

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**

GALLERIE ARTIFICIALI

GALLERIA ARTIFICIALE CASELLO SIRMIONE

RELAZIONE GENERALE

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa

Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'albo

degli Ingegneri della Provincia di Milano

al n. A23498 - Sez. A Settori:

a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione

Tel. 02.52020557 - Fax 02.52020309

CE 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 0 9 0 0

0 0 1

0

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	BONADIES	31.03.14	ARDO	31.03.14	LIZZANI	31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 30923_06.doc



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30923-06

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
D-E2-RO-GA0900-001

Rev.
0

Foglio
2 di 18

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	9
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	10
5	ASPETTI GEOTECNICI	11
6	TIPOLOGIE COSTRUTTIVE E FASI ESECUTIVE.....	13
7	ASPETTI IDRAULICI.....	14
7.1	METODOLOGIE DI CALCOLO E RISULTATI.....	14

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30923-06

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
D-E2-RO-GA0900-001

Rev.
0

Foglio
3 di 18

TUTTI GLI ELABORATI DI RIFERIMENTO CITATI ALL'INTERNO DEL DOCUMENTO SONO DA INTENDERSI CON CODICE COMMESSA "IN05" IN LUOGO DI "A202".

1 PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la descrizione della galleria artificiale "Casello di Sirmione" prevista tra le prg. 117+200 e 117+380 della tratta A/C Milano – Verona.

La galleria, di lunghezza pari a 180.00 m, costituisce il sottopasso alle rampe dello svincolo di Sirmione sull'autostrada A4.

La galleria ferroviaria viaggia ad una quota prossima ad 81.4 m e tale valore risulta pari a circa 10 m inferiore alla quota stradale della rampa principale centrale e pertanto risulta compatibile con la sagoma della galleria.

Per quanto riguarda invece le due rampe laterali si osserva che per queste va previsto un innalzamento dei piani stradali, in corrispondenza della galleria, di circa 3 m.

Il tratto di galleria in esame si collega alla vicina galleria "Colli Storici" mediante una trincea protetta da muri ad U ed è seguita da una trincea protetta anch'essa con muri ad U.

Le due gallerie artificiali Casello di Sirmione e Colli Storici risultano del tutto simili con riferimento alle tipologie strutturali adottate.

L'area in cui ricade l'opera è classificata come sismica di III categoria.



2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria si compone dei seguenti tratti secondo la ottimizzazione del progetto

- tratto in trincea con sezione ad U, realizzata previo scavo tra pannelli di paratia dello spessore di cm 100, della lunghezza di 201.50 m tra le prg. 116+998.50 e 117+200.
- tratto con sezione scatolare (sezione tipo S1), realizzata previo scavo tra pannelli di paratia dello spessore di cm 100, della lunghezza 180.00 m tra le prg. 117+200 e 117+380;
- tratto in trincea con sezione ad U, realizzata previo scavo tra pannelli di paratia dello spessore di cm 100, della lunghezza di 420.00 m , disposto a seguire, tra le prg. 117+380 e 117+760
- tratto in trincea con sezione ad U, realizzata previo scavo a cielo aperto, dello spessore di cm 100, della lunghezza di 420.00 m , disposto a seguire, tra le prg. 117+760 e 117+800

Nel seguito si riportano le caratteristiche principali delle opere previste lungo i vari tratti.

SEZIONE CON MURI AD U TRA PANNELLI DI PARATIA TRA LA PROGR. 116+998.50 E LA PROGR.

117+200,00

Tra la progr. 116+998.50 e la progr. 117+200,00 è prevista la realizzazione di una sezione ad U tra pannelli di paratia.

Al fine di contrastare la sottospinta idraulica dovuta alla presenza della falda con quota pressoché coincidente con il piano campagna, la sezione ad U viene resa solidale con i pannelli di paratia in corrispondenza del cordolo superiore.

Rispetto alla revisione del Progetto Definitivo del 2006, nella revisione attuale sono presentii alcune modifiche che riguardano i seguenti aspetti dell'opera:

- a) Riesame complessivo della incidenza delle armature metalliche delle strutture in c.a relative alla fondazione e alle pareti in elevazione, conforme alla normativa.
- b) Ottimizzazione dei puntoni metallici previsti in fase di scavo
- c) Modifica del collegamento finale da eseguire tra paratia e muro in modo da semplificare la sua messa in opera.



