CONVENZIONE QUADRO TRA INFRASTRUTTURE, RECUPERO, ENERGIA AGENZIA REGIONALE LIGURE – IRE S.P.A. E REGIONE LIGURIA PER LA REDAZIONE DI STUDI DI FATTIBILITA' E PROGETTAZIONI DI INTERVENTI SU INFRASTRUTTURE DI INTERESSE REGIONALE

Attività:

TORRENTE STURLA: SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TRATTO COMPRESO FRA IL VIADOTTO DI CORSO EUROPA ED IL PONTE DI VIA DELLE CASETTE

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

RELAZIONE GENERALE

Doc. n: I0030\ESE\DEF\GNR\R102

Timbro e firma



Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
1	24/02/17	13	28	AR	FB	SB	Per Emissione
2	10/05/17	13	30	AR	FB	SB	Per Emissione

INDICE

1 PREMESSA 4
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 5
3 STUDI E INDAGINI 6
3.1 RILIEVI TOPOGRAFICI 6
3.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE 7
3.3 ARCHEOLOGIA 8
4 GEOLOGIA 9
4.1 ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI 9
4.2 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO 10
5 STUDIO IDRAULICO 13
6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO 15
6.1 INTERVENTI A CARICO DI ALVEO E SPONDE 15
6.2 PONTE DI VIA PONTEVECCHIO 16
6.3 SISTEMAZIONE DELLA VIABILITA' INTERFERITA – ASPETTI DI GEOMETRIA STRADALE 16
7 STRUTTURE 18
7.1 TIPOLOGIE STRUTTURALI SCELTE 18
7.2 Modello per la valutazione della sicurezza 19
7.3 Materiali utilizzati 19
7.3.1 Acciaio 19
7.3.2 Calcestruzzi per getti in opera 19
7.3.3 Elementi prefabbricati 19
8 INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI 20
8.1 Censimento sottoservizi 20
8.2 Risoluzione interferenze 21
9 CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE 23
9.1 Rifacimento del ponte di via Pontevecchio 24
9.2 Adeguamento quote viabilità e piazzali 25
10 ASPETTI AMBIENTALI RILEVANTI 26
11 GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO 27

12 PROPRIETA’ DELLE AREE E NECESSITA’ Di ACQUISIZIONE 29
13 STIMA DEI COSTI E DURATA PREVISTA DEI LAVORI 30

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione generale relativa al Progetto Definitivo "Torrente Sturla: Sistemazione idraulica del tratto compreso fra il viadotto di Corso Europa ed il ponte di Via delle casette"

Il presente progetto si basa sui contenuti del progetto preliminare relativo agli interventi di sistemazione idraulica del torrente Sturla nel *tratto tra Via Apparizione e Via delle Casette* in Comune di Genova*,* approvato con conferenza dei Servizi del Comune di Genova CDS 11/2015 in data 16/02/2015.

Il Progetto Preliminare prevedeva una serie di interventi idraulici sul torrente Sturla, per uno sviluppo complessivo di circa 800 m dal ponte di via Apparizione al ponte di via delle Casette, finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico dell'intero tratto, allo stato attuale insufficiente al deflusso della portata 200-ennale e in parte al deflusso della portata 50-ennale.

In Tavola T1 sono riportati i limiti dell'intervento oggetto del presente documento denominato "Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso fra il viadotto di Corso Europa ed il ponte di Via delle Casette", avente una lunghezza di circa 350 m.

Il tratto a monte è stato oggetto del progetto definitivo "Sistemazione idraulica del Torrente Sturla nel tratto compreso tra il ponte di Corso Europa e la briglia posta all'altezza di Via dell'Arena".

Il tratto immediatamente a valle è, invece, oggetto dell'intervento di sistemazione idraulica del Torrente Sturla tra via delle Casette e l'università, in corso di realizzazione. Tale intervento si prevede essere concluso entro l'avvio dei lavori oggetto del presente documento e, pertanto, viene assunto quale stato di fatto.

Nel tratto oggetto del presente documento è, inoltre, previsto lo sbocco della galleria deviatrice del rio Chiappeto, prevista dal Piano di Bacino sulla base del progetto delle *"Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla"* del 1996 effettuato, su incarico del Comune, da una equipe di professori universitari e professionisti coordinati dal Prof. Ing. Enrico Marchi ed oggi oggetto del Progetto Definitivo "Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla". Lo sbocco della galleria deviatrice è collocato a monte del nuovo ponte carrabile.

Le opere per la predisposizione dell'imbocco sono comprese all'interno del presente progetto al fine di:

- concentrare le lavorazioni interferenti con il transito in via delle Casette in un unico Appalto rendendo le quote di via delle Casette già adeguate alla successiva realizzazione dell'imbocco del canale deviatore del rio Chiappeto, così da limitare al presente appalto la predisposizione e l'utilizzo della viabilità alternativa prevista

mediante la realizzazione di un ponte provvisorio posto a monte delle aree interferite, con relativa ottimizzazione dei costi;
- agevolare la gestione delle interferenze con i sottoservizi posti lungo via delle Casette.

Il progetto preliminare "*Sistemazione idraulica del torrente Sturla nel tratto tra Via Apparizione e Via delle Casette"* è stato oggetto di valutazione da parte del Comitato Tecnico di Bacino, che ha esaminato la proposta progettuale del Preliminare nella seduta del 12/02/2015 e ha espresso il parere n. 19/2015 con le seguenti valutazioni per il tratto di torrente in esame:

- *necessità di evitare il posizionamento della fognatura nera di progetto all'interno dell'alveo attivo, cercando di prediligere un'ubicazione esterna all'alveo se compatibile con lo stato dei luoghi;*
- *necessità di verificare le influenze sul deflusso delle portate di piena del Torrente Sturla indotte dalla confluenza con il previsto deviatore del rio Chiappeto.*

La Conferenza di Servizi Deliberante sul Preliminare n. 11/2015 si è espressa il 16/02/2016, con le seguenti valutazioni per il tratto di torrente in esame:

- *l'adeguamento delle livellette stradali modificate in prossimità del nuovo ponte stradale su via Pontevecchio coerentemente con quanto previsto dal Nuovo Codice della Strada (DM 6792/2001);*
- *l'ampliamento della sezione del nuovo ponte stradale su via Pontevecchio a 8,50 m per permettere la realizzazione di due banchine da 0,25 m tali da consentire la tracciatura delle strisce di margine della carreggiata garantendo due corsie regolamentari da 2,75 m*.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il torrente Sturla è uno dei corsi d'acqua principali dell'ambito cittadino genovese con un bacino di poco inferiore ai 13 Km^2, una lunghezza dell'asta principale di circa 9 km e una pendenza media dell'asta del 9% circa.

Il bacino ha una forma ad "L" con il tratto medio-vallivo orientato in direzione N-S ed il tratto montano orientato in direzione E-O.

Il tratto del torrente Sturla oggetto d'intervento del Progetto Preliminare è ubicato tra il ponte pedonale di Via delle Casette a monte della confluenza con il rio Penego ed il ponte di Via Apparizione, per una lunghezza di circa 800 m.

Il presente Progetto Definitivo riguarda il tratto compreso fra il viadotto di Corso Europa ed il ponte di Via delle casette, di lunghezza pari a circa 350 m.

In tale tratto l'alveo presenta un andamento tendenzialmente meandriforme con andamento prevalente in direzione N-S e 2 di curve in sequenza. L'alveo è delimitato prevalentemente

da muri d'argine in c.a. su entrambe le sponde con alcuni tratti in scarpata naturale o roccia. La pendenza media del tratto è pari all'1.1% circa.

L'alveo è inserito in un contesto densamente urbanizzato, con presenza di viabilità spondale e di edifici commerciali e aree militari che ne vincolano il percorso. La viabilità spondale è costituita da via delle Casette in sponda destra e via Pontevecchio in sponda sinistra.

In questo tratto l'unico manufatto interferente con il deflusso è il ponte carrabile di via Pontevecchio, che collega via delle Casette alla viabilità in sponda sinistra all'altezza della caserma Vittorio Veneto, sede del Comando Legione Liguria dei Carabinieri. Il ponte attuale è costituito da un impalcato in c.a., lungo 19 m, spesso circa 1,13 m, con una pila in alveo e le spalle aggettanti.

L'alveo è delimitato prevalentemente da muri in sponda sinistra, mentre in sponda sinistra le sponde sono prevalentemente costituite da scarpate naturali.

Il fondo alveo è prevalentemente in materiale alluvionale sciolto di pezzatura mediamente inferiore ai 20 cm, con considerevoli accumuli a monte della briglia e sul lato interno dei tratti in curva.

