0	08/2013		Venturini	Cacciatori	Venturini
Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato

REGIONE LIGURIA PROVINCIA DI GENOVA COMUNE DI GENOVA

PROTOCOLLO D'INTESA PER GLI INTERVENTI STRUTTURALI VOLTI ALLA MITIGAZIONE DELL'EMERGENZA IDRAULICA DEL BACINO DEL TORRENTE BISAGNO, ALLA RIDEFINIZIONE URBANISTICA DEL TRATTO TERMINALE ED ALLA RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DELL'ALVEO E DELLE AREE CIRCOSTANTI

COMUNE DI GENOVA

AREA TECNICA - DIREZIONE MANUTENZIONE INFRASTRUTTURE E VERDE PUBBLICO

Dirigente **Ing. Stefano PINASCO**

PROGETTISTI:

A.T.I.

TECHNITAL S.p.A. (Capogruppo mandataria)
STUDIO MAIONE INGEGNERI ASSOCIATI
SGI STUDIO GALLI INGEGNERIA S.p.A.
ARTELIA GROUP S.A.

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO **Ing. Stefano PINASCO**

Staff tecnico

TECHNITAL S.p.A. (Capogruppo mandataria)
Ing. A.Scotti - Ing. S. Venturini
STUDIO MAIONE INGEGNERI ASSOCIATI
Ing. D Cerlini - Ing. M. Ferrari
SGI STUDIO GALLI INGEGNERIA S.p.A.
Ing. A.Galli - Ing. U. Galli
ARTELIA GROUP S.A.
Mr. O. Cazaillet

Intervento/Opera

SCOLMATORE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA
PRIMO LOTTO: REALIZZAZIONE DELLE OPERE PER LA MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA DEL TORRENTE FEREGGIANO (E RIVI ROVARE E NOCE)

Elaborato
TECHNITAL S.p.A.

Dott. Ing. Simone Venturini

Oggetto della tavola

PARTE GENERALE
Relazione descrittiva generale

Scala

Data
Agosto 2013

Progetto Definitivo	Tavola N° PD1.RD.01

Codice GULP	Codice Commessa Precedente	Revisione
12383	DSU100	0

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

RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

I N D I C E

1. PREMESSA 6

2. ITER PROGETTUALE 8

2.1. Premessa 8
2.2. Il Progetto Preliminare dello scolmatore del Bisagno e rii minori 8
2.3. La fase di affidamento della progettazione definitiva 9
2.4. Il Progetto Definitivo Generale dello scolmatore del Bisagno e rii minori 10
2.5. Il presente Progetto Definitivo del Primo Lotto 12
2.5.1. La perizia Bellini/Tubino 12
2.5.2. L'accordo Regione Liguria - Provincia di Genova - Comune di Genova 13
2.5.3. Le determinazioni del gruppo di Lavoro costituito dal Comune di Genova 14

3. LE PORTATE DI RIFERIMENTO 21

3.1. Portata del rio Fereggiano 21
3.1.1. Portate di progetto del Fereggiano (Piano di Bacino e PD2007) 22
3.1.2. Portata del rio Noce 27
3.1.3. Portata del rio Rovare 28
3.1.4. Portata totale 28

4. LE OPERE DEL PRIMO LOTTO 33

4.1. Galleria di adduzione "Fereggiano" e gallerie minori 33
4.1.1. La galleria esistente 36
4.1.2. Collaudo delle opere realizzate ed indagine sullo stato di conservazione attuale 42
4.1.3. Opere di completamento della galleria Fereggiano 43
4.1.4. Impermeabilizzazione e controllo delle acque di falda 48
4.1.5. Aerofori/sfiati 49
4.2. Gallerie minori 52
4.3. Tipologia delle opere di presa 53
4.3.1. Manufatto di presa 53
4.3.2. Camera di dissipazione 54
4.3.3. Scale di accesso 55
4.3.4. Misuratori di portata e di controllo del funzionamento 56
4.4. Opera di presa sul Torrente Fereggiano 57
4.4.1. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice 57
4.4.2. Camera di dissipazione 61
4.4.3. Cameretta con scale di accesso 62
4.4.4. Sistemazione dell'alveo e deviazione della fognatura 63
4.5. Opera di presa sul Rio Rovare 64
4.5.1. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice 64
4.5.2. Camera di dissipazione 67
4.5.3. Cameretta con scale di accesso 68

4.6. Opera di presa sul Rio Noce 68
4.6.1. Il manufatto di presa 68
4.6.2. Camera di dissipazione 71
4.6.3. Cameretta con scale di accesso 72
4.7. Opera di raccordo e sbocco a mare 72
4.7.1. Il salto di quota in galleria ed il raccordo con lo sbocco a mare 73
4.7.2. Metodo di scavo per l'approfondimento ad U interno alla galleria Fereggiano 77
4.7.3. Le lavorazioni sotto Corso Italia 79
4.7.4. Opere a mare 79
5. REALIZZAZIONE DELLE OPERE 82
5.1. Suddivisione in lotti e stralci 82
5.2. Tempi e costi 83
6. APPENDICE 84
6.1. Certificati di collaudo della galleria esistente Fereggiano 84

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 1.1 - Tracciato di progetto della galleria Fereggiano ed opere di presa 6
Fig. 3.1 - Distribuzione delle portate massime assumendo i valori del Piano di Bacino 22
Fig. 3.2 - distribuzione delle portate massime assumendo i valori della comunicazione prot. 25909 del 14.06.2004 del Comune di Genova (situazione senza scolmatore Fereggiano) 23
Fig. 3.3 - distribuzione delle portate massime assumendo i valori della comunicazione prot. 25909 del 14.06.2004 del Comune di Genova (situazione con scolmatore Fereggiano) 23
Fig. 3.4 - Distribuzione delle portate massime in occasione dell'evento 4 Novembre 2011 (Perizia Bellini/Tubino) 25
Fig. 3.5 - Distribuzione delle portate da ottenere con le opere, assumendo a riferimento le portate stimate in occasione dell'evento 4 Novembre 2011 (Perizia Bellini/Tubino) 25
Fig. 3.6 - Idrogrammi di piena dei rii Fereggiano, Rovare e Noce (Progetto Italstrade) 31
Fig. 4.1 - Caratteristiche della galleria esistente Fereggiano - 1/2 34
Fig. 4.2 - Caratteristiche della galleria esistente Fereggiano - 2/2 35
Fig. 4.3 - Inizio del tratto a ferro di cavallo - progressiva 4,69 m 37
Fig. 4.4 - Tubazione della fognatura urbana che attraversa la galleria, nel tratto a ferro di cavallo (progressiva 38 m) 37
Fig. 4.5 - Tubazione della fognatura urbana che attraversa la galleria, nel tratto a ferro di cavallo (progressiva 38 m) - residui di perdite di liquame fognario in galleria 38
Fig. 4.6 - Tratto a sezione circolare tra la progressiva 100 e la progressiva 909 m 38
Fig. 4.7 - Infiltrazioni calcaree e ferruginose nella galleria, nel tratto a sezione circolare. Si noti anche la seconda canaletta a Dx 39
Fig. 4.8 - Concrezioni createsi in corrispondenza dei giunti, per infiltrazione d'acqua di falda - galleria a sezione circolare. Si noti le infiltrazioni anche dai fori di carotaggio eseguiti in occasione del collaudo (Foro SG7) 39
Fig. 4.9 - Raccordo divergente in calotta tra sezione circolare e sezione a ferro di cavallo 40
Fig. 4.10 - Raccordo divergente laterale tra sezione circolare e sezione a ferro di cavallo 40
Fig. 4.11 - Particolare del raccordo divergente laterale visto da monte verso valle 41
Fig. 4.12 - Raccordo divergente tra galleria a sezione circolare e galleria a ferro di cavallo - vista d'insieme 41
Fig. 4.13 - Sezione terminale non rivestita alla progr. 909 42
Fig. 4.14- Sezione corrente del tratto di galleria di completamento del deviatore Fereggiano prevista nel presente progetto. Elementi strutturali della sezione A0 44

Fig. 4.15 - Sovrapposizione della sezione corrente del tratto di galleria di completamento del deviatore Fereggiano con la sezione circolare corrente del tratto già costruito (progetto Italstrade) 45
Fig. 4.16 - Sezione geologica tipica ove sono indicate le due gallerie: la galleria Fereggiano di progetto (primo Lotto) e la galleria Bisagno (PD2007) 46
Fig. 4.17 - Sezione tipologica B1* da prevedere nei sottopassi ferroviari 47
Fig. 4.18 - Sistema di controllo delle pressioni di falda - dettaglio 49
Fig. 4.19 - Particolare dell'estremo superiore di un aeroforo 51
Fig. 4.20 - Particolare di collegamento in calotta di un aeroforo 52
Fig. 4.21 - Geometria della camera di dissipazione (da Hager,1985) 55
Fig. 4.22 - Geometria del pozzo di presa Fereggiano 60
Fig. 4.23 - Geometria del pozzo di presa Rovare 66
Fig. 4.24 - Geometria del pozzo di presa Noce 70
Fig. 4.25 - Protezione a monte della tubazione di fognatura che interseca la galleria Fereggiano – prospetto 75
Fig. 4.26 - Protezione a monte della tubazione di fognatura che interseca la galleria Fereggiano - sezione 75
Fig. 4.27 - Sezione di chiusura della galleria Fereggiano predisposta anche per l'ingresso di un mezzo semovente per manutenzione 76
Fig. 4.28 - Prospetto di chiusura della galleria Fereggiano predisposta anche per l'ingresso di un mezzo semovente per manutenzione 77
Fig. 4.29 - Sezione tipo di intervento nel tratto di galleria a ferro di cavallo (misure relative alla sezione meno gravosa) 78
Fig. 4.30 - Interventi di cinturazione delle pile delle arcate di Corso Italia 79

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 3.1 - Portate di riferimento disponibili 26
Tab. 3.2 - Portate di riferimento per il dimensionamento delle opere di presa 29
Tab. 3.3 - Portate estreme di verifica delle opere 31
Tab. 4.1 - Quote di sottopasso delle linee ferroviarie 46
Tab. 4.2 - Caratteristiche dei 4 aerofori/sfiati lungo l'asse della galleria Fereggiano 51

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Descrittiva Generale del progetto definitivo delle opere di laminazione e controllo delle piene dei rii Fereggiano, Rovare e Noce che costituiscono le opere di Primo Lotto del Progetto Definitivo Generale datato 2007 relativo al torrente Bisagno ed ai suoi affluenti Fereggiano, Rovare e Noce che in questo Primo Lotto ha richiesto un adeguamento sia normativo, che di prezzi che alcune modifiche di approccio progettuale in particolare destinando il prolungamento della galleria del deviatore Fereggiano già costruita alla fine degli anni ’80 non a galleria di servizio della galleria principale Bisagno bensì a galleria idraulica a servizio dei rii Fereggiano, Rovare e Noce.



FIG. 1.1 - TRACCIATO DI PROGETTO DELLA GALLERIA FEREGGIANO ED OPERE DI PRESA

Al cap. 2 è riportata una sintesi dei principali passi compiuti dall’Ente Appaltante per giungere all’affidamento ed alla stesura del presente progetto definitivo.
Al cap. 3 sono descritte le portate di riferimento assunte per il dimensionamento e la verifica delle opere di progetto.
Al cap. 4 trova spazio la descrizione sintetica delle opere previste in progetto.
A completamento del progetto definitivo delle opere, accompagnano la presente relazione tutti gli elaborati previsti dal DPR n. 207/2010.

Le opere qui descritte sono sommariamente le seguenti:

- prolungamento della galleria esistente del deviatore Fereggiano dalla progressiva 909 alla progressiva 3.717, posta al piede del pozzo di presa delle portate scolmate dal rio Fereggiano, con creazione di 4 sfiati/aerofori lungo l'asse della galleria principale;
- opera di presa sul rio Fereggiano;
- opera di presa sul rio Rovare;
- opera di presa sul ro Noce;
- opera di sbocco a mare, come prevista nel PD 2007, ma limitata in lunghezza al solo tratto a valle di Corso Italia;
- raccordo tra lo sbocco del tratto esistente della galleria Fereggiano e l'opera di sbocco di progetto.

2. ITER PROGETTUALE

2.1. Premessa

La Regione Liguria, per la corretta pianificazione degli interventi di difesa e la gestione del territorio, ha predisposto, secondo quanto indicato nel D.P.R. del 18.7.1995 e quanto stabilito all'art. 8 della L. R. n° 9/93, il Piano di bacino del torrente Bisagno, che è stato approvato con delibera del Comitato Provinciale n° 62 del 4.12.2001.

Tra gli interventi strutturali più urgenti, ed anche più importanti da realizzare sull'asta principale del Bisagno per porre in sicurezza quelle aree urbane che oggi sono soggette ad allagamenti anche con eventi che hanno tempo di ritorno ben inferiore ai 200 anni, sono stati indicati quello relativo all'ampliamento della sezione idraulica ed al miglioramento delle condizioni di deflusso nel tratto terminale del Bisagno interessato dalla copertura, e quello che prevede la realizzazione di uno scolmatore delle piene a servizio del Bisagno, e dei rii minori Fereggiano, Rovare e Noce.

Per dar corso a questi due interventi, l'Amministrazione Comunale ha affidato al raggruppamento temporaneo di imprese NET Engineering (capogruppo mandataria) - AI Engineering - Hydrodata l'incarico della redazione del progetto preliminare, definitivo ed esecutivo del recupero funzionale della copertura del tratto terminale del torrente Bisagno con miglioramento delle condizioni di deflusso, del riordino urbanistico e viabilistico di aree limitrofe da Via Canevari al mare (zona A) e dell'ampliamento verso mare del piazzale J. F. Kennedy (zona B), mentre l'Amministrazione Provinciale ha affidato la progettazione del canale scolmatore di piena al Raggruppamento Binnie Black & Veatch (mandataria) - GEODATA - D'Appolonia. Il progetto preliminare del nuovo scolmatore delle acque del torrente Bisagno è stato completato nel luglio 2000, ed è stato approvato dall'Amministrazione Appaltante con deliberazione della Giunta Provinciale n° 524/64358 del 4 ottobre 2000.

2.2. Il Progetto Preliminare dello scolmatore del Bisagno e rii minori

La soluzione di progetto presentata nel progetto preliminare, ha previsto la realizzazione delle seguenti opere:

- opera di presa principale sul torrente Bisagno ubicata immediatamente a valle della confluenza con il torrente Trensasco (affluente in sponda destra del torrente Bisagno) in corrispondenza dell'area della Sciorba;
- galleria di adduzione delle acque di piena, a sezione circolare con diametro pari a 9 m per il tratto compreso tra la presa sul Bisagno e l'inizio della galleria esistente (realizzata parzialmente per la diversione delle acque di piena del rio Fereggiano), ed a sezione variabile nel tratto a valle sino allo sbocco a mare ubicato in prossimità dello sbocco della galleria esistente;
- sette pozzi di de-areazione, ubicati orientativamente ogni 1,000 m, che si innestano sulla galleria di adduzione delle acque di piena in corrispondenza di altrettante piccole camere di de-areazione;
- tre ulteriori opere di presa, ubicate lungo il tracciato della galleria, necessarie per intercettare le acque del rio Fereggiano recuperando la funzionalità del Progetto ITALSTRADE 1989, del rio Rovare e del rio Noce;
- opera di scarico a mare da collocarsi nel tratto di costa a sud del Forte di S. Giuliano, nell'area nella quale era già stato ubicato lo sbocco del deviatore del Fereggiano parzialmente realizzato;
- opere minori ed accessorie necessarie per consentire la manutenzione delle opere di adduzione delle acque di piena, ed il rispetto delle condizioni di sicurezza.

La portata massima che potrà essere derivata in concomitanza dell'evento di piena duecentennale è pari a 468 m^3/s. Tale valore corrisponde alla somma di quattro contributi: la portata di 417 m^3/s derivata dal Bisagno, la portata di 35 m^3/s derivata dal Fereggiano, la portata di 9 m^3/s derivata dal Rovare ed infine la portata di 7 m^3/s derivata dal Noce. Poiché la portata di piena duecentennale, in corrispondenza della sezione di imbocco del tratto finale coperto, è pari a circa 1.300 m^3/s, il progetto preliminare delle opere è stato basato sull'ipotesi che l'officiosità di tale tratto possa incrementarsi dal valore attuale pari a circa 500 m^3/s sino al valore di 850 m^3/s.

2.3. La fase di affidamento della progettazione definitiva

Nell'ottobre 2002 la Provincia di Genova ha bandito la gara per l'affidamento dei servizi di ingegneria comprendenti le seguenti attività:

- progettazione definitiva delle opere;

- allestimento di n. 5 modelli fisici (quattro opere di presa sui corsi d'acqua di interesse ed opera di sbocco a mare) ed esecuzione delle relative prove;
- esecuzione di una campagna di indagini geologico - geotecniche, con esecuzione di prove in foro, prelievo di campioni di materiale ed esecuzione di prove di laboratorio sui campioni prelevati;
- Studio di Impatto Ambientale delle opere previste in progetto;
- esecuzione di una campagna di indagini topografiche e di analisi dello stato di consistenza dei fabbricati potenzialmente interessati dalle opere in progetto.

Le offerte sono pervenute all'Ente Appaltante nel mese di marzo 2003, e nel mese di giugno successivo la gara è stata aggiudicata al Raggruppamento Temporaneo di Imprese TECHNITAL (capogruppo mandataria) - SOGREAH - STUDIO MAIONE INGEGNERI ASSOCIATI - SGI STUDIO GALLI INGEGNERIA.

Poiché la soluzione progettuale proposta dal Raggruppamento presentava alcuni aspetti che la differenziavano da quella delineata nel progetto preliminare, la Provincia di Genova ha ritenuto importante condurre degli approfondimenti, prima di procedere con l'affidamento delle attività di progettazione definitiva, circa il funzionamento idraulico dell'opera di presa sul torrente Bisagno e della galleria principale di adduzione delle acque di piena. A tale scopo ha quindi richiesto al Raggruppamento di redigere uno studio idraulico di approfondimento di tali tematiche, studio che è stato completato e consegnato nel mese di ottobre 2003.

Le risultanze di tale approfondimento sono state accuratamente esaminate dai tecnici della Provincia di Genova e dai loro consulenti, e sono state acquisite, unitamente al progetto preliminare posto a base di Gara, per l'avvio della fase di progettazione definitiva vera e propria, avvenuto nel mese di marzo 2004.

2.4. Il Progetto Definitivo Generale dello scolmatore del Bisagno e rii minori

L'attività di progettazione, unitamente alle attività di studio ed affinamento delle soluzioni di progetto su modello fisico e delle attività di campo, è iniziata nel marzo 2004, e si è conclusa nel luglio 2006. Come specificato in offerta, tale attività è stata suddivisa in tre fasi tra loro distinte e consecutive, i cui contenuti sono di seguito elencati:

FASE 1

- raccolta ed esame dei dati di riferimento
- progetto definitivo delle opere - prima parte

- campagna di indagini topografiche
- campagna di indagini geologico - geotecniche
- campagna di indagini sedimentologiche
- studio sedimentologico
- studio di impatto ambientale - definizione del quadro di riferimento programmatico

FASE 2

- indagini sui fabbricati interessati dalle opere
- studio su modello fisico dell'opera di presa del torrente Bisagno - allestimento e prima serie di prove
- studio su modello fisico dell'opera di presa del torrente Fereggiano - allestimento e prima serie di prove
- studio su modello fisico dell'opera di presa del rio Rovare - allestimento e prima serie di prove
- studio su modello fisico dell'opera di presa del rio Noce - allestimento e prima serie di prove
- studio su modello fisico dell'opera di sbocco a mare - allestimento e prima serie di prove
- studio su modello fisico della confluenza tra la galleria principale e la galleria proveniente dall'opera di presa sul torrente Fereggiano - allestimento e prima serie di prove
- studio di impatto ambientale - definizione del quadro di riferimento progettuale

FASE 3

- progetto definitivo delle opere - completamento
- studio su modello fisico dell'opera di presa del torrente Bisagno - ottimizzazione delle opere
- studio su modello fisico dell'opera di presa del torrente Fereggiano - ottimizzazione delle opere
- studio su modello fisico dell'opera di presa del rio Rovare - ottimizzazione delle opere
- studio su modello fisico dell'opera di presa del rio Noce - ottimizzazione delle opere

- studio su modello fisico dell'opera di sbocco a mare - ottimizzazione delle opere
- studio su modello fisico della confluenza tra la galleria principale e la galleria proveniente dall'opera di presa sul torrente Fereggiano - ottimizzazione delle opere
- studio di impatto ambientale - fase finale.

La FASE 1 è iniziata nel mese di marzo 2004 e si è conclusa nel mese di maggio 2005, mentre la FASE 2 è iniziata nel mese di settembre 2005 e si è conclusa nel mese di dicembre 2005. La terza ed ultima fase delle attività è iniziata nel mese di marzo del 2007 e si è conclusa con la consegna del progetto definitivo generale (d'ora in poi indicato con me PD 2007).

2.5. Il presente Progetto Definitivo del Primo Lotto

Il presente progetto definitivo di Primo Lotto trova motivazione nella determinazione del Comune di Genova di avviare il più celermente possibile la realizzazione di alcune opere urgenti (tra quelle previste nel PD2007) onde porre in sicurezza idraulica le zone che nell'evento alluvionale del 4 Novembre 2011 furono più duramente colpite, anche con la perdita di vite umane.
Tali zone furono in particolare quelle della zona del rio Fereggiano.

2.5.1. La perizia Bellini/Tubino

A seguito dell'evento 4 Novembre 2011, il Tribunale di Genova dispose la redazione di una perizia che, tra l'altro, valutasse l'entità delle portate che hanno interessato l'asta dei principali corsi d'acqua tra i quali il Bisagno ed il rio Fereggiano.
La perizia fu redatta nel Luglio 2012 dai consulenti Alfonso Bellini (nominato il 5 novembre 2011), Marco Tubino, Marco Masetti ed Annunziato Siviglia (nominati il 21 Novembre 2011).
Nel proseguo della presente relazione e più in generale nell'ambito del presente progetto, la perizia è indicata con il nome "Perizia Bellini/Tubino".
Gli esiti di tale perizia sono debitamente tenuti in conto nel presente progetto con particolare riferimento alla scelta delle portate idrauliche rispetto alle quali verificare il funzionamento delle opere. Tali portate sono descritte più avanti.

Si precisa fin d'ora che il riferimento ufficiale per la scelta delle portate di progetto rimane il Pano di Bacino ma è parso opportuno e doveroso verificare il funzionamento delle opere anche per le portate determinate dalla perizia Bellini/Tubino che, peraltro, non di discostano molto dalle portate millenarie considerate nel Progetto Italstrade del deviatore Fereggiano.

2.5.2. L'accordo Regione Liguria - Provincia di Genova - Comune di Genova

Nel corrente anno 2013, il Presidente della Regione Liguria, il Sindaco del Comune di Genova e il Commissario Straordinario della Provincia di Genova hanno siglato l'Atto integrativo del Protocollo d'intesa stipulato in data 05.10.1998 tra Regione Liguria, Provincia di Genova e Comune di Genova per la progettazione e realizzazione coordinata degli interventi strutturali volti alla mitigazione dell'emergenza idraulica del bacino del torrente Bisagno, alla ridefinizione urbanistica del tratto terminale ed alla riqualificazione ambientale dell'alveo e delle aree circostanti.

In base a tale Atto, si è stabilito che il Comune di Genova doveva procedere, in qualità di Stazione appaltante ed in piena autonomia decisionale nel rispetto dei dettami e dei limiti dettati dal citato Protocollo d'Intesa, alla progettazione e all'appalto dei lavori del 1° lotto del Canale scolmatore del Bisagno, lotto finalizzato alla captazione delle portate di morbida e di piena dei rivi Fereggiano, Noce e Rovare avvalendosi dell'incarico professionale sottoscritto in data 29.09.2003 dalla Provincia di Genova con il Raggruppamento Temporaneo TECHNITAL S.p.A. (Capogruppo) / SOGREAH / STUDIO GALLI S.r.l. / STUDIO MAIONE INGEGNERI ASSOCIATI.

Nel periodo trascorso tra l'incarico del 2003 e l'atto aggiuntivo relativo alla redazione del presente PD di primo Lotto, alcune società hanno cambiato ragione sociale: Sogreah SA è diventata Artelia Group SA e SGI è divenuta una S.p.A.

Sempre in base al predetto Atto integrativo, la Provincia ha autorizzato il Comune (limitatamente alle attività di cui al precedente comma) a subentrare nel sopra richiamato contratto-disciplinare stipulato tra la Provincia stessa ed il suddetto Raggruppamento Temporaneo.

Il suddetto 1° lotto del Canale scolmatore del Bisagno, in forza della soluzione progettuale individuata congiuntamente con Provincia e Regione tra quelle contenute nel documento denominato "Analisi comparativa di diverse soluzioni progettuali finalizzata alla realizzazione di un primo lotto funzionale, a servizio del Torrente Fereggiano" predisposto nel mese di aprile 2013 dallo Studio Maione Inge-

gneri Associati su incarico di questa Amministrazione, in una prima valutazione, doveva comprendere le seguenti opere:

- Opere di sbocco a mare, previste dal progetto definitivo del 2007;
- Galleria principale tratto confluenza pozzo Fereggiano - sbocco a mare, con tracciato coincidente con quello del progetto definitivo 2007 ma sezione tipologica analoga a quella prevista per il solo Fereggiano (diametro interno di 5,00 metri);
- Opere di presa e gallerie minori "Fereggiano", "Rovare" e "Noce".

