



Metropolitana di Torino – Linea 2

Focus Opere Civili

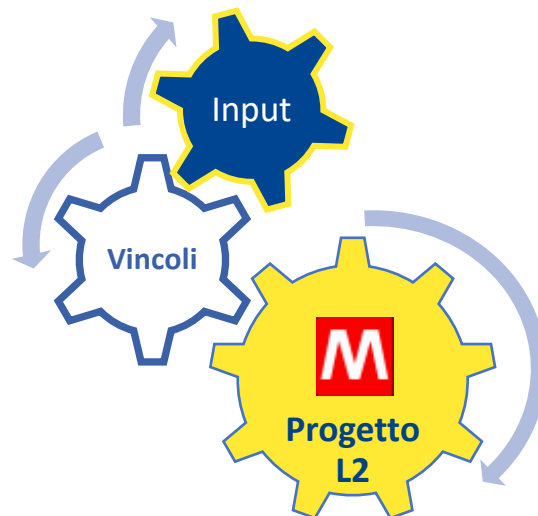
Infra.To | Responsabile Progettazione Opere Civili - Ing. Fabio Rizzo

Torino, 30 settembre 2024

**LASCIARE APERTA
L'INDIVIDUAZIONE
DEL SISTEMA E
DEL MATERIALE ROTABILE**

**OPERE E IMPIANTI CIVILI:
COMPATIBILI CON LE TIPOLOGIE
DI MATERIALE ROTABILE
«FERRO-GOMMA»**

**INVARIANTI:
TRACCIATO PLANIMETRICO
ED UBICAZIONE DELLE STAZIONI**



Ambiente

**Contesto storico-architettonico e
archeologico (centro storico)**

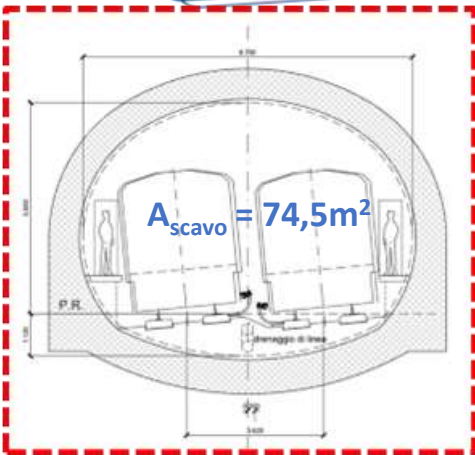
**Tessuto urbano: inserimento di
stazioni/pozzi/deposito**

**Edifici, preesistenze e reti di
pubblici servizi**

**Vincoli altimetrici: (St. FS
Rebaudengo/Fossata, trincerone, Fiume
Dora, Linea M1, binari FS Porta Nuova,
distanza dalle fondazioni $\geq 1,5\emptyset$)**

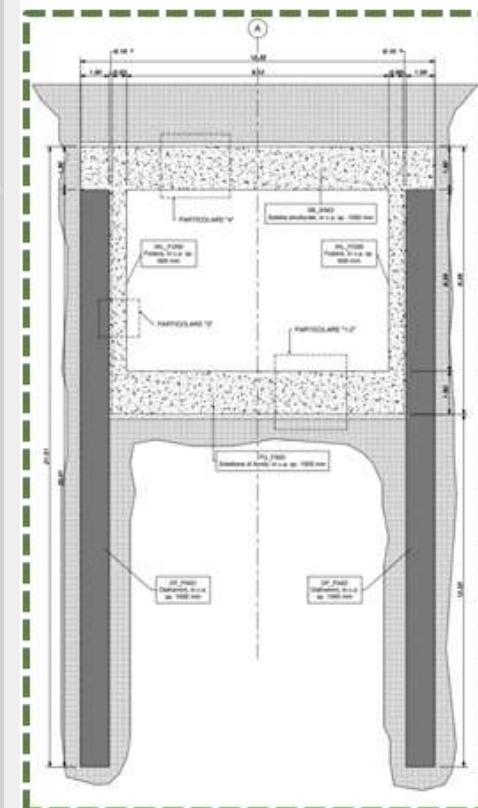
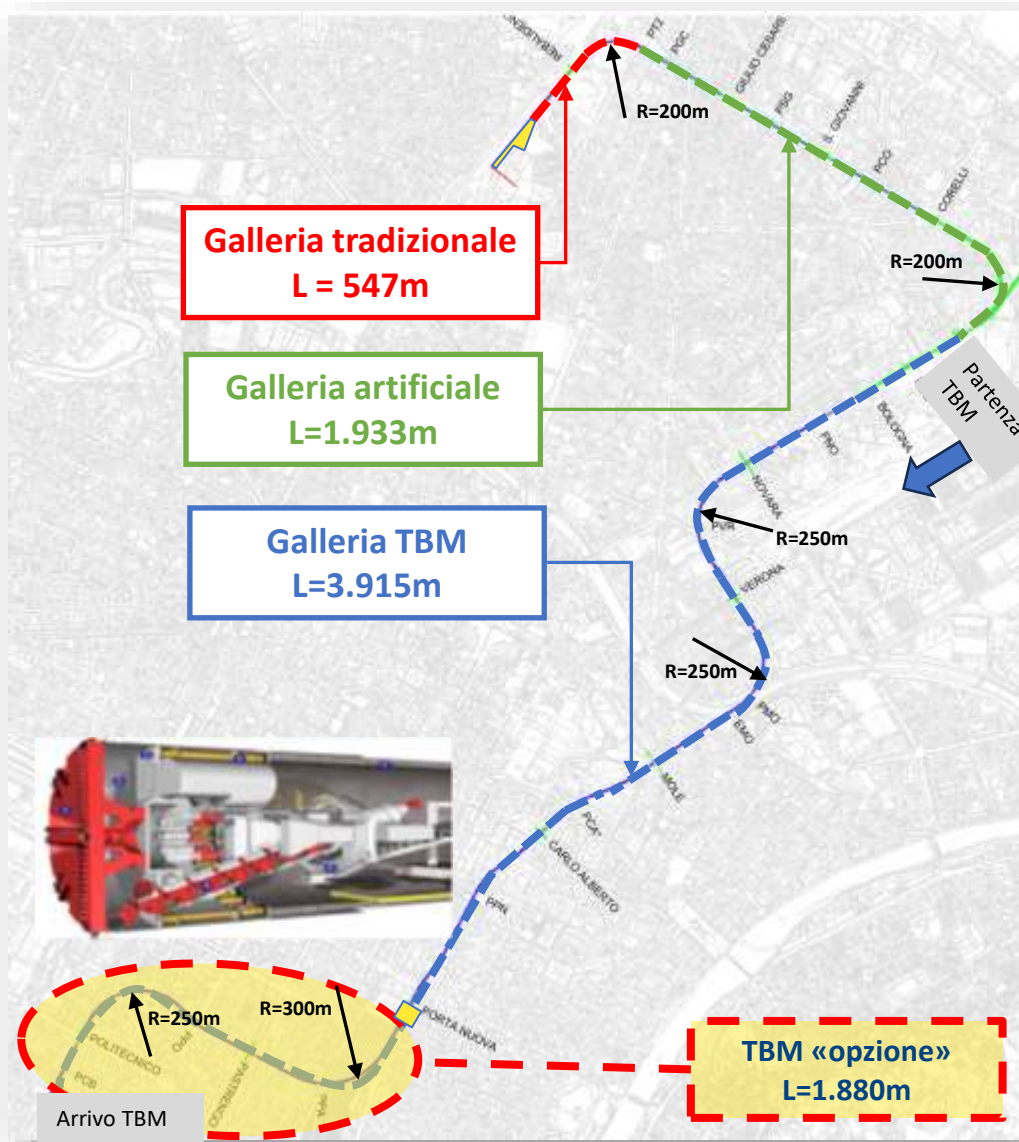
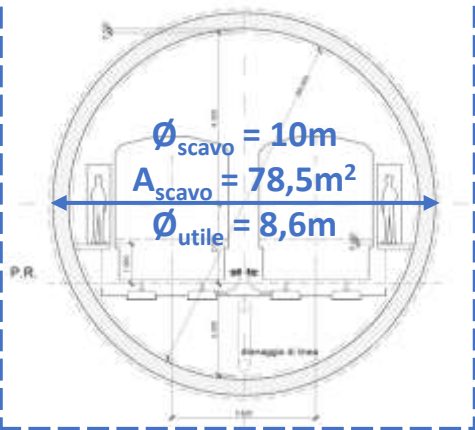
**Contesto geologico e
idrogeologico (salvaguardia base
dell'acquifero superficiale)**

- ☐ Lunghezza ≈ 10 km
- ☐ Raggio = 200-250m
- ☐ Pendenza long. = max 4%

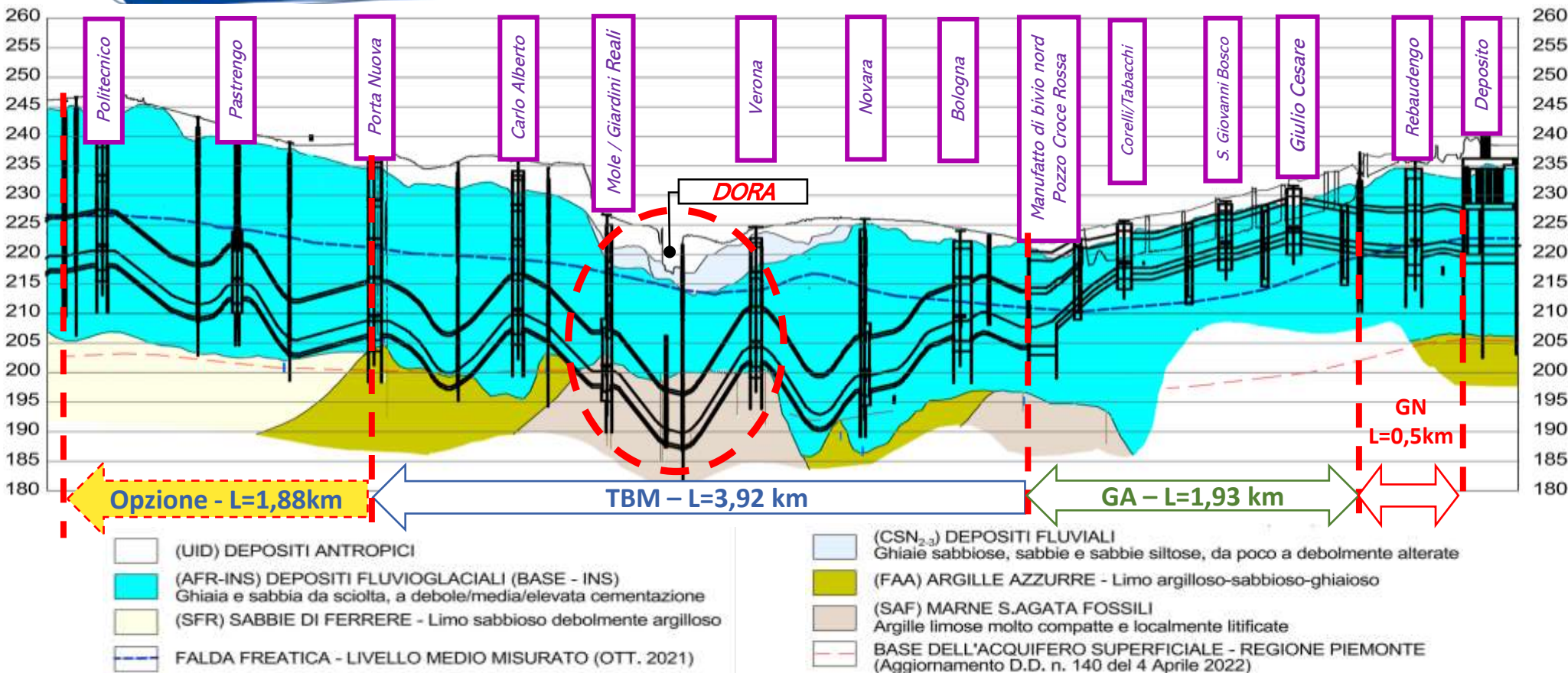


Galleria tradizionale

Galleria TBM



Galleria artificiale



PRINCIPALI CARATTERISTICHE

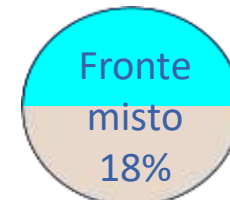
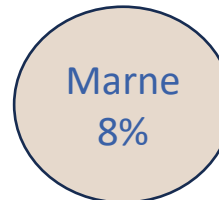
Copertura tunnel = 10-22m

Altezza piezometrica da calotta = 0-20m

Diametro di scavo = 10m → Sezione di scavo = 78,5 m²/m

Lscavo = 3,92 km (opzione = 1,88km – Totale = 5,80km)

FORMAZIONI GEOLOGICHE AL FRONTE



DEPOSITO/OFFICINA REBAUDENGO

VISTA LATO SUD EST



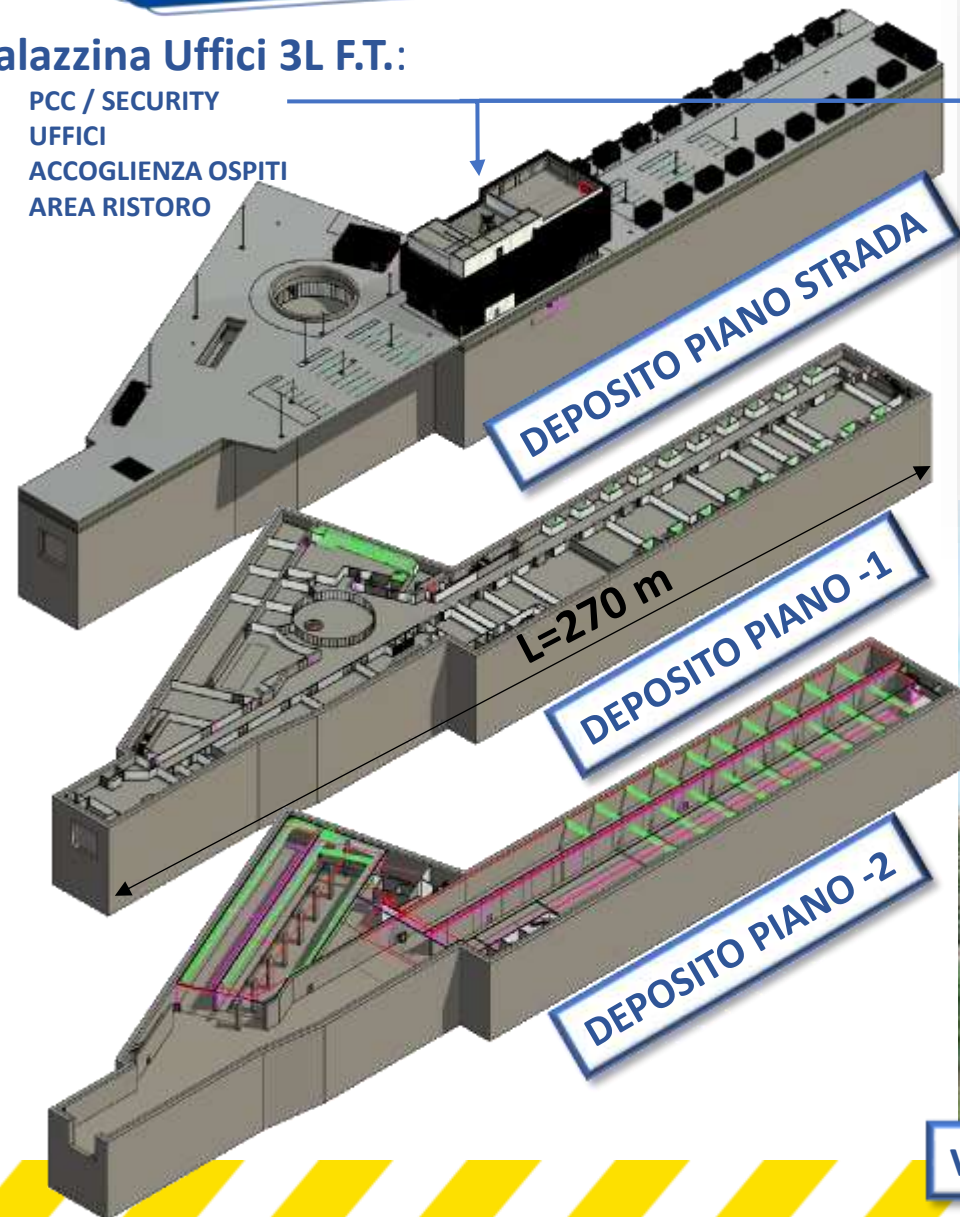
PALAZZINA UFFICI



VISTA LATO SUD OVEST

Palazzina Uffici 3L F.T.:

- PCC / SECURITY
- UFFICI
- ACCOGLIENZA OSPITI
- AREA RISTORO



DEPOSITO PIANO STRADA

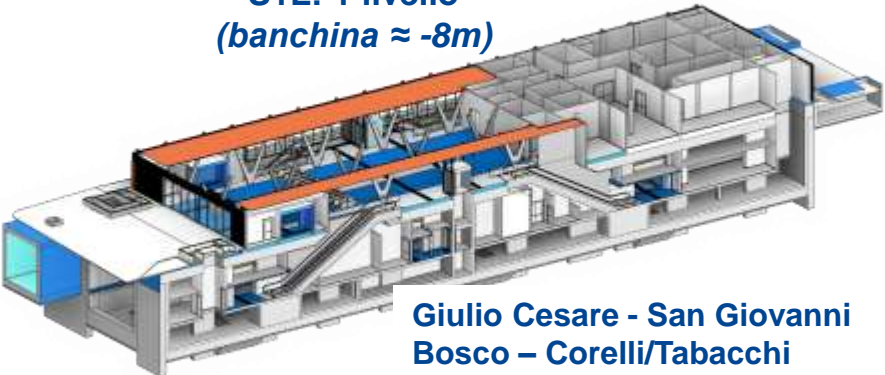
L=270 m
DEPOSITO PIANO -1

DEPOSITO PIANO -2

STAZIONI - 8 tipologie

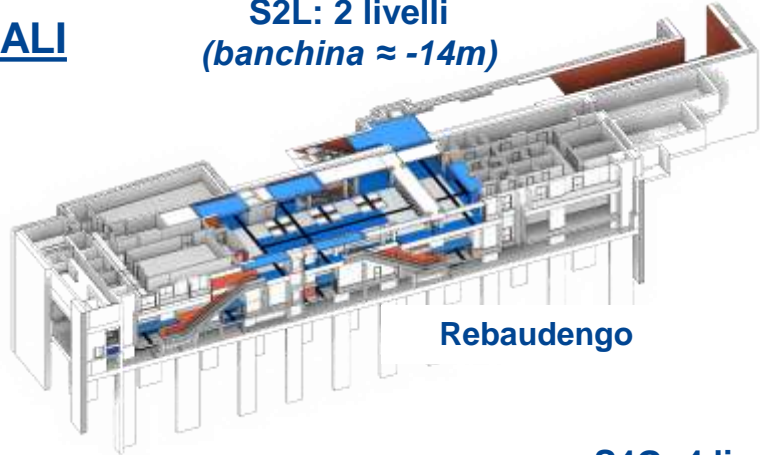
STAZIONI SUPERFICIALI

S1L: 1 livello
(banchina ≈ -8m)



Giulio Cesare - San Giovanni
Bosco - Corelli/Tabacchi

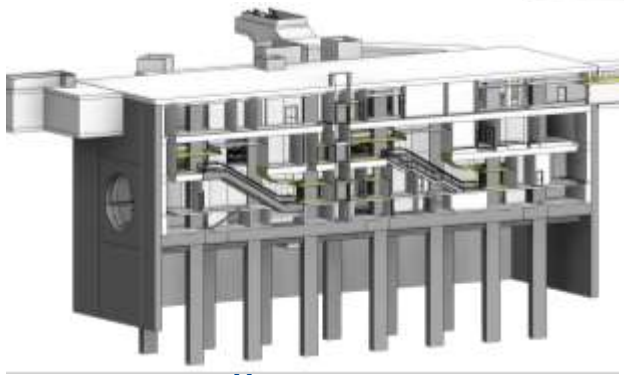
S2L: 2 livelli
(banchina ≈ -14m)



Rebaudengo

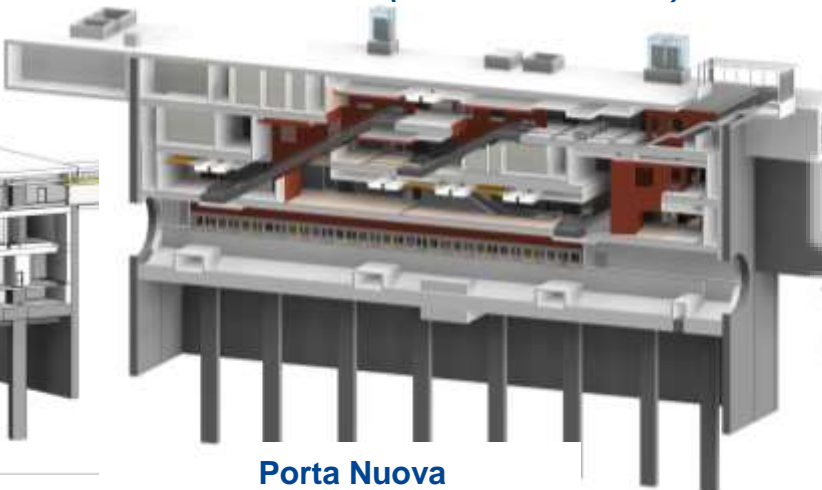
STAZIONI PROFONDE

S3L = 3 livelli
(banchina ≈ -19m)



