

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 “SANTA CRISTINA”
RELAZIONE TECNICA GENERALE**

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa

Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23408 - Sez. A Settori:

a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52020537 - Fax 02.52020309
C.E. 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	0	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		01.07.14		01.07.14		01.07.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 01.07.14

Doc.: IN0500DE2ROGA10000011



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1000001

Rev.
1

Foglio
2 di 24

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA	6
2.1 INQUADRAMENTO GENERALE	6
2.2 MORFOLOGIA	8
2.3 ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI	8
2.4 ASPETTI GEOTECNICI.....	11
2.5 ASPETTI IDRAULICI.....	11
2.6 GALLERIA ARTIFICIALE POLICENTRICA.....	12
2.7 MURI DI IMBOCCO	14
2.8 MODALITÀ COSTRUTTIVE ED OPERE PROVVISORIALI	16
2.9 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	19
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	22
4. ELENCO ELABORATI.....	23



1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la descrizione dell'opera denominata Galleria Artificiale S.Cristina, 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.

Tale opera ha subito la revisione della livelletta con la conseguente diminuzione della lunghezza del tratto di muri di imbocco lato Ovest e della galleria artificiale.

In tale opera sono comprese le seguenti WBS:

- TR14 tratto di muri ad U di imbocco posto tra le progressive 120+770.00 (AC BP) e 120+944.715 (AC BP), in corrispondenza dell'inizio della Galleria artificiale S.Cristina, con uno sviluppo totale complessivo pari a 174.715m (sviluppo ridotto rispetto ai 240m della revisione precedente).
- GA10 galleria artificiale policentrica posta tra le progressive 120+944.715 (AC BP) e 121+257.715, con uno sviluppo totale complessivo pari a 313.00m (sviluppo ridotto rispetto ai 355m della revisione precedente).
- TR15 tratto di muri ad U di imbocco posto tra le progressive 121+257.715 (AC BP), in corrispondenza del termine della Galleria artificiale S.Cristina, e 121+655.00, in corrispondenza dell'inizio della galleria artificiale Frassino ovest, con uno sviluppo totale complessivo pari a 397.29m.
- IN70 doppio sifone in corrispondenza del Rio Giordano posto alla progressiva 121+538.217.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

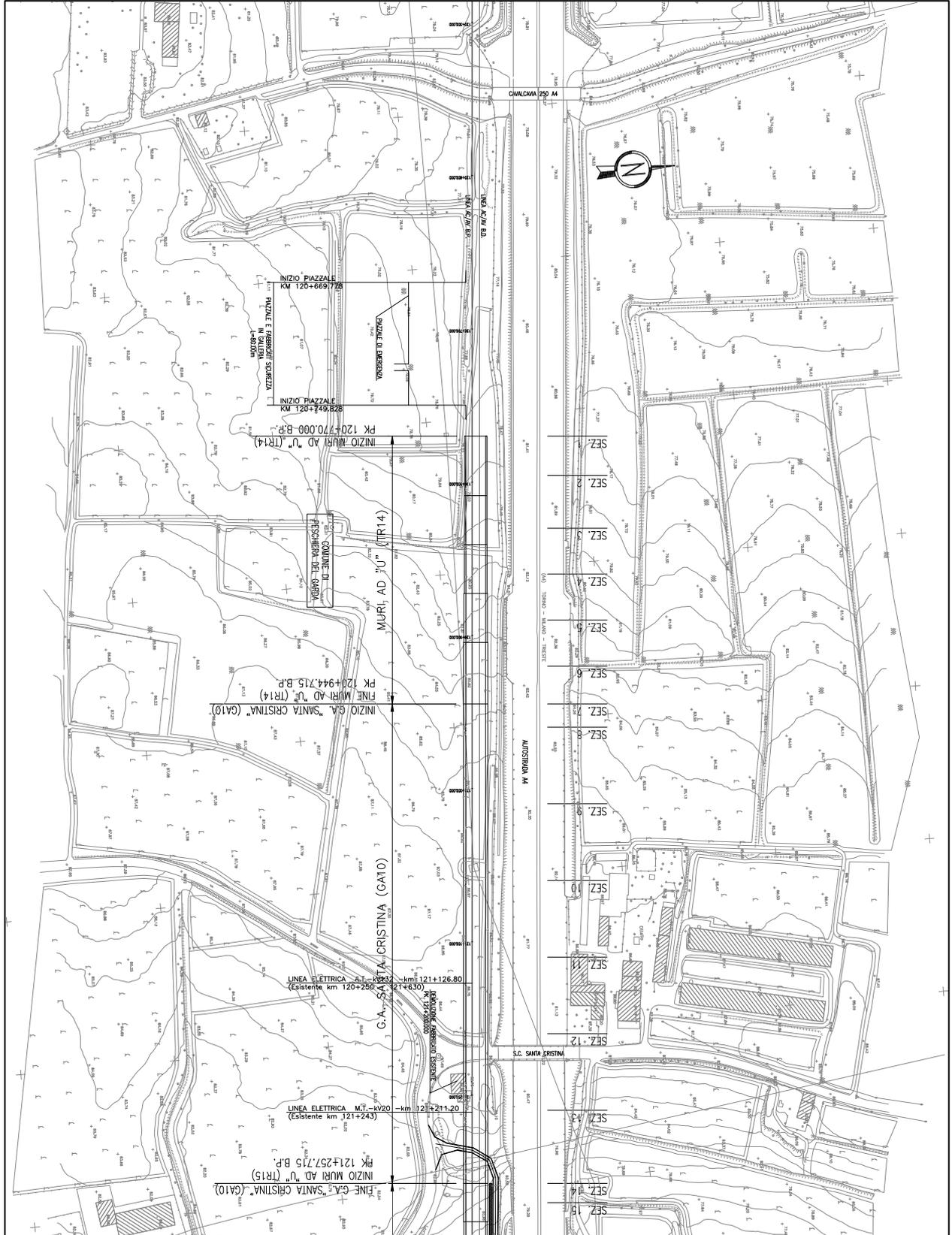
Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1000001