L'intervento in argomento era ed è previsto in un allegato al "Contratto di Valorizzazione Urbana della Val Bisagno" (Contratto inserito nel Piano Nazionale per le Città che ha cofinanziato l'intervento per 25 milioni di euro).

Il primo stralcio del Primo Lotto avrebbe dovuto, in prima istanza, comprendere le seguenti opere:

- Opere di sbocco a mare, previste dal progetto definitivo del 2007;
- Galleria principale tratto confluenza pozzo Fereggiano - sbocco a mare, con tracciato coincidente con quello del progetto definitivo 2007 ma sezione tipologica analoga a quella prevista per il solo Fereggiano (diametro interno di 5,00 metri);
- Opera di presa e galleria minore "Fereggiano".

Successivamente, il Comune di Genova, costituito un gruppo di lavoro composto da funzionari e tecnici delle amministrazioni interessate nonché da alcuni docenti dell'Università di Genova ha individuato nella soluzione cosiddetta 2, ossia il prolungamento della galleria esistente del deviatore Fereggiano, quella su sui concentrare l'attenzione nello sviluppo del Primo Lotto degli interventi.

In effetti, lo studio "Analisi comparativa di diverse soluzioni progettuali finalizzata alla realizzazione di un primo lotto funzionale, a servizio del Torrente Fereggiano" predisposto nel mese di aprile 2013 dallo Studio Maione Ingegneri Associati aveva messo in luce una sostanziale coincidenza nei costi delle soluzioni prospettate: la soluzione n. 3 che prevedeva di realizzare una galleria in asse a quella del Progetto Definitivo 2007 e la soluzione 2 che invece prevedeva di allungare la galleria esistente Fereggiano.

Di seguito si illustrano le determinazioni del gruppo di lavoro.

2.5.3. Le determinazioni del gruppo di Lavoro costituito dal Comune di Genova

Il giorno 18 giugno 2013 si sono riuniti presso gli Uffici del DICCA dell'Università di Genova, in rappresentanza delle singole Istituzioni e su convo-

cazione del rappresentante del Comune in attuazione di quanto richiesto dal Sindaco con note prot. n. 189465 del 10.06.2013 e prot. n. 193379 del 12.06.2013, i membri del gruppo di lavoro costituito dal Comune così composto: per il Comune di Genova: ing. Stefano Pinasco; per la Provincia di Genova: dr. Geol. Agostino Ramella; per la Regione Liguria: ing. Luca Berruti; per il DICCA - Università di Genova: prof. ing. Giovanni Seminara, prof. ing. Marco Colombini e prof. ing. Sandro Stura.

Nel corso della riunione, il Comune di Genova ha provveduto ad illustrare il documento denominato "Scolmatore del Torrente Bisagno in Comune di Genova - Progetto definitivo - Analisi comparativa di diverse soluzioni progettuali finalizzata alla realizzazione di un primo lotto funzionale, a servizio del torrente Fereggiano", documento redatto dallo Studio Maione Ingegneri Associati su incarico del Comune nell'ambito delle attività legate alla attuazione del Contratto di Valorizzazione Urbana sottoscritto in data 9 maggio 2013 tra MIT, Comune, Regione e Provincia.

Il Comune, in qualità di soggetto attuatore delle opere, ha illustrato i parametri e i vincoli individuati in base ai quali il Gruppo di lavoro avrebbe dovuto definire, in maniera condivisa, la soluzione tecnica da porre a base di gara e da realizzare in tempi brevi. Detti parametri e vincoli risultano essere i seguenti:

- Garantire la piena conformità dell'intervento rispetto alle previsioni del Piano di Bacino del torrente Bisagno;
- Ridurre al minimo la necessità di richiedere nuove autorizzazioni ad integrazioni di quelle già ottenute dalla Provincia (Parere Consiglio Superiore dei LL.PP. e V.I.A.) sul progetto Definitivo Generale del 2007;
- Ridurre al minimo, nell'ipotesi di realizzazione delle opere di scolmo del torrente Bisagno in seconda fase, eventuali false spese;
- Prevedere, per quanto possibile, il reimpiego in via definitiva del tratto esistente della galleria scolmatrice del Fereggiano realizzata dal Comune negli anni '80 (progetto cosiddetto Italstrade);
- Ridurre per quanto possibile il costo complessivo del 1° lotto di lavori, e quindi la quota di indebitamento a carico del Comune, garantendo nel contempo anche la massima economicità dell'intervento nel suo insieme (1° e 2° lotto).

Per secondo lotto si intendono tutte le opere non facenti parte del primo lotto concepito innanzitutto allo scopo di porre in sicurezza le aree interessate dal rio Fereggiano.

Nel dettaglio pertanto le opere del secondo lotto sono costituite dal proseguimento della galleria fino al Bisagno con la costruzione della relativa opera di presa.
A seguito di una approfondita disamina delle varie soluzioni prospettate, il Gruppo di lavoro ha individuato, quale possibile soluzione ottimale tra quelle riportate nello studio redatto dallo Studio Maione, la Soluzione 2 con le seguenti precisazioni:

- limitare le opere di sbocco a mare alla sola porzione comprendente la galleria artificiale di scarico a mare (diametro 9,50 m) e relativa scogliera di protezione, rinviando la realizzazione della porzione di scogliera a ponente dell'attuale scalo di alaggio ad una successiva fase (eventualmente ponendo la realizzazione di queste ultime opere come parametro di valutazione in sede di offerta economicamente più vantaggiosa);
- utilizzare il prolungamento della ex galleria di servizio (secondo quanto previsto dal PD2007, da realizzarsi all'incirca secondo il tracciato di cui alla Soluzione 2) come opera definitiva per il convogliamento a mare delle portate di piena dei rivi Fereggiano, Rovare e Noce. Considerato che il transito della massima portata di progetto potrebbe determinare la messa in pressione di alcune sezioni della galleria, si è determinato che è necessario integrare il progetto prevedendo la realizzazione di idonei sfiati in corrispondenza della sovrastante viabilità pubblica;
- prevedere la realizzazione, in corrispondenza e subito a monte dell'impalcato di Corso Italia, dell'opera di raccordo tra la galleria già esistente e la galleria artificiale di sbocco a mare, prevedendo di utilizzare detta galleria artificiale sia come camera di smorzamento del moto ondoso sia come camera di dissipazione dell'energia della corrente di piena;
- prevedere la possibilità, in sede di esecuzione del 2° lotto di lavori (galleria scolmatrice delle sole portate di piena del Bisagno), di realizzare uno scarico a mare provvisorio, a cielo aperto ed in adiacenza alla galleria artificiale di sbocco, della galleria scolmatrice del Fereggiano, Rovare e Noce al fine di consentire l'insediamento in sicurezza del cantiere del 2° lotto senza alcuna interferenza operativa con il mantenimento in funzione della stessa galleria scolmatrice del Fereggiano;
- prevedere la realizzazione delle opere di presa sui rivi Fereggiano, Noce e Rovare così come riportate sul progetto definitivo della Provincia (PD2007), adeguando semplicemente i tratti terminali delle gallerie di raccordo al nuovo

tracciato della galleria scolmatrice principale denominata galleria Fereggiano perché avente medesima funzione della galleria del progetto Italstrade;

- ridimensionare il diametro interno, con conseguente rideterminazione dei minori costi, della galleria scolmatrice delle sole portate di piena del Bisagno in funzione della minore portata che in essa dovrà transitare (solo Fereggiano, Rovare e Noce);
- aggiornare il piano di smaltimento e/o di riutilizzo delle terre e rocce di scavo a seguito della venuta meno della possibilità di conferire il materiale di risulta presso le aree di colmata portuali originariamente previste a progetto, garantendo comunque l'allontanamento via mare dal cantiere (almeno fino ad un eventuale punto di trasbordo su gomma in ambito portuale) di detto materiale stante l'insufficiente capacità della viabilità locale.

Il giorno 28 giugno 2013 si è nuovamente riunito presso gli Uffici del DICCA dell'Università di Genova, in rappresentanza delle singole Istituzioni e su convocazione del rappresentante del Comune in attuazione di quanto richiesto dal Sindaco con note prot. n. 189465 del 10.06.2013 e prot. n. 193379 del 12.06.2013, il gruppo di lavoro composto da: per il Comune di Genova: ing. Stefano Pinasco; per la Provincia di Genova: dr. Geol. Agostino Ramella; per la Regione Liguria: ing. Luca Berruti; per il DICCA - Università di Genova: prof. ing. Giovanni Seminara, prof. ing. Marco Colombini e prof. ing. Sandro Stura.
Erano presenti inoltre, su richiesta del Gruppo di lavoro, anche i rappresentanti del R.T. redattore del progetto definitivo dello scolmatore del torrente Bisagno, nelle persone di: Ing. Simone Venturini di Technital S.p.A.; Ing. Denis Cerlini e ing. Michele Ferrari dello Studio Maione Ingegneri Associati;
Il rappresentante del Comune ha provveduto ad illustrare ai progettisti gli esiti della precedente riunione tenutasi in data 18 giugno 2013, esiti riassunti nel verbale di pari data che si richiama integralmente.
Il Comune di Genova ha illustrato a tutti i convenuti il cronoprogramma riportante le fasi del procedimento per l'appalto dei lavori in oggetto alla luce anche degli esiti degli incontri tenutisi con i rappresentanti della Cassa Depositi e Prestiti, del Consiglio Superiore dei LL.PP. e del MIT.
In particolare, è emerso che:

- il progetto definitivo del 1° lotto di lavori deve essere comunque sottoposto ad un riesame da parte del Consiglio Superiore dei LL.PP. in quanto presenta

opere in variante (sia per la SOLUZIONE 2 che per la SOLUZIONE 3) rispetto al progetto approvato nel 2007;

- entro il 31.12.2013 il Comune deve perfezionare la procedura per l'attivazione del mutuo con CC.DD.PP. al fine di ottenere la piena copertura finanziaria del 1° lotto - 1° stralcio dei lavori in argomento (il Comune ricorda che, al fine di rispettare le limitate possibilità di indebitamento a carico del Comune, non si procederà all'appalto - stralciandole dal 1° lotto - le opere relative ai pozzi di presa e alle gallerie di adduzione dei rivi Rovare e Noce, rinviando la loro esecuzione ad una seconda fase mediante l'impiego dei ribassi di gara);
- per poter perfezionare il mutuo entro la predetta data è necessario che il progetto definitivo del 1° lotto venga approvato in Intesa Stato-Regione ed ottenga il parere favorevole del Consiglio Superiore dei LL.PP. entro e non oltre la prima metà di novembre 2013;
- per ottenere ciò, il procedimento di Intesa Stato-Regione deve essere pertanto avviato entro la prima metà del mese di agosto 2013 ed entro la fine sempre di agosto 2013 il progetto definitivo del 1° lotto deve essere inviato al Consiglio Superiore dei LL.PP.; questo comporta la necessità di disporre del progetto definitivo del 1° lotto (sviluppato a livello di elaborati per il solo fine dell'Intesa) entro i primi giorni di agosto 2013, almeno per quanto attiene ai documenti progettuali strettamente necessari all'avvio della procedura di Intesa Stato-Regione.

Il Comune di Genova ha chiesto che venga inserita specifica previsione nell'ambito della progettazione del 1° lotto di lavori di effettuare specifici sopralluoghi e controlli strumentali all'interno della galleria al fine di adottare tutti i provvedimenti necessari per garantire la piena sicurezza del manufatto sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio.

Per quanto concerne l'eventuale funzionamento in pressione della galleria scolmatrice in occasione del transito della massima portata di progetto o portate superiori, i rappresentanti del DICCA, considerato che allo stato nessuna normativa vieta di prevedere il funzionamento in pressione delle gallerie scolmatrici così come confermato dai rappresentanti della Provincia e della Regione, ritengono tecnicamente pienamente accettabile e privo di contro indicazioni (ovviamente previa adozione di specifici accorgimenti tecnici) un siffatto comportamento idraulico a fronte del notevole vantaggio economico rappresentato dalla possibilità di impiegare un'opera pubblica attualmente inutilizzata (l'attuale galleria Fereggiano interrotta, nella sua costruzione alla progressiva 909).

Alla luce di quanto sopra evidenziato ed esperiti ulteriori approfondimenti tecnico-operativi, i convenuti concordano definitivamente sul fatto che, rispetto alle varie ipotesi di intervento analizzate, la Soluzione 2 - da svilupparsi a livello di progettazione definitiva tenendo conto anche dei suggerimenti di seguito riportati, presenti il miglior rapporto costi/benefici:

- limitare le opere di sbocco a mare alla sola porzione comprendente la galleria artificiale di scarico a mare (diametro 9,5 m) e relativa scogliera di protezione, rinviando la realizzazione della porzione di scogliera a ponente dell'attuale scalo di alaggio ad una successiva fase (eventualmente ponendo la realizzazione di queste ultime opere come parametro valutazione in sede di offerta economicamente più vantaggiosa).
- in particolare, verificare la possibilità di realizzare la galleria artificiale di scarico a mare per il solo tratto compreso tra il paramento di valle delle arcate di Corso Italia e lo sfocio a mare prevedendo nel contempo un allargamento delle sezioni trasversali di monte della galleria artificiale stessa in maniera tale da raccordarsi con le sezioni terminali a ferro di cavallo (opportunamente riprofilate mediante l'abbassamento della platea di fondo) della galleria esistente: in tal modo la galleria artificiale verrebbe utilizzata sia come camera di smorzamento del moto ondoso sia come camera di dissipazione dell'energia della corrente di piena; inoltre l'adozione di tale soluzione consentirebbe di limitare al massimo l'eliminazione delle attuali attività sportive insediate al di sotto delle arcate di Corso Italia;
- utilizzare il prolungamento dell'ex galleria di servizio (da realizzarsi secondo il tracciato di cui alla Soluzione 2 indicata nella analisi comparativa condotta dallo Studio Maione) come opera definitiva per il convogliamento a mare delle portate di piena dei rivi Fereggiano, Rovare e Noce. Considerato che il transito della massima portata di progetto potrebbe determinare la messa in pressione di alcune sezioni della galleria, sarà necessario integrare il progetto prevedendo la realizzazione di idonei sfiati in corrispondenza della sovrastante viabilità pubblica;
- prevedere la possibilità, in sede di esecuzione del 2° lotto di lavori (galleria scolmatrice delle sole portate di piena del Bisagno), di realizzare un camerone di attacco in sotterraneo in corrispondenza delle arcate di Corso Italia al fine di consentire l'insediamento in sicurezza del cantiere del 2° lotto senza alcuna interferenza operativa con il mantenimento in funzione della stessa galleria scolmatrice del Fereggiano;

- prevedere la realizzazione delle opere di presa sui rivi Fereggiano, Noce e Rovare così come riportate sul progetto definitivo della Provincia, adeguando semplicemente i tratti terminali delle tre gallerie di raccordo al nuovo tracciato della galleria scolmatrice del Fereggiano;
- ridimensionare il diametro interno, con conseguente rideterminazione dei minori costi, della galleria scolmatrice delle sole portate di piena del Bisagno in funzione della minore portata che in essa dovrà transitare;
- aggiornare il piano di smaltimento e/o di riutilizzo delle terre e rocce di scavo a seguito della venuta meno della possibilità di conferire il materiale di risulta presso le aree di colmata portuali originariamente previste a progetto, garantendo comunque l'allontanamento via mare dal cantiere (almeno fino ad un eventuale punto di trasbordo su gomma in ambito portuale) di detto materiale stante l'insufficiente capacità della viabilità locale. Valutare la possibilità di conferire il materiale di smarino presso la realizzanda piattaforma Maersk di Vado Ligure.

La riunione del gruppo di lavoro si è conclusa concordando di stabilire che, stante i ristretti tempi a disposizione della Civica Amministrazione per portare a conclusione la progettazione definitiva del 1° lotto dei lavori in argomento, gli esiti della riunione possano essere già assunti dal Comune di Genova come documento di indirizzo per il prosieguo delle attività di progettazione.

La presente progettazione definitiva del Primo Lotto sviluppa le indicazioni su menzionate.

3. LE PORTATE DI RIFERIMENTO

L'attività di progettazione dei manufatti di presa sui Rii Fereggiano, Rovare e Noce è stata condotta mediante la definizione delle portate di riferimento per ciascuno di essi. In particolare, per ciascuno dei tre corsi d'acqua in corrispondenza dell'opera di presa, sono state definite le seguenti grandezze:

- la portata critica di progetto Q_p;
- la portata limite Q_i oltre la quale deve iniziare lo scarico delle acque in eccesso;
- la portata massima che si vuole derivare Q_s verso la galleria in progetto;
- la portata massima che procede nel corso d'acqua a valle del manufatto di captazione Q_v.

Alla grandezza Q_p sono stati attribuiti valori di portata associati ad un tempo di ritorno pari a quelli definiti nel Piano di Bacino, associati a Tr =200 anni.

Alla variabile Q_i è stato invece inizialmente associato, in accordo con il PD2007, un valore di portata che si verifica con ritorno statistico prossimo a 2 anni. La scelta è stata dettata dalla necessità di ridurre il più possibile gli eventi di scolmo e quindi l'accesso nella galleria scolmatrice del materiale solido trasportato dalla corrente e dall'esigenza di garantire un deflusso minimo all'interno del corso d'acqua di valle.

La portata da scolmare Q_s è stata valutata invece caso per caso, come si spiegherà in seguito.

Per i rii Noce e Rovare si era già deciso all'epoca del PD2007, di considerare di derivare la quasi totalità della portata di progetto, facendo comunque defluire a valle solo una portata Q_v superiore di almeno un ordine di grandezza della portata nera potenziale che potrebbe affluire nel corso d'acqua.

In proposito occorre rilevare che tutti i corsi d'acqua oggetto di derivazione sono dotati di sistemi duali destinati al convogliamento delle acque reflue aventi come destinazione il depuratore. Tuttavia, al fine di far fronte a situazioni di fallanza della rete fognaria, nel definire la portata Q_v si è tenuto conto di un certo rapporto di diluizione rispetto alla portata nera del bacino.

3.1. Portata del rio Fereggiano

Venendo allo specifico sui diversi corsi d'acqua, la portata di progetto del Rio Fereggiano è stata definita in base a quanto riportato nel Piano di Bacino del Torren-

te Bisagno, avendo poi cura di verificare le opere anche per le portate indicate nella relazione Bellini/Tubino redatta per conto del Tribunale di Genova a seguito degli eventi alluvionali del 4 Novembre 2011 e che eccedono le portate indicate nel Piano di Bacino.
Il riferimento ufficiale dei dati di portata (Q_p) è dato dunque dai valori di portata con TR=200 anni fissati dal Piano di Bacino dell'Autorità di Bacino ed utilizzati anche per il progetto Definitivo Generale dello Scolmatore del Bisagno del 2007. Tali valori sono:

- Fereggiano Q(200) = 90 m^3/s
- Rovare Q(200) = 26 m^3/s
- Noce Q(200) = 23 m^3/s

Si esaminano di seguito, con maggiore dettaglio, i valori di portata assunti a riferimento affiancandoli con i dati più recenti assunti da analisi condotte a valle dell'evento del 4.11.2011.

3.1.1. Portate di progetto del Fereggiano (Piano di Bacino e PD2007)

Ai valori di portata del Piano di Bacino aveva fatto riferimento il Progetto Definitivo 2007 dello scolmatore Bisagno, Fereggiano, Rovare e Noce che assumeva di derivare alla presa del Fereggiano una portata di 80 m^3/s, a fronte di un valore di portata duecentennale di 90 m^3/s all'altezza della sezione di presa, come indicato in Fig. .3.1.
Si indica di seguito la sezione di presa (all'altezza di via Pinetti - salita Ginestrato) con il numero 3, in aderenza a quanto indicato nella perizia Bellini/Tubino.

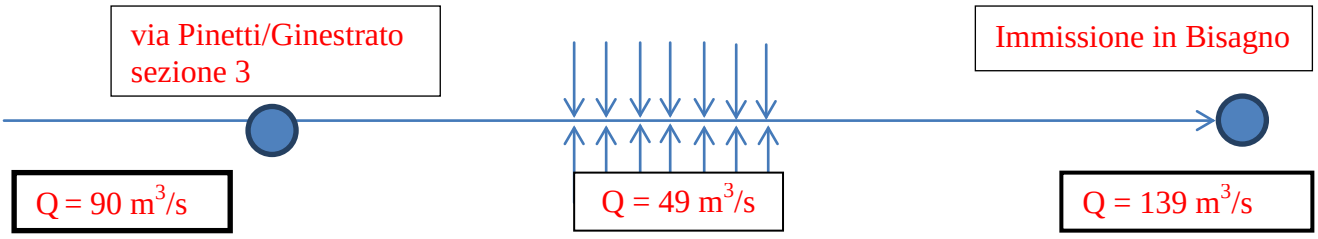


FIG. 3.1 - DISTRIBUZIONE DELLE PORTATE MASSIME ASSUMENDO I VALORI DEL PIANO DI BACINO

Nella progettazione del PD2007 si era inoltre tenuto conto della comunicazione 25909 del 14.06.2004 del Comune di Genova che stabiliva che la portata da scolmare fosse 80 m^3/s e quella da rilasciare a valle fosse 35 m^3/s, a fronte di una portata massima a valle della copertura stradale di via Pinetti di 90 m^3/s, conforme al Piano di Bacino ed a quanto previsto nello studio idraulico realizzato per conto A.S.Ter, e di una portata a valle della sezione di presa prevista in 115 m^3/s in conformità con il Piano di Bacino e con le verifiche idrauliche della nuova copertura eseguite da ITEC Engineering per conto della Regione Liguria/Comune di Genova.

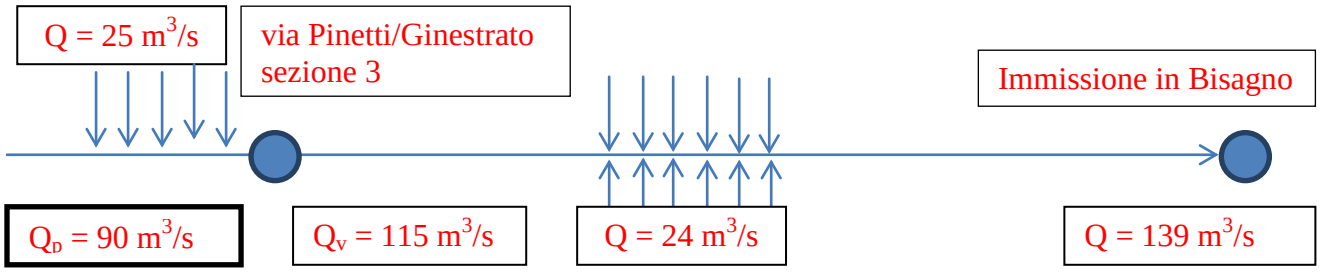


FIG. 3.2 - DISTRIBUZIONE DELLE PORTATE MASSIME ASSUMENDO I VALORI DELLA COMUNICAZIONE PROT. 25909 DEL 14.06.2004 DEL COMUNE DI GENOVA (SITUAZIONE SENZA SCOLMATORE FEREGGIANO)

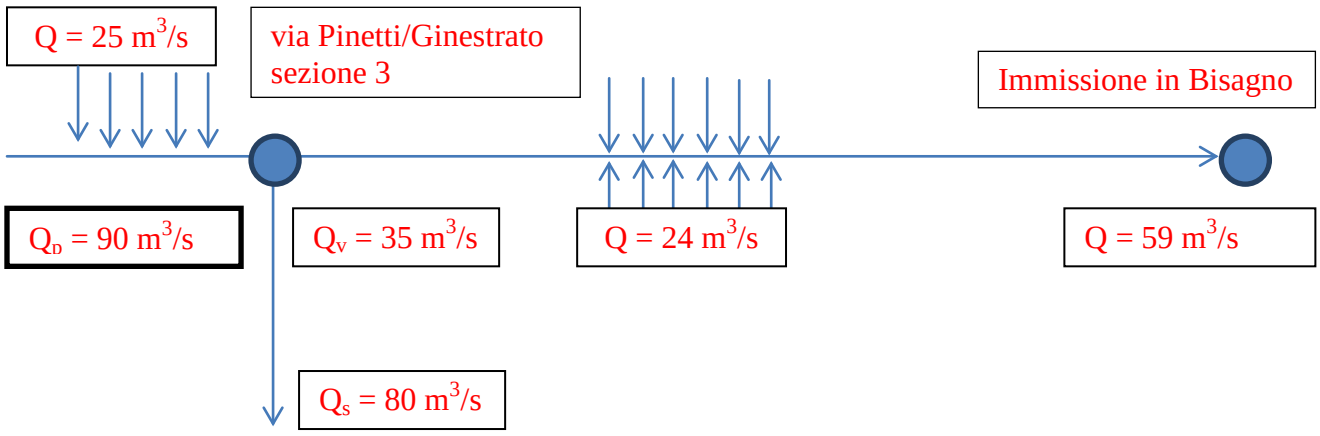


FIG. 3.3 - DISTRIBUZIONE DELLE PORTATE MASSIME ASSUMENDO I VALORI DELLA COMUNICAZIONE PROT. 25909 DEL 14.06.2004 DEL COMUNE DI GENOVA (SITUAZIONE CON SCOLMATORE FEREGGIANO)

La continuità al nodo della presa (nelle Fig. 3.2 e Fig. 3.3) è rispettata nella considerazione che la misura della portata di progetto (90 m^3/s) è fatta in una sezione a monte della

stessa e tra questa sezione e quella di presa vi è un ulteriore contributo del bacino per circa 25 m^3/s. Tale considerazione non era precisata nel Piano di bacino che in effetti riferiva la misura di portata di 90 m^3/s in una sezione ubicata poco più a monte e considerava nel complesso un incremento di portata tra questa sezione e l'immissione in Bisagno di 49 m^3/s.

