0	11/2017	PRIMA EMISSIONE	SPIGARELLI	GATTI	CASSANI
Revisione	**Data**	**Oggetto revisione**	**Redatto**	**Verificato**	**Approvato**

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura
Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario

Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

Rocksoil S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE: **Ing. Luca BERRUTI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO: **Ing. Stefano PINASCO**

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Progettista/Progettisti responsabili elaborato
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr.: ----

Codice elaborato: BIS2E - R - OSM00 - RE01 - 0

Oggetto della tavola

OPERE DI SBOCCO A MARE

GENERALE

Relazione descrittiva

Scala: -

Data: NOVEMBRE 2017

Codice FILE: BIS2E-R-OSM00-RE01-0.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

INDICE

1 Introduzione 2
2 Descrizione dell'intervento 2
3 Fasi realizzative 4
4 Opere di sostegno 8
5 Struttura di rinforzo arcate Corso Italia 10
6 Galleria artificiale 12
7 Caratterizzazione geotecnica 14
8 Materiali 16
9 Normativa e riferimenti 18

1 Introduzione

Nella presente relazione viene descritta in termini generali l'opera prevista per la connessione della galleria scolmatrice del Bisagno con il manufatto di sbocca a mare realizzato nell'ambito del primo lotto del progetto in oggetto. Per ridurre l'impatto da un punto di vista estetico sul litorale il progetto prevede un unico sbocco per i due canali scolmatori facenti parte del progetto: il canale del rio Fereggiano e la galleria del Bisagno.

2 Descrizione dell'intervento

Partendo da monte l'intervento può essere suddiviso in 3 porzioni:

1. un segmento scavato con metodo tradizionale, di lunghezza prossima ai 50 m che corrisponde al tratto terminale della galleria scolmatrice prima della struttura ad archi che sostiene la passeggiata di Corso Italia. Tale tratto verrà scavato da valle e su di esso si intesterà lo scavo meccanizzato proveniente da monte.
1. Un intervento di rinforzo statico degli arconi di Corso Italia che sarà costituito da un sistema di travatura studiato e progettato in modo tale da contenere le deformazioni entro un limite accettabile, onde evitare dissesti sia estetici che funzionali della struttura esistente. La struttura studiata consentirà il riutilizzo dello spazio al di sotto degli arconi valorizzandone il valore architettonico.
2. Un tratto di galleria artificiale che si sviluppa per circa 23.5 m a partire dall'attuale filo delle arcate di C.so Italia verso il mare. La struttura in questa ultima porzione presenta una geometria variabile per consentire la connessione con l'opera già realizzata di regimazione delle acque dei due corsi d'acqua ed in particolare si individuano i seguenti tratti:
    - un primo tratto di galleria a sezione policentrica il cui intradosso corrisponde a quello della galleria principale scavata con TMB. Tale tratto verrà realizzato al di sopra di una culla che servirà per la traslazione e lo smontaggio della fresa. La lunghezza di tale tratto misurata in asse alla galleria è di circa 10 m.
    - un secondo tratto caratterizzato dalla variabilità del profilo di intradosso per consentire il raccordo con la struttura esistente realizzata a valle del canale scolmatore del Fereggiano. Tale tratto presenta una lunghezza di 10 m e sarà anch'esso realizzato al di sopra della culla.

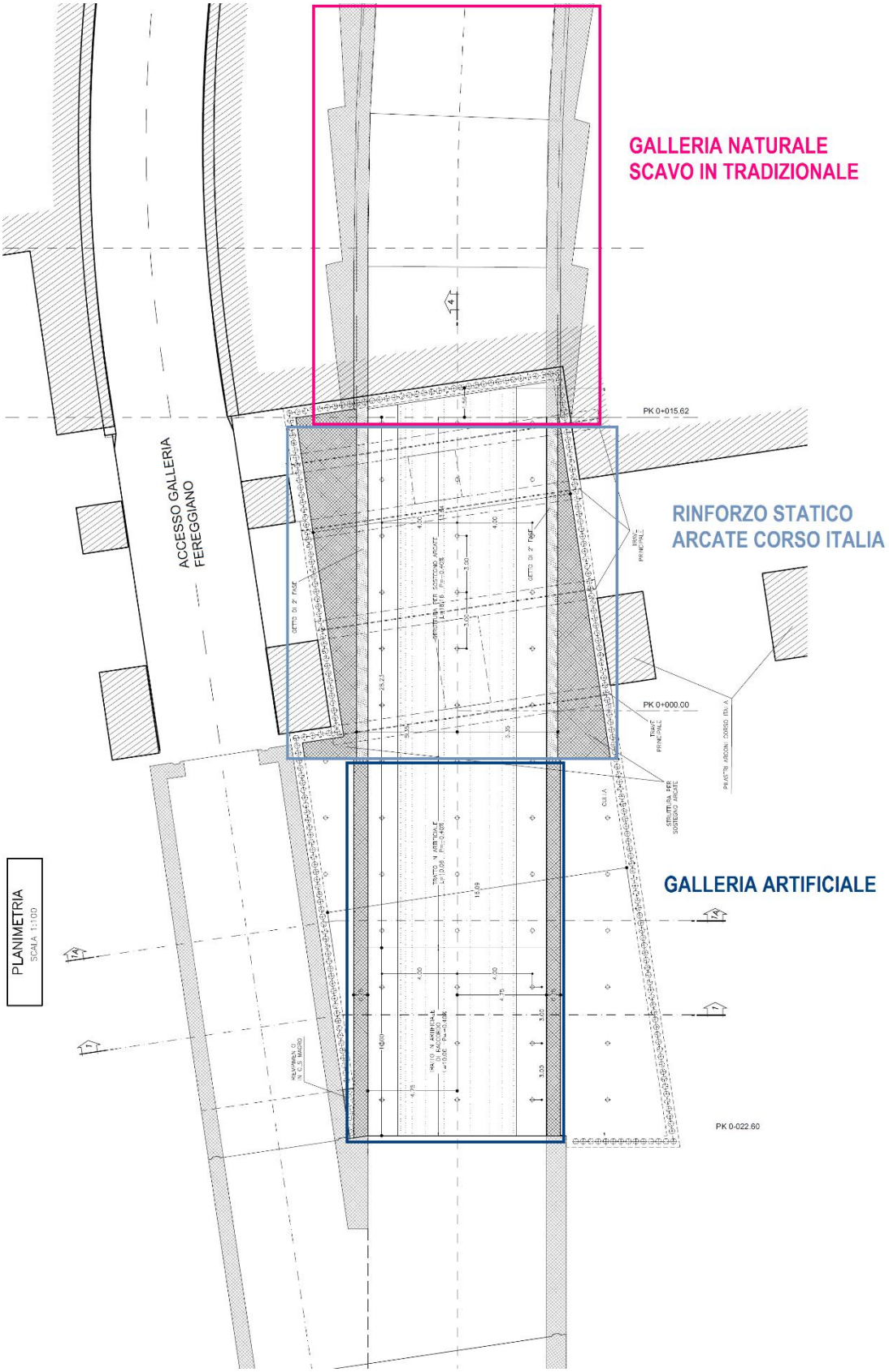
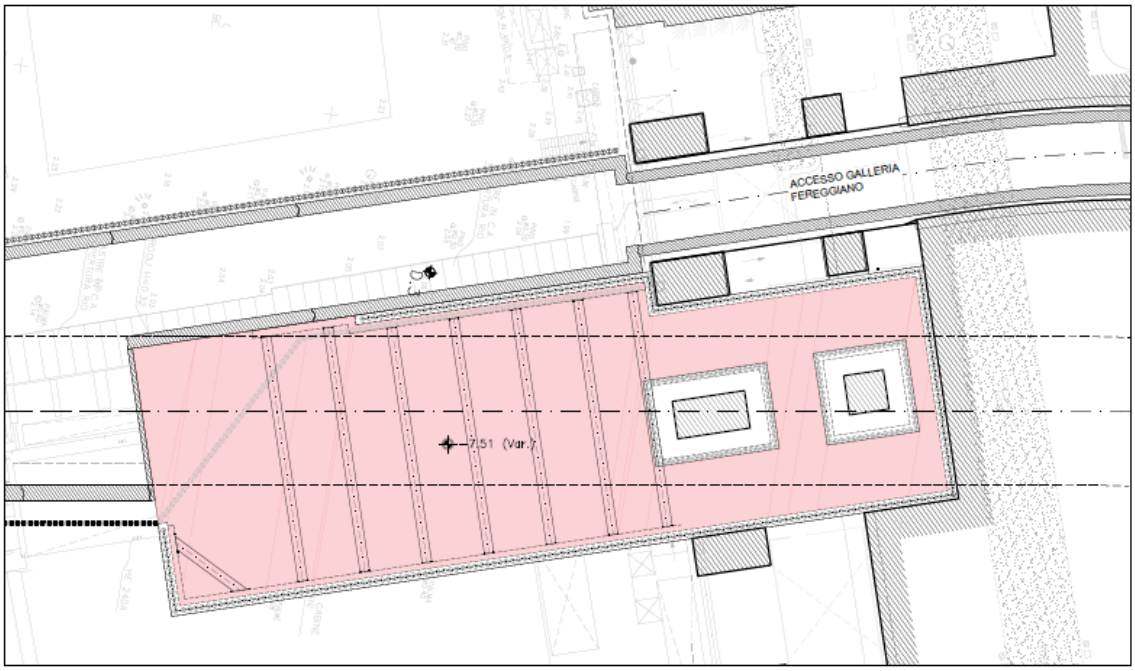