Rev.
1

Foglio
4 di 24

Planimetria – Stralcio 1





2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

2.1 Inquadramento generale

La galleria S. Cristina è la prima galleria lato ovest del complesso di gallerie posto tra il chilometro 120+770 e 124+026.

Tale opera sottopassa il colle omonimo, in stretto affiancamento all'autostrada A4, dove viene intercettata la strada comunale di S. Cristina che scorre a piano campagna, dopo aver sovrappassato l'autostrada A4 con un cavalcavia, e che verrà deviata sulla viabilità locale esistente, durante le fasi provvisorie, poiché non esiste lo spazio adeguato per eseguire una deviazione, con opportuni canoni geometrici, data la vicinanza tra la spalla del cavalcavia all'autostrada A4 e la galleria.

La galleria è preceduta da un tratto di muri ad U di imbocco ed è seguita al termine del colle sottopassato dalla galleria artificiale, da un tratto di muri ad U intercluso tra le gallerie artificiali S. Cristina e Frassino ovest.

La 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.

Si è impostata la progettazione definitiva che ha avuto come dati di base la nuova cartografia al 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 al 1000, si è dovuta rielaborare la livelletta dell'intera tratta relativa alle gallerie rispetto al preliminare: si è riscontrata infatti una "puntuale" differenza di quota di circa un metro tra le cartografie al 5000 ed al 1000 nella zona del sottovia all'autostrada A4 e dell'antistante piazzale di parcheggio del santuario in corrispondenza della galleria artificiale Frassino ovest.

Tale livelletta è stata ulteriormente modificata in seguito al recepimento dell'istruttoria Italferr IN0500DIFISMD000001A, subendo un "innalzamento", nel tratto di imbocco posto ad ovest, con la conseguente diminuzione della lunghezza del tratto di muri di imbocco lato Ovest e della galleria artificiale.

La sezione tipo adottata nella precedente versione del P.D. (2004-2006) era di tipo scatolare a doppio binario a una canna, analogamente a quanto previsto nel Progetto Preliminare. Era inoltre prevista una

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1000001

Rev.
1

Foglio
7 di 24

sola tipologia di altezza interna pari a 8.50m (7.20m da p.f. a intradosso solettone), in quanto adatta a sopportare i carichi derivanti dal ritombamento secondo il profilo originario con altezze pari a circa 3.5m come valore massimo.

In sede di prima revisione del Progetto Definitivo, effettuata in data 30/07/05, 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 è prevista un'unica sezione tipo per tutto il tratto della GA.

La tipologia di scavo per la realizzazione della galleria non è in 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 sia di approfondimenti dello studio geologico-idrogeologico del sistema Frassino, sia di esigenze legate ad aspetti cantieristici e logistici.

Le suddette modifiche hanno riguardato le dimensioni geometriche, prevedendo palancoati più leggeri rispetto al P.D. 2004, il loro 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 l'eliminazione del tappo di fondo previsto nel P.D. 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.



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.

In tale zona si attraversano i depositi lacustri della propaggine sud del laghetto del Frassino. 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 con la nuova linea AC che quindi risulta interrata da prima del colle di S.Cristina a dopo la collina su cui è posta Villa Baccotto, in prossimità della corte rurale denominata Mano di Ferro.

