

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto Funzionale Brescia-Verona
PROGETTO DEFINITIVO**

**GALLERIA ARTIFICIALE “MADONNA DEL FRASSINO EST”
RELAZIONE TECNICA GENERALE**

IL PROGETTISTA INTEGRATORE



Capim spa
Tommaso Taranta
Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23408 - Sez. A Settori: file e ambientale b) Industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52020537 - Fax 02.52020309
C.F. e P.IVA 00825790157

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	O	G	A	1	2	0	0	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	AIELLO	31.03.14	DI NARDO	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	
1	01.07.14	Revisione per CdS	<i>N. AIELLO</i>	01.07.14	<i>DI NARDO</i>	01.07.14	<i>LAZZARI</i>	01.07.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc. N.:IN0500DE2ROGA12000011



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1200001

Rev.
1

Foglio
2 di 25

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
2.1 INQUADRAMENTO GENERALE	5
2.2 MORFOLOGIA	9
2.3 ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI	9
2.4 ASPETTI GEOTECNICI.....	12
2.5 ASPETTI IDRAULICI.....	12
2.6 ASPETTI LEGATI ALLA SICUREZZA	13
2.7 GALLERIA ARTIFICIALE POLICENTRICA.....	13
2.8 MODALITÀ COSTRUTTIVE E OPERE PROVVISORIALI	16
2.9 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	21
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	24
4. ELENCO ELABORATI.....	25

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1200001

Rev.
1

Foglio
3 di 25

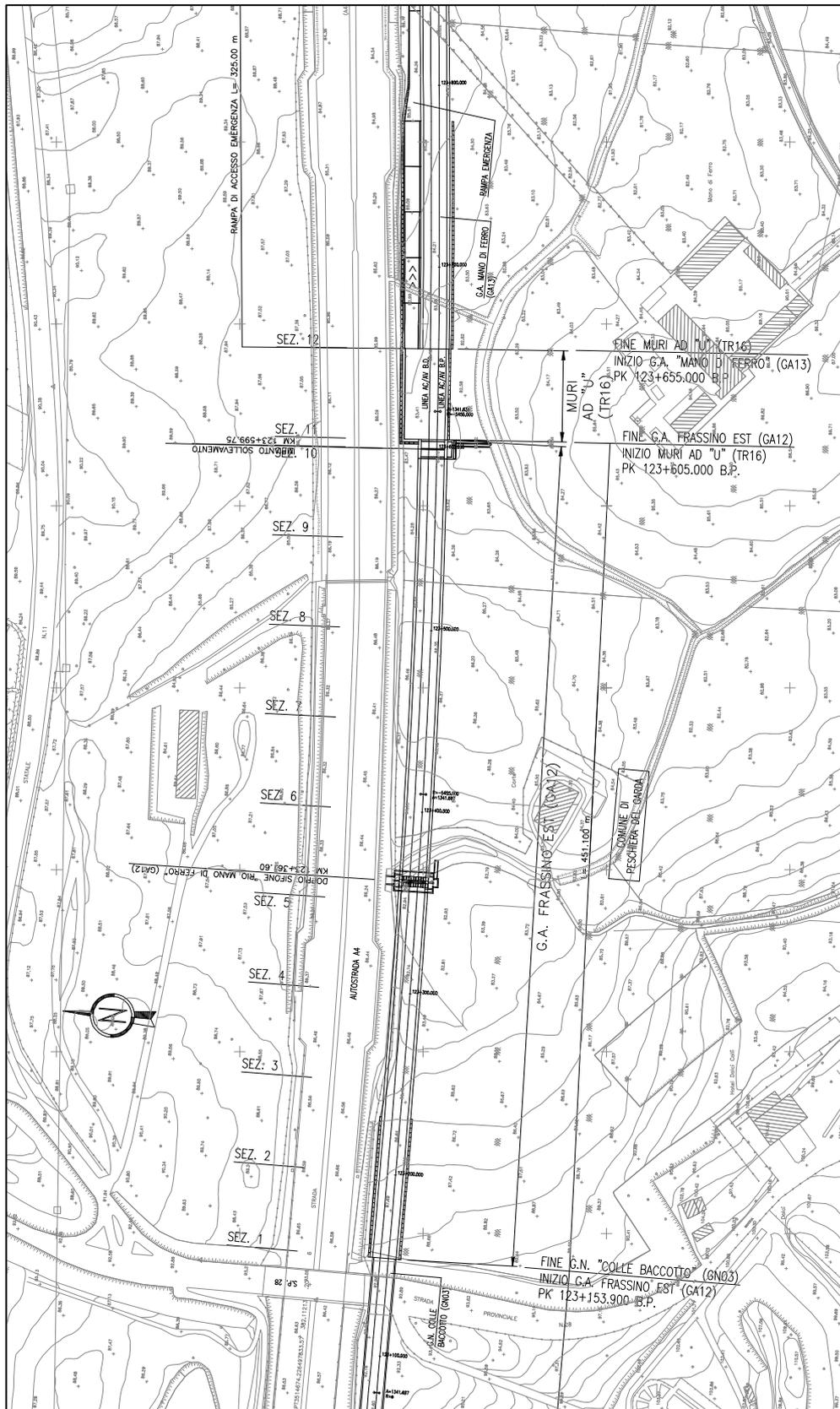
1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la descrizione dell'opera denominata Galleria Artificiale Frassino Est, posta nel territorio del Comune di Peschiera del Garda che ricade in zona sismica di 3^a categoria con riferimento alla nuova zonizzazione contenuta nell'ordinanza P.C.M. n°3274.

In questa galleria sono comprese le seguenti WBS:

- GA12 galleria artificiale posta tra le progressive 123+153.900 (AC BP) e 123+605.000 con uno sviluppo totale complessivo pari a 445.10m.
- TR16 tratto di muri ad, U con sezione allargata per accogliere l'uscita di sicurezza, posto tra le progressive 123+605.000 e 123+655.000.

Planimetria





2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

2.1 Inquadramento generale

La galleria Frassino est è la quarta galleria, la terza artificiale essendo il tratto sotto il Colle Baccotto di tipo naturale, del complesso di gallerie che è posto tra il chilometro 120+770 e 124+026.

In corrispondenza di queste progressive viene attraversata una porzione di territorio particolarmente antropizzato nella quale sono presenti il complesso industriale della ditta Franke, il Santuario della Madonna del Frassino, Villa Baccotto, bellezza individuata ai sensi della legge 1437/99 (D.Lgs 490/99), ed una area dove sono presenti alcune antiche corti rurali la più importante delle quali è denominata Mano di Ferro.

Tale zona, attraversata in posizione planimetrica analoga al P.E. del 1992, è stata oggetto negli anni di varie ottimizzazioni:

- Altimetriche, con un sostanziale abbassamento della livelletta, che hanno portato al completo interrimento della linea AC in questa porzione di territorio rispettando sempre con l'estradosso della galleria i piani viabili e di campagna esistenti;
- Planimetriche, di limitato impatto, che hanno avvicinato, per minimizzare la zona interclusa con A4, l'asse AC all'autostrada A4.

Nel corso della redazione del progetto preliminare, nel periodo 2002-2003, si è inoltre trasformato un tratto di galleria artificiale in naturale. Per il tratto che sottopassa il colle denominato Baccotto, si è così evitato anche in fase provvisoria di dovere aprire scavi in corrispondenza di Villa Baccotto.

