporto in discariche autorizzate.





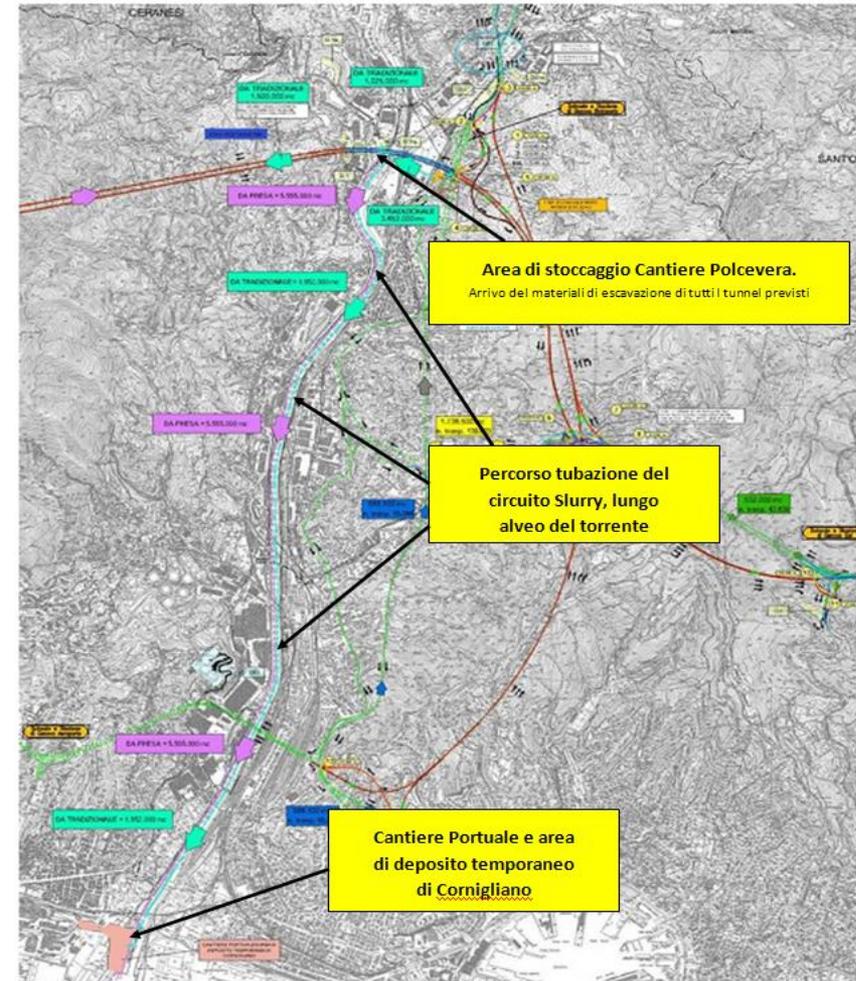
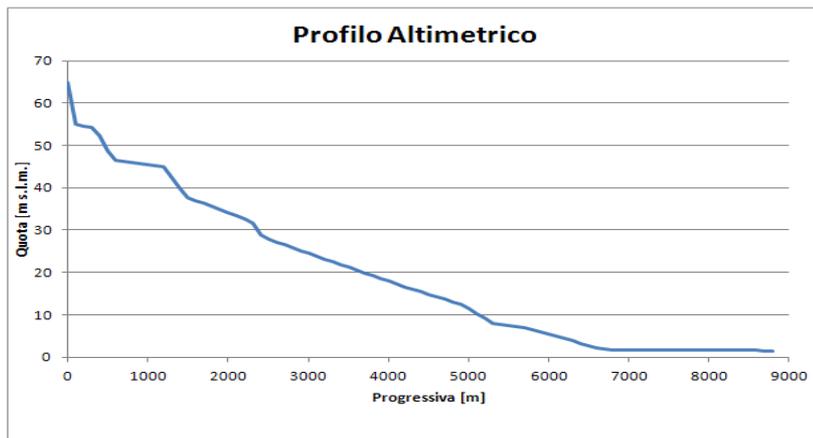
TRASPORTO DELLO SMARINO FASE 3 – DA CANTIERE A CANALE DI CALMA

Per garantire l'isolamento del materiale potenzialmente amiantifero la scelta è ricaduta su un sistema di trasporto idraulico mediante slurrydotto (lunghezza circa 8,8 km).

