



Società Italiana Gallerie

Italian Tunnelling Society

CONVEGNO IN ONORE DI SANTA BARBARA 1 Dicembre 2023

6° Lecture in onore di Adolfo Colombo

*Sfide industriali, logistiche, organizzative ed innovazioni per la
realizzazione contemporanea di 300 km di gallerie per
l'ampliamento e rifacimento delle reti ferroviarie italiane*

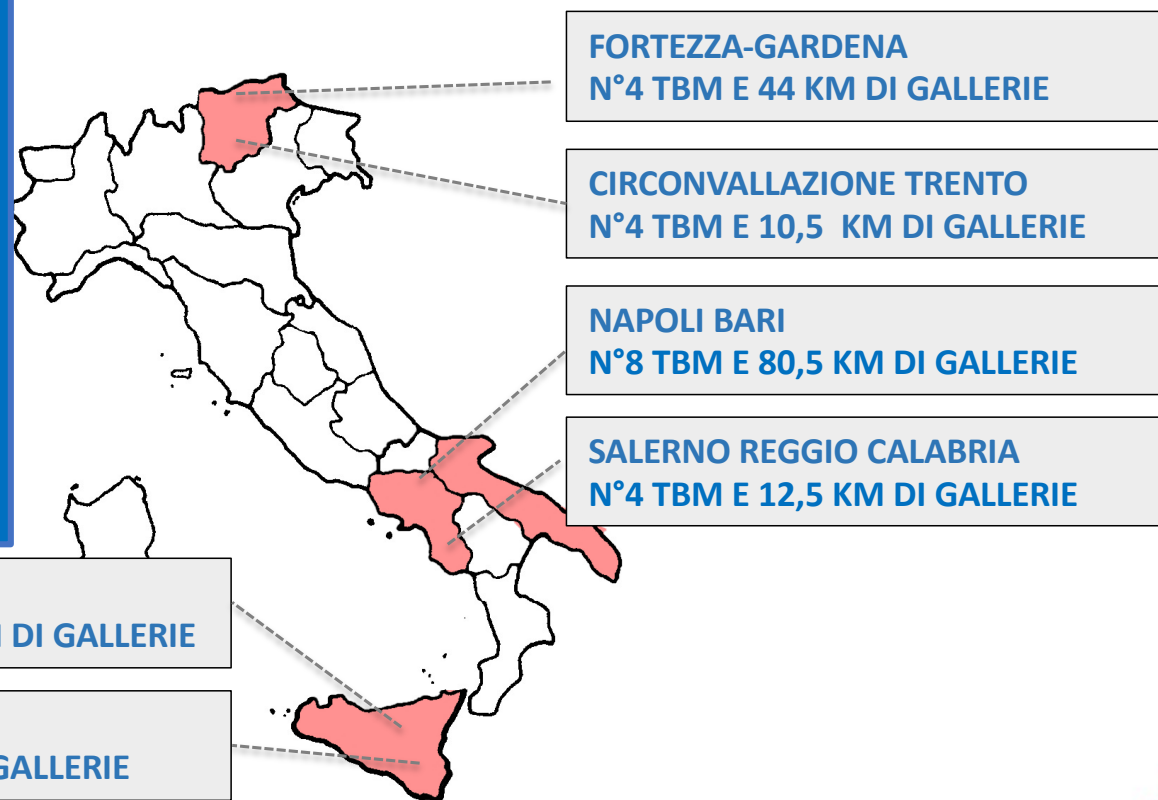
Ing. Remo Grandori



A- LA SFIDA - REALIZZARE 333 KM DI GALLERIE TRA IL 2024 E IL 2029

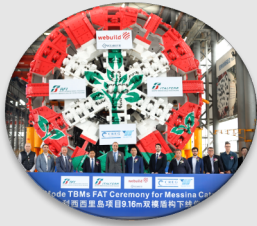
QUANTITA' RILEVANTI

- 42 TBM
- LUNGHEZZA DI GALLERIA: 333 KM
- METRI CUBI DI SCAVO: 28,2 milioni m³
- CONCI PREFABBRICATI: 4,4 milioni m³
- SMARINO A DISCARICA: 63 milioni ton



A QUESTE OPERE SI AGGIUNGONO LE GALLERIE DELLA TORINO LIONE, QUELLE DEI PROSSIMI LOTTI DELLA SALERNO-REGGIO CALABRIA, DEL BY PASS DI BOLZANO, LA GALLERIA DI ANDORRRRA E ALTRE NUOVE GALLERIE PER METROPOLITANE E ACQUEDOTTI

B- CRITICITA' INDUSTRIALI



PROGETTARE E REALIZZARE 42 TBM PER CONDIZIONI GEOLOGICHE LE PIU' DIVERSE

- TEMPI MANUFACTURING ANCHE INFERIORI AI 7 MESI PER TBM DI GRANDE DIAMETRO !!!!!
- INFRASTRUTTURE PORTUALI, STRADALI, ELETTRICHE E IDRICHE SPESSO NON ADEGUATE
- DESIGN SPECIFICI ED INNOVAZIONI DA SVILUPPARE PER SUPERARE LE CRITICITA'



APPROVVIGIONARE IMPIANTI E AUTOMEZZI

- CIRCA 120 MSV
- 400 KM DI NASTRI TRASPORTATORI
- TRASFORMAZIONI ATEX PER OLTRE 400 MEZZI



FABBRICHE CONCI CON POTENZIALITA' MAGGIORATA

- CONCENTRAZIONE PRODUZIONE CONCI IN MEGAFABBRICHE
- AUMENTO DA 100 A 260 CONCI/GIORNO PRODOTTI PER LINEA DI PRODUZIONE



CONTROLLO OPERATIVO CANTIERI E RACCOLTA DATI

- PIATTAFORMA IT COMUNE A TUTTI I CANTIERI PER:
- CONTROLLO OPERATIVO REAL TIME
- ALLARMI E SICUREZZA
- ELABORAZIONE E ANALISI DATI
- REPORTING

C- MAGGIORI CRITICITA' LOGISTICHE E RISORSE



DISCARICHE

MANODOPERA

ENERGIA

ACQUA

CRITICITA'

- DISPONIBILITA' E DISTANZA CAVE
- SISTEMAZIONE A DISCARICA MATERIALE EPB

CIRCA 4000 ADDETTI DI CUI 1000 ALTAMENTE SPECIALIZZATI

- UBICAZIONE CANTIERI IN AREE REMOTE OVE NON E' PRESENTE RETE ALTA E/O MEDIA TENSIONE

- INSUFFICIENZA RETE ACQUEDOTTISTICA PER DISTRIBUZIONE E PORTATE

UNA SOLA TBM PUO' PRODURRE FINO A 10000 TON/GIORNO DI SMARINO (60 CAMION CON DISCARICA A 30 KM E 150 CAMION CON DISCARICA A 100 KM)

QUESTE RISORSE SOLO IN PARTE SONO DISPONIBILI DAL MERCATO DEL LAVORO, IL RESTO DEVE ESSERE FORMATO

QUESTE CRITICITA' INTERESSANO CIRCA 1/3 DELLE 42 TBM TOTALI

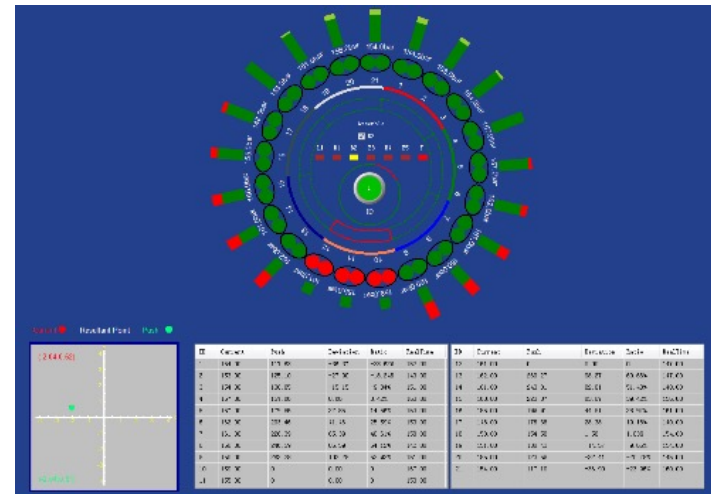
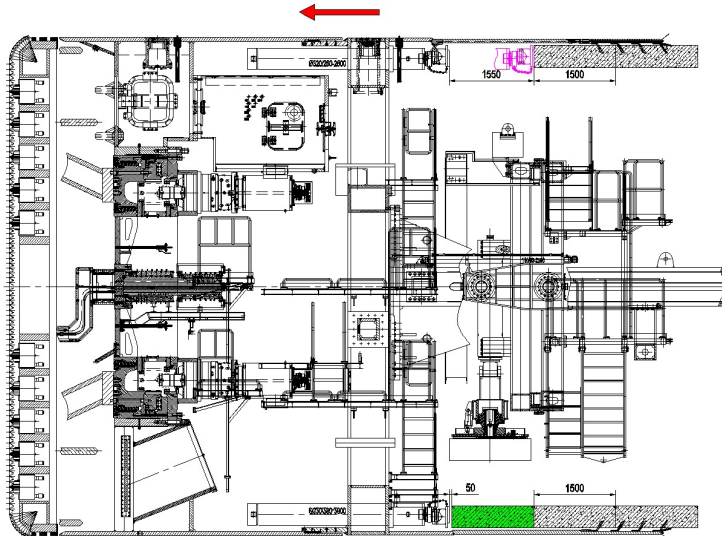
QUESTE PROBLEMATICHE INTERESSANO CIRCA 1/4 DELLE 42 TBM TOTALI

D- PRINCIPALI INNOVAZIONI- TBM

TERRENI CONVERGENTI	AUMENTO PRODUTTIVITA'	CONSUMI ELETTRICI, POWER QUALITY E RICICLO ACQUA	DIGITALIZZAZIONE AUTOMAZIONE E MANUTENZIONE
1. Diametro scavo variabile 2. Scudi Fortemente Conici, corti e dimensionati per elevate pressioni 3. Articolazione Attiva 4. Spinte elevate 5. Sensori di convergenza e pressione 6. Idrodemolizione statica e dinamica	1. Montaggio anello durante corsa di scavo (Continuous Mining) 2. Sistema ECO Cruise per massimizzare penetrazione ed efficienza scavo 3. Sistema CILS per il getto continuo soletta arco rovescio in TBM	1. Green TBM 2. Illuminazione Led galleria 3. Ventilazione autoregolata 4. Rifasamento, eliminaz. armoniche (Power Quality) 5. Ricircolo acqua impianto di trattamento e raffreddamento 6. Utilizzo acque piovane	1. Piattaforma We-View per monitoraggio in tempo reale e controllo della TBM e di tutti gli impianti del cantiere in sotterraneo 2. Automazione guida e avanzamento TBM 3. Sistema di manutenzione predittiva con sensoristica estesa su TBM e sistemi di nastro

D1 - CONTINUOUS MINING – OBIETTIVI

Il Sistema consente di avviare la installazione dei segmenti del rivestimento in contemporanea con la fase di scavo, con una riduzione del tempo di ciclo di avanzamento e del consume di energia.



RISPARMIO ENERGETICO DIRETTO:

– 4%

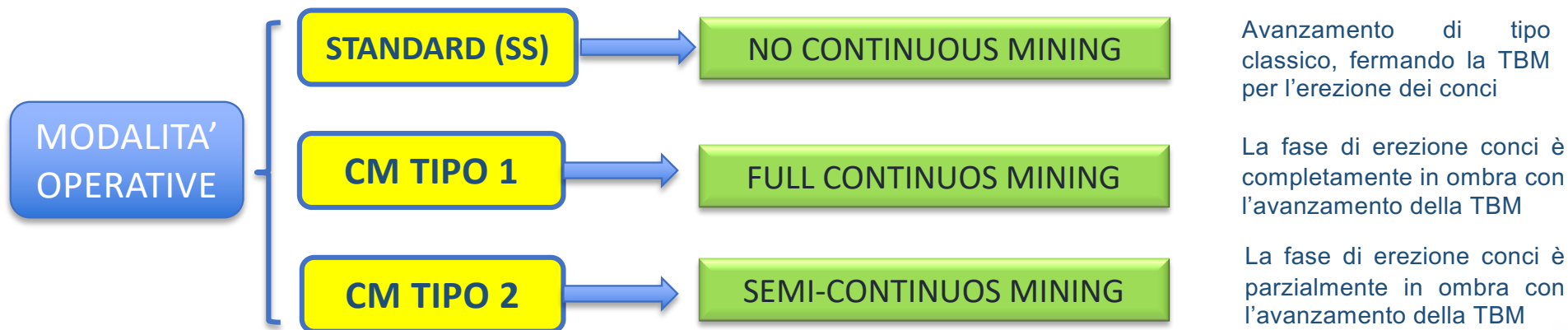
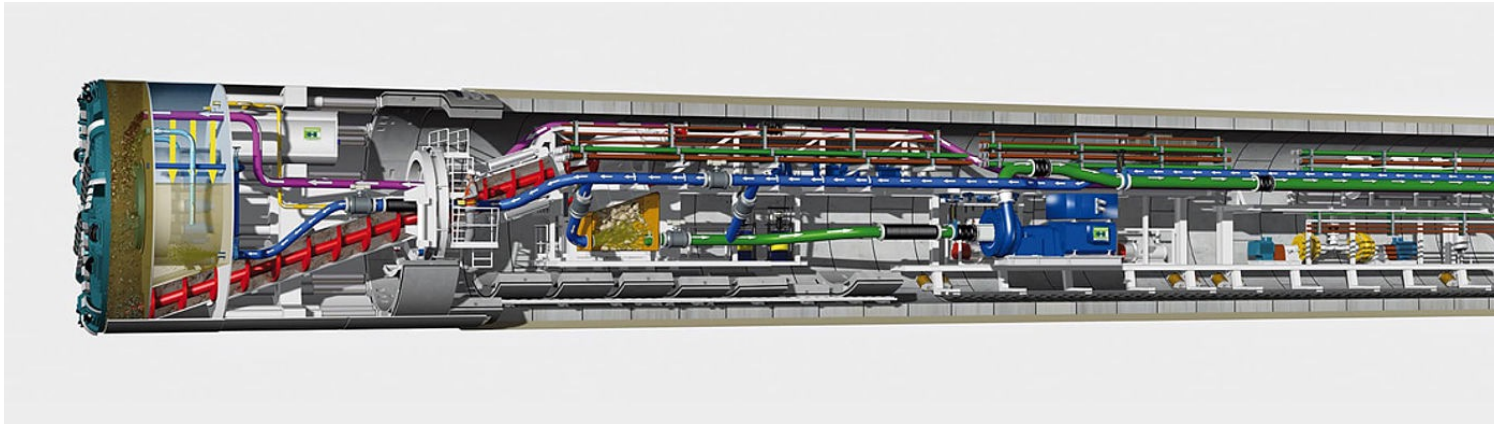
RIDUZIONE DEL TEMPO DI SCAVO:

– 25%

RISPARMIO ENERGETICO PER RISPARMIO TEMPO.