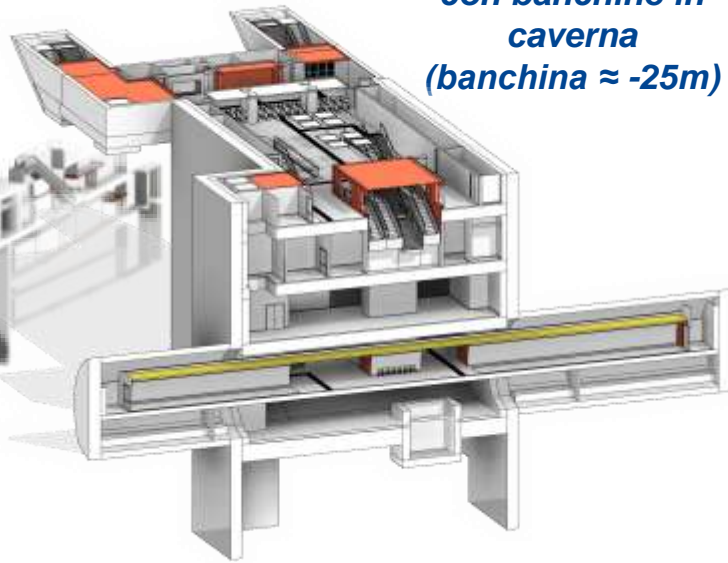
Verona

S4L = 4 livelli
(banchina ≈ -28m)



Porta Nuova

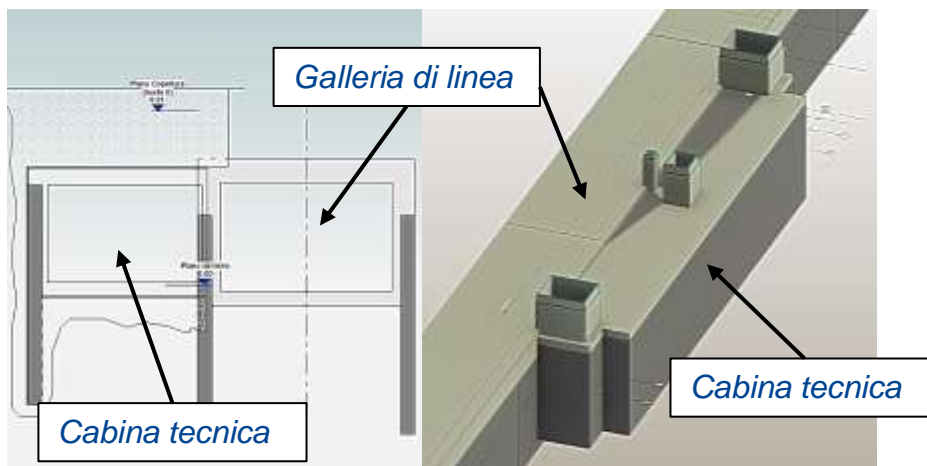
S4G: 4 livelli
con banchine in
caverna
(banchina ≈ -25m)



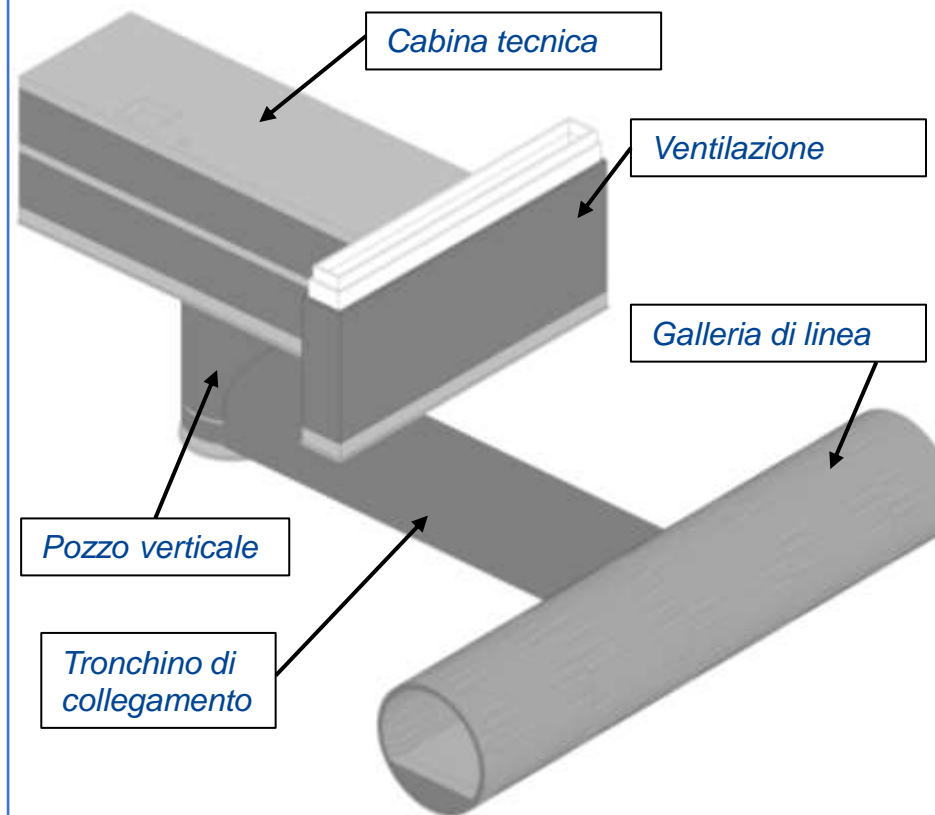
Stazioni Novara - Mole/Giardini
- Pastrengo



POZZI DI VENTILAZIONE O DI INTERTRATTA

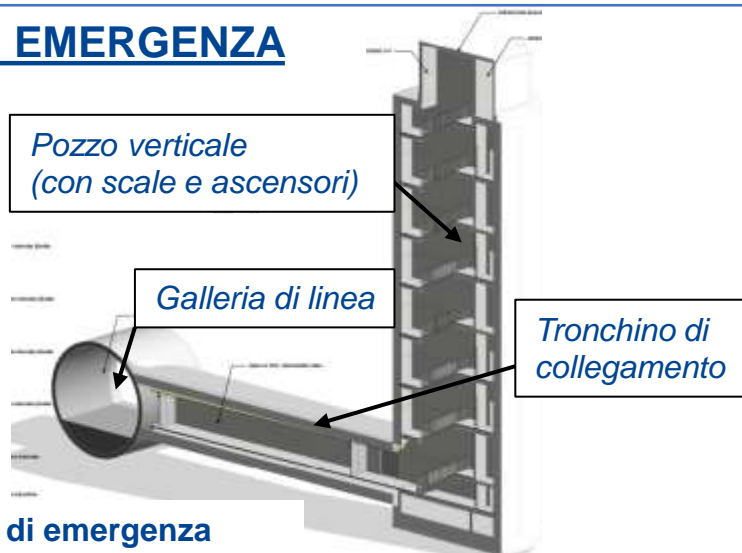


Tipo 1: Collegato alla galleria artificiale

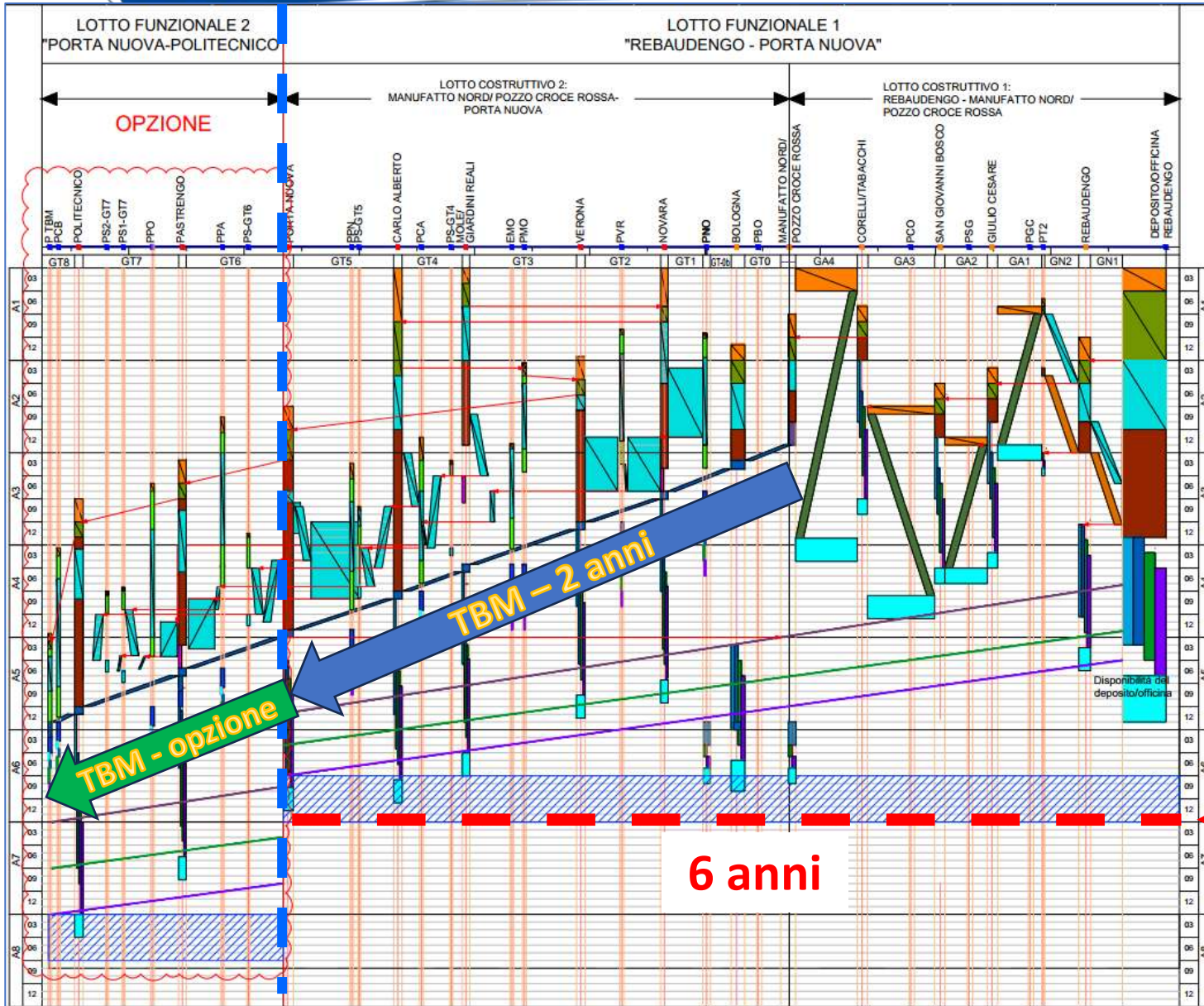


Tipo 2: Collegamento alla galleria naturale (TBM)

POZZI DI EMERGENZA



Tipo 3: Uscita di emergenza

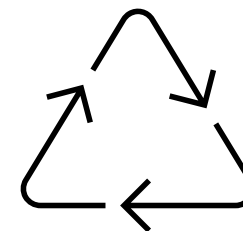
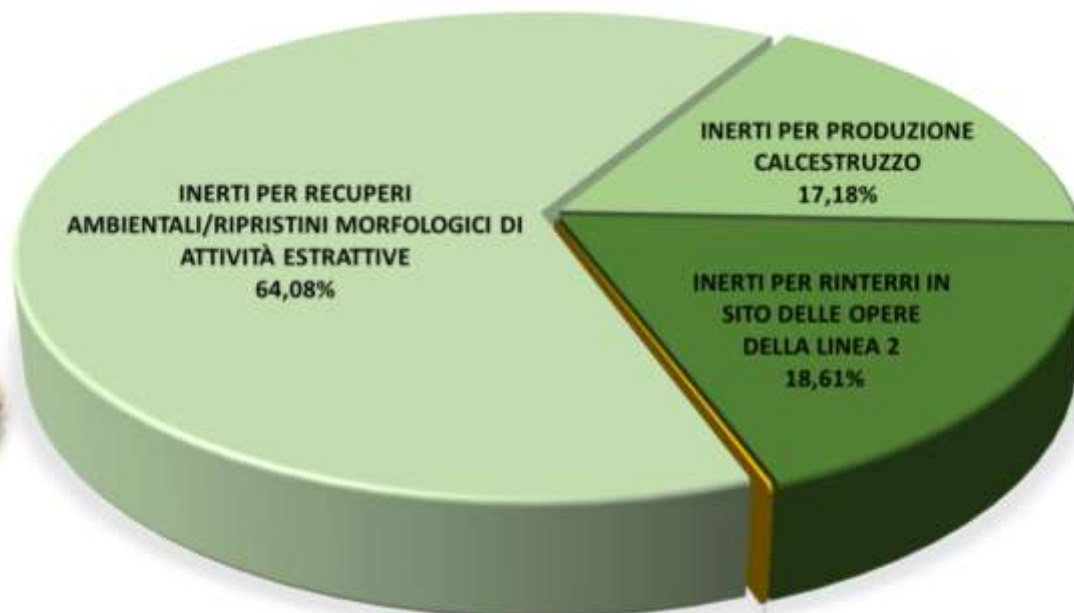


LEGENDA	
Cantiere + deviazione PP.SS.	
Trasporto, montaggio, calaggio e predisposizione lancio TBM	
Paratie	
Consolidamenti dalla superficie o con perforazioni teleguidate e/o da opere puntuali	
Approntamento opere civili fino alla soletta di fondo per TBM	
Caverne	
Pozzi: realizzazione opere necessarie prima del passaggio TBM	
Pozzi: realizzazione opere dopo il passaggio TBM	
Fine Opere Civili	
Impianti non di sistema	
Impianti di sistema	
Finiture	
Sistemazioni superficiali	
Galleria TBM	
Calcestruzzi di ricarica in galleria e armamento	
Impianti non di sistema galleria	
Impianti di sistema galleria	
Test-collaudi	



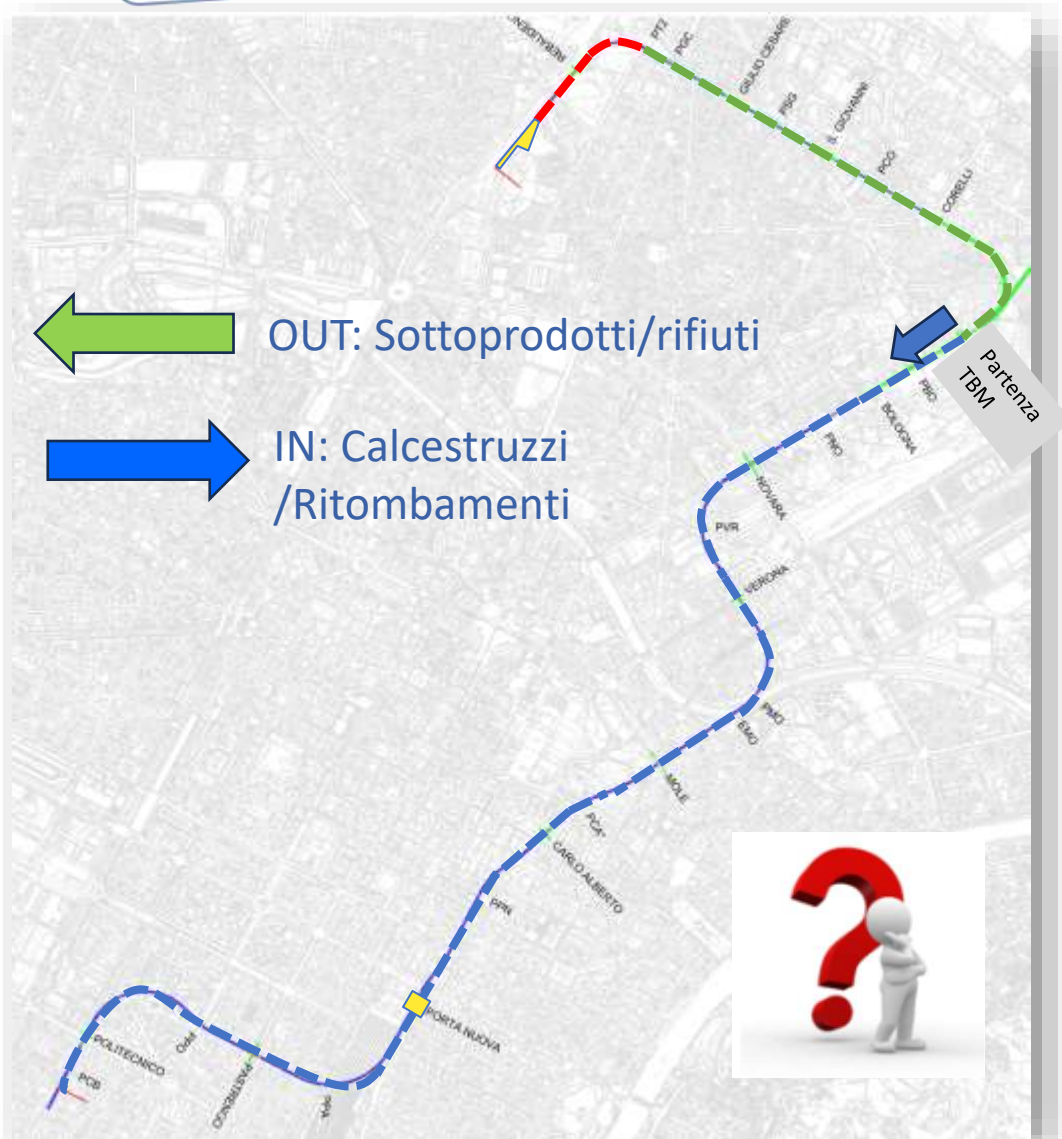
BILANCIO PRODUZIONE/RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

VOLUMI COMPLESSIVI LINEA 2 DA GESTIRE: 2,4 MILIONI DI M³



RIFIUTI SPECIALI DESTINATI A RECUPERO/DISCARICA 0,14%

- ✓ n. 9 siti di destinazione prioritari di 1° fascia (distanza < 30 km)
- ✓ n. 8 siti di destinazione prioritari di 2° fascia (distanza 30-50 km)
- ✓ n. 2 siti di destinazione di riserva (distanza 120-130 km)



Stazioni/Deposito	OUT(*) [m3]	IN [m3]
Deposito	282.386	171.493
Rebaudengo	74.680	35.554
Giulio Cesare	27.828	20.888
San Giovanni Bosco	27.828	20.888
Corelli/Tabacchi	27.828	20.888
Bologna	76.181	35.572
Novara	92.790	38.846
Mole/Giardini Reali	93.096	38.846
Carlo Alberto	95.338	45.646
Porta Nuova	174.031	90.970
Pastrengo	92.952	38.846
Politecnico	114.416	54.973
TOTALE	1.179.356	613.412

(*) volumi in banco



Piazza Carlo Alberto



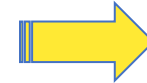
OUT: Sottoprodotti/rifiuti
95.338 m³



IN: Calcestruzzi
/Ritombamenti
45.646 m³



DURATA LAVORI: 3,5 ANNI



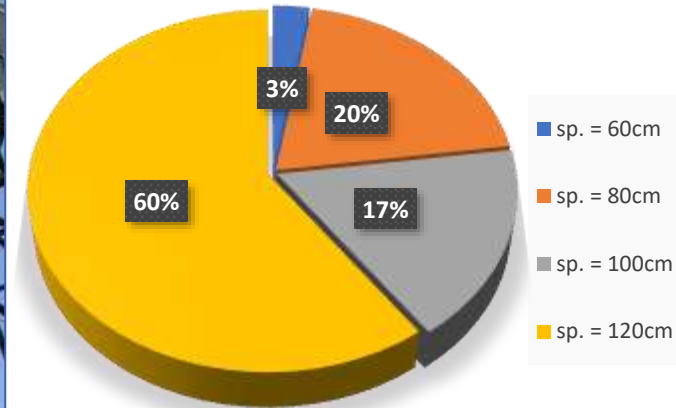
GESTIONE STAKEHOLDERS...



TECNOLOGIE COSTRUTTIVE



Profondità = 12-40m
Quantità: $\approx 260.000 \text{ m}^2$



**GABBIE ARMATURA
ACCIAIO (Be450C)
 ≈ 49.600 TONNELLATE**



Depositi fluvioglaciali: ghiaia e sabbia con elevata cementazione e distribuzione erratica (puddinga)



fonte: sito internet - www.sireggeotech.it



fonte: sito internet - www.sireggeotech.it

Armature in Vetroresina con diametri fino a 26 mm e densità 1.900 kg/m³, contenuto in vetro 70%, resistenza a trazione ≥ 850 MPa, modulo elastico ≥ 40 GPa, **per la formazione di gabbie di armature di diaframmi**



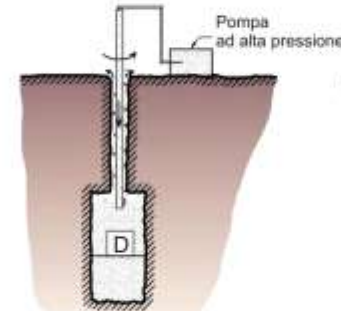
- Alta resistenza alla trazione
- Facili da demolire
- 1/4 del peso dell'acciaio

→ 200 tonnellate

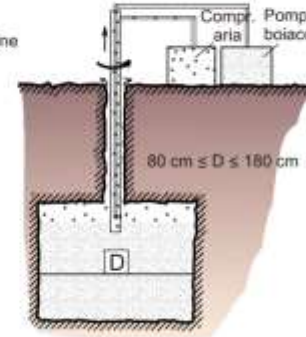
Schemi esecutivi dei tre principali sistemi di trattamento colonnare del terreno (jet grouting):

- A) sistema monofluido;
- B) sistema bifluido;
- C) sistema trifluido.