La galleria artificiale S.Cristina sottopassa uno dei colli morenici caratteristici dell'area colle che è stato già parzialmente rimodellato con la costruzione negli anni passati dell'autostrada A4 e che in tale tratto lo attraversa in trincea.

2.3 Aspetti geologici e idrogeologici

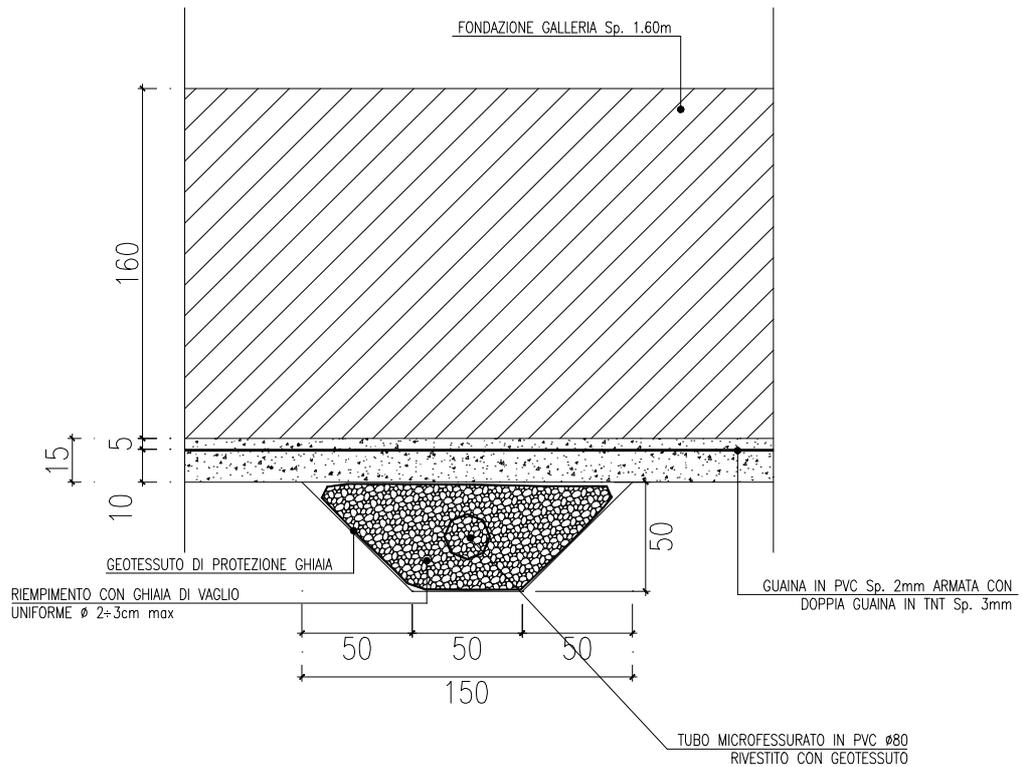
Dal punto di vista geologico e idrogeologico la campagna di indagini del 2004 ha evidenziato:

- 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, qualora si fosse perseguita la soluzione presentata nel preliminare di opere di sostegno provvisorie formate da diaframmi in c.a..