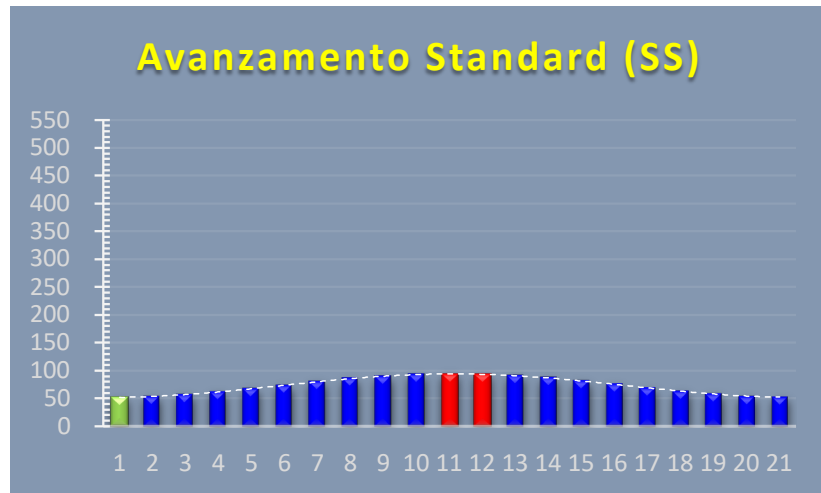
– 1,5%

D.1.1- CONTINUOUS MINING Modalita' Operative

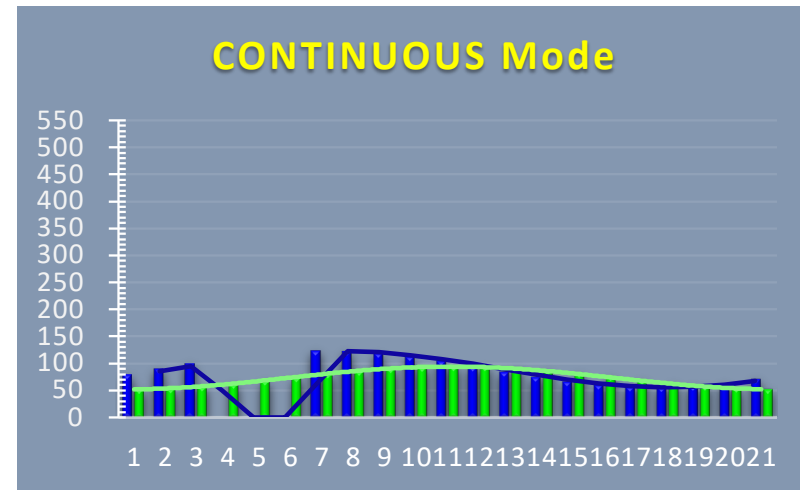


D.1.2- CONTINUOUS MINING: Distribuzione delle spinte nei cilindri

Lasciando invariato il centro di spinta:



La spinta complessiva si distribuisce su 21 coppie di martinetti di spinta

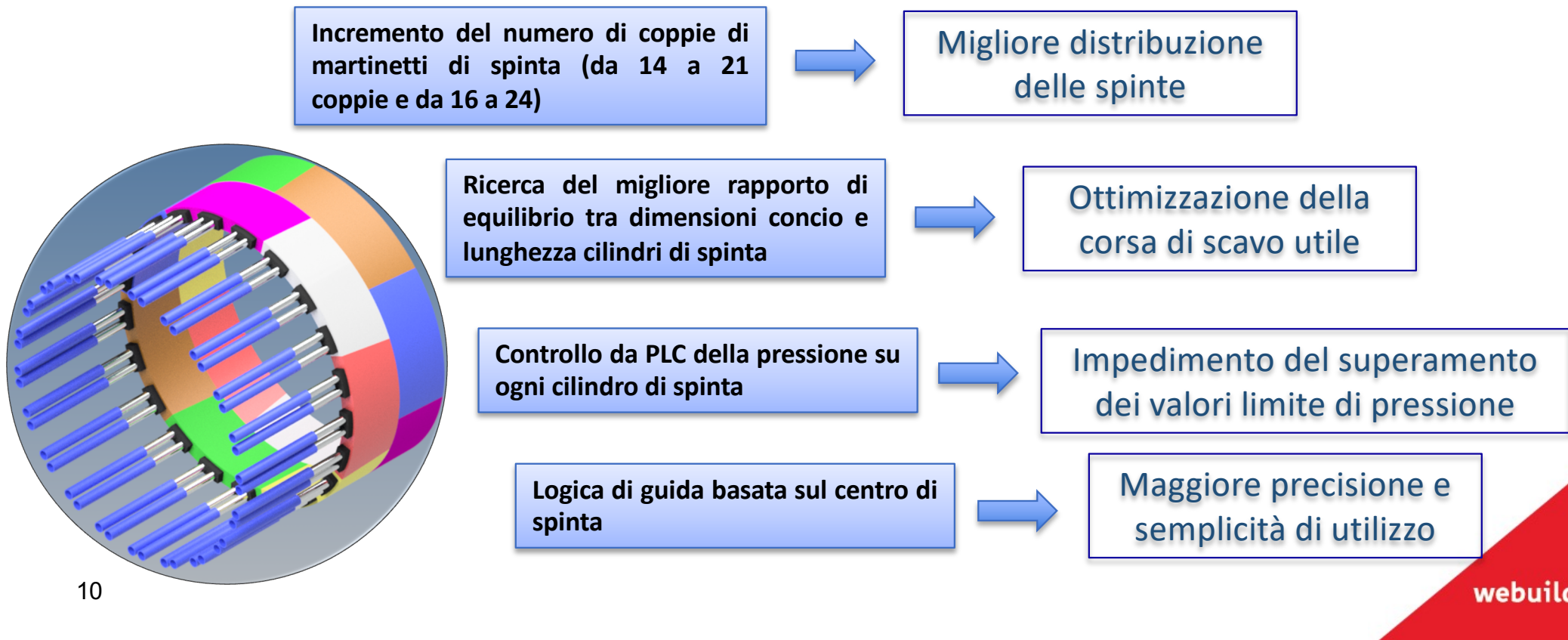


La spinta complessiva si distribuisce su 18 coppie di martinetti di spinta, poichè 3 sono in fase di montaggio segmenti

Le sovrappressioni generate in Continuous Mode sono automaticamente calcolate e controllate dal PLC, che, in relazione ai valori limite impostati, consente o meno le modalità operative

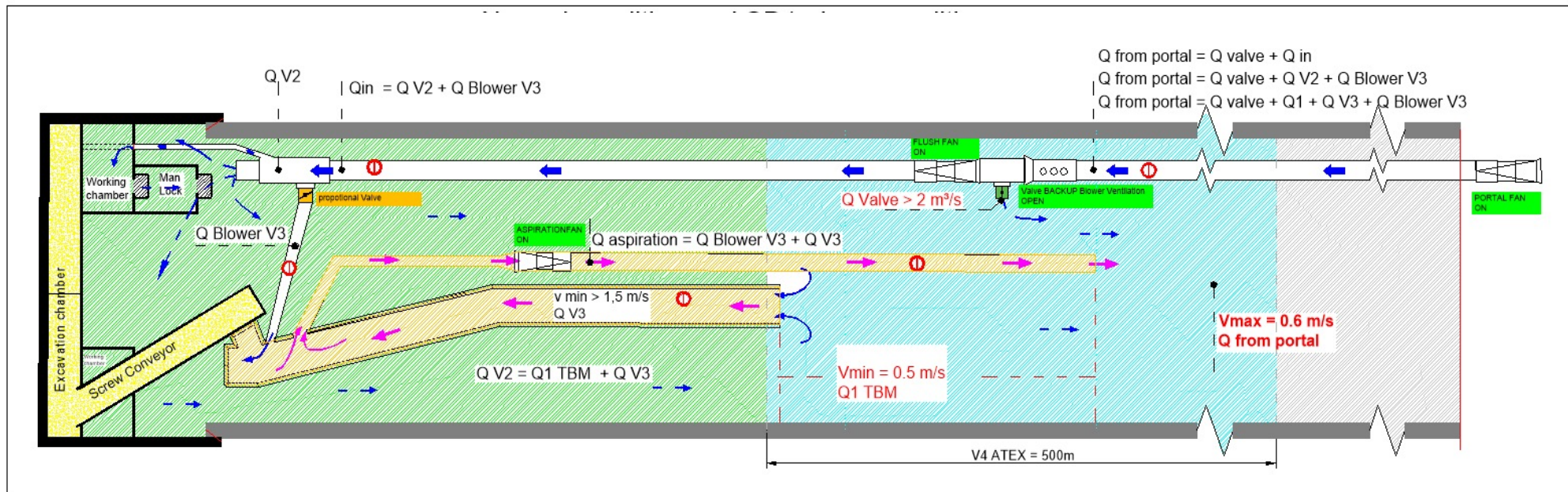
D.1.3- CONTINUOUS MINING – Accorgimenti in fase di design TBM

Aspetti specifici di design considerati per l'applicazione del CONTINUOUS MINING:



D2 – ATEX - 29 TBM ATEX NIR 44 EVOLUTA

29 DELLE 42 TBM SONO STATE PROGETTATE, IN COLLABORAZIONE CON I COSTRUTTORI, COLLINS E WEBUILD PER AVANZARE IN FORMAZIONI GRISUTTOSE NEL RISPETTO DELLE LINEE GUIDA NIR 44 MIGLIORATE ED EVOLUTE IN BASE AD ESPERIENZE E DIAMETRI DELLE MACCHINE.