Figura 1 - Planimetria

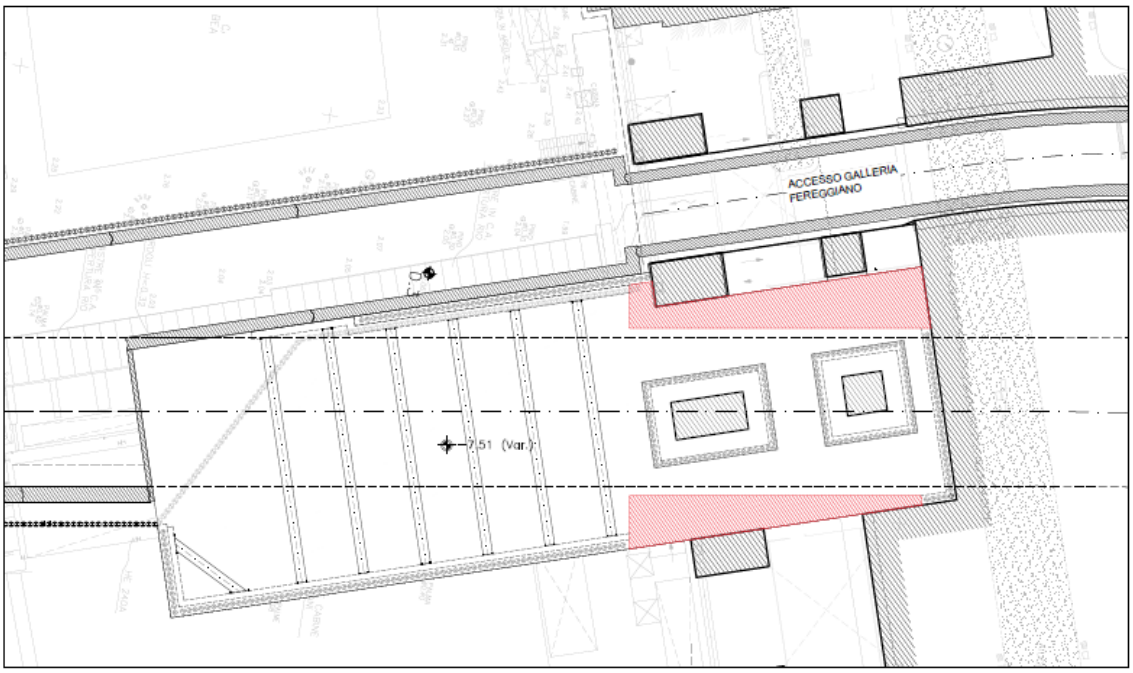
3 Fasi realizzative

All'avvio dei lavori in oggetto, sarà già ultimata l'opera di sbocco a mare costituita da un manufatto gettato in opera a sezione interna policentrica sul quale si innesta il manufatto scatolare realizzato in prosecuzione della galleria scolmatrice del Rio Fereggiano. Le lavorazioni si articoleranno in particolare secondo la seguente sequenza realizzativa:

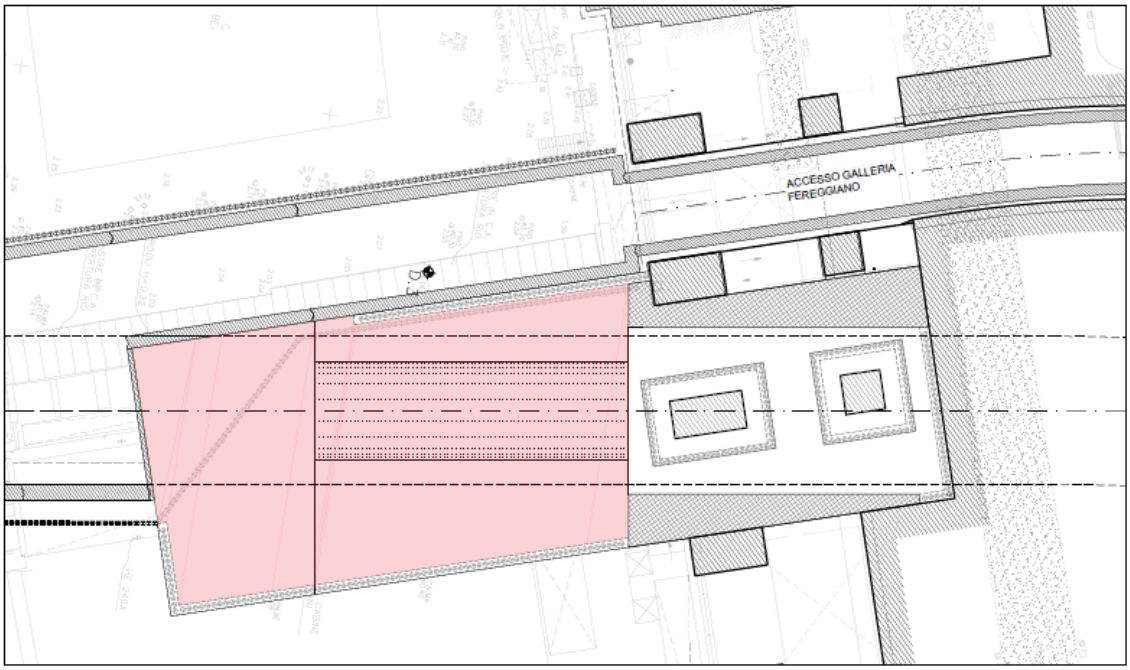
- Realizzazione del pozzo di arrivo della fresa nell'area della Spiaggia San Giuliano compresa fra il lungo mare Corso Italia ed il completato manufatto di sbocco a mare del Rio Fereggiano; le pareti di scavo saranno sostenute da micropali tirantati presidiati a tergo da trattamenti colonnari jet grouting con funzione di impermeabilizzazione dello scavo (posto sotto il livello del mare per una sua buona porzione). Parimenti saranno previste iniezioni per la formazione del tappo di fondo (è attesa roccia affiorante al fondo scavo, con stato di fratturazione variabile per cui si prevede necessario un intervento per la riduzione della permeabilità).
  Il pozzo di arrivo si estenderà entro l'intero spazio coperto al di sotto della passeggiata di corso Italia (attualmente occupato dai locali dei campi squash); contestualmente saranno realizzati interventi di sottofondazione delle pilastrate portanti centrali e laterali per consentire l'approfondimento dello scavo sino alle massime quote previste da progetto. Tali opere consisteranno in micropali cerchiati mediante profilati a C provvisti di catene passanti il pilastro in roccia sottostante il plinto di fondazione.