Con questi dati di base si è impostata la progettazione definitiva, che ha avuto come ulteriori informazioni la nuova cartografia scala 1:1000, e le risultanze in itinere della campagna geologica e degli studi geotecnici e idrologici svolti nel corso del 2004.

In fase di impostazione della planoaltimetria del progetto definitivo, eseguito quindi sulla cartografia in scala 1:1000, si è dovuta rielaborare la livelletta di preliminare nel tratto che comprende le gallerie S.Cristina e Frassino ovest: si è riscontrata infatti una "puntuale" differenza di quota di circa un metro tra le cartografie 1:5000 e 1:1000 nella zona del sottovia all'autostrada A4 e dell'antistante piazzale di parcheggio del santuario.

La revisione della livelletta, in ogni caso, non ha avuto effetti sul tratto di livelletta in risalita verso il viadotto di attraversamento del fiume Mincio, e quindi nemmeno per la galleria artificiale Frassino Est.

La sezione tipo adottata nella precedente versione del P.D. (2004-2006) era di tipo scatolare a doppio binario a una canna, così come previsto per il tratto ovest, in quanto l'adozione di una sezione a doppia



canna avrebbe presupposto un interasse binari maggiore dei 4.50m previsti comportando un maggiore ingombro planimetrico con immediate conseguenze sulle molte interferenze nell'area interessate. Inoltre, lo sdoppiamento delle canne e quindi degli assi avrebbe avuto una ripercussione sul vicino Viadotto Mincio, comportando uno sdoppiamento degli impalcati.

Data la variabilità della quota del terreno dell'area attraversata sul solettone superiore, nel P.D. 2004-2006 erano previste due tipologie di altezza interna pari rispettivamente a 8.50m (7.20m da p.f. a intradosso solettone) e 11.00m (8.70m da p.f. a intradosso solettone) che veniva utilizzata, così come per il tratto ad ovest, nella zona di uscita dalla naturale, per risolvere sia il problema del forte ricoprimento, sia il raccordo con la sezione policentrica della galleria naturale.

In sede di prima revisione del Progetto Definitivo (30/07/05), inoltre, era stata modificata la tipologia costruttiva dei piedritti, non più interamente realizzati mediante getto in opera ma utilizzando doppie lastre prefabbricate con funzione in prima fase di cassero ed in seguito collaboranti con il getto di riempimento delle pareti.

Nella presente revisione del Progetto Definitivo, si è mantenuta la soluzione di unica canna a doppio binario, ma è stata modificata la sagoma interna della sezione, adottando la sezione tipo policentrica in sostituzione della sezione tipo scatolare (per maggiori approfondimenti e dettagli tecnici si rimanda allo specifico paragrafo). In analogia alla precedente versione del P.D., si sono previste due sezioni tipo da applicare a seconda dei differenti ricoprimenti: la sezione tipo avente spessori strutturali maggiori viene applicata al tratto in adiacenza alla Galleria Naturale "Colle Baccotto", dove sono previsti ricoprimenti variabili da 1.50m a 5m circa, mentre la seconda sezione tipo, di spessori minori, viene applicata al rimanente tratto, dove il ricoprimento sulla calotta è pari a circa 1.0÷1.50m.

La tipologia di scavo per la realizzazione della galleria non è a trincea aperta ma, dati i livelli di falda molto elevati, l'altezza degli scavi provvisionali da sostenere e la vicinanza dell'autostrada A4, il sostegno provvisorio degli scavi è stato affidato ad un palancoato metallico puntonato che consenta lo scavo a parete verticale.

Tali opere provvisionali hanno subito diverse semplificazioni costruttive in sede di prima revisione del progetto definitivo, conseguenze di esigenze legate ad aspetti cantieristici e logistici.

Le suddette modifiche hanno riguardato il posizionamento trasversale, in quanto si è previsto che non fossero più adiacenti alle pareti della galleria, ma allargati di 1.20 m per consentire l'accessibilità tra piedritti ed opera di sostegno provvisorio, e quindi agevolare la posa delle impermeabilizzazioni, e la eliminazione del tappo di fondo previsto nel PD edizione 2004, sostituendolo come funzione con pozzi drenanti.

Per maggiori approfondimenti e dettagli tecnici si rimanda ai capitoli "Modalità costruttive e opere provvisionali" e "Aspetti geologici e idrogeologici" della presente relazione.



Al termine della galleria è inserito un tratto di muri ad U della trincea interclusa la cui WBS è TR16, posto tra le progressive 123+605.00 (AC BP), in corrispondenza della Galleria artificiale Frassino Est, e 123+655.00 (AC BP), in corrispondenza dell'inizio della Galleria artificiale Mano di Ferro, per uno sviluppo totale complessivo pari a 50.00m.

Questo tratto di muri, al termine della galleria Frassino est verso VR, forma un tratto di trincea aperta nel quale si prevede di allargare la sezione trasversale, con l'ausilio di diaframmi eseguiti in corrispondenza del ciglio autostradale, in modo da ottenere una larghezza totale interna del tratto in trincea di 22.31 m, di cui 9.50 esterni alla piattaforma ferroviaria.

Tale zona allargata può essere funzionale a risolvere gli aspetti legati alla sicurezza con particolare riferimento all'evacuazione delle persone. Infatti, tale area consente l'accumulo delle persone in un'area a cielo aperto in caso di uscita in emergenza dalla galleria, e la fuga delle stesse verso l'area a ridosso dell'autostrada, tramite una rampa che viene realizzata direttamente dal piano campagna verso l'imbocco della galleria stessa.

I muri ad U sono stati suddivisi in 2 conci di lunghezza 25.00m ciascuno e con un'altezza di parete pari a 8.50m; lo spessore delle solette è pari ad 1.60m, quello delle pareti pari a 1.50m.

A causa dell'altezza del livello massimo di falda, posto a 1.00m circa da p.c., e della notevole larghezza della struttura, le sottospinte idrauliche sono tali per cui, per ottemperare alle verifiche di galleggiamento senza appesantire eccessivamente la struttura, è necessario collegare i muri ad U ai diaframmi tirantati posti a sostegno dello scavo, appendendoli ad essi tramite un cordolo in c.a. di altezza 1.50m.



2.2 Morfologia

Dal punto di vista morfologico la caratteristica di tale area è la variabilità delle quote del terreno naturale succedendosi colline e/o semplici rialzi intercalati da depressioni.

Per seguire al meglio l'andamento del terreno, mitigando al massimo possibile l'impatto sul territorio, si susseguono le gallerie denominate S.Cristina, Frassino Ovest, Colle Baccotto, Frassino Est e Mano di Ferro separate da brevi tratti di trincea protetta lateralmente da muri ad "U". Tutte le gallerie sono artificiali ad eccezione della galleria "Colle Baccotto" che è scavata a foro cieco. Ogni galleria ha dignità di WBS propria ma le tre gallerie centrali costituiscono di fatto un'unica tratta interrata di lunghezza pari a 1950m con la nuova linea AC che quindi risulta interrata da prima dell'industria Franke a dopo la collina su cui è posta Villa Baccotto, in prossimità della corte rurale denominata Mano di Ferro.

La galleria artificiale Frassino Est è il tratto di galleria all'uscita della galleria naturale e si sviluppa dal piede del rilevato della strada provinciale 28 sino alla "finestra" tra questa galleria e la successiva Mano di Ferro.