Lo smarino viene fluidificato mediante miscela bentonitica, e quindi pompato verso il cantiere del canale di calma.

Sono previste due tubazioni (smarino in mandata e acqua marina sul ritorno) del diametro di 450 mm oltre ad una linea slurry din riserva, completa di pompe di rilancio.

Potenza Totale impegnata: 7.500 kW





INTERVENTI IPERBARICO ALTA PRESSIONI

(Saturation Process) TBM predisposta per utilizzo navetta iperbarica di trasporto presonale

Camera iperbarica permanente

Navetta in posizione di agganci

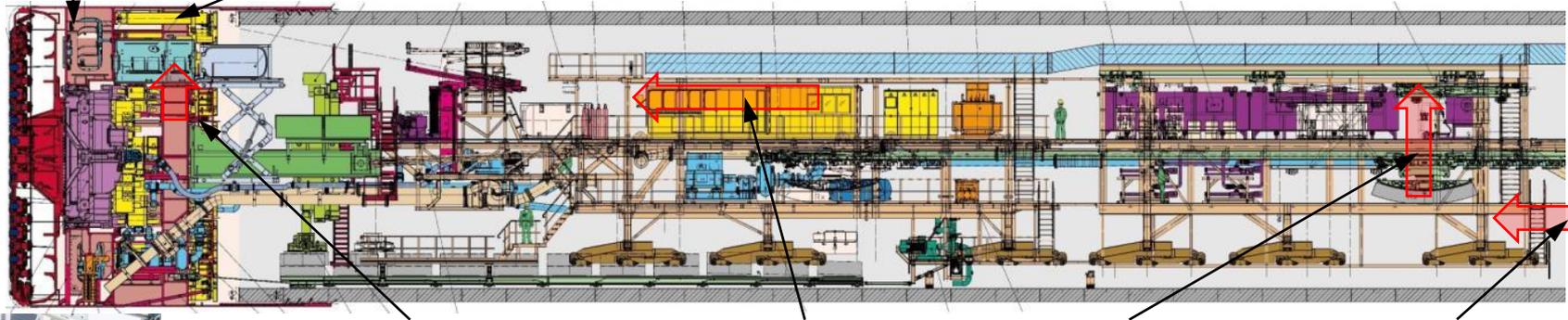


Tavola di sollevamento

Sistema di trasporto motorizzato

Sistema di sollevamento

Trasporto della navetta a mezzo MSV



In abbinamento ad una dettagliata organizzazione delle procedure/attrezzature/personale altamente specializzato per l'esecuzione dei lavori in condizioni iperbariche



INTERVENTI IPERBARICO ALTA PRESSIONI

(Saturation Process) Navetta iperbarica di trasporto presonale



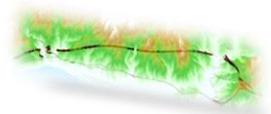
Sistema sollevamento



Sistema di trasporto



Tavola di sollevamento



INTERVENTI IPERBARICO ALTA PRESSIONI

(Saturation Process) Ambiente iperbarico di cantiere



CREW SHUTTLE DURING TRANSPORT
(Westershelde jobsite)



HYPERBARIC HABIT
(Westershelde jobste)



POTENZIALE ESPOSIZIONE DEL PERSONALE ALLE ALTE PRESSIONI

Soluzioni da studiare in fase di progettazione della TBM

- Alta durabilità degli utensili di scavo
- **Disponibilità in tempo reale delle condizioni di lavoro degli utensili e della camera di scavo**

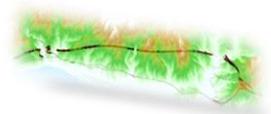


Analisi dei dati TBM in tempo reale per evidenziare ogni anomalia e scostamento rispetto ai valori attesi