x

Volume 1

Volume 2

Volume 3

Volume 4

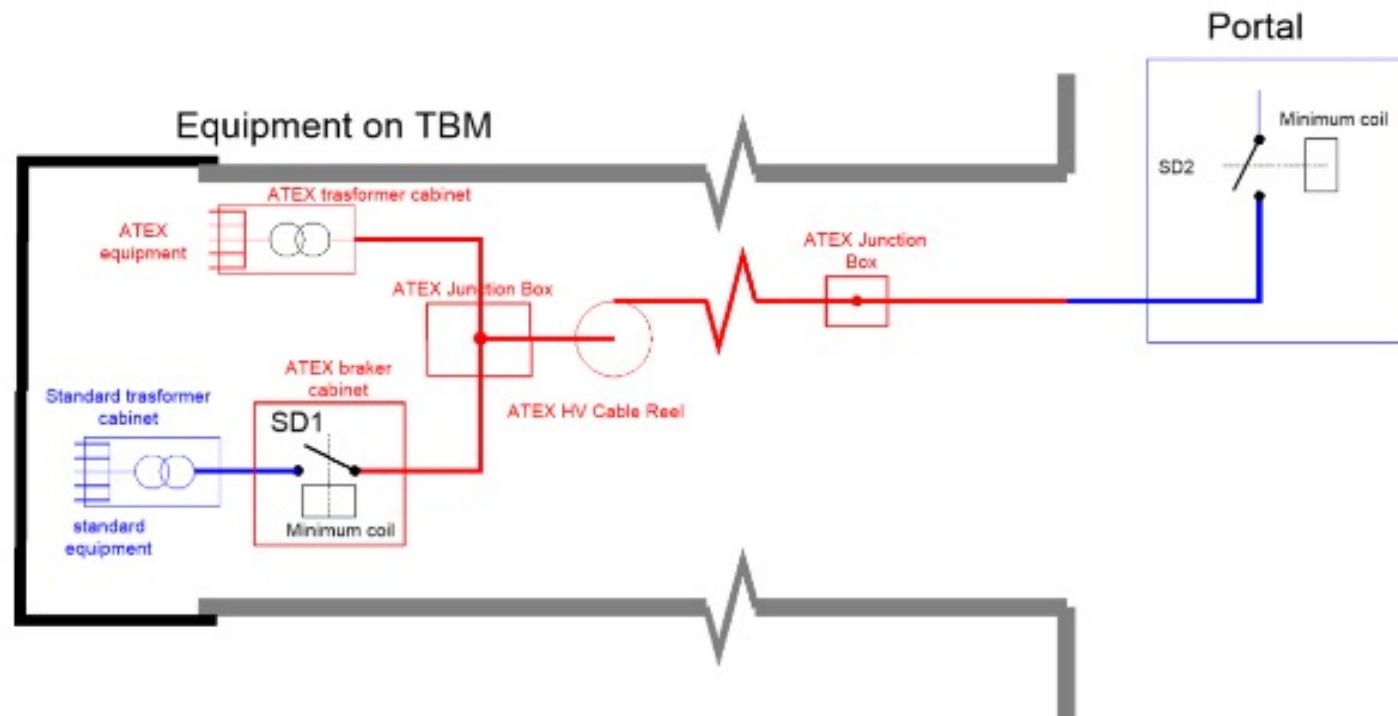
Volume 5

Aspiration

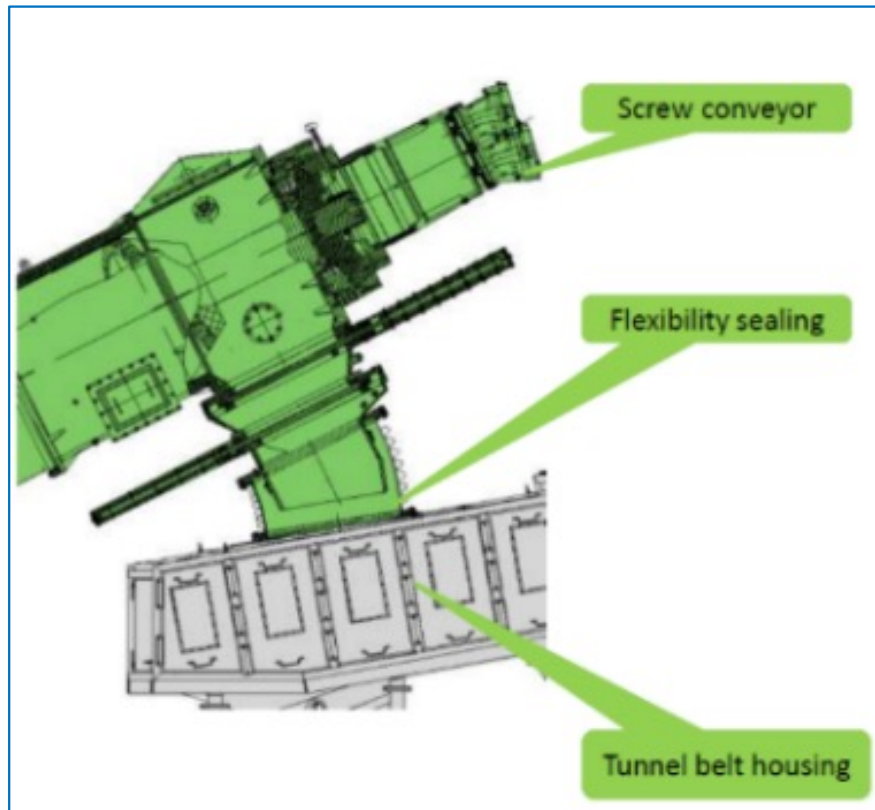
Tunnel ventilation

webuild

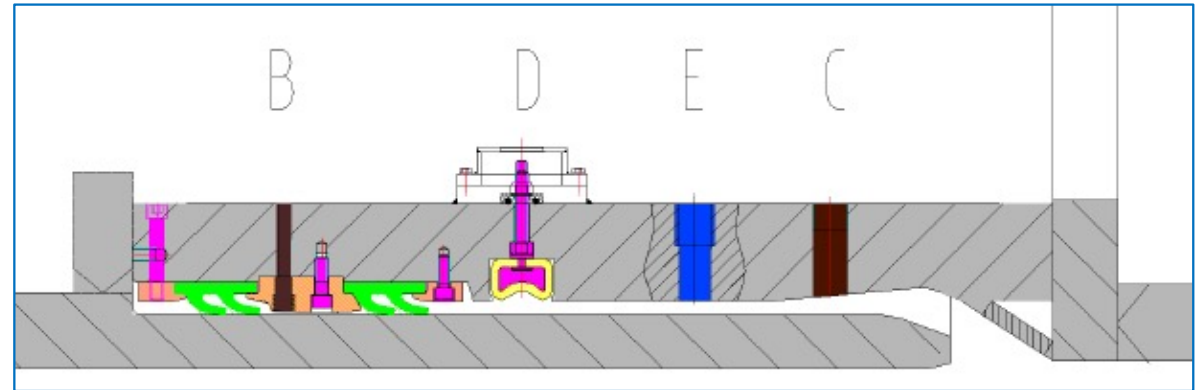
D.2.1 – ATEX- SCHEMA ALIMENTAZIONE ELETTRICA



D.2.2 – DETTAGLI ESECUTIVI SISTEMI ATEX DELLA TBM

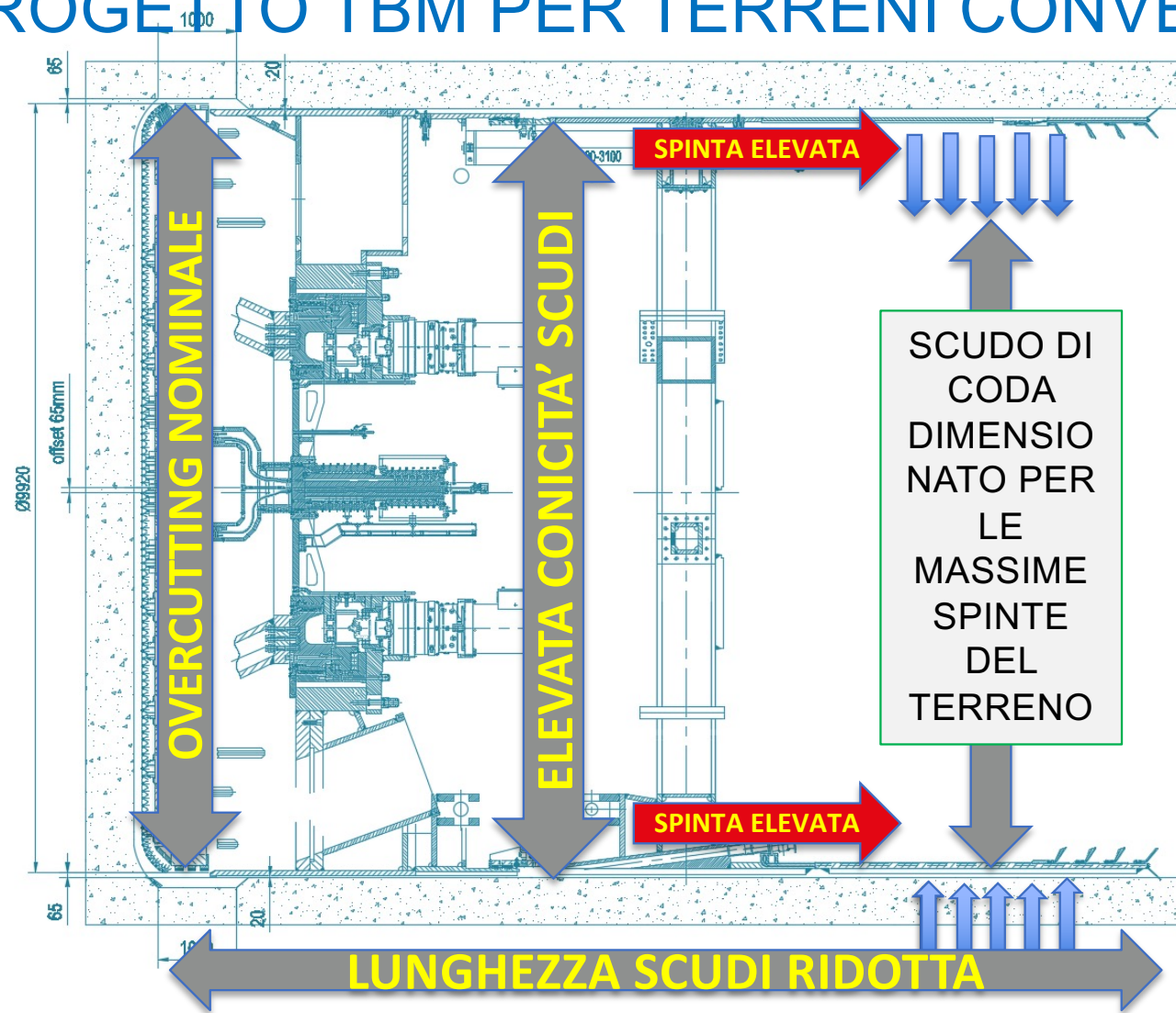


**SCARICO COCLEA NEL NASTRO
TUNNEL**

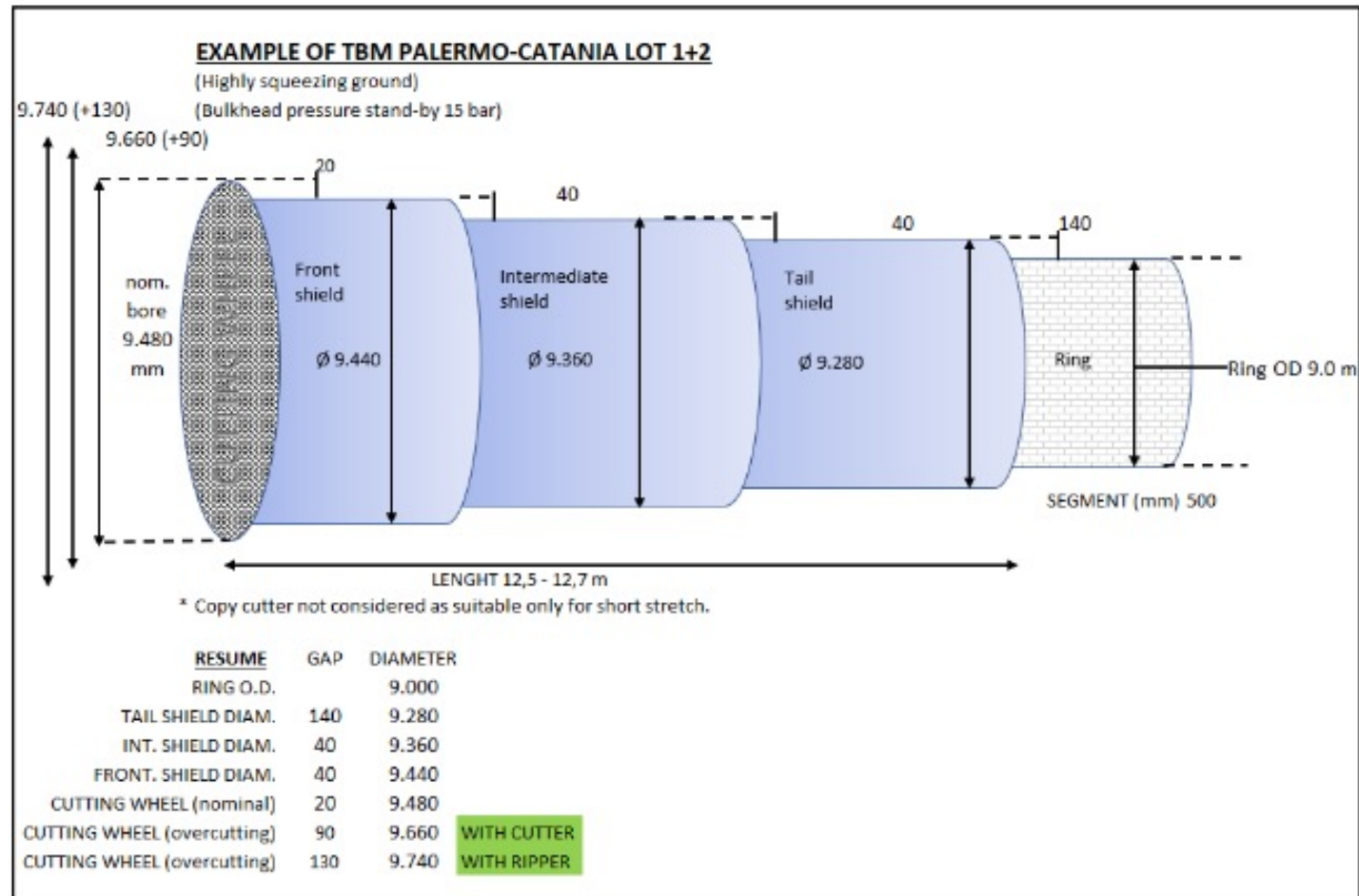


SISTEMA DI TENUTA ARTICOLAZIONE ATTIVA

D.3 – PROGETTO TBM PER TERRENI CONVERGENTI

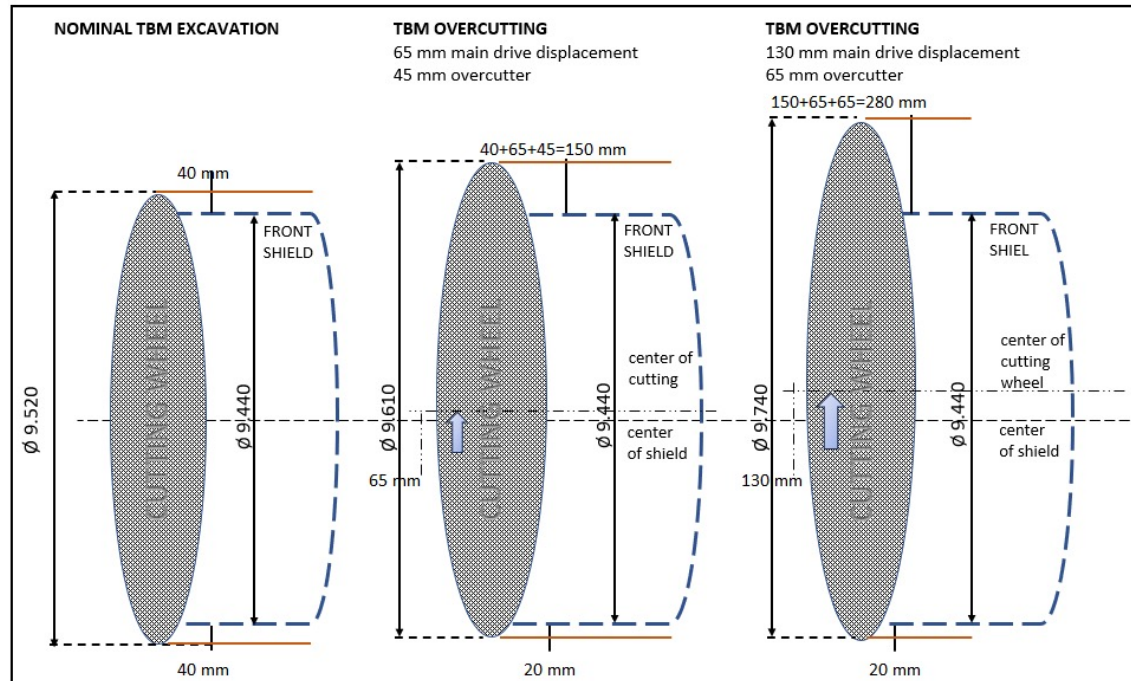


D.3.1 – CONICITA' SCUDI

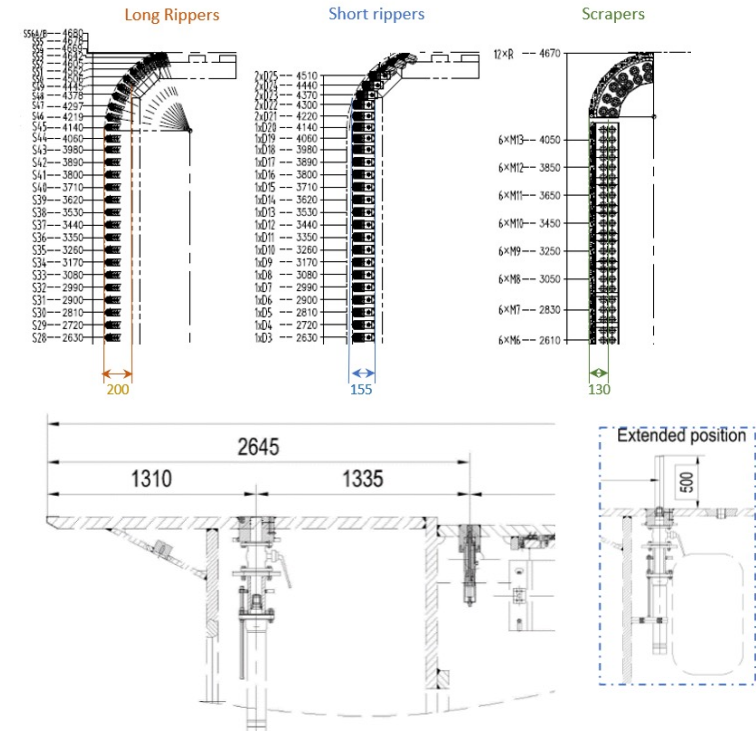


CONICITA' SCUDI FINO A 100 mm sul raggio.