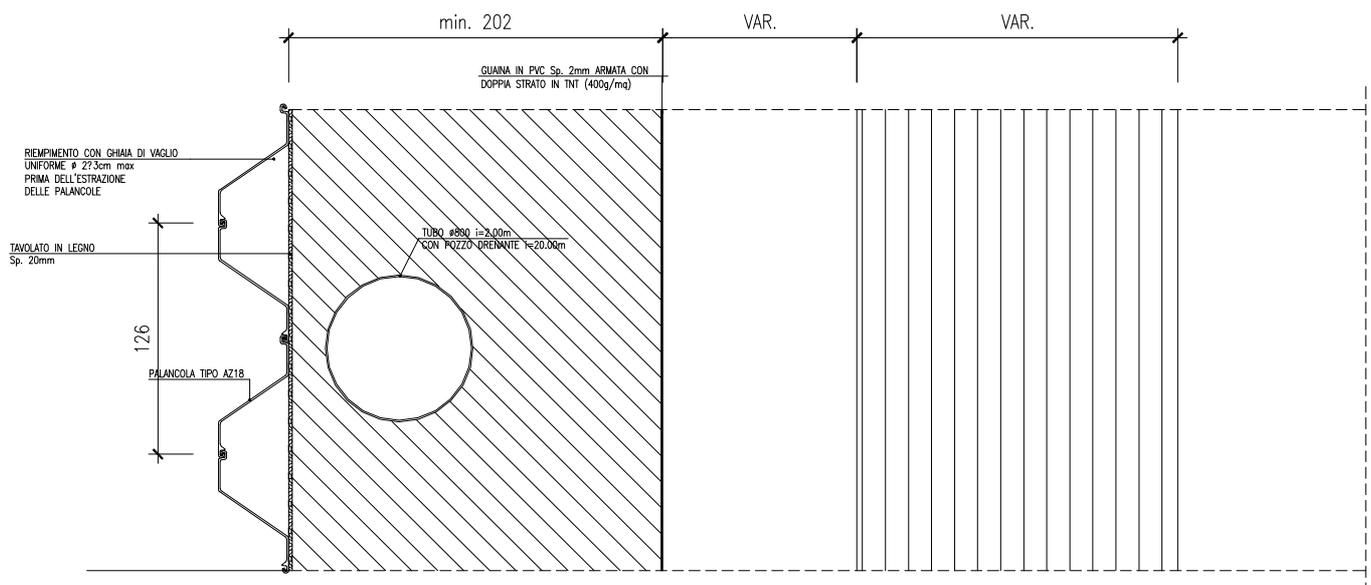
In alternativa a quanto presentato nel progetto preliminare si è reso quindi necessario ricercare e studiare una soluzione alternativa che consentisse la esecuzione di una paratia "trasparente" o rimovibile dopo avere svolto la sua funzione di sostegno provvisorio degli scavi. La soluzione di preliminare 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 precedente revisione è stata quindi quella di un palancolato metallico che, una volta esercitata la sua funzione di sostegno provvisorio degli scavi, possa essere rimosso in modo da minimizzare l'interferenza con la falda sotterranea. In aggiunta a questo è stato previsto un sistema permanente di dreni costituito da una rete di trincee drenanti. Tali trincee, in senso longitudinale, sono continue e posizionate in corrispondenza ai due piedritti, al di sotto del solettone di

Dreni trasversali



Dreni verticali





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.

Inoltre in tale zona si attraversano i depositi lacustri della propaggine sud del laghetto del Frassino e l'indagine geologica ha evidenziato la presenza di torbe per cui si è previsto un intervento di sostituzione delle stesse e di bonifica del piano di posa dei muri ad U mediante la realizzazione di pali ad elica.

2.4 Aspetti geotecnici

La successione stratigrafica per l'opera in esame è la seguente:

- **Strato 1** (da circa 85.5 m s.l.m.m. fino a circa 78.0 m s.l.m.m.): Limi sabbioso-argillosi con ghiaia e/o sabbie limoso-argillose con ghiaia; la percentuale di ghiaia può variare tra il 10% e il 45% mentre la percentuale di materiale fine è compresa tra il 30% e il 65%
- **Strato 2** (da circa 78.0 m s.l.m.m. fino a circa 60.0 m s.l.m.m.): Limi sabbioso-argillosi con ghiaia e/o limi argillosi; la percentuale di ghiaia non supera il 20% mentre la percentuale di materiale fine è sempre superiore al 65%.
- **Strato 3** (da circa 60.0 m s.l.m.m. fino a circa 53.0 m s.l.m.m.): Sabbie debolmente limose e/o ghiaie e sabbie debolmente limose; la percentuale di materiale fine è sempre inferiore al 15÷20%.
- **Strato 4** (da circa 53.0 m s.l.m.m. in giù): Prevalenza di Limi sabbioso-argillosi con ghiaia e presenza di intercalazioni metriche di sabbie e ghiaie.