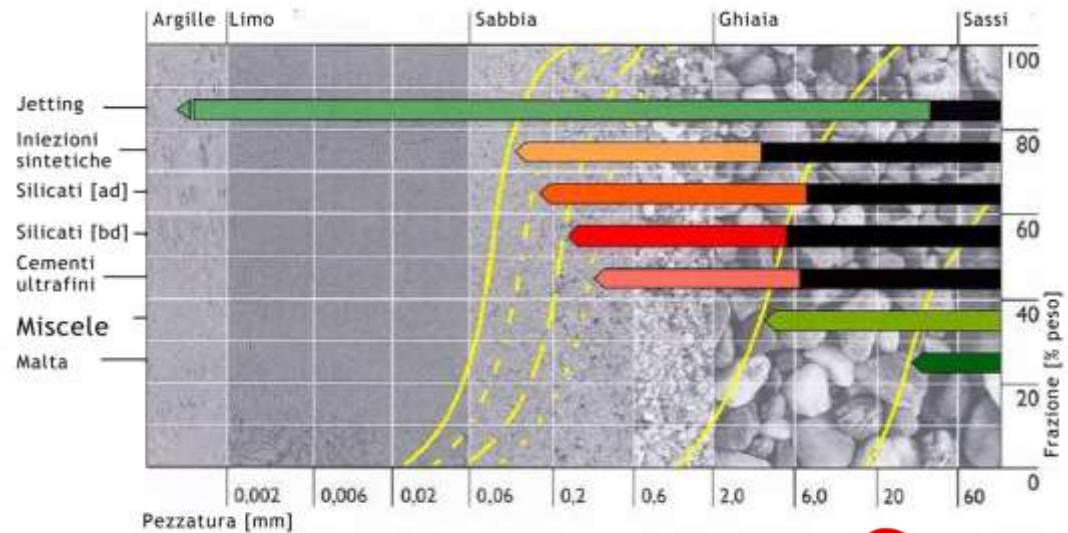
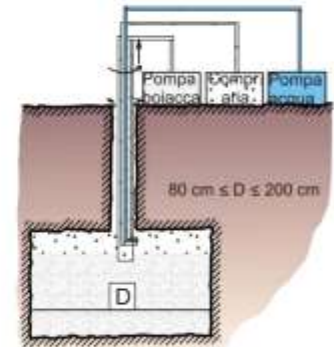
A) SISTEMA MONOFLUIDO



B) SISTEMA BIFLUIDO



C) SISTEMA TRIFLUIDO



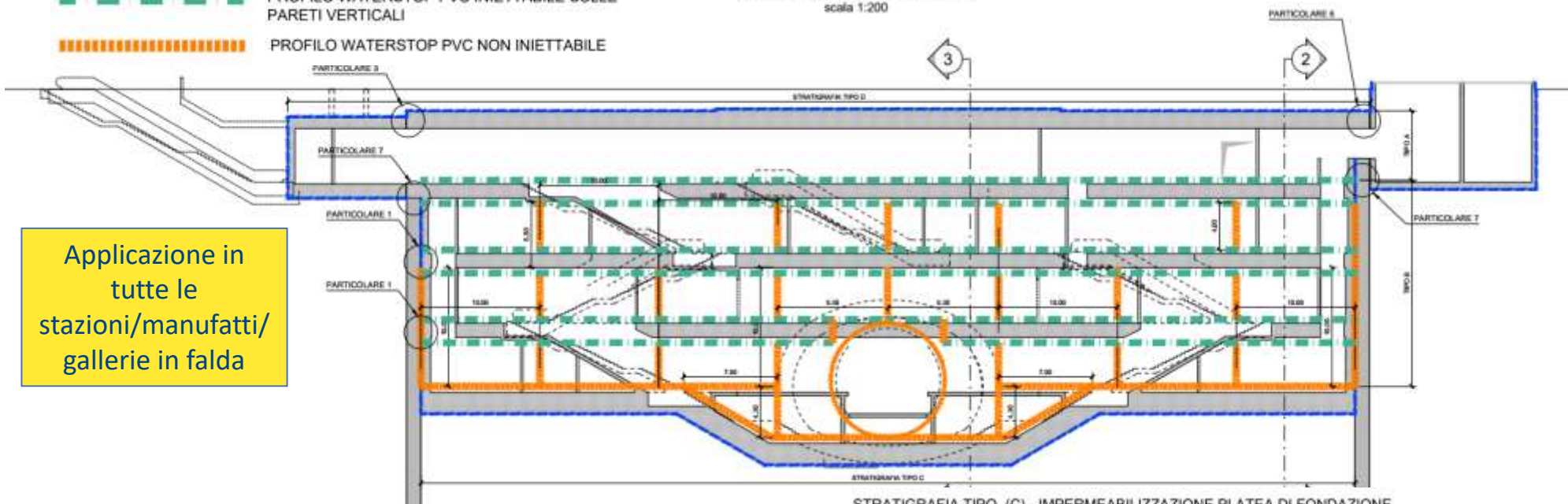
ad = alta densità
bd = bassa densità



Doppio strato settorizzato-collaudabile-iniettabile

SEZIONE LONGITUDINALE 1-1
scala 1:200

-  PROFILO WATERSTOP PVC INIETTABILE SULLE PARETI VERTICALI
-  PROFILO WATERSTOP PVC NON INIETTABILE



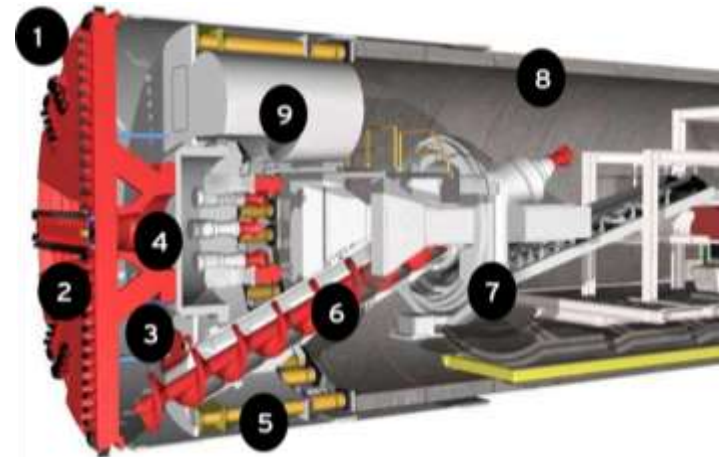
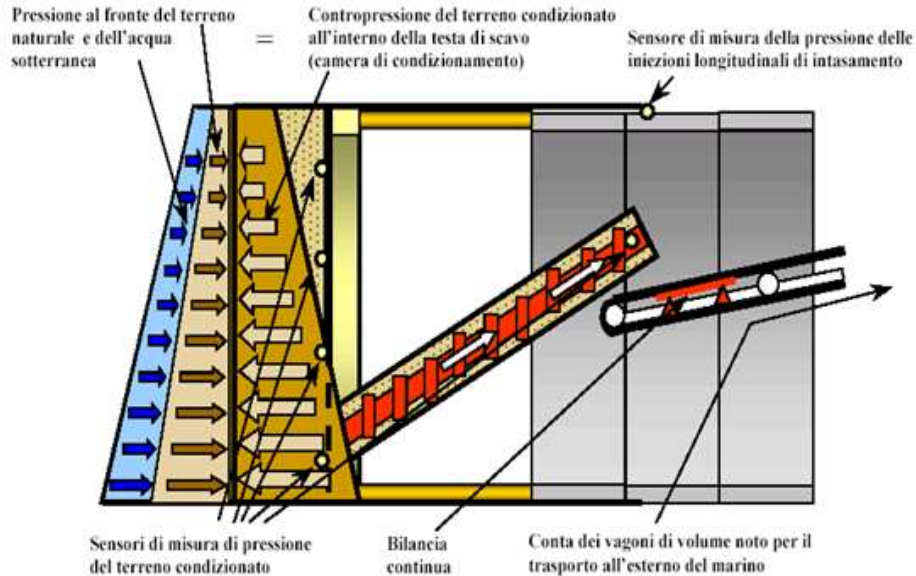
Applicazione in tutte le stazioni/manufatti/gallerie in falda

STRATIGRAFIA TIPO (B) - IMPERMEABILIZZAZIONE VERTICALE A DOPPIO STRATO IN "PVC" COLLAUDABILE/VACUUM



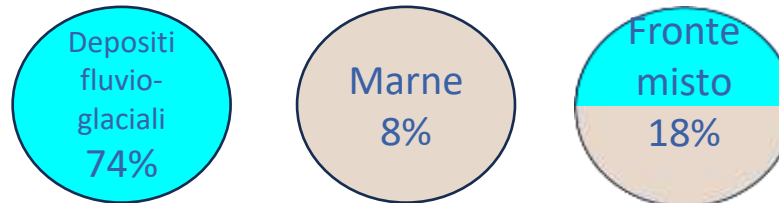
STRATIGRAFIA TIPO (C) - IMPERMEABILIZZAZIONE PLATEA DI FONDAZIONE A DOPPIO STRATO IN "PVC" COLLAUDABILE/VACUUM





1. Tunnel face
2. Cutting wheel
3. Excavation chamber
4. Pressure bulkhead
5. Thrust cylinders
6. Screw conveyor
7. Segment erector
8. Segmental Lining
9. Air lock

FORMAZIONI GEOLOGICHE AL FRONTE



Particolare attenzione è stata posta sul condizionamento del terreno interessato dagli scavi

Il Politecnico di Torino (DIATI), ha condotto uno studio sperimentale sito-specifico finalizzato a gestire i terreni provenienti dallo scavo meccanizzato con additivi come sottoprodotti e non come rifiuti.

Lo studio condotto si è concluso indicando la possibilità di ottenere un materiale “ben condizionato” con prodotti commerciali nelle tre configurazioni fronte di scavo con TBM-EPB analizzate (terreno fluvioglaciale/marne/isto).

Nelle marne (MRN) si è registrata una tendenza alla collosità del materiale da scavo trattata efficacemente con l’aggiunta di polimeri disgreganti al condizionamento base.



Contratto di ricerca
DIATI Politecnico di Torino – InfraTo
n. 1213/2021

Materiale	FGCo	Foto
Numero di slump	2	
Agente schiumogeno		
w _s (%)	6,1	
w _{sat} (%)	7,0	
w _{so} (%)	13,3	
c _i (%)	1,2	
FER (-)	12	
FR (%)	40	
TR (Um ²)	0,40	
γ del terreno non condizionato (kg/l)	1,68	
Slump (cm)	19	

Materiale	MRNc	Foto	
Numero di slump	8		
Agente schiumogeno			
Preferenza disperdente			
w _s (%)	23,0		
w _{sat} (%)	22,0		
w _{so} (%)	45,0		
c _i (%)	1,2		
FER (-)	10		
FR (%)	50		
TR (Um ²)	0,60		
TR polimerico (g/m ²)	600		
γ del terreno non condizionato (kg/l)	1,28	Slump dinamico (cm)	
Slump statico (cm)	2	18	

Materiale	MDX	Foto
Numero di slump	10	
Agente schiumogeno		
w _s (%)	14,6	
w _{sat} (%)	17,0	
w _{so} (%)	31,8	
c _i (%)	1,2	
FER (-)	8	
FR (%)	40	
TR (Um ²)	0,60	
γ del terreno non condizionato (kg/l)	1,57	
Slump (cm)	10	



Studio ecotossicologico preliminare
nell'ambito dell'incarico di Progettazione Definitiva
della
Tratta Politecnico-Rebaudengo
della
Linea 2 della Metropolitana Automatica di Torino

- ❑ Il Laboratorio di Chimica e Tossicologia dell'Ambiente del Dipartimento Ambiente e Salute dell'Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri ha eseguito uno studio preliminare di biodegradabilità ed ecotossicità sui campioni di terreno condizionati (di cui allo studio del Politecnico) e allo stato naturale non condizionati (c.d. campioni "bianchi") per la valutazione delle **caratteristiche di biodegradabilità ed ecotossicità acquatica e terrestre**.
- ❑ Lo studio preliminare condotto ha individuato un **tempo di biodegradazione degli additivi condizionanti di 20-30 giorni** cui si correla nei medesimi tempi un **buon grado di biocompatibilità degli stessi** la cui **ecotossicità si riduce a livelli minimi**. In funzione di tali tempistiche, adeguate alle condizioni reali (FS=2) è stata definita la gestione dello smarino.
- ❑ **L'Appaltatore**, in funzione degli specifici prodotti commerciali che utilizzerà, **dovrà procedere all'individuazione di specifiche "soglie di riferimento"** per la tipologia di condizionante utilizzato, poiché tali soglie dovranno essere definite "ad hoc" sugli additivi impiegati.

ANELLO UNIVERSALE IN CONCI PREFABBRICATI (7+1)

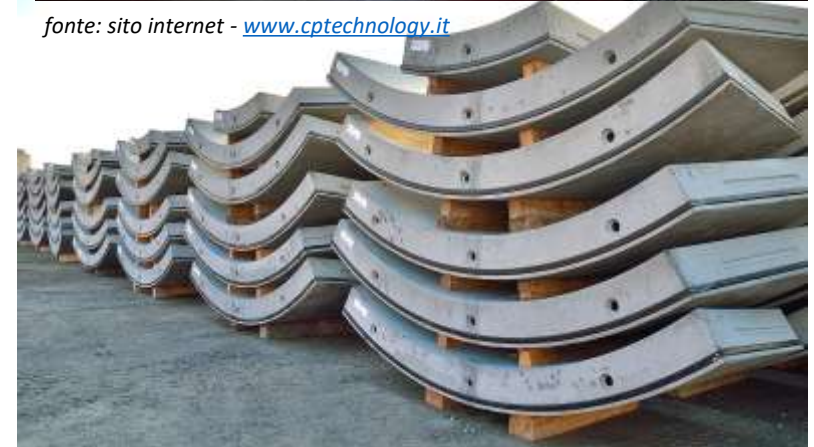
- ❑ Spessore conci = 40cm – Lunghezza = 150cm
- ❑ Calcestruzzo = C40/50 - Classe di esposizione = XC2
- ❑ Incidenza armatura B450C = 99,1kg/m³
- ❑ Fibre in polipropilene monofilo
- ❑ Connettori longitudinali - Guarnizioni ancorate
- ❑ Cuscini bituminosi - Barre guida (Ø≥5cm: L=80cm)



Fonte sito internet - www.macchinedilnews.it



fonte: sito internet - www.cptechology.it



fonte: sito internet - www.cptechology.it

- **4000 ANELLI PREFABBRICATI**
- **72.350 m³ di cls C40/50**
- **7.170 TONNELLATE DI ARMATURA IN ACCIAIO B450C**



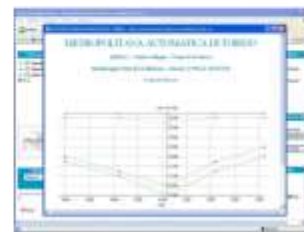
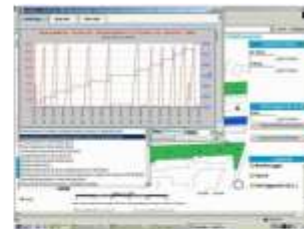
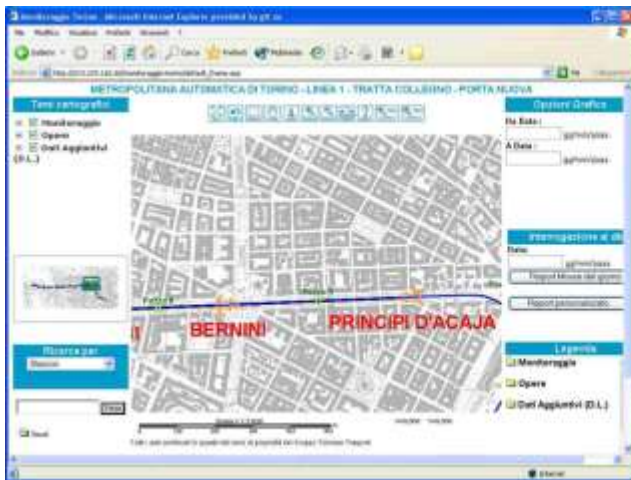
Lo scavo meccanizzato riduce notevolmente gli effetti di disturbo indotti in superficie e sulle preesistenze.

Per quanto ridotti, questi non potranno essere considerati nulli ed in funzione:

- della **valore degli spostamenti e delle distorsioni**,
- del **grado di vulnerabilità** delle preesistenze,
- dell'**entità dei danni** eventualmente provocati,

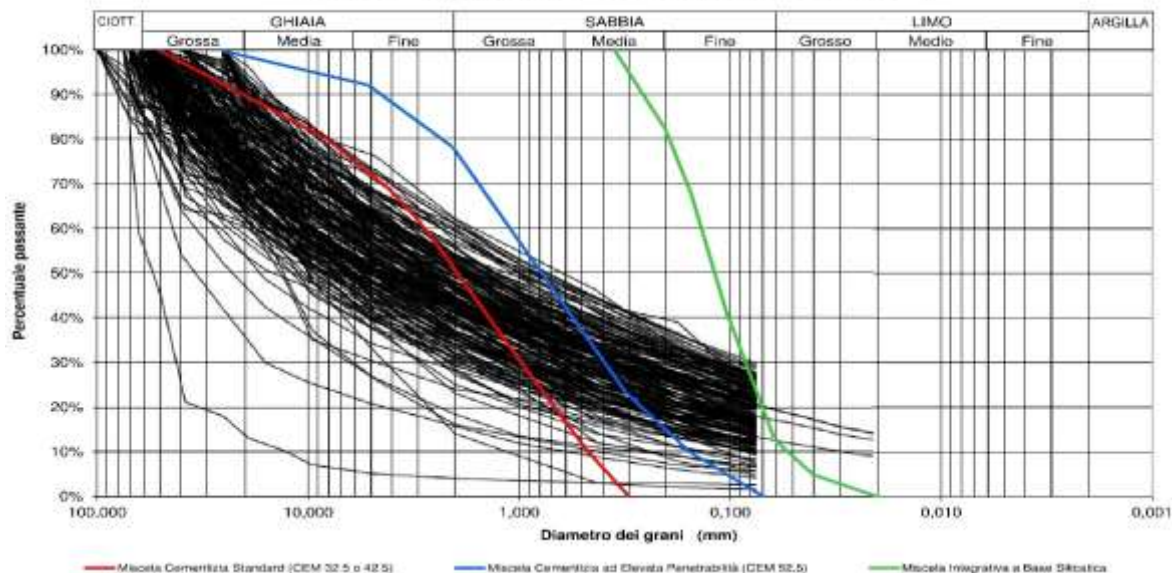
è stato necessario intervenire con interventi di mitigazione atti a ridurre il grado di **rischio atteso**.

Inoltre in fase di realizzazione installato un adeguato sistema di monitoraggio e verranno definite **soglie di allarme e di attenzione** per il controllo – **in tempo reale** – degli effetti indotti dagli scavi.