D.3.1 – SCHEMI DI SOVRASCAVO E SENSORISTICA SCUDI

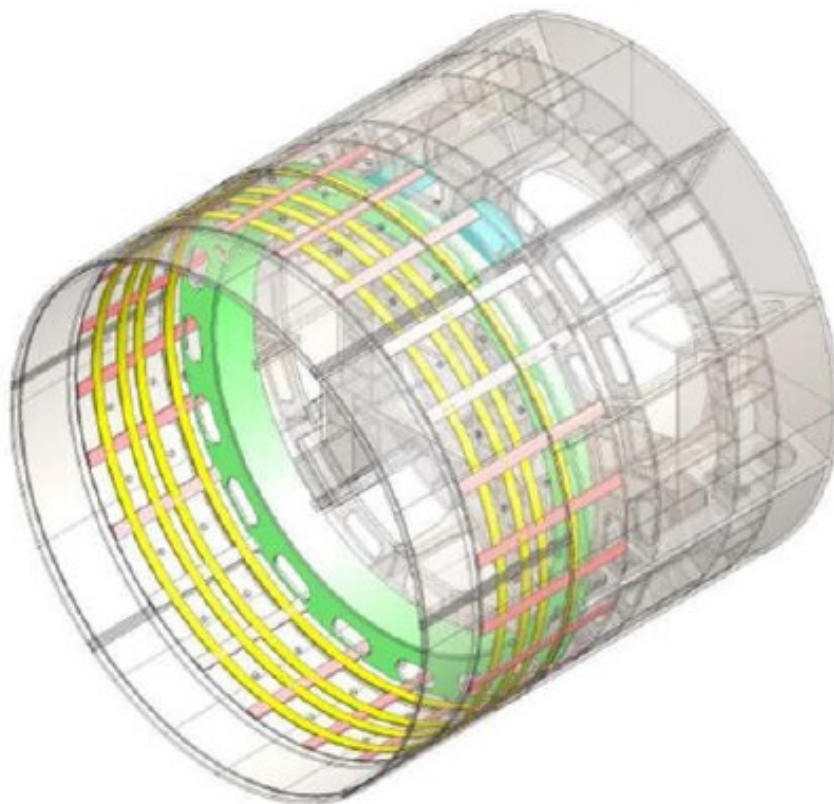


SOVRASCAVO FINO A 130 mm RISPETTO A SCUDO ANTERIORE

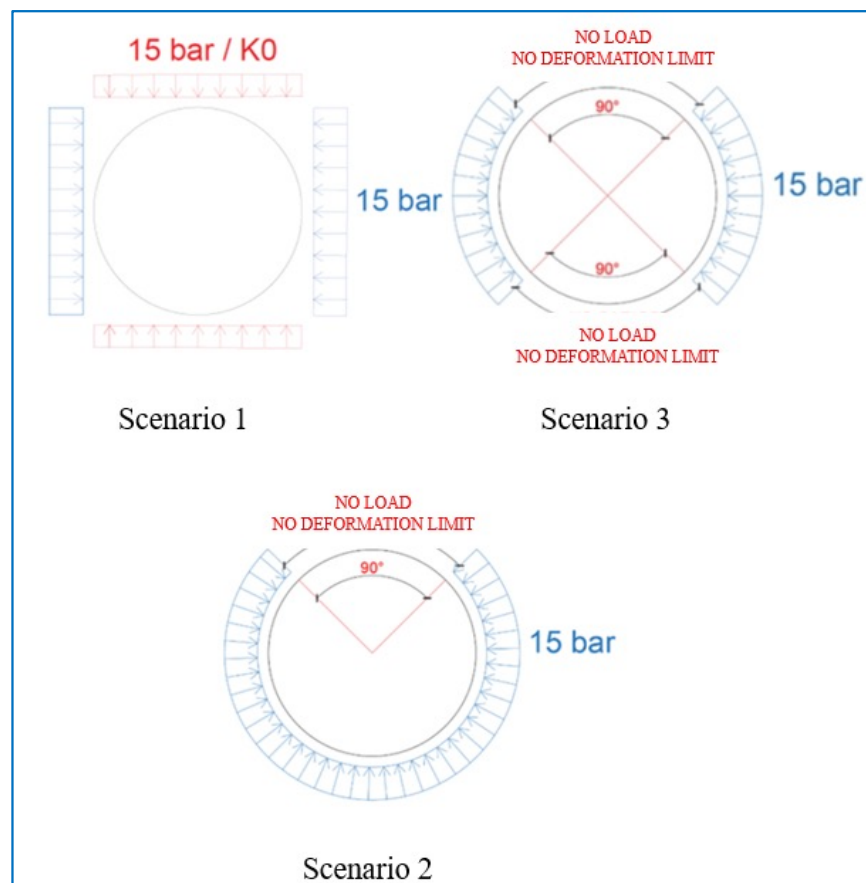


N° 3 Sensori di pressione e convergenza su ciascuno scudo

D.3.2 – SCUDO DI CODA Dimensionato per massimi carichi terreno

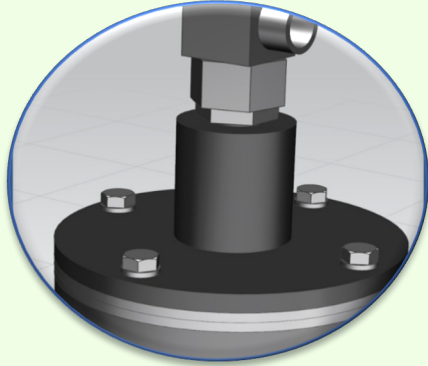


Scudo di coda dimensionato per massimi carichi carichi di progetto e condizioni limite



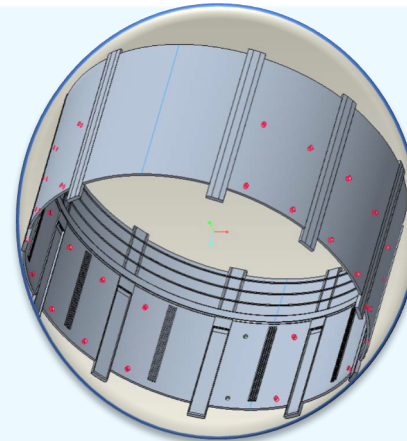
Verifica scudi anche con carichi fortemente anisotropi

D.3.2 – SISTEMA DI IDRODEMOLIZIONE STATICA E DINAMICA



IDRODEMOLIZIONE «*DINAMICA*»

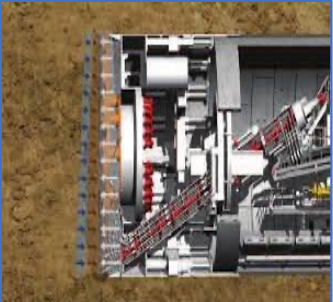
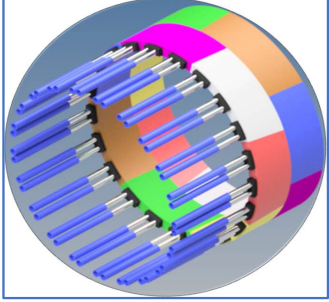
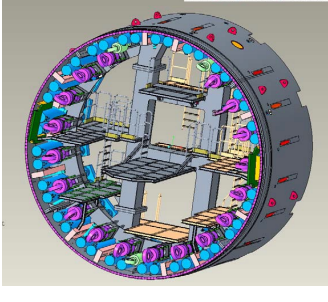
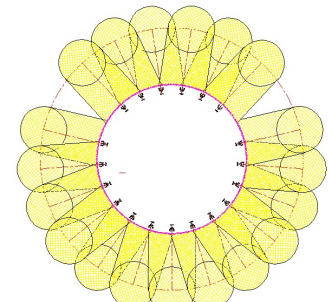
PERMETTE DI ESGUIRE UNA
IDRODEMOLIZIONE A 600 BAR DURANTE
LA FASE DI SCAVO/AVANZAMENTO
RIDUCE SOSTANZIALMENTE (CIRCA
DIMEZZA) LE SPINTE NECESSARIE
ALL'AVANZAMENTO



IDRODEMOLIZIONE STATICA

PERMETTE DI ESEGUIRE UNA
IDRODEMOLIZIONE A 1200 BAR CON TBM
IN STAND BY
LO SBLOCCAGGIO DELLO SCUDO E'
CONSENTITO QUASI IN OGNI SITUAZIONE

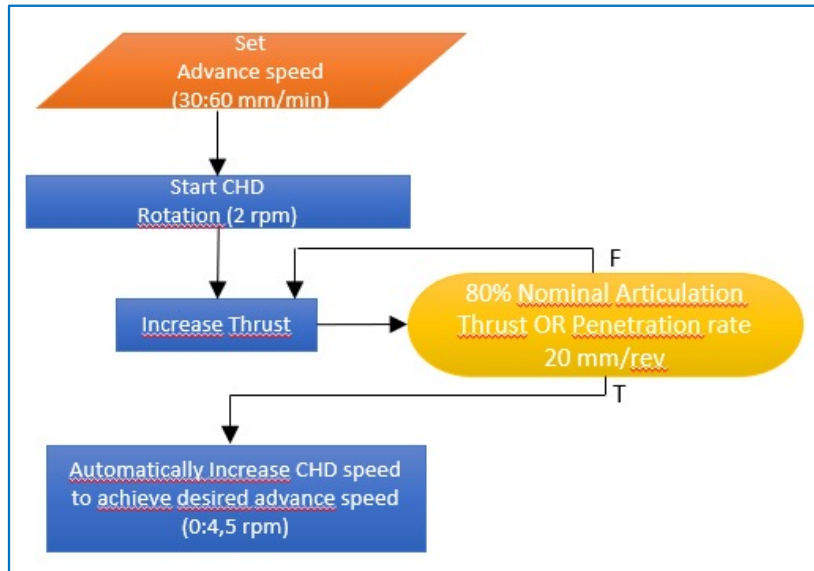
D.3.3 – ALTRE MISURE PER TERRENI CONVERGENTI

MODALITA' EPB CON FRONTE IN PRESSIONE	CONTINUOS MINING	INIEZIONE BENTONITE SCUDI	PRE TRATTAMENTI AL FRONTE
CONTRIBUISCE A STABILIZZARE IL FRONTE E RIDURRE LA CONVERGENZA SULLO SCUDO E' DIFFICILE DA MANTENERE IN FRONTE LAIPIDEI PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE DEVE LA PRESSIONE DEVE ESSERE RIDOTTA	AUMENTA AVAZZAMENTO E RIDUCE I TEMPI DI FERMO ALLE MASSIME SPINTE I CONCI DEVONO ESSERE ADEGUATAMENTE DIMENSIONATI	RIDUCE L'ATTRITO SCUDI TERRENO EFFICACIA LIMITATA RISPETTO AD IDRODEMOLIZIONE DINAMICA	MIGLIORA LE CARATTERISTICHE DEL TERRENO PRIMA DELLO SCAVO EFFICACIA LIMITATA IN TERRENI ARGILLOSI IL FERMO TBM PER LA LORO ESECUZIONE E' CRITICO IN TERRENI CONVERGENTI
			

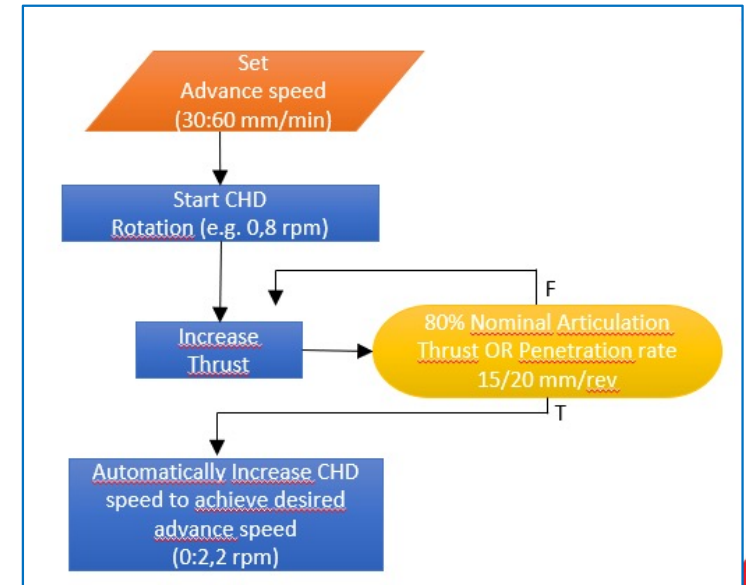
D.4 - ECO CRUISE SYSTEM

SISTEMA AUTOMATICO DI REGOLAZIONE PARAMETRI OPERATIVI DI SCAVO
PER OTTIMIZZARE AVANZAMENTO E MINIMIZZARE CONSUMI ELETTRICI