2.5 Aspetti idraulici

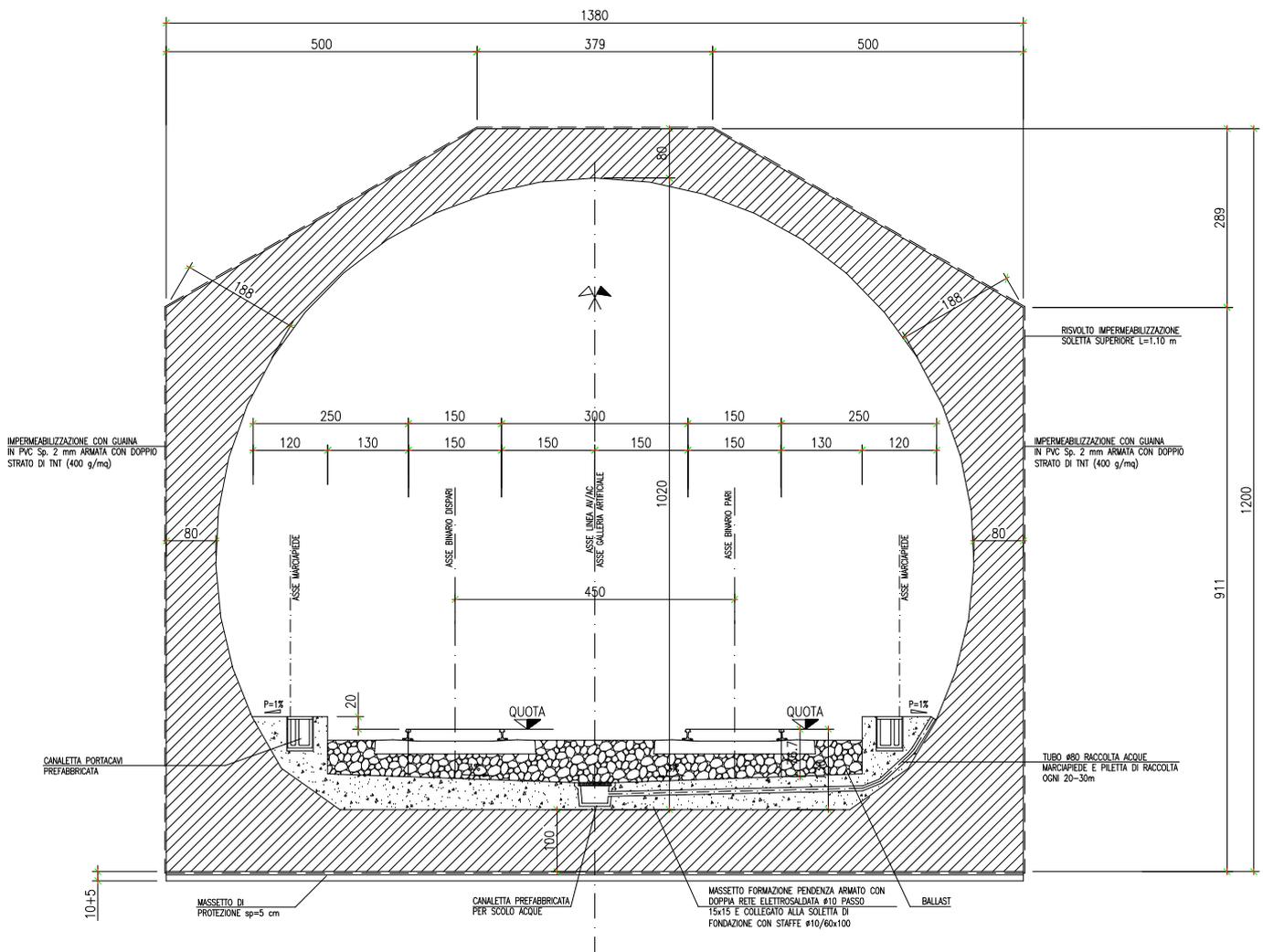
Viene intercettato dalla galleria, alla progressiva di 121+538.217, un corso d'acqua denominato Rio Giordano che poco dopo sottopassa l'autostrada A4 con un tombino circolare. Tale rio, come è desumibile dalle relazioni idrauliche generali, è uno dei corsi d'acqua che alimentano il laghetto del Frassino. La livelletta ferroviaria non consente di dare continuità a tale corso d'acqua e quindi si propone la realizzazione di un sifone. Il sifone è inglobato nella struttura in c.a. della galleria e si è inserita una doppia tubazione $\phi 2000$ in acciaio come scorrimento dell'acqua. Si è prevista infatti la possibilità di partizionare il funzionamento idraulico del sifone in modo da potere fare manutenzione e pulizia all'impianto.

2.6 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, si 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



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1000001

Rev.
1

Foglio
13 di 24

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.



2.7 Muri di imbocco

I muri di imbocco lato ovest appartenenti alla WBS TR14 sono posti tra le progressive 120+770.00 (AC BP) e 120+944.715 (AC BP), con uno sviluppo totale complessivo pari a 174.715m, suddivisi in 5 conci di altezza di parete variabile da 2.00m a 10.00m; i piedritti hanno spessore variabile da un minimo di 40cm in sommità, e pendenza 1/10 lato terreno. Si riassumono le caratteristiche dei diversi conci nella seguente tabella