Miscele cementizie a elevata penetrabilità e, in particolare, miscele integrative a base silicatica

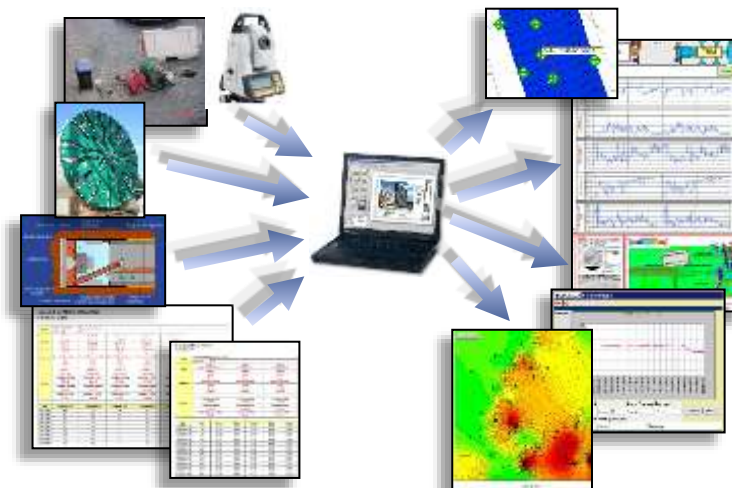
Curve di iniettabilità dei terreni - GRUPPO 1



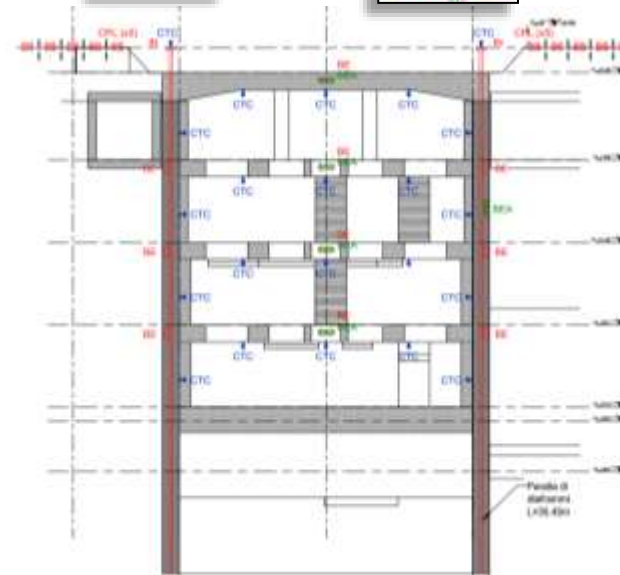
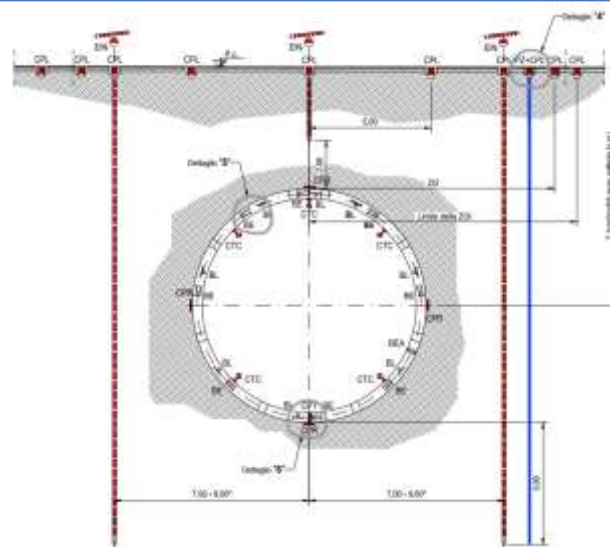
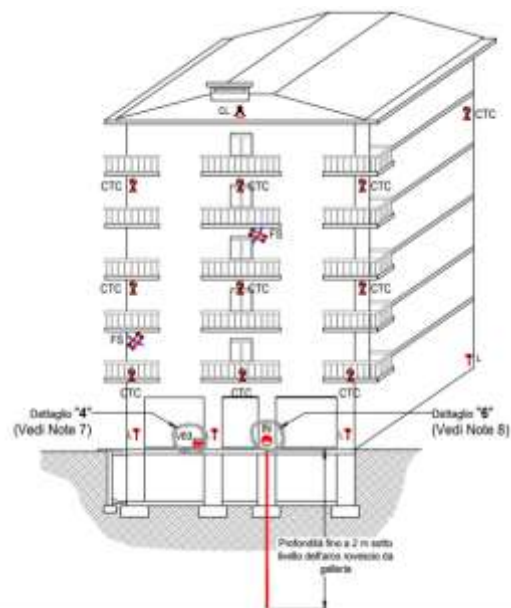
Metodologia di progettazione flessibile



Piattaforma gestione dati in tempo reale



Tipologie di monitoraggio





**Grazie
per l'attenzione**



Metropolitana di Torino - Linea 2 Focus Sulle Opere Impiantistiche

Infra.To | Responsabile Impianti - Ing. Francesco AZZARONE

30 Settembre 2024



SISTEMA E IMPIANTI

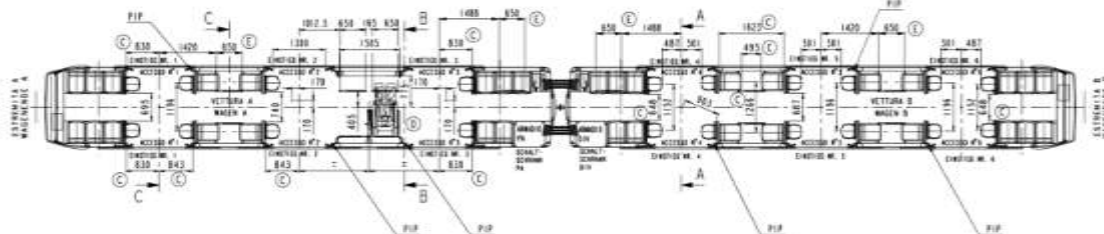
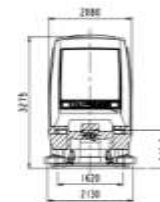
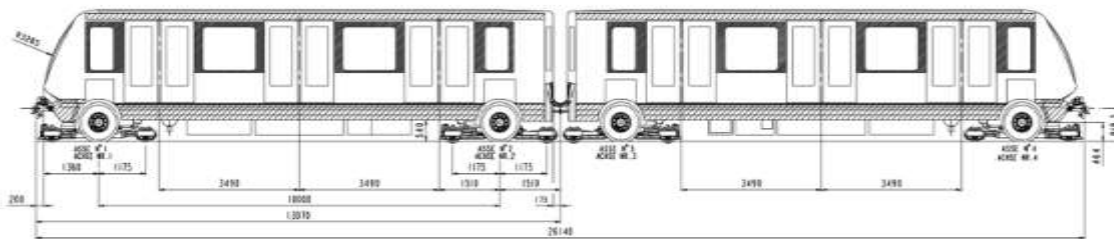
- 1 METRO TORINO LINEA 1**
 - a. Caratteristiche tecniche materiale rotabile
 - b. Lesson Learnt

- 2 IMPIANTI DI SISTEMA L2**
 - a. Principali caratteristiche del Sistema e del materiale rotabile da sviluppare
 - b. Principali caratteristiche del Sistema – correnti deboli
 - c. Drivers di sviluppo - materiale rotabile
 - d. Driver di sviluppo - apparati
 - e. Il miglior sistema per Torino

- 3 IMPIANTI NON DI SISTEMA L2**
 - a. Principali impianti meccanici
 - b. Principali impianti elettrici
 - c. Impianti Geotermici
 - d. Impianti di sollevamento

- 4 MODELLAZIONE BIM E COMPUTAZIONE L2**
 - a. Processo per il calcolo dei costi in modalità BIM
 - b. Visualizzazione impianti da modello informativo
 - c. Inventario per estrazione quantitativi

CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIALE ROTABILE



LINEA 1
SIEMENS – VAL 208
(ALSTOM – METROPOLIS)

Passeggeri: 15.000 PPHPD
Frequenza: 105 s
Service availability ≈99,8 %

LESSON LEARNT



NON POSSIBILE

- ✓ **INTEROPERABILITÀ NON POSSIBILE: CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DIFFERENTI, PROBLEMATICHE DEL ROTABILE, VINCOLI PER IL DEPOSITO (PER TEMATICHE MANUTENTIVE).**



CONFERMATO

- ✓ SISTEMA TOTALMENTE AUTOMATICO GoA4-UTO (UNATTENDED TRAIN OPERATION).
- ✓ FRENATURA ELETTRODINAMICA A RECUPERO ENERGIA DI LINEA.
- ✓ PORTE DI BANCHINA – PLATFORM SCREEN DOOR (FULL HEIGHT).
- ✓ STAZIONI NON PRESIDATE (CON PREDISPOZIONE DEL LOCALE SORVEGLIANTE DI STAZIONE)
- ✓ TUNNEL UNICO A DUE VIE E STAZIONI A BANCHINE LATERALI.
- ✓ CONFIGURAZIONE TUNNEL CON POZZI DI INTERTRATTA.



INNOVAZIONE

- ✓ **TIPOLOGIA TRENO CON MAGGIORE LARGHEZZA A PARITÀ DI PASSEGGERI TRASPORTATI, APRIRE OLTRE ALLA GOMMA AL FERRO PER AVERE UNA MAGGIORE DISPONIBILITÀ DI SELEZIONE DEL MATERIALE.**
- ✓ **SISTEMA DI SEGNALAMENTO CBTC (COMMUNICATION BASED TRAIN CONTROL) – COME DA PROGETTO DI MIGRAZIONE DEL SISTEMA VAL L1 ATTUALMENTE IN FASE DI COSTRUZIONE.**

LESSON LEARNT

- ✓ **ROTABILE CON VETTURE INTERCOMUNICANTI.**
- ✓ **AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO DEL VEICOLO, PRESTAZIONE IN TERMINI DI SISTEMI, ALLESTIMENTO, SICUREZZA.**
- ✓ **ALLESTIMENTO DEL ROTABILE SPECIFICO PER IL TRASPORTO DELLE BICI (SECONDO MODALITÀ, ORARI E TEMPI CHE SARANNO DEFINITI DAL GESTORE).**
- ✓ **GESTIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA, SENSORISTICA DI CONTROLLO SIA A BORDO TRENO CHE IN STAZIONE.**
- ✓ **INTRODUZIONE DEL SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO A BORDO TRENO E IN STAZIONE.**
- ✓ **MODALITÀ DI ACCESSO IN STAZIONE INDIPENDENTI PER I VVF (OVE POSSIBILE).**
- ✓ **AUMENTO DEL LIVELLO DI SECURITY ATTRAVERSO SISTEMI DI SORVEGLIANZA ATTIVA DI ULTIMA GENERAZIONE.**
- ✓ **L'ASPETTO FUNZIONALE OPERATION E MANUTENZIONE NEL PROGETTO, SVILUPPO DEL GEMELLO DIGITALE.**
- ✓ **PREVEDERE DISTRIBUTORI AUTOMATICI DI BEVANDE E SNACK (IMPATTO SULLA PROGETTAZIONE AI SENSI DEL DM 21/10/2015 SCENARIO 3 - INCENDIO DI ATTIVITA' IN ATRIO).**



INNOVAZIONE

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA E DEL MATERIALE ROTABILE DA SVILUPPARE

**TIPOLOGIA TRENO
AUTOMATICO UTO-GoA4**

UNATTENDED TRAIN OPERATION – GRADE OF AUTOMATION 4:

- La circolazione dei treni (movimento e arresto)
- L'apertura e chiusura delle porte (del rotabile e di banchina)
- Funzionamento in modalità degradata.

ATC (AUTOMATIC TRAIN CONTROL): controllo Automatico Treni basato sulla comunicazione (CBTC) si articola in tre sottosistemi, che si riferiscono rispettivamente alla protezione automatica dei treni (ATP), alla guida automatica (ATO) ed alla supervisione (ATS)

**SISTEMA DI GUIDA
CBTC (ATC: ATS-ATP-ATO)**

**METODO DI CAPTAZIONE
TERZA ROTAIA-CATENARIA**

TRAZIONE 750-1500 Vcc (RAPPORTO CON DIAMETRO DI GALLERIA):

- Linea di contatto - catenaria rigida (pantografo)
- Terza rotaia (pattini di captazione)
- Barre conduttrici laterali con guida centrale

TIPOLOGIA DI VEICOLI

- Ruote in acciaio: accoppiamento della ruota - rotaia, acciaio su acciaio
- Ruote in gomma (pneumatici): accoppiamento della ruota su piano di rotolamento su cemento/asfalto

**TIPOLOGIA
FERRO-GOMMA**

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA E DEL MATERIALE ROTABILE DA SVILUPPARE

**CAPACITA' DI TRASPORTO
16.000 PPHPD (a regime)**

PPHPD (numero passeggeri ora trasportati in entrambe le direzioni)

Il valore di riferimento della linea è pari a 16.000 pass/h, con intervallo caratteristico di esercizio pari a 90÷180s, la capacità del rotabile risulta pari a 400 passeggeri, considerando un massimo di 4 pass/m²

PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

- Scartamento: 1435 mm (per sistemi ferro)
- Larghezza cassa: 2.650 ÷ 2.700 mm
- Altezza pianale (da p.d.f.) : 850 ÷ 1.150 mm

**MATERIALE ROTABILE
CARATT. GEOMETRICHE**

**MATERIALE ROTABILE
CARATT. DINAMICHE**

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DINAMICHE:

- Massima velocità operativa: 80 km/h
- Massima accelerazione (valore di riferimento): 1,2 m/s²
- Massima decelerazione (valore di riferimento): 1,1 m/s²

CARATTERISTICHE MINIME TRACCIATO:

- Pendenza longitudinale massima: 4%;
- Raggio minimo curvatura planimetrico: 200-250 m
- Raggio minimo curvatura planimetrico: 250 m (TBM).

**TRACCIATO
CARATT. GEOMETRICHE**

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA E DEL MATERIALE ROTABILE DA SVILUPPARE

**DISPONIBILITA' DEL SISTEMA
PRESTAZIONI RAMS**

RAMS – VALORE DI RIFERIMENTO: min. 99,7%

- MTBF
- Disponibilità a livello di Sistema
- Requisiti di ritardo e manutenibilità

MITIGAZIONE RISCHI: CONFORME ALLA EN 45545

- Rilevatori di fumo (interno veicolo e prese aria esterna)
- Rilevatori di calore (armadi elettrici)
- Capacità di marcia fino alla fermata successiva in caso di incendio

**SICUREZZA ROTABILE
IMPIANTI ANTINCENDIO**

**HVAC ROTABILE
IMPIANTI CDZ**

CLIMATIZZAZIONE CARROZZE: CONFORME ALLA UNI EN 14750

- Temperatura esterna: $-20 \div 40^{\circ}\text{C}$
- Umidità relativa: 40%
- Irraggiamento solare equivalente 800 W/m^2

DIMENSIONE BANCHINA STAZIONE: 60 m

Porte automatiche di banchina con pannelli fissi e scorrevoli, con numero di porte di accesso (2-3 per carrozza), oltre alle uscite di sicurezza e 2 porte di fine piattaforma per ciascuna via

**DIMENSIONE BANCHINA
E PSD 60 m**

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA - CORRENTI DEBOLI

COM COMUNICAZIONE

- Interfonia con la galleria e le stazioni (rete soccorso viaggiatori);
- Interfonia personale di servizio;
- Interfonia e sonorizzazione veicoli.

V/d VIDEOSORVEGLIANZA

- Videosorveglianza attiva stazioni;
- Controllo per attivazione impianti;
- Videoregistrazione in continuo con attivazione su eventi o comandi operatore.

Tel TELEFONIA

- Linee telefoniche interna di servizio;
- Rete telefonica (tutte le utenze tecniche);
- Interconnessione con rete nazionale;
- Radio telefonia.

Rad SISTEMI RADIO

- Canale manutenzione;
- Canale di servizio per forze di Polizia
- Canale di servizio per VV.F.

Scada Sys SCADA SYS

- Alimentazione elettrica, cabine MT/BT trazione;
- Segnalamento/automazione, Telecomunicazioni, diagnostica treni;
- Porte di banchina.

Scada IGNS SCADA IGNS

- Unità di controllo antincendio e ventilazione UCAV;
- Controllo sistemi UTA, CDZ, Cancelli, Gruppi pompe, packages MEP;
- Supporto controllo dati manutenzione.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA - CORRENTI DEBOLI

Comunicazioni



Comunicazioni

Sistema inter-fonia costituito da concentratori in PCC, in stazione, posti operatore e citofoni SOS di stazione e galleria, da e per un singolo veicolo, chiamata viaggiatori.

Video sorveglianza



Videosorveglianza

Video analisi intelligente per la detezione di comportamenti e la definizione delle logiche di allarme studiate specificatamente per L2, nel pieno rispetto di tutte le tematiche di privacy in ottemperanza alle normative e alle leggi vigenti.

Telefonia



Telefonia

Voice gateway (in stazione e Posto Centrale) e Call server (al Posto Centrale) in grado di gestire i servizi VoIP (Voice over IP). Un PABX modulare fornisce i collegamenti telefonici tra gli uffici del personale di gestione e la rete telefonica pubblica

Sistemi Radio



Sistemi Radio

Tecnologie TETRA/DMR da sviluppare specificatamente per reti di trasporto Metro L2.

Scada Sys

S
Y
S



Scada SYS e IGNS

Sistema SCADA basato su un'architettura aperta, scalabile e distribuita per la supervisione, il controllo e le funzioni applicative specifiche che consentano la completa gestione degli impianti e la relativa acquisizione dei dati. Sistema su architettura ridondata con istantanea visione di tutti gli eventi e gli allarmi, oltre al contesto globale del funzionamento dei diversi sistemi.

Scada Igns

I
G
N
S



DRIVERS DI SVILUPPO – MATERIALE ROTABILE

1 STANDARD DI SICUREZZA DELLA COMPONENTISTICA DI SICUREZZA DEL MATERIALE ROTABILE → SAFETY INTEGRITY LEVEL → SIL 4.

2 CRITERI PER IL RIUTILIZZO DELL'ENERGIA IN FRENATA (PER I SISTEMI HVAC).

3 DIMINUZIONE DEL LIVELLO DI EMISSIONE DELLE POLVERI IN FASE DI FRENATA

4 EFFICIENZA ENERGETICA E DISPONIBILITÀ IMPIANTI CDZ MATERIALE ROTABILE: RICAMBI D'ARIA, MONITORAGGIO CO₂ PASSEGGERI, DISPONIBILITÀ VENTILAZIONE IN CASO DI AVARIA O FUORI TENSIONE

5 CRITERI DI SEGNALAZIONE ED INTEGRAZIONE INFORMAZIONI PASSEGGERI TRENO → PSD

6 SISTEMA DI RILEVAMENTO E MONITORAGGIO AUTOMATICO DELLA PIATTAFORMA DI VIA DAL ROTABILE

7 DISPOSITIVI AVANZATI DI FIRE DETECTION E PROTEZIONE ATTIVA ANTINCENDIO A BORDO TRENO - MITIGAZIONE DELLA POTENZA DI INCENDIO.

8 PERFORMANCE E TRACCIABILITÀ DELLA COMPONENTISTICA DEL MATERIALE ROTABILE E DEI PRINCIPALI IMPIANTI PER GESTIONE DEL MODELLO INFORMATIVO DI MANUTENZIONE (GEMELLO DIGITALE).

DRIVERS DI SVILUPPO - APPARATI

**PORTE DI
BANCHINA**

Porte di banchina dotate di informazioni visive per i passeggeri integrate nelle parti fisse (principio informazione frontale).

**CONTROLLO
IMBARCO**

Controllo presenza e flusso dei passeggeri a bordo treno (affollamento)
Informazione disponibilità posti su treno in arrivo in stazione.

**CDZ:
FILTRAZIONE**

Impianto di condizionamento con filtrazione e sanificazione dell'aria (riduzione particolato e fattori inquinanti presenti in galleria).

**VARCHI ED
EMETTITRICI**

Gestione dei varchi e della bigliettazione in modalità contactless
→ hand free concept. Lettura e conteggio titoli in ingresso e in uscita.

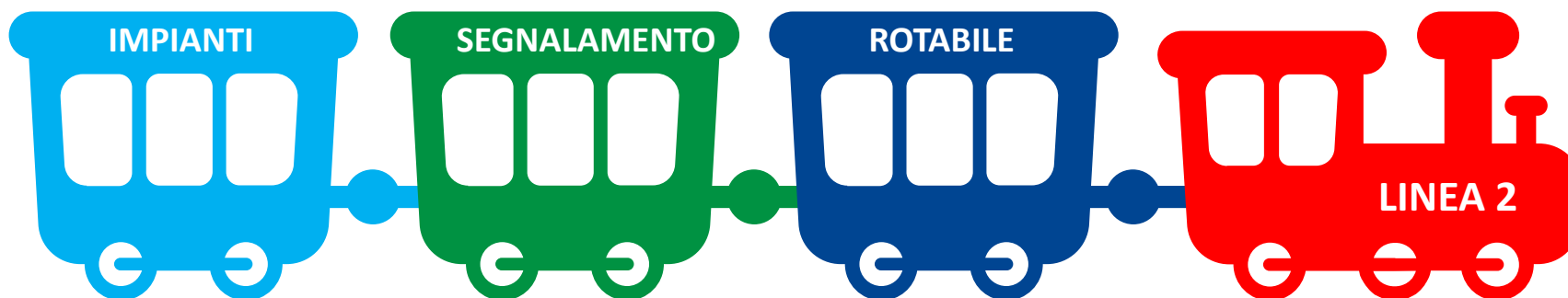
BICI

Possibilità di imbarcare bici con stalli dedicati e in sicurezza (con riscontro in stazione/porte di banchina).

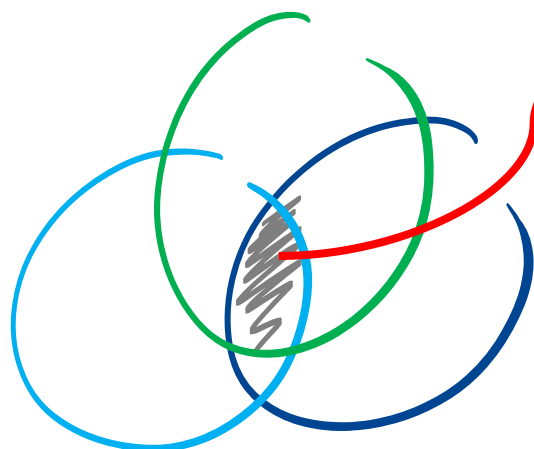
**SECURITY
DATA**

Integrazione Cyber-security, secondo i principi della identificazione, protezione, recupero; in aggiunta alla gestione dei Big Data, etc.

IL MIGLIOR SISTEMA PER TORINO?