LOGICA OPERATIVA
OPEN MODE

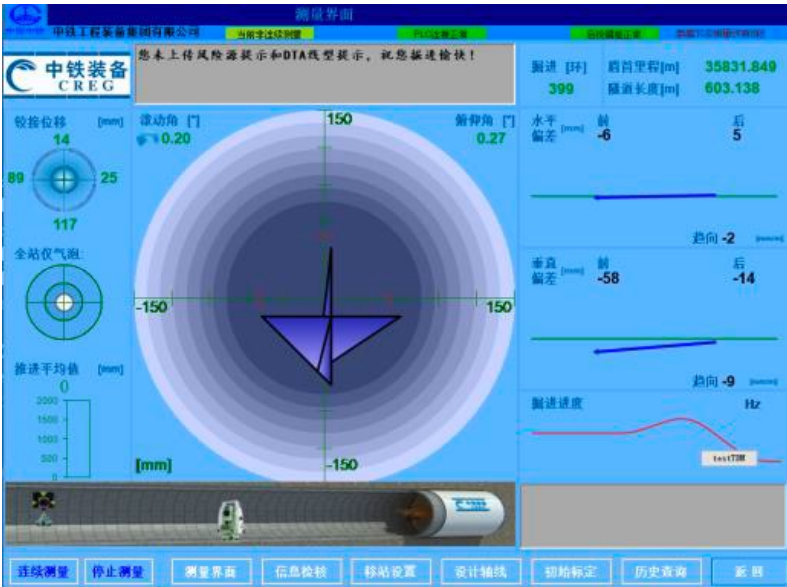


LOGICA OPERATIVA
MODALITA' EPB



D.5 - AUTOSTEERING

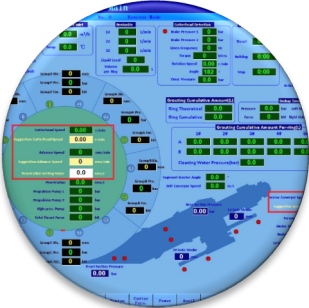
SISTEMA AUTOMATICO DI GUIDA DELLA TBM



**SVILUPPATO DA CREG VERRA' INSTALLATO SULLE TBM DA 13,4 M PER LA
SALERNO-REGGIO CALABRIA LOTTO 1a IN DUE MODALITA'**

- GUIDA ASSISTITA
- GUIDA AUTONOMA

D.6 – GREEN TBM - TARGET 20-25% riduzione consumi



AUTOMAZIONE PROCESSI

CONTINUOUS
MINING

ECO CRUISE
SYSTEM

CONTROLLO
AUTOMATICO
ON/OFF UTENZE

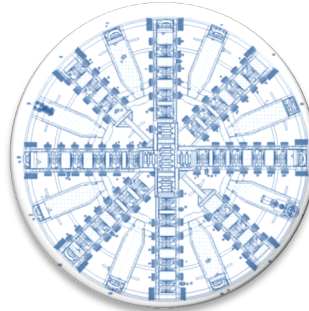


COMPONENTI AD ALTA EFFICIENZA

IE4 MOTORS

IE2 VARIATORI
FREQUENZA

TIER 2
TRANSFORMATORI



PROGETTO TBM

TESTE AD ALTA
EFFICIENZA

SISTEMA IDRAULICO
PROGRESSIVO

CORREZIONE
FATTORE DI POTENZA
FINO A 0.97



SOSTENIBILITA'

OTTIMIZZAZIONE
SISTEMA DI
RICIRCOLO ACQUA



MANUFACTURING

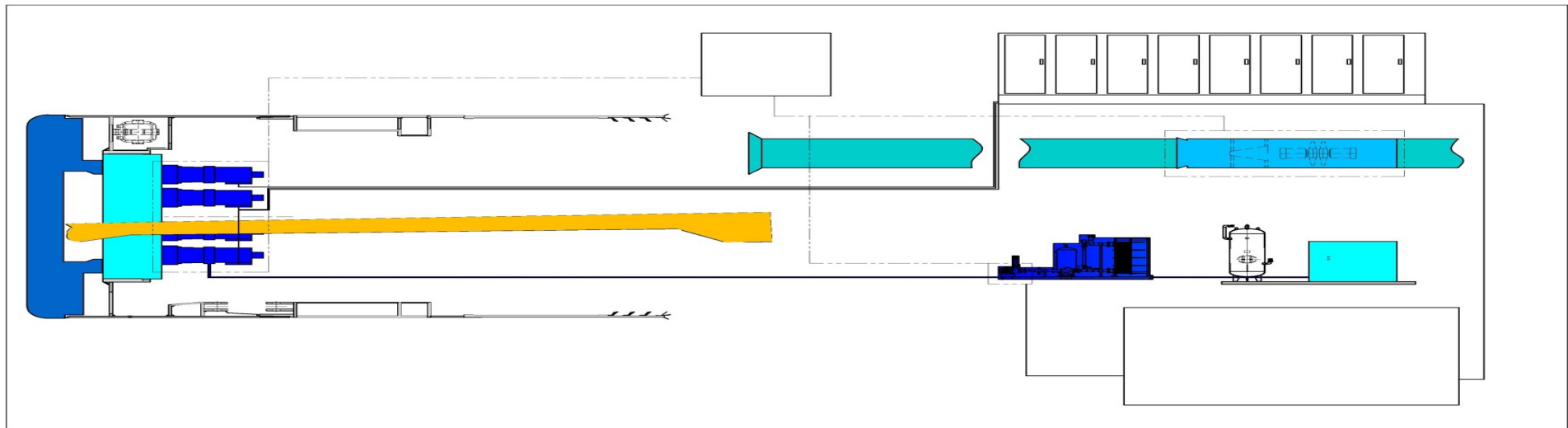
UTILIZZO ENERGIA
DA FONTI
RINNOVABILI

TRASPORTO CON
MEZZI A BASSA
EMISSIONE

RIUTILIZZO
COMPONENTI E
RICICLO ACCIAIO

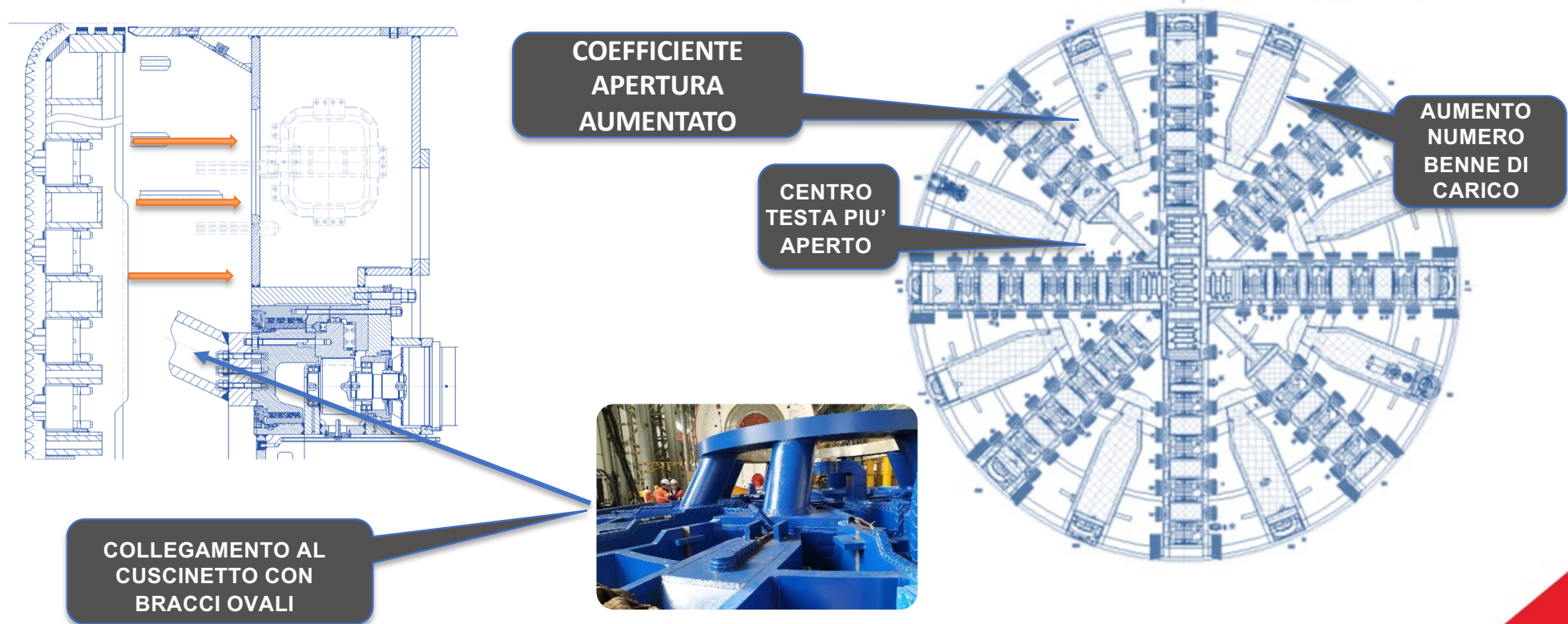
D.6.1 – CONTROLLO AUTOMATICO ON/OFF UTENZE

IL PLC DELLA TBM ACCENDE E SPEGNE LE UTENZE ELETTRICHE DEI DIVERSI SISTEMI DELLA TBM IN ACCORDO CON LE FASI DI LAVORO.



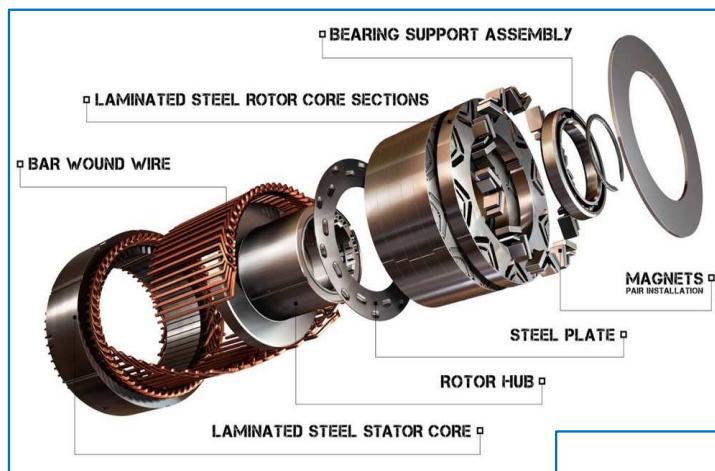
D.6.2 – DISEGNO TESTA AD ALTA EFFICIENZA

DISEGNO TESTA OTTIMIZZATO PER RIDUZIONE ATTRITI DI ROTAZIONE E MIGLIORAMENTO FLUSSO MATERIALE DAL FRONTE A CAMERA DI SCAVO

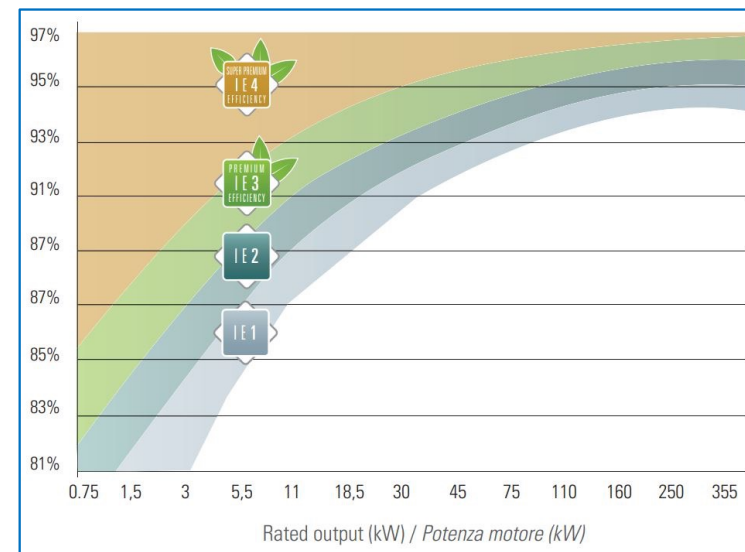


D.6.3 – MOTORI AD ALTA EFFICIENZA

MOTORIZZAZIONE ELETTRICHE DI CLASSE IE 4 E PER PRIMA VOLTA, SU ALCUNE DELLE TBM, VERRANNO UTILIZZATI MOTORI A MAGNETI PERMANENTI, CON UNA MAGGIORE EFFICIENZA IN PARTICOLARE AI CARICHI INTERMEDI.



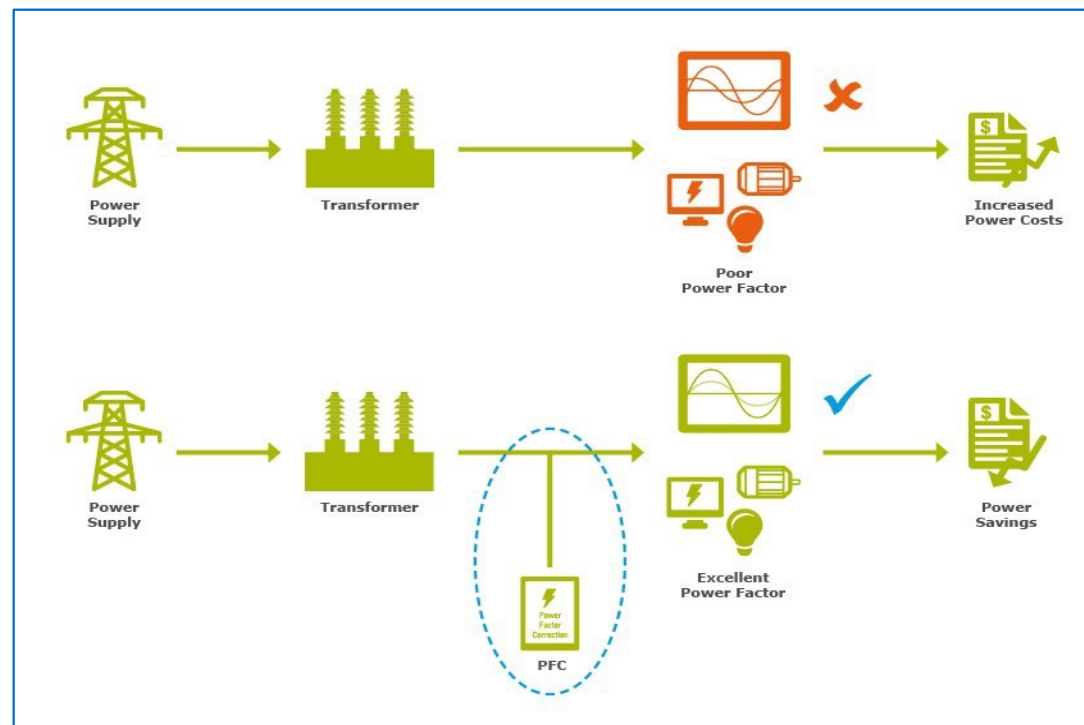
Esploso motore a magneti permanenti



CURVE CONFRONTO EFFICIENZA MOTORI

D.6.4 – OTTIMIZZAZIONE FATTORE DI POTENZA

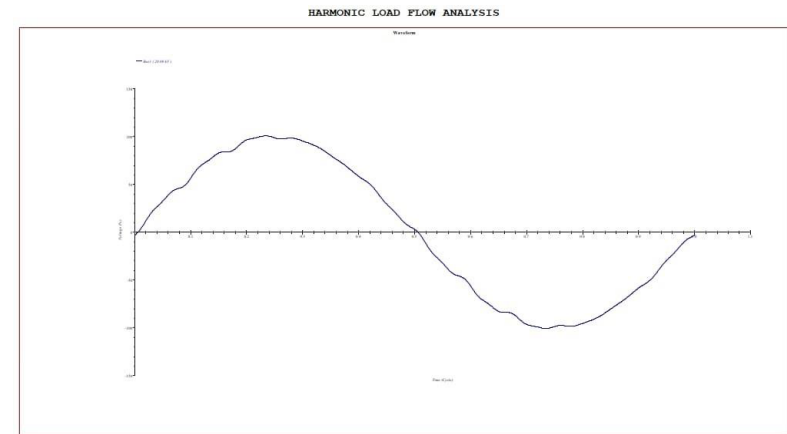
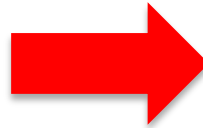
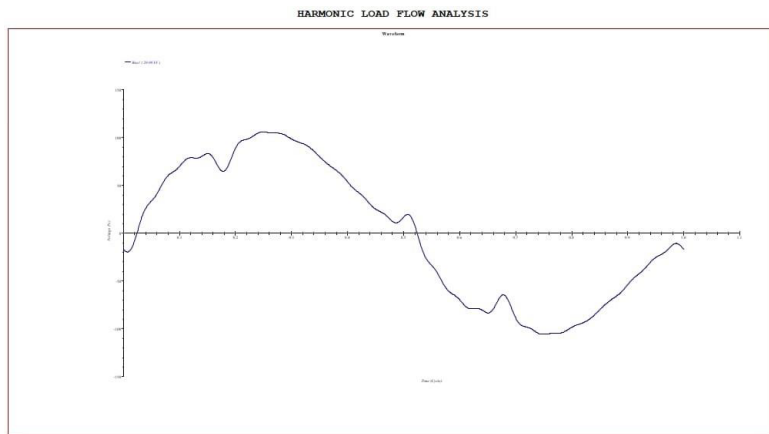
L'AUMENTO DEL FATTORE DI POTENZA RIDUCE LE CORRENTI CHE CIRCOLANO NELLA RETE, RIDUCENDO L'ENERGIA PERSA E LO STRESS TERMICO DEI COMPONENTI.