3 STUDI E INDAGINI

Si riassumono di seguito gli studi specialistici eseguiti.

3.1 RILIEVI TOPOGRAFICI

Il rilievo topografico utilizzato è stato effettuato nel contesto di un precedente progetto preliminare redatto nel giugno 2000 per il Comune di Genova dallo studio IGS (Ingegneria Geotecnica e Strutturale) degli Ingg. Ballerini e Dalerci per lo stesso tratto di corso d'acqua.

Il rilievo è stato aggiornato in sede di redazione del Progetto Preliminare "*Sistemazione idraulica del torrente Sturla nel tratto tra Via Apparizione e Via delle Casette"* tra la fine del 2012 e l'inizio del 2013, in tale occasione si è potuto verificare la sostanziale omogeneità del fondo alveo rispetto al rilievo precedente.

Il rilievo è corredato da una serie di sezioni trasversali del corso d'acqua ad interasse pressoché costante con l'aggiunta di sezioni intermedie e in corrispondenza dei punti singolari quali cambi significativi di sezione e presenza di manufatti.

Tale rilievo è stato integrato, ai fini della progettazione dei necessari raccordi altimetrici, con il rilievo delle aree interne alla caserma Vittorio Veneto.

Lo stato di fatto dell'area oggetto di studio è riportato nella Tavola S02, nel quale è stato riportato lo stato dei luoghi ad ultimazione dei lavori in corso tra via delle Casette e l'università "

3.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nell'area oggetto di intervento è stata eseguita un'approfondita campagna di indagini finalizzata alla ricostruzione del modello geologico del sito e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti in sottosuolo. Date le caratteristiche dell'intervento a progetto, la zona in esame molto estesa e i luoghi intensamente antropizzati, non sempre di facile accessibilità, a campagna di indagini è stata programmata in modo da ovviare ad impedimenti logistici e nel contempo fornire le informazioni necessarie alla corretta progettazione. Le indagini dirette sono state concentrate nelle aree in cui sono previste opere strutturali di maggiore rilievo, quali le nuove spalle del ponte o i nuovi muri in c.a. fondati su pali, mentre indagini indirette, di tipo geofisico, sono state programmate su entrambe le sponde del torrente, per estendere la caratterizzazione dei terreni alle aree interessate dalla costruzione delle nuove arginature (per la precisa ubicazione delle indagini si rimanda all'allegato alla Relazione Geologica).

La campagna di indagine ha compreso le seguenti indagini geognostiche e geofisiche in situ:

1. n°2 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

I sondaggi geognostici perforati a carotaggio continuo sono stati spinti fino alla profondità di 15.00 m (S5) e 13.50 m (S6) da p.c. In corso di perforazione sono state eseguite n°8 prove S.P.T. in foro (4 per ciascun sondaggio) a differenti profondità (ogni 1,5 m fino alla profondità di 6 m) e sono stati prelevati n°2 campioni indisturbati (uno in ciascun foro di sondaggio), mediante campionatore Shelby, e n°2 campioni rimaneggiati di terreno (sempre uno per ciascun foro), da sottoporre ad analisi e prove di laboratorio, per la caratterizzazione geotecnica dei terreni indagati, nel seguito si indica quanto svolto:

- scheda generale descrittiva del campione;
- prove di identificazione;
- limiti di Atterberg;
- analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione;
- prova di taglio diretta.

Sulle carote di terreno estratte e raccolte nelle cassette catalogatrici sono stati inoltre condotti alcuni test speditivi per stimarne le caratteristiche di resistenza (pocket penetrometer, vane test).

I fori di sondaggio sono stati infine attrezzati con tubo piezometrico, cieco nei primi tre metri, per il monitoraggio dell'andamento della falda.

Le letture freatimetriche si riassumono nella seguente tabella:

Sondaggio n.	Data lettura	Profondità della falda dal p.c.
S5	16.05.2016	- 4,05 m
	21.09.2016	- 4,08 m
	18.10.2016	- 4,10 m
S6	05.05.2016	- 4,10 m
	16.05.2016	- 4,27 m
	21.09.2016	- 4,30 m
	18.10.2016	- 4.30 m

2. n°1 stesa sismica con onde P (Tomografia sismica)

La tomografia sismica in onde P è stata eseguita a 24 canali, per una lunghezza totale dello stendimento pari a 72 m in sponda sinistra del Torrente Sturla, nel settore immediatamente a valle del ponte oggetto di demolizione e spostamento

3 n°2 stese sismiche con onde SH (Tomografia sismica)

Le due stese sismiche con onde SH sono invece state condotte a 12 canali, con geofoni posizionati ogni 3,5 m nella stesa con stendimento pari a 60 m, ossia quella realizzata in sponda sinistra in prossimità del viadotto di Corso Europa e ogni 5 m nella stesa con stendimento pari a 42 m, realizzata nel settore di valle dell'intervento sul piazzale antistante il capannone industriale con accesso da Via Nino Franchi.

4 n°1 stesa sismica MASW 2D

La stesa sismica MASW 2D, avente lunghezza pari a 265 m, per una porzione interpretata di 216 m, è stata eseguita con 24 geofoni verticali a frequenza propria di 4.5 Hz, posizionati a distanza di 2 m l'uno dall'altro (lunghezza del singolo array sismico pari a 46 m) ed è stata realizzata in sponda destra del torrente Sturla, lungo Via Pontevecchio.

3.3 ARCHEOLOGIA

A seguito del parere espresso dalla Soprintendenza Archeologia della Liguria (n. prot. 5694 del 30 ottobre 2015), sono stati eseguiti due saggi archeologici in via delle Casette.

La Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Genova, acquisiti gli esiti delle indagini archeologiche preventive e preso atto dell'assenza di elementi archeologici significativi ha espresso parere favorevole al progetto richiedendo l'assistenza archeologica durante le operazioni di scavo.

4 GEOLOGIA

In considerazione del fatto che il progetto prevede la realizzazione di nuovi muri d'argine e di un nuovo ponte sul Torrente Sturla, in conformità al D.M. 14.01.2008 e alle Norme Geologiche di Attuazione del vigente PUC del Comune di Genova, si sono eseguite le opportune indagini geognostiche, al fine di determinare le caratteristiche geologiche, geotettoniche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito ove verranno realizzate le opere a progetto ed individuare eventuali problematiche di natura geologica, in grado di influenzare negativamente la fattibilità dell'intervento. Lo studio si prefigge di descrivere compiutamente il modello geologico del sito e la stratigrafia del sottosuolo, fornendo i parametri geotecnici dei terreni presenti, a supporto della progettazione definitiva dell'intervento.

4.1 ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI

Si sintetizzano di seguito i caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici, per una cui dettagliata descrizione si rimanda alla Relazione Geologica.

Sulla base dell'osservazione degli affioramenti rocciosi presenti nell'area, si è constatato che le formazioni affioranti appartengono tettonicamente all'Unità del M. Antola, comprendente le formazioni delle Argilliti di Montoggio e il Flysch di M. Antola. (Servizio Geologico Italiano, 1968).

La Formazione del Flysch di Monte Antola, che rappresenta il substrato nel comparto oggetto di intervento, è costituita da depositi di corrente di torbida, in prevalenza calcari marnosi, marne calcaree, calcareniti ed argilliti, disposti in strati di potenza variabile anche nell'ordine del metro, di colore grigio scuro se freschi e grigio chiaro nelle normali condizioni d'alterazione.

La sottostante Formazione delle Argilliti di Montoggio rappresenta il complesso di base emipelagitico ed è costituita in larga parte da argilliti fittamente fogliettate, affioranti nell'area di Bavari e San Desiderio e localmente in piccoli lembi nell'area a Sud dell'abitato di Roncagli. Nella zona urbanizzata, in destra orografica, infine, è presente un limitato affioramento di marne appartenenti alla formazione delle Argille di Ortovero tra Via Timavo, il ponte di Corso Europa e l'alveo dello Sturla. Si tratta di depositi recenti, costituiti da marne argillose grigiastre alternate a sabbie fini e siltiti.

Il bacino idrografico del T. Sturla, seppure poco esteso, evidenzia, come molti dei bacini che si affacciano sulla città di Genova, un brusco passaggio dalle zone periurbane a caratteristiche ancora rurali ai settori fortemente urbanizzati, che si spingono fino ai nuclei di Borgoratti e Nasche e interessano con nuove edificazioni anche S. Desiderio e Bavari.