GALLERIA SCATOLARE TRA LA PROGR. 117+200 E LA PROGR. 117+380 (SEZIONE TIPO S1)

La galleria prevista è del tipo scatolare, avente dimensione netta interna pari a 9.20x14.50 m. La soletta di fondo ha uno spessore di 120 cm. Le pareti verticali, realizzate con l'ausilio di pannelli prefabbricati, con funzione di cassero a perdere, hanno uno spessore complessivo di 120 cm, la soletta di copertura, realizzata anch'essa con l'ausilio di predalle prefabbricate ha uno spessore complessivo di 115 cm. Lungo tutto il perimetro esterno dello scatolare è prevista la realizzazione di una impermeabilizzazione in polietilene interposta ad un doppio strato di TNT.

In corrispondenza delle riprese di getto, al fine di garantirne l'impermeabilità, è previsto l'utilizzo di un cordoncino bentonitico.

La sezione scatolare verrà realizzata previa esecuzione di una doppia fila di pannelli di paratia, dello spessore di 100 cm e della lunghezza di 15 metri, realizzati sui due lati dello scavo.

Si osserva inoltre che al fine migliorare il terreno di fondazione e limitare pertanto i cedimenti, si effettua un trattamento colonnare caratterizzato da pali trivellati ad elica $\phi 500$ (L=25,00m) disposti su una maglia quadrata 2,00mx2,00m.

Superiormente ai pannelli è prevista la realizzazione di un cordolo delle dimensioni 120x100 cm in corrispondenza del quale verranno posizionati dei puntelli provvisori costituiti da tubi $\Phi 800$ dello spessore di 10 mm disposti ad interasse $i=5.0$ metri.

La galleria verrà realizzata per tratti in modo da garantire comunque durante la costruzione l'utilizzo delle rampe di svincolo interferenti.

Le fasi esecutive relative ad ogni singolo tratto sono le seguenti :

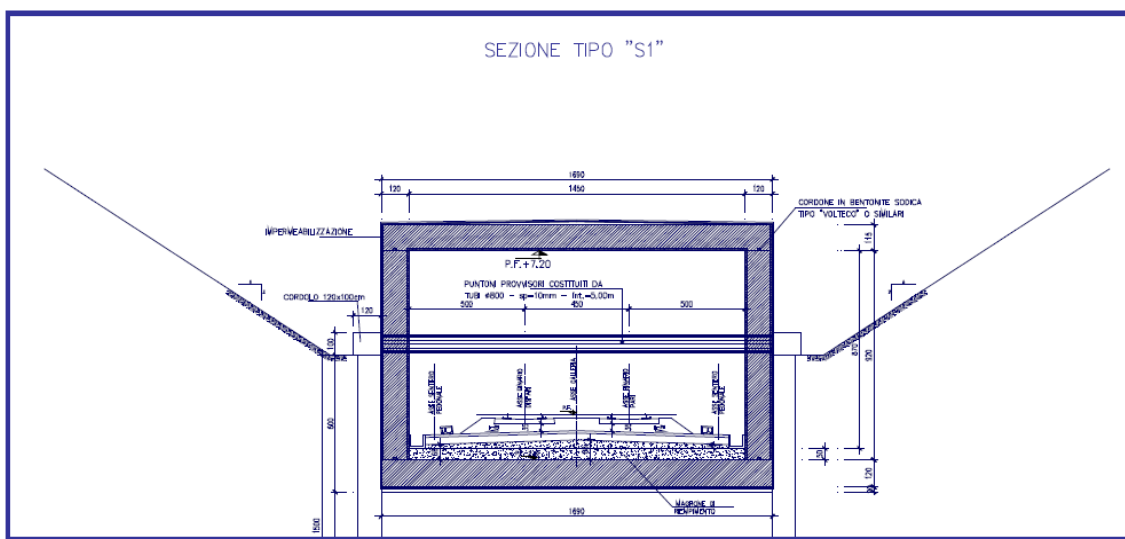
- deviazione provvisoria della viabilità esistente (lateralmente all'area interessata dal tratto di galleria in esecuzione);
- realizzazione di un prescavo fino a quota testa paratia;
- realizzazione dei pannelli di paratia sui due lati della galleria e posizionamento dei puntoni provvisori superiori;
- esecuzione dello scavo all'interno dei pannelli di paratia;
- realizzazione del solettone inferiore;
- rimozione dei puntelli provvisori;

- realizzazione delle pareti verticali e della soletta di copertura;
- ripristino della viabilità superiore.