D.6.5 – RIDUZIONE ARMONICHE

LA PRODUZIONE DI ARMONICHE DEI SISTEMI ELETTRICI DELLA TBM AUMENTA LE PERDITE E PUO' INTERFERIRE COL BUON FUNZIONAMENTO DEGLI ALTRI CARICHI CONNESSI ALLA RETE.

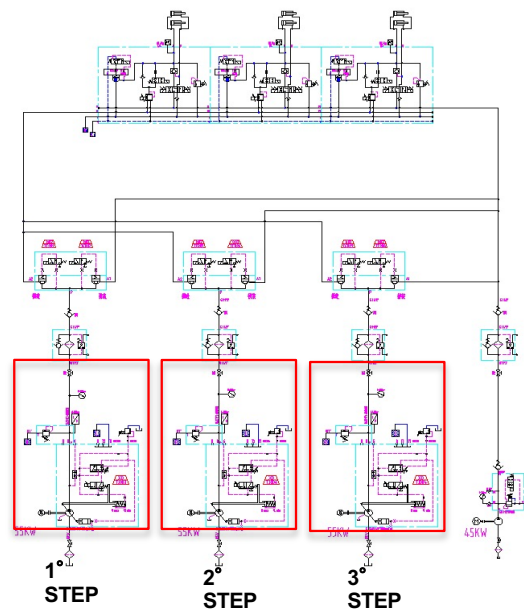
L'IMPIEGO DI FILTRI E COMPONENTI SPECIALI RIDUCE IL CONTENUTO DI ARMONICHE SOTTO IL 10% RIDUCENDO CONSUMI E AUMENTANDO LA POWER QUALITY DELL'ENERGIA CONSUMATA.



RIDUZIONE ARMONICHE NELLA CORRENTE ALTERNATA

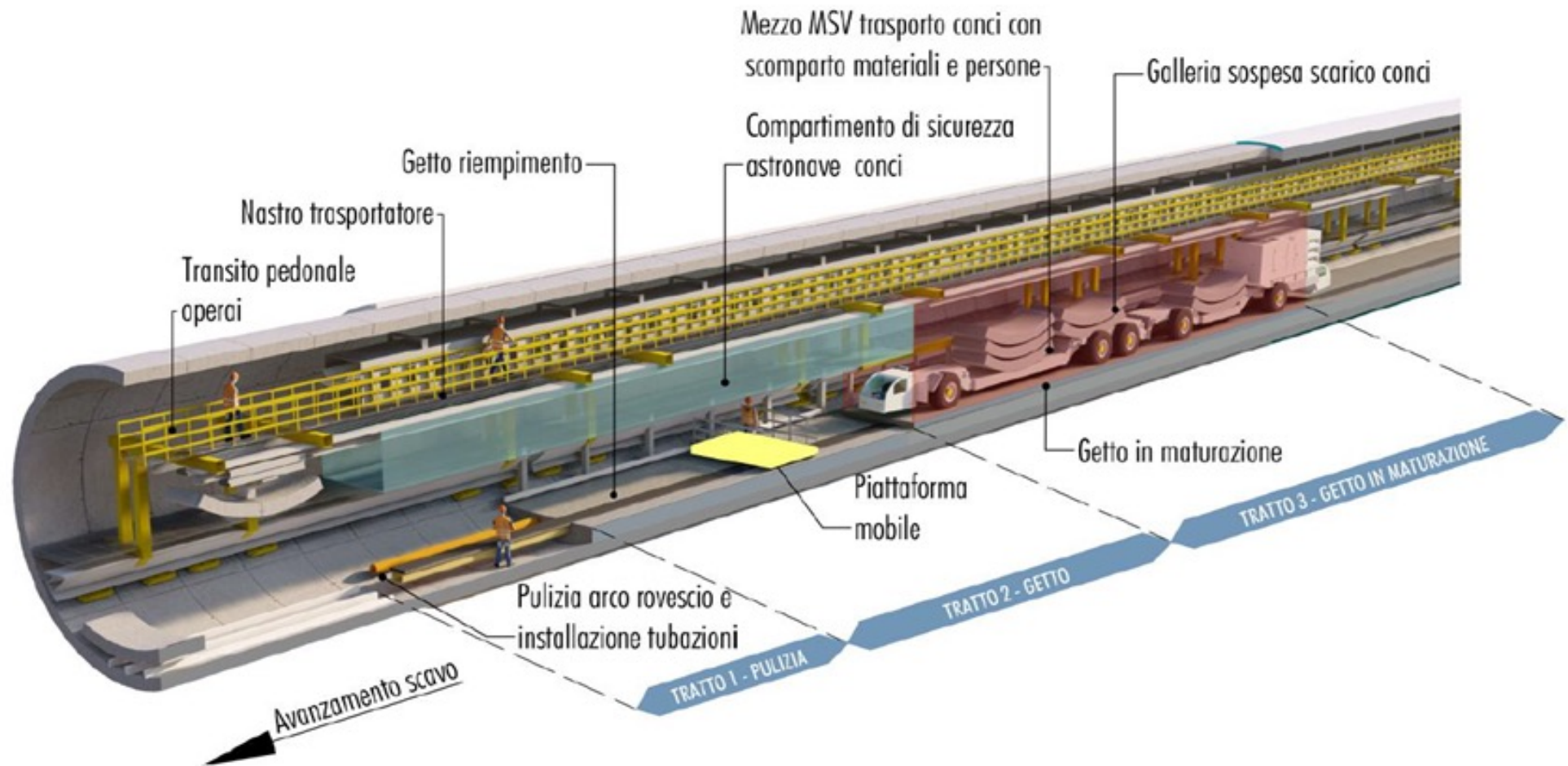
D.6.6 – CIRCUITO IDRAULICO AD AZIONAMENTO PROGRESSIVO

IL PLC DELLA TBM ACCENDE PROGRESSIVAMENTE LE POMPE DEL CIRCUITO OLEODINAMICO IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI DI UTILIZZO, CHE GENERALMENTE SONO DELL'ORDINE DEL 50% DELLA CAPACITA' MASSIMA.

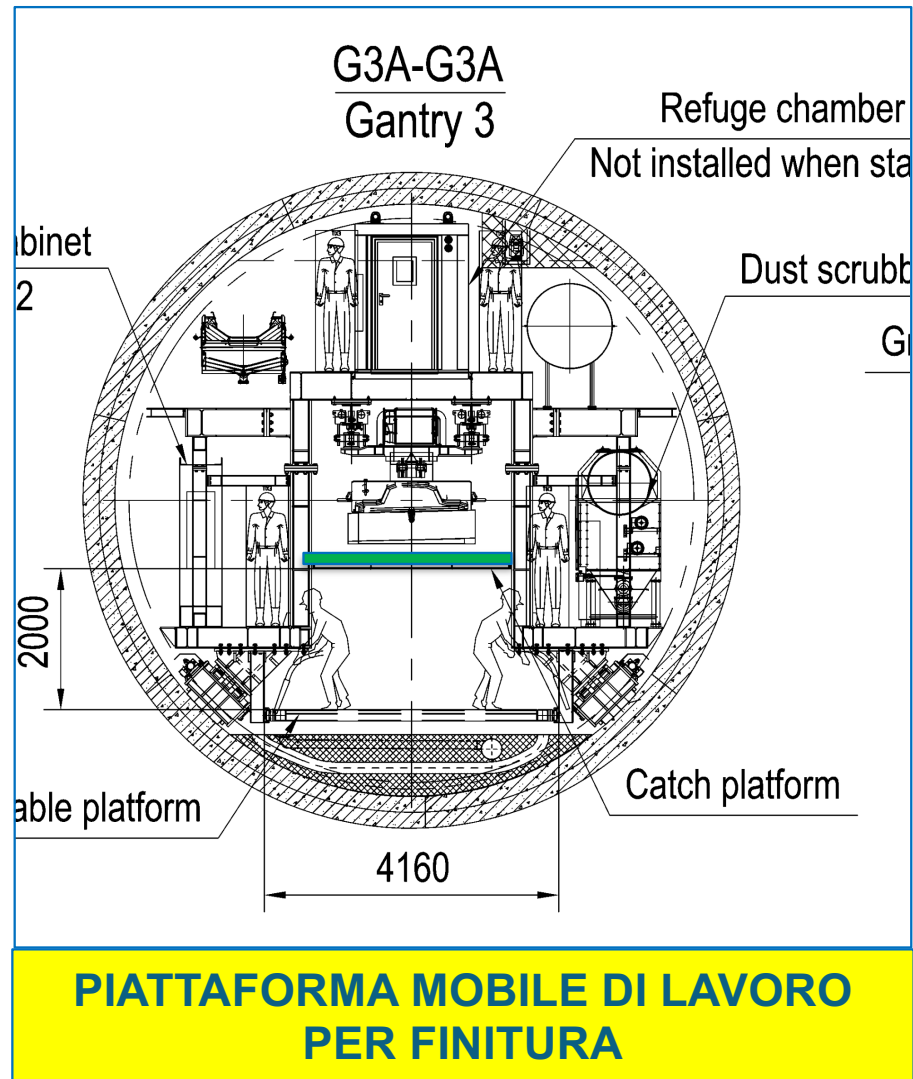
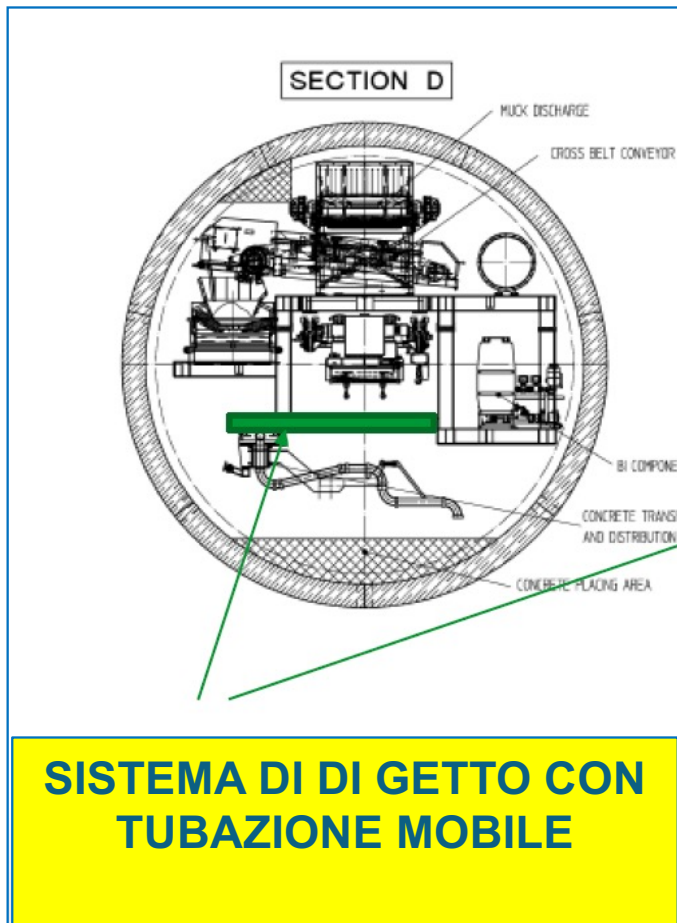


**LE POMPE SONO ATTIVATE
IN STEP SUCCESSIVI**

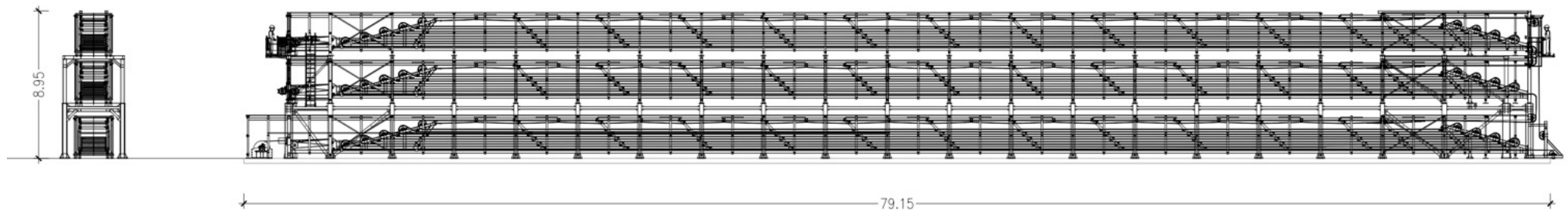
D7 – SISTEMA DI GETTO CONTINUO INVERT (CILS)