- Getto dei setti in calcestruzzo armato al di sotto degli arconi di Corso Italia: questi elementi costituiscono gli appoggi della struttura metallica pervista per il rinforzo statico della struttura esistente.

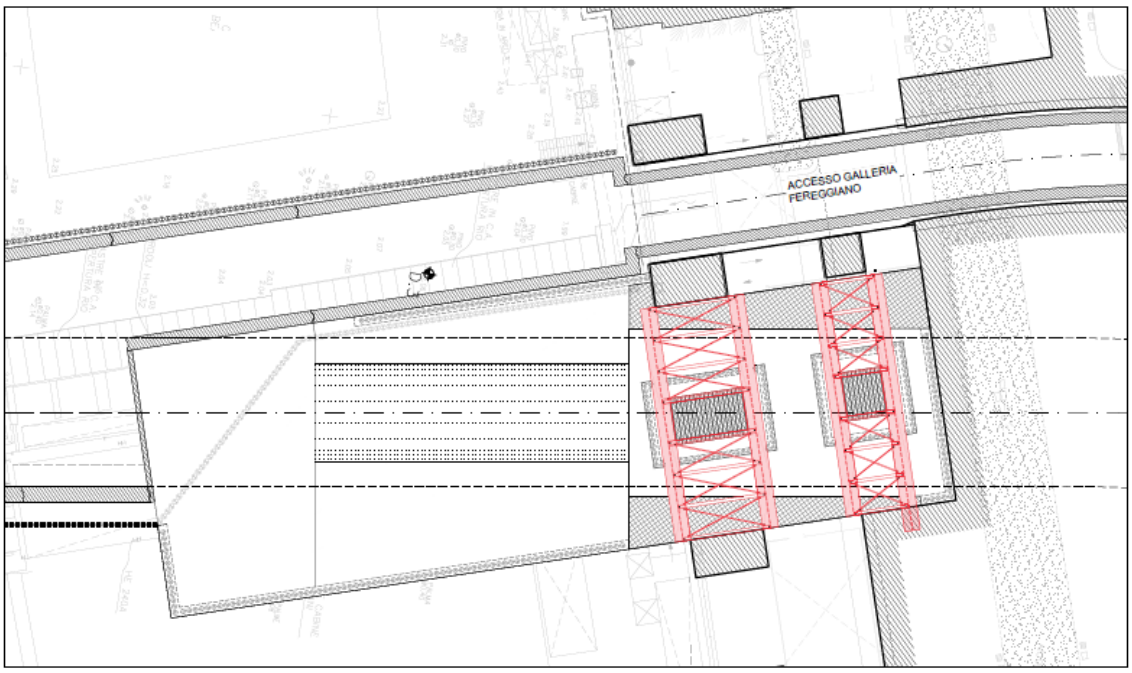


- Realizzazione della soletta di fondo nella porzione al di fuori degli arconi, allo scopo di contrastare alla base le opere di sostegno laterali prima menzionate (berlinesi di micropali). Rimozione degli ordini di sostegno temporanei che interferiscono con gli spazi di cantiere (puntoni)

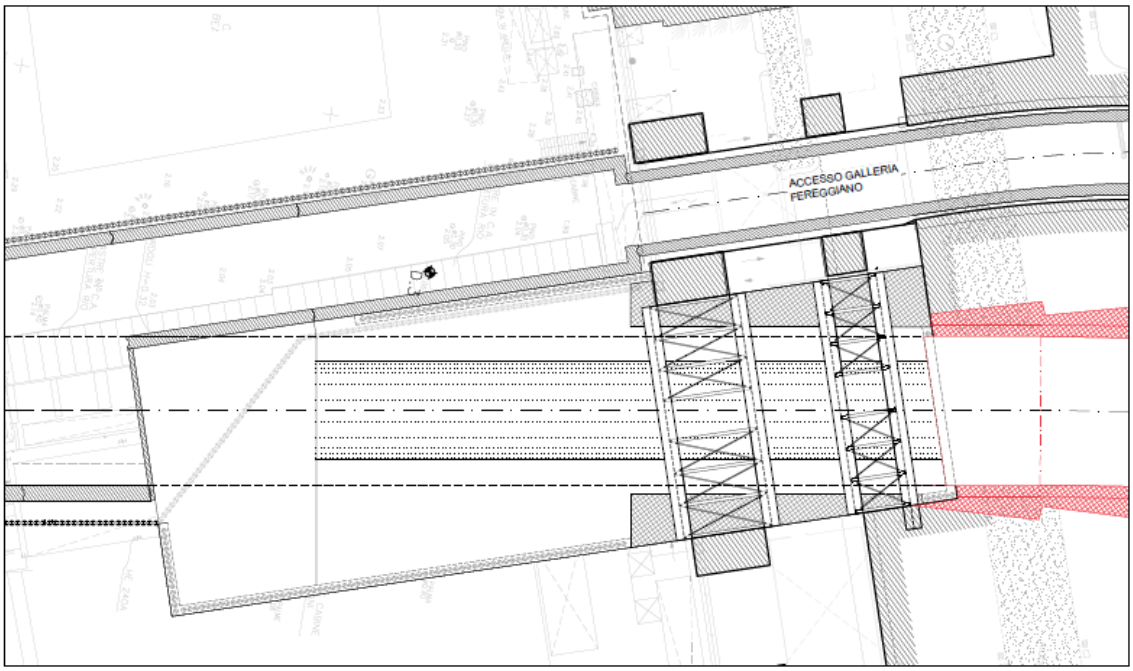


- Messa in opera dell'intervento mirato al trasferimento del carico delle volte di Corso Italia interferenti con la galleria scolmatrice, dalle pilastrate centrali (poste lungo l'asse dell'opera) a setti laterali appositamente predisposti. Il trasferimento del carico avverrà mediante l'apprestamento di una apposita struttura di scarico dei pilastri, come meglio specificato in seguito. Tale intervento, a completamento avvenuto, consentirà di disporre del campo libero, a quota fondo pozzo, per la

realizzazione della dima e del concio d'attacco, ovvero l'avvio delle operazioni di scavo dei primi 50 m ca di galleria naturale (tratto che costituirà la camera di arrivo della TBM).