2.3 Aspetti geologici e idrogeologici

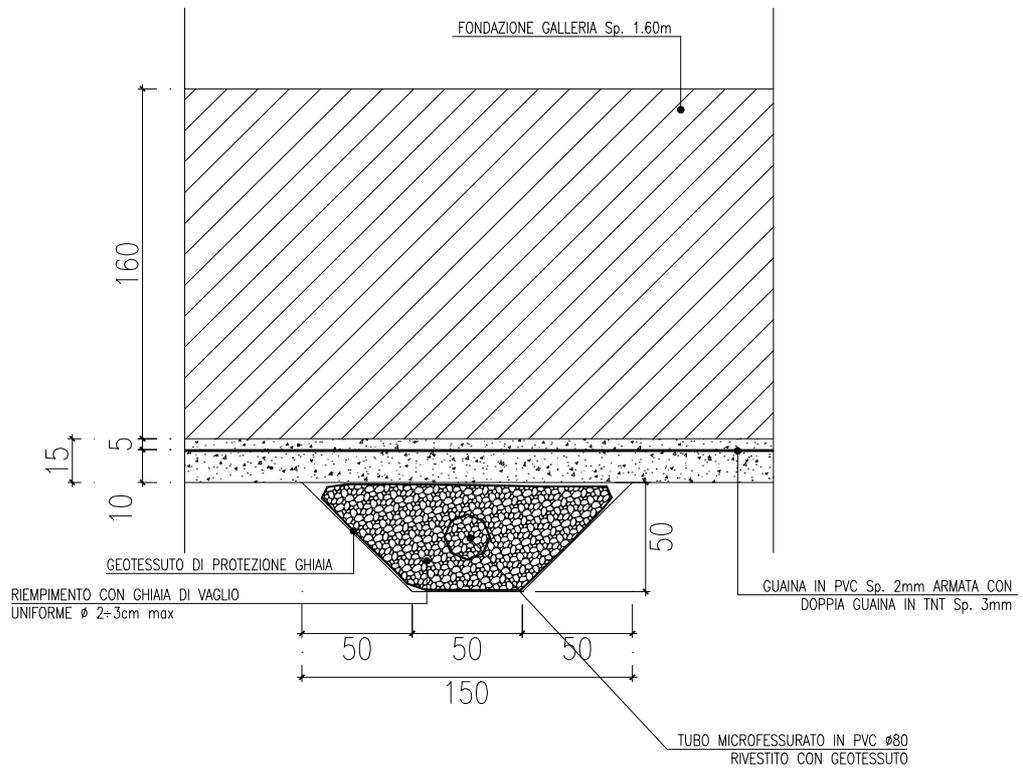
Dal punto di vista geologico e idrogeologico la campagna di indagini di 2004 ha evidenziato :

- un generale innalzamento del livello di falda rispetto ai livelli noti da P.E. del 1992;
- la esistenza di un flusso sotterraneo, dei livelli di falda più superficiali, con orientamento sud-nord che sarebbero stati interrotti, con grave interferenza all'alimentazione del laghetto del Frassino e del regime generale idrogeologico dell'area, qualora si fosse perseguita la soluzione presentata nel preliminare di opere di sostegno provvisorie formate da diaframmi in c.a.. Infatti lo studio idrogeologico dell'area del Frassino illustra che le linee di flusso degli acquiferi superficiali anche oltre il colle, che sembra essere lo spartiacque, e fino al Mincio, seppure più parallele al tracciato, hanno sempre una tendenza sud nord con livelli di falda ancora molto superficiali.

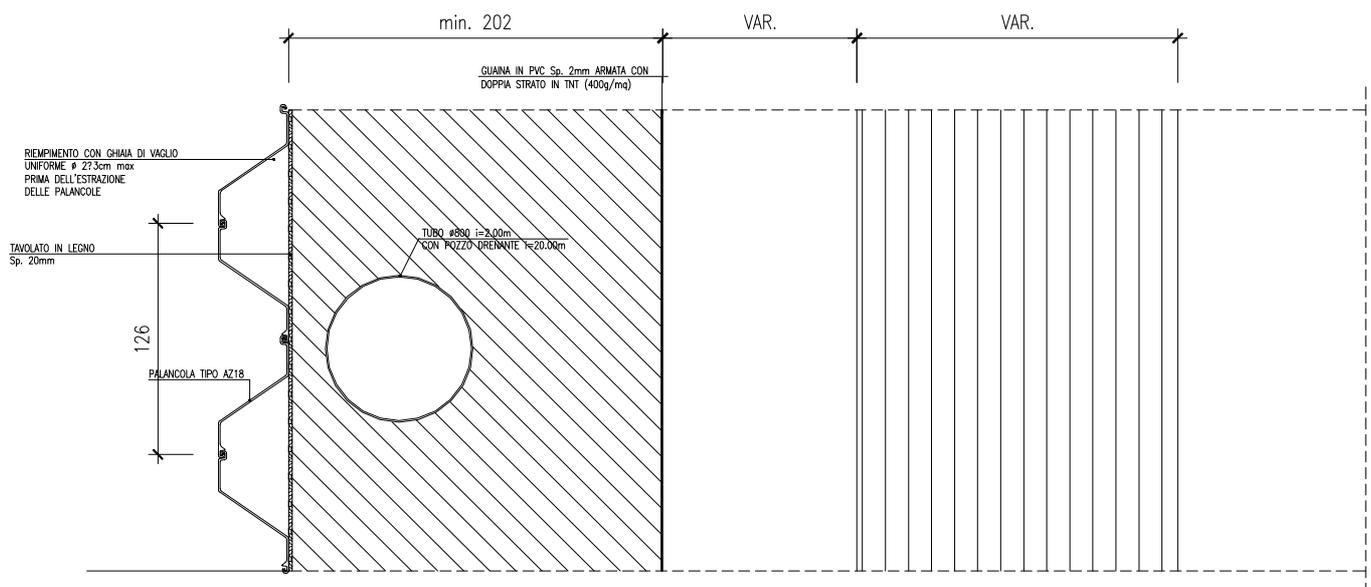
In alternativa a quanto presentato nel progetto preliminare si è reso quindi necessario ricercare e studiare una soluzione alternativa che consentisse l'esecuzione di una paratia "trasparente" o rimovibile dopo avere svolto la sua funzione di sostegno provvisorio degli scavi. La soluzione di preliminare avrebbe infatti costituito una barriera continua e permanente dell'altezza di circa 25m che avrebbe costituito interferito in modo "pesante" con la idrologia sotterranea.

La soluzione indagata e presentata nella revisione precedente è stata quindi quella di un palancolato metallico "pesante" che, svolta la sua funzione di sostegno provvisorio degli scavi, possa essere rimosso

Dreni trasversali



Dreni verticali





Si è reso necessario un tratto di diaframmi multistratificati in corrispondenza del solo imbocco della galleria naturale, visto l'aumento dell'altezza di scavo rispetto ai tratti precedenti ed il livello di falda posizionato circa alla quota di prescavo.

Le simulazioni svolte e contenute nell'elaborato "Studi geologico-Idrogeologico di dettaglio Gallerie Santa Cristina Madonna del Frassino, Mano di ferro - IN0500DE2RGGE0001003" dimostrano che la soluzione proposta e gli accorgimenti previsti svolgono la funzione di minimizzare gli impatti.

2.4 Aspetti geotecnici

Il profilo stratigrafico lungo l'asse del tracciato ferroviario risulta molto complesso ed articolato; ciò è tipico di depositi di origine glaciale.