In sostanza, si possono distinguere i seguenti comparti, differenti a seconda della pressione antropica:

- una zona prettamente urbana situata nella parte bassa del bacino;
- una parte mediana della valle (stretta e molto acclive) dove si è esercitata una forte azione antropica di diboscamento (specie in destra), con le ovvie conseguenze sulla conservazione del suolo e la stabilità;
- una parte alta della valle (S. Desiderio, Bavari, Sella di Bavari, ecc.) dove una minore acclività, dovuta alle caratteristiche geolitologico-geomorfologiche, ha consentito l'instaurarsi di attività agricole, silvicole e pastorali.

Le aree di affioramento delle Argilliti di Montoggio possono essere considerate impermeabili mentre la permeabilità della Formazione dell'Antola è molto variabile a seconda della facies e della sua fratturazione. Nel complesso i calcari marnosi dell'Antola si possono considerare impermeabili localmente ma permeabili a grande scala per fratturazione, talvolta accentuata da corrosione carsica.

Tale caratteristica è molto importante in quanto spesso le acque di infiltrazione formano una vera e propria falda (o meglio "acqua di fondo") al contatto tra i calcari dell'Antola e le sottostanti argilliti generando, nelle zone di affioramento della falda, aree di impregnazione caratterizzate da marcata instabilità.

4.2 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

In base alle risultanze delle indagini effettuate è stata definita la stratigrafia del sito ed è stato ricostruito il modello geologico di riferimento, così come riportato nelle tre sezioni geologiche interpretative in allegato (Tavole F – G - H). In dettaglio, le stratigrafie dei sondaggi hanno mostrato la presenza di quattro distinti orizzonti, ciascuno dei quali è stato successivamente sottoposto a prove in situ e analisi di laboratorio per la relativa caratterizzazione geotecnica. Nel seguito si descrivono brevemente le caratteristiche delle diverse tipologie di terreno:

MATERIALE DI RIPORTO

Questo materiale, riporto e terreno rimaneggiato costituito da ghiaia sabbioso-limosa mediamente addensata con abbondanti frammenti lapidei eterometrici, è stato reperito in entrambi i sondaggi al di sotto del piano stradale e presenta uno spessore compreso tra 1,3 m e 3,5 m.

DEPOSITI ALLUVIONALI

Depositi alluvionali rappresentati da ciottoli e ghiaia eterometrica in abbondante matrice sabbioso limosa, con locali lenti decimetriche di argilla limosa, con spessore complessivo del deposito variabile da 8,2 m in S5 a 5,3 m in S6. Le alluvioni sono sede di falda acquifera, la cui superficie, in livello ordinario, si attesta a profondità variabili tra 4,08 m (S5) e 4,30 m (S6) da p.c.

CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO

Calcari marnosi di colore grigio, alterati, molto fratturati e destrutturati immersi in abbondante matrice limoso argillosa di colore ocra.

SUBSTRATO ROCCIOSO (FLYSCH DI M. ANTOLA)

Substrato roccioso di natura calcareo-marnosa di colore grigio, con struttura tipicamente litoide e grado di fratturazione medio. Sono presenti frequenti vene calcitiche di colore bianco. I parametri di resistenza riportati nei paragrafi successivi relativi ai calcari marnosi sono stati desunti da numerosi studi ed indagini pregresse effettuate dalle scriventi sulla medesima formazione rocciosa in aree limitrofe a quella in esame.

Le caratteristiche geotecniche dei materiali sciolti presenti sono state desunte dalle prove SPT effettuate nei fori di sondaggio. Sono state sviluppate le interpretazioni dei dati così ottenuti, attraverso l'impiego di correlazioni empiriche note in letteratura e ritenute idonee ai terreni attraversati [Gibbs – Holtz, 1957 – Bazaara, 1967 – NAVFAC DM- 7, 1971 – Terzaghi – Peck, 1967 – Bjerrum – Simmons, 1960 – Karlsson – Viberg, 1967]. I dati ottenuti sono stati poi analizzati statisticamente, al fine di ottenere i parametri geotecnici caratteristici da attribuire ai materiali sciolti, rappresentati nell'area in esame da materiali di riporto e depositi alluvionali. In particolare, avendo a disposizione un ridotto numero di dati (ncampioni< 30) si è fatto riferimento alla distribuzione di Student.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle prove SPT effettuate, con i relativi valori ottenuti per l'angolo di attrito efficace e l'analisi statistica dei dati così ricavati.

Sulla base dell'analisi statistica condotta sui valori ottenuti dalle prove SPT e dalle prove di laboratorio è pertanto possibile attribuire all'angolo di attrito dei livelli individuati il seguente valore caratteristico:

Materiale di Riporto: $\phi'k = 28°$

Depositi alluvionali: $\phi'k = 30°$

In base alle indagini geofisiche condotte è stato possibile stimare la velocità delle onde Vs nei primi 30 m dal p.c. (Vs30), per il dettaglio delle quali si rimanda alla Tabella 1 del "Rapporto relativo alla campagna d'indagine eseguita", in allegato alla presente relazione. In sintesi, le Vs30, calcolate a partire dal piano campagna, variano indicativamente tra i 620 m/s e i 1240 m/s; il dato ricavato da ogni singola indagine MASW, in base alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D,M,14-01-2008), sulla base dei valori di VS,30 individuati e considerato che il substrato (bedrock) è stato individuato nei primi 20 metri, fa ricadere principalmente l'area di studio nella Categoria di Suolo Sismico E, ovvero: "Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s)". Da tale considerazione va esclusa la porzione che va dalla verticale 1 alla 6, in quanto in tale settore sarebbe possibile assumere la Categoria di Suolo A.

Preso in considerazione l'effettivo piano d'imposta delle fondazioni delle nuove opere, che varia in funzione dei differenti interventi, e considerata la soluzione progettuale di realizzare pali di fondazione per alcuni tratti dei nuovi muri d'argine, valuti il progettista se considerare distintamente i due differenti suoli di fondazione (Suolo E ovvero Suolo A) oppure se

procedere cautelativamente a considerare in modo omogeneo un unico suolo di fondazione (Suolo E).

In base alle indagini effettuate e all'esperienza delle scriventi si definiscono i seguenti parametri geotecnici per i materiali presenti nell'area in studio, da impiegare nella progettazione esecutiva dell'intervento di sistemazione idraulica.

In merito alla stratigrafia del sito, cui i parametri si riferiscono, si rimanda alle sezioni geologiche interpretative allegate a fondo testo. Di seguito si riportano i dati di sintesi di quanto emerso dalle prove realizzate, dalle analisi di laboratorio condotte sui campioni prelevati o, per quanto concerne unicamente il substrato roccioso, da studi ed indagini pregresse svolte sulla medesima formazione (ove la stessa è meglio esposta e caratterizzabile).

MATERIALE DI RIPORTO

Densità relativa (Dr): 45%

Peso di volume (γnat): 19 kN/m3

Angolo di attrito efficace (ϕk'): 28°

Coesione (c): 0 kg/cm2

DEPOSITI ALLUVIONALI

Densità relativa (Dr): 60%

Peso di volume (γnat): 19 kN/m3

Angolo di attrito efficace (ϕ'k): 30°

Coesione (c): 0 kg/cm2

CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO

Peso di volume (γ): 22 kN/m3

Angolo di attrito efficace (ϕ'k): 35°

Coesione (c'): 0,5 kg/cm2

SUBSTRATO ROCCIOSO (CALCARI M.TE ANTOLA)

Peso di volume (γ): 24 kN/m3

Angolo di attrito efficace (ϕ'k): 40°

Coesione (c'): 2 kg/cm2

Sulla base di quanto fin qui esposto e considerando:

- il contesto idro-geomorfologico in cui l'opera a progetto si inserisce,
- le condizioni del sito interessato,
- la tipologia e dell'entità dell'intervento,

si può affermare che quanto previsto dal progetto preso in esame è conforme al D.M. 14.01.2008, alla L.R. 4/99, alle norme geologiche di attuazione del PUC del Comune di Genova ed al Piano di Bacino – Ambito 14, vigente per l'area esaminata.

Nulla osta quindi alla fattibilità dell'intervento a progetto.

5 STUDIO IDRAULICO

Il Torrente Sturla risulta essere indagato nell'ambito del Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del torrente Sturla - Ambito Regionale 14 (approvato con DCP n. 66 del 12/12/2002, ultima variante approvata: DGR n. 998 del 28/10/2016 entrata in vigore il 23/11/2016)

Il Piano indica come inondabili con tempo di ritorno 50-ennale (fascia A) e 200-ennale (fascia B) tutte le aree urbanizzate adiacenti al torrente Sturla nel tratto compreso tra il viadotto di Corso Europa e il ponte pedonale di Via delle Casette, con fasce più o meno estese in funzione della morfologia delle sponde.