- Realizzazione della culla per la traslazione della fresa nella porzione al di sotto delle arcate di corso Italia, tra i setti in calcestruzzo armato e completamento dello scavo in naturale con realizzazione dei rivestimenti definitivi della galleria.



- La fresa, a scavo completato, sarà fatta avanzare lungo il tratto all'aperto, sulla culla; lo smontaggio avverrà in posto con deposito parziale dei componenti nell'area di spiaggia appositamente individuata. I componenti della macchina saranno quindi trasferiti su gomma sino al camerone di

montaggio e da qui tramite la finestra, al cantiere di imbocco della finestra di servizio, attraverso la galleria scolmatrice stessa (eliminando ogni interferenza di tale attività con il tessuto urbano).

- Ultimato il disassemblaggio fresa, si procederà con la costruzione della galleria artificiale impostata sul tratto di culla precedentemente messo in opera.

4 Opere di sostegno

Si prevede che lo scavo sino alla quota di imposta fondazione della galleria artificiale sia eseguito tra paratie realizzate con micropali Φ350 realizzati ad interasse 40 cm. L'armatura è costituita da profili HEB200.

La paratia è opportunamente vincolata agli spostamenti in direzione orizzontale da un sistema di tiranti in trefoli (3) e puntoni metallici. I tiranti sono realizzati al di sopra della quota di falda mentre nel caso in cui siano necessari dei sostegni a quote inferiori si prevede l'uso di puntoni.

Per i tiranti si è considerata un'inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale e si sono disposti a interasse di 2.4 m. I puntoni sono realizzati con profili circolari cavi di diametro esterno pari a 610 mm e spessore 10mm. L'interasse massimo è pari a 4m.