Fondamentalmente, dall'esame delle stratigrafie e delle prove di laboratorio disponibili, possono essere rinvenuti tre tipi di materiali:

- Sabbie e ghiaie (materiale tipo C); negli strati costituiti da tali materiali la percentuale di ghiaia può variare tra il 30% ed il 50%; la percentuale di fine (limi e argille) è in genere inferiore al 20%
- Limi sabbioso-argillosi con ghiaia (materiale tipo A-2); negli strati costituiti da tale materiale la percentuale di fine (limi e argille) può variare tra il 50% ed l'80%; la percentuale di argilla è in genere inferiore al 30%; la percentuale di ghiaia è in genere inferiore al 20%
- Limi argillosi (materiale tipo A-1)

I materiali suddetti sono distribuiti in modo disordinato sia in direzione verticale che in direzione orizzontale, rendendo difficile una ricostruzione per strati regolari ed omogenei.

2.5 Aspetti idraulici

Viene intercettato dalla galleria, alla progressiva di 123+361.600, un corso d'acqua denominato Rio Mano di Ferro che sottopassa a nord della galleria l'autostrada A4 con un manufatto scatolare.

La livelletta ferroviaria non consente di dare continuità a tale corso d'acqua e quindi si propone la realizzazione di un sifone inglobato nella struttura in c.a. della galleria, avendo inserito una doppia tubazione $\phi 2000$ in acciaio come scorrimento dell'acqua. Si è prevista tale duplicazione per potere avere la possibilità di partizionare il funzionamento idraulico del sifone in modo da potere fare manutenzione e pulizia all'impianto.



2.6 Aspetti legati alla sicurezza

Come già riportato in precedenza, al termine della galleria nel suo tratto denominato "Est", poco oltre la scarpata del cavalcavia posto sul colle Baccotto, è presente un tratto con uno sviluppo di circa 50 m nel quale, dato che la livelletta è ancora al di sotto del piano campagna, verrà realizzato, con l'ausilio di diaframmi eseguiti in corrispondenza del ciglio autostradale, una zona di allargamento a cielo aperto della sezione trasversale.

Tale accesso può essere funzionale ad aspetti di sicurezza consentendo l'accesso, tramite una rampa realizzata direttamente dal piano campagna, all'imbocco della galleria stessa.

Inoltre al fine di mitigare ulteriormente il rischio di incendio e/o dei fumi verrà realizzato anche un accesso pedonale intermedio, posizionato all'interno della galleria Frassino ovest, nella zona posta a tergo del ristorante del Frassino. L'ubicazione di tale uscita, che si trova a circa un chilometro da ciascuno degli imbocchi, è quindi in posizione baricentrica all'intera galleria formata da Frassino ovest (GA11), Colle Baccotto (GN03) e Frassino Est (GA12).

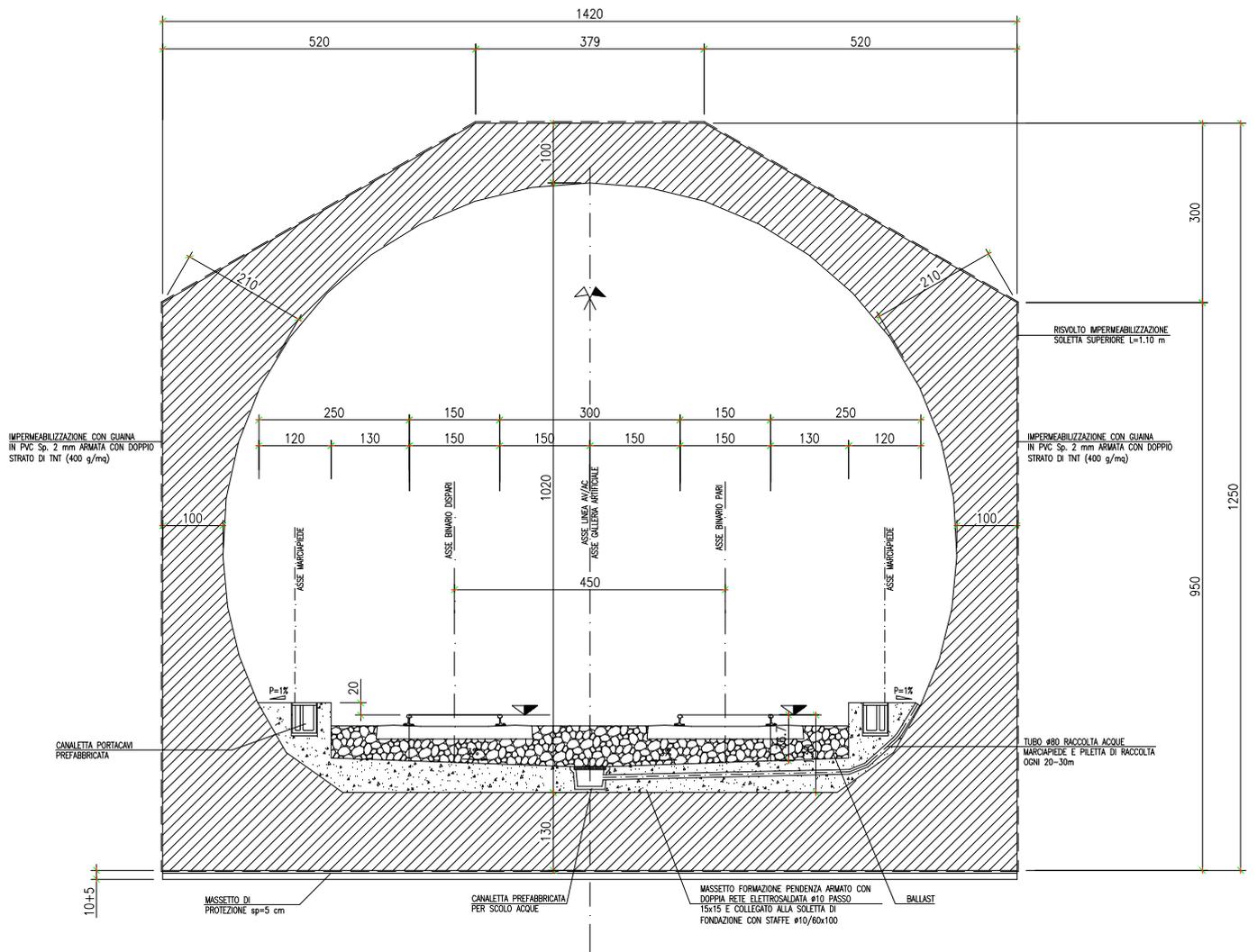
2.7 Galleria artificiale policentrica

La sezione policentrica adottata prevede un raggio interno di calotta pari a 6.10m per la parte superiore, e un raggio interno pari a 7.90 per le murette laterali; per quanto riguarda gli spessori, a seconda dei differenti ricoprimenti, si prevedono due sezioni tipo:

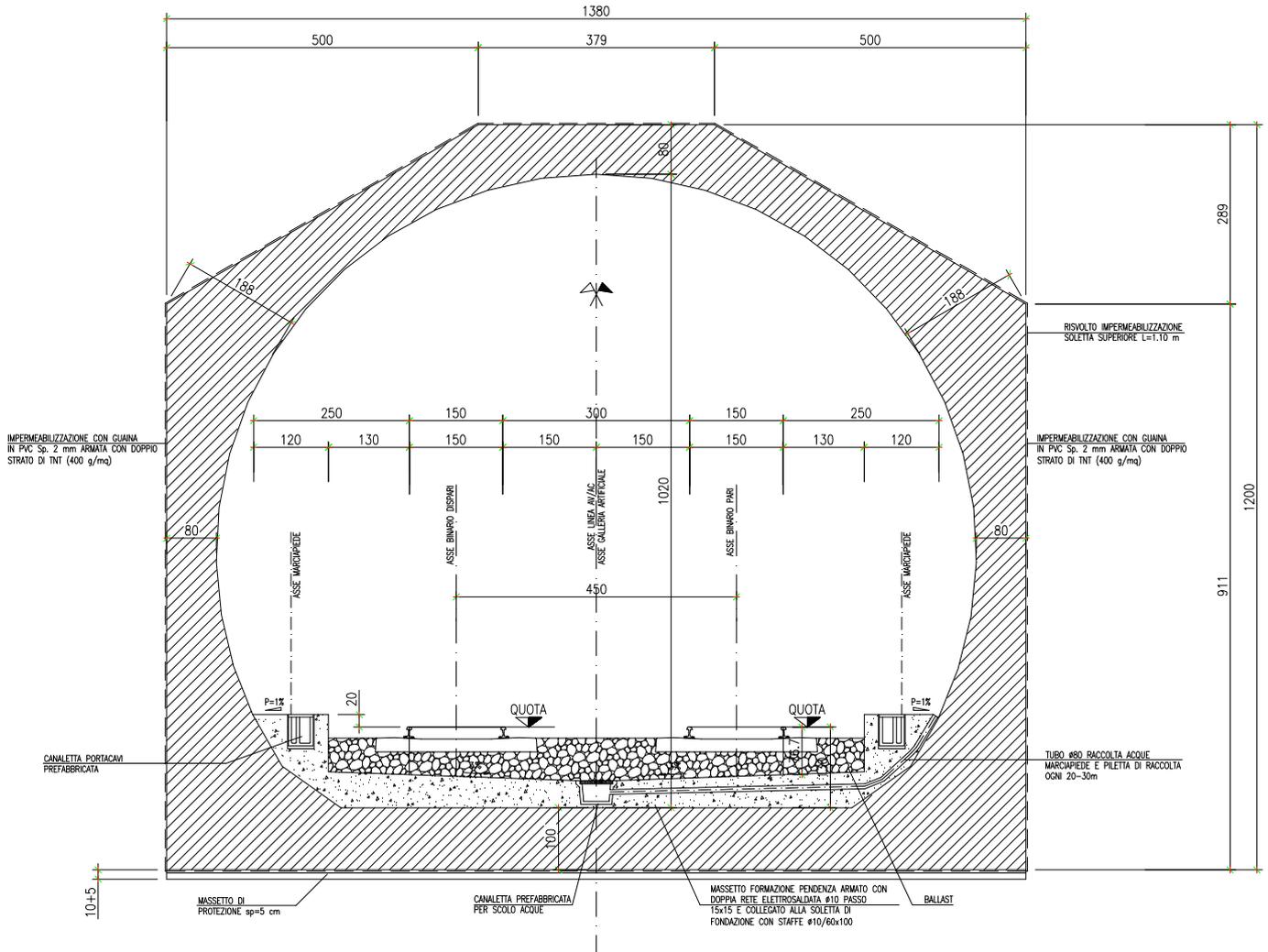
- la prima sezione tipo, applicata al tratto da pk 123+153.900 a pk 123+243.059 adiacente a GN03, presenta spessori maggiori in virtù dei maggiori ricoprimenti; la sezione prevede uno spessore minimo in calotta e sui piedritti di 1.00m, e una soletta di fondazione orizzontale di spessore 1.3m, per un'altezza totale di 12.5m e una larghezza totale pari a 14.20m.
- la seconda sezione tipo, applicata al tratto da pk 123+243.059 a pk 123+605.00, prevede uno spessore minimo in calotta e sui piedritti di 0.80m, e una soletta di fondazione orizzontale di spessore 1.0m, per un'altezza totale di 12.0m e una larghezza totale pari a 13.80m.

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della sezione corrente:

Sezione tipo galleria artificiale – Tratto da pk 123+153.900 a pk 123+243.059



Sezione tipo galleria artificiale – Tratto da pk 123+243.059 a pk 123+605.00





Agli imbocchi della galleria artificiale sono previsti dei timpani di chiusura, di spessore pari a 0.50m e larghezza pari al concio di muro ad U adiacente, che consentono la transizione tra i muri delle trincee ed il tratto di galleria.

2.8 Modalità costruttive e opere provvisionali

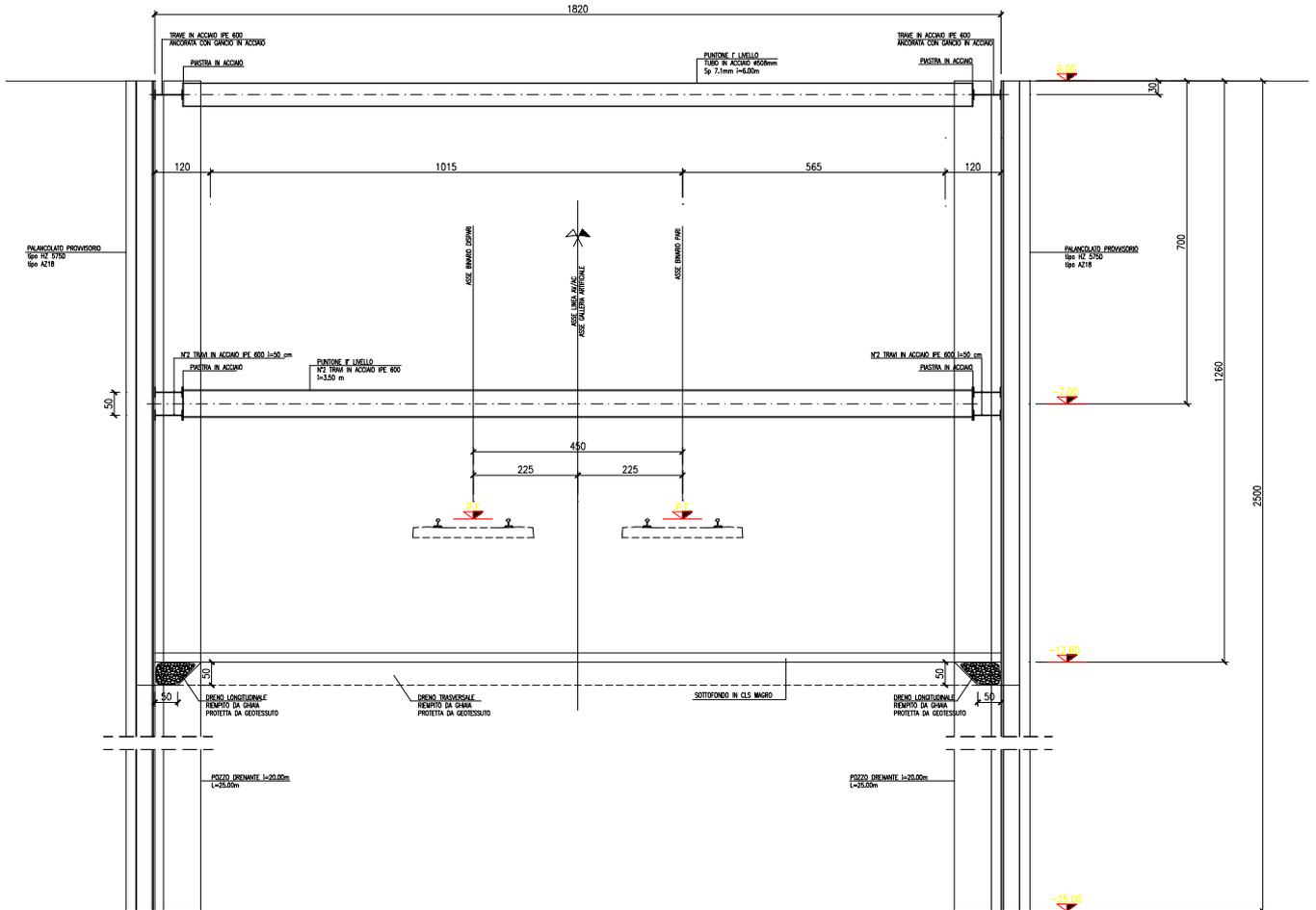
Come già anticipato nei paragrafi precedenti la metodologia di sostegno provvisoria degli scavi è un aspetto fondamentale del progetto.