	Sviluppo [m]	Altezza parete [m]	Spessore parete [m]	Spessore soletta [m]
Concio A	38.72	2.05 ÷ 3.53	0.40÷0.75	0.70
Concio B	32.00	3.53 ÷ 4.75	0.40÷0.88	0.80
Concio C	32.00	4.75 ÷ 6.38	0.40÷1.04	1.00
Concio D	32.00	6.38 ÷ 8.00	0.40÷1.20	1.20
Concio E	40.00	8.00 ÷ 10.00	0.40÷1.40	1.40

I muri di interclusi tra S.Cristina e Frassino ovest appartenenti alla WBS TR15 sono posti tra le progressive 121+257.715 (AC BP) e 121+655.00 (AC BP), con uno sviluppo totale complessivo pari a 397.29m, suddivisi in 13 conci. I piedritti hanno spessore variabile da un minimo di 40cm in sommità, e pendenza 1/10 lato terreno. Si riassumono le caratteristiche dei diversi conci nella seguente tabella:

	Sviluppo [m]	Altezza parete [m]	Spessore parete [m]	Spessore soletta [m]
Concio F	25.00	8.10÷10.00	0.40÷1.40	1.40
Concio G	25.00	6.12÷8.10	0.40÷1.21	1.20
Concio H	25.00	4.15÷6.12	0.40÷1.01	1.00
Concio I + Concio Q	36.00	3.11÷4.47	0.40÷0.75	0.80
Concio R	25.00	4.47÷6.34	0.40÷1.03	1.00
Concio S	25.00	6.34÷8.21	0.40÷1.22	1.20
Concio T	25.00	8.21÷10.00	0.40÷1.40	1.40



2.8 Modalità costruttive ed opere provvisionali

Il tratto di palancole che comprende sia i muri ad U che la galleria artificiale è posto, in corrispondenza del territorio del Comune di Peschiera del Garda, tra le progressive 120+770.00 (AC BP), in corrispondenza dell'inizio dei muri ad U lato Ovest, e 121+655.00 (AC BP), in corrispondenza dell'inizio della Galleria artificiale Frassino Ovest, con uno sviluppo totale complessivo pari a 885.00m.

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

In sede di progetto definitivo 2004, il sostegno provvisorio degli scavi veniva affidato ad un doppio palancolato metallico "pesante" dell'altezza di 25.00m, posto sui due cigli della galleria. I palancolati venivano puntonati in testa e ad un livello intermedio, ed avevano uno sviluppo in lunghezza pari a circa 355m.

Nella prima revisione del Progetto Definitivo, in seguito all'abbassamento dei livelli di falda, è stato possibile aumentare il prescavo fino al raggiungimento della quota della nuova falda di progetto (76-77.00m), diminuendo di conseguenza l'altezza di scavo e consentendo quindi l'utilizzo di un solo puntone in testa e l'adozione di palancolati più leggeri e meno profondi.

Nel PD 2004 si era infatti ipotizzato l'utilizzo di una sezione tipo di palancolato HZ575D combinata con AZ18 in corrispondenza della GA S.Cristina e dei conci D e E dei muri ad U lato ovest, e l'utilizzo di AZ48 per i muri ad U della trincea e i conci B e C dei muri lato ovest; nella prima revisione si sono adottati invece profili AZ18 su tutta la tratta, di lunghezza pari a 15.00m e con un solo livello di puntoni in testa.