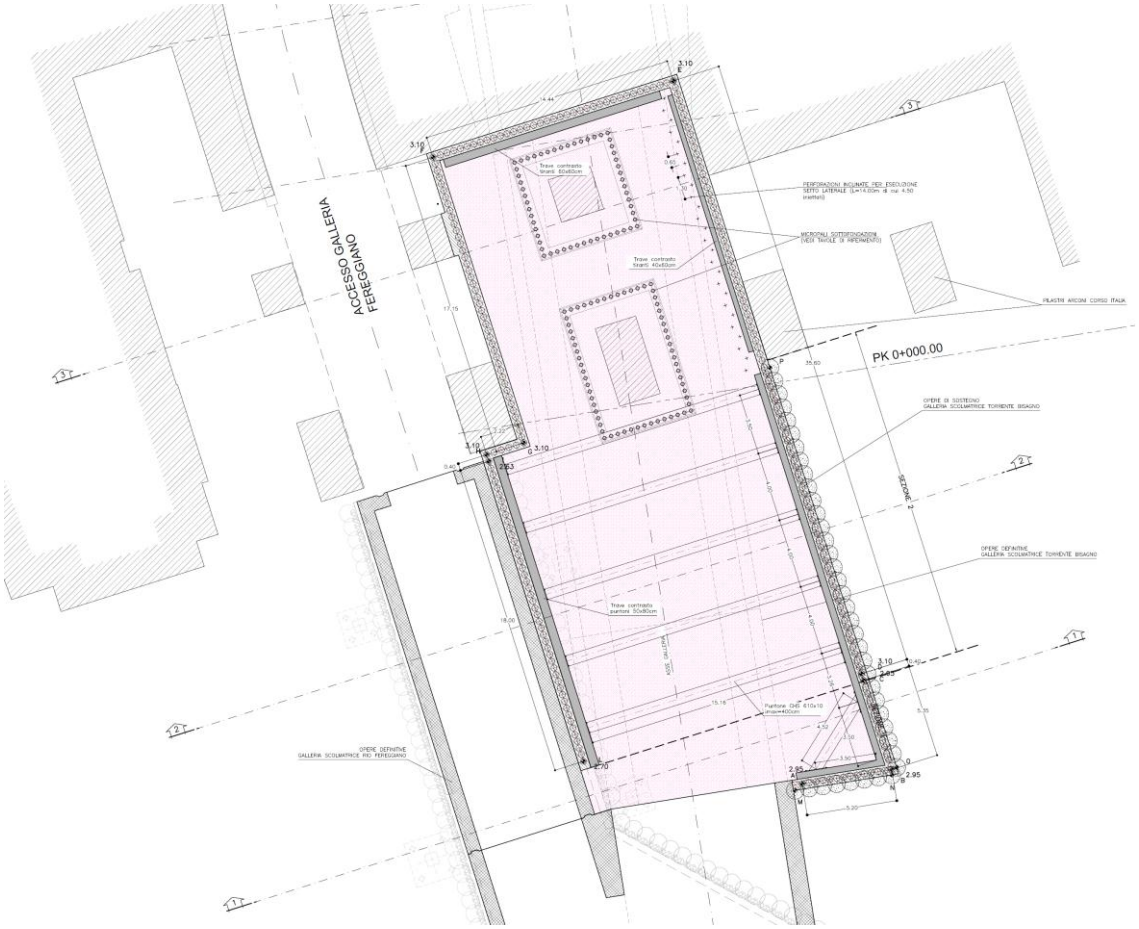


Figura 4-1 – Planimetria generale

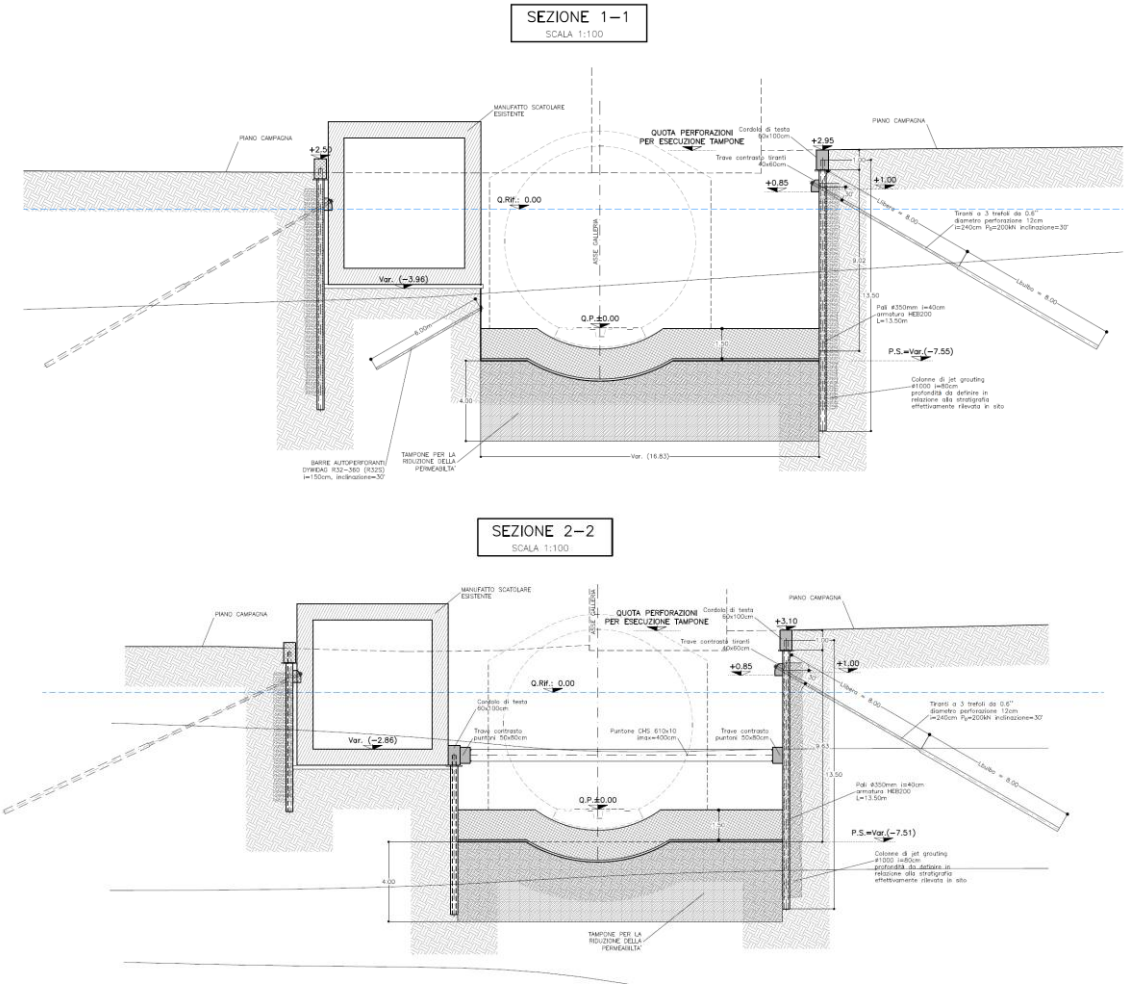


Figura 4-2 – Sezioni trasversali

Il fondo scavo lungo tutto lo sviluppo dell'opera si attesta in corrispondenza dello strato di roccia molto fratturata caratterizzata da una permeabilità elevata di carattere secondario. In fase di scavo si prevede di gestire le venute d'acqua con un pompaggio: la realizzazione di un tampone di fondo prima di iniziare le operazioni di scavo consentirà di cementare le fratture dell'ammasso e quindi ridurre la permeabilità. Successivamente, durante lo smontaggio della fresa è previsto che sia gettata solo la soletta di fondazione/culla delle strutture interne; in questo frangente la sicurezza al galleggiamento è garantita da un sistema di tiranti verticali in roccia annegati nel getto della platea.

5 Struttura di rinforzo arcate Corso Italia

L'intervento è volto alla sostituzione dell'appoggio di due piedritti del viadotto, nelle zone di interferenza con il tunnel artificiale, con una struttura a travata totalmente indipendente dall'opera interrata e che costituirà il nuovo appoggio dei piedritti. Da un punto di vista strutturale, nella configurazione finale i piedritti del viadotto saranno appoggiati in falso sul nuovo sistema di travatura che deve essere sufficientemente rigido da contenere le deformazioni entro un limite accettabile, onde evitare dissesti sia estetici che funzionali della struttura esistente che dalle indagini effettuate risulta essere costituita da un rivestimento portante in pietra (granito), con volte in calcestruzzo, e riempita con materiale scadente dal punto di vista strutturale, i.e. pietre di risulta e calcestruzzo magro dall'aspetto poroso e/o non legato.

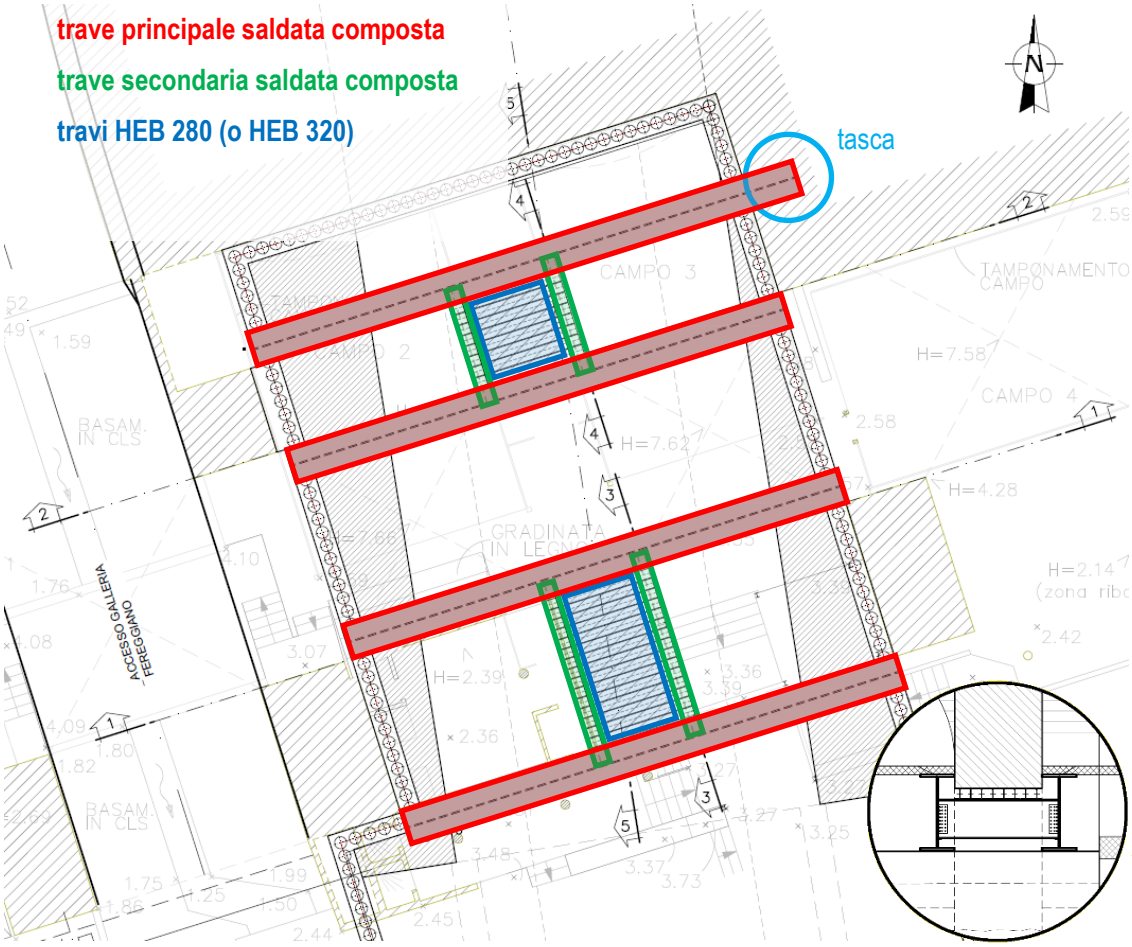


Figura 5-1 - *struttura di supporto dei piedritti del viadotto.*

La nuova struttura consta delle seguenti parti principali:

- **trave principale saldata composta**; è un profilo in acciaio a doppia T saldato composto con piattabande di dimensione 1000x65 mm e anima 35x2070 mm; ingombro totale 1000x2200 mm. Ciascun piedritto è sorretto da una coppia di travi che sono messe in opera affiancando il piedritto parallelamente alle due arcate;
- **trave secondaria saldata composta**; è un profilo in acciaio a doppia T saldato composto con piattabande di dimensione 400x40 mm e anima 25x1070 mm; ingombro totale 400x1150 mm. Il profilo è ordito in direzione trasversale rispetto alla trave principale e sorregge la terza orditura che forma il piano di sostegno dei piedritti;
- **travi HEB 280 (o HEB 320)**; sono una serie di profili affiancati che formano il piano di appoggio dei piedritti del viadotto che saranno sezionati per permettere la realizzazione della nuova struttura interrata;
- **soletta di completamento**; è un elemento in calcestruzzo armato spesso 25 cm e avente una doppia funzione. Da un lato crea un piano di calpestio continuo per rendere fruibili gli spazi al di sopra della quota d'imposta delle volte; dall'altro lato è un elemento continuo di collegamento della piattabanda superiore delle travi principali e può essere considerato un ritegno torsionale diffuso;
- **elementi accessori**; comprendono tutti i collegamenti bullonati e saldati nonché i rinforzi locali per prevenire fenomeni di instabilità locale.

La struttura metallica è sorretta da una struttura di supporto in calcestruzzo armato sulla quale poggiano direttamente le travi principali. L'unica eccezione riguarda l'appoggio di una delle travi del piedritto più interno per il quale è necessario ricavare l'appoggio all'interno della struttura esistente creando un'opportuna tasca. L'appoggio consta di una contro-piastra in acciaio annegata nel getto in modo da realizzare una superficie di appoggio piana e sufficientemente rigida, tale da distribuire su una superficie ampia il carico trasmesso dalla trave principale e evitare una frattura locale dell'elemento in calcestruzzo armato.

6 Galleria artificiale

Come descritto in precedenza l'opera in oggetto si compone di tre parti:

1. un primo tratto di galleria a sezione policentrica il cui intradosso corrisponde a quello della galleria principale scavata con TMB. Tale tratto verrà realizzato al di sopra di una culla che servirà per la traslazione e lo smontaggio della fresa. Si prevede che in fase di lungo termine le due strutture, galleria artificiale e culla, collaborino grazie alla connessione con barre di armatura. La lunghezza di tale tratto misurata in asse alla galleria è di circa 10 m.
2. un secondo tratto caratterizzato dalla variabilità del profilo di intradosso per consentire il raccordo con la struttura esistente realizzata a valle del canale scolmatore del Fereggiano. Anche questa porzione sarà realizzata al di sopra della culla che si estende sino alla progressiva finale del tratto di raccordo. Si prevede che in fase di lungo termine le due strutture, galleria artificiale e culla, collaborino grazie alla connessione con barre di armatura. Tale tratto presenta una lunghezza di 10 m.