Il sostegno provvisorio degli scavi è stato affidato essenzialmente ad un doppio palancolato metallico "pesante" dell'altezza di 25m, posto sui due cigli della galleria, e solo in un tratto limitato ai diaframmi in c.a. multitirantati a ridosso della galleria naturale.

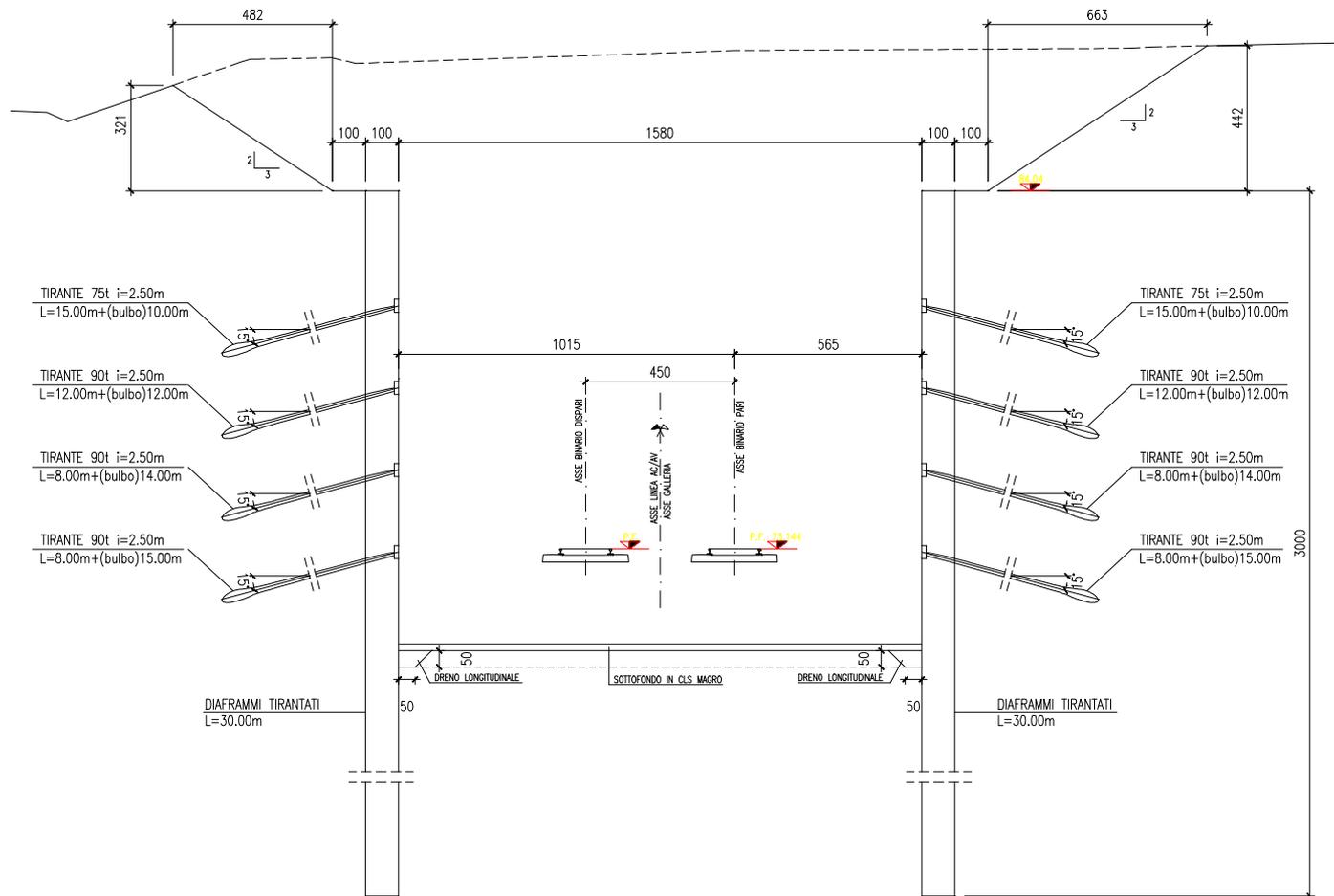
I palancolati sono puntonati in testa e ad un livello intermedio, ed hanno uno sviluppo in lunghezza pari a circa 442m mentre i diaframmi multitirantati hanno una lunghezza di circa 77.50m. Nella revisione precedente si è deciso, nell'ottica di introdurre una semplificazione costruttiva, di eliminare il tappo di fondo tra palancole, proposto nel PD 2004, e lo si è sostituito come "funzione" con la esecuzione di pozzi drenanti eseguiti all'interno dello scavo nello spazio posto a ridosso dell'opera provvisoria dello scavo ed i piedritti della galleria.

In corrispondenza del tratto di diaframmi da pk 123+153.90 a 123+231.40 adiacente all'imbocco della GN03, invece, si prevede, in ausilio al sistema di pozzi drenanti, l'esecuzione di un tappo di fondo tra palancole costituito da colonne in jet-grouting compenstrate di altezza 3m, per tenere conto dell'elevato livello di falda e per evitare una dipendenza temporale con le operazioni di scavo della GN03.

Palancole



Diaframmi multirantati





Il tratto di diaframmi pluritirantati inizia in corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale "Colle Baccotto" alla progressiva 123+153.900 e termina alla progressiva 123+231.40, con uno sviluppo di circa 77.50m, dove ha inizio il tratto di palancole compreso tra quest'ultima progressiva e 123+605.00 (AC BP), con uno sviluppo quindi di 442m circa.

La soluzione dei diaframmi multitirantati si è resa necessaria in corrispondenza del tratto di approccio alla galleria naturale, visto sia l'aumento dell'altezza di scavo rispetto al tratto precedente sia il livello di falda posizionato circa alla quota di prescavo.

Per quanto riguarda il tratto in cui si prevede l'utilizzo di palancole, la struttura è realizzata mediante la infissione, da un piano di prescavo uniforme, di una doppia paratia ai due lati della galleria artificiale.