Fermo restando il fatto che i valori delle portate di progetto di riferimento per il dimensionamento delle opere rimangono quelli del PD2007, concordati e condivisi con l'Autorità di Bacino, in relazione ai quali dovranno essere rispettati appieno i franchi e le norme del vigente Piano di Bacino, si esaminano di seguito le portate stimate per il rio Fereggiano nella perizia eseguita per il Tribunale di Genova dal prof. Tubino e che sembrerebbero essere transitate durante l'evento del 4 Novembre 2011 al fine di analizzare se risulti possibile far si che le opere in progetto, pur con franchi ridotti, siano in grado di gestirli. Tali portate sono:

- Q alla sezione n. 3 - via Ginestrato/via Pinetti: 138 m^3/s
- Q alla sezione n. 5, all'inizio dell'ultimo tratto tombinato: 176 m^3/s

La medesima perizia stima in 65 m^3/s la massima portata transitabile nel tratto terminale coperto del Fereggiano.

Il gruppo di lavoro del Comune di Genova ha confermato che tale valore può essere assunto come valore di riferimento oltre il quale si hanno esondazioni nella parte terminale, sottolineando come le opere che andranno realizzate debbano avere caratteristiche idrauliche tali da evitare, in modo assoluto, che nel tratto terminale possa transitare una portata superiore al valore definito (65 m^3/s).

In aderenza a quanto operato nella perizia Bellini/Tubino, si assume dalla differenza tra portata stimata alla sezione 3 e quella stimata alla sezione di chiusura n. 5 che la portata generata e raccolta dal bacino afferente al rio Fereggiano compreso tra le sezioni n. 3 e n. 5, in occasione dell'evento 4 Novembre 2011, sia stata pari a 176 - 138 = 38 m^3/s come schematizzato nella Fig. 3.4.

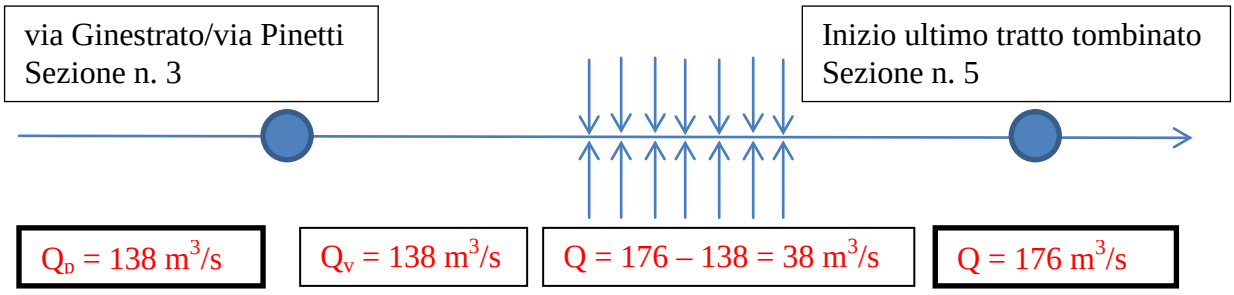


FIG. 3.4 - DISTRIBUZIONE DELLE PORTATE MASSIME IN OCCASIONE DELL'EVENTO 4 NOVEMBRE 2011 (PERIZIA BELLINI/TUBINO)

Da ciò si può dedurre che, assunto il valore massimo di portata transitabile nel tratto terminale che, facendo riferimento all'evento del 4 Novembre 2011, sarebbe potuta essere pari a 65 m^3/s, la massima portata rilasciabile a valle dell'opera di presa Fereggiano (prevista alla sezione n. 3) è 65 - 38 = 27 m^3/s.
Data dunque la portata transitata alla sezione n. 3 pari a 138 m^3/s, la portata minima che si sarebbe dovuto derivare, in occasione dell'evento del 4 Novembre 2011, per evitare l'esondazione del Fereggiano nel tatto terminale, è pari a 138 - 27 = 111 m^3/s.
Tale valore può essere assunto come portata di verifica di funzionamento estremo delle opere in progetto (cfr. Fig. 3.5).

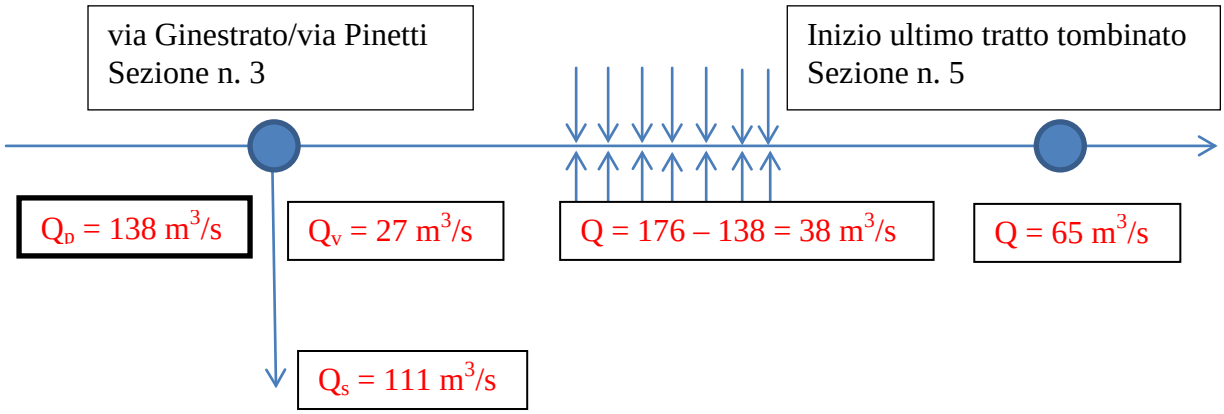


FIG. 3.5 - DISTRIBUZIONE DELLE PORTATE DA OTTENERE CON LE OPERE, ASSUMENDO A RIFERIMENTO LE PORTATE STIMATE IN OCCASIONE DELL'EVENTO 4 NOVEMBRE 2011 (PERIZIA BELLINI/TUBINO)

Il gruppo di lavoro del Comune di Genova ha chiesto di poter verificare quale sia il massimo valore di portata che possa essere smaltito dall'opera di presa Fereggiano e dalla galleria.

Dalla relazione Tubino si è ricavato infatti per la sezione di via Ginestrato/via Pinetti una portata pari a 138 m^3/s: nel progetto Italstrade era stato considerato un valore di portata nella stessa sezione pari a 137 m^3/s (associata nella relazione idrologica di progetto ad un Tr di 1000 anni).

La perizia Bellini/Tubino arriva a concludere che se all'epoca dell'evento alluvionale del 4 novembre 2011 ci fosse stato in funzione il deviatore Fereggiano, l'intera sua portata transitante nella sezione di via Ginestrato/via Pinetti avrebbe potuto essere scolmata, consentendo dunque a valle, ossia nei pressi del tratto coperto finale del Fereggiano, il transito della portata residua di 38 m^3/s, tollerata in quel tratto.

E' lecito chiedersi dunque quale sia la massima portata che il pozzo di presa e l'intera opera di presa è in grado di intercettare, fermo restando il sua ottimale dimensionamento per la portata di progetto pari a 80 m^3/s.

La medesima relazione Bellini/Tubino stima in 176 m^3/s la massima portata idrologicamente transitante (ma idraulicamente non tollerabile) nel tratto terminale all'ingresso nel Bisagno in funzione del bacino contribuente; se l'intera portata di 138 m^3/s venisse scolmata, a valle dovrebbe transitare soltanto una portata di: 176 - 138 = 38 m^3/s, sensibilmente inferiore all'attuale capacità del tratto di valle fissata nella medesima perizia in 65 m^3/s (portata massima tollerata nel tratto compreso tra la copertura di largo Merlo e la copertura terminale).

La relazione Bellini/Tubino precisa infine che il tempo di ritorno associato alla portata di 176 m^3/s nel tratto terminale è superiore a 200 anni così come la portata stimata alla sezione 3 (via Ginestrato/via Pinetti) per l'evento del 4 novembre 2011 pari a 138 m^3/s, il tutto come descritto nelle specchietto di seguito:

TAB. 3.1 - PORTATE DI RIFERIMENTO DISPONIBILI

Dati e documenti di riferimento	**Portata al picco in via Ginestrato/via Pinetti (sezione 3)**	**Portata massima stimata nel tratto terminale (sezione 5)**	**TR (anni)**
Evento 4.11.2011 (relazione Bellini/Tubino)	138 m^3/s	176 m^3/s	>200 (≈ 1000, secondo statistica progetto Italstrade)
Relazione idrologica Progetto Italstrade	137 m^3/s 124 m^3/s		1000 anni 500 anni
Piano di bacino a monte della presa (Tr = 200 anni)	90 m^3/s	139 m^3/s	200
Piano di bacino a valle della presa (Tr = 200 anni)	115 m^3/s	139 m^3/s	200

Si assume per la portata massima con la quale verificare il funzionamento dell'opera di presa sul Fereggiano ubicata alla sezione n. 3 del Fereggiano il valore di 111 m^3/s.
Con tale valore (che è superiore a quello associato a TR 200 anni dal Piano di bacino), la portata rilasciata a valle nell'evento del 4 novembre 2011 sarebbe stata 138 - 111 = 27 m^3/s. Siccome tra la sezione 3 e la sezione 5, durante il medesimo evento, la portata è cresciuta di ulteriori, 176 - 138 = 38 m^3/s, la portata totale transitante a valle sarebbe stata 38 + 27 = 65 m^3/s compatibile con la portata massima ammessa a valle, stimata, nella medesima perizia Bellini/Tubino, (pag. 173 della Perizia) proprio i 65 m^3/s.
Si osserva infine che il TR associato alla portata di 137 m^3/s assunta nel progetto Italstrade come portata di riferimento e di dimensionamento delle opere è pari a 1000 anni. Tale è anche il TR della portata che è stata stimata per l'evento del 4 Novembre 2011 (138 m^3/s, quindi pressoché identica a quella assunta nel progetto Italstrade).

3.1.2. Portata del rio Noce

Per il Rio Noce si è deciso di derivare, così come richiesto dal Comune di Genova, la quasi totalità della portata del corso d'acqua (garantendo, in alveo, a valle dell'opera di presa un deflusso minimo stimato in 0,30 m^3/s) a causa della gravissima insufficienza idraulica dei tratti tombati a valle dell'opera di captazione. La portata da derivare è stato definita pari all'intera portata di piena nella sezione considerata, pari cioè a 23 m^3/s (portata di progetto assunta nel PD 2007).
Il progetto Italstrade associava al Rio Noce la seguente statistica di piena:
$Q(500) = 28\ m^3/s$
$Q(1000) = 30\ m^3/s$.

In occasione di incontri con il Comune di Genova svoltisi nell'ambito del progetto PD2007, lo stesso Comune ha espresso la volontà che l'opera di presa derivasse tutta la portata in arrivo dal by pass previsto nel progetto di 'Sistemazione idraulica del Rio Noce nel tratto compreso tra la scuola d'infanzia "Delia Repetto" in salita superiore Noce ed il Pozzo "Carena" all'incrocio tra via Benedetto XV e C.so Europa', in quanto la derivazione e il recapito della portata ordinaria in alveo dovrà avvenire a monte dell'opera in progetto.
La portata assunta nel PD 2007 e qui confermata (23 m^3/s), secondo la statistica del Progetto Italstrade, ha tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni.

3.1.3. Portata del rio Rovare

Considerazioni e richieste analoghe a quelle condotte per il Rio Noce, sempre da parte del Comune, hanno condotto a derivare dal Rio Rovare quasi tutta la portata di progetto, pari a 26 m^3/s come assunto nel Progetto definitivo del 2007 (il progetto Italstrade associava al Rio Rovare la seguente statistica di piena:
Q(500) = 24 m^3/s,
Q(1000) = 27 m^3/s.

La portata assunta nel PD 2007 e qui confermata (26 m^3/s), secondo la statistica del Progetto Italstrade, ha tempo di ritorno compreso tra 500 e 1000 anni.

3.1.4. Portata totale

Nella tabella di seguito si riportano sinteticamente i valori di portata sopra descritti e presi a riferimento per il dimensionamento dei manufatti.
Si sottolinea in questa sede che la portata di progetto della galleria Fereggiano è pari a 96 m^3/s. Tale valore risulta da considerazioni, già formulate nel progetto preliminare e definitivo approvato, sulla non contemporaneità dei colmi di piena dei corsi d'acqua in studio: essa risulta essere la somma della portata di progetto scolmata dal Fereggiano (80 m^3/s), e di circa un terzo delle portate derivate dai due rii minori (7 m^3/s per il rio Noce + 9 m^3/s per il Rovare).
A tal proposito rimane da osservare come il Progetto Italstrade aveva riportato una analisi idrologica dei tre corsi d'acqua ed aveva stabilito che il picco di pena del Fereggiano si produce pe runa durata id pioggia di 60 minuti mentre per i rii minori Rovare e Noce questo avviene pe runa durata di 15 minuti.
Lo studio dei 3 idrogrammi aveva portato i progettisti a ritenere che il picco di piena si sarebbe formato al minuto 60 dell'evento pluviometrico di progetto, con la somma delle seguenti portate:

Fereggiano:	136,60 m^3/s
Noce:	20,61 m^3/s
Rovare:	19,11 m^3/s

Totale:	176,32 m^3/s

A tale evento era stato associato un TR di 1000 anni.
Nel PD2007 e nel precedente progetto preliminare del 2000, si era invece assunto che le portate massime di Rovare e Noce da sommare alla portata di piena TR200 del Fereggiano (pari nel PP 2000 a 35 m^3/s ed incrementata a 80 m^3/s nel PD 2007, in conformità con quanto definito nel Piano di Bacino), così come definita dal Piano di Bacino, fossero pari ad un terzo delle portate massime sicché ne deriva:

Fereggiano: 90 m^3/s
Noce: 23/3 = 7 m^3/s
Rovare: 26/3 = 9 m^3/s

Totale: 106 m^3/s

e che le portate da derivare fossero:

Fereggiano: 80 m^3/s
Noce: 23/3 = 7 m^3/s
Rovare: 26/3 = 9 m^3/s

Totale: 96 m^3/s
In definitiva si ha dunque:

TAB. 3.2 - PORTATE DI RIFERIMENTO PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI PRESA

RIO FEREGGIANO **Sup. Bacino = 3 km²**	**RIO ROVARE** **Sup. Bacino = 0.55 km²**	**RIO NOCE** **Sup. Bacino = 0.49 km²**
Q_p [m^3/s]= 90,0	Q_p [m^3/s]= 26,00	Q_p [m^3/s]= 23,00
Q_i [m^3/s]= 5,00	Q_i [m^3/s]= 0,07	Q_i [m^3/s]= 0,10
Q_s [m^3/s]= 80,00	Q_s [m^3/s]= 26,00	Q_s [m^3/s]= 23,00
Q_v [m^3/s]= 28,0	Q_v [m^3/s]= 0,30	Q_v [m^3/s]= 0,00

La portata massima contemporanea nella galleria Fereggiano con la quale verificare il funzionamento delle opere è data dalla massima portata scolmata del Fereggiano (111

m^3/s) e dai valori delle portate degli altri 2 corsi d'acqua ridotte ad un terzo per tenere conto della diversità di tempi di corrivazione dei bacini e quindi delle non contemporaneità dei picchi di piena.
La massima portata che cimenta la galleria Fereggiano (per la quale verificare le opere) è dunque pari a 111 + 9 + 7 = 127 m^3/s, avendo arrotondato i valori delle portate di Rovare e Noce.
Sulle base delle portate su menzionate, si possono individuare i 3 scenari che nella relazione idraulica di progetto sono studiati:

Scenario 1: portate duecentennali scolmate, avendo assunto a riferimento i dati del Piano di Bacino e PD2007,

Fereggiano 80 m^3/s
Rovare 9 m^3/s (~ 1/3 di 26)
Noce 7 m^3/s (~ 1/3 di 23)

Totale 96 m^3/s

Scenario 2: portate estreme, con picchi da non sommare perché non contemporanei (evento 4 Novembre 2011)

Fereggiano 111 m^3/s
Rovare 9 m^3/s (~ 1/3 di 26)
Noce 7 m^3/s (~ 1/3 di 23)

Totale 127 m^3/s

Scenario 3: portate estreme, contemporanee (evento 4 Novembre 2011)

Fereggiano 111 m^3/s
Rovare 26 m^3/s
Noce 23 m^3/s

Totale 160 m^3/s

Lo scenario estremo di funzionamento delle opere è dato la somma della portata scolmata massima prevista alla presa Fereggiano (111 m^3/s) e delle massime portate degli altri due rii minori:

TAB. 3.3 - PORTATE ESTREME DI VERIFICA DELLE OPERE

RIO FEREGGIANO **Sup. Bacino = 3 km^2**	**RIO ROVARE** **Sup. Bacino = 0,55 km^2**	**RIO NOCE** **Sup. Bacino = 0,49 km^2**
Qs [m^3/s]= 111,00	Qs [m^3/s]= 26,00	Qs [m^3/s]= 23,00

Tale scenario fornisce una portata totale allo sbocco di 160 m^3/s, pari alla portata cinquecentennale assunta nel progetto Italstrade.

E' da rilevare come l'idrogramma (associato a TR = 1000 anni) del rio Fereggiano (analizzato nel progetto Italstrade) sia tale da presentare portate superiori a 111 m^3/s per una durata di quasi 25 minuti (Cfr. Fig. 3.6).

Assumendo che per tale durata, l'opera di presa sia in grado di derivare tale portata (111 m^3/s), la possibilità che essa si sommi ai valori di picco degli idrogrammi dei 2 rii minori (non a tali valori divisi per 3) è concreta e quindi lo scenario qui considerato appare comunque indicativo di una situazione realizzabile.

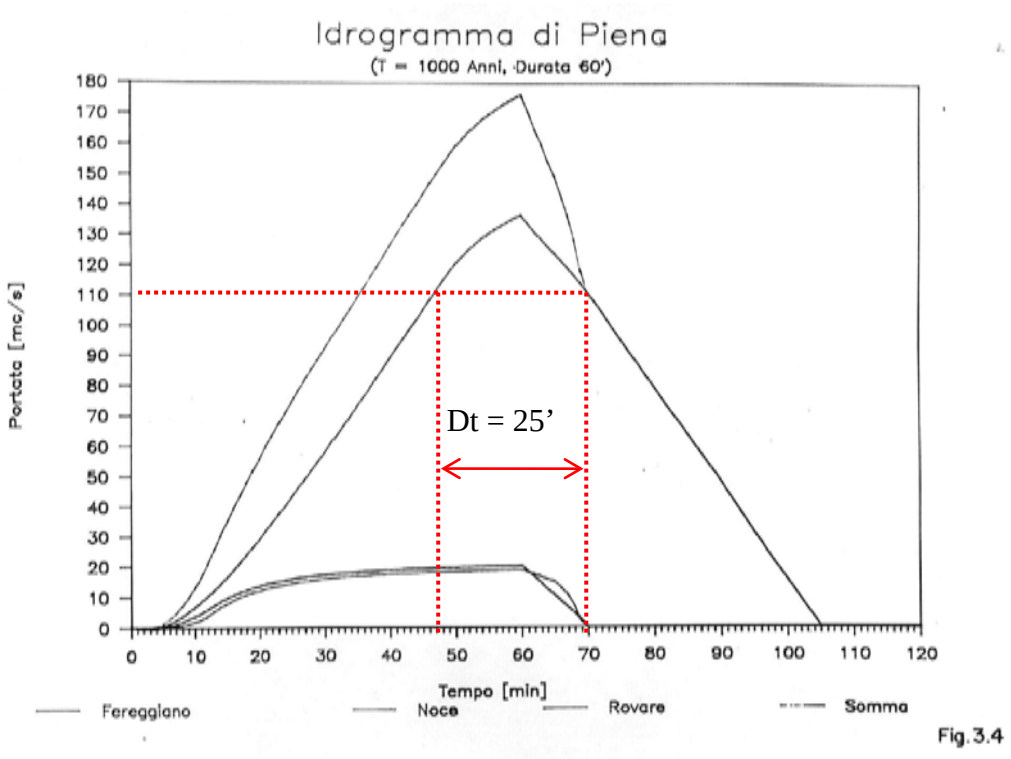


FIG. 3.6 - IDROGRAMMI DI PIENA DEI RII FEREGGIANO, ROVARE E NOCE (PROGETTO ITALSTRADE)

Quindi i tre scenari considerati si possono associare, indicativamente, ai seguenti tempi di ritorno:

- scenario 1 (Piano di bacino): TR = 200 anni
- scenario 2 (evento 4 Novembre 2011): 200<TR<500 anni
- scenario 3 (evento 4 Novembre 2011 e contemporaneità dei picchi di piena delle portate derivate): TR = 1000 anni

4. LE OPERE DEL PRIMO LOTTO

Le opere previste in progetto sono le seguenti:

- galleria di adduzione principale delle portate di piena, della lunghezza complessiva di circa 3.717 m, in grado di convogliare le acque derivate dalle tre opere di presa, collocate sui rii Fereggiano, Rovare e Noce, all'opera di sbocco a mare così come concepita nel PD2007, ubicata nelle immediate vicinanze dello sbocco a mare del deviatore del torrente Fereggiano, realizzato negli anni '90 con il quale verrà creato raccordo di quota e planimetrico. La galleria da realizzare è lunga 3.717 - 909 = 2808 m poiché i primi 909 metri sono costituiti dalla galleria esistente Fereggiano realizzata nell'ambito del cosiddetto Progetto Italstarde;
- n. 3 opere di presa, da realizzare sui rii Fereggiano, Rovare e Noce, collegate alla galleria principale, la prima in modo diretto, le altre due attraverso due gallerie secondarie la cui lunghezza complessiva assomma a circa 500 m;
- opera di sbocco a mare compreso il raccordo tra l'uscita della galleria del deviatore Fereggiano.

Nei paragrafi che seguono viene fornita una descrizione delle opere sopra elencate. Per maggiori dettagli ed informazioni circa le scelte progettuali operate, le tipologie strutturali adottate, nonché le caratteristiche di funzionamento dei manufatti principali, si rimanda alle relazioni specialistiche appositamente predisposte.

4.1. Galleria di adduzione "Fereggiano" e gallerie minori

Come detto, la costruzione della galleria è costituita dall'allungamento della galleria esistente Fereggiano, già realizzata negli anni 90 per circa 909 m.

Questa è costituita da diverse porzioni (partendo da valle verso monte):

- un primo tratto dalla prog. 0,00 alla prog. 17,12 collocato sotto le arcate di Corso Italia;
- un secondo tratto dalla prog. 17,12 fino alla prog. 100, costruita con metodi tradizionali a sezione a ferro di cavallo larga ed alta 6,00 m;
- un terzo tratto dalla prog. 100 alla prog. 909 costruito con metodi meccanizzati a sezione circolare di diametro 5,20 m.