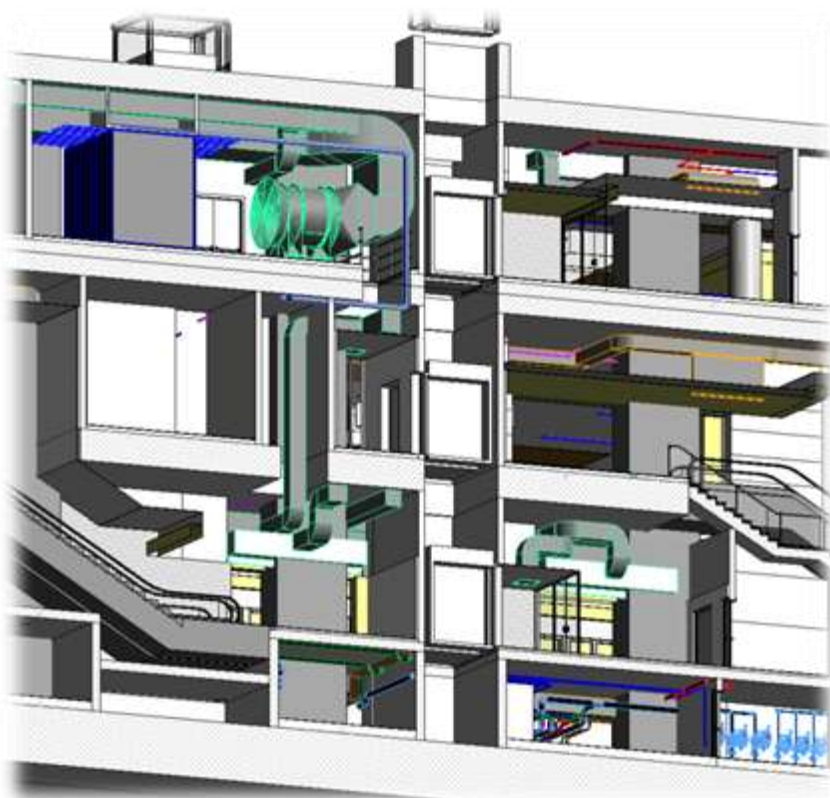


TRADE-OFF



- RISPONDEZZA AI CRITERI TRASPORTISTICI
- OTTIMIZZAZIONE DELL'OPERA CIVILE
- SICUREZZA PER I PASSEGGERI
- FLESSIBILITA' DI ESERCIZIO
- TECNOLOGIA DEI SISTEMI E RISPARMIO ENERGETICO
- INNOVAZIONE E MODERNITA', DURATA
- GESTIONE E MANUTENZIONE
- SVILUPPO E SCALABILITA'
- COSTI

PRINCIPALI IMPIANTI MECCANICI



IMPIANTI DI VENTILAZIONE ANTINCENDIO



IMPIANTI TERMICI E DI CONDIZIONAMENTO



IMPIANTI HVAC - GEOTERMICI



IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO

Altri Impianti



IMPIANTI IDRICI DI ADDUZIONE



IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO



IMPIANTI IDRICO-SANITARI

PRINCIPALI IMPIANTI MECCANICI



IMPIANTI DI VENTILAZIONE ANTINCENDIO

- ✓ OGNI STAZIONE È COMPOSTA DA ALMENO DUE CAMERE DI VENTILAZIONE PRIMARIE CONNESSE AL CORRISPONDENTE VANO ESTERNO GRIGLIATO.
- ✓ IN CIASCUNA CAMERA È ALLOGGIATO UN VENTILATORE ASSIALE REVERSIBILE CON CARATTERISTICA DI RESISTENZA ALMENO PARI A F400/90 (CAPO IV. COMMA 1) E CERTIFICATO EN 12101-3 GESTIBILE IN REMOTO DAL CENTRO DI CONTROLLO DI STAZIONE E CORREDATO DI COMPONENTI IDONEI AL RAGGIUNGIMENTO DELLA PRESTAZIONE.



VENTILATORI ASSIALI
BIDIREZIONALI STAZ.
EN-12101-3 F400

3

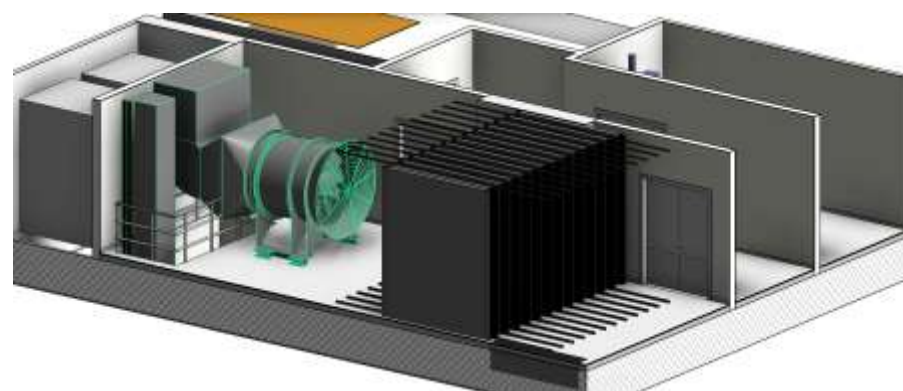
6



VENTILATORI ASSIALI
BIDIREZIONALI POZZI
EN-12101-3 F400

2
4

8
0

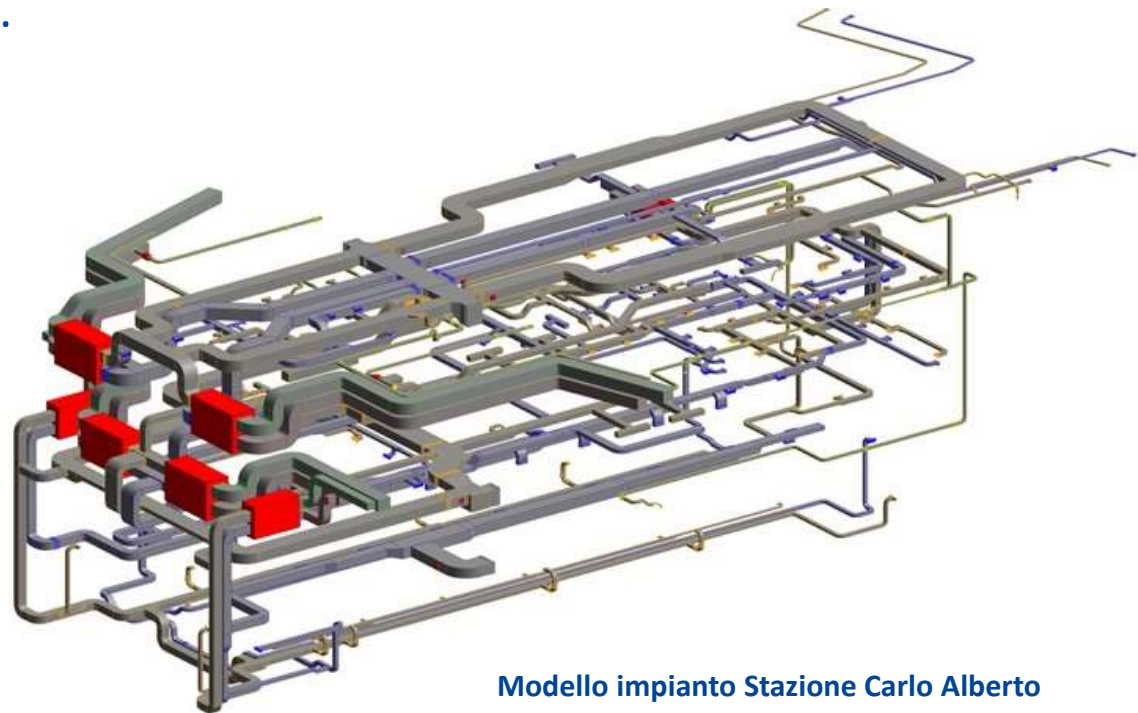
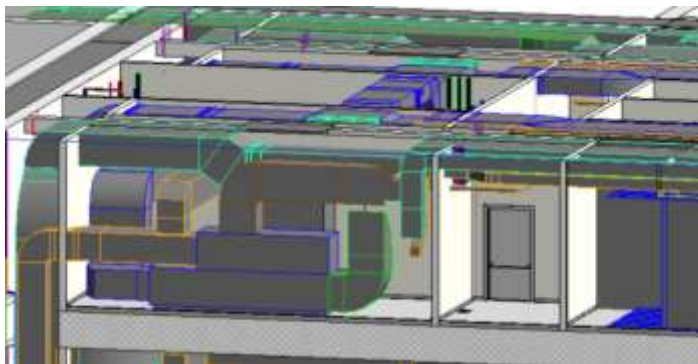


PRINCIPALI IMPIANTI MECCANICI



IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

- ✓ ALL'INTERNO DELLE STAZIONI È PRESENTE UN SISTEMA DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA A RICIRCOLO PARZIALE DIMENSIONATO IN TERMINI DI MITIGAZIONE DELLE CONDIZIONI DI TEMPERATURA ESTIVE E INVERNALI (TEMP. DI RIF. PROGETTO INVERNO/ESTATE 16°C – 28°C).
- ✓ LE 52 UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA SARANNO QUINDI UNITÀ IN PRELIEVO DI ARIA ESTERNA, PER IL TRAMITE DEI VANI DI VENTILAZIONE DEDICATI ALLO SCOPO, CON L'INTERPOSIZIONE DI DIFFERENTI SEZIONI.



Modello impianto Stazione Carlo Alberto

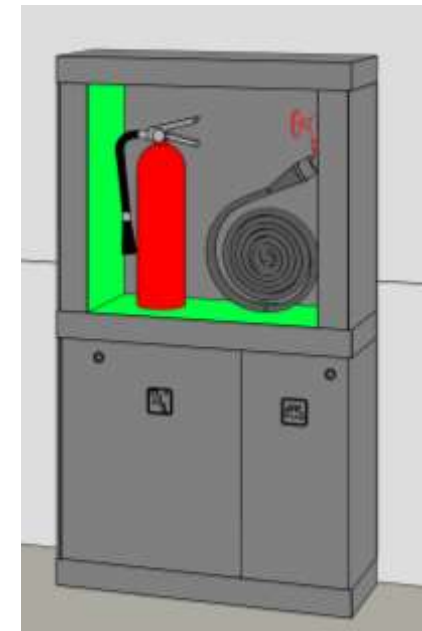
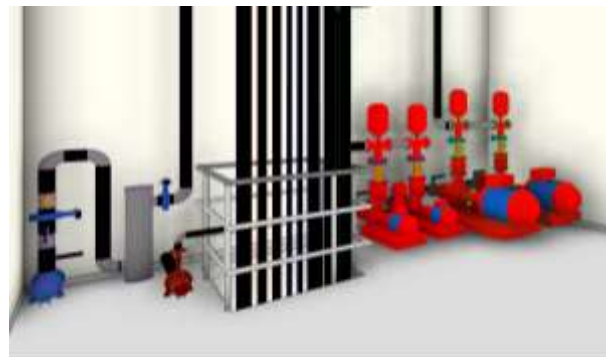
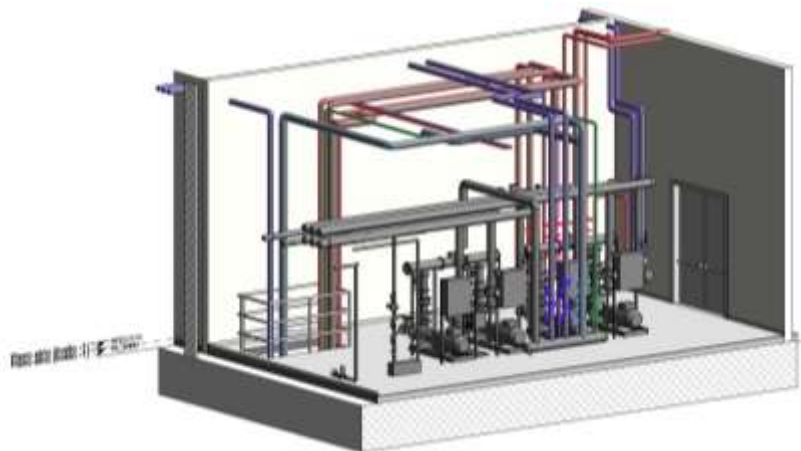
PRINCIPALI IMPIANTI MECCANICI



IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

✓ LA PROTEZIONE ATTIVA VIENE REALIZZATA MEDIANTE LA DISTRIBUZIONE DELLE LINEE IDRANTI, SPRINKLER, DILUVIO DI STAZIONE ALIMENTATI DA SISTEMI DI POMPAGGIO CONNESSI AD UNA ALIMENTAZIONE IDRICA DI TIPO SINGOLO SUPERIORE COME DA UNI EN 12845 (CAPO VI.2.2). È PREVISTO ANCHE UN IMPIANTO WATER MIST PER IL LT DI STAZIONE CON ACCUMULO SEPARATO.

- ZONA ATRIO – PROTEZIONE TRAMITE IMPIANTO IDRANTI
- ZONA TRENO IN BANCHINA – PROTEZIONE TRAMITE IMPIANTO A DILUVIO
- ZONA SCALE MOBILI – PROTEZIONE ATTIVA TRAMITE IMPIANTO SPRINKLER
- ZONA LT – PROTEZIONE ATTIVA TRAMITE IMPIANTO WATER MIST

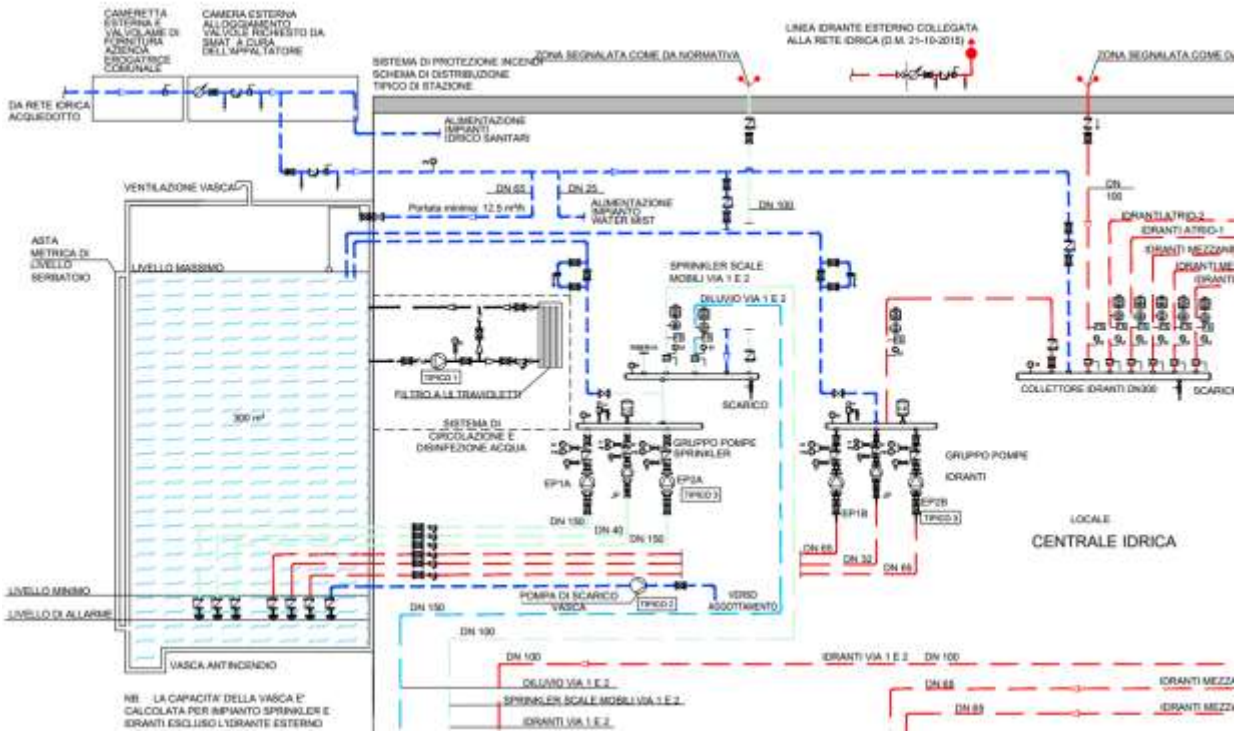


PRINCIPALI IMPIANTI MECCANICI

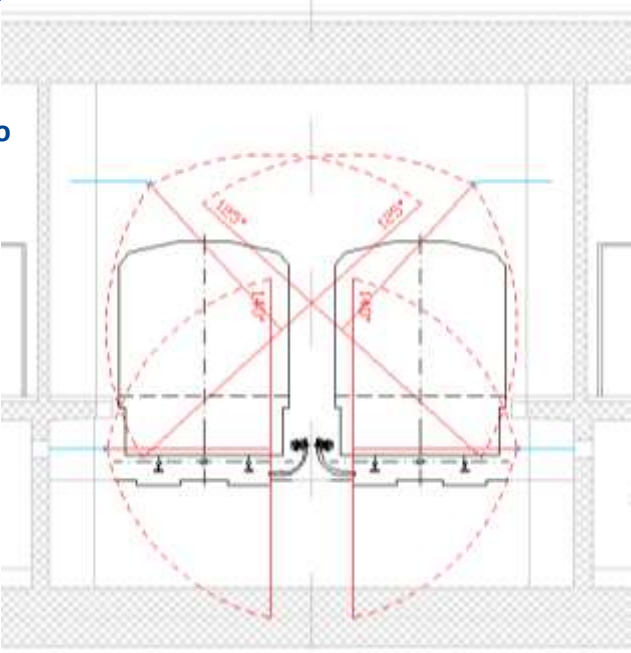


IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

Schema impianto diluivio



Schema Centrale Idrica antincendio



Modellazione sotto-centrale

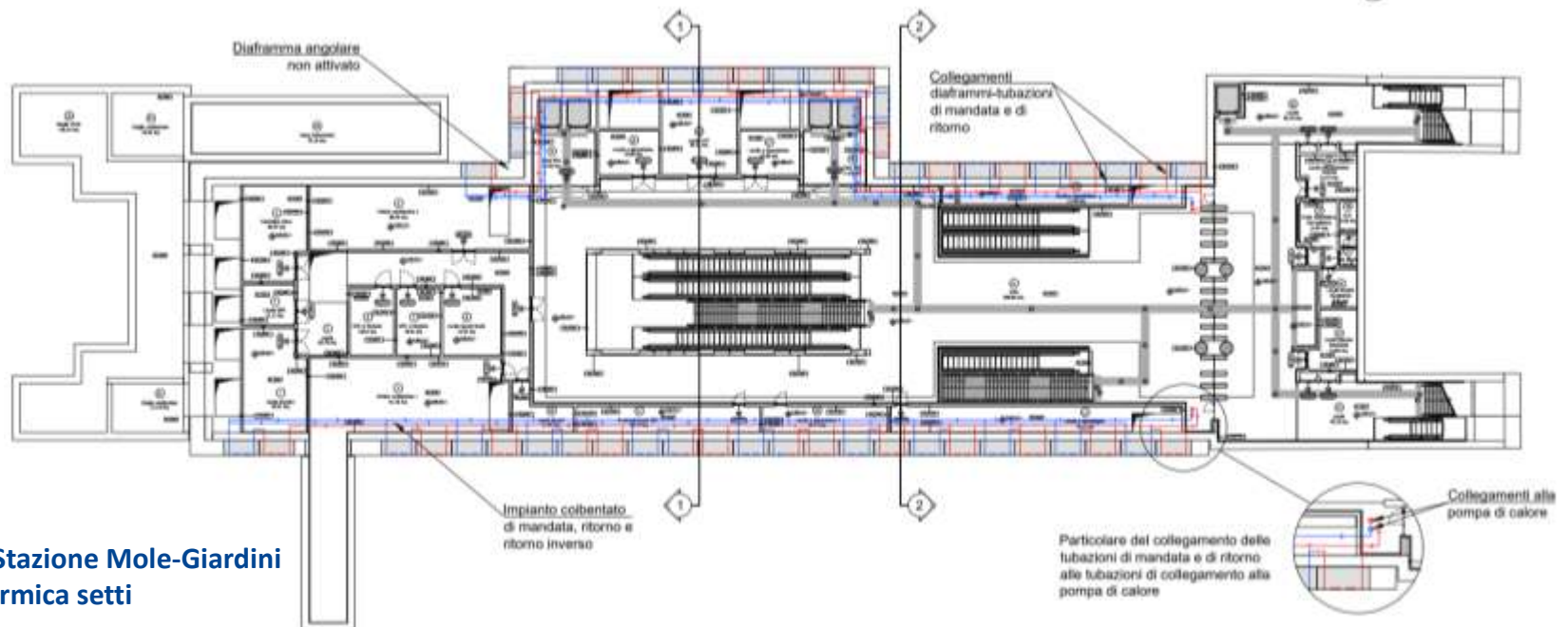


IMPIANTI GEOTERMICI



IMPIANTI HVAC-GEOTERMICI

- ✓ IL PRINCIPIO È QUELLO DELL'UTILIZZO DELLO SCAMBIO TERMICO TRA IL TERRENO E LA FALDA, AGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI DELL'OPERA GEOTECNICA SONO ACCOPPIATI SISTEMI CHIUSI IN GRADO DI ASSORBIRE IL CALORE DAL TERRENO CON CUI SONO A CONTATTO E DI TRASFERIRLO ALLA RELATIVA POMPA DI CALORE GRAZIE ALLA QUALE VERRÀ SUCCESSIVAMENTE UTILIZZATO PRINCIPALMENTE NEI SISTEMI DI CONDIZIONAMENTO DELLA STAZIONE.