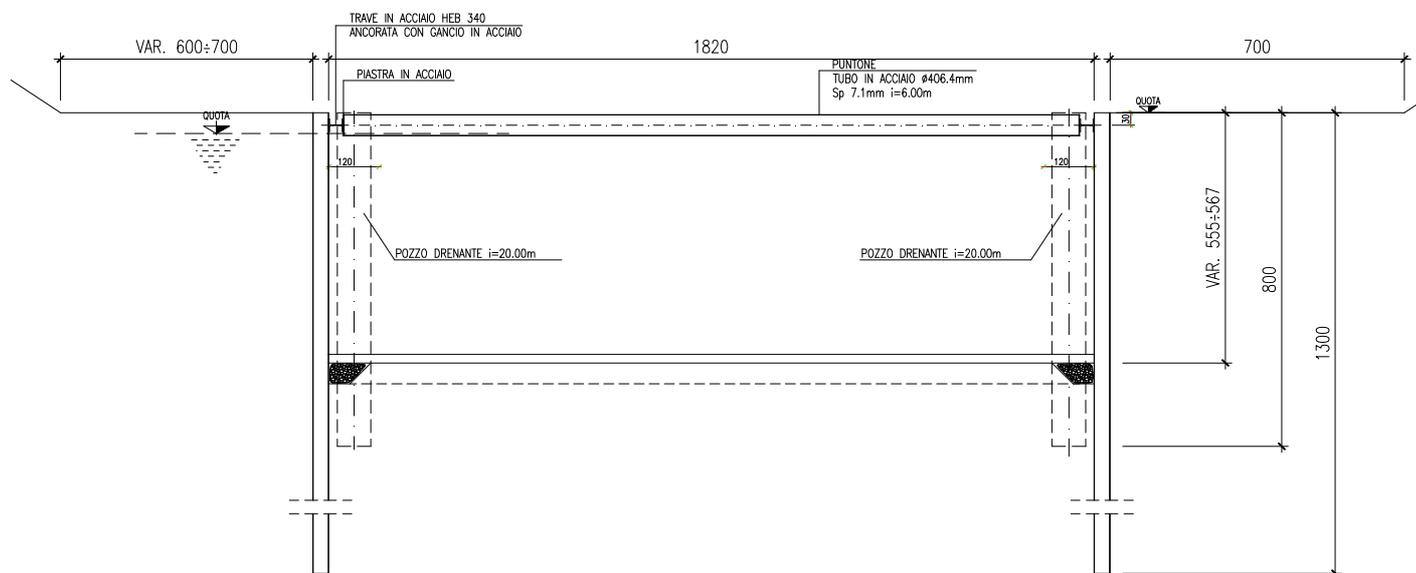
Si era inoltre eliminato il tappo di fondo e lo si era sostituito, come "funzione", con l'esecuzione di due file di pozzi drenanti eseguiti all'interno dello scavo nell'intercapedine tra l'opera provvisoria ed i piedritti della galleria.

Nella revisione del progetto definitivo svolta a seguito del recepimento dell'istruttoria Italferr IN0500DIFISMD000001A, è stata invece mantenuta costante, per il tratto di muri ad U lato Ovest e della galleria, la massima altezza di scavo (6.20m) compatibile con la quota della falda di progetto (77m). In tal modo si è potuto diminuire il prescavo limitando l'ingombro planimetrico dell'opera e l'interferenza degli scavi provvisori con l'autostrada A4.

Nella presente revisione del P.D., in considerazione dei minori spessori della galleria artificiale policentrica, si è ulteriormente diminuita l'altezza di scavo, riducendola a 5.50m.



Sezione tipo opere di sostegno



Il tratto di palancole copre l'intero sviluppo della galleria artificiale e la struttura è realizzata mediante l'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 e quindi di ottimizzarla:

- Realizzazione di un piano di prescavo uniforme per tutto il tratto
- Infissione di palancole metalliche dalla quota di prescavo denominata 0.00
- 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 20.00 m, la cui lunghezza è pari ad 8.00m e realizzati in modo tale da consentire, se necessario, l'alloggiamento di pompe;
- Scavo alla quota di -0.50m e posa del puntone a quota -0.30m dal piano di prescavo;
- scavo alla quota $-5.50\text{m} \div -5.67\text{m}$ (quota di fondo scavo);
- posa dei tubi $\phi 800\text{mm}$ 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 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 - IN0500DE2PZGA10000012".

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1000001

Rev.
1

Foglio
18 di 24

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 palancole 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.

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
- cassetatura, armatura e getto della soletta di fondazione
- cassetatura, 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 l'interferenza con la viabilità locale non è possibile, data la vicinanza della spalla del cavalcavia esistente di scavalco alla A4, il mantenimento in esercizio della strada comunale durante la fase provvisoria di scavo e si è prevista quindi la deviazione del traffico sulla viabilità locale. Nella fase di realizzazione della trincea viene eseguita una berlinese di protezione della "spalla passante" del cavalcavia.



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. Si ritiene che tale tubazione sia realizzabile solo con un sistema tipo “microtunneling” e 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.

Questo argomento, e gli altri correlati al sistema di gallerie del Frassino, data la delicatezza delle tematiche coinvolte sono stati oggetto di una riunione con Italferr il 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 quindi il sistema di impianti di sollevamento secondo una logica di sicurezza per cui si sono posizionati due impianti, 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 con un costo di costruzione e di esercizio maggiore, dato che 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

con un aumento del 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
- Impianto di sollevamento lato est 123+599.750 posto al termine della galleria Frassino est

I due impianti di estremità 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 evitano l'entrata in galleria del Frassino da entrambi gli imbocchi di acqua meteorica.

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

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
DE2ROGA1000001

Rev.
1

Foglio
21 di 24

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.