Sono previste le seguenti macrofasi con l'ottica di industrializzare la soluzione:

- Realizzazione di un piano di prescavo uniforme per tutto il tratto
- Infissione di palancole metallici
- Per evitare venute d'acqua importanti, data la variabilità stratigrafica e dei coefficienti di permeabilità, e per garantire la stabilità del fondo scavo, inserimento di una doppia fila di pozzi all'interno delle paratie con interasse dell'ordine di 15.00 m, la cui lunghezza è pari ad 25.00m e realizzati in modo tale da consentire, se necessario, l'alloggiamento di pompe;
- posa del primo puntone a quota -0.30m dalla sommità delle palancole;
- scavo alla quota di -7.30m e posa del secondo puntone a quota -7.00m dal piano di prescavo;
- scavo alla quota -12.60m (quota di fondo scavo);
- posa dei tubi $\phi 800$ mm interassati di 2.0m su ognuno dei lati della galleria per garantire il riequilibrio idrogeologico;
- esecuzione del magrone e del solettone di fondo compresi i due tratti laterali a contrasto delle palancole che inglobano i tubi posati precedentemente;
- possibile rimozione del puntone intermedio a seguito della maturazione del cls del solettone di fondo;
- completamento dell'esecuzione della galleria;
- estrazione delle palancole

Tale metodologia di lavoro andrà ripetuta più volte creando un cantiere in senso longitudinale così come illustrato nell'elaborato "Fasi costruttive - IN0500DE2PZGA12000011".

Nel PD 2004 le palancole venivano posizionate a diretto contatto con la galleria artificiale, in quanto si ipotizzava che la struttura venisse realizzata mediante un getto in opera utilizzando la paratia stessa come controparete, posizionando un doppio strato di tavolati all'interfaccia tra il palancole metallico e la struttura in c.a. della galleria per evitare:

- il contatto puntuale dovuto anche ai naturali errori di verticalità di infissione del palancole;



- in fase di estrazione delle palancole sia il possibile danneggiamento della impermeabilizzazione (peraltro eseguita con doppio strato di pvc armato da doppio strato di geotessuto) sia i possibili attriti dovuti al contatto diretto tra palancolato metallico e struttura in c.a.

Nella prima revisione del progetto definitivo si è ritenuto che tale lavorazione fosse poco industrializzabile: le palancole sono state quindi posizionate ad una distanza di 1.20m dai piedritti, allo scopo di consentire l'accessibilità tra piedritti ed opera di sostegno provvisorio ed agevolare la posa delle impermeabilizzazioni ed il posizionamento dei pozzi drenanti.

Nella presente revisione del P.D., inoltre, a seguito della sostituzione della galleria scatolare con la galleria policentrica, e del conseguente aumento di altezza totale della sezione, è stata innalzata la quota di sommità delle palancole e del puntone superiore rispetto al prescavo, al fine di consentire la realizzazione dell'intera struttura senza interferire con il puntone superiore.

Per quanto riguarda le modalità realizzative della galleria, si prevedono invece le seguenti fasi:

- getto del magrone e posa dell'impermeabilizzazione
- realizzazione del massetto di protezione della guaina in PVC
- casseratura, armatura e getto della soletta di fondazione
- casseratura, armatura e getto delle murette e della calotta
- posa dell'impermeabilizzazione sulla calotta
- realizzazione del massetto di protezione dell'impermeabilizzazione sulla calotta
- esecuzione reinterro sino a ripristinare la quota del piano campagna

Per quanto riguarda il tratto di diaframmi multitirantati, essi presentano un'altezza di scavo di 14.00m, uno spessore di 1.00m, una lunghezza di 30.00m e si prevede l'impiego di 4 ordini di tiranti ad interasse 2.50m (1 ordine da 75ton e 3 ordini da 90ton).



2.9 Smaltimento acque meteoriche

La livelletta ferroviaria presenta una “corda molla” all’interno della galleria del Frassino ovest con un vertice altimetrico alla progressiva 122+962.5160, e con i due tratti di livelletta in entrata ed uscita che “pendono” verso il vertice. Il punto di “minimo”, posto in corrispondenza della tangente altimetrica lato ovest, a progressiva 122+854.845 ha un piano del ferro posto a 71.162.

L’intero tratto del sistema di gallerie quindi è tale per cui le acque, dall’imbocco ovest di S.Cristina all’imbocco est di Mano di Ferro, comprendendo anche la rampa di emergenza, confluirebbero all’interno della galleria.

Per risolvere tale problematica si sono analizzate due possibili alternative :

- Una soluzione è quella di realizzare una condotta, da eseguire in corrispondenza del punto di “minimo” della livelletta, che recapiti a gravità le acque nel fiume Mincio, con una lunghezza della tubazione pari a circa 1500m e con una pendenza longitudinale massima dello 0.2% (valore oltre il quale non sarebbe possibile scaricare nel fiume Mincio). La problematica costruttiva di tale condotta è notevole, data la profondità della quota di scorrimento del tubo rispetto al piano campagna variabile fino ad un massimo di circa 15m e con tutto un tratto vicino a corte mano di Ferro con profondità pari a circa 10m rispetto al piano campagna. Inoltre la tubazione andrebbe realizzata in contropendenza rispetto all’andamento del piano del ferro con una differenza di quota tra il piano del ferro e la quota di scorrimento variabile tra 1.50m e circa 12m alla fine della Galleria Mano di ferro. Tale tubazione si ritiene realizzabile solo con un sistema tipo “microtunneling” e sarebbe da realizzare in assoluta impermeabilità per evitare che tale tubazione diventi di fatto il dreno della falda verso il fiume Mincio sconvolgendo il regime idraulico dell’area. Questa soluzione è di una certa difficoltà tecnica e di una certa valenza economica.
- Una soluzione alternativa per lo smaltimento non a gravità delle acque è quella di realizzare un “sistema” di stazioni di sollevamento che garantiscano anche mediante delle vasche volano la possibilità di accumulare e poi di smaltire mediante elettropompe l’acqua meteorica che viene recapitata.

Anche di questo argomento data la delicatezza delle tematiche coinvolte si è discusso con Italferr nella riunione del 23/04/2004 a cui è seguito l’emissione del verbale di riunione IN05000IFRR200300102A del 28/06/2004 dal quale si è ricevuto un assenso di massima sulla seconda soluzione.

Si è sviluppato il sistema di impianti di sollevamento secondo una logica di sicurezza per cui ne sono posizionati due, uno in corrispondenza di ogni imbocco, ed un terzo impianto in corrispondenza del punto di minimo altimetrico, anche in considerazione del fatto che la falda è costantemente al di sopra del piano del ferro.

Non si è ritenuto opportuno infatti convogliare le acque provenienti dagli imbocchi e dalle trincee in unico impianto posizionato in corrispondenza del punto di minimo.



Si è preferita una soluzione con più stazioni di sollevamento, anche se a fronte di un costo di costruzione e di esercizio maggiore, poiché frazionando i volumi da recapitare si hanno i seguenti vantaggi :

- maggiore affidabilità di esercizio
- minori dimensioni dei manufatti relativi alle vasche
- maggiore elasticità di esercizio

aumentando quindi di fatto il coefficiente di sicurezza dell'impianto stesso.

Si sono quindi predisposti tre impianti posizionati come segue :

- Impianto di sollevamento ovest 121+523.213 in corrispondenza del tratto di muri ad U tra la galleria S.Cristina e Frassino ovest a ridosso del sifone Rio Giordano nel quale scarica le acque sollevate;
- Impianto di sollevamento intermedio 122+880 posto in corrispondenza del termine della galleria Frassino ovest nel punto di minimo della livelletta ferroviaria;
- Impianto di sollevamento lato est 123+599.750 posto al termine della galleria Frassino est

con i due impianti di estremità che hanno la funzione di intercettare le acque provenienti dagli imbocchi e dalle trincee intercluse, garantendo con la dimensione delle loro vasche volano anche il non funzionamento per qualsiasi motivo del gruppo pompe, ed in questo modo evitando l'entrata in galleria del Frassino da entrambi gli imbocchi di acqua meteorica.