Per gli ulteriori particolari si rimanda alla figura seguente e alle tavole di progetto allegata alla presente relazione.

Rispetto alla revisione del Progetto Definitivo del 2006, nella revisione attuale sono presentii alcune modifiche che riguardano i seguenti aspetti dell'opera:

- Riesame complessivo della incidenza delle armature metalliche delle strutture in c.a relative alla fondazione, alle pareti in elevazione, alla soletta di copertura conforme alla normativa.
- Ottimizzazione dei puntoni metallici previsti in fase di scavo
- I casseri prefabbricati (bilastre per i piedritti e predalle per la copertura) sono stati sostituiti da casseri tradizionali



SEZIONE CON MURI AD U TRA PANNELLI DI PARATIA TRA LA PROGR. 117+380 E LA PROGR.

117+760

Tra la progr. 117+380 e la progr. 117+760,00 è prevista la realizzazione di una sezione ad U tra pannelli di paratia.

Al fine di contrastare la sottospinta idraulica dovuta alla presenza della falda con quota pressoché coincidente con il piano campagna, la sezione ad U viene resa solidale con i pannelli di paratia in corrispondenza del cordolo superiore.



Nella successiva tabella si riporta un riepilogo delle principali grandezze geometriche delle sezioni ad U:

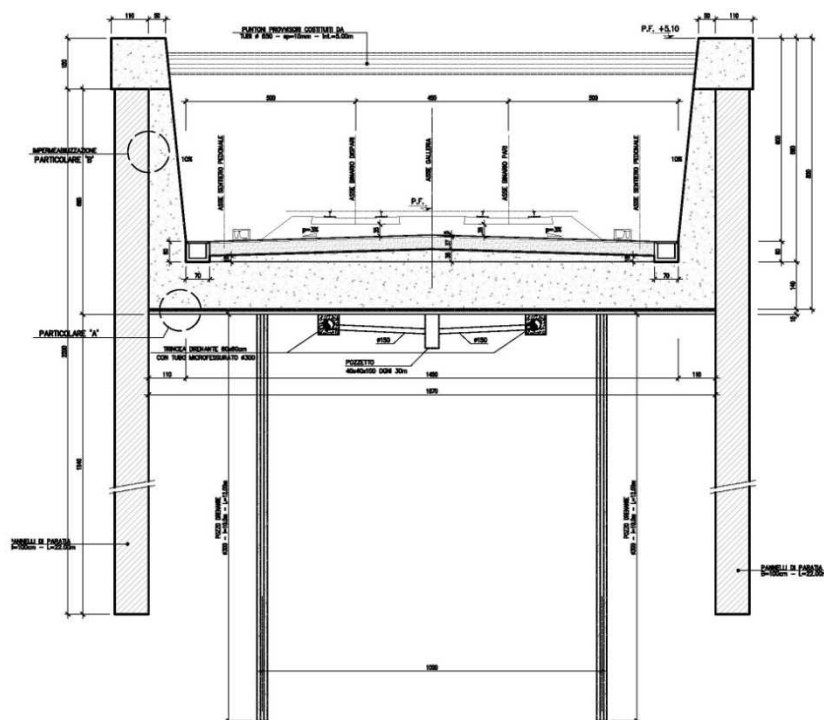
da progr.	a progr.	Lunghezza	Spessore soletta di fondo	Altezza muro	Spessore testa muro	Spessore base muro
116+998.50	117+200	201.50	140 cm	660 cm	50 cm	110 cm
117+380	117+760	380 m	140 cm	660 cm	50 cm	110 cm
117+760	117+800	40 m	140 cm	460 cm	50 cm	90 cm

Le fasi esecutive dell'opera sono le seguenti :

- realizzazione di un prescavo fino a quota testa paratia;
- realizzazione dei pannelli di paratia sui due lati della sezione ad U, dei cordoli superiori e posizionamento dei puntoni provvisori superiori, costituiti da tubi Φ 800 dello spessore di 10 mm posti ad interasse $i = 5.0$ metri;
- esecuzione dello scavo all'interno dei pannelli di paratia;
- realizzazione del solettone inferiore;
- rimozione dei puntelli provvisori;
- realizzazione delle pareti verticali e solidarizzazione delle stesse con i cordoli testa paratia;
- realizzazione della piattaforma ferroviaria all'interno della sezione.