- Zone sicure per la manutenzione:
 - Individuazione nella pianificazione delle zone più idonee (minore pressione)
- **Soluzioni ingegneristiche per ridurre l'esposizione alla pressione**
 - Applicazione del concept di testa accessibile
 - Sistemi di ispezione a distanza
 - Disc Cutter data monitoring
 - Sistemi semplici e rapidi per la sostituzione degli utensili

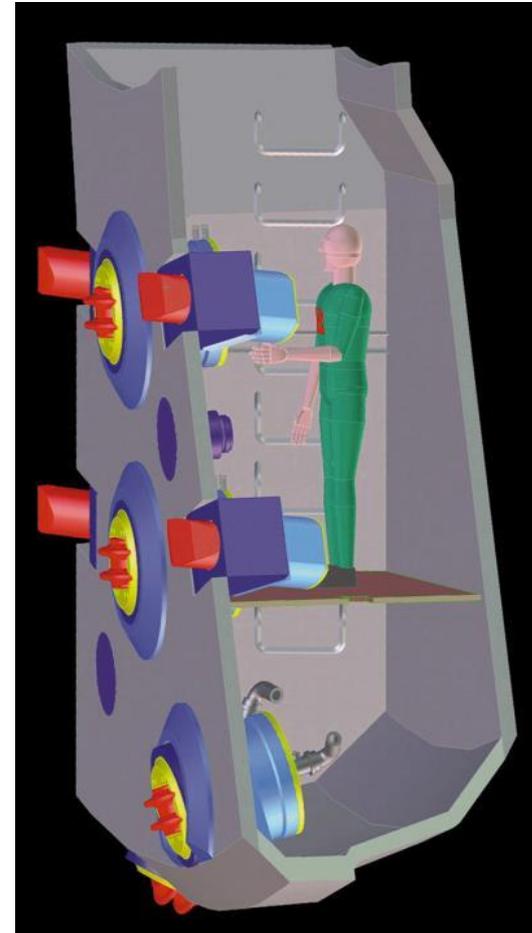


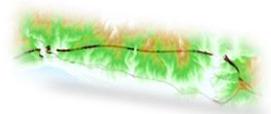
Ulteriore beneficio
in quanto si riduce
la potenziale
esposizione alle
fibre di **amianto**