Per la modellazione idraulica del corso d'acqua è stato utilizzato il software di calcolo Hec-Ras 4.1.0.

Le portate di piena sono state valutate con riferimento ai contenuti del Piano di Bacino e del progetto delle "*Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla"* del 1996 effettuato, su incarico del Comune, da una equipe di professori universitari e professionisti coordinati dal Prof. Ing. Enrico Marchi ed in coerenza con il Progetto Preliminare esaminato dal Comitato di Bacino.

Ai fini delle verifiche idrauliche sono stati, pertanto, considerati i seguenti valori della portata di piena 200-ennale, assunta come riferimento progettuale.

Tratto	**Sez. in – Sez. fin**	**Portata (A) [m3/s]**	**Portata (B) [m3/s]**
Tra il ponte di Via Apparizione e lo sbocco del deviatore del Rio Chiappeto	13-9.33	300	300

Tra sbocco deviatore Chiappeto e sbocco rio Penego	9.33-3	300	325
Valle sbocco rio Penego	3 - 0	325	350

(A) Stato Attuale – **(B)** Stato di progetto con deviatore rio Chiappeto

Tabella 5.1: Portate di piena considerate per la modellazione idraulica

Le condizioni al contorno imposte tengono conto degli interventi in corso a valle, mentre per la condizione di monte sono stati considerati due differenti scenari, a seconda che venga realizzato o meno l'intervento a monte di Corso Europa.

Dalla modellazione svolta, allo stato attuale il torrente si presenta irregolare come larghezza d'alveo e pendenza del fondo, i notevoli accumuli di sedimenti sul fondo determinano innalzamenti del pelo libero al di sopra delle sommità arginali in diversi punti.

La sponda sinistra risulta insufficiente per circa 50 m a monte del ponte carrabile e non adeguata più a valle, dove l'acqua arriva a lambire gli edifici fronte alveo. La sponda destra presenta quote maggiori (in corrispondenza di via delle Casette), ma rimane comunque insufficiente a ridosso del ponte carrabile allagando le aree della caserma e lungo il tratto di valle. Il ponte di via Pontevecchio è completamente sormontato dalla portata 200ennale.

Per la modellazione dello stato di progetto a seguito dell'ottemperanza a prescrizioni della conferenza di servizi o di approfondimenti progettuali, sono stati apportati i seguenti aggiornamenti rispetto al Progetto Preliminare:

1) mantenimento di una sezione costante pari a 20 m lungo tutto il tratto oggetto di studio, coerentemente con le dimensioni dell'alveo a monte del ponte di via delle casette;
2) nuovo tracciato planimetrico tra le sezioni 11 e 8 che consenta il mantenimento dello spigolo della caserma dei Carabinieri in sponda sinistra, la nuova arginatura garantisce comunque un allargamento dell'alveo rispetto alla situazione attuale;
3) nuovo tracciato planimetrico tra le sezioni 8 e 5 che consenta la realizzazione della nuova arginatura in fronte del muro di cinta esistente in sponda sinistra invece che in sostituzione dello stesso, mantenendo una larghezza d'alveo pari a 20 m;
4) nuovo orientamento del ponte carrabile di progetto per ridurne la lunghezza e facilitarne la realizzazione, le quote sono state adeguate con il nuovo modello idraulico e la larghezza è stata portata a 8,50 m per inserire due banchine da 0,25 m, così come richiesto in sede di conferenza dei servizi.

Dalla modellazione dello stato di progetto il deflusso risulta più uniforme grazie all'imposizione della larghezza e della pendenza dell'alveo pressoché costanti (pari rispettivamente a 20 m e all'1,2%).

La corrente tende al regime torrentizio con una profondità critica media intorno ai 3 m, passa in lenta a monte del ponte per l'aumento di portata dovuto al deviatore del rio Chiappeto (sez. 9.33) e nel tratto di valle, dove risente della condizione al contorno imposta.

Rispetto alle opere previste è rispettato il franco geometrico di 0,5 m lungo tutta l'arginatura e di 1,00 m al di sotto del ponte. Il carico cinetico è sempre superiore al valore del franco geometrico e risulta contenuto dalle sponde esistenti o dalle nuove arginature di progetto. Nelle sezioni di monte sono riportati gli adeguamenti all'argine di sponda destra, a carico dei privati proprietari delle aree.

La realizzazione degli interventi a monte del viadotto di corso Europa non comporta sostanziali variazioni del profilo entro il tratto oggetto di studio.

6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Gli interventi individuati dal presente progetto riguardano:

- la sistemazione dell'alveo con riprofilatura del fondo e allargamento della sezione idraulica ad un valore costante di 20 m;
- il rifacimento del ponte carrabile di Via Pontevecchio in adiacenza a quello esistente, che verrà demolito;
- l'adeguamento delle quote stradali di via delle Casette e delle aree interne alla caserma Vittorio Veneto in funzione delle quote del piano carrabile del nuovo ponte.

6.1 INTERVENTI A CARICO DI ALVEO E SPONDE

Gli interventi in alveo comprendono una generale riprofilatura dello stesso in allargamento, e il rifacimento delle sponde, mediante la realizzazione di nuovi argini di diversa tipologia, suddivisibili come segue:

- Muro d'argine costituito da berlinese in micropali rivestita in c.a., con interasse dei pali verticali pari a 50 cm e lunghezza degli stessi pari a 9 metri, con tiranti passivi inclinati di 60° rispetto all'orizzonte, realizzati con la stessa tipologia di palo e con interasse pari a 200 cm e lunghezza pari a 13 m;
- Spalla da ponte costituita da doppia berlinese in micropali rivestita in c.a., con interasse dei pali verticali pari a 50 cm e lunghezza degli stessi pari a 10,5 metri, con tiranti passivi inclinati di 60° rispetto all'orizzonte, realizzati con la stessa tipologia di palo e con interasse pari a 200 cm e lunghezza pari a 14 m;
- Muro d'argine costituito da muro a mensola in c.a. tradizionale con altezza massima del paramento pari a 525 cm;
- Muri di sistemazione d'area – tipo a, c, d, e, f - costituiti da muri a mensola in c.a. tradizionale con altezza massima del paramento pari a 200 cm;
- Cordoli in c.a. – tipo g –inghisati su muri esistenti con parapetto in c.a. o con ringhiera metallica tassellata.

I micropali saranno del diametro pari a 200 mm con interasse di 60 cm, armati con un tubi di diametro pari a 139,7 spessore 10 mm.

Operativamente si procederà in accordo alle fasi identificate dalla relazione sulla cantierizzazione da valle verso monte.
Per i muri tradizionali si procederà allo scavo opportunamente "scarpato" fino alla quota di imposta delle fondazioni, alla posa dell'armatura, alla realizzazione dei casseri lignei e al getto del calcestruzzo. Ove sia previsto l'impiego dei micropali invece si procederà nel modo seguente:

- scavo a sezione fino alla quota di intradosso del cordolo testa pali;
- esecuzione micropali, posa armatura, getto e maturazione;
- armatura e getto cordolo testa pali;
- scavo per fasi e rivestimento con paramento armato opportunamente collegato alla paratia.

6.2 PONTE DI VIA PONTEVECCHIO

Il ponte di via Pontevecchio verrà demolito e ricostruito immediatamente più a monte. Lo spostamento della posizione si rende necessario al fine di garantire la continuità di fruizione dell'attraversamento da parte dei mezzi dell'Arma dei Carabinieri, anche durante le fasi di cantiere.

La nuova opera ha una luce netta di 20 m ed è collocato ad una quota superiore di circa 2 m rispetto all'attuale. La sezione trasversale prevede una carreggiata con due corsie larghe ciascuna 2,75 m, due banchine laterali da 25 cm ed un marciapiede largo 1,50 m. Ai margini laterali è prevista una barriera stradale di sicurezza lato strada ed un parapetto a ringhiera al margine del marciapiede.

L'impalcato sarà formato dall'accoppiamento di tre travi prefabbricate precompresse la cui unione avverrà mediante getto integrativo di cappa armata dello spessore di 25 cm, per uno spessore totale dell'impalcato è pari a 1,10 m.