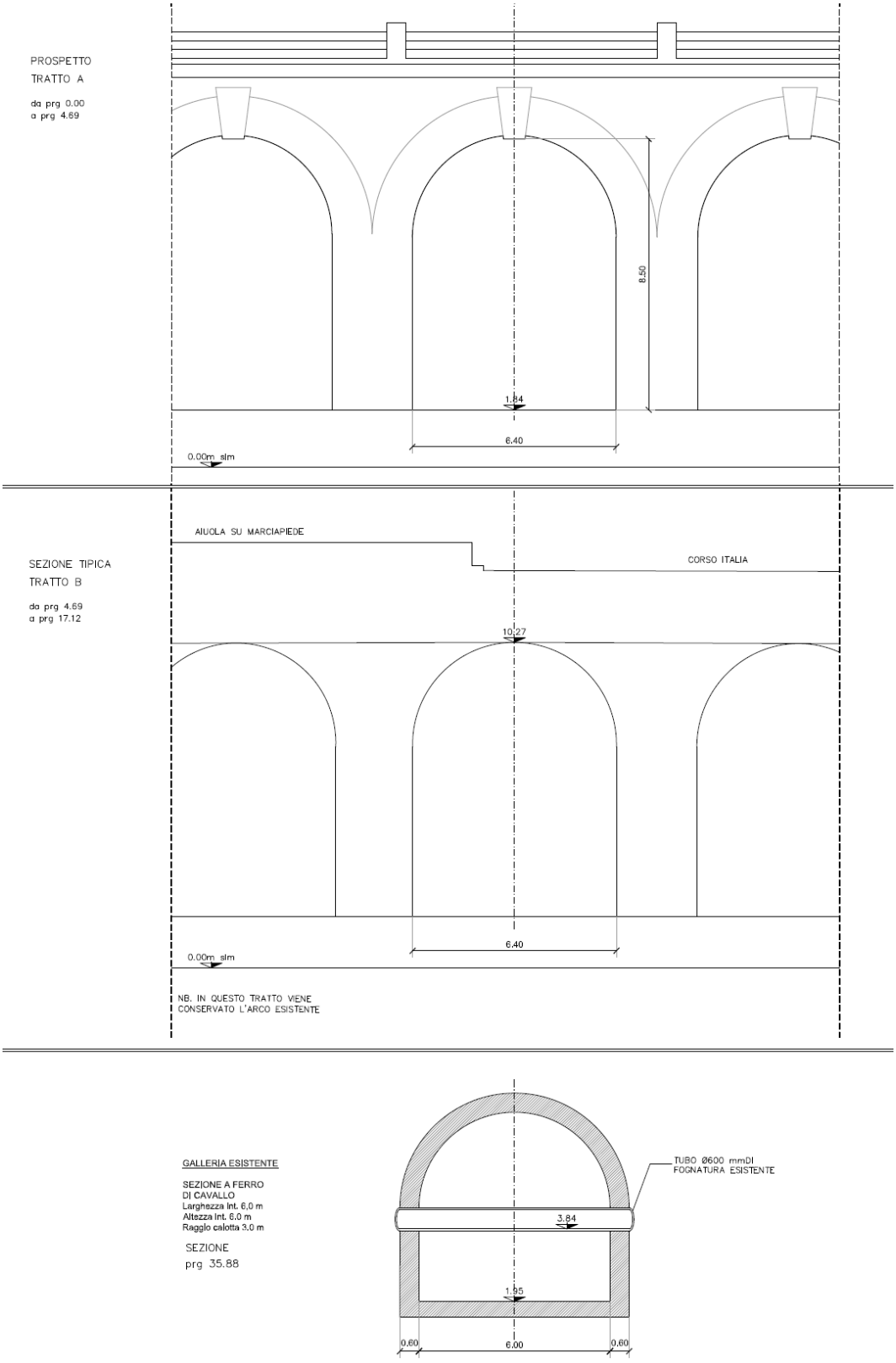


FIG. 4.1 - CARATTERISTICHE DELLA GALLERIA ESISTENTE FEREGGIANO - 1/2

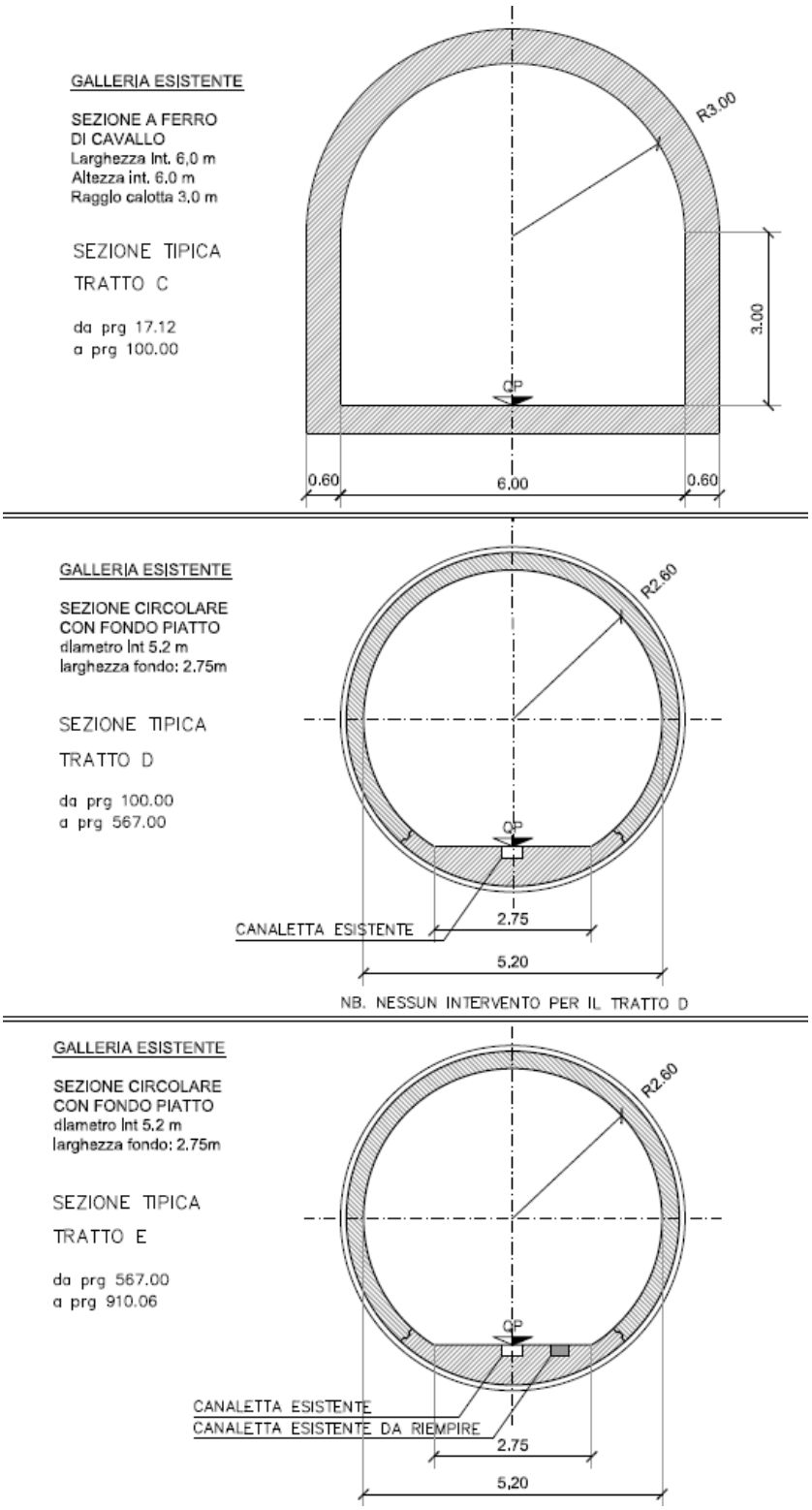


FIG. 4.2 - CARATTERISTICHE DELLA GALLERIA ESISTENTE FEREGGIANO - 2/2

Di seguito si illustrano nel dettaglio le caratteristiche di questa galleria della quel il presente Progetto di Primo Lotto prevede il completamento.

4.1.1. La galleria esistente

In data 5 luglio e 12 luglio sono stati effettuati 2 sopralluoghi in galleria, alla presenza del RUP Ing. Pinasco. Nel corso dei sopralluoghi sono stati rilevati i seguenti elementi:

- il tratto a ferro di cavallo (6,00 m x 6,00 m fino alla prog. 100) che inizia all'incirca a metà del sottopasso di Corso Italia è presidiato da un cancello metallico provvisorio (Cfr. Fig. 4.3);
- la tubazione di fognatura che alla progressiva 38 della galleria interseca la galleria stessa (come già evidenziato nel progetto Italstrade e nel progetto PD2007) presenta evidenti perdite all'interno della galleria ove sono rilevabili residui di liquame fognario e materiale in esso trasportato (Cfr. Fig. 4.4 e Fig. 4.5);
- lo stato di conservazione del rivestimento è abbastanza buono. Si possono notare infiltrazioni ai giunti poiché la galleria non era stata prevista con impermeabilizzazione. Tali infiltrazioni creano talvolta delle concrezioni per effetto del contenuto calcareo delle acque (Cfr. Fig. 4.6);
- il raccordo divergente di collegamento tra la galleria circolare D = 5,20 m e la galleria a ferro di cavallo (alta 6 metri e larga 6 m) è ben rifinito e consente un simmetrico allargamento di sezione che in altezza è quasi interamente sviluppato nella parte sommitale. Le due gallerie sono invece pressoché allineate sulla quota di talweg (Cfr. Fig. 4.7);
- gli ultimi 6 metri di galleria non sono rivestiti ma l'intera superficie è ben trattata con spritz beton sia al fronte che sulle pareti non rivestite (Cfr. Fig. 4.8).



FIG. 4.3 - INIZIO DEL TRATTO A FERRO DI CAVALLO - PROGRESSIVA 4,69 M



FIG. 4.4 - TUBAZIONE DELLA FOGNATURA URBANA CHE ATTRAVERSA LA GALLERIA, NEL TRATTO A FERRO DI CAVALLO (PROGRESSIVA 38 M)



FIG. 4.5 - TUBAZIONE DELLA FOGNATURA URBANA CHE ATTRAVERSA LA GALLERIA, NEL TRATTO A FERRO DI CAVALLO (PROGRESSIVA 38 M) - RESIDUI DI PERDITE DI LIQUAME FOGNARIO IN GALLERIA



FIG. 4.6 - TRATTO A SEZIONE CIRCOLARE TRA LA PROGRESSIVA 100 E LA PROGRESSIVA 909 M



FIG. 4.7 - INFILTRAZIONI CALCAREE E FERRUGINOSE NELLA GALLERIA, NEL TRATTO A SEZIONE CIRCOLARE. SI NOTI ANCHE LA SECONDA CANALETTA A DX



FIG. 4.8 - CONCREZIONI CREATESI IN CORRISPONDENZA DEI GIUNTI, PER INFILTRAZIONE D'ACQUA DI FALDA - GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE. SI NOTI LE INFILTRAZIONI ANCHE DAI FORI DI CAROTAGGIO ESEGUITI IN OCCASIONE DEL COLLAUDO (FORO SG7)



FIG. 4.9 - RACCORDO DIVERGENTE IN CALOTTA TRA SEZIONE CIRCOLARE E SEZIONE A FERRO DI CAVALLO



FIG. 4.10 - RACCORDO DIVERGENTE LATERALE TRA SEZIONE CIRCOLARE E SEZIONE A FERRO DI CAVALLO



FIG. 4.11 - PARTICOLARE DEL RACCORDO DIVERGENTE LATERALE VISTO DA MONTE VERSO VALLE



FIG. 4.12 - RACCORDO DIVERGENTE TRA GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE E GALLERIA A FERRO DI CAVALLO - VISTA D'INSIEME



FIG. 4.13 - SEZIONE TERMINALE NON RIVESTITA ALLA PROGR. 909

4.1.2. Collaudo delle opere realizzate ed indagine sullo stato di conservazione attuale

La galleria esistente che si intende completare con le opere del presente PD di Primo Lotto è stata collaudata.
In appendice alla presente relazione si riportano i verbali di collaudo dei 2 tratti di galleria, il tipo 1 a ferro di cavallo (tra Corso Italia e la progressiva 100) ed il tipo 2 a sezione circolare (da progressiva 100 a progressiva 909).
Tuttavia, la lunga esposizione agli agenti usuranti (acqua, variazioni termiche, aria ed ossidazione) ha portato a ritenere necessaria una campagna di indagine tesa a definire lo stato di conservazione e le caratteristiche dei materiali, dopo 20 anni dalla costruzione.
Alla data di consegna del presente Progetto di Primo Lotto, le indagini sono in corso e saranno disponibili prima della stesura del Primo Stralcio di questo Primo lotto che dovrà essere posto a base di gara e quindi disporre di tutti gli elementi di conoscenza dello stato di conservazione della galleria.

4.1.3. Opere di completamento della galleria Fereggiano

La galleria di adduzione denominata Fereggiano permette di convogliare a mare le acque di piena derivate dalle opere di presa collocate sui rii Fereggiano, Rovare e Noce. Prende avvio dall'opera di presa sul rio Fereggiano e, dopo un'ampia curva di raggio 140 e 250 m, si sviluppa in direzione nord - sud verso lo sbocco a mare collocato nei pressi dello stabilimento balneare Benvenuto, collegandosi alla porzione già realizzata del deviatore Fereggiano realizzato negli anni '90 per uno sviluppo di 909.

La galleria, la cui realizzazione è prevista con il metodo di scavo tradizionale, ha sezione policentrica con diametro interno netto di 5,20 m (uguale al diametro della galleria esistente che però a sezione circolare), e presenta una lunghezza complessiva pari a circa 3.717 m (di cui 909 già realizzati). Le caratteristiche geometriche dell'opera sono le seguenti:

- sezione tipo policentrica con diametro di : 5,20 m
- lunghezza complessiva : 909 + 2.808 = 3.717 m
- quota all'imbocco a monte : 12,99 m s.m.m.
- quota al filo esterno di C.so Italia : - 2,82 m s.m.m.
- scabrezza secondo Gauckler - Strickler : 75 $m^{1/3}s^{-1}$

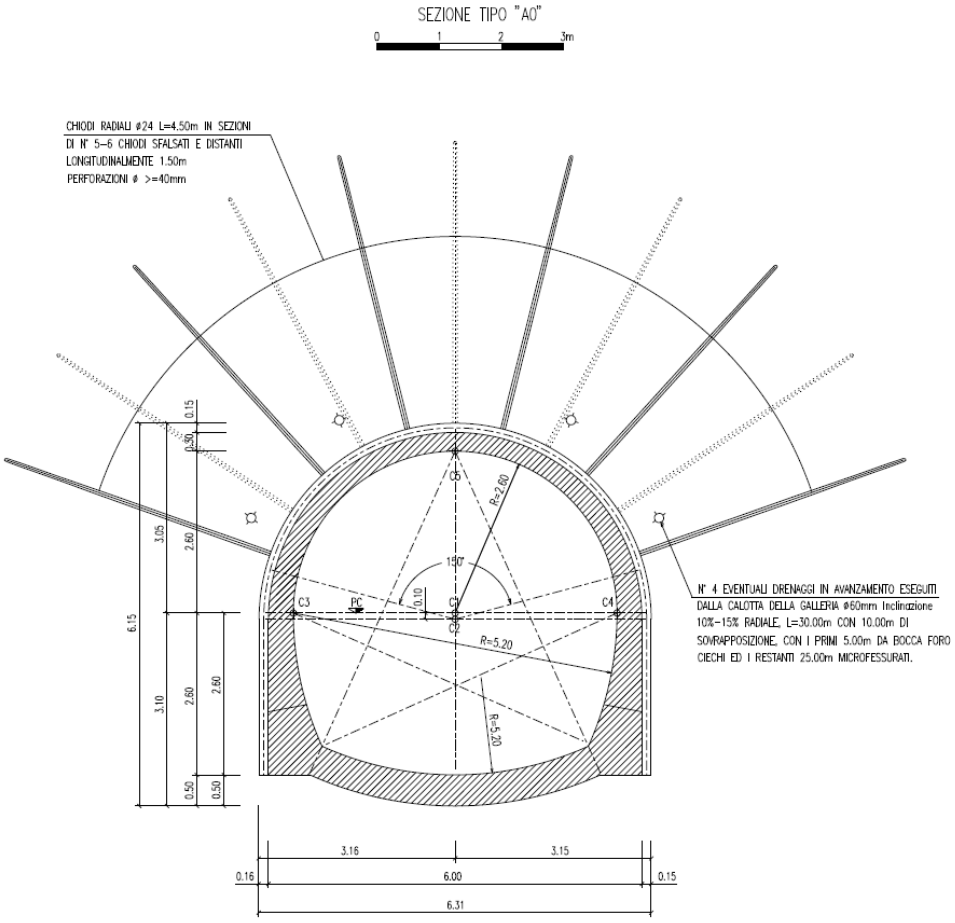


FIG. 4.14- SEZIONE CORRENTE DEL TRATTO DI GALLERIA DI COMPLETAMENTO DEL DEVIATORE FEREGGIANO PREVISTA NEL PRESENTE PROGETTO. ELEMENTI STRUTTURALI DELLA SEZIONE A0

Il raccordo tra la sezione policentrica di progetto e quella circolare già realizzata verrà operato nei 5-6 m già scavati ma non rivestiti, ove si potranno agevolmente raccordare le due sezioni, allineando le quote di talweg evitando la formazione di gradini. Come visibile nella figura che segue, le due sezioni sono molto simili e consentono un agevole raccordo.

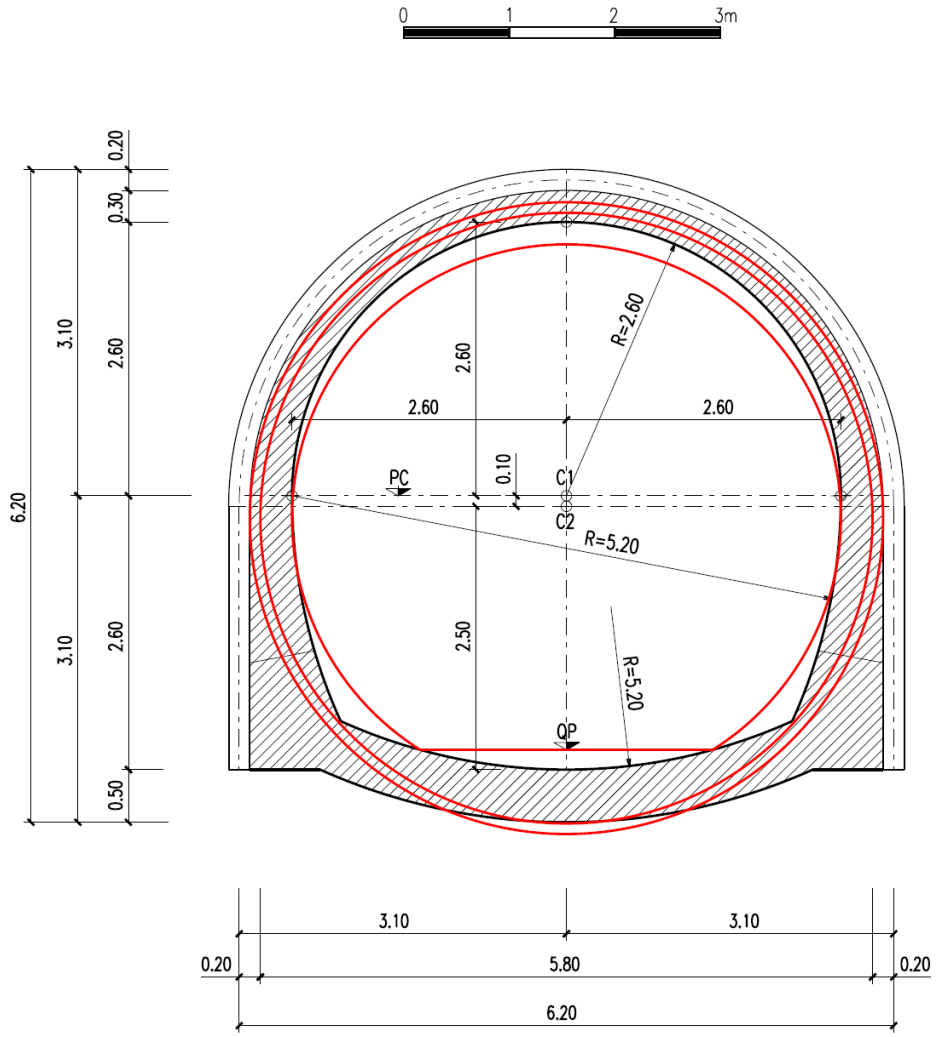


FIG. 4.15 - SOVRAPPOSIZIONE DELLA SEZIONE CORRENTE DEL TRATTO DI GALLERIA DI COMPLETAMENTO DEL DEVIATORE FEREGGIANO CON LA SEZIONE CIRCOLARE CORRENTE DEL TRATTO GIÀ COSTRUITO (PROGETTO ITALSTRADE)

Il raccordo tra le 2 sezioni andrà fatto nel tratto non rivestito (6-7 m) in maniera dolce di modo da evitare gradini o angoli bruschi.

L'asse della galleria, nel tratto in prolungamento è posto a circa 35 m (circa 4 diametri tenuto conto che la galleria Bisagno è prevista con diametro 9,50 m) dall'asse della galleria Bisagno così come prevista nel PD2007 sicché l'indagine geognostica realizzata nell'ambito di quel progetto ha fornito tutte le indicazioni utili per lo studio geologico e geomeccanico del nuovo tracciato e può ritenersi sufficientemente rappresentativa.

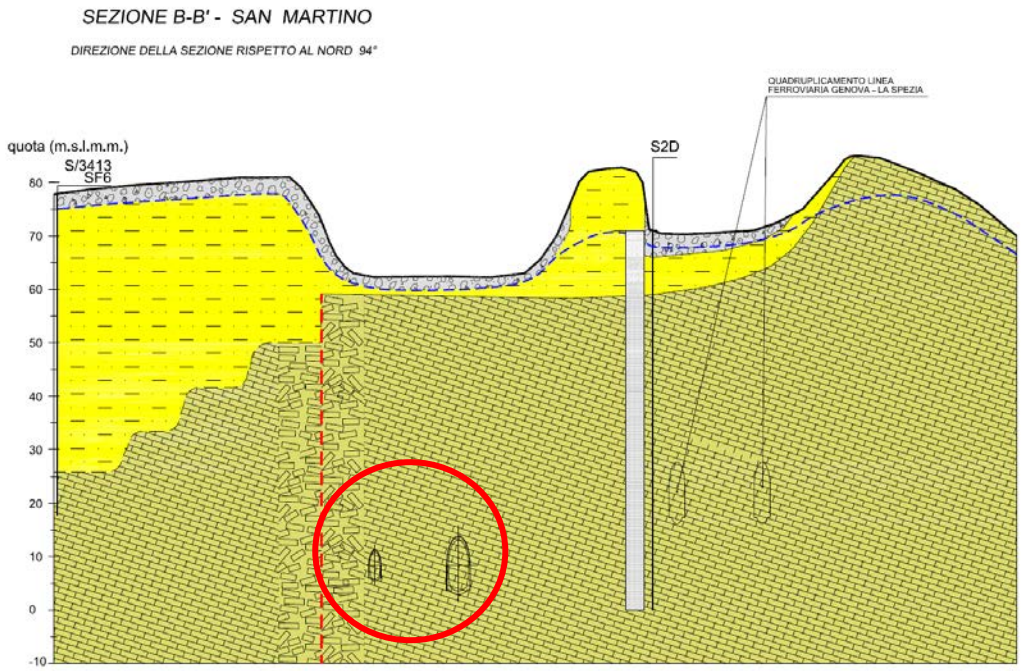


FIG. 4.16 - SEZIONE GEOLOGICA TIPICA OVE SONO INDICATE LE DUE GALLERIE: LA GALLERIA FEREGGIANO DI PROGETTO (PRIMO LOTTO) E LA GALLERIA BISAGNO (PD2007)

In funzione dei vincoli geometrici ed idraulici esistenti, ed in base alle verifiche idrauliche condotte, alla galleria di adduzione delle acque di piena è stata assegnata una pendenza longitudinale pari al 3‰ che consente di sottopassare la linea ferroviaria Genova - La Spezia (il cui estradosso inferiore è a quota 15,58 m s.m.m.) e la programmata opera di quadruplicamento ferroviario (la cui quota di estradosso inferiore è prevista a 16,10 m s.m.m.).
Le quote di riferimento per i sottopassi sono le seguenti:

TAB. 4.1 - QUOTE DI SOTTOPASSO DELLE LINEE FERROVIARIE

opera	**Quota estradosso inferiore (m s.m.m.)**	**Quota estradosso superiore della galleria idraulica Fereggiano (m s.m.m.)**
Linea ferroviaria esistente	15,58	6,79 + 6,15 = 12,94
Quadruplicamento linea ferroviaria	16,10	8,44 + 6,15 = 14,59 8,59 + 6,15 = 14,74

Come si vede, la livelletta della galleria è compatibile con le quote della linea ferroviaria esistente ma è necessario prevedere opportuni accorgimenti per un corretto e sicuro sottopasso della stessa.

I lavori di costruzione del nuovo quadruplicamento della linea potranno essere essi stessi realizzati avendo cura di "appoggiare" con adeguati magisteri la nuova linea (in doppio tracciato parallelo) alla galleria idraulica che in entrambi i sottopassi ferroviari sarà realizzata secondo la sezione tipologica B1* indicata in Fig. 4.17.

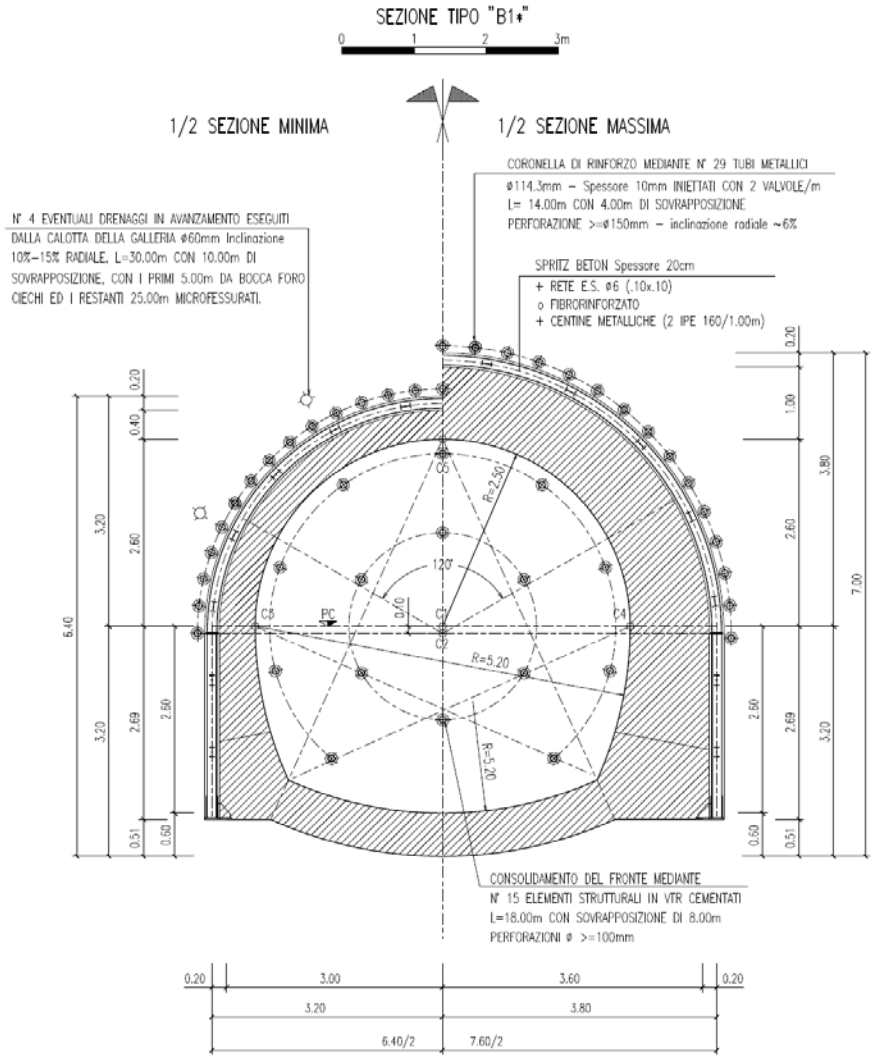


FIG. 4.17 - SEZIONE TIPOLOGICA B1* DA PREVEDERE NEI SOTTOPASSI FERROVIARI

In corrispondenza delle immissioni delle due gallerie minori provenienti dalle opere di presa realizzate sui rii Fereggiano, Rovare e Noce, è stata prevista la realizzazione di manufatti di raccordo la cui sagoma è stata appositamente studiata

per ridurre al minimo le perdite di carico generate dal mescolamento dei due flussi in arrivo da monte.