INTERVENTI IPERBARICO ALTA PRESSIONI

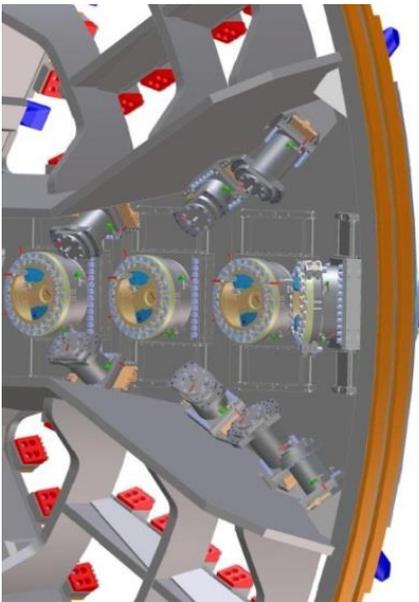
Testa di scavo accessibile





INTERVENTI IPERBARICO ALTA PRESSIONI

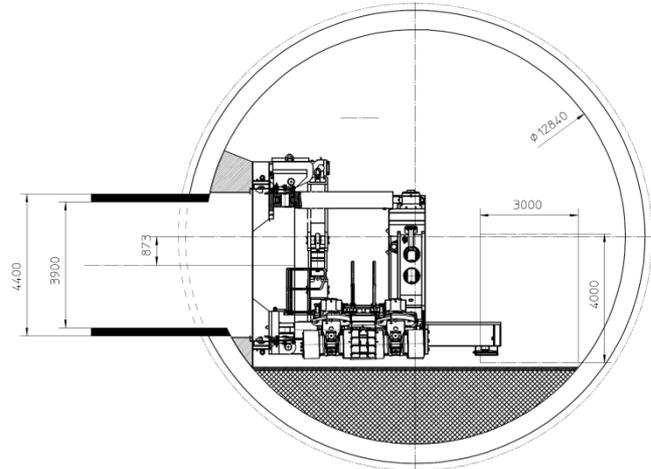
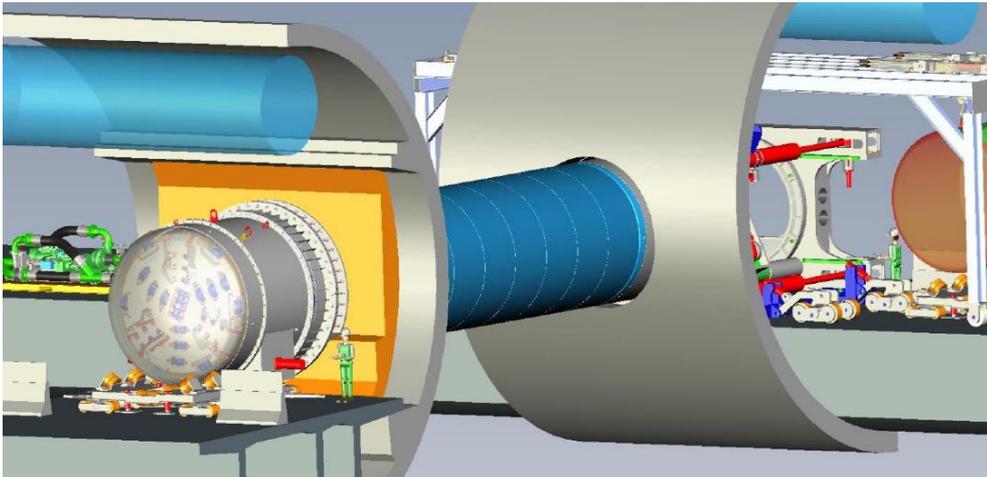
Testa di scavo accessibile





SISTEMA MECCANIZZATO PER ESECUZIONE BY-PASS PEDONALI

- Microtunnelling hydroshield
- Confinamento amianto
- Limitato impatto rivestimento galleria
- Fronte in pressione
- Compatibile con la logistica della galleria





MACRO FASI DI PROGETTAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DELLE FRESE

Le TBM in oggetto non sono mezzi standard, ma sono mezzi progettati ad hoc per l'opera per rispondere alle specifiche di progetto: presenza di amianto nelle rocce ed elevati carichi idraulici.

Normalmente la costruzione di una TBM «non standard» deriva da un processo di progettazione che può essere suddiviso in tre Macrofasi, in capo al Progettista dell'opera, del Fornitore (Costruttore) della macchina e dell'Esecutore delle attività.

- Progetto Esecutivo
- Pre-design
- Progettazione costruttiva

Le tre fasi sono sequenziali ed ognuna definisce aspetti della macchina propedeutici alla fase successiva.

La fase di Pre-design è indispensabile per macchine complesse che affrontano tematiche particolari

Ad esempio per la fresa di Sparvo il pre-design si è reso necessario per individuare, insieme al costruttore, le migliori soluzioni per gestire in sicurezza il metano.



GLI APPROCCI SEGUITI IN ITALIA NEL RECENTE PASSATO

Nella realizzazione di opere complesse con l'utilizzo di Tunnel Boring Machine (TBM) veniva normalmente utilizzato, in Italia, l'**Appalto Integrato**, mettendo in capo ad un unico soggetto (appaltatore) le responsabilità progettuali e quelle realizzative.