6.3 SISTEMAZIONE DELLA VIABILITA' INTERFERITA – ASPETTI DI GEOMETRIA STRADALE

Dal punto di vista dell'interferenza con la viabilità di sponda e con aree adiacenti alla stessa, si riscontrano interazioni con le seguenti strade e aree carrabili:

- via delle Casette, lungo il tratto in sponda destra interessato dal rifacimento del ponte di via Pontevecchio, per una lunghezza di circa 100 m;
- via Pontevecchio, nel tratto in sponda sinistra antistante al ponte, per uno sviluppo di circa 30 m;
- aree di pertinenza del "Comando Legione Carabinieri Liguria", site in parte in sponda destra, con accesso da via delle Casette, ed in parte in sponda sinistra, con accesso da via Pontevecchio.

L'interferenza è determinata dalla necessità di raccordo altimetrico tra quota di estradosso del nuovo ponte, pari a 16,43 m, e quella del piano stradale esistente, che mediamente risulta essere 14,50 m nella zona dell'attuale ponte. Il nuovo attraversamento è pertanto posto circa 2 m più in alto rispetto all'attuale, comportando un uguale rialzo anche per le strade di sponda presso la zona di innesto, e la previsione di rampe di raccordo al piano attuale con modalità diverse che vengono descritte di seguito.

Per raccordo di via delle Casette a valle del nuovo ponte si prevede una rampa di pendenza pari al 6,0 % e sviluppo di circa 44 m. Per il raccordo a monte del ponte si prevedono le seguenti livellette: con pendenza del 9,0 % (lunghezza di circa 7 m) tra il ponte e la futura sezione di imbocco del canale deviatore; con pendenza del 3,3 % (lunghezza di circa 11 m) sopra l'imbocco; con pendenza del 1,2 % (lunghezza di circa 40 m) per il raccordo verso monte con la strada esistente, nella zona di accesso alla rampa di discesa alle abitazioni private poste in sponda sinistra. Tale configurazione tiene quindi già in conto il rialzo della strada previsto nel "Progetto Definitivo di sistemazione del rio Vernazza con deviatore nel torrente Sturla" al fine dell'attraversamento sotto il piano stradale del canale scolmatore, per la realizzazione del quale non sarà più necessario intervenire sul piano stradale di via delle Casette.

Per il raccordo di via Pontevecchio si prevede la realizzazione di un'area piana, con la sola pendenza per il deflusso delle acque, tra il ponte e l'ingresso alle aree della caserma dei Carabinieri, mentre verso monte il raccordo si è previsto mediante una rampa con pendenza pari all' 6,6 % e lunghezza di 20 m circa, con innesto sulle quote della strada attuale in corrispondenza della curva della via.

All'interno delle aree del Comando dei Carabinieri si è prevista una sistemazione delle aree tale da consentire il mantenimento di tutte le attività e manovre oggi in essere.

Per l'area in sponda destra, si è in primo luogo reso necessario lo spostamento dell'ingresso conseguentemente alla traslazione della posizione del ponte. Il nuovo accesso prevede una larghezza maggiore, pari a 8 m, ed una posizione tale da rendere agevole la manovra di qualunque tipo di mezzo, come visibile dalla traccia di traiettoria tratteggiata in planimetria. Dal punto di vista altimetrico, si è previsto di coprire il dislivello, pari a circa 2 m, distribuendo la perdita di quota in due zone distinte: la prima, a pendenza del 7 %, costituisce l'area semicircolare antistante l'ingresso, mentre la seconda è materializzata dalla rampa di discesa a pendenza del 7,5 %, che porta ad esaurire il dislivello. Al piazzale di ingresso, a cui si è scelto dare pendenza inferiore al fine di realizzare un'area uniforme dove poter effettuare le manovre di svolta e di ingresso e uscita, si raccorda inoltre una rampetta al 4,5 % che conduce nel retro del fabbricato. Al fine di contenere il rilevato stradale si è realizzato un muretto di contenimento a protezione del fabbricato e degli impianti ad esso antistanti. Il muro di cinta dell'area invece verrà completamente rifatto per tutto il tratto parallelo alla sponda del torrente.

Per quanto riguarda invece l'area in sponda sinistra, si è anche in questo caso spostato l'ingresso, allargandolo a 6 m ed allineandolo al nuovo asse del ponte. Dal punto di vista altimetrico, si è previsto di coprire il dislivello, pari a circa 2 m, con una pendenza sull'asse

mediano del piazzale pari al 6,5 %, mentre lateralmente si è previsto un incremento di pendenza fino al 10 % al fine di riuscire a perdere quota più rapidamente per non dover alzare le soglie dei fabbricati esistenti, in particolare del capannone che pare avere ingressi carrabili. Il muro di cinta verrà sopraelevato al fino ad un'altezza tale da mantenere l'attuale differenza strada-coronamento muro.

7 STRUTTURE

Si riassumono di seguito le scelte effettuate dal punto di vista strutturale.

Per una descrizione dettagliata si rimanda alla Relazione Tecnica sulle Strutture.

7.1 TIPOLOGIE STRUTTURALI SCELTE

Le strutture delle nuove arginature e delle sistemazioni d'area sono di tipo tradizionale gettate in opera e sono costituite da muri a mensola o muri con berlinese in micropali. Il nuovo ponte sarà invece costituito da elementi prefabbricati precompressi.

Nello specifico il progetto individua una serie di sezioni tipo delle opere strutturali appositamente studiate per la funzione che assolvono e per la loro posizione. Si è cercato di uniformare i materiali utilizzando acciaio e calcestruzzo strutturali ordinari e micropali dei muri e delle spalle del ponte di uguali caratteristiche.

In particolare i micropali saranno del diametro pari a 200 mm con interasse di 50 cm, armati con un tubi di diametro pari a 139,7 spessore 10 mm di lunghezza variabile.

A parte l'impalcato del nuovo ponte realizzato in elementi prefabbricati precompressi, le restanti opere possono essere divise in cinque tipologie:

- Muro d'argine costituito da berlinese in micropali rivestita in c.a., con interasse dei pali verticali pari a 50 cm e lunghezza degli stessi pari a 9 metri, con tiranti passivi inclinati di 60° rispetto all'orizzonte, realizzati con la stessa tipologia di palo e con interasse pari a 200 cm e lunghezza pari a 13 m;
- Spalla da ponte costituita da doppia berlinese in micropali rivestita in c.a., con interasse dei pali verticali pari a 50 cm e lunghezza degli stessi pari a 10,5 metri, con tiranti passivi inclinati di 60° rispetto all'orizzonte, realizzati con la stessa tipologia di palo e con interasse pari a 200 cm e lunghezza pari a 14 m;
- Muro d'argine costituito da muro a mensola in c.a. tradizionale con altezza massima del paramento pari a 525 cm;
- Muri di sistemazione d'area – tipo a, c, d, e, f - costituiti da muri a mensola in c.a. tradizionale con altezza massima del paramento pari a 200 cm;
- Cordoli in c.a. – tipo g –inghisati su muri esistenti con parapetto in c.a. o con ringhiera metallica tassellata.

7.2 MODELLO PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

L'intervento ricade nel comune di Genova ed in particolare nell'Unità Urbanistica n. 66 Sturla, classificata zona sismica 4 dalla D.G.R. 19/11/10 n. 1362 entrata in vigore il 1° gennaio 2011.

Il tipo di intervento è, ai sensi del D.M. 14/01/08, nuova struttura ed è soggetto al deposito del progetto completo degli allegati richiesti presso lo Sportello Unico dell'Edilizia, il tipo di denuncia è "CA" opera in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso o in struttura metallica (art. 65 DPR 380/01).

Per la modellazione delle strutture sono stati individuati il sistema strutturale, i materiali costruttivi e lo stato di sollecitazione.
La modellazione del terreno è stata desunta dalla relazione geologica, parte integrante del presente progetto definitivo, redatta dai geologi Alessandra Fantini e Michela Raccosta e dalle indagini geognostiche e geofisiche effettuate dalla società Bierregi S.r.l..

Per la modellazione delle strutture e per la loro successiva soluzione sono stati utilizzati i software di calcolo Max 10 e Pac 12 della Aztec Informatica che consentono il progetto e verifica di muri e paratie con il metodo degli elementi finiti in campo monodimensionale.

7.3 MATERIALI UTILIZZATI

Tutti i materiali ed i prodotti per uso strutturale devono essere conformi a quanto contenuto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) in particolare al capitolo 11. Sono di seguito elencati i principali materiali previsti dal presente progetto:

7.3.1 ACCIAIO

- Per le armature di opere in C.A. è previsto acciaio in barre ad aderenza migliorata di classe B 450C (Ex feB44k Controllato);
- Per le armature dei micropali è previsto acciaio di qualità S355 JR.