In buona sostanza ad un gruppo pompe ridondante, perché composto da due unità di cui una di riserva, si aggiunge la sicurezza di avere una vasca volano in grado di assorbire una quantità d'acqua pari ad un malfunzionamento del gruppo pompe.

Diverso ragionamento è stato fatto per l'impianto lato est per il quale è stato fatto un dimensionamento geometrico di vasca comunque lasciando un volume molto più ampio anche in considerazione di fatto che tale impianto corrisponde all'entrata-uscita di emergenza.

L'impianto intermedio ha unicamente quindi funzione di sicurezza. Infatti a livello teorico in esso non dovrebbe essere convogliato alcun volume di acqua essendo la galleria totalmente impermeabilizzata ed avendo intercettato le acque in prossimità degli imbocchi. A scopo cautelativo e come ulteriore sicurezza questo impianto avrà un volume utile tale da garantire un adeguato intervallo di tempo tra due attacchi successivi delle pompe: dovendo infatti funzionare solo in caso di emergenza si ritiene corretto installare pompe di portata pari a quella dell'impianto di maggiori dimensioni, così da garantire l'evacuazione della portata convogliata nella peggiore eventualità di malfunzionamento dell'impianto lato ovest.

Inoltre, considerando l'eventualità di una sospensione della erogazione di corrente elettrica, si sono verificati i tempi di riempimento delle vasche secondo le ipotesi di progetto con l'idea che si riempia prima la vasca posta ad est e, una volta piena, l'acqua esca e vada a riempire la vasca intermedia tramite la canaletta posta sottoballast.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1200001

Rev.
1

Foglio
23 di 25

Nell'ipotesi di un funzionamento indipendente delle vasche si ha quindi una autonomia dell'impianto lato est di 53 minuti con una portata calcolata per un tempo di ritorno di 100 anni a cui vanno sommati 4 minuti dell'impianto centrale con un totale di 57 minuti del sistema.

E' ovviamente da segnalare che si sta ipotizzando un evento estremamente poco probabile visto che si ipotizza che non funzionino né la pompa n°1 dell'impianto est né la pompa n°2 dello stesso e contemporaneamente neanche le due pompe della vasca n° 3, che invece è stata inserita proprio con questa funzione di sicurezza.

Il volume dell'impianto lato ovest è dato invece più da necessità di carpenteria che dal semplice dimensionamento idraulico. Le sue dimensioni garantiscono infatti ampio margine di tempo in caso di interruzione della erogazione di alimentazione elettrica.



3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si fa riferimento alla legislazione vigente con particolare riferimento alle seguenti normative:

- a) D.M. 09.01.96: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- b) D.M. 11.03.1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- c) Istruzioni F.S. 44 b: "Istruzioni Tecniche per manufatti sottobinario da costruire in zona sismica" - *14 Novembre 1996.*
- d) ITALFERR SiS T.A.V.: Prescrizioni tecniche per la progettazione Rev.A 2/01/04
- e) Ferrovie dello Stato: "Sovraccarichi per il calcolo dei Ponti Ferroviari - Istruzioni per la Progettazione, l'esecuzione e il Collaudo" - *13 Gennaio 1997.*
- f) D.M. 16.01.1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, e dei carichi e sovraccarichi"
- g) D.M. 16.01.96: "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- h) D.M. 04.05.90: "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali".
- i) Ordinanza P.C.M. 20/03/2003 n.3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" – (Solo per quanto riguarda la nuova classificazione sismica dei territori attraversati dalla tratta)

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2ROGA1200001Rev.
1Foglio
25 di 25

4. ELENCO ELABORATI

GA FRASSINO E Relazione tecnica generale	IN0500DE2ROGA1200001
GA FRASSINO E Planimetria di ubicazione dell'opera	IN0500DE2P7GA1200001
GA FRASSINO E Profilo generale dell'opera	IN0500DE2F6GA1200001
GA FRASSINO E Sezioni trasversali tav.1	IN0500DE2W9GA1200001
GA FRASSINO E Sezioni trasversali tav.2	IN0500DE2W9GA1200002
GA FRASSINO E Relazione di calcolo	IN0500DE2CLGA1200001
GA FRASSINO E Pianta Sezione longitudinale tav.1	IN0500DE2BAGA1200001
GA FRASSINO E Pianta Sezione longitudinale tav.2	IN0500DE2BAGA1200002
GA FRASSINO E Pianta Sezione longitudinale tav.3	IN0500DE2BAGA1200003
GA FRASSINO E Pianta Sezione longitudinale tav.4	IN0500DE2BAGA1200004
GA FRASSINO E Pianta Sezione longitudinale tav.5	IN0500DE2BAGA1200005
GA FRASSINO E Pianta Sezione longitudinale tav.6	IN0500DE2BAGA1200006
GA FRASSINO E Fasi costruttive	IN0500DE2BAGA1200001
GA FRASSINO E Doppio sifone "Rio Mano di Ferro" Carpenteria tav.1	IN0500DE2BBGA1200004
GA FRASSINO E Pianta scavi	IN0500DE2P8GA1202001
GA FRASSINO E Opere di sostegno scavi - Sezioni trasversali tav 1	IN0500DE2W9GA1202001
GA FRASSINO E Sezioni tipo galleria artificiale	IN0500DE2BBGA1200001
GA FRASSINO E Opere di sostegno degli scavi - Particolari costruttivi	IN0500DE2PKGA1202001
GA FRASSINO E Impianto di sollevamento - Carpenteria	IN0500DE2BBGA1200003
GA FRASSINO E Sezioni tipo - Armatura	IN0500DE2BBGA1200002
GA FRASSINO E Opere di sostegno degli scavi - Relazione di calcolo	IN0500DE2CLGA1200002
GA FRASSINO E Opere sostegno degli scavi - plan tracciamento e progetto	IN0500DE2P8GA1202002
GA FRASSINO E Opere di sostegno degli scavi - Sezione e pianta tipo	IN0500DE2WBGA1202001
GA FRASSINO E Doppio sifone "Rio ManodiFerro" Carpenteria tav.2	IN0500DE2BBGA1200005
GA FRASSINO E Opere di sostegno scavi - Sezioni trasversali tav 2	IN0500DE2W9GA1202002
GA FRASSINO E Relazione di calcolo muri ad U trincea interclusa	IN0500DE2CLTR1600001
GA FRASSINO E Muri ad U trincea interclusa - Pianta sez long	IN0500DE2BATR1600001
GA FRASSINO E Muri ad U trincea interclusa - Sezioni tipo	IN0500DE2BBTR1600001
GA FRASSINO E Muri ad U trincea interclusa - Sezione tipo - Armatura	IN0500DE2BBTR1600002
GALLERIE ARTIFICIALI – Sezioni tipo galleria artificiale policentrica	IN0500DE2WBGA000000
GALLERIE ARTIFICIALI – Tipologico galleria artificiale policentrica	IN0500DE2WBGA000000
GALLERIE ARTIFICIALI – Particolari galleria artificiale policentrica	IN0500DE2WBGA000000