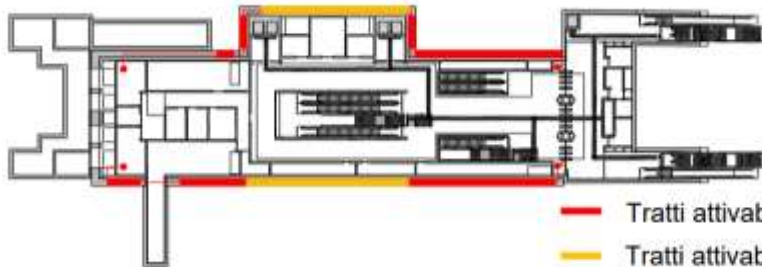
Layout impianto Stazione Mole-Giardini
Attivazione geotermica setti

IMPIANTI GEOTERMICI

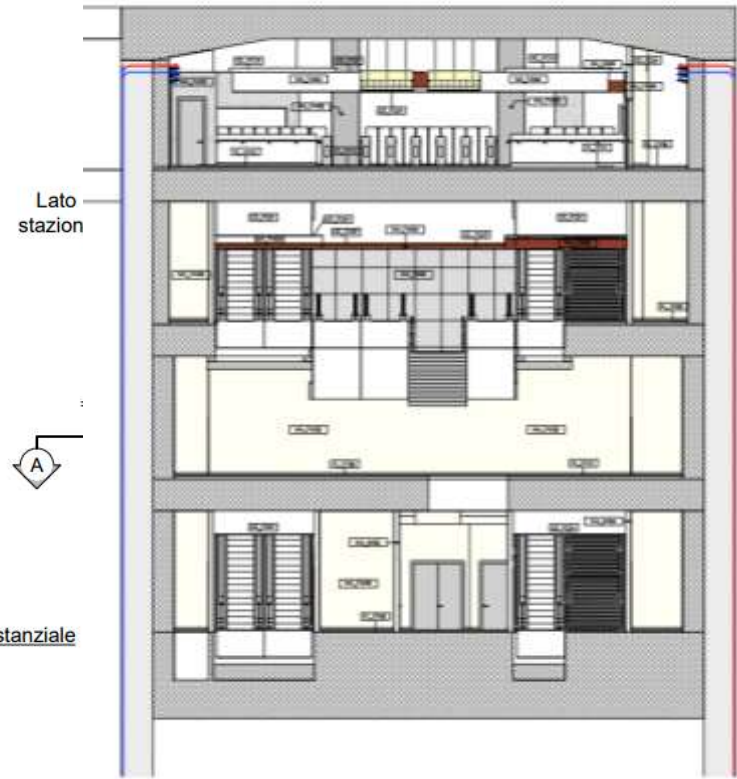
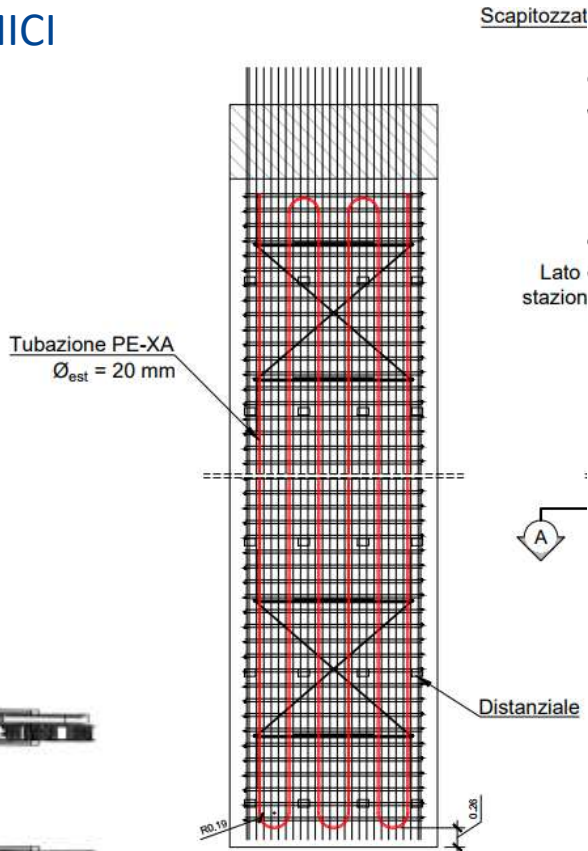


IMPIANTI HVAC-GEOTERMICI

✓ LE STRUTTURE SOTTERRANEE (SETTI) POSSONO ESSERE ATTIVATE TERMICAMENTE INSTALLANDO ALL'INTERNO DEL CALCESTRUZZO UNA RETE DI TUBI IN MATERIALE PLASTICO CON UN FLUIDO TERMOVETTORE (ALCOL E GLICOLE) CHE SCORRE AL LORO INTERNO E CHE NE COSTITUISCE IL MEZZO PER IL TRASFERIMENTO DEL CALORE DAL TERRENO ALLE STAZIONI E VICEVERSA.



— Tratti attivabili per tutta la profondità del diaframma
 — Tratti attivabili solo nella parte sovrastante la galleria



— Tubazioni di scambio di mandata
 — Tubazioni di scambio di ritorno

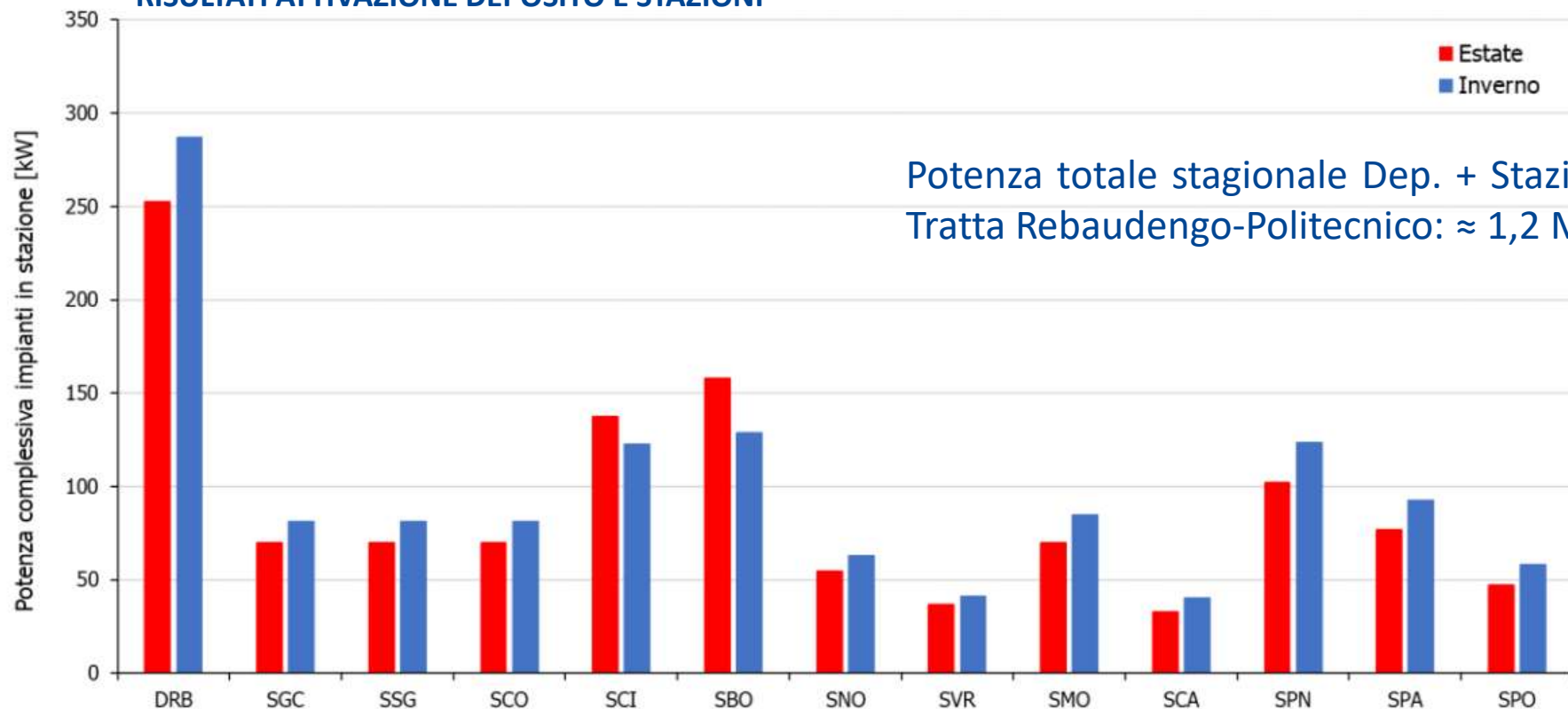


IMPIANTI GEOTERMICI



IMPIANTI HVAC-GEOTERMICI

**STUDIO E MODELLAZIONE FEM-3D TERMO-IDRAULICA SVILUPPATA DAL POLITECNICO DI TORINO:
RISULTATI ATTIVAZIONE DEPOSITO E STAZIONI**



Potenza totale stagionale Dep. + Stazioni
Tratta Rebaudengo-Politecnico: $\approx 1,2$ MW

PRINCIPALI IMPIANTI ELETTRICI



IMPIANTI ELETTRICI E FORZA MOTRICE



IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Altri Impianti



IMPIANTI DI MESSA A TERRA



IMPIANTI DI RIVELAZIONE INCENDI



IMPIANTI SPECIALI E CORRENTI DEBOLI



IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO



IMPIANTI DI SUPERVISIONE E CONTROLLO

PRINCIPALI IMPIANTI ELETTRICI



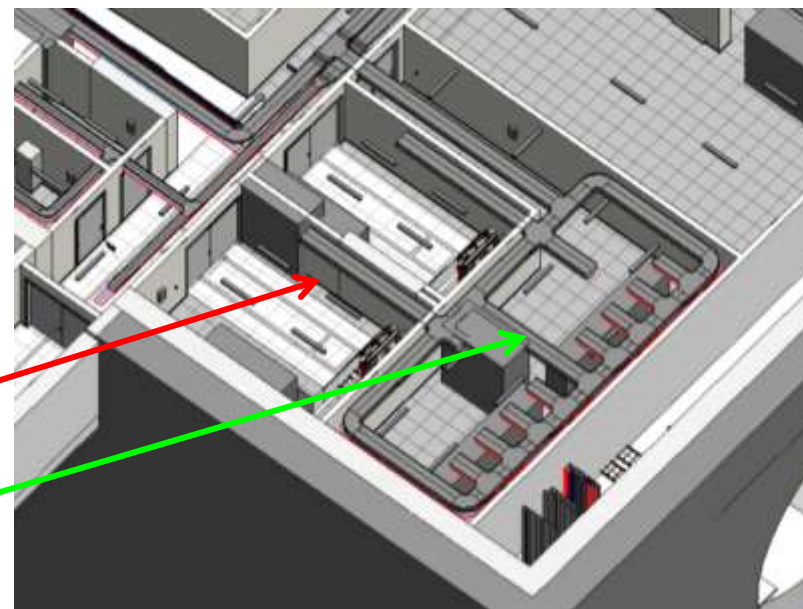
IMPIANTI ELETTRICI E FORZA MOTRICE

- ✓ LA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI RELATIVI LE OPERE NON DI SISTEMA IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO “ORDINARIO” E DI “EMERGENZA” SI BASA SUI CRITERI E SUI REQUISITI NORMATIVI APPLICABILI E PROPEDEUTICI AL CONTESTO, CON L’ESSENZIALE RIFERIMENTO AL D.M. 21/10/2015 - CAPO VII;
- ✓ IL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE SARÀ CARATTERIZZATO PER LA BT:

- QGBT-1, ALIMENTATO DAL TRASFORMATORE MT/BT 1
- QGBT-2, ALIMENTATO DAL TRASFORMATORE MT/BT 2
- SISTEMA DI CONGIUNTORI TRA QGBT-1 E QGBT-2, TALE DA CONSENTIRE L’ALIMENTAZIONE DEI CARICHI ELETTRICI DI ENTRAMBI I QUADRI A PARTIRE DA UN UNICO TRASFORMATORE.

QGBT 1-2

MT/BT 1-2



PRINCIPALI IMPIANTI ELETTRICI

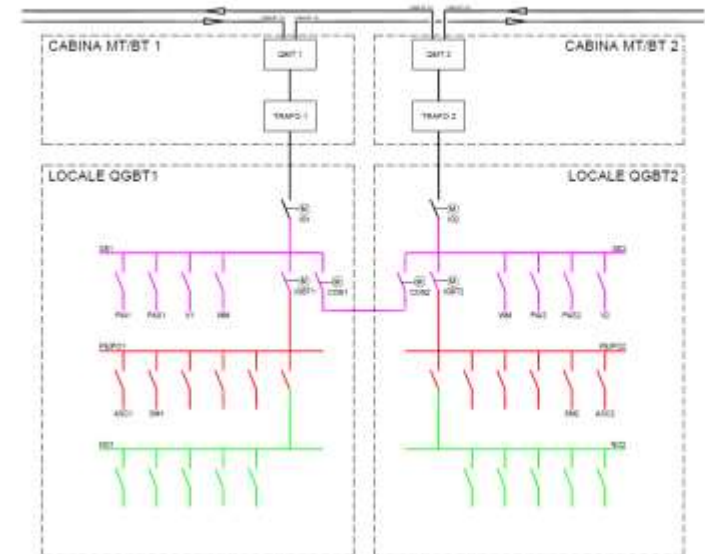


IMPIANTI ELETTRICI E FORZA MOTRICE

- ✓ AL FINE DI GARANTIRE L'ALIMENTAZIONE ALLE DIVERSE TIPOLOGIE DI QUADRI/UTENZE, NEL RISPETTO DI QUANTO PRESCRITTO DAL D.M. 21/10/2015 – CAPO VII.2 ED ASSICURANDO LA MASSIMA DISPONIBILITÀ ALLE UTENZE ESSENZIALI, LE RETI BT DI STAZIONE SONO:

RETE PRIVILEGIATA PER SERVIZI DI EMERGENZA (SIGLA "PE"), DESTINATA AD ALIMENTARE I SERVIZI DI EMERGENZA ENTRO 120 s DALL'EVENTUALE MANCANZA RETE :

- **SERVIZI ESSENZIALI DI EMERGENZA ALIMENTATI CON DERIVAZIONE A MONTE DELL'INTERRUTTORE GENERALE DEL QGBT, COME:**
 - IMPIANTO CONTROLLO FUMI
 - ESTINZIONE INCENDI
- **ALTRI SERVIZI DI EMERGENZA ALIMENTATI CON DERIVAZIONE A VALLE DELL'INTERRUTTORE GENERALE DEL QGBT, COME:**
 - ASCENSORI
 - SCALE MOBILI
 - ALTRI SERVIZI DI EMERGENZA (SORGENTI RETI NB E LS, VARCHI)



PRINCIPALI IMPIANTI ELETTRICI



IMPIANTI ELETTRICI E FORZA MOTRICE

- ✓ **RETE NO-BREAK PER SERVIZI DI EMERGENZA (SIGLA “NB”), DESTINATA AD ALIMENTARE I SERVIZI DI EMERGENZA ENTRO 0,5 s DALL’EVENTUALE MANCANZA RETE (C.D. “UTENZE DI SICUREZZA”); AI SENSI DEL D.M. 21/10/2015 – CAPO VII.2.**
 - **IMPIANTI DI RIVELAZIONE INCENDIO E ALLARME**
 - **SISTEMA DI ALLARME VOCALE (DIFFUSIONE SONORA)**
 - **IMPIANTI DI VIDEOSORVEGLIANZA**
 - **IMPIANTI CITOFONICI**
 - **FUNZIONI DI EMERGENZA ASCENSORI (ILLUMINAZIONE, ALLARME CABINA, TELECONTROLLO)**

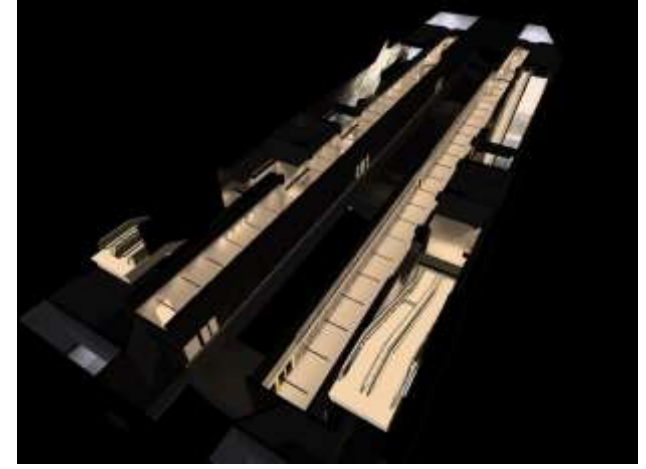
- ✓ **RETE LUCI DI SICUREZZA (SIGLA “LS”), DESTINATA AD ALIMENTARE L’ILLUMINAZIONE E LA SEGNALETICA LUMINOSA DI SICUREZZA.**

PRINCIPALI IMPIANTI ELETTRICI



IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE - NORMALE

- ✓ **ILLUMINAZIONE NORMALE IN CONFORMITA' AL D.M. 21/10/2015 (CAPO VII.6, COMMA 6) TUTTE LE STAZIONI CHIUSE DEVONO ESSERE DOTATE DI UN IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA E DI RISERVA AL FINE DI GARANTIRE, CON IL CONTRIBUTO DEGLI IMPIANTI DI SICUREZZA SE NORMALMENTE ACCESI, LE PRESTAZIONI MINIME RICHIESTE DALLA NORMA UNI UNIFER 8097.**



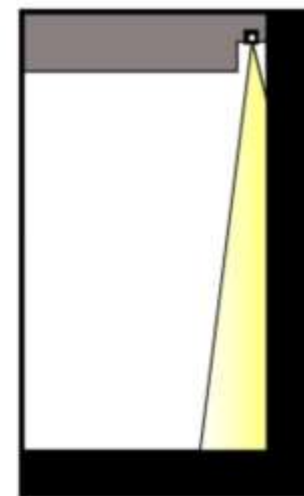
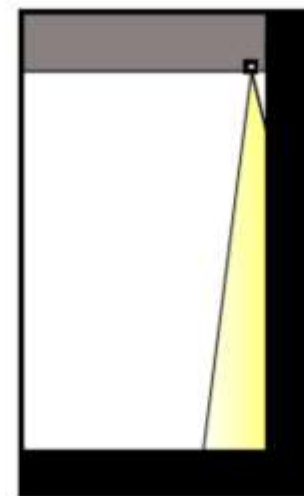
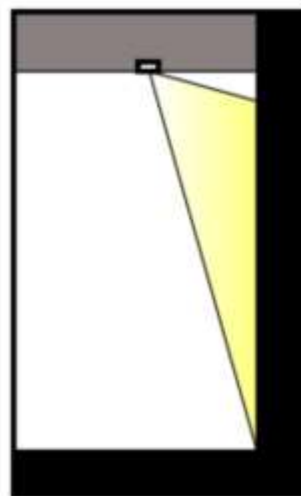
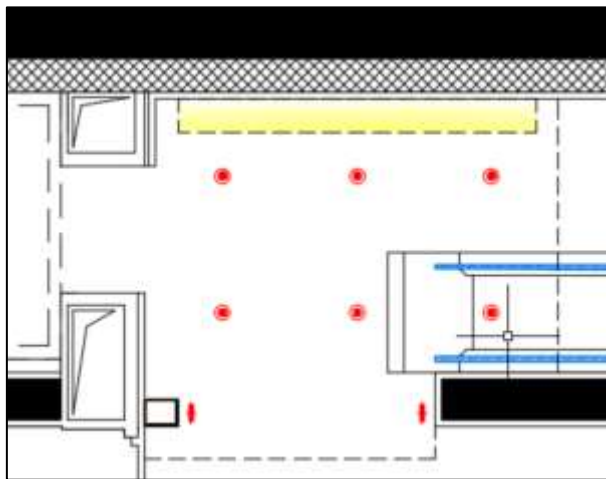
- ✓ **L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI STAZIONE SARA' GESTITO DA UN SISTEMA DI REGOLAZIONE TIPO DALI (O EQUIV.) TRAMITE PROTOCOLLO DI ILLUMINAZIONE INTEGRATO NEGLI ALIMENTATORI SI POTRA' EFFETUARE IL CONTROLLO DEI SINGOLI APPARECCHI, LA PROGRAMMAZIONE DI SCENERI DETERMINATI, AD ESEMPIO IL MINIMO LIVELLO DI ILLUMINAMENTO RICHIESTO DALLA NORMATIVA.**

PRINCIPALI IMPIANTI ELETTRICI



IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE – ARCHITETTURA E CERTIFICAZIONE

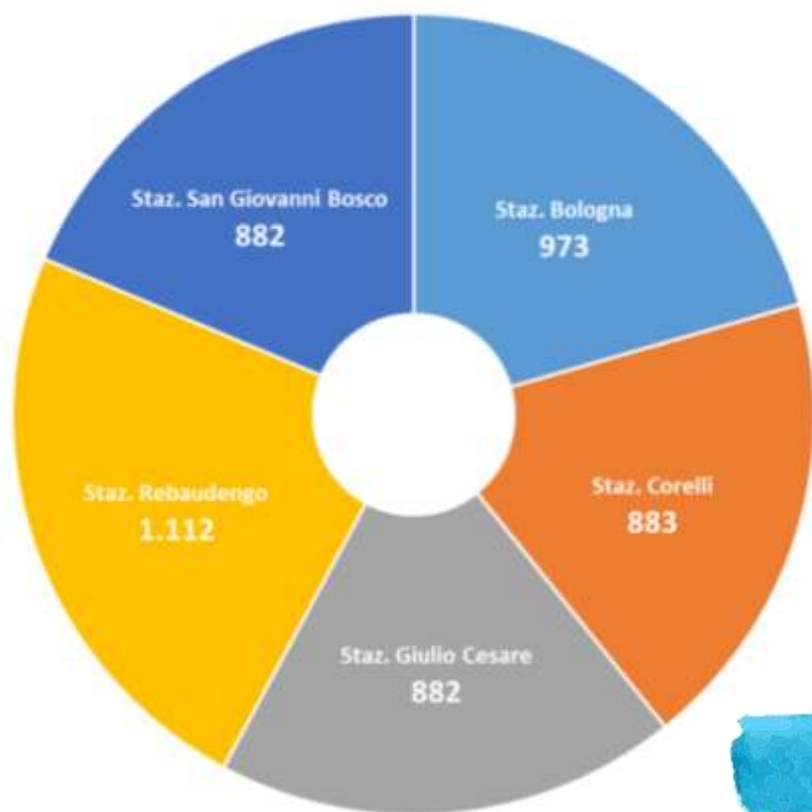
- ✓ **ILLUMINAZIONE NORMALE E DI EMERGENZA - REQUISITI RICHIESTI:**
 - **CARATTERISTICHE TECNICHE E CERTIFICATIVE PER OTTEMPERARE AD ENTRAMBE LE FUNZIONI;**
 - **RISPONDEZZA AI CRITERI ILLUMINOTECNICI RICHIESTI DAL DM 2015 E DALLE NORME APPLICABILI;**
 - **RISPONDEZZA AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ARCHITETTONICO IN TERMINI DI CRITERI ESTETICI, DI INSERIMENTO NEI VARI CONTESTI DI STAZIONE.**