Gli esempi più importanti sono:

- Autostrade – galleria Sparvo (VdV) – EPB Diam. = 15,62 mt (Toto Costruzioni)
- Anas – galleria Basci (Savona) – Doppio Scudo Diam. = 13,72 mt (CMC Ravenna)
- Anas – galleria Caltanissetta – EPB Diam. = 15,08 mt (CMC Ravenna)
- RFI – sottopasso TAV Firenze – EPB Diam. = 9,42 mt (Condotte SpA)

In tutti affidamenti mediante **Appalto Integrato** il progetto esecutivo è stato realizzato dall'Appaltatore.

Il d.lgs. 50/2016 (nuovo Codice Appalti) ha di fatto disposto il divieto di ricorso all'Appalto Integrato e quindi all'affidamento congiunto della **progettazione** e **dell'esecuzione di lavori**. **La progettazione esecutiva e le responsabilità conseguenti non ricadono** più sull'Appaltatore ma **sul Progettista** e quindi sulla **Committente**.

Gli **ultimi affidamenti** fatti su **opere analoghe** – Terzo Valico – prevedono invece l'acquisto da parte del Committente delle TBM e l'affidamento tramite gara della sola realizzazione della galleria.

- RFI – gallerie del Terzo Valico – EPB Diam. = 9,14 mt (Cociv)
- RFI – galleria Lonato – EPB diametro 10m (Consorzio CEPAV DUE)



LE ALTERNATIVE POSSIBILI

1. Scenario 1 – Appalto classico di lavori

Sulla base del Progetto Esecutivo predisposto dall'Amministrazione, la TBM viene acquistata da parte dell'Appaltatore che sviluppa il Progetto Costruttivo della macchina. La progettazione esecutiva viene predisposta dalla Committente ASPI.

2. Scenario 2 - Acquisto delle TBM da parte della Committente.

La Committente sviluppa il Progetto Costruttivo attraverso il Fornitore e Appalto di lavori per la realizzazione dell'opera sulla base delle frese fornite dalla Committente.



VANTAGGI ACQUISTO DIRETTO «SISTEMA TBM»

PROGRAMMA LAVORI

Anticipo dei tempi di inizio lavori
Riduzione ritardi per rischio ricorso su gara lotto 8
Disponibilità di un buffer temporale per la progettazione/costruzione delle TBM

CONTENZIOSO CON APPALTATORE

La suddivisione delle responsabilità fra Appaltatore e Fornitore diminuisce il rischio per la Committente
Possibilità di subentro in caso di criticità dell'Appaltatore
Aumenta l'interesse per l'Appaltatore a **mantenere una produzione elevata** in modo da ridurre l'impatto dei costi di M.O.

GARA

Maggiore garanzia di applicazione delle **soluzioni tecniche più appropriate** alle necessità identificate dal P.E.

SOLIDITA' TECNICA DELLA SOLUZIONE E PERFORMANCE DELLA MACCHINA

Efficace confronto diretto con il fornitore, fondamentale per individuare le migliori soluzioni tecniche, invece di soluzioni proposte al solo scopo di ottenere «punteggio» in fase di gara da parte delle Imprese
Confronto diretto con costruttore TBM in caso di problemi e difficoltà durante lo scavo
Garanzie dirette del costruttore delle TBM sull'affidabilità delle attrezzature in forza del contratto di FULL SERVICE
Controllo diretto nelle varie fasi progettuali sul fornitore delle TBM