Rispetto alla revisione del Progetto Definitivo del 2006, nella revisione attuale sono presentii alcune modifiche che riguardano i seguenti aspetti dell'opera:

- a) Riesame complessivo della incidenza delle armature metalliche delle strutture in c.a relative alla fondazione, alle pareti in elevazione, alla soletta di copertura conforme alla normativa.
- b) Ottimizzazione dei puntoni metallici previsti in fase di scavo
- c) Modifica del collegamento finale da eseguire tra paratia e muro in modo da semplificare la sua messa in opera.



SEZIONE CON MURI AD U CON SCAVO A CIELO APERTO TRA LA PROGR. 117+760 E LA PROGR.

117+800

Tra la progr. 117+760 e la progr. 117+800,00 è prevista la realizzazione di una sezione ad U con scavo a cielo aperto. La soluzione prevede lo scavo in trincea con pendenza 2/3 che è possibile in quanto l'area in quella zona è libera di elementi interferenti, e perché di modesta estensione, quindi facilmente controllabile. La fondazione sarà ancorata a terra come già previsto per la tratta adiacente (Colli Storici), per la sicurezza al galleggiamento. Tale ancoraggio sarà realizzato con pali ad elica continua tipo Trelicon.

Per gli ulteriori particolari si rimanda alle tavole di progetto allegata alla presente relazione.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30923-06

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
D-E2-RO-GA0900-001Rev.
0Foglio
9 di 18

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Gli elaborati di riferimento sono i seguenti:

PARTE	VOLUME	TOMO	COD. IF (a meno della Rev.)	Rev. IF	COD. SA	REV. SA	DESCRIZIONE	AREA
P08	GALLERIE ARTIFICIALI							
P08	V10	GA09 - CASELLO DI SIRMIONE						
P08	V10	T01	A20200DE2BBGA0900001	5	30901	05	CASELLO SIRMIONE Sezioni caratteristiche	GA09
P08	V10	T01	A20200DE2P7GA0900001	4	30903	06	CASELLO SIRMIONE Planimetria	GA09
P08	V10	T01	A20200DE2F7GA0900001	4	30904	06	CASELLO SIRMIONE Profilo longitudinale	GA09
P08	V10	T01	A20200DE2W9GA0900001	5	30905	05	CASELLO SIRMIONE Sezioni trasversali	GA09
P08	V10	T01	A20200DE2P9GA0900001	5	30909	05	CASELLO SIRMIONE Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.	GA09
P08	V10	T01	A20200DE2BZGA0900001	4	30912	05	CASELLO SIRMIONE Sezioni tipo Carpenteria e particolari	GA09
P08	V10	T01	A20200DE2P7GA0902001	4	30917	05	CASELLO SIRMIONE Pianta scavi	GA09
P08	V10	T01	A20200DE2ROGA0900001	4	30923	05	CASELLO SIRMIONE Relazione Generale	GA09
P08	V10	T01	A20200DE2CLGA0900001	3	30924	04	CASELLO SIRMIONE Relazione di calcolo galleria	GA09
P08	V10	T02	A20200DE2P7TR0800001	5	30906	06	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Planimetria e profili	TR08
P08	V10	T02	A20200DE2BZTR0800001	3	30907	04	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Carpenteria e particolari	TR08
P08	V10	T02	A20200DE2P9TR0800001	4	30908	05	CASELLO SIRMIONE Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.	TR08
P08	V10	T02	A20200DE2P9TR0900001	4	30910	05	CASELLO SIRMIONE Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long.	TR09
P08	V10	T02	A20200DE2W9TR0800001	4	30911	05	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Sezioni trasversali	TR08
P08	V10	T02	A20200DE2L7TR0900001	5	30913	06	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Planimetria e profilo	TR09
P08	V10	T02	A20200DE2BZTR0900001	3	30914	04	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Carpenteria e particolari	TR09
P08	V10	T02	A20200DE2W9TR0900001	4	30915	05	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Sezioni trasversali (TAV1/3)	TR09
P08	V10	T02	A20200DE2W9TR0900002	4	30916	05	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Sezioni trasversali (TAV2/3)	TR09
P08	V10	T02	A20200DE2W9TR0900003	4	30918	05	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Sezioni trasversali (TAV3/3)	TR09
P08	V10	T02	A20200DE2W9TR0800002	4	30998	04	CASELLO SIRMIONE Muri ad U Sezioni trasversali (TAV.2/2)	TR08
P08	V10	T02	A20200DE2P9TR0800002	4	30999	04	CASELLO SIRMIONE Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long. (TAV.2/2)	TR08
P08	V10	T02	A20200DE2P9TR0900002	4	31000	04	CASELLO SIRMIONE Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long. (TAV. 2/4)	TR09
P08	V10	T02	A20200DE2P9TR0900003	4	31001	04	CASELLO SIRMIONE Pianta P.F. vista dall'alto e sez. long. (TAV. 3/4)	TR09