D7.1 – DETTAGLI ESECUTIVI CILS



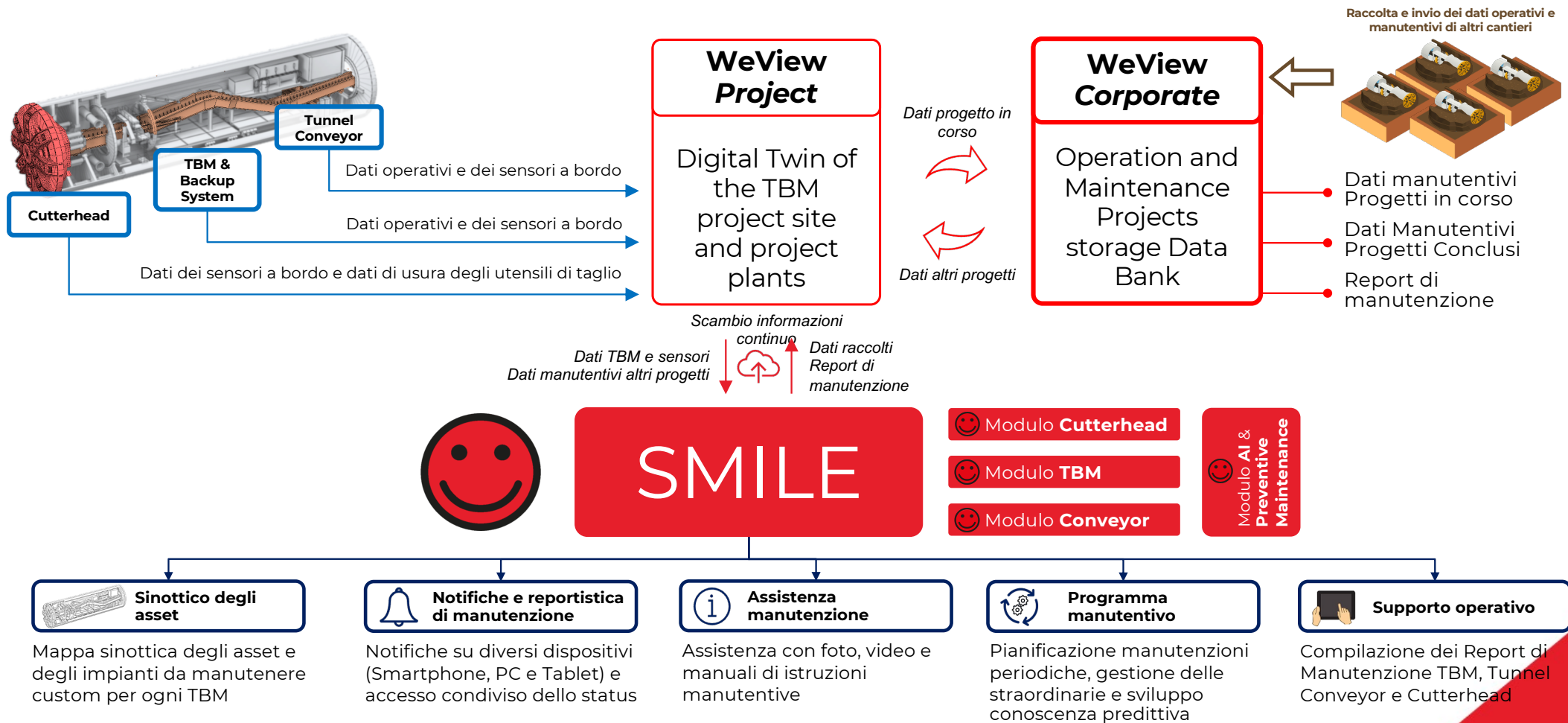
D8 – SISTEMA TRIPLE DECK PER ESTENSIONE NASTRO



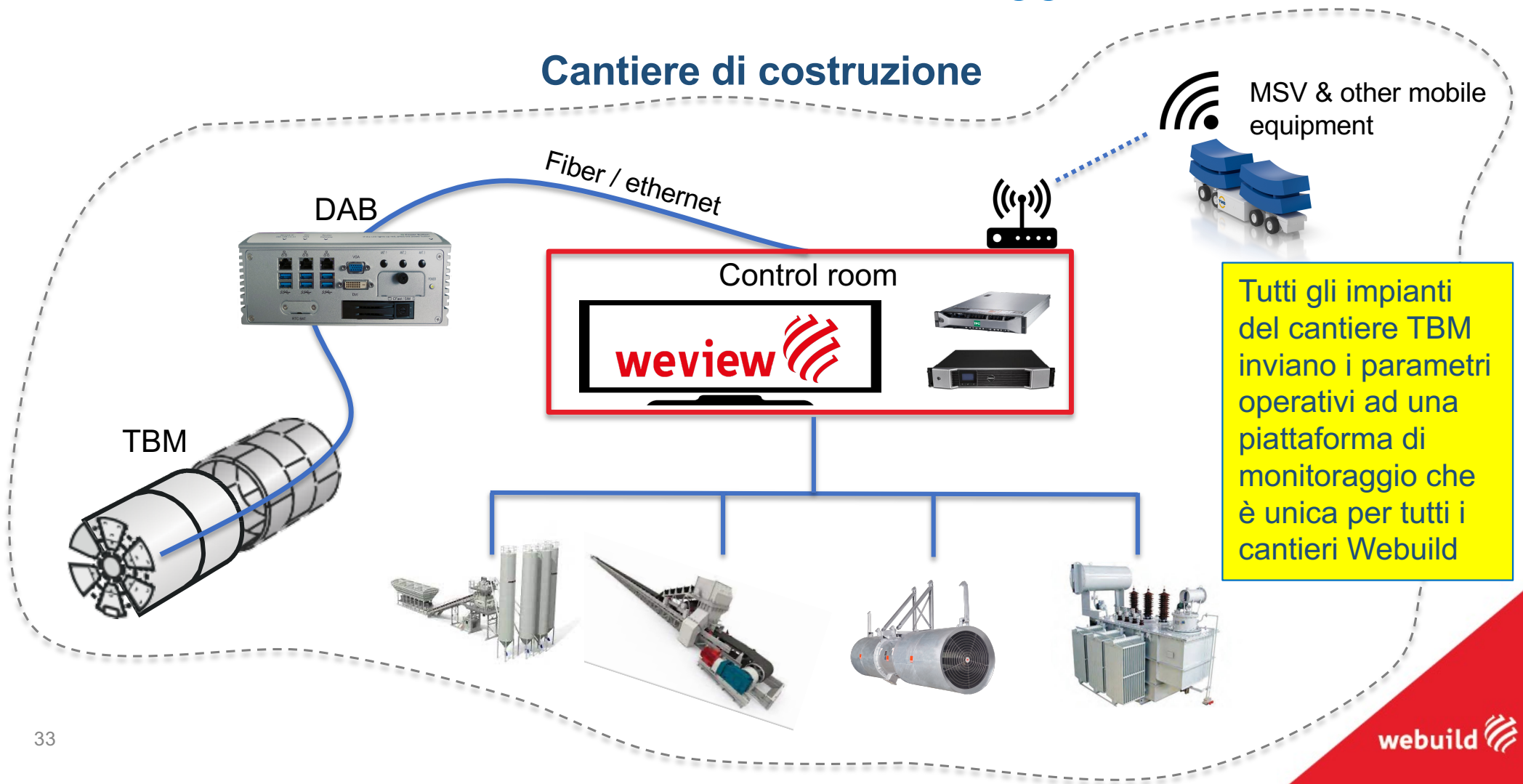
MAGAZZINO DI NASTRO A TRIPLE DECK PER ESTENSIONE NASTRO TUNNEL OGNI 750 METRI.

IMPORTANTE PER RIDURRE IL NUMERO DI SOSTE NEI TERRNI CRITICI E MASSIMIZZARE GLI AVANZAMENTI MENSILI.

D.9 – SMILE-SISTEMA DI MANUTENZIONE PREDITTIVA



D.10 - **Weview**; Piattaforma IT di monitoraggio cantieri TBM



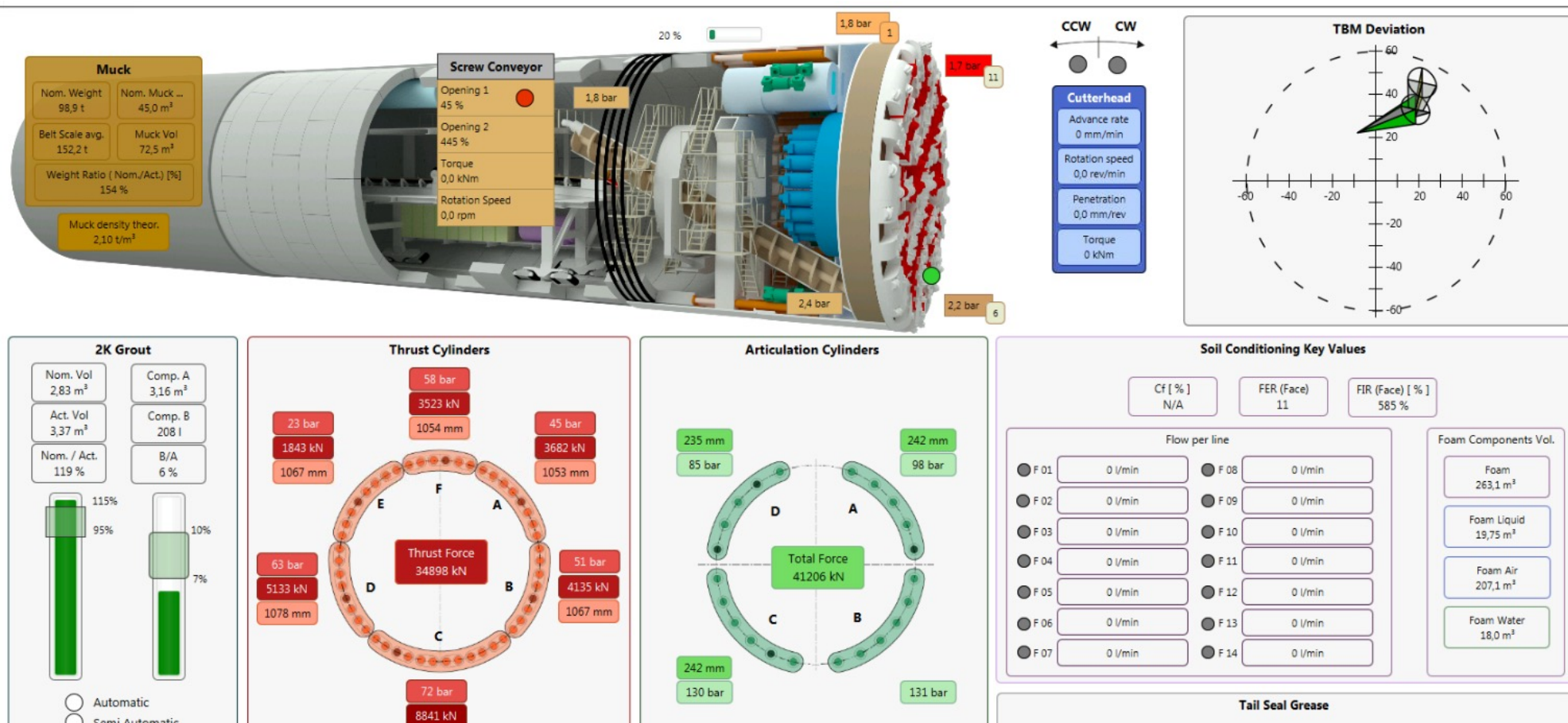
D10.1- **Weview**; Visualizzazione in tempo reale

I PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO TBM E DI TUTTI GLI IMPIANTI DI CIASCUN CANTIERE WEBUILD SONO ACCESSIBILI IN TEMPO REALE SU

- **Smartphones & tablets** con app dedicate
- **PC** con accesso internet al sito
- **Control rooms** in ciascun cantiere e in sede
- **Show rooms** scopo divulgativo o didattico



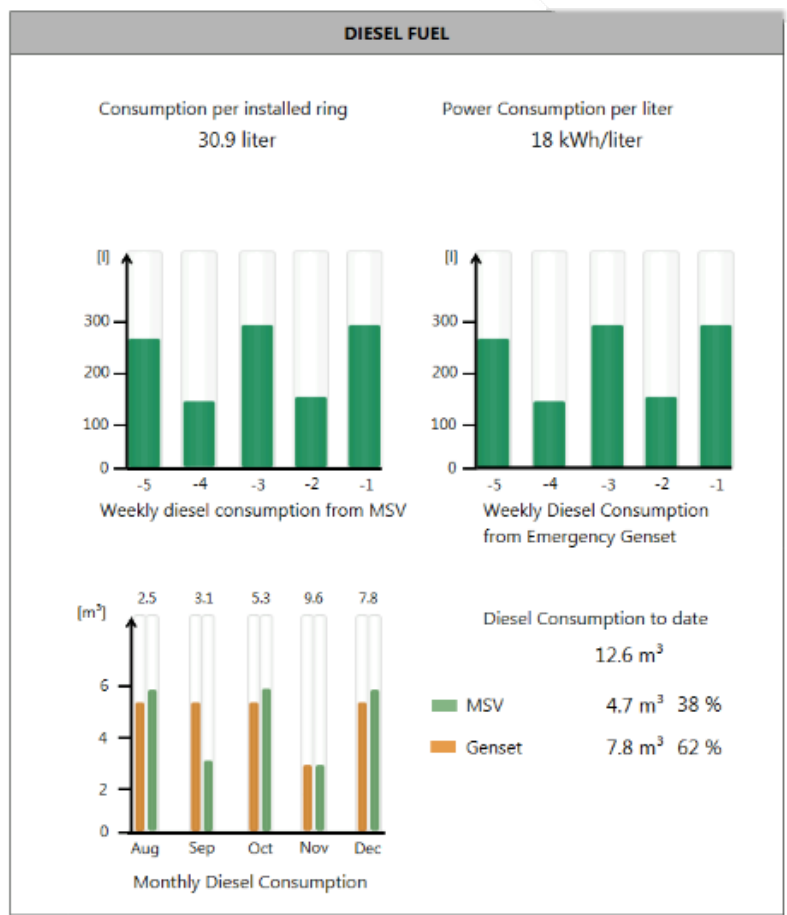
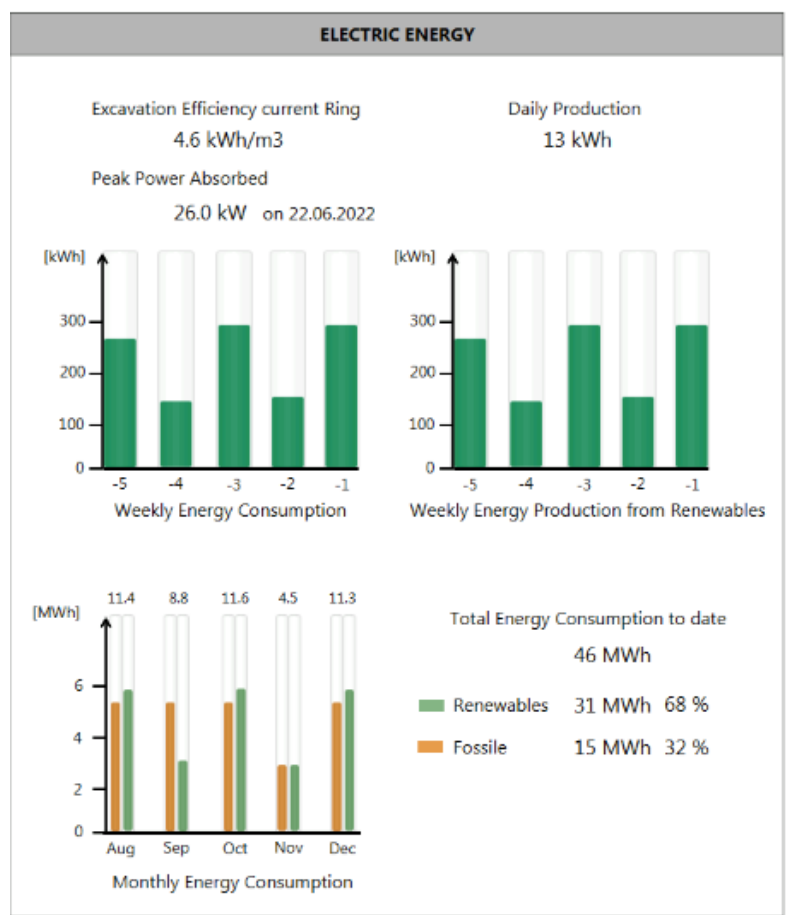
D10.2- Weview; Dashboard TBM