7.3.2 CALCESTRUZZI PER GETTI IN OPERA

Calcestruzzo strutturale conforme alla norma EN 206, UNI 11104 e alle NTC:

- Calcestruzzo magro classe di resistenza C8/10 (Rck 10 MPa);
- Opere in c.a. classe di resistenza C35/45 (Rck 45 MPa);
- Malta per getto micropali tipo R425.

7.3.3 ELEMENTI PREFABBRICATI

Miscela di calcestruzzo (secondo UNI EN 206-1)

Il calcestruzzo viene prodotto nel cantiere di prefabbricazione con proprio impianto di betonaggio. Le quantità dei componenti l'impasto sono predeterminate rilevando

automaticamente i valori dei volumi e dei pesi, inoltre viene sistematicamente verificato il rapporto a/c, tenendo conto dell'umidità degli inerti.

Calcestruzzo

- classe di resistenza a compressione C45/55;
- resistenza cubica caratteristica Rck > 50 N/mm^2.

Acciaio per armatura lenta
Rete elettrosaldata e barre sagomate in acciaio trafilato del tipo B450C.

Le reti elettrosaldate e le barre sagomate sono controllate in stabilimento dal produttore e dal prefabbricatore, secondo quanto stabilito dalla normativa vigente:

- resistenza a rottura f_{tk} > 540 N/mm^2;
- resistenza a snervamento f_{yk} > 450 N/mm^2;
- allungamento $(A_{gt})_k$ > 7,5 %;
- copriferro c = 3 cm.

Acciaio in trefoli per armatura pre-compressa

– tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	fp(1)k≥1670 N/mm^2
– tensione caratteristica di rottura	fptk≥1860 N/mm^2
– allungamento sotto carico massimo	Agt≥3.5%
– resistenza di calcolo	fyd=fp(1)k/γs= fp(1)k/1.15=1452.17 N/mm^2
– modulo elastico normale	E=210000 N/mm^2
– coefficiente di Poisson	u=0.3
– coefficiente di dilatazione termica	α=1.2·10-5 °C-1
– peso specifico	γ=78.5 kN/m^3

8 INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI

8.1 CENSIMENTO SOTTOSERVIZI

Al fine dell'individuazione delle reti esistenti sono state utilizzate le informazioni utilizzate per la redazione del progetto *"Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla"* fornite dai seguenti Enti gestori dei sottoservizi presenti nella zona:

- IRETI per le reti gas a bassa e media pressione;
- Mediterranea delle Acque per le reti di acquedotto e di fognatura;
- ENEL per la rete elettrica a bassa e media tensione;
- TELECOM ITALIA per la rete telefonica;

- ASTER per la rete di illuminazione pubblica.

Non sono stati rilevati sottoservizi appartenenti a ulteriori soggetti.

Ulteriori elementi e notizie utili sono stati acquisiti nel corso dei sopralluoghi effettuati.

Via delle Casette risulta essere una delle dorsali storiche per l'attraversamento dello Sturla e la risalita delle reti verso corso Europa. Al di sotto dello stretto piano viabile (di poco superiore ai 3 m) sono presenti:

- una condotta del gas Φ 250 Bassa Pressione, inglobata in ex tubo dell'acquedotto Φ 300, posta ad una profondità stimata di circa 70 cm;
- una condotta di acqua potabile Φ 250 in acciaio;
- tre linee elettriche di Media Tensione (15 kV), di cui una attraversa il ponte di Via Pontevecchio per raggiungere una cabina posta nei pressi del cancello della porzione est della caserma Vittorio Veneto;
- un cavidotto telefonico di Telecom Italia (200 coppie) posto ad una profondità stimata fra i 60 ed i 100 cm.

Lungo l'alveo del Torrente Sturla sono presenti due condotte fognarie che raccolgono gli scarichi della vallata.

In sponda sinistra lungo tutto il tratto oggetto di intervento è presente una tubazione DN250 in fibro cemento, il cui tracciato coincide grosso modo con l'allineamento del piede arginale.

In sponda destra è presente una tubazione DN400 in gres il cui tracciato coincide con l'allineamento dell'argine ed è posto all'interno di un bauletto sul fondo alveo fino al ponte di Via Pontevecchio. Nel tratto a valle del ponte la tubazione si sviluppa lungo via delle Casette.

Nella tavola I1 sono riportati i tracciati dei sottoservizi; lungo via delle Casette tali tracciati risultano indicativi, seppur derivati dalle planimetrie fornite dagli enti gestori.

8.2 RISOLUZIONE INTERFERENZE

Dal momento che le nuove arginature e le spalle del nuovo ponte saranno realizzate in alveo le interferenze con i sottoservizi risultano limitate.

La linea ENEL di media tensione, oggi aggraffata alle strutture del ponte di Via Pontevecchio, risulta interferente. Tuttavia, dal momento che la sequenza dei lavori prevede che il nuovo ponte sia messo in opera prima della demolizione dell'attuale, le nuove linee potranno essere spostate in maniera definitiva predisponendo sul nuovo ponte gli opportuni cavidotti.

La sistemazione dell'alveo e l'allargamento di sezione rendono necessario adeguare la rete di fognatura nera mentre su Via delle Casette la predisposizione dell'imbocco del canale deviatore del rio Chiappeto comporta un'interferenza con le reti presenti sottostrada.

In fase esecutiva si prevede comunque la necessità di tracciamento dei sottoservizi presenti, in modo tale da verificare se la posizione delle condutture o dei cavidotti richieda delle opere provvisionali di protezione nel corso della realizzazione delle spalle del nuovo ponte.

Nella tavola I2 sono riportati i tracciati di risoluzione delle interferenze.

La rete fognaria risulta interferente su entrambe le sponde, in sponda sinistra per l'intero tratto di intervento, in sponda destra in corrispondenza del ponte esistente e di quello attuale.

In sponda sinistra (sezioni 13-8) si prevede lo spostamento della condotta al di fuori dell'alveo, come richiesto nel parere del Comitato di Bacino regionale 19/2015. Sarà collocata sottostrada in bianco una condotta DN 300 in pvc, collegata a monte al pozzetto presente dall'area della Bocciofila e a valle con un pozzetto di salto sulla rete attuale, in posizione laterale tale da arrecare la minor interferenza possibile con il transito dei veicoli in Via Pontevecchio. A valle della sezione 8 lo spazio tra la nuova arginatura ed il muro di cinta della porzione est della caserma Vittorio Veneto (detta anche "Oltre Sturla") non consente lo spostamento della condotta fuori dall'alveo. Analogamente a quanto in corso di realizzazione nel progetto di valle "Opere idrauliche e strutturali di adeguamento della sezione di deflusso del tratto tra Università e via delle Casette del Torrente Sturla – Interventi Lotto 2 – Stralcio 1°", la nuova condotta DN 300 in pvc viene posta in alveo all'interno di un bauletto addossato all'argine. Nel corso della realizzazione dei nuovi argini si potrà valutare in alternativa un unico bypass temporaneo di collegamento con la rete in sponda destra nei pressi del ponte di Via Pontevecchio oppure l'esecuzione dell'opera per tratti con bypass più corti in linea con la rete esistente.

In sponda destra si prevede la realizzazione di un bypass temporaneo di cantiere nel tratto interessato dai lavori della spalla del nuovo ponte, con allacciamento al primo pozzetto non interferente a monte e collegamento alla rete di valle sotto via delle Casette tramite motopompa adescante e tubazioni di mandata. Tale tratto coinvolge anche la predisposizione per l'opera di imbocco del canale deviatore del rio Chiappeto, anch'essa interferente con la rete fognaria e che sarà risolta nell'ambito del relativo progetto mediante la realizzazione di un sifone lungo circa 10 m al di sotto del fondo alveo. Per il ripristino definitivo della rete nera nel presente progetto con collettore di pari diametro e posizione, si prevedono la realizzazione di un pozzetto a valle del futuro deviatore e di un sifone di 20 m sotto il fondo alveo, con il passaggio sottostrada attraverso la paratia di micropali del nuovo argine in corrispondenza del pozzetto della rete di valle esistente. E' previsto, inoltre, il rialzo dei chiusini presenti nel tratto di via delle Casette oggetto di innalzamento delle quote stradali.

Su via delle Casette, data la necessità di realizzare la predisposizione per il concio d'attacco della galleria naturale del progetto "Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla", si prevede di spostare tutti i sottoservizi presenti, con la seguente sequenza:

- realizzazione di provvisori di cantiere aggraffati al muro di sostegno del terrapieno di monte di via delle Casette;

- posa in bianco dei tubi e cavidotti all'interno del riempimento in misto cementato della struttura di imbocco del canale deviatore;
- raccordo dei nuovi tratti con quelli esistenti a fine lavori di realizzazione dell'imbocco e conseguente rimozione de provvisori di cantiere.