3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli 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
DE2ROGA1000001Rev.
1Foglio
23 di 24

4. ELENCO ELABORATI

Titolo elaborato	Codice Italferr
GA S. CRISTINA Relazione di calcolo dei muri lato ovest	IN0500DE2CLTR1400001
GA S. CRISTINA Muri imbocco lato o- Pianta sezione longitudinale tav.1	IN0500DE2BATR1400001
GA S. CRISTINA Muri imbocco lato o- Pianta sezione longitudinale tav.2	IN0500DE2BATR1400002
GA S. CRISTINA Muri imbocco lato o- Pianta sezione longitudinale tav.3	IN0500DE2BATR1400003
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato ovest – Sezioni trasversali	IN0500DE2W9TR1400001
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato ovest – Sez tipo muri "U" lato O	IN0500DE2BBTR1400001
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato ovest – Sezione tipo - Armatura	IN0500DE2BBTR1400002
GA S. CRISTINA Muri imbocco lato o Opere sostegno scavi Plan trac prog	IN0500DE2P8TR1405001
GA S. CRISTINA Planimetria di ubicazione dell'opera	IN0500DE2P7GA1000001
GA S. CRISTINA Profilo generale dell'opera	IN0500DE2F6GA1000001
GA S. CRISTINA Sezioni trasversali	IN0500DE2W9GA1000001
GA S. CRISTINA Relazione di calcolo	IN0500DE2CLGA1000001
GA S. CRISTINA Pianta Sezione longitudinale tav.1	IN0500DE2BAGA1000001
GA S. CRISTINA Pianta Sezione longitudinale tav.2	IN0500DE2BAGA1000002
GA S. CRISTINA Pianta Sezione longitudinale tav.3	IN0500DE2BAGA1000003
GA S. CRISTINA Pianta Sezione longitudinale tav.4	IN0500DE2BAGA1000004
GA S. CRISTINA Pianta Sezione longitudinale tav.5	IN0500DE2BAGA1000005
GA S. CRISTINA Sezioni imbocco ovest ed est	IN0500DE2BAGA1000006
GA S. CRISTINA e Muri di imbocco est ed ovest - Pianta scavi	IN0500DE2P8GA1002001
GA S. CRISTINA Sezione tipo galleria artificiale	IN0500DE2BBGA1000001
GA S. CRISTINA Opere di sostegno degli scavi - Particolari costruttivi	IN0500DE2PKGA1020001
GA S. CRISTINA Fasi costruttive	IN0500DE2PZGA1000001
GA S. CRISTINA Sezioni tipo – Armatura	IN0500DE2BBGA1000002
GA S. CRISTINA Opere di sostegno degli scavi - Relazione di calcolo	IN0500DE2CLGA1000002
GA S. CRISTINA Opere di sostegno degli scavi - Plan tracc prog	IN0500DE2P8GA1002002
GA S. CRISTINA Opere di sostegno degli scavi - Sezione e pianta tipo	IN0500DE2WBGA1002001
GA S. CRISTINA Relazione tecnica generale	IN0500DE2ROGA1000001
GA S. CRISTINA Doppio sifone "Rio Giordano" Carpenteria Tav. 1	IN0500DE2BBIN7000001
GA S. CRISTINA Relazione di calcolo dei muri lato est	IN0500DE2CLTR1500001
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato est – Pianta sez long tav.1	IN0500DE2BATR1500001
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato est – Pianta sez long tav.2	IN0500DE2BATR1500002
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato est – Pianta sez long tav.3	IN0500DE2BATR1500003
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato est – Pianta sez long tav.4	IN0500DE2BATR1500004
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato est – Pianta sez long tav.5	IN0500DE2BATR1500005

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2ROGA1000001

Rev.
1

Foglio
24 di 24

GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato est – Sezioni trasversali	IN0500DE2W9TR1500001
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato est – Sez tipo muri "U" lato Est	IN0500DE2BBTR1500001
GA S. CRISTINA Muri di imbocco lato est – Sezione tipo - Armatura	IN0500DE2BBTR1500002
GA S. CRISTINA Doppio sifone "Rio Giordano" Carpenteria Tav. 2	IN0500DE2BBIN7000002
GA S. CRISTINA Muri imbocco lato e Opere sost scavi Plan trac prog	IN0500DE2P8TR1505001
GA S. CRISTINA Impianto di sollevamento – Carpenteria	IN0500DE2BBTR1500003
GA S. CRISTINA Muri imbocco O Opere sostegno scavi Sezioni trasversali	IN0500DE2W9TR1405001
GA S. CRISTINA Opere di sostegno degli scavi - Sezioni trasversali	IN0500DE2W9GA1002002
GA S. CRISTINA Muri imbocco E Opere sostegno scavi Sezioni trasversali	IN0500DE2W9TR1505001