PRINCIPALI IMPIANTI ELETTRICI



IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE – QUANTITA' CORPI ILLUMINANTI



13.852

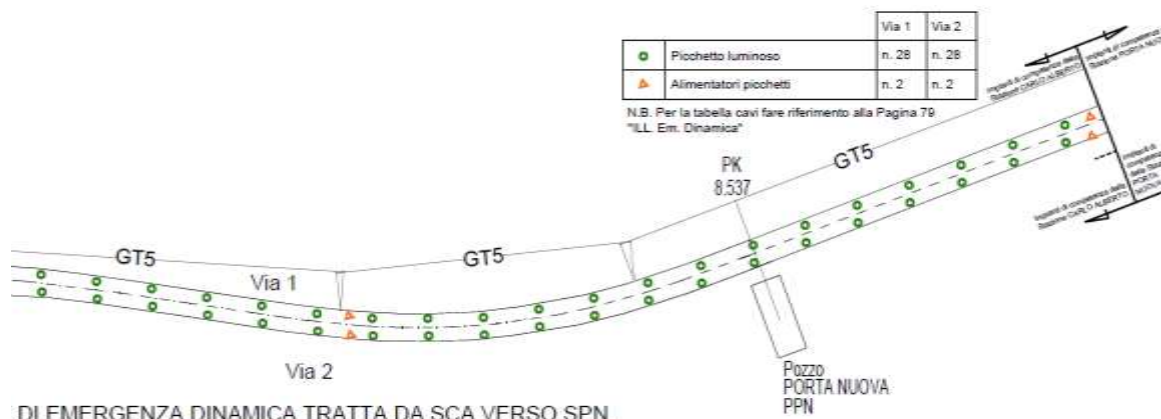
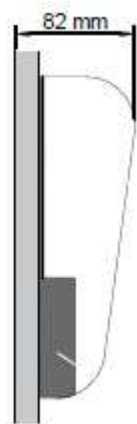
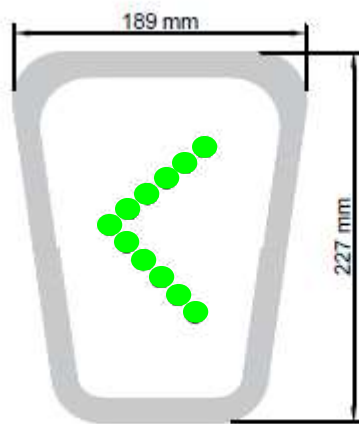
PRINCIPALI IMPIANTI ELETTRICI



IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE - DINAMICA

✓ È INOLTRE PRESENTE LUNGO I TRATTI DI GALLERIA DI PERTINENZA DI OGNI SINGOLA STAZIONE UN IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DINAMICA DI INDICAZIONE DELLE VIE DI ESODO AL FINE DI AGEVOLARE UNA PIÙ RAPIDA ED EFFICACE GESTIONE DELL'EVACUAZIONE IN CASO DI EMERGENZA. L'ATTIVAZIONE È SOTTESA ALLA PROCEDURA DI EMERGENZA ADOTTATA PER LA SELEZIONE DELLA DIREZIONE DA INDICARE.

- **INTERDISTANZA 15 M**
- **ILLUMINAMENTO MEDIO: 5 LUX**
- **LED VERDI FRONTALI A FORMA DI FRECCIA**



IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

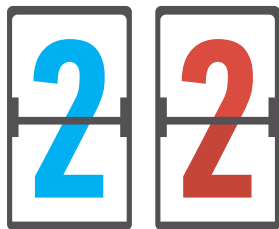


IMPIANTI SCALE MOBILI

- ✓ GLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO DI STAZIONE SONO COSTITUITI DA SCALE MOBILI SPECIFICHE PER UTILIZZO NEL CONTESTO DEL SERVIZIO PUBBLICO AI SENSI DELLA EN 115 E DELLE SPECIFICHE DI PROGETTO:

SCALE MOBILI ESTERNE: IDONEE PER INSTALLAZIONE ALL'APERTO, REVERSIBILI, VARIAZIONE DI TEMPERATURA: DA -15°C A + 40°C; IDONEE ALLA PRESENZA DI POLVERI CORPI ESTRANEI QUALI: MOZZICONI DI SIGARETTE, CARTA, EVENTUALE PRESENZA DI FOGLIAME (STAGIONALE), FANGO, NEVE, ACQUA E CORPI ESTRANEI. QUESTA TIPOLOGIA È PRESENTE IN CORRISPONDENZA DEGLI ACCESSI.

MOLTO IMPORTANTE E' IL TEMA RELATIVO ALLA GESTIONE E MANUTENZIONE DI QUESTA TIPOLOGIA DI SCALE IN FUNZIONE DEL CONTESTO DI PROGETTO.



IMPIANTI ESTERNI



IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO



IMPIANTI DI SCALE MOBILI

- **SCALE MOBILI INTERNE: IDONEE PER INSTALLAZIONE ALL'INTERNO, REVERSIBILI, PER VARIAZIONE DI TEMPERATURA: DA 0°C A + 35°C; IDONEE ALLA PRESENZA DI POLVERI CORPI ESTRANEI QUALI: MOZZICONI DI SIGARETTE, CARTA.**
- **LA LARGHEZZA DEL GRADINO DELLA SCALA È PARI DA 600 A 1.000 MM, INCLINAZIONE 30°**



IMPIANTI INTERNI



IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

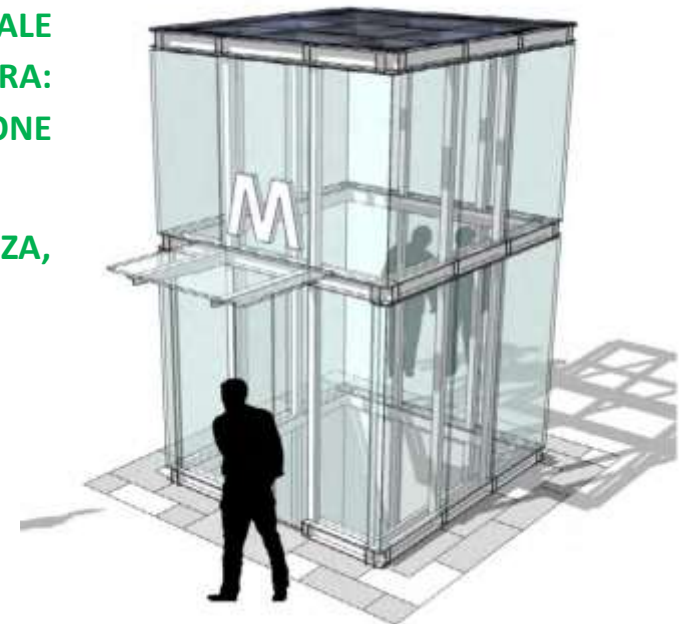


IMPIANTI ASCENSORE

- ✓ **GLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO DI STAZIONE SONO COSTITUITI DA ASCENSORI SPECIFICI PER UTILIZZO NEL CONTESTO DEL SERVIZIO DI TRASPORTO PUBBLICO, TALI ASCENSORI POSSONO AVERE LA CARATTERISTICA DI IMPIANTO ORDINARIO PROGETTATO PRIMARIAMENTE AI SENSI DELLA NORMA EN 81-20 O DI EMERGENZA PROGETTATO AI SENSI DEL D.M. 21/10/2015 E ALLE NORMATIVE SPECIFICHE DI SETTORE:**
 - **ASCENSORI PIANO STRADALE ESTERNO – ATRIO/BANCHINA: NORMALE ED EMERGENZA (SOLO IN CASI SPECIFICI). VARIAZIONE DI TEMPERATURA: DA -15°C A + 40°C; SISTEMA DI VENTILAZIONE FORZATA/CONDIZIONAMENTO NELLA PARTE SUPERIORE DEL VANO,**
 - **UTILIZZO BICILETTE: CABINA: 2,10 m, PROFONDITÀ, 1,20 m LARGHEZZA, ALTEZZA INTERNA 2,15 m.**



IMPIANTI ESTERNI

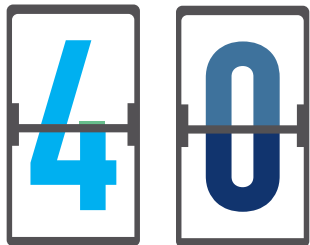


IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

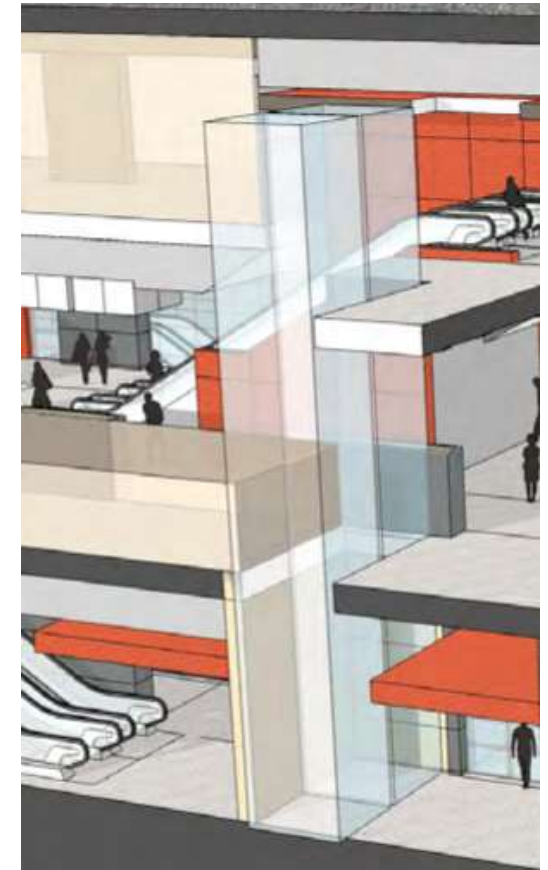


IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ASCENSORI

- **ASCENSORI ATRIO/BANCHINA EMERGENZA, VARIAZIONE DI TEMPERATURA: DA 0°C A + 35°C. TALI ASCENSORI POSSONO ESSERE UTILIZZATI IN ESERCIZIO NORMALE E NEL CASO DI GESTIONE DELL'EMERGENZA DI STAZIONE SIA PER L'EVACUAZIONE DEI PASSEGGERI (IN MODO PARTICOLARE QUELLI CON RIDOTTA MOBILITÀ) E PER L'ACCESSO DEI VVF ANCHE DIRETTAMENTE DAL PIANO STRADA;**
- **UTILIZZO BICICLETTE: CABINA: 2,10 M DI PROFONDITÀ, 1,20 M DI LARGHEZZA, ALTEZZA INTERNA 2,15 M; LARGHEZZA PORTE \geq 1,20 M;**
- **DISPOSITIVI AI SENSI DEL D.M. N° 236 DEL 14/06/1989;**
- **DISPOSITIVI DI COMUNICAZIONE EN 81-28.**



IMPIANTI INTERNI



PROCESSO PER IL CALCOLO DEI COSTI IN MODALITA' BIM

Modellazione e classificazione degli elementi

Vengono modellati e classificati tutti gli elementi strutturali, architettonici e impiantistici del progetto. Questa fase include anche la **scomposizione degli elementi in base alle sequenze costruttive**, al fine di ottenere un controllo accurato delle quantità già in fase di progettazione.

Utilizzo del modello BIM come database

Il modello BIM funziona come un vero e proprio **database che contiene un inventario completo di tutti gli elementi modellati e dei sistemi da costruire**. Ogni componente del progetto viene tracciato e collegato alle relative informazioni, rendendo il modello una risorsa fondamentale per la gestione dei dati.

**MODELLO
BIM**

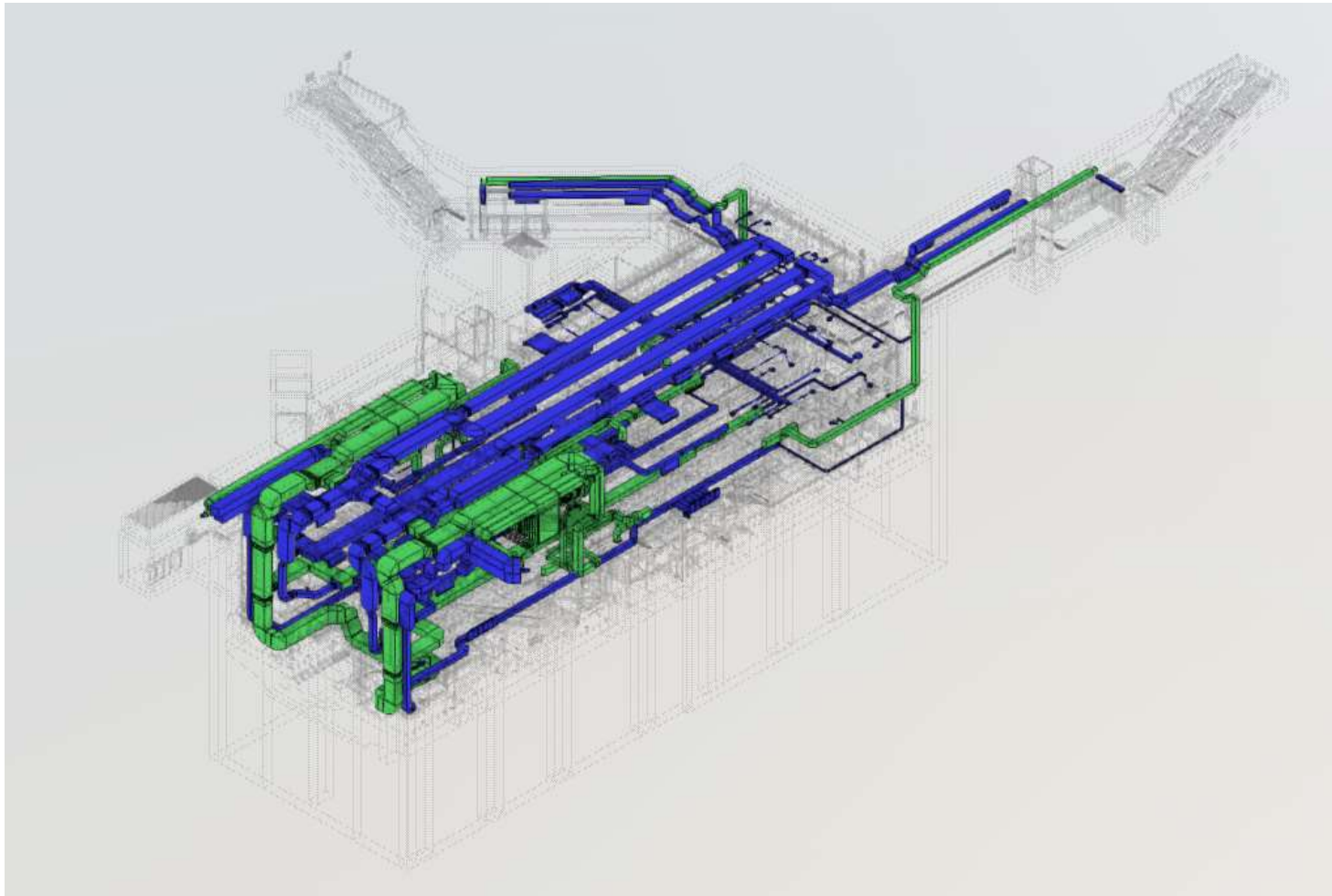
Stima dei costi

Le fasi di stima dei costi includono la modellazione BIM, la generazione di output in formato **IFC/OpenBIM** e l'impiego del software **TeamSystem Construction Project Management**. Questo strumento consente di calcolare i costi **collegando direttamente la geometria degli elementi ai prezzi**, attraverso un sistema di codifica condiviso. Questo sistema è anche riportato negli elaborati 2D del progetto, garantendo coerenza e chiarezza.

Obiettivi del processo

- ✓ Ottimizzazione e uniformità
- ✓ Controllo progettuale
- ✓ Decisioni informate
- ✓ Controllo delle modifiche
- ✓ Riduzione degli errori