4.1.4. Impermeabilizzazione e controllo delle acque di falda

Il tratto di galleria di nuova realizzazione è previsto con impermeabilizzazione e sistema di controllo delle pressioni di falda mediante strato drenante circonferenziale compreso tra il rivestimento e l'ammasso roccioso e sistema di convogliamento e scarico delle portate in galleria mediante tubi longitudinali (Cfr. Fig. 4.18).
L'intera superficie del rivestimento a contatto con l'ammasso è rivestita esternamente di un telo in PVC. Un telo in TNT raccoglie le acque e le trasmette ad un tubo longitudinale in PVC che ad interasse di circa 40 m le scarica in galleria.

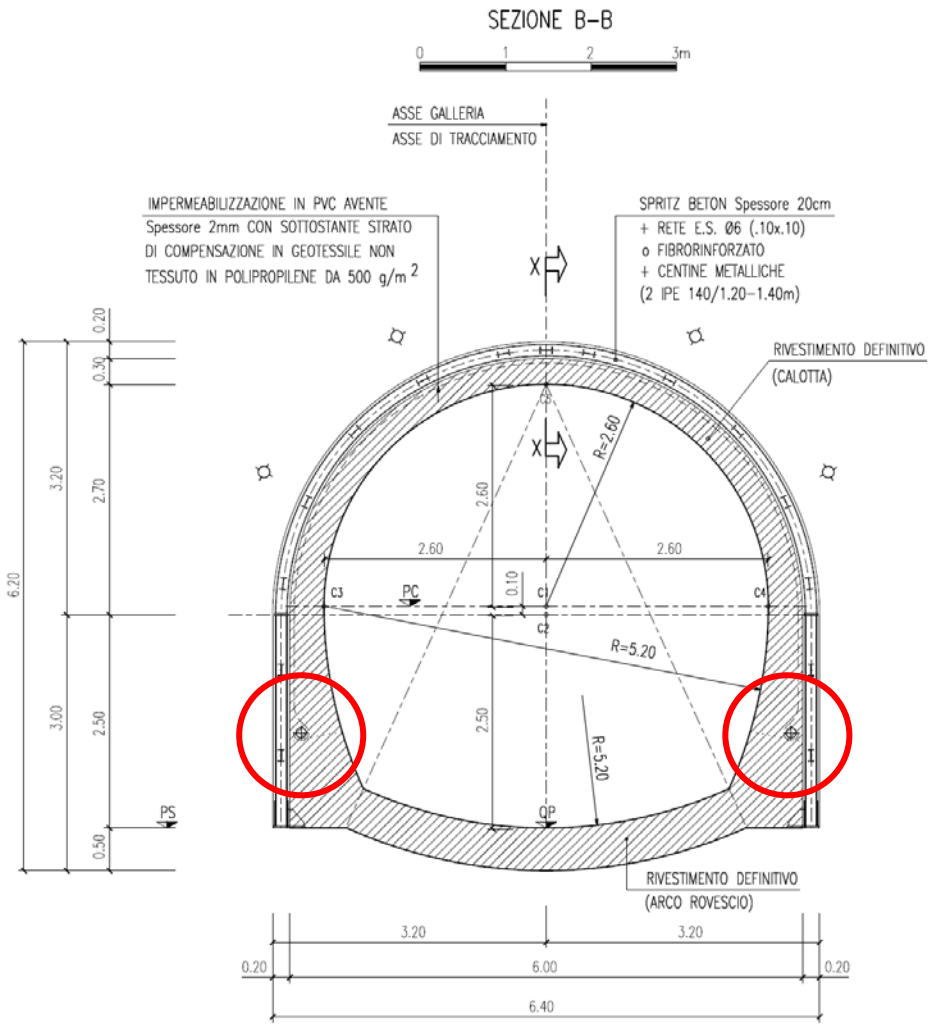


FIG. 4.18 - SISTEMA DI CONTROLLO DELLE PRESSIONI DI FALDA - DETTAGLIO

Per la stima delle portate drenate, che sono sensibilmente inferiori a quelle drenate dall'attuale galleria che non è impermeabilizzata e nettamente drena dai giunti (ancorché portate abbastanza modeste come visibile dalle foto e rilevato nei sopralluoghi), si rimanda alla relazione idrogeologica del progetto.

4.1.5. Aerofori/sfiati

La galleria Fereggiano ha un comportamento idraulicamente diverso a seconda della porta che convoglia: fino a 118 m^3/s è in grado di convogliare le portate a pelo libero, oltre tale valore di portata, la galleria funziona in pressione.

Quando funziona a pelo libero, per evitare che piccole sacche di depressione possano rincollare la corrente al soffitto della galleria con pericoli di cavitazione e danni al rivestimento, è necessario garantire un corretto re-integro d'aria.
Viceversa, quando la galleria tende a lavorare in pressione, è bene che l'aria possa essere correttamente espulsa dalla galleria onde non venire inglobata nella corrente.
Perché ciò avvenga correttamente, sono previsti a servizio della galleria 3 + 4 aerofori/sfiati: 1 per ciascuna delle 3 opere di presa, come già previsto nel PD2007 aventi prevalentemente la funzione di aerofori, poiché le gallerie minori del progetto avevano sempre funzionamento a pelo libero, e 4 lungo l'asse della galleria Fereggiano.
Questi 4 sono così ubicati:

- Giardini Casu - progressiva 870 (tratto galleria esistente)
- Via Forte san Martino - progressiva 1.730 m
- Giardini dell'Ospedale Generale san Martino - progressiva 2.370 m
- Via Pasquale Berghini - progressiva 2.900 m

Gli aerofori/sfiati sono costituiti da:

- perforazione in roccia D=300 mm
- rivestimento del foro con tubo camicia in acciaio s = 6 mm D = 250
- intasamento dell'intercapedine tubo-roccia con magrone Rck150;
- finitura di estremità superiore con manufatto fuori terra, altezza 1,80 m in calcestruzzo e rivestimento in mattoni e copertura con grigliato a maglia 5x5 cm resistenza 400 Kg/m^2;
- raccordo con la calotta della galleria, all'estremo inferiore, con corona circolare saldata al piede del tubo e bullonatura alla struttura della galleria, previo inghisaggio nella calotta della galleria di una pista di acciaio di rinforzo con ringrosso locale dello spessore del getto.

La stabilità del tubo camicia è data dall'appoggio dello tesso alla platea di base ricavata all'estremità superiore al pano campagna sopra la quale si appoggia un anello circolare saldato al tubo e rinforzato con opportuni fazzoletti in acciaio come nella figura che segue.
Le profondità dei vari aerofori sono le seguenti:

TAB. 4.2 - CARATTERISTICHE DEI 4 AEROFORI/SFIATI LUNGO L'ASSE DELLA GALLERIA FEREGGIANO

Aeroforo ubicazione	Quota piano campagna (m s.m.m.)	Quota tetto galleria (m s.m.m.)	Lunghezza (m)
Giardini Casu - prog. 870 m (tratto galleria esistente)	43,00	4,50 + 5,20 = 9,70	33,30
Via Forte san Martino - prog- 1.730 m	80, 00	7,00 + 5,20 = 12,20	67,80
Giardini dell'Ospedale Generale san Martino - prog. 2.370 m	70,00	9,00 + 5,20 = 14,20	55,80
Via Pasquale Berghini - prog. 2.900 m	85,00	10,60 + 5,20 = 15,80	69,20

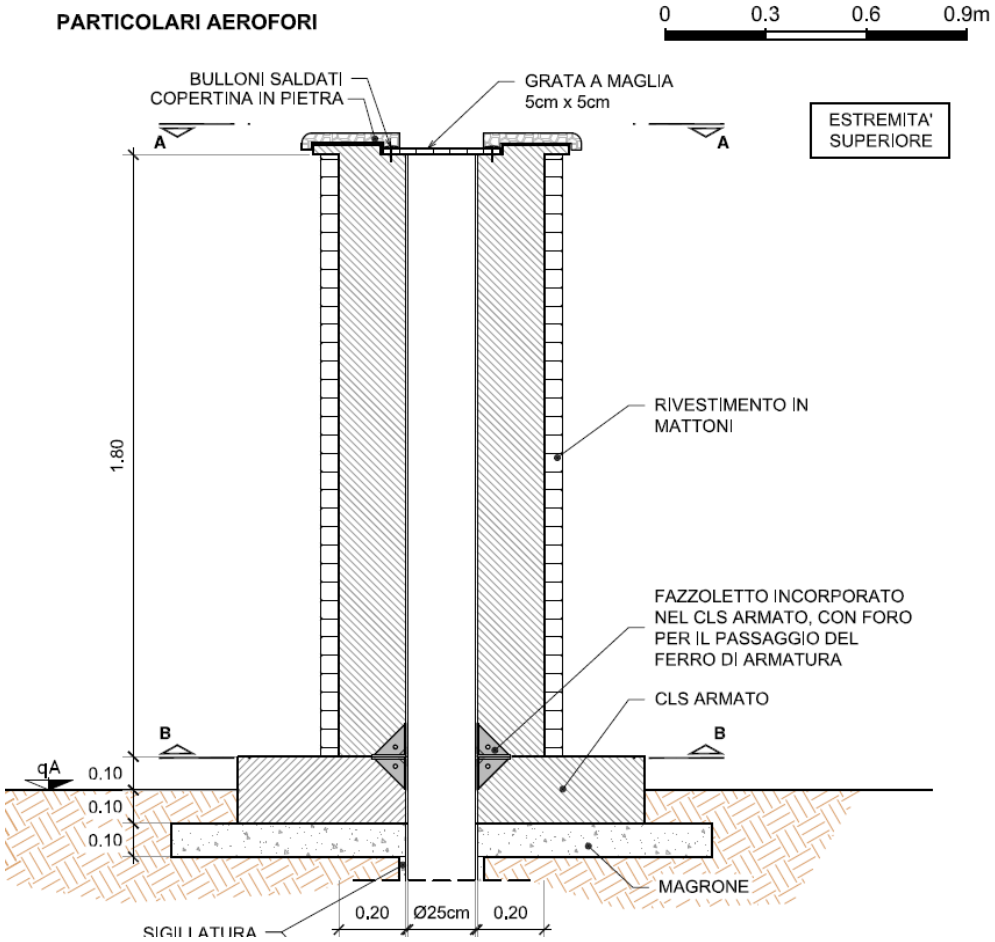


FIG. 4.19 - PARTICOLARE DELL'ESTREMO SUPERIORE DI UN AEROFORO

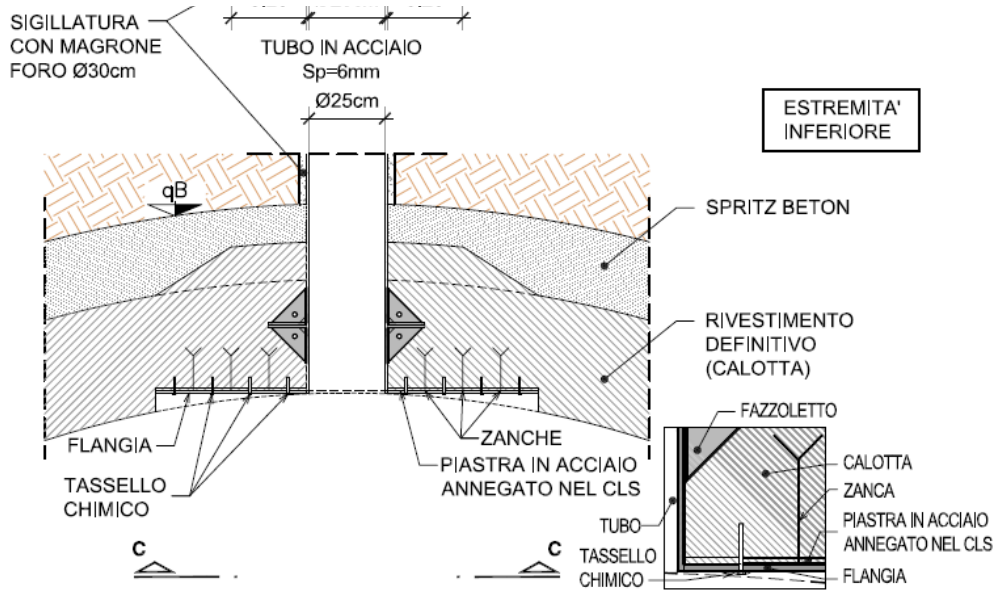


FIG. 4.20 - PARTICOLARE DI COLLEGAMENTO IN CALOTTA DI UN AEROFORO

4.2. Gallerie minori

L'adduzione a mare delle acque di piena derivate dalle opere di presa minori realizzate sui rii Rovare e Noce è assicurata dalla realizzazione di due gallerie minori che mettono in comunicazione le due prese con la galleria di adduzione Fereggiano.

La galleria a servizio della presa sul Rovare presenta le seguenti caratteristiche:

- sezione tipo policentrica con diametro di : 3,20 m
- lunghezza complessiva : 208,1 + 37,05 = 245,15 m
- quota all'imbocco a monte : 20,61 m s.m.m.
- quota allo sbocco : 9,92 m s.m.m.
- pendenza longitudinale : 3,55 %
- scabrezza secondo Gauckler - Strickler : 75 $m^{1/3}s^{-1}$

Il manufatto di collegamento della galleria minore con quella di adduzione principale è costituito da un divergente collocato sulla galleria minore, avente lunghezza di circa 37 m, pendenza sempre pari al 8,9 %, e sezione trasversale variabile da quella policentrica da 3,20 m (sezione di monte) a quella policentrica da 5,20 m nella sezione di valle.

Le caratteristiche della galleria a servizio della presa sul Noce:

- sezione tipo policentrica con diametro di : 3,20 m

- lunghezza complessiva : 220,2+34,27 = 254,47 m
- quota all'imbocco a monte : 15,64 m s.m.m.
- quota allo sbocco : 6,86 m s.m.m.
- pendenza longitudinale : 2,5 %
- scabrezza secondo Gauckler - Strickler : 75 $m^{1/3}s^{-1}$

Il manufatto di collegamento della galleria minore con quella di adduzione principale, in analogia con quanto già descritto per il Rovare, è costituito da un divergente collocato sulla galleria minore, avente lunghezza di circa 36,53 m, pendenza sempre pari al 9,76 %, e sezione trasversale variabile da quella policentrica da 3,20 m (sezione di monte) a quella policentrica da 5,20 m nella sezione di valle.

4.3. Tipologia delle opere di presa

4.3.1. Manufatto di presa

La tipologia adottata per le tre opere di presa in oggetto è quella delle luci e delle soglie che sono governate dalle classiche leggi dell'idraulica.
Per quanto riguarda invece il collegamento con la galleria di derivazione viene utilizzato un pozzo, in accordo con quanto previsto in fase di progettazione preliminare. Questo tipo di manufatto è stato utilizzato per superare i notevoli dislivelli tra la quota del corso d'acqua e la galleria di progetto garantendo al contempo efficienza idraulica e dissipazione dell'energia.
Il comportamento idraulico di tale tipo di struttura è governato dalla configurazione della zona di imbocco, che definisce la natura della corrente del pozzo. Nella struttura con camera di imbocco a vortice l'acqua aderisce alle pareti e scorre verso il basso assumendo la conformazione di un getto anulare, per via del momento angolare impresso alla corrente dalla struttura vorticosa d'imbocco, mentre al centro del pozzo si sviluppa una zona aerata all'interno della quale la pressione è pressoché quella atmosferica.
Sul fondo della struttura si è previsto di realizzare una vasca atta di dissipare energia e rilasciare l'aria eventualmente trascinata dalla corrente, onde evitare che questa possa liberarsi repentinamente danneggiando le strutture. L'opera è perciò costituita essenzialmente da un canale di imbocco al vortice, da una camera a vortice da cui parte il pozzo e da un canale di sbocco delle acque. Si sottolinea in questa sede che i manufatti sono stati pensati in modo tale che possa essere prevista la chiusura dell'opera di presa, convogliando tutta la portata in arrivo negli al-

vei attuali; questo allo scopo di favorire le attività di manutenzione delle opere in progetto. Viceversa tutti i deflussi possono essere inviati temporaneamente nella galleria in progetto per la manutenzione del tratto di valle del corso d'acqua.
Tutti i manufatti di partizione delle portate, sono stati studiati in modo tale da far confluire in alveo quanto più possibile dell'eventuale trasporto solido nella corrente, in corrispondenza di portate ordinarie, sebbene le analisi granulometriche condotte sui rii minori abbiano comunque verificato che nessuno di questi torrenti è in grado di trasportare a valle materiale aventi dimensioni significative. Dalle stesse analisi riguardanti la capacità di trasporto di materiale solido da parte della corrente dei tre rii, è emerso infatti che i corsi d'acqua in oggetto non sembrano avere la possibilità di giungere a saturazione in quanto i depositi a monte delle prese non sono ben sviluppati.

4.3.2. Camera di dissipazione

Per quanto riguarda la camera di sbocco delle acque alla base del pozzo, questa è stata pensata in modo tale che si formi al suo interno un cuscino d'acqua che permetta la dissipazione dell'energia della corrente in caduta dal pozzo, prima che questa entri nella galleria di collegamento allo scolmatore in progetto.
Allo scopo è stato previsto un gradino, posto alla quota di partenza della galleria di collegamento, che permette di creare un cuscino d'acqua di profondità almeno pari a 0.1 volte l'altezza di caduta della corrente. La camera è stata progettata di lunghezza almeno pari a 4 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985) e di forma policentrica, al fine di una sua più facile realizzazione.
Il diametro di tale camera è stato dimensionato in modo tale che la distanza tra il cielo della camera e il fondo della galleria di collegamento all'imbocco risultasse almeno pari a circa 2 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985). Durante la fase terminale della presente progettazione definitiva, a valle delle opere su modello fisico, il diametro della camera è stato aumentato al fine di realizzare sul cielo della camera stessa un camminamento e garantire un franco idraulico di almeno 2 m da tale camminamento.
Come si illustrerà di seguito la fuoriuscita dell'aria trascinata dalla corrente in caduta dal pozzo sarà garantita mediante la realizzazione delle scale di servizio allo scopo realizzate in grigliato, mentre l'aerazione dell'imbocco della galleria di collegamento sarà permesso dalla posa di un tubo in acciaio ϕ1200 in prossimità dell'imbocco stesso.

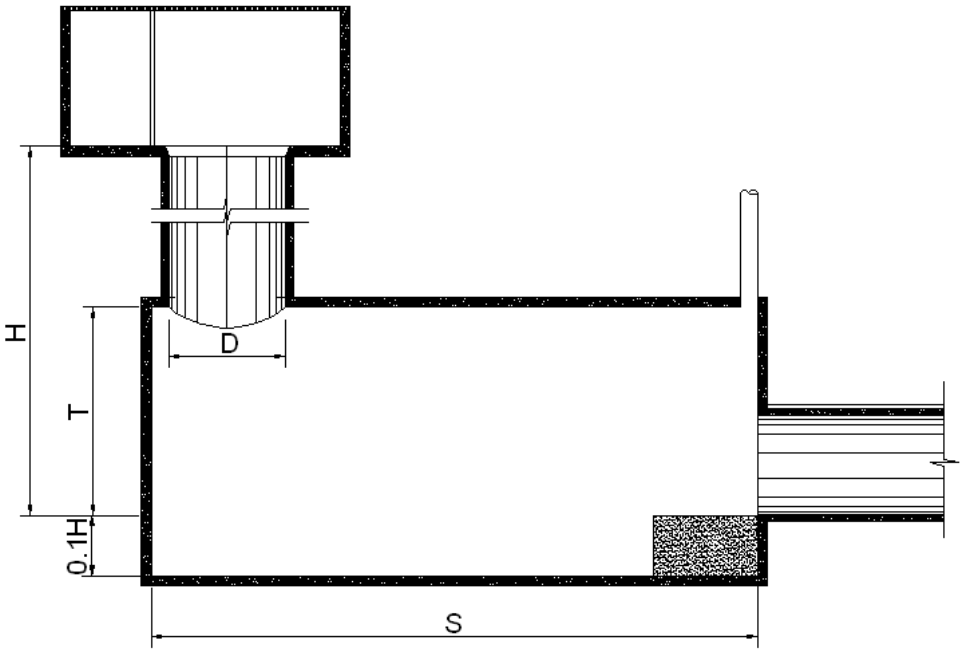


FIG. 4.21 - GEOMETRIA DELLA CAMERA DI DISSIPAZIONE (DA HAGER,1985)

4.3.3. Scale di accesso

Ogni manufatto di presa è dotato di una scala di servizio elicoidale necessaria a permettere l'accesso in condizioni di sicurezza al manufatto e lo svolgimento di operazioni di ispezione e manutenzione. Tali pozzi d'accesso verranno realizzati a pianta circolare, con diametro netto interno di 2,50 m. All'interno del pozzo verrà posizionata una scala elicoidale costituita da un palo centrale di diametro 0,50 m e da gradini in grigliato di acciaio di larghezza pari a 1,00 m,. a maglia 15 x 76 mm fissati al palo centrale mediante bullonatura. Ad ogni "giro" completo è prevista la realizzazione di un pianerottolo. L'accesso alla scala di servizio avverrà attraverso una cameretta interrata dotata di chiusino circolare in ghisa e scaletta alla marinara o, nel manufatto sul torrente Fereggiano, di cancello d'accesso.

La scala terminerà sulla soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione. La scala sarà inoltre ancorata alla platea della cameretta di accesso da cui parte la scala e fissata mediante travi IPE 180 alle pareti del pozzo.

Dal camminamento realizzato sul cielo della galleria, si accederà ad una scala realizzata in c.a. e ricavata nel prolungamento della camera di dissipazione, in adiacenza all'imbocco della galleria. Tale scala di servizio avrà una larghezza di 1,00 m.

Ai piedi della scala, attraverso una paratoia a scorrimento orizzontale in acciaio inox di dimensioni nette 1,00 x 1,90 m, si accederà alla camera di dissipazione.
Tutte le scale di servizio saranno dotate di parapetto metallico e i pavimenti in calcestruzzo o in c.a. della cameretta e dei camminamenti saranno trattati con resina bicomponente poliuretanica antiscivolo.
In fase di esercizio dell'opera, il pozzo di accesso verrà utilizzato anche per la ventilazione del manufatto; a tale scopo la soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione, così come le camerette di accesso alla scala si servizio, saranno dotate di chiusure permeabili all'aria (grigliato) per la fuoriuscita dell'aria trascinata dalla corrente in caduta nel pozzo .
In tutti gli accessi verrà poi realizzato un impianto elettrico con componenti di classe IP 68, comprendente quadro elettrico, prese di corrente ed impianto di illuminazione con diversi corpi illuminanti.

4.3.4. Misuratori di portata e di controllo del funzionamento

Al fine di permettere la verifica delle portate che saranno convogliate in alveo e in galleria, saranno posizionati anche dei misuratori di portata ad ultrasuoni. L'indicatore - trasmettitore di livello sarà costituito da un sensore ad ultrasuoni che verrà montato in prossimità dei manufatti e sullo stramazzo di derivazione.
Gli impulsi ultrasonici emessi dal trasmettitore, posto verticalmente sopra la superficie del liquido, verranno riflessi e inviati ad un display con microprocessore che li elaborerà proporzionalmente alla loro frequenza, rilevando costantemente l'altezza della colonna d'acqua.
I misuratori di portata sugli stramazzi si vanno ad aggiungere agli altri già previsti nel PD2007, del tipo ad ultrasuoni, sulle prese, a monte ed a valle della presa. Sicché per ogni nodo si potrà avere la continuità di misura:

- Q a monte
- Q derivata
- Q a valle

Q a monte = Q a valle + Q derivata

Per il rio Noce, non è prevista la misura di portata a valle della derivazione.
Per la misura della portata e per il controllo del funzionamento delle gallerie, si è optato per un trasduttore di pressione da porre in galleria, sul fondo:

- quando la galleria lavorerà a pelo libero, il trasduttore restituirà il valore del tirante;

- quando la galleria lavorerà in pressione il trasduttore restituirà il valore del carico piezometrico rispetto al fondo.