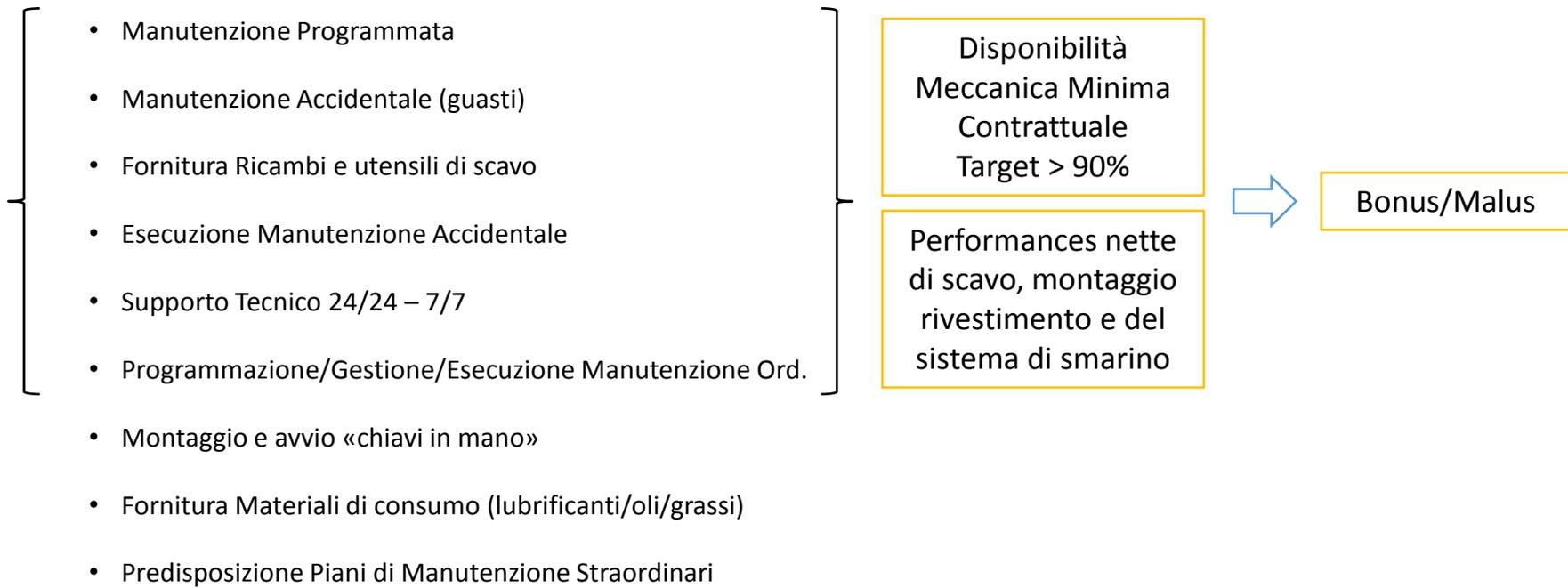


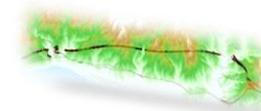
CONCEPT ACQUISTO DIRETTO «SISTEMA DI SCAVO»

Il pacchetto di fornitura riguarda il sistema di scavo **COMPLETO**:

- TBM-Hydroshield
- Circuito Slurry
- Impianto di Separazione

Contratto di **FULL SERVICE** con il Fornitore delle attrezzature





FASE DI CONTROLLO

A partire dalla fase di selezione del Fornitore e quindi durante le fasi di Progettazione e Collaudo, vengono individuate una serie di prescrizioni progettuali e di attività di controllo e verifica, con particolare riguardo alle componenti strategiche delle strettature e a quelle ad alto impatto sulla fattore di disponibilità delle stesse.

FASE DI LAVORO	ATTIVITA'	ENTE/SOGGETTO PREPOSTO ALLA VALIDAZIONE
SELEZIONE	Individuazione degli standard di riferimento	RINA / Politecnico di Milano/altri
	Indicazione scenari di carico e di utilizzo	
	Verifica di conformità alle linee guida DAUB/ITA/AFTES (o equivalenti)	
PROGETTAZIONE	Analisi del comportamento sotto i carichi attesi	RINA / Politecnico di Milano/altri
	Definizione delle caratteristiche dei materiali	
	Verifica di conformità alle linee guida DAUB/ITA/AFTES (o equivalenti)	
COSTRUZIONE	Verifica di rispondenza dei materiali utilizzati	RINA / Politecnico di Milano/altri
	Analisi delle procedure di montaggio e di controlli di qualità	
	Verifica di ottemperanza alle normative vigenti e standard di riferimento	
MONTAGGIO	Supervisione durante le fasi critiche	RINA / Politecnico di Milano/altri
	Prove di collaudo intermedie e di dettaglio	
	Test di accettazione finale	