VISUALIZZAZIONE IMPIANTI DA MODELLO INFORMATIVO



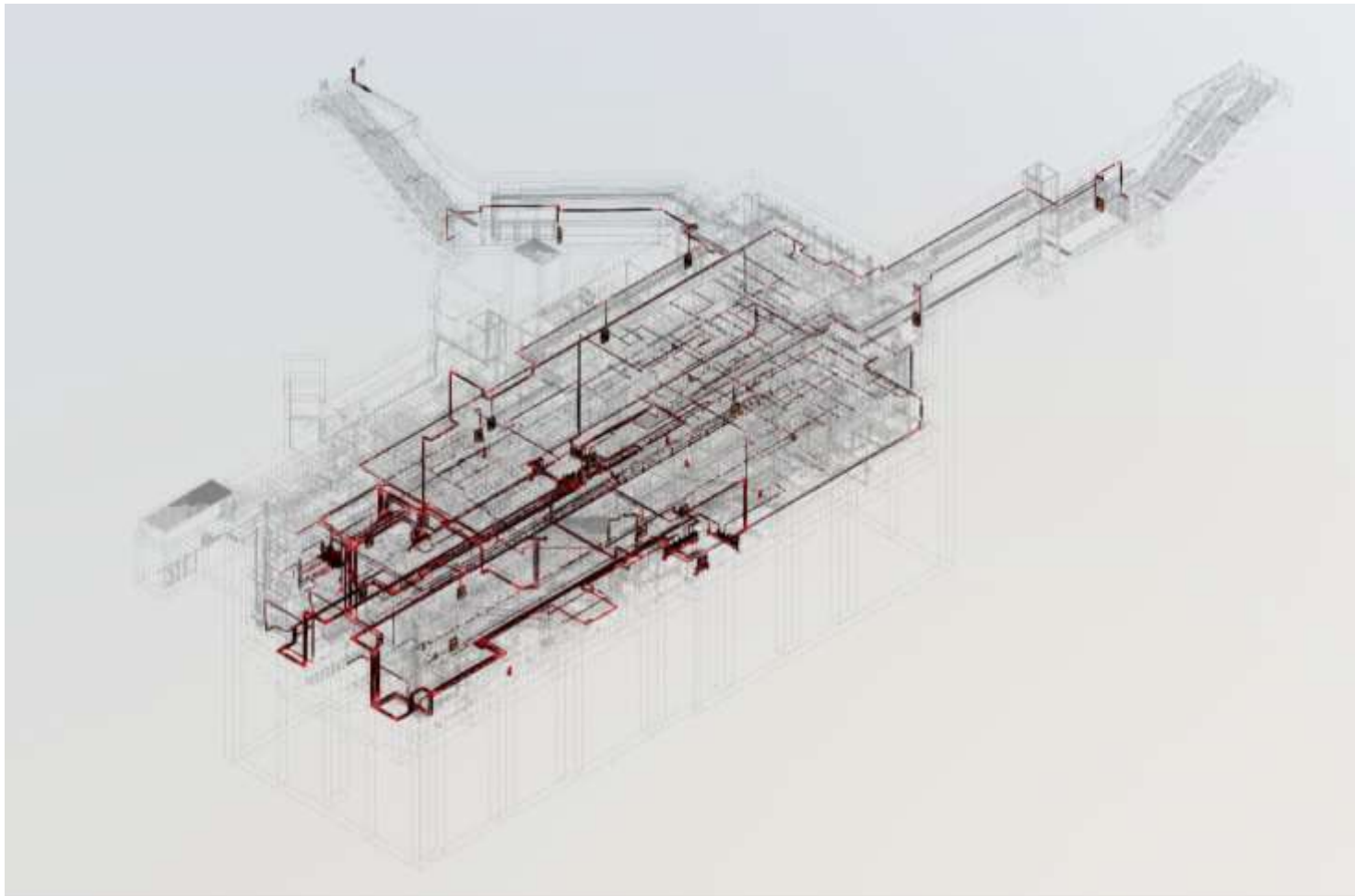
**IMPIANTI DI
VENTILAZIONE**

- IVC
- IVE

**Stazione
Verona**



VISUALIZZAZIONE IMPIANTI DA MODELLO INFORMATIVO

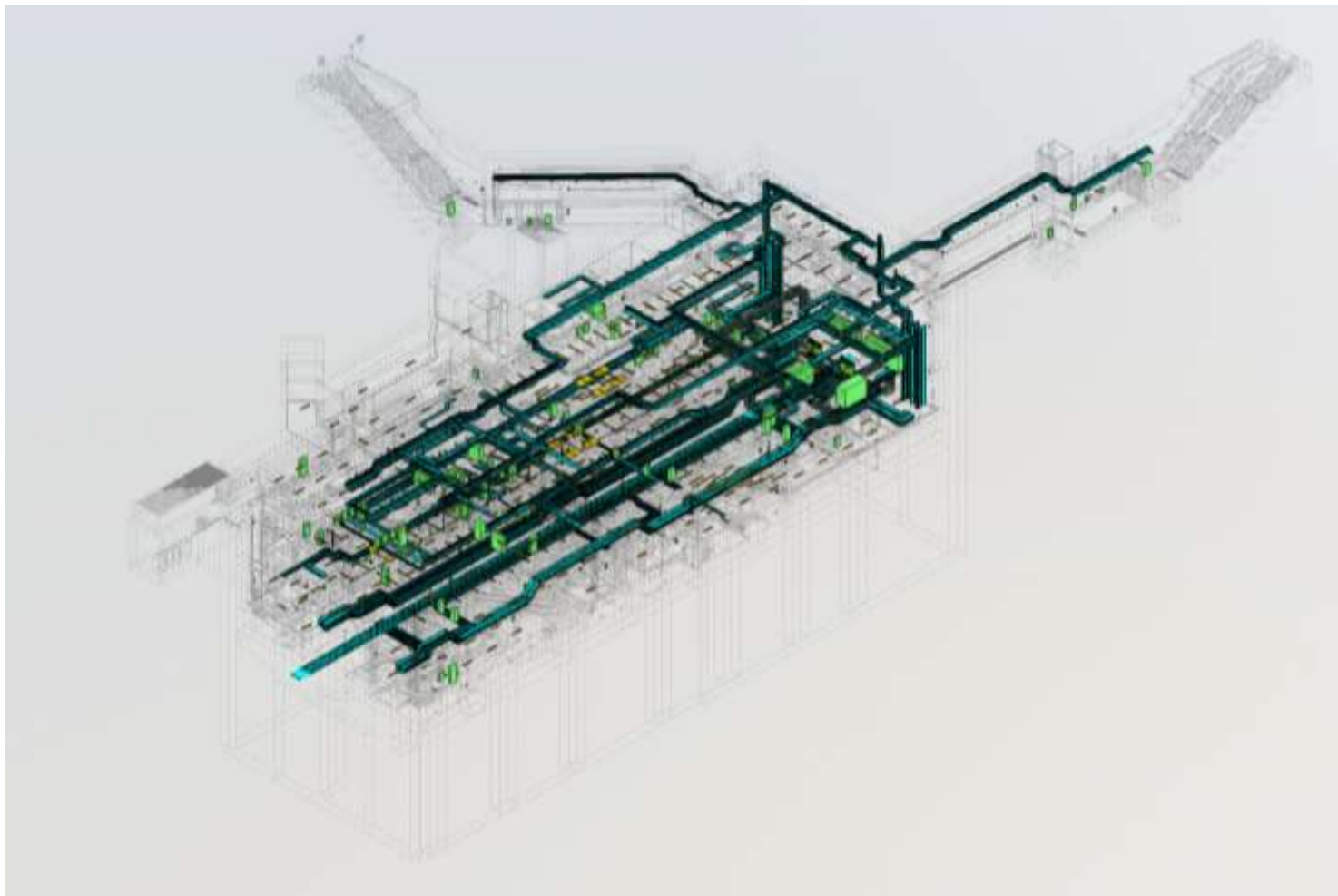


**IMPIANTI
IDRICI E
ANTINCENDIO**

- IAN

**Stazione
Verona**

VISUALIZZAZIONE IMPIANTI DA MODELLO INFORMATIVO

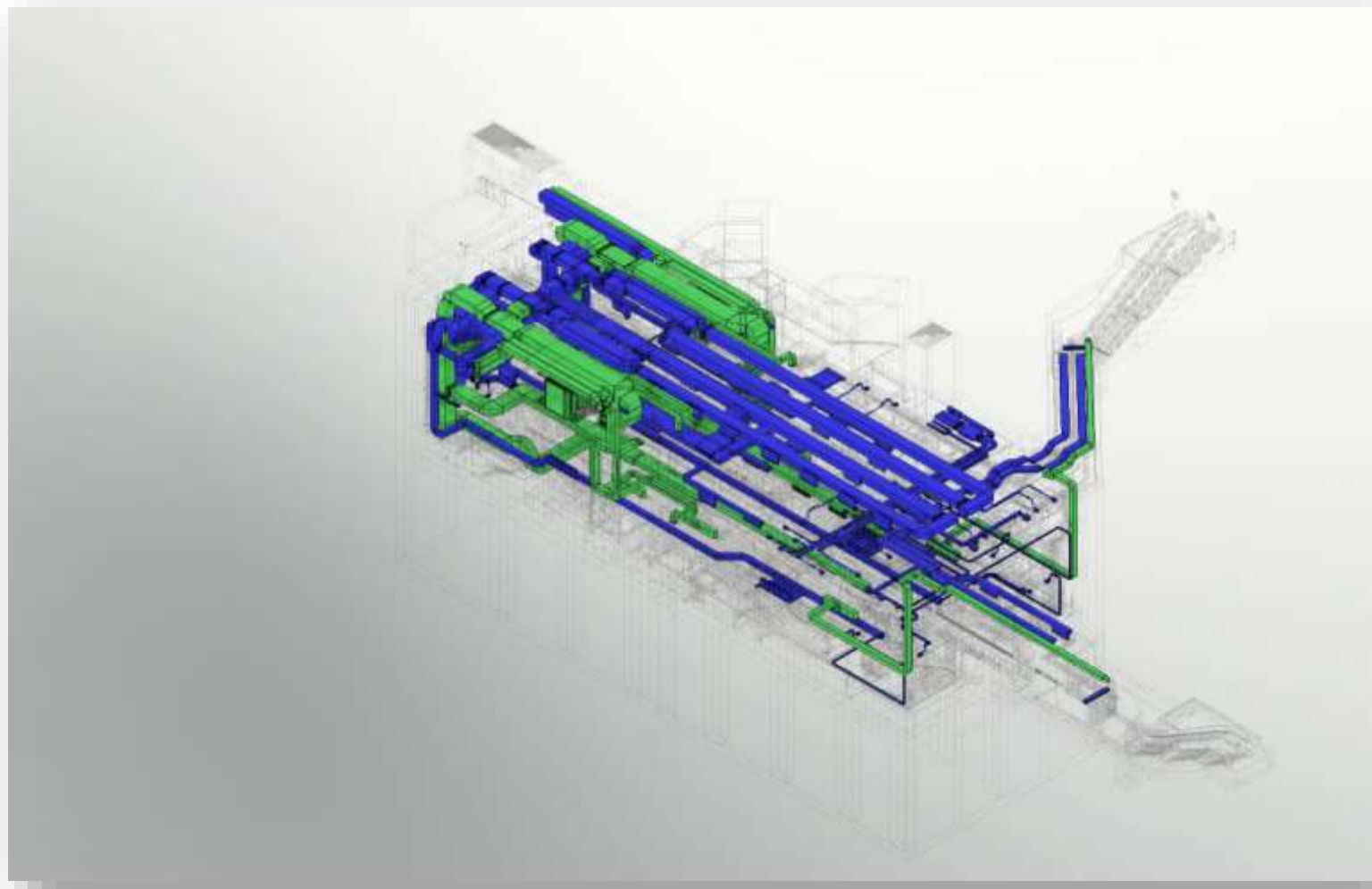


**IMPIANTI
ELETTRICI**

- IEL

**Stazione
Verona**

INVENTARIO PER ESTRAZIONE QUANTITATIVI



**Stazione
Verona**

Ref. Laura Politi

INVENTARIO PER ESTRAZIONE QUANTITATIVI

Descrizione	Lunghezza tot. (m)	Peso Canale tot. (kg)	Area tot. (m ²)
Canale circolare zincato	139,05	389,71	66,70
DT_CIRC_ZN			
IVC	139,05	389,71	66,70
Canale rettangolare in acciaio zincato con materassino antifuoco	354,69	6.434,37	844,03
DT_RETT_Zn-EI			
IVE	354,69	6.434,37	844,03
Canale rettangolare in lamiera zincata	758,69	11.873,09	1.483,41
DT_RETT_ZN			
IVC	758,69	11.873,09	1.483,41
Canale rettangolare multicomparto in silicato di calcio	756,65	n.a.	2.911,87
DT_RETT_MC-SIL			
IVC	532,23		1.799,87
IVE	224,42		1.112,00
Totale complessivo	2.009,09	18.697,17	5.306,01

Canalizzazioni
in lamiera
18,69 t
Stazione
Verona

Canalizzazioni
in Silicato di Ca
2.911 m²
Stazione
Verona

Canalizzazioni
Sviluppo lin.
2.009 m
Stazione
Verona



Grazie
per l'attenzione



Metropolitana di Torino – Linea 2 **Sostenibilità ambientale**

Infra.To | Responsabile Ambiente – dott.ssa Paola MERAFINA

Torino, 30 settembre 2024



Sostenibilità ambientale

Progetto
sostenibile



Cantiere
sostenibile

Infrastruttura
sostenibile



Nature based
solution

Ricadute ed opportunità

*La sostenibilità ambientale nella
infrastruttura e nella sua
progettazione e cantierizzazione
genera opportunità per le aziende,
per il territorio e per le persone.*



LA LINEA 2 DELLA METROPOLITANA

Progetto chiave per promuovere la sostenibilità ambientale e la transizione ecologica



Ricadute ed opportunità per il territorio

Mobilità
decarbonizzata

Criteri
Ambientali
Minimi

Riduzione
emissioni
CO2

Protezione
degli
ecosistemi

Riqualificazione
urbana

Efficienza
Energetica

Riutilizzo
terre e rocce
da scavo

Verde
urbano

SOSTENIBILITÀ IN FASE DI PROGETTAZIONE

scelte progettuali



ripercussioni ambientali



- Azioni di tipo infrastrutturale e tecnologico o “grigie”.
- Azioni basate su un approccio ecosistemico o “verdi”

Ricadute ed opportunità

Stumenti innovativi impiegati nella fase di progettazione, collaborazioni con partner di soluzioni avanzate e fornitori di servizi quali:

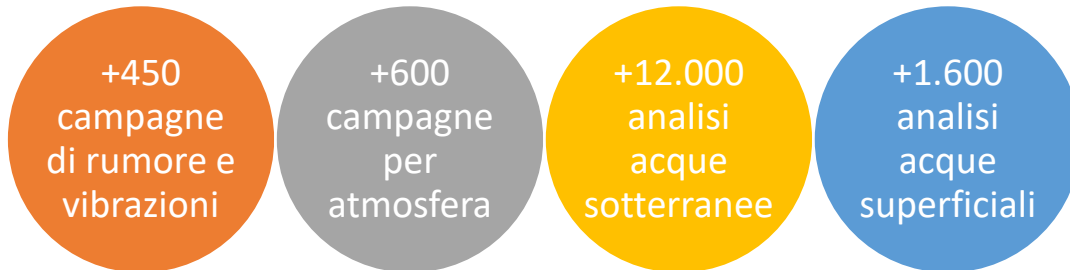
- ***Life Cycle Assessment***
- ***Digitalizzazione e IoT***
- ***Tecniche di downscaling & upscaling***



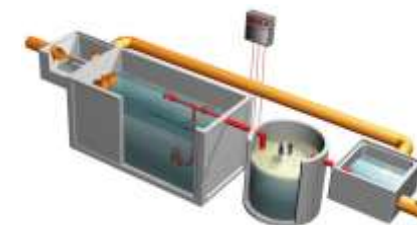
SOSTENIBILITÀ NELLA FASE DI CONSTRUCTION



Monitoraggi in numeri...



Ricadute ed opportunità



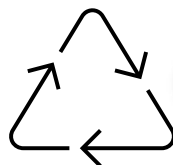
Monitoraggi

Mitigazioni e compensazioni

SOSTENIBILITÀ NELLA GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO



**Riutilizzo
interno
all'opera**



**Produzione
calcestruzzo**



Rifiuti



**Recuperi
ambientali e
ripristini
attività estrattive**



18,6%

17,2%

0,1%

64,1%

TERRE E ROCCE DA SCAVO



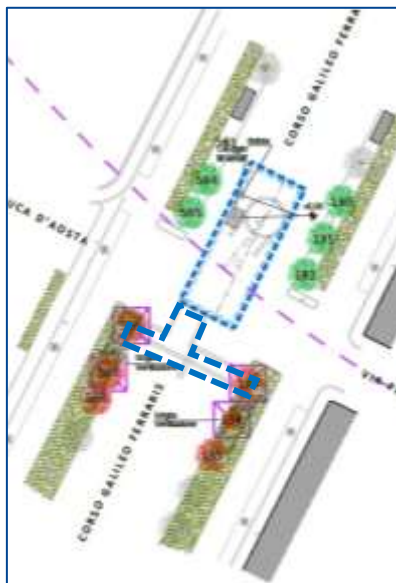
SOSTENIBILITÀ DEL VERDE URBANO

POZZO POLITECNICO

PFTE

PD

- LEGENDA**
-  Alberi da trapiantare
 -  Alberi censiti lasciati in loco
 -  Alberi da abbattere
 -  Alberi di contesto
 -  Posto pianta non ripiantabile
 -  Tracciato MTL2
 -  Sede vuota/ceppo
 -  Deceppatura
 - N** Numero posto pianta



6 abbattimenti (4 non ripiantabili)

0 abbattimenti

Le stazioni e i pozzi sono stati riconfigurati per favorire il mantenimento delle alberate

BILANCIO ARBOREO:

-268



+ 1022



Ricadute ed opportunità

- **Riqualificazione urbana**
- **Verde urbano**

SOSTENIBILITÀ NEL GREENING URBANO



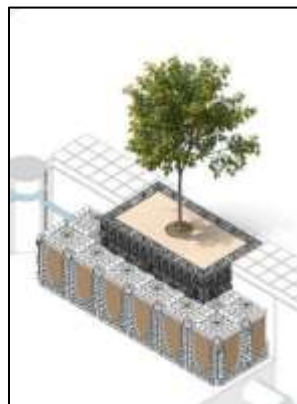
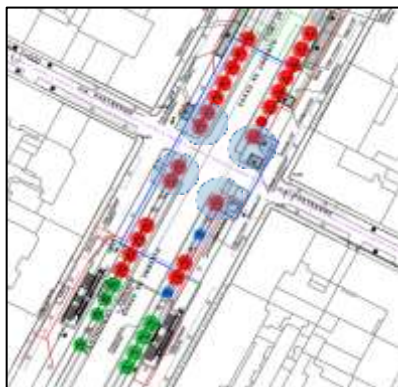
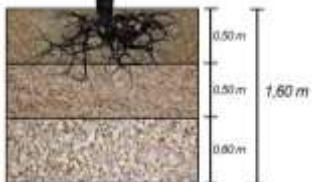
Ricadute ed opportunità

- *Riqualficazione urbana*
 - *Servizi commerciali*
 - *Sicurezza e viabilità*
 - *Mobilità sostenibile*
-
- *Soluzione tecniche innovative*
 - *Nature based solution (NBS)*

SISTEMI INTEGRATI PER IL VERDE URBANO

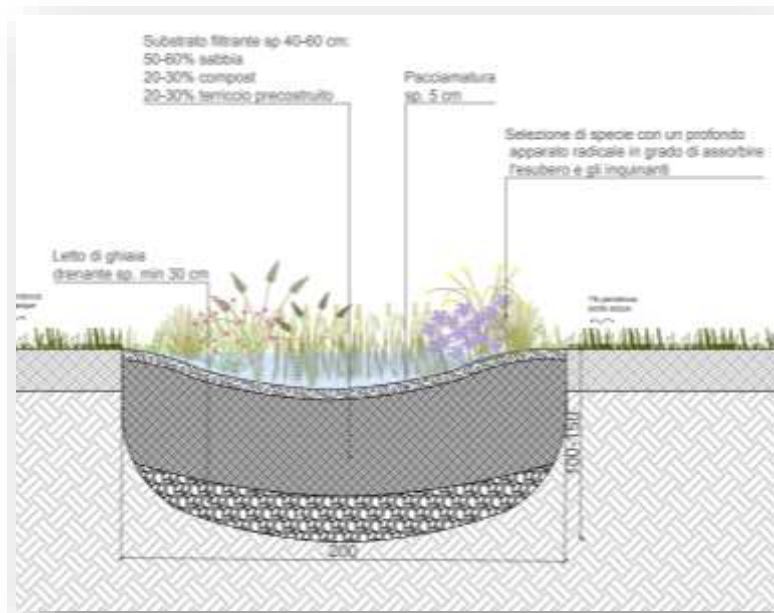


Terra vegetale
Sabbia grossa +
misto stabilizzato
Ghiaia +
misto stabilizzato



RAIN GARDEN

Inserimento di sistemi di recupero e stoccaggio del deflusso idrico superficiale attraverso la progettazione di “rain-garden” oltre a elementi di decantazione come “trincee e fossi drenanti” e asfalti drenanti per meglio gestire le precipitazioni estreme («bombe d’acqua»).



CRITERI PREMIANTI

Criteria premianti (art. 57 del D.Lgs 32/2023): requisiti volti a selezionare prodotti/ servizi con prestazioni ambientali migliori di quelle garantite dalle specifiche tecniche.



Alcuni esempi...

- Ottimizzazione della logistica di cantiere
- Decarbonizzazione dei prodotti da costruzione
- Soluzioni di adattamento ai climate change
- Certificazioni ESG
- Etichettature ambientali
- Sistemi di gestione ambientale
- Life Cycle Assessment



**Grazie
per l'attenzione**





Metropolitana di Torino – Linea 2

La Politica della Sicurezza

Infra.To | Responsabile Sicurezza - Ing. Fabio Cocito

Torino, 30 settembre 2024

PRINCIPALI TEMATICHE SVILUPPATE NELL'AMBITO DELLA POLITICA DELLA SICUREZZA

- 1** Approccio alla **sicurezza con la metodologia BIM**
- 2** Portale di **commessa sulla sicurezza**
- 3** **Sicurezza partecipata**
- 4** **Dotazioni tecnologiche del cantiere**
- 5** **Opportunità per il territorio e le imprese locali**

1

APPROCCIO ALLA SICUREZZA CON LA METODOLOGIA BIM

- ➔ durante la **progettazione esecutiva (PSC)** - nella programmazione e gestione della sicurezza;
- ➔ durante la **realizzazione dei lavori** - validando / modificando (ove necessario) le scelte effettuate durante la progettazione esecutiva;
- ➔ durante la **gestione e manutenzione dell'opera (FTO)**.



2**PORTALE DI COMMESSA SULLA SICUREZZA****A**

Nella fase di progettazione esecutiva e durante l'esecuzione dei lavori

B

“Portale di commessa” su piattaforma web-GIS con collegamento remoto alle postazioni di lavoro per la gestione di:

- PSC e relative revisioni / integrazioni;
- POS dell'Appaltatore e dei subappaltatori;
- verbali di riunione, di interfaccia e coordinamento con altri appalti;
- verbali di sopralluogo;
- reportistica inerente al personale, ai mezzi operanti in cantiere e alle attività di verifica / controllo / manutenzione;
- FT dell'opera.

3

SICUREZZA PARTECIPATA



**presentazione
del progetto**
agli addetti ai
lavori

**attenta fase di
ascolto da parte
degli addetti ai
lavori**

**rivisitazione del
Piano di
Sicurezza e
Coordinamento**

digitalizzazione
delle informazioni,
piattaforme web e
cloud storage,
realtà aumentata

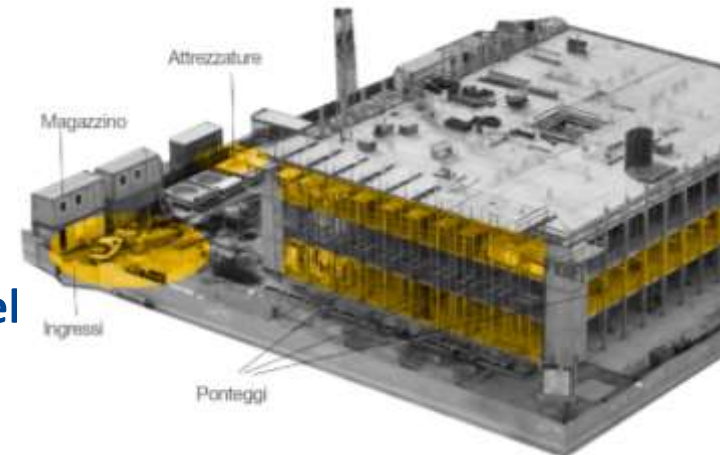
4

DOTAZIONI TECNOLOGICHE DEL CANTIERE

- **monitoraggio dell'avanzamento del cantiere** (telecamere, droni, fotogrammetria...)
- **controllo accessi e posizione dei mezzi e degli operatori in cantiere** (badge, tag con GPS, allarmi "man down"...)



- **sistemi di videosorveglianza ed allarme del cantiere**



5

OPPORTUNITÀ PER IL TERRITORIO E PER LE IMPRESE LOCALI

**upgrade nella
formazione sulla
sicurezza degli
addetti ai lavori
(digitalizzazione)**

**maggior
sensibilizzazione sulle
tematiche relative alla
sicurezza nei
lavoratori
(sicurezza partecipata)**

**messa a disposizione e
miglioramento del know-
how basato sulle
precedenti esperienze
condotte nella
costruzione della Linea 1
della Metropolitana**

**comunicazione e
accessibilità al cantiere
da parte dei cittadini
(visite guidate, eventi...)**



**Grazie
per l'attenzione**