Quando la galleria funzionerà a pelo libero, avendo il tirante, posizionando il trasduttore in un punto ove il flusso è a moto uniforme, si potrà ricavare, in base alla nota scala delle portate, la portata transitante in galleria.
Per la galleria Fereggiano, la posizione ideale è sul cambio di pendenza all'inizio del ferro di cavalo, ove la corrente passa sempre in condizioni critiche ed il tratto di valle è sempre a pelo libero sicchè il cavo di alimentazione può essere appeso ala calta della galleria senza essere investito dalla corrente.
Tutti gli strumenti potranno inviare il segnale di misura agli uffici di protezione civile del Comune di Genova.
L'intero sistema dovrà essere compatibile con il sistema di monitoraggio e di allerta che il Settore Protezione Civile (resp. Dr.ssa Bocchiardo) e il Settore Sistemi Informativi (resp. Dr.ssa Garassino) stanno installando presso le loro strutture.

4.4. Opera di presa sul Torrente Fereggiano

In seguito ai sopralluoghi svolti nel bacino e nell'asta del Rio Fereggiano, è stata confermata l'ubicazione dell'opera decisa nel progetto preliminare. Tale ubicazione dell'opera di presa è in alveo, in corrispondenza della piccola ansa a valle della copertura attualmente ad uso parcheggio-strada che si trova in Via Pinetti all'altezza di Salita Ginestrato, e consente di raggiungere un buon compromesso tra le esigenze di carattere idrologico, idraulico, e di disponibilità di area. Quest'ultimo aspetto, in particolare, costituisce la motivazione forte che ha condotto alla scelta indicata.
Come già detto la tipologia adottata per l'opera di presa in oggetto è quella delle luci e delle soglie; in particolare, la portata destinata a proseguire nel Fereggiano sarà derivata attraverso una luce di fondo, mentre quella da condurre nella galleria in progetto sarà sfiorata mediante una soglia nel canale di imbocco al vortice e quindi al pozzo.

4.4.1. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice

L'opera di presa in progetto è stata pensata in modo che la portata ordinaria defluisca in adiacenza alla sponda destra attraverso una luce di dimensione 1,90 x 1,90 m e parzializzata a 1,90 x 1,00 m da una paratoia manuale, a scorrimento ver-

ticale in acciaio zincato a caldo. Il fondo della luce è posto a quota 50,90 m s.m.m.. Tale portata, pari a 10 m^3/s (90 - 80 m^3/s) per un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni, sarà convogliata in un canale in c.a. a sezione rettangolare di larghezza pari a 1,90 m, con pendenza del fondo pari a 0,04.

La paratoia sarà movimentabile posizionandosi sul grigliato pedonale in acciaio collocato sul canale in c.a.. Al fine di evitare cadute il grigliato sarà protetto da un parapetto metallico. La paratoia, da mantenere fissa durante gli eventi, potrà nel tempo essere utilizzato oltre che per le fasi di manutenzione anche per modificare le portate che proseguono verso valle. La paratoia sarà posizionata immediatamente a valle del muro in c.a. sul quale è stata ricavata la luce di fondo. Il muro in c.a. nel tratto di monte verrà protetto con un angolare in acciaio inox, al fine di evitare l'ammaloramento degli spigoli.

Tale muro, che si prolunga verso monte in destra idraulica, raggiungerà l'estradosso della copertura esistente. Questo al fine di proteggere le abitazioni situate in destra idraulica in presenza di eventi di piena con tempo di ritorno superiori a quello di progetto.

Quando la portata Q_i (=5 m^3/s) verrà superata, l'eccesso di portata sarà convogliato mediante uno sfioro nel canale di alimentazione del pozzo a vortice.

La soglia di imbocco della derivazione alla galleria in progetto, posizionata appena a monte della fine della copertura stradale di Via Pinetti consente di derivare la portata Q_s pari a 80 m^3/s, nel caso di un evento duecentennale. Tale soglia verrà rivestita con una piastra in acciaio inox risvoltato per 50 cm, il cui scopo è quello di proteggerla da urti con materiale trasportato dalla corrente. La sua conformazione, inclinata rispetto al corso d'acqua, è stata pensata in modo tale da far confluire, in corrispondenza di portate ordinarie, la maggior parte del trasporto solido verso valle lungo il Fereggiano cioè attraverso la luce di fondo precedentemente descritta.

A tal riguardo, dalle indagini condotte, è emerso che il torrente Fereggiano è in grado di trasportare a valle materiale avente dimensioni massime che possono arrivare a 90 - 100 mm, ed è comunque poco probabile che possa giungere a saturazione perché le zone di apporto non sembrano ben sviluppate, anche a causa dell'intensa edificazione dei versanti adiacenti il corso d'acqua.

Si rimanda alla relazione del PD2007 dedicata per la descrizione delle prove condotte sul modello fisico, atte a valutare il reale impatto del materiale solido trasportato dalla corrente sul funzionamento dell'opera.

Si sottolinea comunque in questa sede che le prove eseguite hanno mostrato che, per portate ordinarie, il materiale solido viene recapitato in alveo mentre all'aumentare della portata parte del materiale finisce nel pozzo e quindi nella camera di dissipazione, senza però alterare il funzionamento del manufatto di presa.
Il canale di imbocco al pozzo, realizzato in c.a., di larghezza 4,00 m, ha una lunghezza pari a 20 m e inclinazione del fondo pari a 0,0023. La sezione del canale è stata dimensionata in modo tale che riesca a contenere la portata di progetto con un franco di almeno 1 m rispetto alle strutture esistenti e di progetto.
Il manufatto così pensato è in grado di scaricare portate anche superiori alla portata di progetto. Tuttavia nel caso in cui il pozzo si otturasse o non fosse in grado di smaltire la portata di progetto si è pensato di far sfiorare la portata in eccesso lungo una soglia ricavata sulla parete destra della camera del vortice, e di farla proseguire in alveo.
La geometria di tale soglia è stata definita in seguito alla realizzazione del modello fisico; in particolare la sagoma dello sfioro è stata fatta coincidere con il profilo idrico della corrente corrispondente ad un evento duecentennale, in modo tale che lo sfioro in alveo del deflusso in eccesso inizi al raggiungimento di tale portata..
E' previsto di rivestire la soglia sfiorante con una piastra in acciaio inox.
La manutenzione dell'opera di presa sarà possibile mediante il posizionamento di n. 6 panconi, di altezza pari a 1,08 m ciascuno, nel canale di imbocco al vortice; tutta la portata in arrivo sarà quindi convogliata nel canale rettangolare in destra idraulica e quindi nell'alveo. Al contrario, in caso di necessità, tutta la portata potrà essere convogliata nella galleria in progetto chiudendo la paratoia di accesso al corso d'acqua.
Il pozzo a vortice di diametro pari a 5,80 m, ubicato in sinistra rispetto al canale di imbocco al vortice, permette alla corrente in arrivo di superare un dislivello di quasi 38 m (50,90 - 12,99 = 37,91 m) avendo assunto con 50,90 m s.m.m. la quota di talweg del rio all'altezza dello stramazzo di presa e con 12,99 m s.m.m. la quota di imbocco della galleria d derivazione a valle della camera di dissipazione prevista al piede del pozzo. Tale pozzo, come i pozzi previsti nelle altre opere di presa e i pozzi di accesso ad esclusione di quelli previsti sul Rio Noce, sarà realizzato mediante l'impiego di una testa fresante. L'imbocco del pozzo sarà rivestito con una piastra in acciaio inox, mentre le pareti del pozzo saranno realizzate in c.a. autocompattante.

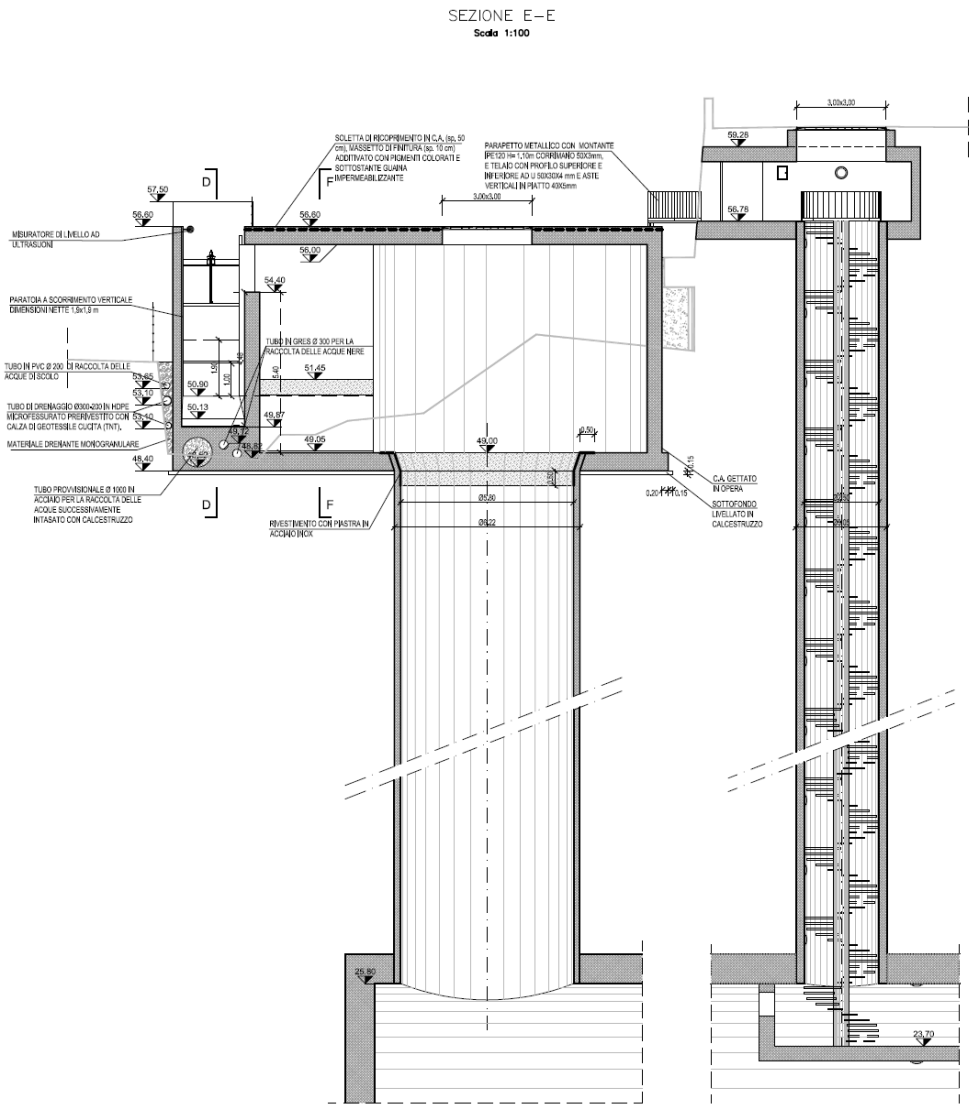


FIG. 4.22 - GEOMETRIA DEL POZZO DI PRESA FEREGGIANO

Il canale di imbocco al vortice e la camera del vortice sono state coperte rispettivamente con un grigliato carrabile e con una soletta carrabile in c.a., il cui intradosso è posto alla quota 56,00 m s.m.m. Tale copertura è dotata di una apertura 3x3 m per permettere l'accesso ai piccoli mezzi nel pozzo, anch'essa ricoperta da una griglia carrabile. Al fine di evitare cadute dall'alto la copertura sarà dotata di parapetto metallico.

Per consentire l'ingresso dei mezzi ai luoghi in cui è ubicato il manufatto di presa saranno realizzate due piste di servizio, la prima collega il piano stradale a quota 58,70 m s.m.m. al piano di copertura del manufatto a quota 56,60 m s.m.m.(pend. 0,17); tale pista avrà una larghezza minima di 3 m e una lunghezza di circa 12 m.

La seconda, che dalla copertura del manufatto porta al fondo dell'alveo, avrà una pendenza media pari a 0,23. Tale pista avrà lunghezza pari a 35 m e larghezza pari a 2,50 m. Quest'ultima pista sarà sostenuta da un muro di altezza variabile e spessore 0,50 m, mentre l'altra si appoggerà alla struttura del manufatto. La prima pista consentirà l'accesso ad un piazzale posto a quota 56,60 m s.m.m. Entrambe le piste e il piazzale saranno rivestite con una pavimentazione in autobloccanti drenanti in calcestruzzo inerbiti. Le piste saranno datate di parapetto metallico.
A valle del canale in c.a. che recapita le acque in alveo, sarà realizzato un nuovo muro in destra idraulica a sostegno di quello esistente realizzato in pietrame che è risultato instabile.
Inoltre è previsto un sistema di raccolta delle acque di drenaggio della strada che attualmente vengono recapitate in alveo. In particolare gli scarichi presenti attualmente sul muro in destra idraulica saranno raccolti da una canaletta in calcestruzzo realizzata in adiacenza al canale in c.a.. Tale canaletta di pendenza pari a 0,04 recapiterà le acque raccolte, in una tubazione in PVC ϕ 200 posizionato dietro il muro in c.a. che viene realizzato a sostegno del muro esistente.
Inoltre, al fine di drenare le acque convogliate in alveo da tubi di drenaggio che attraversano il muro in pietrame, saranno posizionati due tubi drenanti in HDPE microfessurati pre-rivestiti con calza di geotessile cucita. In questo tratto l'intercapedine tra il muro in progetto e quello esistente sarà riempita con materiale drenante monogranulare avvolto in geotessile.
Le opere descritte sono riportate graficamente nelle tavole PD1 DS 350-364.

4.4.2. Camera di dissipazione

La corrente in caduta dal pozzo verrà recapitata nella camera di dissipazione. La geometria di tale camera è stata pensata in modo tale che si formi al suo interno un cuscino d'acqua che permetta la dissipazione dell'energia della corrente in caduta dal pozzo, prima che questa entri nella galleria di collegamento allo scolmatore in progetto. Allo scopo è stato previsto un gradino, posto alla quota di partenza della galleria di collegamento, che permette di creare un cuscino d'acqua di profondità almeno pari a 0,10 volte l'altezza di caduta della corrente.
Come illustrato nella relazione idraulica, tale camera è stata progettata di lunghezza netta almeno pari a 4 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985) e di forma policentrica, al fine di una sua più facile realizzazione; il diametro di tale camera è stato dimensionato in modo tale che la distanza tra il cielo della camera e il fondo della galleria di collegamento all'imbocco risultasse almeno pari a circa 2 volte il

diametro del pozzo (Hager, 1985). Inoltre al fine di permettere l'accesso alla camera da parte degli addetti alla manutenzione si è deciso di ricavare sul cielo della camera un camminamento. Per tale ragione il diametro della camera è divenuto 15,80 m, garantendo così un franco idraulico almeno pari a 2 metri rispetto il camminamento.
Il pavimento del camminamento è stato rivestito con resina antiscivolo. Sul pavimento di tale passerella è stato posizionato un grigliato in acciaio antisdrucciolo di dimensioni 4x1 m che permette il passaggio dell'aria trascinata dalla corrente in caduta nel pozzo. Mediante il sistema di scale descritto in precedenza è così possibile raggiungere il piano posto alla quota di imbocco della galleria di collegamento. Tale piano, di lunghezza pari a 5,20 m sarà ottenuto mediante riempimento con calcestruzzo di secondo getto.
Le parti più sollecitate dalla corrente, quali l'imbocco della galleria e ed il gradino che permette la formazione del cuscino d'acqua, saranno rivestiti con piastre e angolari in acciaio inox. Per consentire l'accesso al fondo della camera di dissipazione è stata collocata una scaletta a pioli in acciaio inox.

4.4.3. Cameretta con scale di accesso

Come precedentemente descritto, il manufatto sarà dotato di scale di servizio per l'accesso dalla superficie alla camera di dissipazione. L'accesso alla scala di servizio avverrà attraverso una cameretta interrata, posta al di sotto di via Ginestrato, di dimensioni interne 4,70 m x 5,00 m x 2,0 m.
La scavo di tale camera sarà realizzato dal piano stradale, previo consolidamento delle pareti dello scavo. La camera sarà dotata di cancello in acciaio zincato a caldo dal piazzale a quota 56,60 m s.m.m.. Tale scelta è stata dettata dalla necessità di permettere il transito di aria dalla camera dissipazione e all'imbocco della galleria di collegamento dell'opera di presa alla galleria principale.
Al fine di accedere alla camera sarà inoltre posizionata una passerella in grigliato antisdrucciolo che permetterà di collegare la camera alla copertura del manufatto.
All'interno della camera sarà posizionato il quadro elettrico. La cameretta sarà infine dotata di una botola di dimensione netta 3x3 con chiusini modulari in ghisa posta al di sopra della scala, che permetterà le eventuali operazioni di manutenzione straordinaria. Il manufatto sarà dotato di scale di accesso al pozzo che partono dalla cameretta di accesso e terminano sulla soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione delle acque.

Nel caso del torrente Fereggiano le scale partono da quota 56,78 m s.m.m. ed arrivano alla soletta della camera di dissipazione posta a quota 23,70 m s.m.m..

4.4.4. Sistemazione dell'alveo e deviazione della fognatura

A monte dell'opera in oggetto è stata prevista una risagomatura e il rivestimento del fondo dell'alveo mediante un selciatone in pietrame dello spessore di 20 cm, per un tratto di circa 100 m, lungo tutto il tratto di alveo coperto. Ciò al fine di regolarizzarne il fondo e controllare le caratteristiche idrauliche della corrente in arrivo. Tale tratto di alveo avrà pendenza pari a 0,02. Inoltre è previsto il rivestimento dei muri della copertura, per una altezza pari a 2 m, e della ciabatta del muro mediante posa di rete elettrosaldata e spritz - beton fibrorinforzato con aggregati di tipo basaltico. Tale operazione sarà preceduta da idropulizia della superficie volta alla rimozione di eventuali muschi e licheni presenti, trattamento delle armature ammalorate ed eventuale ripristino delle porzioni ammalorate delle pareti e della ciabatta del muro.

A valle dell'opera di presa, per un ulteriore tratto di alveo di lunghezza pari a 40 m circa è prevista la risagomatura ed il rivestimento del fondo con selciatone in pietrame in analogia al tratto di monte, prevedendo una sezione con un alveo di magra, di larghezza variabile da 1,90 m a 4 m e altezza pari a 0,70 m.

E' previsto infine il ricollocamento della tubazione di raccolta delle acque nere di diametro interno 300 m in gres, portandola in adiacenza alla ciabatta sinistra del muro che sorregge la copertura esistente, (dal picch. 1 al picch. 9). Dal picch. 9 la tubazione si porta in centro dell'alveo e dal picch. 14 al di sotto del canale in c.a.; dal picchetto 15 sarà di nuovo posizionata al di sotto del selciatone portandosi in sponda sinistra. Le acque convogliate da tale tubazione saranno infine recapitate nella tubazione esistente, al pozzetto ubicato al picchetto 23.

Nel pozzetto al picchetto 17 verrà recapitata anche una fognatura nera che attualmente si immette nella tubazione deviata nel punto in cui l'alveo diventa a cielo aperto. Al fine di effettuare le lavorazioni in asciutta per tutto il tratto in progetto è stato collocata al di sotto dell'alveo una tubazione ϕ 1000 mm in acciaio, in grado di smaltire la portata di magra del torrente, che verrà intasata con calcestruzzo alla fine dei lavori.

4.5. Opera di presa sul Rio Rovare

4.5.1. Il manufatto di presa ed il pozzo a vortice

In accordo con quanto previsto nel progetto preliminare l'opera di presa è stata posizionata in prossimità di Via Donghi, in corrispondenza della curva e del piazzale ove inizia Via Berghini. L'area attualmente destinata in parte a parcheggio ed in parte utilizzata per capolinea di autobus ha infatti una estensione tale da consentire la realizzazione del pozzo di presa permettendo il mantenimento della viabilità locale e degli accessi carrai.

Come già anticipato, l'opera di presa in progetto è stata pensata in modo che la quasi totalità della portata di progetto defluisca nel canale di alimentazione del pozzo. L'opera di derivazione è stata verificata sia per la portata di progetto (Q_p=26 m^3/s), che per portate minori.

L'approfondimento della topografia dei luoghi e un rilievo planoaltimetrico più dettagliato del tratto tombato dell'alveo in oggetto hanno consentito la precisa ubicazione del manufatto. In particolare la pendenza del tratto tombato al di sotto di Via Berno (pari a 0,30) ha reso necessaria la realizzazione di un manufatto che permettesse di dissipare l'energia della corrente veloce in arrivo, prima di collegarsi nel canale di accesso al vortice in corrente lenta.

Poiché il Rovare nella zona in cui dovrà essere intercettato (lungo la via Berno) corre al di sotto di edifici e parcheggi, si è ritenuto di sostituire un tratto del corso d'acqua in oggetto con uno scatolare, posizionato al di sotto della strada, che in primo momento ha assunto dimensioni analoghe all'esistente (sez. rettangolare 2 x 2 m, i = 0,175 e 0,092). La geometria di questo canale è stata poi modificata a seguito dei risultati della modellazione fisica. Il canale per i primi 9 m avrà sezione quadrata di dimensioni 2,00x2,00 m e, dopo aver realizzato un salto di 1,00 m, adotterà una sezione rettangolare 2,00x3,00 m per un tratto di lunghezza pari a 13 m e pendenza pari a 0,092; il fondo del canale compierà quindi due salti di 1,95 m con sviluppo orizzontale pari a 5 m ciascuno, e pendenza pari a 0,005.

Il tratto di corso d'acqua esistente che verrà abbandonato, in parte verrà demolito ed in parte intasato con calcestruzzo.

Per quanto riguarda il funzionamento idraulico del manufatto in esame, la portata ordinaria, assunta pari a circa 0,30 m^3/s, defluirà attraverso una luce praticata sul fondo. Per valori di portata inferiori alla Q_i (=0,07 m^3/s) tutta la corrente cadrà liberamente nel canale sottostante, attraverso la luce di fondo, e quindi in una tubazione di diametro pari a 500 mm che troverà recapito immediatamente a valle nel

Rovare tombato. Per portate maggiori in arrivo, solo un'aliquota di queste verrà intercettata dalla luce mentre la maggior parte oltrepasserà la luce, procedendo verso il pozzo di salto.

I manufatti di questo tipo sfruttano il principio che per portate maggiori di Q_i la velocità è più elevata di quella di magra, e quindi le traiettorie inferiori dei filetti fluidi sono più tese e tendono perciò a saltare l'orifizio. Le dimensioni stimate della luce sono state verificate mediante la realizzazione del modello fisico. Dai risultati del modello è emerso che la luce deve avere una dimensione 2,00x0,30 m.

Lo scaricatore, seppure fisso e privo di organi mobili durante l'esercizio, è provvisto di una piastra in acciaio inox rimovibile (dimensioni 2,00 x 0,60 m) che permetterà le operazioni di manutenzione ed eventualmente di variare le dimensioni della luce di fondo nel caso in cui si volessero modificare la regolazione della derivazione.

Per valori maggiori di Q_i l'eccesso di portata proseguirà oltre la luce di fondo e, cadendo in un pozzo di raggio interno pari a 6 m, supererà un dislivello di circa 5 m. Essendo il fondo del suddetto pozzo a una quota pari a -4 m, rispetto il fondo del canale in uscita si creerà un cuscino di acqua in grado di dissipare buona parte dell'energia della corrente proveniente da monte. È previsto, inoltre, il rivestimento in acciaio della parete del pozzo sulla quale batterà la corrente veloce in arrivo da monte, al fine di evitare l'ammaloramento della stessa.

Dal suddetto pozzo partiranno rispettivamente il nuovo canale, di dimensioni 2x2 m che troverà recapito nel Rovare esistente e il canale di imbocco al vortice.

All'ingresso di entrambi i canali è stato previsto il posizionamento di un dispositivo di intercettazione : in fase di manutenzione dell'opera in progetto, verrà chiuso l'accesso al vortice, mediante il posizionamento di n. 6 panconi di altezza pari a 1,10 m ciascuno, e la corrente sarà convogliata nel corso d'acqua tombato. Viceversa attraverso la chiusura della paratoia sul Rovare e dell'ulteriore paratoia prevista sulla tubazione ϕ 500, che convoglia le acque nere nel Rovare, sarà possibile convogliare tutta la corrente in galleria.

In condizioni di funzionamento ordinario invece, la portata sarà convogliata nel canale di imbocco al vortice e sarà impedito l'accesso al Rovare delle acque eccedenti Q_i/Q_v. Il canale di accesso al vortice è costituito da una struttura in c.a. lungo 30 m, di dimensioni pari a 2,70 x 5,30 m e pendenza 0,001, in grado di convogliare la portata duecentennale garantendo un franco minimo di 1 m. In corrispondenza della portata di dimensionamento, all'interno di tale canale si instaureranno le condizioni ottimali per il funzionamento dell'opera di presa.