D10.3- Weview; Dashboard Consumi Elettrici



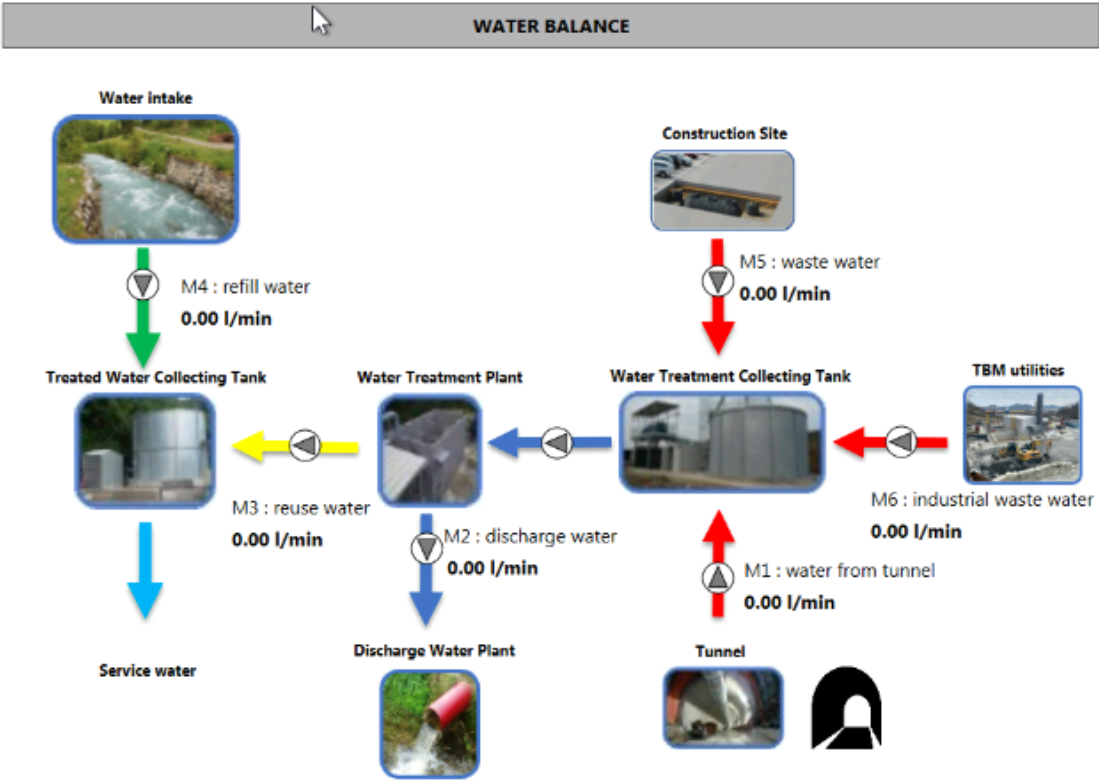
Last Update
2022-12-15 13:00:00



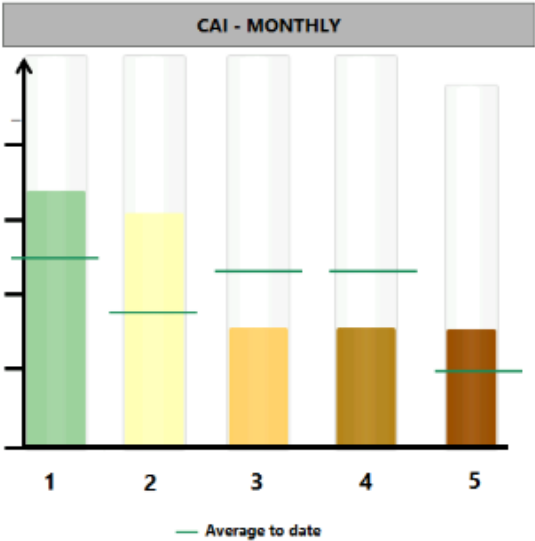
D10.4- Weview; Dashboard Water Balance



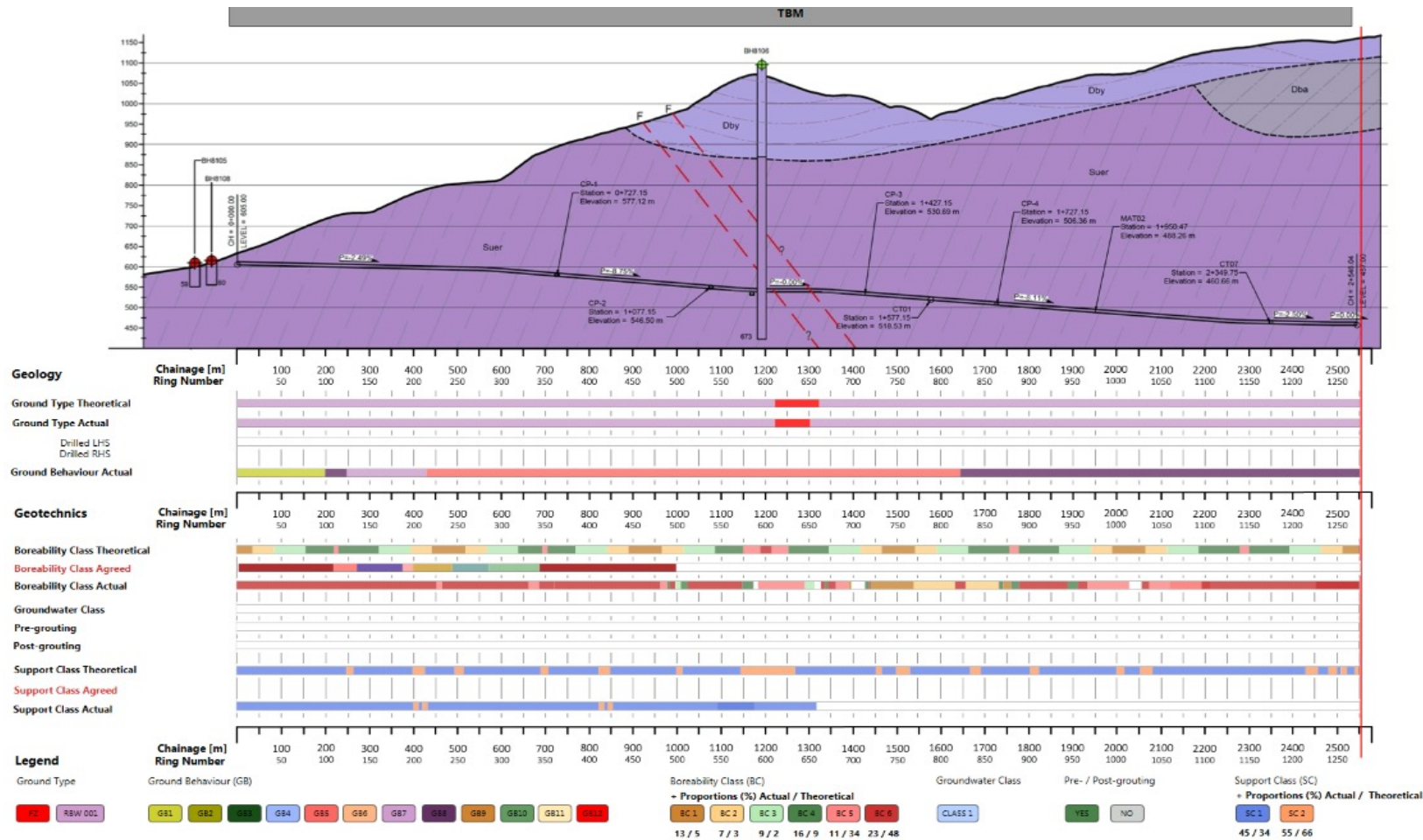
Last Update
2022-12-15 10:00:00



CAI - WATER EFFECTIVENESS CLASS			
M1 + M5 + M6 : different from 0		CAI	DAY
M4 = 0	1	1	15
M4 < (10% M3)	2	2	2
(10% M3) < M4 < (40% M3)	3	3	7
(40% M3) < M4 < (80% M3)	4	4	4
M4 > (80% M3)	5	5	2



D10.5- Weview; Dashboard Geologia



D11- Roboplant- Fabbrica Robotica e Green



D11.1- Roboplant- Innovazioni Introdotte



ROBOTICA E AUTOMAZIONE

**70% OPERAZIONI
AUTOMATIZZATE**



SICUREZZA

**LASER
SCANNERS
CONTROLLO
PRESENZA
PERSONALE IN
AREE DI
RISCHIO**



SOSTENIBILITA'

**AUTOPRODUZI
ONE ENERGIA
(SOLARE)

AUTONOMIA
IDRICA AL 70%**



QUALITA'

**CONTROLLO
CURING NEL
CONCIO

VERIFICA
RESISTENZA
ALLO SCASSERO**



DIGITALIZZAZIONE

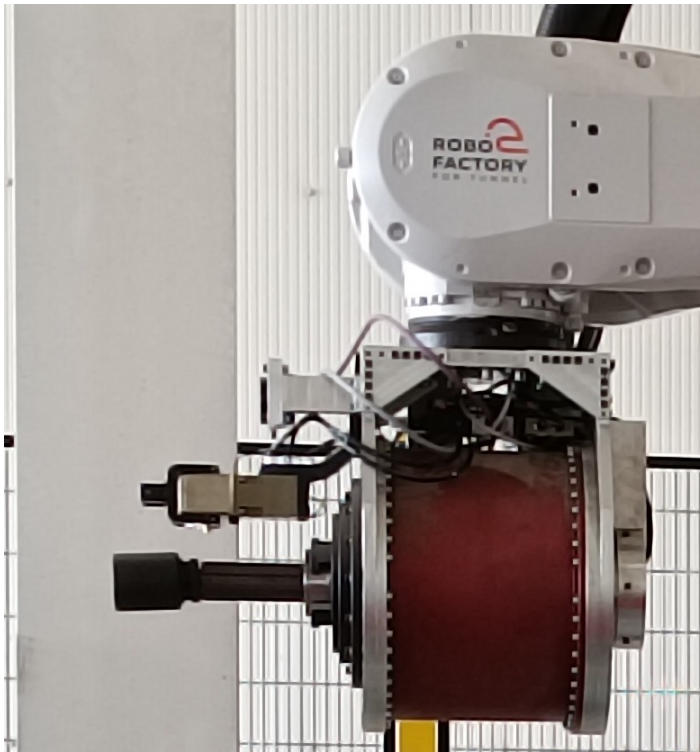
**SOFTWARE DI
CONTROLLO
PROCESSO
PRODUTTIVO E
STORAGE**

D11.2- Roboplant. Targets

				
Phase 1	+ 43% Produzione n.1 concio ogni 7 minuti contro 10 di fabbrica standard	- 43% Mandopera 7 persone per linea contro 10 fabbrica standard	70% Autonomia idrica Riciclo acque lavorazione, utilizzo acque piovane	40 % Energia autoprodotta Con Pannelli Fotovoltaici
Phase 2	+ 250 % Produzione n.1 concio ogni 4 minuti contro 10 di fabbrica standard	- 50% Mandopera 5 persone per linea contro 10 fabbrica standard		
	PRODUZIONE	MANODOPERA	AMBIENTE	IMPRONTA CO2

D11.3- Roboplant- Robotica Avanzata

**AVVITATORE DIRECT DRIVE
PROGETTATO MASSIMA
SILENZIOSITÀ, CONTROLLO
OTTIMALE COPPIA SERRAGGIO**



**ALGORITMO CON CODICE PER
RICALIBRAZIONE AUTOMATICA
POSIZIONE SU IMPIANTI DI
PREFABBRICAZIONE**



D11.4- Roboplant- Autoproduzione e sostenibilita'



**AUTOPRODUZIONE ENERGIA
ELETTRICA E TERMICA PER
CIRCA 35% DEL FABBISOGNO**



**RICICLO ACQUE E UTILIZZO
ACQUE PIOVANE PER IL 70%
DEL FABBISOGNO**

**OTTIMIZZAZIONE CICLO DI
MATURAZIONE CON SENSORI
TEMPERATURA DIRETTA DEL
CALCESTRUZZO**

Caratteristiche di un pro olografo



REPORTING AUTOMATICO VIA EMAIL E APP SU TABLET

**BAR CODE CON CHIP IN
OGNI CONCIO E DATA
BASE STORICO INCLUSI
INTERVENTI QC/QA**

- Report di qualità
- Reports riparazioni
- Report fotografico
- Report rinforzo
- Report impianto betonaggio.
- Certificati per ogni concio
- Reports produzione
- Reports settimanale
- Documentaz. consegna
- Esportazione data base
- Misura ciclo maturazione

EXPORT DATA E INTEGRAZIONE



E.- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE



Thank you