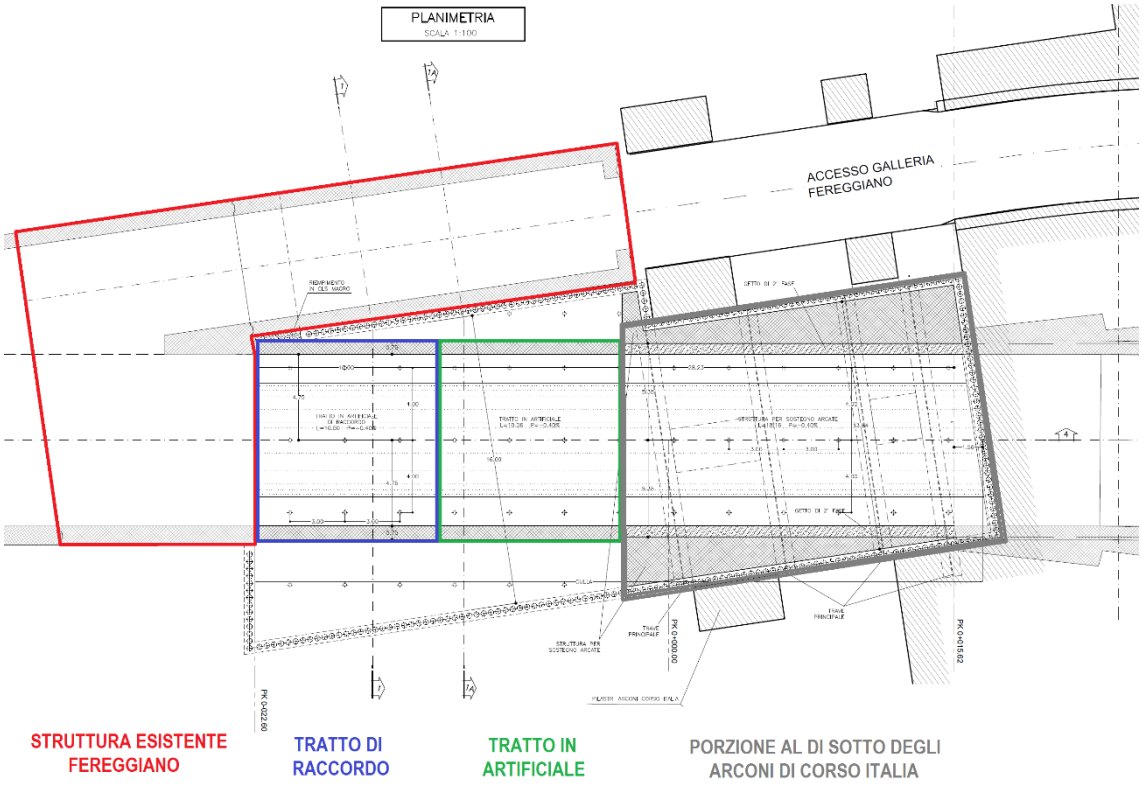


Figura 6-1 – Planimetria generale

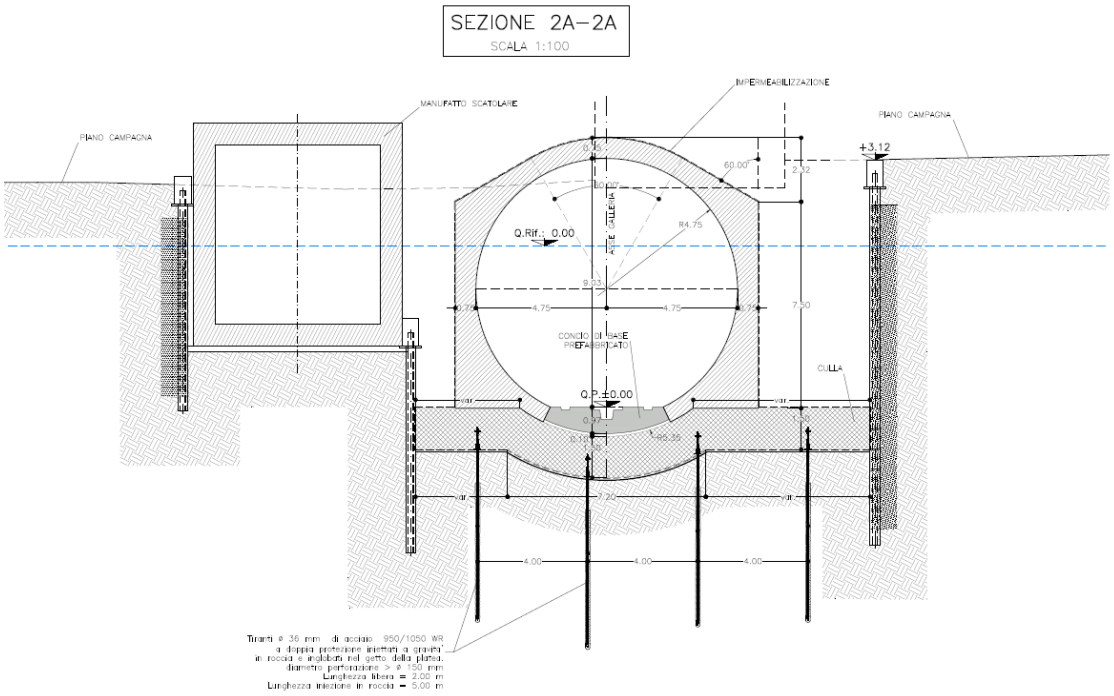


Figura 6-2 – Sezione trasversale galleria policentrica

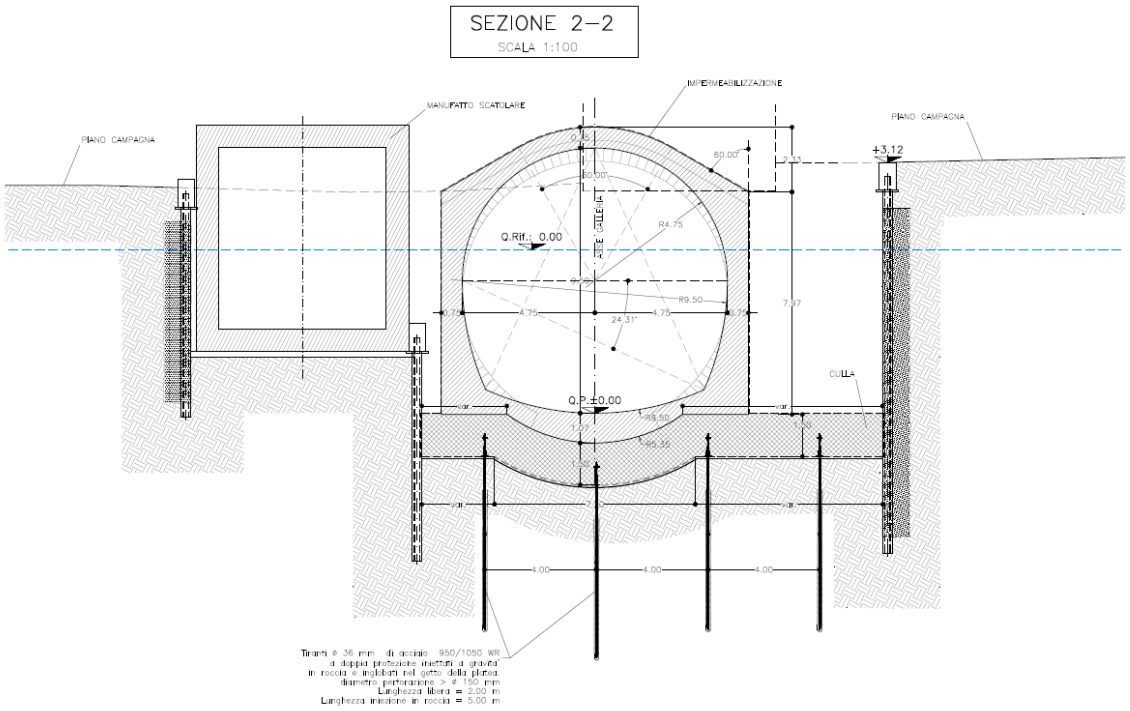


Figura 6-3 – Sezione trasversale tratto di transizione

Il ricoprimento medio su tutto lo sviluppo dell'opera al di fuori degli arconi è pari a 0.80 m.

7 Caratterizzazione geotecnica

Si riporta un estratto del contesto nell'area di intervento dei documenti di caratterizzazione geotecnica cui si rimanda per eventuali dettagli.