Il pozzo, di diametro pari a 2,90 m, è ubicato in sinistra idraulica rispetto al canale a debole pendenza, e scarica in una camera di fondo a valle della quale parte la galleria di collegamento allo scolmatore principale. Il pozzo permetterà alla corrente derivata di superare un dislivello di 38 m circa. L'imbocco al pozzo sarà rivestito con una piastra in acciaio inox, mentre le sue pareti saranno realizzate in c.a. autocompattante.

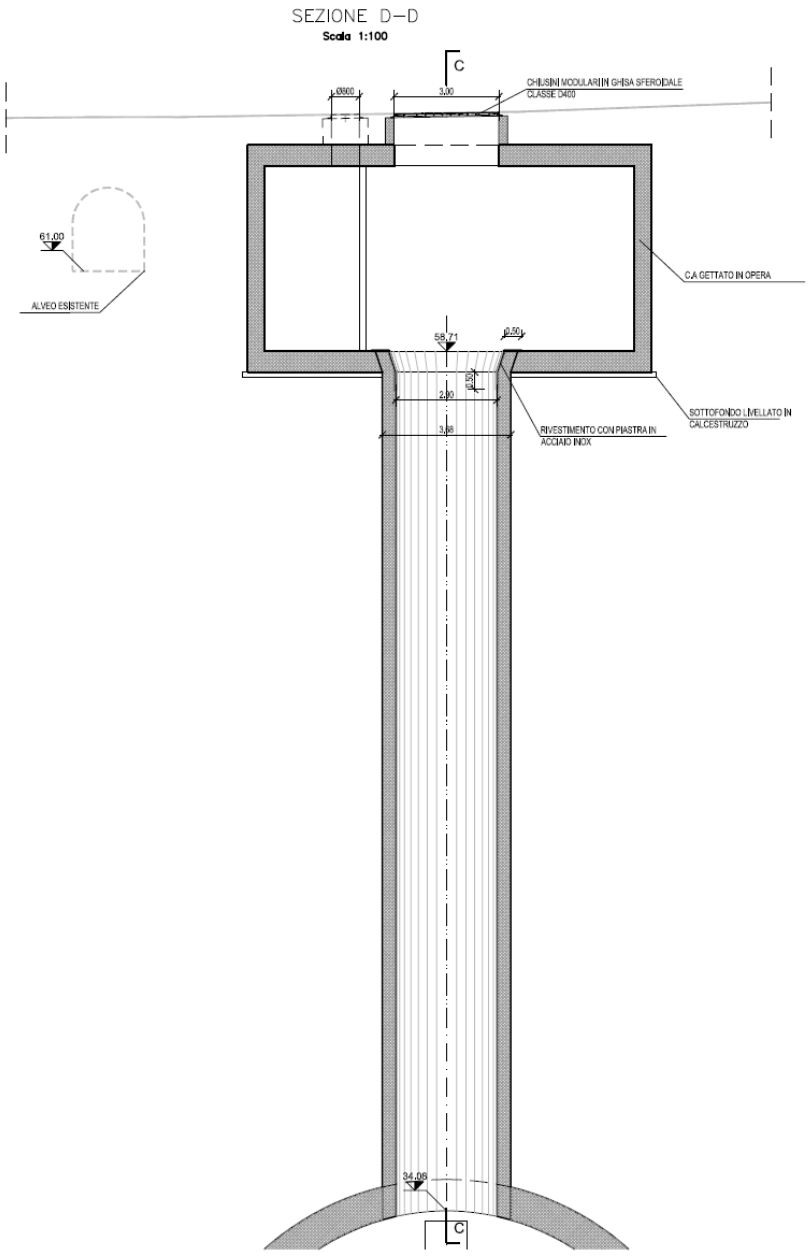


FIG. 4.23 - GEOMETRIA DEL POZZO DI PRESA ROVARE

L'accesso all'opera è garantito da una serie pozzetti, sormontati da chiusini in ghisa sferoidale, forniti di scalette a pioli retraibili. Sia sul pozzo di dissipazione che sul pozzo a vortice che sulle paratoie saranno posizionati dei chiusini modulari in ghisa che consentiranno di calare materiale o mezzi e di accedere alle paratoie, al fine di poterle manovrare.

4.5.2. Camera di dissipazione

La camera di fondo ha la funzione di dissipare l'energia della corrente incidente.
Tale camera ha assunto in fase preliminare forma cilindrica di diametro pari a 10 m e una lunghezza di 15 m con il fondo a - 4 m rispetto la quota di partenza della galleria di collegamento. In tal modo si garantisce la formazione di un cuscino d'acqua, di una profondità almeno pari a 0,10 volte la profondità di caduta della corrente, necessario per dissipare l'energia della corrente sul fondo della camera stessa ed evitare fenomeni di erosione.
Per esigenze idrauliche emerse dopo la realizzazione delle prove sul modello fisico, e per ragioni realizzative si è variata la geometria della camera di dissipazione rispetto a quella definita nella prima fase del progetto definitivo; la sezione della camera è divenuta policentrica, con un diametro maggiore e pari a 13,40 m; la lunghezza effettiva della camera è rimasta invariata.
In particolare al fine di permettere l'accesso alla camera da parte degli addetti alla manutenzione si è deciso di ricavare sul cielo della camera un camminamento. Il pavimento del camminamento è stato rivestito con resina antiscivolo. Sul pavimento di tale passerella è stato posizionato un grigliato in acciaio antisdrucciolo di dimensioni 2x1 m che permette il passaggio dell'aria trascinata dalla corrente in caduta nel pozzo.
Mediante un sistema di scale è così possibile raggiungere il piano posto alla quota di imbocco della galleria di collegamento. Tale piano, di lunghezza pari a 5 m sarà ottenuto mediante riempimento con calcestruzzo di secondo getto. Le parti più sollecitate dalla corrente, quali l'imbocco della galleria e ed il gradino che permette la formazione del cuscino d'acqua, saranno rivestiti con piastre e angolari in acciaio inox. Per consentire l'accesso al fondo della camera di dissipazione è stata collocata una scaletta a pioli in acciaio inox.
Infine, per garantire l'aerazione dell'imbocco della galleria di collegamento dell'opera di presa alla galleria principale, è stato posizionata una tubazione ϕ1200 in acciaio.

4.5.3. Cameretta con scale di accesso

L'accesso alla scala di servizio avverrà attraverso una cameretta interrata, posta al di sotto del piazzale degli autobus, di dimensioni interne 4,70 m x 5,00 m x 2,40 m. La scavo di tale camera sarà realizzato dal piano stradale, previo consolidamento delle pareti dello scavo. La cameretta sarà dotata di chiusino circolare in ghisa e scaletta alla marinara.

Sul cielo della cameretta è stato realizzato un camino di dimensioni planimetriche interne 3,90x0,45 m e altezza pari a circa 3 m; in sommità a tale struttura è prevista una griglia che permetterà il transito di aria dalla camera dissipazione e all'imbocco della galleria di collegamento dell'opera di presa alla galleria principale. All'interno della camera sarà posizionato il quadro elettrico.

La cameretta sarà infine dotata di una botola di dimensione netta 3,00x3,00 m con chiusini modulari posta al di sopra della scala, che permetterà le eventuali operazioni di manutenzione della scala. All'interno della cameretta sarà possibile alloggiare i panconi per la manutenzione del pozzo a vortice. Il manufatto sarà dotato di scale di accesso al pozzo che partono dalla cameretta di accesso e terminano sulla soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione delle acque.

Nel caso del rio Rovare le scale partono da quota 62,90 m s.m.m. ed arrivano alla soletta della camera di dissipazione posta a quota 27,98 m s.m.m.

4.6. Opera di presa sul Rio Noce

4.6.1. Il manufatto di presa

Colloqui con i tecnici del Comune di Genova hanno confermato che il punto migliore per la derivazione delle portate del Rio Noce rimane quello in corrispondenza del pozzo Carena. Tale soluzione si sposa con il progetto del by pass che termina appunto nel pozzo.

L'opera di derivazione è stata verificata sia per la portata di progetto (Q_p= 23 m^3/s) che per portate minori. La tipologia del manufatto di derivazione è analoga a quelle precedentemente descritte.

L'opera di presa in progetto, come già illustrato, era stata pensata in modo che la quasi totalità della portata di progetto defluisse nel canale di alimentazione del pozzo a vortice. Nella fase preliminare di progettazione era stato previsto infatti che la portata ordinaria, assunta pari a circa 0,30 m^3/s, sarebbe defluita a valle dell'opera di presa attraverso una luce di fondo opportunamente dimensionata

mediante una sagomatura del fondo dello scatolare in progetto. Quando la portata Qi (=0,10 m/s) fosse superata, l'eccesso di portata sarebbe stato convogliato nel canale di alimentazione del pozzo a vortice. La portata transitata attraverso la luce di fondo veniva quindi convogliata in una tubazione di diametro pari a Ø500 mm, fino a ricondursi, a valle del manufatto di presa, nel canale esistente e opportunamente ricollocato all'interno del pozzo Carena.

Durante successivi incontri, il Comune di Genova ha chiesto invece che l'opera di captazione in progetto non sia dotata della luce di fondo per la derivazione della portata ordinaria in quanto tale portata sarà recapitata nell'alveo esistente a monte dell'opera in oggetto. Inoltre è stato deciso che il tratto di canale di imbocco al vortice, fino all'ingresso del pozzo Carena sarà realizzato insieme con le opere di by pass previste nel progetto sopra citato, e quindi rientrerà in tale appalto.

Lo scatolare in progetto, realizzato sulla traccia del microtunnel previsto in altra progettazione, ha dimensioni pari a 2,20 x 4,63 m. La sezione di tale scatolare permette il convogliamento della portata massima di progetto garantendo un franco idraulico di 1 m. Il primo tratto di tale scatolare, che si estende per 15 m, sarà a forte pendenza (pendenza pari a 0,015), mentre il secondo tratto, di lunghezza pari a 20 m, e che costituisce il canale di imbocco al vortice, avrà una debole pendenza pari a 0,0027.

Il manufatto ubicato all'interno del pozzo Carena sarà coperto mediante una soletta in c.a., il cui intradosso è posto alla quota 35,40 m s.m.m.. Tale copertura è dotata di un chiusino per permettere l'accesso nel canale di persone.

Al fine di evitare cadute dall'alto la copertura sarà dotata di parapetto metallico.

Il pozzo a vortice, di diametro interno pari a 3,40 m, è ubicato in sinistra idraulica e scarica in una camera di fondo a valle della quale parte la galleria di collegamento con la galleria principale. Il pozzo permetterà alla corrente derivata di superare un dislivello di 15 m circa. L'imbocco al pozzo sarà rivestito con una piastra in acciaio inox, mentre le pareti del pozzo saranno realizzate in c.a. autocompattante. Il pozzo a vortice e il pozzo di acceso verranno realizzati, previo consolidamento con micropali, scavando a sezione piena e posando delle centine metalliche. In seguito le centine verranno ricoperte con una rete elettrosaldata e con spritz beton, a cui seguirà il getto del rivestimento definitivo.

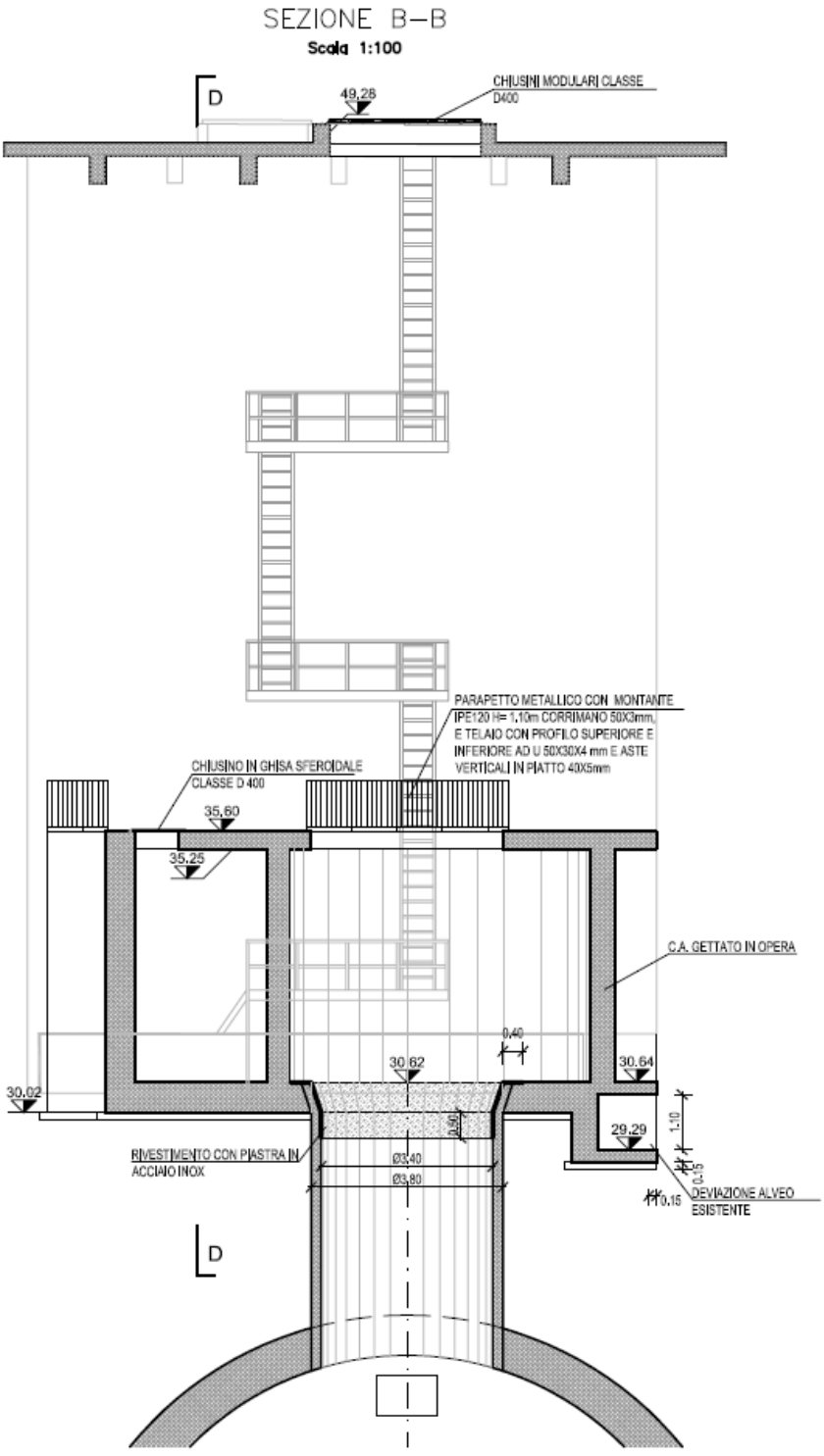


FIG. 4.24 - GEOMETRIA DEL POZZO DI PRESA NOCE

4.6.2. Camera di dissipazione

La geometria della camera di sbocco delle acque provenienti dal pozzo è stata pensata in modo tale che si formi al suo interno un cuscino d'acqua che permetta la dissipazione dell'energia della corrente in caduta dal pozzo, prima che questa entri nella galleria di collegamento allo scolmatore in progetto. Tale camera è stata progettata di lunghezza almeno pari a 4 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985) e di forma pseudo-circolare, al fine di una sua più facile realizzazione; il diametro di tale camera è stato dimensionato in modo tale che la distanza tra il cielo della camera e il fondo della galleria di collegamento all'imbocco risultasse almeno pari a circa 2 volte il diametro del pozzo (Hager, 1985). Si è quindi previsto di realizzare un gradino che permettesse di creare un cuscino d'acqua di una profondità almeno pari a 0,10 volte la profondità di caduta della corrente (2,50 m).
La camera di fondo ha assunto quindi inizialmente una forma circolare di diametro pari 8,50 m e di lunghezza pari a 15 m. Tale sezione adottata per la camera di sbocco delle acque è stata verificata con l'impiego del modello fisico. Per esigenze idrauliche emerse dopo la realizzazione delle prove sul modello fisico, e per ragioni realizzative si è variata la geometria della camera di dissipazione rispetto a quella definita nella prima fase del progetto definitivo; la sezione della camera è divenuta policentrica, con un diametro maggiore e pari a 12,00 m; la lunghezza effettiva della camera è rimasta invariata.
Infatti al fine di permettere l'accesso alla camera da parte degli addetti alla manutenzione si è deciso di ricavare sul cielo della camera un camminamento; per tale ragione il diametro della camera è divenuto 12,00 m, garantendo così un franco idraulico almeno pari a 2 metri rispetto il camminamento. Il pavimento del camminamento è stato rivestito con resina antiscivolo. Sul pavimento di tale passerella è stato posizionato un grigliato in acciaio antisdrucciolo di dimensioni 2,00 x 1,00 m che permette il passaggio dell'aria trascinata dalla corrente in caduta nel pozzo.
Mediante un sistema di scale è così possibile raggiungere il piano posto alla quota di imbocco della galleria di collegamento.
Tale piano, di lunghezza pari a 5,00 m sarà ottenuto mediante riempimento con calcestruzzo di secondo getto. Le parti più sollecitate dalla corrente, quali l'imbocco della galleria e ed il gradino che permette la formazione del cuscino d'acqua, saranno rivestiti con piastre e angolari in acciaio inox. Per consentire l'accesso al fondo della camera di dissipazione è stata collocata una scaletta a pioli in acciaio inox.

4.6.3. Cameretta con scale di accesso

L'accesso alla scala di servizio avverrà attraverso una cameretta interrata, posta in parte sul marciapiede di corso Europa, di dimensioni interne 4,70 m x 5,00 m x 2,00 m. La scavo di tale camera sarà realizzato dal piano stradale, previo consolidamento delle pareti dello scavo. La cameretta sarà dotata di chiusino circolare in ghisa e scaletta alla marinara.

Sul cielo della cameretta è stato realizzato un camino di dimensioni planimetriche interne 1,50 x 0,40 m e altezza pari a 2,00 m. In sommità a tale struttura è prevista una griglia che permetterà il transito di aria dalla camera dissipazione e all'imbocco della galleria di collegamento dell'opera di presa alla galleria principale. All'interno della camera sarà posizionato il quadro elettrico. La cameretta sarà infine dotata di una botola di dimensioni netta 3,00 x 3,00 m, con chiusini modulari posta al di sopra della scala, che permetterà le eventuali operazioni di manutenzione della scala. Il manufatto sarà dotato di scale di accesso al pozzo che partono dalla cameretta di accesso e terminano sulla soletta ricavata sul cielo della camera di dissipazione delle acque.

Nel caso del rio Noce le scale partono da quota 46,58 m s.m.m. ed arrivano alla soletta della camera di dissipazione posta a quota 23,00 m s.m.m.

4.7. Opera di raccordo e sbocco a mare

In sede di definizione della soluzione progettuale da sviluppare per questo Primo Lotto, si è concordato con il Comune di Genova e gli altri enti rappresentati nel gruppo di lavoro di dare corso da subito alla costruzione, ancorché parziale, dell'opera di sbocco prevista nel PD2007.

Ciò allo scopo di predisporre da subito l'opera a mare limitando a quest'unica occasione l'impatto sulle strutture litoranee del cantiere.

L'opera di sbocco a mare perciò è prevista esattamente nella geometria del PD 2007 ancorché limitata longitudinalmente al tratto posto a valle di Corso Italia.

In questo primo lotto, dunque non si interviene sotto Corso Italia se non per quanto attiene gli interventi nella galleria esistente Fereggiano, limitando la costruzione dell'opera di sbocco al tratto posto a valle dello stesso Corso Italia.

Ciò ha l'indubbio vantaggio di contenere nell'immediato i costi e di limitare, nell'ambito dei lavori di secondo lotto che interessano la galleria Bisagno, gli impatti del cantiere di costruzione sull'insediamento balneare ivi collocato.

L'opera che viene prevista in questo primo lotto ben si presta inoltre a divenire camera di accesso e di attacco per lo scavo della galleria Bisagno e per la costruzione delle opere, nient'affatto semplici, da prevedere sotto le arcate di Corso Italia.Il presente progetto prevede dunque:

- la costruzione di una parte dell'opera di sbocco a mare e delle opere di protezione a mare;
- l'integrazione di tale opera già prevista nel PD2007 con il canale di raccordo (ricavato in uno scatolare chiuso) della galleria Fereggiano con l'opera di sbocco medesima.
- Opere interne alla galleria Fereggiano per consentire il raccordo tra la livelletta della galleria esistente e quella dello scatolare di raccordo che necessariamente deve essere ricavato a quote più basse per non impattare sulle stretture litoranee, così come già previsto per l'opera di sbocco principale del Torrente Bisagno.

4.7.1. Il salto di quota in galleria ed il raccordo con lo sbocco a mare

Lungo la galleria Fereggiano esistente, nel tratto conformato a ferro di cavallo, è previsto un salto di altezza (2,82+2,14 = 4,96 m) sagomato a parete obliqua di base 100 m (pendenza 4,96/100 = circa 5%) che consente di raggiungere il fondo dello scatolare che dal filo esterno di Corso Italia convoglia le portate dei rii Fereggiano, Rovare e Noce verso la galleria principale dell'opera di sbocco.
Lo scivolo così ricavato si sviluppa dall'inizio del tratto di galleria esistente a ferro di cavallo (progressiva 100 m, ove il talweg è a quota 2,14 m s.m.m.) fino al filo esterno di Corso Italia, ove si raccorda con lo scatolare di collegamento all'opera di sbocco che, in quel punto ha talweg a quota 2,82 m .s.m.m.
Il salto è ubicato a 100 m dal filo esterno di Corso Italia, di modo che la corrente in arrivo dalla galleria Fereggiano, passando in condizioni critiche sul cambio di pendenza (da 0,3% a 5%) si disponga in tirante di corrente veloce dotata di una spinta tale da spingere il risalto e che si formerà al contatto con il livello del mare, al di fuori della galleria e dello scatolare di raccordo.
Ciò avviene in tutte le situazioni di funzionamento, sia che la galleria funzioni a pelo libero (per portate inferiori all'incirca a 110 m^3/s) sia che lavori in pressione.
Il profilo di richiamo e l'allargamento di sezione alla progressiva 100 consentono sempre di avere un funzionamento negli ultimi 100 m a pelo libero.

In questo modo tutti i fenomeni di risalto e dissipazione avverranno all'esterno del tratto di galleria esistente e nessun fenomeno di sovrappressione potrà interessare la zona del bagno Benvenuto.
Il raccordo obliquo con la quota dello scatolare 6,00 x 6,00 m che conduce le portate all'opera di sbocco è fatto con uno scivolo di pendenza 5% sotto Corso Italia: la sezione ad U scavata a partire dall'attuale talweg della galleria, per ragioni strutturali, ha una larghezza di 4,00 m utili interni.
Ciò è dovuto all'ingombro laterale delle opere di sottofondazione dei piedritti della galleria che occorre realizzare in funzione dello scavo dell'attuale piano carrabile della galleria ed il getto della sezione ad U per il convogliamento delle portate all'esterno della galleria.
Sullo scivolo, dunque, si stabilisce sempre una condizione di moto in corrente veloce decelerata allorquando la corrente impatta sul pelo libero del livello del mare.
Le condizioni di flusso che si stabiliscono sullo scivolo sono tali da consentire alla corrente di sottopassare il tubo di fognatura che interseca la galleria sicché non appare necessario prevederne lo spostamento od il passaggio in botte a sifone sotto la galleria.
Nei tre scenari di simulazione di funzionamento della galleria, la quota del pelo libero dell'acqua (tirante tra parentesi) che si stabilisce in corrispondenza dell'interferenza con la fognatura è:

1. 1,18 m s.m.m. (2,11 m);
2. 1,56 m s.m.m. (2,49 m);
3. 2,08 m s.m.m. (3,02 m).

Poiché la tubazione di fognatura è a quota 3,84 m s.m.m., essa non è mai raggiuta dalla corrente.
Si prevede comunque di porre in opera a monte dello stesso una putrella trasversale che protegga la tubazione in caso di accidentale impatto della corrente o di materiale trasportato con la tubazione stessa.