Le condotte e i cavidotti troveranno quindi collocazione nel riempimento sottostrada ed in particolare nel tratto centrale sovrastante l'imbocco saranno poste immediatamente sotto l'intradosso della soletta in c.a., con controtubo di protezione.

Tale sistemazione consente la risoluzione delle interferenze definitiva su via delle Casette anche per quanto riguarda l'esecuzione della galleria deviatrice del rio Chiappeto prevista dall'altro progetto.

9 CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE

Si prevede un'unica fase di cantiere all'interno della quale le opere interferenti con la viabilità privata e con le attività della caserma dovranno essere dettagliate in modo tale da ottimizzare la gestione logistica e temporale delle opere interferenti con la viabilità e le attività militari.

La zona di intervento è caratterizzata da una scarsa accessibilità. Il cantiere si svilupperà all'interno dell'alveo del Torrente, mentre l'area per i baraccamenti di cantiere, il deposito dei materiali da costruzione ed il parcheggio dei mezzi d'opera è stata individuata in via Pontevecchio, nella posizione riportata in Tavola C1, a quota soprelevata rispetto all'alveo, così da consentire il ricovero delle attrezzature anche in caso di piena. Tale area, che coincide approssimativamente con la proiezione dell'impalcato del viadotto di corso Europa, ricade nel Demanio stradale afferente alla strada comunale, e risulta perciò immediatamente disponibile, previo intervento di pulizia mediante piccole demolizioni e taglio del verde.

Il collegamento fra le aree operative in alveo ed il cantiere base sarà realizzato mediante la realizzazione di una rampa con innesto su via Pontevecchio, in adiacenza alle pile del viadotto stradale.

Il collegamento fra le aree di cantiere e la viabilità esterna avverrà tramite una pista in alveo, previ i dovuti accorgimenti di sicurezza in ordine alla prevenzione degli eventi atmosferici.

L'accesso in alveo dalla viabilità principale avverrà da Via dell'Arena dove, allo stato attuale, esiste una rampa in ghiaia di cui è previsto l'adeguamento nel Progetto Definitivo "Sistemazione idraulica del Torrente Sturla nel tratto compreso tra il ponte di Corso Europa e la briglia posta all'altezza di Via dell'Arena".

La connessione con la rete stradale primaria (Corso Europa) avverrà da via dei Luoghi Santi. Al fine di garantire l'accesso ai mezzi di cantiere si prevede, analogamente a quanto già previsto dai Progetti Definitivi "Sistemazione idraulica del Torrente Sturla nel tratto compreso tra il ponte di Corso Europa e la briglia posta all'altezza di Via dell'Arena " e "Opere di adeguamento della canalizzazione del torrente Vernazza con deviatore nel torrente Sturla",

di modificare la viabilità lungo via Luoghi Santi in quanto via della Casette risulta troppo stretta per il transito di mezzi di cantiere. Attualmente il tratto che da via Dell'Arena arriva all'accesso inferiore dell'edificio della Guardia di Finanza (tratto risultante appartenente al Demanio stradale in gestione al Comune di Genova) è a senso unico a salire mentre il tratto di monte fino a Corso Europa ha doppio senso di marcia.

In fase di cantiere dovrà essere pertanto prevista la modifica dei sensi di marcia istituendo un doppio senso in via Luoghi Santi per i mezzi di cantiere.

Nonostante i problemi logistici dovuti alla difficoltosa accessibilità dei luoghi la gestione del cantiere dovrà essere improntata a:

- minimizzare i periodi di chiusura al transito di Via delle Casette e via Pontevecchio;
- minimizzare il periodo di inaccessibilità della porzione di Caserma Vittorio Veneto posta in sponda sinistra (accessibile unicamente attraverso il ponte di Via Pontevecchio);
- garantire la continuità delle forniture di acqua gas, elettricità, etc….

Di seguito si riportano le indicazioni riguardanti le modalità individuate per soddisfare tali necessità.

Gli interventi che interesseranno la viabilità pubblica saranno limitati a:

- realizzazione del nuovo ponte;
- adeguamento delle quote dei piazzali interni alla Caserma Vittorio Veneto e realizzazione dei nuovi cancelli;
- adeguamento delle livellette di via delle Casette e via Pontevecchio;

9.1 RIFACIMENTO DEL PONTE DI VIA PONTEVECCHIO

Il progetto di rifacimento del ponte è improntato alla minimizzazione dei tempi di interruzione del collegamento fra le due sponde, secondo le indicazioni fornite dal Comando Legione Carabinieri Liguria – SM Ufficio Logistico.

Le fasi di lavorazione previste per la realizzazione del ponte sono:

- realizzazione della spalla in sponda sinistra, che non comporterà interruzioni della viabilità in quanto vi sono ampi margini per consentire la realizzazione delle opere e mantenere la percorribilità;
- realizzazione della spalla in sponda destra, che comporterà una restrizione a 2,5 m del tratto adiacente di via delle Casette, con l'istituzione di un senso unico alternato per gli autoveicoli;
- il varo del ponte ed il completamento delle strutture, che non comporteranno interruzioni della viabilità.

9.2 ADEGUAMENTO QUOTE VIABILITÀ E PIAZZALI

Una volta realizzato il nuovo ponte dovranno essere realizzati i raccordi altimetrici di via delle Casette e via Pontevecchio.

Fra le diverse possibilità di combinazione delle sequenze lavorative si propone la seguente, volta a minimizzare l'interruzione del collegamento fra le due porzioni di caserma:

1) adeguamento delle quote di vie delle Casette a monte del ponte con un raccordo "provvisorio" realizzato fra il ponte e l'attuale varco di accesso alla caserma, i tempi di chiusura per tale attività si stimano ridotti, in quanto le opere d'arte necessarie al contenimento del rilevato possono essere realizzate in concomitanza con le spalle del ponte, all'ordine dei 5 giorni lavorativi;
2) adeguamento delle quote di via Pontevecchio a monte del nuovo ponte e raccordo provvisorio fra lo sbarco del ponte ed il cancello;
3) adeguamento delle quote interne del piazzale della caserma, sponda destra e apertura del nuovo varco, mantenendo un raccordo provvisorio al varco esistente;
4) adeguamento delle quote interne del piazzale della caserma, sponda sinistra e apertura del nuovo varco;
5) demolizione del vecchio ponte e completamento dei raccordi.

Nelle fasi dalla 1 alla 3 il ponte attuale rimane libero e transitabile per il collegamento fra le due porzioni di caserma attraverso il nuovo ponte e la fruizione della viabilità pubblica; mentre nella fase 4 si avrà una interruzione di breve durata della fruibilità dell'area in sponda sinistra.

Durante le fasi di realizzazione dei raccordi alla viabilità di via delle Casette e via Pontevecchio, che comporteranno la demolizione di parte dei muri di cinta della caserma Vittorio Veneto, si prevede la predisposizione di adeguate recinzioni, da concordare con il Comando Carabinieri Legione Liguria, al fine di garantire la sicurezza delle aree militari.

Per quanto riguarda le brevi fasi di interruzione della viabilità pubblica si presenterà la necessità di creare un itinerario alternativo per garantire l'accesso alle abitazioni e attività private in via Pontevecchio (civici 16,18,18B,18C,15,17,19,21).

Tale itinerario è possibile tramite la realizzazione di un ponte provvisorio in fase di cantiere che colleghi via delle Casette a via Pontevecchio, posto circa 25 m a monte del ponte di progetto. Ciò consentirà di separare nettamente i flussi della viabilità privata locale dalle attività di cantiere. L'attraversamento sarà di natura temporanea e sarà rimosso al termine delle lavorazioni che prevedono la chiusura di via delle Casette. Con tale soluzione si garantisce pertanto l'accesso a tutti gli aventi diritto residenti ai civici di via Pontevecchio che rimarrebbero interclusi a seguito della chiusura di via delle Casette, non essendovi altra via pubblica di accesso alternativa.

La previsione del ponte di provvisorio consentirà inoltre, durante il cantiere, di riservare le aree antistanti gli ingressi della caserma e il ponte di via Pontevecchio ad uso esclusivo dei Carabinieri, essendo le altre proprietà servite dal ponte provvisorio.