4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle opere oggetto della presente relazione sono da impiegare i materiali di seguito elencati:

parti in cls:

- calcestruzzo di classe 35 MPa
 - modulo elastico $E_c = 33722 \text{ MPa}$
 - tensione normale ammissibile $\sigma_c = 11.00 \text{ MPa}$
 - tensione tangenziale $\tau_{co} = 0.67 \text{ MPa}$
 - tensione tangenziale $\tau_{c1} = 1.97 \text{ MPa}$
- acciaio per armature Feb 44 K
 - modulo elastico $F_f = 210000 \text{ MPa}$
 - tensione ammissibile $\sigma_f = 255.0 \text{ MPa}$



5 ASPETTI GEOTECNICI

La galleria artificiale in oggetto ricade nel territorio collinare che delimita verso sud il bacino del Lago di Garda ove si trovano i terreni prevalentemente argilloso-limosi dei depositi morenici del Garda.

I depositi glacio-lacustri del Garda si presentano prevalentemente limoso-argillosi fittamente stratificati con presenza anche di strati sabbioso-ghiaiosi con caratteristiche di resistenza e deformabilità molto variabili (come tipicamente osservabile per depositi di questo tipo).

Per la caratterizzazione geotecnica del sito sono disponibili numerosi sondaggi e prove penetrometriche. Nel corso dei sondaggi sono state effettuate analisi di laboratorio per la determinazione sia delle caratteristiche fisiche sia delle caratteristiche meccaniche. Nel seguito vengono sinteticamente richiamati i principali parametri di progetto. I risultati delle indagini disponibili sono dettagliatamente esposti ed elaborati nell'apposita Relazione Geotecnica di riferimento, alla quale si rimanda per gli approfondimenti.

Dalle indagini disponibili è possibile distinguere tre unità geotecniche di rilevanza progettuale.

A/L 1 – dal p.c. fino a 4÷6 m di profondità.

E' prevalentemente costituito da limi e argille, sovraconsolidate per effetto di oscillazioni della falda, essiccamento e ossidazione. Le resistenze di punta misurate con il penetrometro statico sono generalmente superiori a 1.0÷1.5 MPa. Tale unità risulta localmente intervallata da strati di sabbia e ghiaia dove sono state misurate resistenza alla punta maggiori di 10 MPa.

A/L 2 – da 4÷6 m fino alle massime profondità di interesse progettuale.

E' prevalentemente costituito da limi sabbioso-argillosi e argille limose con una percentuale di fine variabile tra il 30 e 80%. Si tratta di terreni generalmente soffici, da compressibili a molto compressibili, poco resistenti. Le resistenze di punta misurate con il penetrometro statico risultano 0.7÷1.0 MPa. Tale unità risulta localmente intervallata da strati di sabbia e ghiaia ne sono state misurate resistenza alla punta maggiori di 10 MPa. Localmente si possono rinvenire lenti di estensione limitata, in direzione sia verticale sia orizzontale, di ghiaie e sabbie in matrice limosa.

Il livello della falda è stato rilevato mediante quattro verticali piezometriche; tali livelli risultano variabili tra il p.c. e 4.5 m di profondità. Solo su una verticale sono stati misurati livelli di falda intorno a 17 m dal p.c.. Ai fini progettuali si considera cautelativamente un livello di falda al p.c..

Nel seguito si riportano in sintesi i principali parametri geotecnici di progetto.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30923-06

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
D-E2-RO-GA0900-001

Rev.
0

Foglio
12 di
18

Unità A/L 1 – Limi e argille sovraconsolidate (“crosta” superficiale)

$\gamma = 20\div 21$ kN/m³ peso di volume;

$c' = 5\div 10$ kPa coesione efficace;

$\phi' = 25\div 28^\circ$ angolo di resistenza al taglio;

$E' = 15\div 30$ MPa modulo elastico nell'ambito delle profondità di interesse progettuale;

$c_u = 60\div 150$ MPa coesione non drenata.

Unità A/L 2 – Limi argillosi e argille limose “tenere”

$\gamma = 19.5\div 21$ kN/m³ peso di volume;

$c' = 0\div 5$ kPa coesione efficace;

$\phi' = 25\div 28^\circ$ angolo di resistenza al taglio;

$E' = 10\div 20$ MPa modulo elastico nell'ambito delle profondità di interesse progettuale;

$c_u = 30\div 50$ MPa coesione non drenata (crescente con la profondità).

Nelle analisi per il dimensionamento, i parametri geotecnici operativi sono stati scelti in conformità con gli indirizzi della Relazione Geotecnica sopra richiamati. Ci si è orientati su valori sufficientemente cautelativi al fine di massimizzare le sollecitazioni sulle strutture.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici si osserva che l'opera in esame ricade all'interno di un'unica livelletta discendente secondo il crescere delle progressive. Le due canalette presenti ai lati della sezione ferroviaria nei tratti con sezione ad U e nei tratti in galleria ricevono l'acqua dai tratti precedenti e la recapitano al tratto successivo con l'aggiunta di quella piovuta sulle trincee della galleria.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 30923-06

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

D-E2-RO-GA0900-001

Rev.

0

Foglio

13 di
18

6 TIPOLOGIE COSTRUTTIVE E FASI ESECUTIVE

La sezione tipo tra paratie adottata è risultata necessaria per limitare gli scavi e per agevolare le fasi esecutive che presentano come prioritaria esigenza quella di non interrompere la circolazione veicolare sullo svincolo. Le operazioni di cantiere prevedono un prescavo di altezza mediamente pari a $2 \div 3$ m e successivamente la realizzazione di diaframmi di 1,00m di spessore. Si prosegue pertanto con la realizzazione dei cordoli e con lo scavo. Le paratie, durante tale fase, risulteranno punzonate alla sommità. Si procede inoltre alla realizzazione del rivestimento interno costituito dalla prosecuzione della sezione a C prevista nelle trincee adiacenti.

All'esterno del rivestimento ad U viene disposta idonea impermeabilizzazione.



7 ASPETTI IDRAULICI

7.1 Metodologie di calcolo e risultati

Nella presente sezione si presentano i risultati dei calcoli relativi al sistema di drenaggio e di allontanamento delle acque meteoriche pertinenti al tratto di linea ferroviaria compreso tra le progressive 116+574 e 117+800.

Il tratto drenato ha una lunghezza complessiva di circa 1226 m, cui compete una superficie scolante complessivamente di circa 30000 m², da cui vanno tuttavia decurate le superfici coperte comprese corrispondenti alla gallerie di Colli Storici (L=50 m) e di Casello Sirmione (L=180).

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma prevede due canalette laterali di dimensioni 60x55.

Per il calcolo delle portate meteoriche, pertinenti alla piattaforma ferroviaria si è fatto riferimento al metodo del volume d'invaso, in base al quale il coefficiente udometrico può essere calcolato a mezzo della seguente espressione:

$$u = 2520n \frac{(Ka)^{1/n}}{W^{(1/n)-1}} \quad (1)$$

nella quale si è indicato con:

- ✓ u il coefficiente udometrico (l/s/ha);
- ✓ K il coefficiente di deflusso (assunto pari a 0,9);
- ✓ $W=W^1+W^2$ il volume specifico d'invaso (m);
- ✓ $W^1=0,005$ il volume specifico di invaso della piattaforma (m);
- ✓ W^2 il volume specifico di invaso della canaletta (m);
- ✓ a (m/hⁿ) e n i parametri della legge di possibilità pluviometrica.

Il volume specifico W^2 è funzione implicita della portata defluente nei sistemi di drenaggio. Esso è stato valutato ipotizzando che la corrente defluisca in condizioni di moto uniforme, assumendo come legame tra la portata defluente ed il tirante la relazione di Gauckler-Strickler:

$$Q = \sigma K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

in cui, con gli usuali simboli dell'Idraulica, si è indicato con σ la sezione idrica, R il raggio idraulico, i la pendenza motrice, K_s coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler. Nel caso delle canalette in oggetto, tutte di sezione rettangolare, indicando con b la larghezza delle canalette, risulta:



$$\sigma = bh$$

$$R = \frac{bh}{2h + b}$$

avendo indicato con h il tirante.

La dipendenza implicita non lineare di W^2 dal coefficiente udometrico rende necessaria una procedura iterativa per la soluzione della (1) e la conseguente determinazione della portata di pioggia.

I dati idrologici utilizzati per valutazione delle portate di progetto sono stati dedotti dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), in cui sono riportati i parametri delle curve di possibilità pluviometrica (leggi di potenze) per i periodi di ritorno 20, 25, 50, 100, 200 e 500 anni.

Il tratto in oggetto ricade nelle celle PAI FG84 e FH84. Nelle tabelle che seguono si riportano, per ciascuna delle innanzi citate celle i parametri caratteristici della legge di possibilità pluviometrica, validi per piogge di durate superiori all'ora, per i diversi periodi di ritorno:

Periodo di ritorno 20 anni

Intervallo (Km)	Cella PAI	a(mm)	n
115+219-117+249	FG84	46,75	0,230
117+249-119+250	FH84	46,33	0,224

Periodo di ritorno 25 anni

Intervallo (Km)	Cella PAI	a(mm)	n
115+219-117+249	FG84	48,40	0,229
117+249-119+250	FH84	47,95	0,223

Periodo di ritorno 50 anni

Intervallo (Km)	Cella PAI	a(mm)	n
115+219-117+249	FG84	53,90	0,225
117+249-119+250	FH84	53,36	0,219

Periodo di ritorno 100 anni



Intervallo (Km)	Cella PAI	a(mm)	n
115+219-117+249	FG84	60,02	0,221
117+249-119+250	FH84	59,37	0,216

Periodo di ritorno 200 anni

Intervallo (Km)	Cella PAI	a(mm)	n
115+219-117+249	FG84	65,68	0,219
117+249-119+250	FH84	64,93	0,214

Periodo di ritorno 500 anni

Intervallo (Km)	Cella PAI	a(mm)	n
115+219-117+249	FG84	73,15	0,216
117+249-119+250	FH84	72,28	0,211

Per quanto attiene le piogge di durata inferiore all'ora (scrosci), a cui si è fatto riferimento a causa della modesta estensione delle piattaforme ferroviarie, la curva di possibilità pluviometrica a due parametri presenta il valore dell'esponente n' variabile in dipendenza dalla durata dell'evento (T_p) (indipendente dal periodo di ritorno e dalla cella PAI). Nella tabella che segue se ne forniscono i valori (vedi Relazione Idrologica):

T_p (minuti)	20	30	40	50
n'	0.403	0.388	0.378	0.363

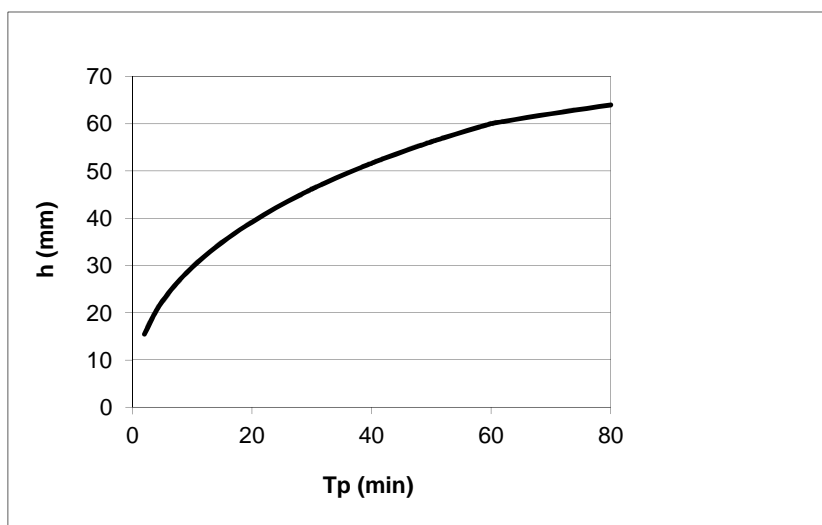
Il valore coefficiente "a" della relazione AD è stato determinato, a partire dal valore assunto per piogge di durata superiori all'ora, in maniera tale da assicurare nei punti di discontinuità del valore degli esponenti il medesimo valore dell'altezza di pioggia (continuità delle altezze di pioggia).

Con riferimento alla cella PAI FG84, per la quale si determinano le condizioni più gravose e per un periodo di ritorno di 100 anni, i valori dedotti sono riportati nella seguente tabella:

T_p (min)	n'	a(mm/hn)
-------------	------	----------

60-50	0,363	60,02
50-40	0,378	60,18
40-30	0,388	60,44
30-20	0,403	61,08
20-0	0,403	61,08

Nel seguente grafico si riporta la corrispondente curva AD:



La dipendenza del valore dell'esponente n' dalla durata dello scroscio ha imposto una valutazione preventiva del tempo caratteristico (tempo di corrivazione) dei due bacini scolanti. A tal proposito, trascurando i tempi di percorrenza in canaletta, si è assunto come tempo caratteristico delle superfici scolanti il tempo di corrivazione delle piattaforme ferroviarie, valutato tramite la seguente espressione (Da Deppo e Tadei, Le opere Idrauliche nelle costruzioni stradali, BIOS, 1994)

$$t_c = 26,3 \frac{(L/K_s)^{0,6}}{j^{0,4} i^{0,3}} \quad (2)$$

nella quale

t_c tempo di corrivazione (s)

L Larghezza superficie scolante (m)

K_s coefficiente di resistenza di Gauckler-Strckler ($m^{1/3}/s$)

j intensità della precipitazione (m/ora)



i pendenza media della superficie scolante.

E' da rilevare che il tempo di correlazione (t_c) interviene sia a primo che a secondo membro nell'intensità di pioggia j . In virtù della espressione funzionale della legge di possibilità pluviometrica adottata ($j=at(n-1)$) è possibile eliminare la dipendenza implicita del secondo membro della (2) da t_c , ottenendo:

$$t_c = \left(\frac{26,3 (L/K_s)^{0,6}}{3600 a^{0,4} t^{0,3}} \right)^{\frac{1}{0,4n+0,6}} \quad (3)$$

L'applicazione della (3) ha condotto ad una stima del tempo caratteristico di circa 20 minuti. Pertanto nelle elaborazioni è stato assunto $n'=0,403$ ed $a=61,08$ mm/hn.

L'applicazione della (1) con riferimento ad una superficie scolante pari a metà piattaforma ferroviaria, conduce ai seguenti risultati

	Pendenza	0,001
	Ks	66
	Grado di riempimento	0,73
Canaletta	Larghezza	0,50
	Altezza	0,50
Piattaforma	Lunghezza	996
	Larghezza	7,5
	W piccoli invasi (m)	0,005
	A/L (m)	0,024
	W tot	0,029
	K	0,9
	a(m/h^n)	0,061
	n	0,403
	u (l/s/ha)	143
	Q (l/s)	106

In conclusione stante l'elevato valore del grado di riempimento (circa 0,7) delle canalette, la ricettività delle suddette ad ulteriori immissioni provenienti da monte risulta piuttosto limitata. Pertanto, nel sistema di drenaggio delle acque di piattaforma, a monte della suddetta progressiva, si dovrà prevedere disconnessione di tipo idraulico.