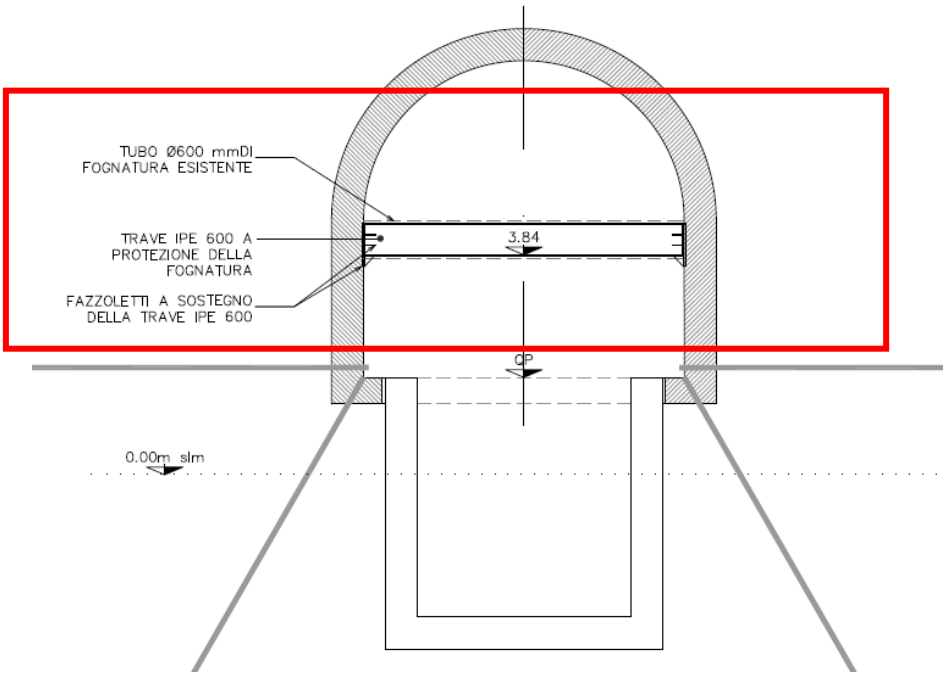


FIG. 4.25 - PROTEZIONE A MONTE DELLA TUBAZIONE DI FOGNATURA CHE INTERSECA LA GALLERIA FEREGGIANO – PROSPETTO

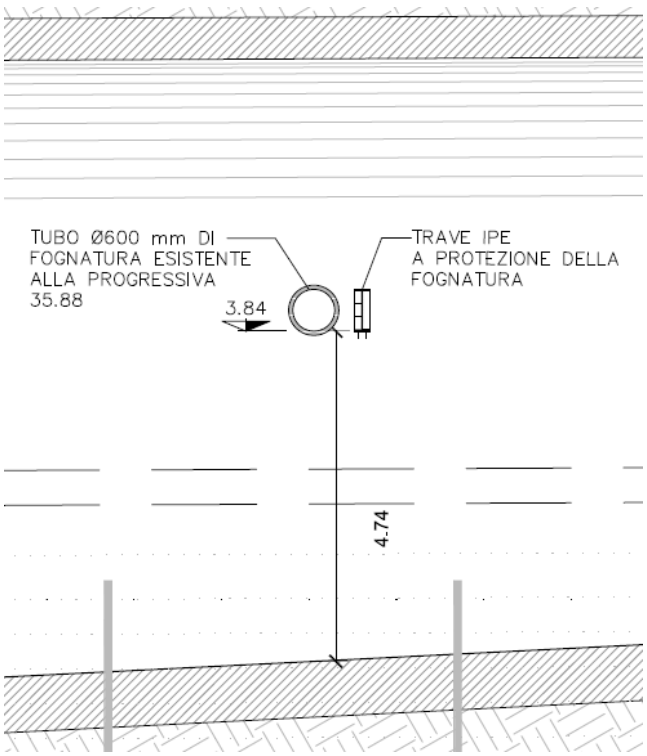


FIG. 4.26 - PROTEZIONE A MONTE DELLA TUBAZIONE DI FOGNATURA CHE INTERSECA LA GALLERIA FEREGGIANO - SEZIONE

Per consentire l'accesso alla galleria principale anche a mezzi gommati, è previsto che la soletta dello scatolare di dimensioni nette b x h = 6,00 x 6,50 m esterno al filo di Corso Italia consenta di ricavare una quota finita di estradosso pari a 5,00 m s.m.m. dalla quale è possibile accedere alla galleria. Si veda figura di seguito.
Lo scatolare è poi panconabile ed è quindi possibile calare all'interno un mezzo che può, previo svuotamento della galleria del volume d'acqua in essa contenuto, percorrere l'intera galleria che sarà interamente ubicata a quote superiori a quelle del mare (tranne i primi 65 m circa ove il volume d'acqua da svuotare si può stimare in circa 550 m^3).
La sezione a giorno della galleria Fereggiano, sul filo esterno di Corso Italia, è tamponata con un portone carrabile stagno dal quale è possibile introdurre un mezzo semovente per le attività di manutenzione.

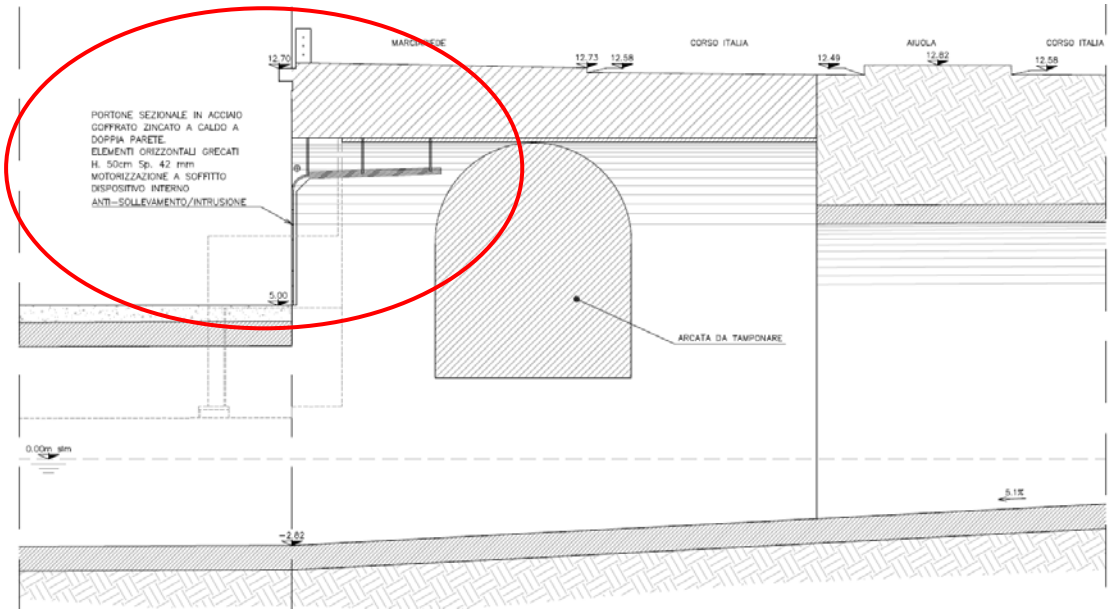


FIG. 4.27 - SEZIONE DI CHIUSURA DELLA GALLERIA FEREGGIANO PREDISPOSTA ANCHE PER L'INGRESSO DI UN MEZZO SEMOVENTE PER MANUTENZIONE

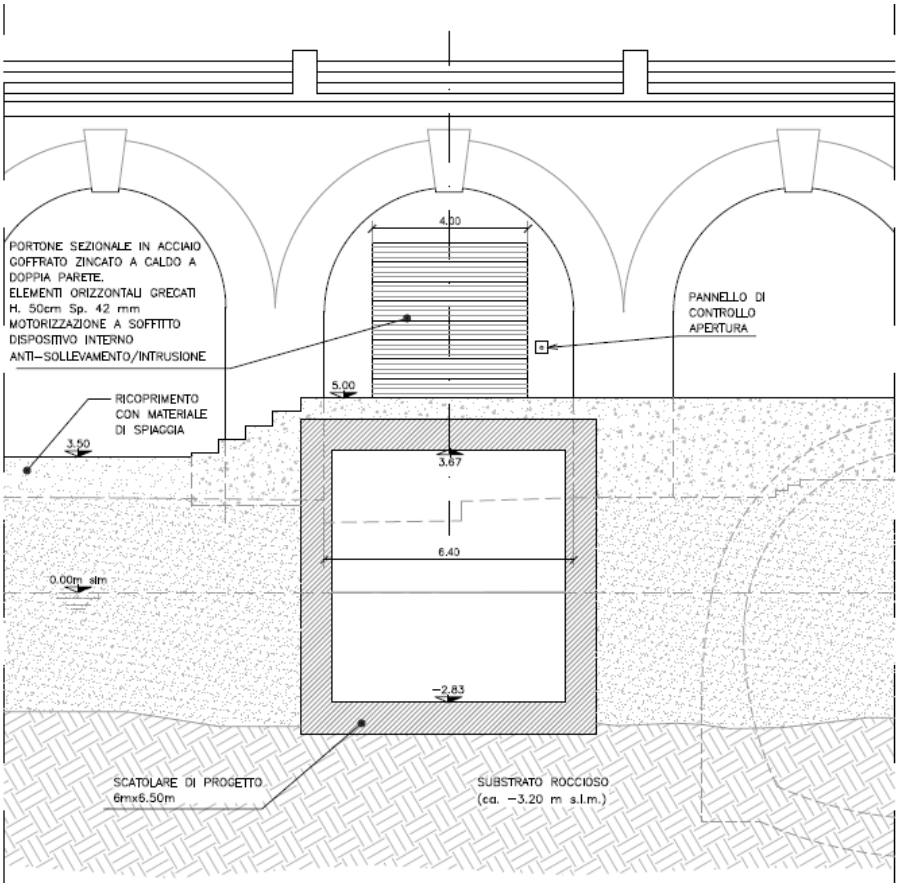


FIG. 4.28 - PROSPETTO DI CHIUSURA DELLA GALLERIA FEREGGIANO PREDISPOSTA ANCHE PER L'INGRESSO DI UN MEZZO SEMOVENTE PER MANUTENZIONE

4.7.2. Metodo di scavo per l'approfondimento ad U interno alla galleria Fereggiano

Dovendo raccordare la quota di talweg della galleria esistente alla progressiva 100 (+2,14 m s.m.m.) con quella dello scatolare di raccordo che dal filo esterno di Corso Italia conduce all'opera di sbocco (-2,82 m s.m.m.), è necessario demolire l'attuale trave di base della galleria (ricavata in orizzontale in luogo del tradizionale arco rovescio) per abbassare la quota gradualmente da +2,14 a - 2,82 m s.m.m.

Per fare ciò si prevede di:

– sottofondare i piedritti della galleria con micropali iniettati disposti ad interasse di 1,5 m in roccia e 1 m in sabbia, di lunghezza pari a 4 m in roccia e 8 m in sabbia e diametro D = 114,3/10 mm;

- tirantare alla base i piedritti della galleria con micropali iniettati disposti ad interasse di 1,5 m in roccia e 1 m in sabbia, di lunghezza pari a 5 m in roccia e 10 m in sabbia e diametro D = 114,3/10 mm;
- consolidare il terreno con colonne jet grouting subverticali da realizzare lungo tutta la tratta da ribassare, a partire da una distanza di almeno 0,50 m dall'estradosso inferiore della galleria;
- scavare all'interno del terreno consolidato fino alla quota di getto dello scatolare ad U;
- gettare lo scatolare ad U di spessore variabile da 60 a 120 cm, in funzione delle esigenze di resistenza a galleggiamento, mano a mano che ci si avvicina, approfondendosi, al mare, all'interno dello scavo. Lo spessore garantisce anche al resistenza a galleggiamento allorquando lo scatolare dovrà essere svuotato a panconato per consentire l'accesso ai mezzi di manutenzione

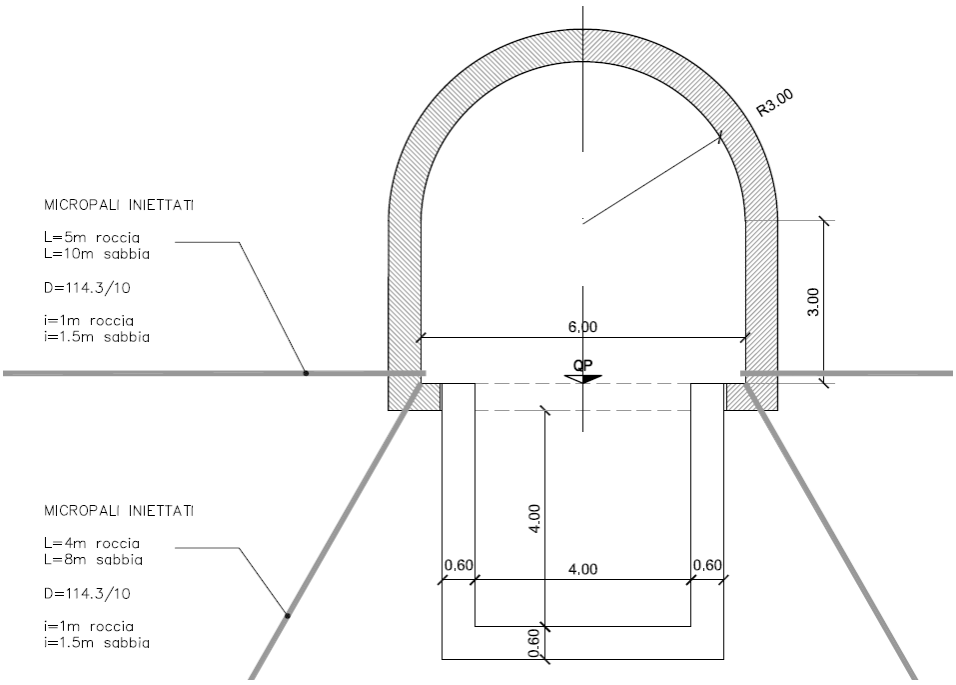


FIG. 4.29 - SEZIONE TIPO DI INTERVENTO NEL TRATTO DI GALLERIA A FERRO DI CAVALLO (MISURE RELATIVE ALLA SEZIONE MENO GRAVOSA)

4.7.3. Le lavorazioni sotto Corso Italia

Negli ultimi 17 m di galleria esistente, occorre abbassare il fondo esattamente come previsto per la sezione a ferro di cavallo. In questo ultimo tratto, però, la sezione è caratterizzata dalla presenza delle pile di sostegno delle arcate di Corso Italia.

Non è nota al momento l'esatta geometria degli zoccoli di fondazione ma si ritine, in analogia a quanto già previsto nel PD2007, si prevedere una cinturazione con micropali delle fondazioni per poter poi, in analogia quanto fatto nel tratto di galleria ferro di cavallo, procedere allo scavo per l'abbassamento del talweg ed il raccordo con lo scatolare di raccordo all'opera di sbocco il cui talweg, al filo di Corso Italia, è a quota - 2,82 m s.m.m.

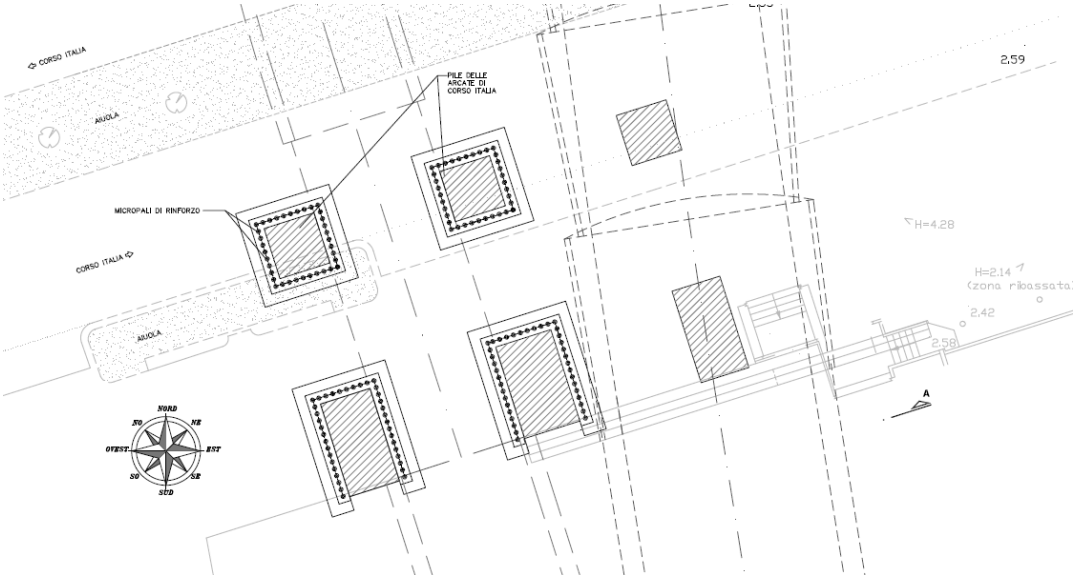


FIG. 4.30 - INTERVENTI DI CINTURAZIONE DELLE PILE DELLE ARCATE DI CORSO ITALIA

4.7.4. Opere a mare

L'ubicazione del manufatto di sbocco a mare è stata mantenuta in corrispondenza dell'attuale sbocco a mare del deviatore del torrente Fereggiano (nei pressi dello stabilimento balneare Benvenuto), secondo quanto già previsto in fase di progettazione preliminare dell'intervento e nel PD2007.

La sua costruzione è limitata al tratto più esterno verso mare, fino a m 20 circa dal filo esterno di Corso Italia. Nessuna opera di nuovo attraversamento è prevista sotto Corso Italia.

L'opera di sbocco a mare è costituita dalle seguenti componenti:

- *Costruzione del tratto terminale della galleria principale Bisagno,* come previsto nel PD2007 per circa 100 m, a partire da una sezione posta a circa 20 m verso mare, oltre Corso Italia fino allo sbocco a mare collocato in prossimità dell'attuale isobata – 7,00 m s.m.m. Il prolungamento viene effettuato mantenendo la sezione policentrica con diametro interno 9,50 m prevista per la galleria Bisagno e la pendenza longitudinale pari al 4‰. La quota di scorrimento della galleria in corrispondenza della sezione terminale di sbocco risulta pari a – 6,30 m. s.m.m.

  La galleria risulterà quindi sommersa per circa 2/3 della sua sezione al di sotto del livello medio del mare, risultando di conseguenza in buona parte invisibile sia da terra sia da mare.

  Per ottimizzare l'inserimento visivo dell'opera è previsto il taglio in sagoma della sezione terminale dell'opera inserendola nella nuova scogliera di terra di progetto (caratterizzata da una pendenza 2:1).
- *Opere finalizzate alla chiusura ed all'accesso:* Per lo svolgimento delle operazioni di manutenzione straordinaria nel tratto terminale della galleria Bisagno (al di sotto del livello medio mare) è stato studiato un sistema di panconatura che consentirà la chiusura stagna della sezione terminale di sbocco e la successiva messa in asciutto dello Scolmatore.

  Il sistema di chiusura è costituito da panconi con scorrimento su due guide (gargami) inclinate in acciaio inox alloggiate nelle due "nervature" in c.a. ricavate nel portale in c.a. di sbocco del manufatto, in adiacenza alla sezione terminale della galleria. Lo scorrimento dei panconi avverrà su pattini in polizene (polietilene ad altissima densità), con sistema di posa/recupero mediante trave pescatrice. Tutte le parti immerse del sistema saranno realizzate in acciaio inox, mentre i panconi verranno trattati con zincatura a caldo.
- *avanzamento della linea di costa* e realizzazione di una *nuova scogliera di protezione a terra* con quota di sommità posta a + 5.00 m, costituita da:
  - una mantellata di massi naturali aventi W_{50} = 10.5 t (9,00 ÷ 12,00 t - massima dimensione reperibile per elementi naturali) e con spessore 4,80 m (3 strati);
  - strato filtro costituito da massi 1,00 - 3,00 t dello spessore di 2,00 m;

opera di protezione al piede della scogliera realizzata con massi delle stesse caratteristiche di quelli costituenti la mantellata. La sommergenza della berma è pari a - 4,00 m s.m.m.; il suo spessore è stato fissato in 3,20 m (2 strati). Tale opera poggia, se necessario mediante inserimento di uno strato intermedio di massi naturali 1,00 - 3,00 t, sul substrato roccioso sottostante. Nelle immediate adiacenze del manufatto di sbocco la scogliera sarà imbasata su un'apposita "tasca" ricavata nella roccia sottostante.

- *ricostruzione dello scalo di alaggio* esistente per garantire la possibilità di accesso al mare alle imbarcazioni. Il nuovo scalo di alaggio viene inserito nella nuova protezione di costa mediante realizzazione di due muri d'ala in c. a..

  Lo scalo è collocato più a ponente rispetto a quello attualmente esistente al fine di consentire la possibilità di discesa a mare anche nel periodo dei lavori di scavo della galleria di adduzione principale e presenta una larghezza di 6 m (in luogo dei 3,70 m ca. attuali) per migliorare l'accesso al mare da parte delle imbarcazioni e dei bagnanti. La pendenza è pari al 10% parte emersa e 25% per l'avanscalo.

  La nuova collocazione della corsia di alaggio rende necessario lo spostamento del tratto finale del rio Marinetta (sezione scatolare 1,50 m x 1,50 m), che verrà leggermente deviato verso est rispetto alla sua attuale posizione.
- *ripristini e sistemazioni esterne* per consentire l'ottimale inserimento dell'opera nel contesto territoriale, garantendo il mantenimento dello stato dei luoghi e la fruibilità in tempo ordinario dell'area a scopo ricreativo e balneare. Tutta la zona di costa attraversata dalla galleria risulterà infatti completamente fruibile con un sovralzo massimo localizzato di circa 1,00 - 1,50 m rispetto alle attuali quote del terreno: peraltro buona parte della striscia che sarà occupata dallo scaricatore è attualmente caratterizzata dalla presenza di attrezzature balneari su due livelli (cabine) realizzate con strutture di grande impatto predisposte nell'ambito dei lavori di scavo del deviatore del torrente Fereggiano.

L'esecuzione dell'opera di scarico come sopra descritto consentirà il mantenimento delle attuali destinazioni d'uso delle aree, permettendo una migliore riorganizzazione delle strutture balneari (per esempio ricollocando le cabine sostanzialmente nella posizione attuale lungo la striscia di terreno occupata dallo scolmatore).

5. REALIZZAZIONE DELLE OPERE

Le opere previste in progetto, in estrema sintesi, sono le seguenti:

- galleria di adduzione principale delle acque di piena, della lunghezza di circa 3.717 m (di cui 909 già realizzati ed il resto da realizzare), in grado di convogliare le acque derivate dalle tre opere di presa, collocate sul sui rii Fereggiano, Rovare e Noce, all'opera di sbocco a mare ubicata nelle immediate vicinanze dello sbocco a mare del deviatore del torrente Fereggiano, realizzato negli anni '90;
- opere di adeguamento del tratto terminale della galleria esistente Fereggiano per il necessario raccordo dalle nuove opere di sbocco a mare;
- n. 3 opere di presa minori, da realizzare sui rii Fereggiano, Rovare e Noce, di cui la prima direttamente collegata con la galleria Fereggiano e le altre due collegate alla galleria Fereggiano attraverso due gallerie secondarie la cui lunghezza complessiva assomma a circa 500 m;
- opera di sbocco a mare.

La realizzazione di tutte le opere sopra elencate permette di controllare in modo efficace le portate di piena dei rii Fereggiano, Rovare e Noce.

5.1. Suddivisione in lotti e stralci

Poiché tale realizzazione richiede un investimento di un certo rilievo, su richiesta della Provincia di Genova è stata indagata la possibilità di realizzare le opere in progetto per stralci funzionali. L'individuazione di tali stralci è stata operata considerando che le opere realizzate, ancorché non in modo completo, devono garantire un incremento "tangibile" del grado di sicurezza idraulica della città di Genova. Sono stati individuati due Lotti di cui il Primo (il presente, suddividibile in 2 stralci):

- 1° Lotto: realizzazione del controllo delle piene dei rii Fereggiano, Rovare e Noce;
- 2° Lotto o Lotto di completamento: realizzazione del controllo delle piene del torrente Bisagno.

Il Primo Lotto può essere suddiviso in2 stralci:

- Primo Stralcio: realizzazione delle opere previste nell'intero lotto, al netto delle gallerie minori Rovare e Noce e relative opere di presa
- Secondo Stralcio: gallerie minori Rovare e Noce e relative opere di presa

Nello Primo Lotto, le opere (con riferimento al PD2007 che può essere considerato il progetto Generale) risultano essere l'opera di sbocco a mare (tratto a valle di Corso Italia + raccordo con galleria esistente Fereggiano), la galleria Fereggiano (completamento - di cui nel PD2007 era previsto l'allungamento ma per essere destinata a galleria di servizio) sino alla progressiva corrispondente all'innesto della galleria di collegamento alla presa sul Fereggiano, le opere di presa sui rii Fereggiano, Rovare e Noce, le gallerie minori.

Il Secondo Lotto o di completamento dovrà invece comprendere la completa realizzazione della galleria principale Bisagno (con sezione inferiore a quella del PD2007 poiché destinata unicamente al Bisagno e non ai rii minori e quindi di costo inferiore a quello previsto nel PD2007, al netto degli aggiornamenti dei prezzi) da Corso Italia sino all'opera di sbarramento e presa sul torrente Bisagno, l'opera di sbarramento e presa sul torrente Bisagno, e la galleria di servizio di monte.

Il primo lotto di opere garantisce dunque il controllo delle piene dei rii Fereggiano, Rovare e Noce, ma non permette di operare alcun controllo sul torrente Bisagno se non per effetto della riduzione delle portate in esso immesse dai rii minori, scolmate dalla nuova opera di Primo Lotto..

5.2. Tempi e costi

Per quanto riguarda tempi e costi, si può affermare che il Primo Lotto ha un costo che è pari a meno del 40% del costo totale dell'impianto (facendo riferimento al Quadro Economico del progetto, senza aggiornamenti di prezzi), ed una durata dei lavori che invece è pari a quella relativa alla realizzazione dell'intero impianto (circa 60 mesi), in quanto tutte le opere del primo lotto sono "critiche", e quindi contribuiscono in maniera diretta alla definizione della durata totale dei lavori, senza alcuna sovrapposizione.

E' opportuno evidenziare che, con tale ipotesi, è possibile realizzare il lotto di completamento senza interrompere il funzionamento dell'impianto già realizzato e quindi, per tutta la durata dei lavori di completamento (circa 60 mesi), non vi saranno rischi idraulici aggiuntivi.

La durata complessiva dei lavori assomma dunque a 60 + 60 mesi, al netto dei tempi che potranno intercorrere tra le due fasi costruttive.

6. APPENDICE

6.1. Certificati di collaudo della galleria esistente Fereggiano