10 ASPETTI AMBIENTALI RILEVANTI

La valutazione dei potenziali impatti sulle componenti ambientali ha considerato il tratto dell'asta del torrente Sturla entro i limiti di progetto e le aree immediatamente adiacenti.

A regime l'opera produrrà degli effetti positivi, date le finalità di mitigazione del rischio del torrente Sturla, ampliamente descritte nella relazione idraulica.

Le problematiche ambientali di rilievo sono legate, dunque, alla fase di cantiere; le componenti ambientali su cui sono prevedibili impatti negativi sono:

- atmosfera;
- rumore;
- ambiente idrico.

Non si ritiene che le fasi di cantiere possano avere ripercussioni particolarmente negative sulla flora e sulla fauna presente nel greto del torrente, si ritiene improbabile la presenza di specie protette o di pregio naturalistico. Le specie vegetali, quando presenti, si riducono a specie arbustive o erbacee periodicamente rimosse per la manutenzione dell'alveo. La specie animale più comunemente diffusa nel torrente è il germano reale (*Anas platyrhynchos*), che vive e nidifica sulle sponde normalmente asciutte, tuttavia l'estensione limitata delle aree di cantiere rispetto all'habitat a disposizione, non fa presupporre particolari impatti negativi.

Nel presente paragrafo sono descritti in maniera qualitativa i potenziali impatti del cantiere sui recettori sensibili in termini di qualità dell'aria e rumore, e sono riportate valutazioni di massima legate all'interferenza con l'ambiente idrico, in termini di qualità delle acque superficiali.

In prossimità delle aree di cantiere non sono presenti recettori sensibili, i recettori più prossimi sono gli occupanti della caserma Vittorio Veneto, comunque schermata dal cantiere dagli imponenti muri di cinta o gli occupanti degli primi civici di Via delle Casette.

Pertanto gli effetti di disturbo generati lungo il fronte operativo in alveo o in corrispondenza dell'area di cantiere fisso, risulteranno molto attenuati dalla distanza dai possibili recettori.

Le problematiche potenzialmente critiche in fase di cantiere possono riguardare:

- superamento dei limiti di immissione sonore imposti dal Regolamento del Comune di Genova per "attività rumorosa temporanea" cui è demandata, in conformità alla L. 447/95 ed alla L.R. 12/98, la determinazione dei tempi e dei modi di svolgimento delle attività rumorose di cantiere;
- superamento concentrazione limite delle polveri inalabili PM10.

Salvo ulteriori verifiche in fase esecutiva non si ritiene necessario previsto l'uso di barriere acustiche.

Per quanto riguarda l'ambiente idrico in fase di cantiere l'intervento interferirà con il deflusso delle portate di magra; l'intervento maggiormente interferente con l'ambiente idrico superficiale riguarda la riprofilatura del fondo dell'alveo naturale con potenziali interferenze in termini di intorbidamento delle acque. Anche al fine di evitare tali fenomeni nel corso delle diverse fasi realizzative in alveo (demolizione ponte, realizzazione argini, ricostruzione ponte), sarà prevista la deviazione dell'alveo di magra mediante la realizzazione di un arginello in terra.

11 GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

Le attività previste, in particolare la riprofilatura del fondo alveo e la risagomatura delle sezioni, comporteranno la produzione di un ingente quantitativo di materiali da scavo, nel presente paragrafo si riporta la stima dei quantitativi in esubero e le modalità di gestione previste in analogia a quanto già effettuato dal Comune di Genova per numerosi cantieri di sistemazione idraulica

Gli indirizzi comunitari cui fanno riferimento le politiche di settore sono ispirati alla prevenzione della produzione di rifiuti ed alla massimizzazione delle attività di recupero e riciclo.

Al fine di minimizzare i materiali che dovranno essere gestiti all'esterno delle opere infrastrutturali si prevede una gestione del cantiere finalizzata a massimizzare le possibilità di riutilizzo di quelle parti di materiali da scavo idonee alla realizzazione di riempimenti o sottofondi.

Date le caratteristiche geomeccaniche dei materiali scavati in alveo (prevalentemente costituiti da ciottoli e ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa) e dei materiali di riporto (costituiti da ghiaia sabbioso-limosa) è possibile ipotizzare un recupero dei materiali scavati, in particolare per la realizzazione dei riempimenti a tergo dei muri di sostegno.

Nella Tabella seguente è riportata la stima del bilancio scavi/riporti.

SCAVI		
Realizzazione dei nuovi muri d'argine	mc	+4.555
Riprofilatura alveo	mc	+6.145
Opere civili per lo spostamento sottoservizi	mc	+150
Totale Scavi	**mc**	**+10.850**
RIPORTI		
Realizzazione dei nuovi muri d'argine	mc	-4.560
Riprofilatura alveo	mc	-500
Riempimenti viabilità	mc	-1.325
Opere civili per lo spostamento sottoservizi	mc	-60
Totale Riporti	**mc**	**-6.445**
SALDO	**mc**	**+4.405**

Tabella 11.1: Stima del bilancio scavi-riporti

Per il materiale in esubero si è ipotizzato di procedere mediante

- vagliatura in sito mediante vaglio mobile con maglia da 1,5 cm;
- avvio del sopravvaglio a ripascimenti;
- smaltimento a discarica del fine non compatibile con le attività di ripascimento.

Tali modalità di riutilizzo sono state tenute in conto nel Computo Metrico Estimativo dell'intervento.

Per il ripascimento stagionale degli arenili la D.G.R. 1446/2009 indica i contenuti del protocollo per le analisi ed il campionamento del materiale. Al momento non sono disponibili analisi specifiche relative alla granulometria ed alla qualità ambientale dei sedimenti oggetto di scavo, tuttavia per analogia a quanto emerso per il tratto terminale, è ipotizzabile uno schema procedurale analogo.

12 PROPRIETA' DELLE AREE E NECESSITA' DI ACQUISIZIONE

Le opere per la sistemazione idraulica del tratto di torrente in oggetto ricadono in aree che sono catastalmente individuate al Catasto Terreni di Genova, Sez. 1, Fg. 79 e non interessano aree private. Infatti, come risultante dalla planimetria su base catastale riportata in Tavola E1, sono interessati dalle opere:

- i mappali 216, 286, 288, appartenenti al Demanio Idrico dello Stato, interessati da sbancamenti funzionali alla realizzazione dei nuovi argini di progetto;
- i mappali 1117 e 260, appartenenti al Demanio Militare, interessati da adeguamenti di quota dei piazzali tali da renderli compatibili con le quote del nuovo ponte, e facenti parte della Caserma Vittorio Veneto, sede del Comano Legione Liguria dei Carabinieri.

Dalle visure catastali acquisite i mappali 286 e 288 risultano in concessione. A seguito degli approfondimenti messi in atto con gli uffici competenti, tali concessioni risultano scadute e non più rinnovate in attesa della sistemazione del torrente. Il mappale 216 non risulta invece in concessione. Tali aree rientrano pertanto nella piena disponibilità pubblica.

Per quanto riguarda i mappali 1117 e 260, l'amministrazione procedente dovrà ottenere l'assenso all'esecuzione delle opere da parte delle competenti autorità militari, definendo modi e tempi di intervento in sede di Conferenza dei Servizi ai sensi dell'Art.14 della Legge 241/90, così come modificato dal D.Lgs. 127/2016.

Non si riscontra la necessità di acquisizione di aree da privati. Si rende necessaria invece l'occupazione temporanea di alcune aree, appartenenti per la totalità al Demanio dello Stato, per cui non si riscontra alcuna necessità di indennizzo a terzi.

13 STIMA DEI COSTI E DURATA PREVISTA DEI LAVORI

Per la redazione del computo metrico estimativo allegato al progetto (I0030/DEF/TEC/R101) sono stati utilizzati i prezzi unitari del prezziario Regione Liguria anno 2016. Laddove necessario si sono utilizzati nuovi prezzi creati sulla base di prezzari vigenti e di analisi di mercato.

Il costo totale delle opere ammonta a € 2'965'848,84 al netto di IVA e delle somme a disposizione della Stazione Appaltante.

Il costo totale dell'investimento, comprensivo delle spese di legge e delle somme a disposizione dell'Amministrazione, ammonta a € 3'947'091,32.

Tale costo è stato calcolato sulla base delle voci di quadro economico definite in accordo con il Comune di Genova.

I tempi di realizzazione delle opere sono stimati in circa 11 mesi.

I dettagli dei costi e dei tempi stimati sono riportati rispettivamente nel Quadro Economico (I0030/DEF/TEC/R104) e nel Cronoprogramma (I0030/DEF/TEC/R105).