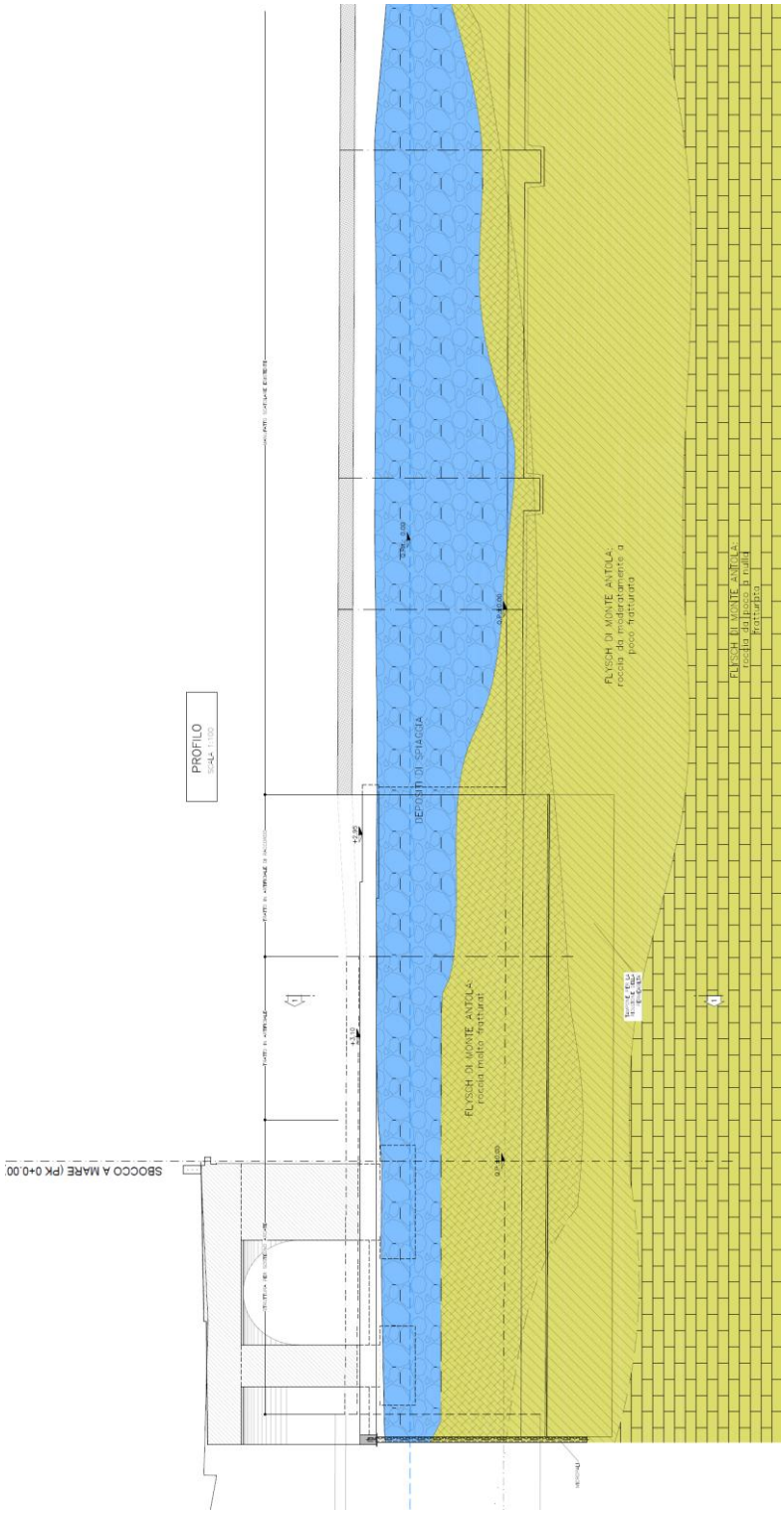


Figura 7-1 - Profilo opere con stratigrafia

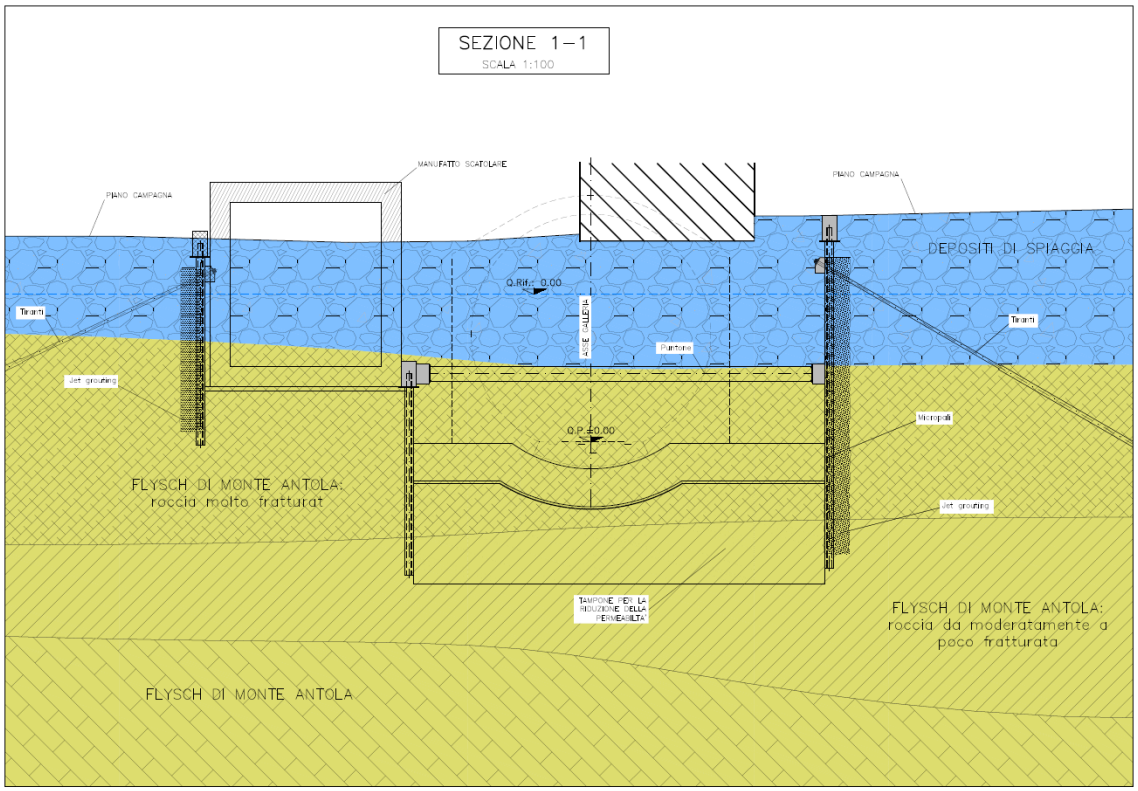


Figura 7-2 - Sezioni trasversali

LEGENDA

	DEPOSITI DI SPIAGGIA Riporto ghiaioso/depositi grossolani di spiaggia
	FLYSCH DI MONTE ANTOLA (Campaniano superiore, Paleocene basale) Alternanza eteropica di prevalenti calcari arenacei fini e calcari marmosi in strati o banchi. Subordinate intercalazioni di marne calcaree, livelli decimetrici di argilliti emipelagiche talora scistose e, più raramente, strati a base arenacea
	FLYSCH DI MONTE ANTOLA: roccia molto fratturata
	FLYSCH DI MONTE ANTOLA:roccia da moderatamente a poco fratturata
	FLYSCH DI MONTE ANTOLA: roccia da poco a nulla fratturata

8 Materiali

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe R_{ck} ≥15 N/mm².

Per la realizzazione del manufatto di sbocco si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe R_{ck} ≥45 N/mm²:

Resistenza a compressione (cilindrica)	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 37.35$ N/mm²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot fck/1.5 = 19.83$ N/mm²
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}2/3 = 3.35$ N/mm²
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.346$ N/mm²
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1.564$ N/mm²
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 22.41$ N/mm²
Resistenza a compressione (comb. Quasi Permanente)	$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} = 16.81$ N/mm²
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000\ [(f_{ck}+8)/10]0.3 = 34077$ N/mm²

Per le opere provvisionali si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe R_{ck} ≥30 N/mm2:

Resistenza a compressione (cilindrica)	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.90$ N/mm²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c = 0.85 \cdot fck/1.5 = 14.17$ N/mm²
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}2/3 = 2.56$ N/mm²
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$ N/mm²
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1.19$ N/mm²
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 14.60$ N/mm²
Resistenza a compressione (comb. Quasi Permanente)	$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.21$ N/mm²
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000\ [(f_{ck}+8)/10]0.3 = 31476$ N/mm²

Per le armature metalliche si adottano barre in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

Limite di snervamento	f_y ≥450 N/mm²
Limite di rottura	f_t ≥540 N/mm²
Allungamento totale al carico massimo	A_{gt} ≥7.5%
Rapporto f_t/f_y	$1{,}15 \leq R_m/R_e \leq 1{,}35$
Rapporto f_y misurato/ $f_{y\,nom}$	≤ 1,25
Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)	$\sigma_s = 0.80 \cdot f_{yk} = 360.00$ N/mm²
Fattore di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\sigma_s = 391.30$ N/mm²

Per le opere provvisionali si utilizzano trefoli stabilizzati da 0.6" (139 mm²) a 7 fili che presentano le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica di rottura	$f_{ptk} = 1860$ N/mm²
Resistenza caratteristica all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k} = 1670$ N/mm²
Allungamento sotto carico massimo	$A_{gt} = 3.5\%$
Modulo elastico	$E_p = 200000$ N/mm²
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$

Per la carpenteria metallica è previsto l'uso di acciaio tipo S355:

Resistenza caratteristica di snervamento	f_{yk} = 355 N/mm^2
Modulo elastico	E_s = 210000 N/mm^2
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_s = 1.15

9 Normativa e riferimenti

Per lo svolgimento delle analisi e la redazione degli elaborati di progetto esecutivo si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – "Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni"
- UNI EN 11104 marzo 2004 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità", Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità"