



COMMISSARIO DELEGATO

OCDPC 482/2017

REGIONE TOSCANA

SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO INFERIORE E COSTA

Livorno - Via Aristide Nardini 31, 57125

INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO SUL BACINO DEL RIO MAGGIORE NEL COMUNE DI LIVORNO - TRATTO 4

PROGETTO ESECUTIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO

Ing. Francesco Pistone

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesco Pistone

PROGETTAZIONE



Viale San Concordio
587d 55100, Lucca Italia.
Telefono +39 0583 370892
Fax +39 0583 371091
www.studiotechne.com.

CODICE PROGETTO

2017ELI0152

SCALA ---

OGGETTO ELABORATO

Relazione generale

	Soggetto competente	Data	Firma
Emesso	Progettista Ing. Massimo Bottega	Febbraio 2019	
Visionato	R.U.P. Ing. Francesco Pistone	Febbraio 2019	
Confermato	D.R.C. Ing. Francesco Pistone	Febbraio 2019	

ELABORATO

G01

**INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO SUL BACINO DEL RIO MAGGIORE
NEL COMUNE DI LIVORNO - TRATTO 4**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE

INDICE

1	PREMESSE.....	2
2	PRECEDENTI FASI DELLA PROGETTAZIONE E RAPPORTI CON IL PRESENTE PROGETTO	2
	2.1 Stralci funzionali immediatamente realizzabili individuati nel progetto di fattibilità tecnica ed economica	4
	2.2 Approccio allo sviluppo della progettazione esecutiva per gli interventi sul tratto 4	8
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
4	STATO ATTUALE DEI LUOGHI	11
	4.1 Il tratto 4 oggetto d'intervento.....	11
	4.2 I tratti a monte e a valle	13
	4.3 Caratteristiche geo-meccaniche dei terreni	15
5	INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO.....	18
	5.1 Obiettivi e descrizione sintetica.....	18
	5.2 Vincoli e pericolosità dell'area oggetto degli interventi	22
	5.3 Inserimento ambientale delle opere	23
	5.4 Calcoli e verifiche strutturali	25
6	DISPONIBILITÀ DELLE AREE	25
7	FASI REALIZZATIVE.....	25
8	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE	26
9	TUTELA DELLA SALUTE E SICUREZZA DEI LUOGHI DI LAVORO	27
10	STIMA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DEL PROGETTO	27
11	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	29

1 Premesse

La presente relazione si riferisce al progetto esecutivo degli *INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO SUL BACINO DEL RIO MAGGIORE NEL COMUNE DI LIVORNO - TRATTO 4* nell'ambito del più ampio progetto generale di mitigazione del rischio idraulico del bacino in parola, riguardante l'intero tratto compreso fra lo sbocco al mare e la località Limoncino.

Nei giorni 9 e 10 settembre 2017 le eccezionali precipitazioni che hanno interessato il bacino si sono tradotte in devastanti effetti sul territorio urbanizzato. Le erosioni d'alveo e soprattutto le esondazioni, che hanno comportato anche la perdita di vite umane, si sono manifestate soprattutto in corrispondenza di attraversamenti di sezione insufficiente od ostruita da materiale flottante in conseguenza del transito di una portata eccezionalmente superiore alla capacità di deflusso del corso d'acqua, generatasi a seguito di un evento meteorico che secondo le prime analisi condotte risulta associabile ad un tempo di ritorno più che cinquecentennale. A seguito dell'evento sono stati attivati alcuni interventi in somma urgenza finalizzati al ripristino delle condizioni di sicurezza in tratti critici a seguito di erosione delle sponde, alla escavazione del materiale depositato nelle casse d'espansione esistenti, ed alla pulizia di materiale vegetale (prevalentemente tronchi e ramaglie), trasportato dalla corrente e depositato generalmente a monte delle sezioni degli attraversamenti stradali. Al fine di mettere in atto gli ulteriori interventi per la riduzione del rischio idraulico, complementari agli interventi di somma urgenza realizzati, il Commissario Delegato ha ritenuto opportuno dotarsi di una analisi idrologica e di una verifica idraulica del corso d'acqua, anche in considerazione della presenza di un lungo tratto tombato di circa 1 km in corrispondenza della foce.

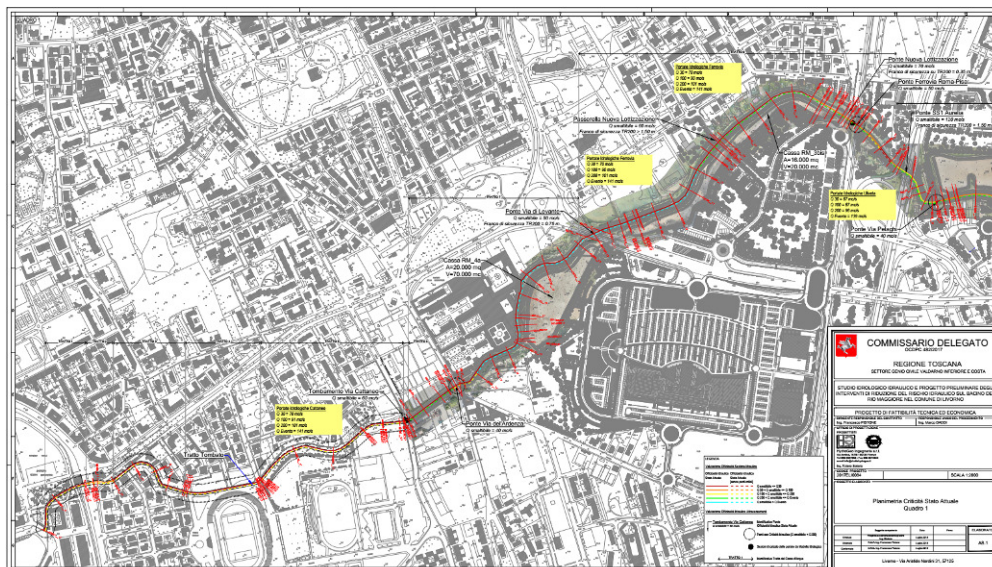
Con ordinanza del Commissario Delegato n. 11/2018, ai sensi dell'art. 5 della legge 225/1992, veniva quindi affidato a Hydrogeo Ingegneria s.r.l., l'incarico di "redazione studio idrologico idraulico e progetto preliminare degli interventi di riduzione del rischio idraulico sul bacino idrografico del Rio Maggiore, in Comune di Livorno" relativo all'intervento "Rio Maggiore – Adeguamento alveo, argini e casse di espansione, compresa realizzazione di scolmatore – 1° stralcio" come risulta da verbale predisposto in data 16/10/2017 e dalla perizia di affidamento del 16/11/2017. Venivano inoltre affidati gli incarichi per l'esecuzione dei rilievi topografici del corso d'acqua e dei manufatti interferenti.

2 Precedenti fasi della progettazione e rapporti con il presente progetto

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica, redatto dalla società Hydrogeo è stato esaminato e approvato a seguito di conferenza dei Servizi prevista dall'art. 14 della legge 241/1990, e in ottemperanza all'incarico nel frattempo assegnato a Studio Techné, detto progetto viene adesso sviluppato al livello definitivo/esecutivo per quanto riguarda il **tratto 4**, confermandone nella sostanza l'impostazione e l'entità tecnico-economica.

Le analisi svolte precedentemente hanno infatti riguardato l'intero bacino del Rio Maggiore, con studio idraulico condotto nei tronchi fluviali oggetto di rilievo topografico, indicativamente dalla località Limoncino fino alla foce.

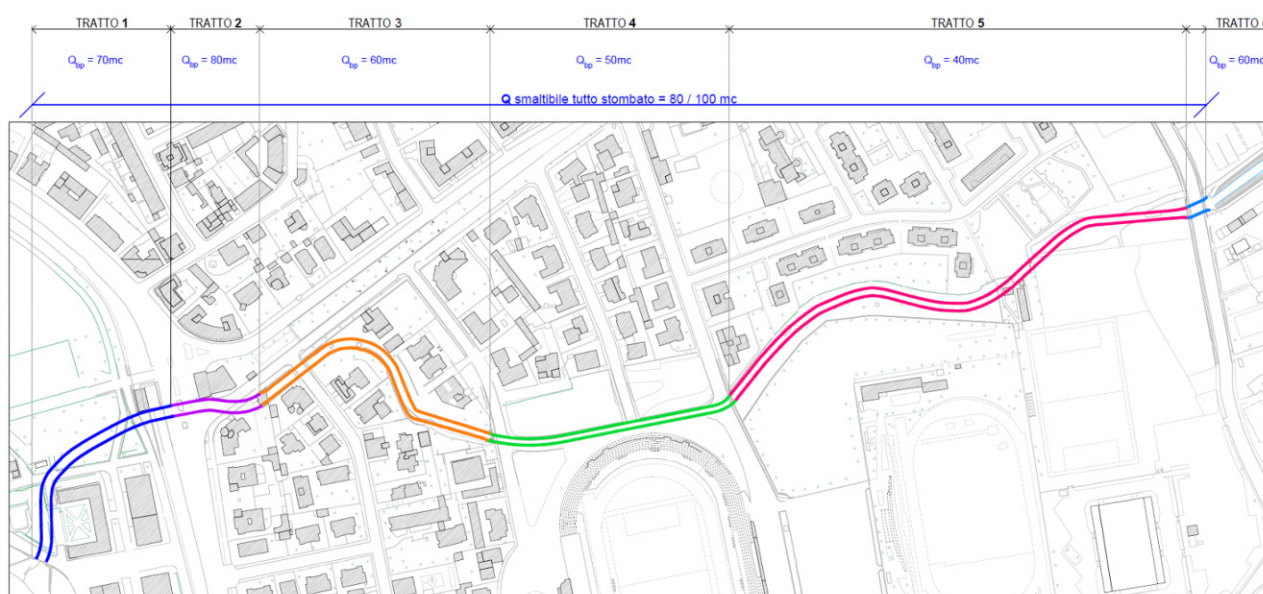
Le fasi dello studio preliminare sono così sintetizzabili:



- individuazione delle criticità del reticolo oggetto di studio allo stato attuale;
- individuazione degli interventi necessari alla rimozione o mitigazione delle criticità individuate;
- definizione dei costi delle opere e degli oneri accessori;
- individuazione di stralci funzionali che permettano una celere attuazione degli interventi.

Il rilievo del tratto tombato e delle aree poste al di sopra del tombamento stesso ha permesso di caratterizzare geometricamente le sezioni e le interferenze fra il canale ed i manufatti limitrofi. Sono così stati individuati sei distinti tratti per i quali, a partire dai rilievi topografici e dalle analisi idrologiche effettuate, è stato possibile implementare modelli idraulici dedicati alla definizione del grado di officiosità. Tali modelli, con la costruzione di 6 diversi scenari geometrici, hanno permesso di valutare la capacità di smaltimento di ciascuno dei 6 tratti a geometria omogenea evidenziati dal rilievo topografico eseguito a supporto della progettazione. Su ciascuno scenario geometrico, è stato riprodotto il tratto tombato di interesse, nella sua configurazione attuale, mentre sono stati “scoperchiati” i restanti tratti (ovvero eliminata la struttura di copertura del canale, pur mantenendo l'attuale geometria della sezione idraulica). **Ciò ha permesso di svincolare la risposta idraulica del tratto in analisi da fenomeni di rigurgito dovute alle inefficienze dei tratti adiacenti.** I risultati del modello, hanno permesso di stimare, per ciascuno dei 6 tratti a geometria omogenea, l'attuale officiosità idraulica del tombamento, ovvero la portata massima smaltibile a bocca piena dalla sezione chiusa. Rimandando per tutti i dettagli necessari alla relazione idrologico-idraulica del progetto di fattibilità tecnica ed economica, si evidenziano le officiosità calcolate:

- tratto 6 (Via Cattaneo): $Q_{\text{smaltibile}} = 60 \text{ m}^3/\text{s}$;
- tratto 5 (da Via Cattaneo a via dei Pensieri): $Q_{\text{smaltibile}} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$;
- tratto 4 (da via dei Pensieri a via Giorgio Rodocanacchi): $Q_{\text{smaltibile}} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$;
- tratto 3 (tra Via Rodocanacchi a Viale Nazario Sauro): $Q_{\text{smaltibile}} = 60 \text{ m}^3/\text{s}$;
- tratto 2 (Viale Italia); $Q_{\text{smaltibile}} = 80 \text{ m}^3/\text{s}$;
- tratto 1 (Accademia Navale); $Q_{\text{smaltibile}} = 70 \text{ m}^3/\text{s}$.



Un ulteriore scenario geometrico, che riproduce l'apertura completa di tutto il tratto tombato (simulata eliminando la copertura a tutte le sezioni del canale), ha permesso di stimare la portata massima smaltibile a piene rive che è

risultata pari a 80-100 m³/s, come si evince dal profilo longitudinale riportato in appendice 3 della citata relazione idrologico-idraulica.

Si trascurava quanto riguarda il bacino a monte del tratto 6, al momento non di interesse.

2.1 Stralci funzionali immediatamente realizzabili individuati nel progetto di fattibilità tecnica ed economica

Il progetto di fattibilità tecnica ed economica ha individuato gli stralci funzionali immediatamente realizzabili con l'obiettivo di ridurre sensibilmente la pericolosità del sistema nelle aree maggiormente a rischio:

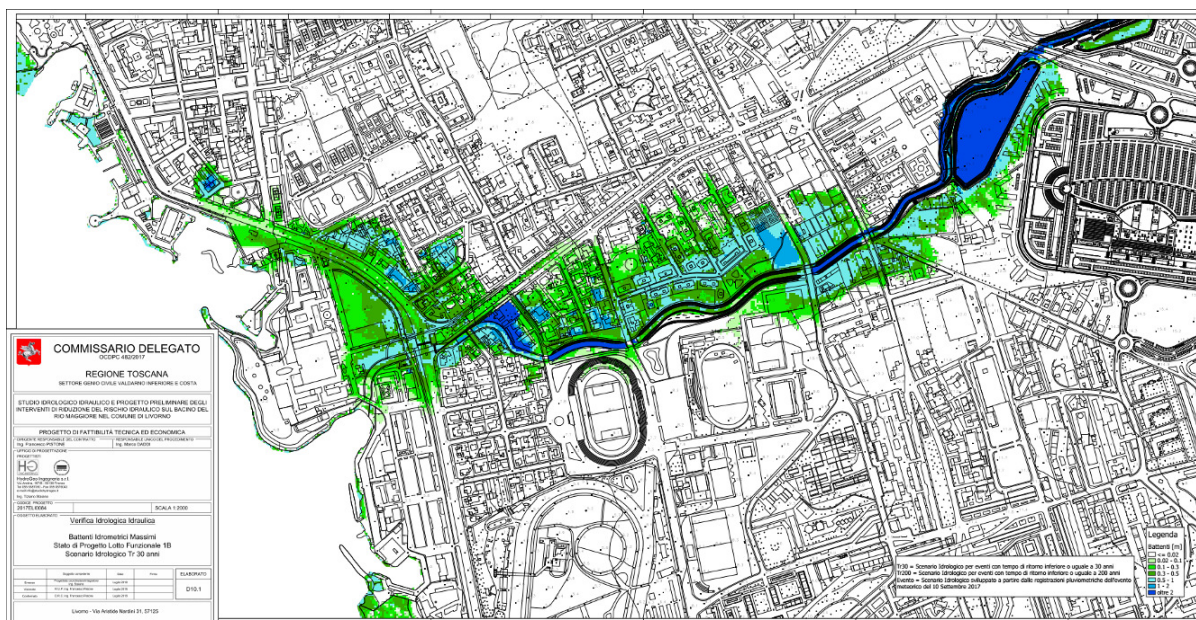
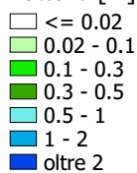
stralcio funzionale la: prevede la realizzazione del Ponte su Via Peppino Impastato e la contestuale rimozione del ponte di Via di Salviano. Questo intervento permette di ridurre sensibilmente le criticità sull'abitato di Salviano, fortemente colpito dall'evento del settembre 2017. La Realizzazione del Ponte di Via Peppino Impastato permette inoltre di ridurre il disagio per la rimozione della viabilità esistente. Al fine di garantire il collegamento fra le due parti del Quartiere è prevista la realizzazione di una passerella pedonale di larghezza utile pari a 2,50 m e luce di circa 12,00 m.

stralcio funzionale lb: è **quello oggetto della presente progettazione esecutiva** e riguarda la realizzazione degli interventi previsti sul **tratto 4**. La configurazione di progetto a cielo aperto di tale tratto permette di sfruttare la maggior capacità di deflusso del tratto terminale del tombamento esistente, e di risolvere le criticità strutturali dell'attuale tratto tombato in corrispondenza dello stadio comunale. Al fine di valutare l'efficacia degli interventi previsti nello stralcio funzionale 1B, in termini di riduzione del rischio idraulico, il modello idraulico *Flood*, sviluppato per le verifiche idrauliche dello stato attuale, è stato cimentato sulla geometria di progetto dello stralcio 1B, che prevede lo stombamento del tratto 4 (zona stadio) del Rio Maggiore per un tratto di circa 230,00 m con rifacimento degli attraversamenti di via dei Pensieri e di via Giorgio Rodocanacchi. Il modello permette la valutazione degli effetti indotti in alveo e nel territorio circostante da eventi di piena eccezionali (eventi sintetici per TR=30 e 200 anni e sollecitazione idrologica corrispondente all'evento del 9-10 settembre 2017) mediante modellistica accoppiata, monodimensionale in alveo e bidimensionale per il territorio circostante, e permette di determinare battenti, livelli e velocità di propagazione in alveo e nelle aree allagate. I risultati della simulazione sono riportati nelle tavole D10.1, D10.2 e D10.3 del progetto di fattibilità tecnica ed economica, in cui si leggono i battenti massimi attesi nelle aree allagate per ogni scenario idrologico simulato. Dal confronto con le planimetrie dei battenti dello stato attuale (tavole D3.1-D3.7), è evidente una riduzione delle aree di esondazione e dei battenti massimi attesi sulle aree urbane a valle dell'intervento. A seguito dell'apertura del tratto 4, infatti, tutto il tratto tombato terminale vede aumentata la sua capacità di smaltimento dagli attuali circa 40 m³/s a circa 80 m³/s (stato di progetto stralcio 1B), come può evincersi dai tabulati dei risultati idraulici riportati nell'elaborato D1.2 – allegato 2 – risultati modello idraulico.

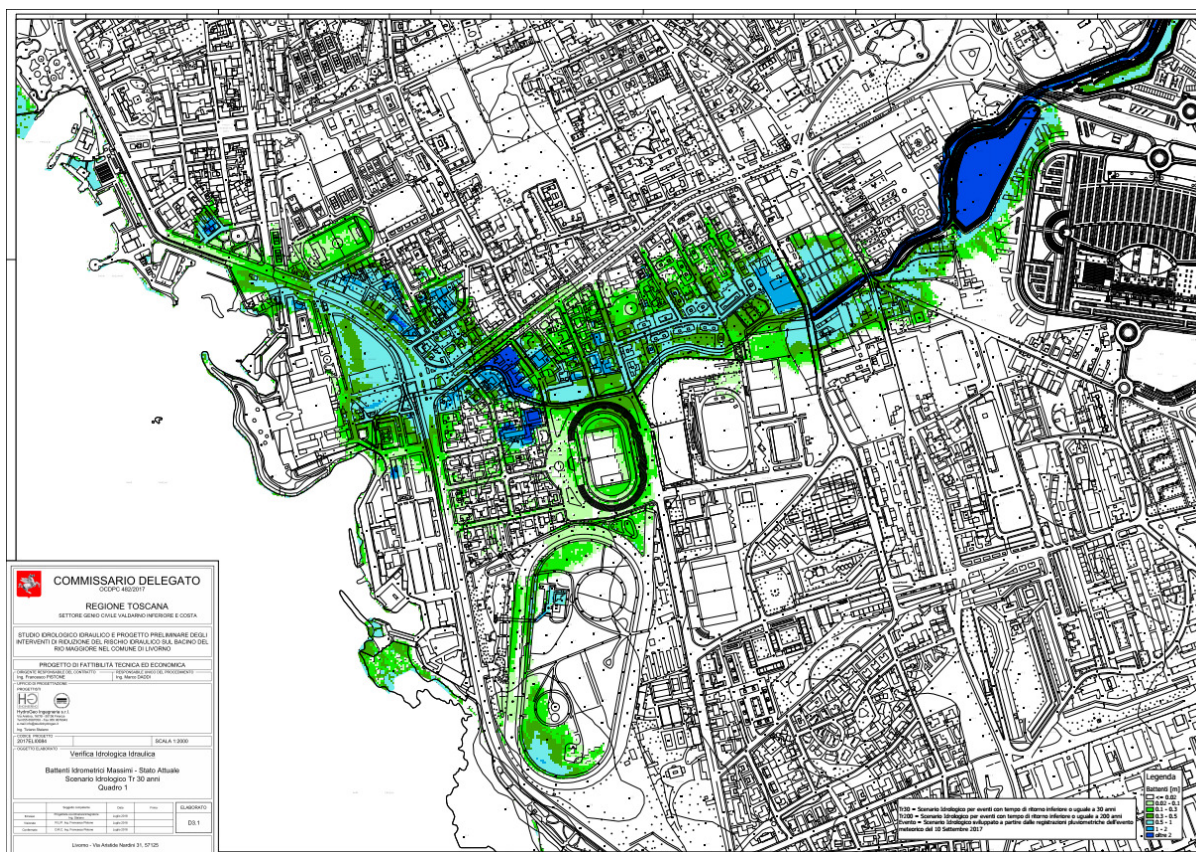
Per quanto riguarda lo stralcio 1B, oggetto della presente progettazione esecutiva, si riportano per comodità gli estratti dagli elaborati citati:

Legenda

Battenti [m]



estratto 1: battenti idrometrici massimi stato di progetto, scenario idrologico TR 30 anni

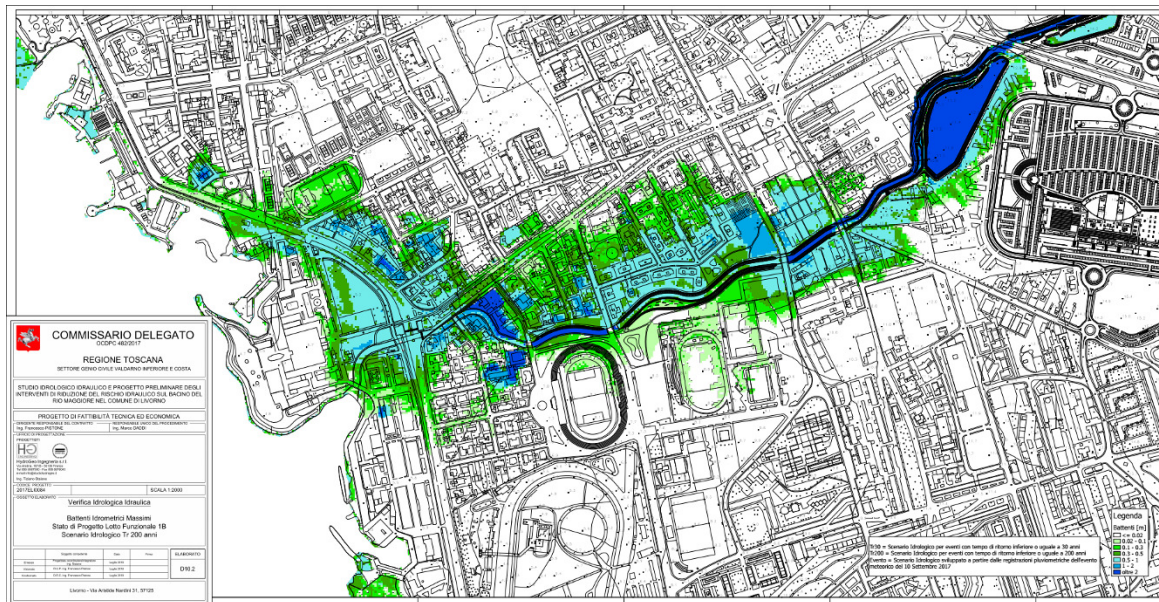


estratto 2: battenti idrometrici massimi stato attuale, scenario idrologico TR 30 anni

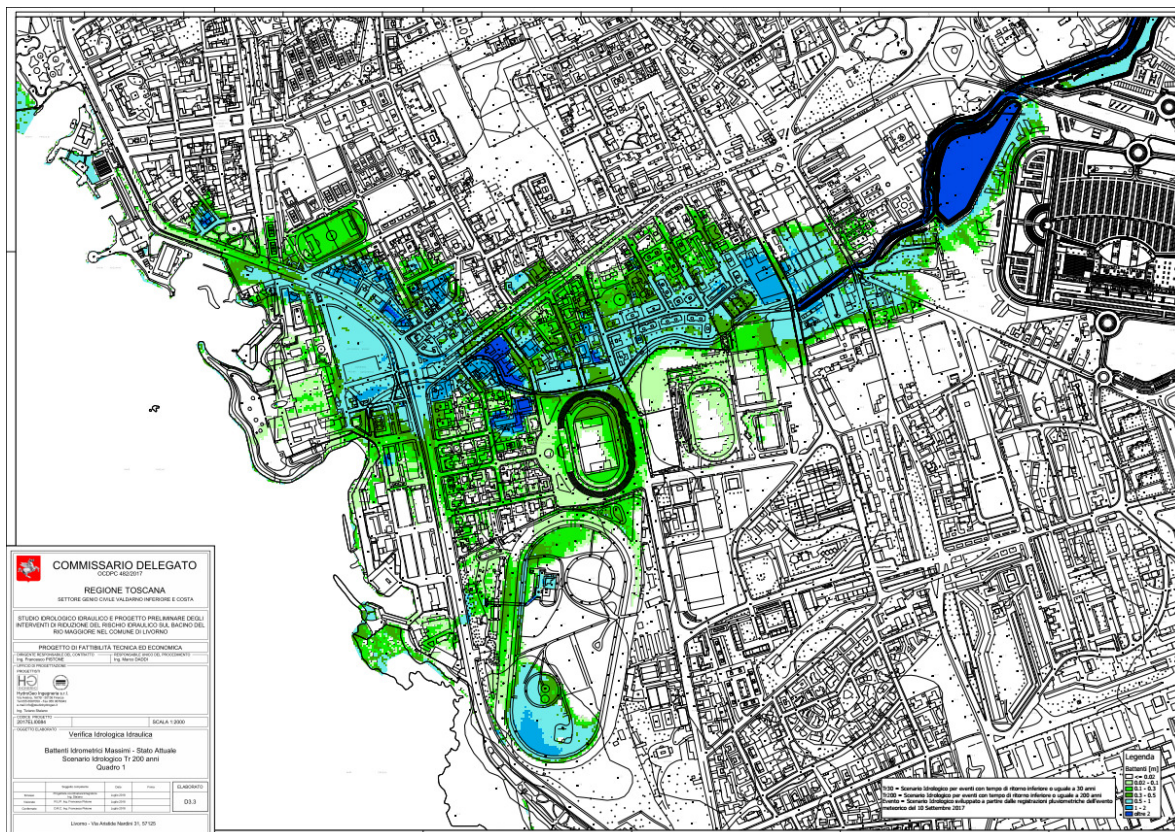
Legenda

Battenti [m]

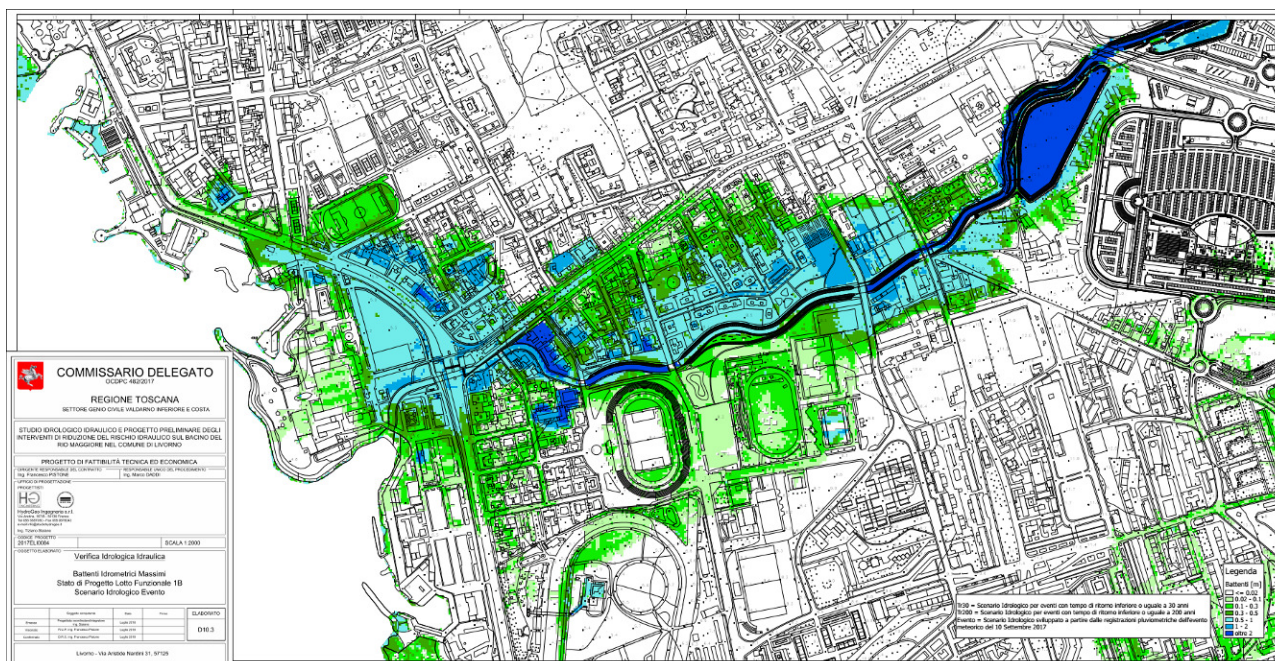
- <= 0.02
- 0.02 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2
- oltre 2



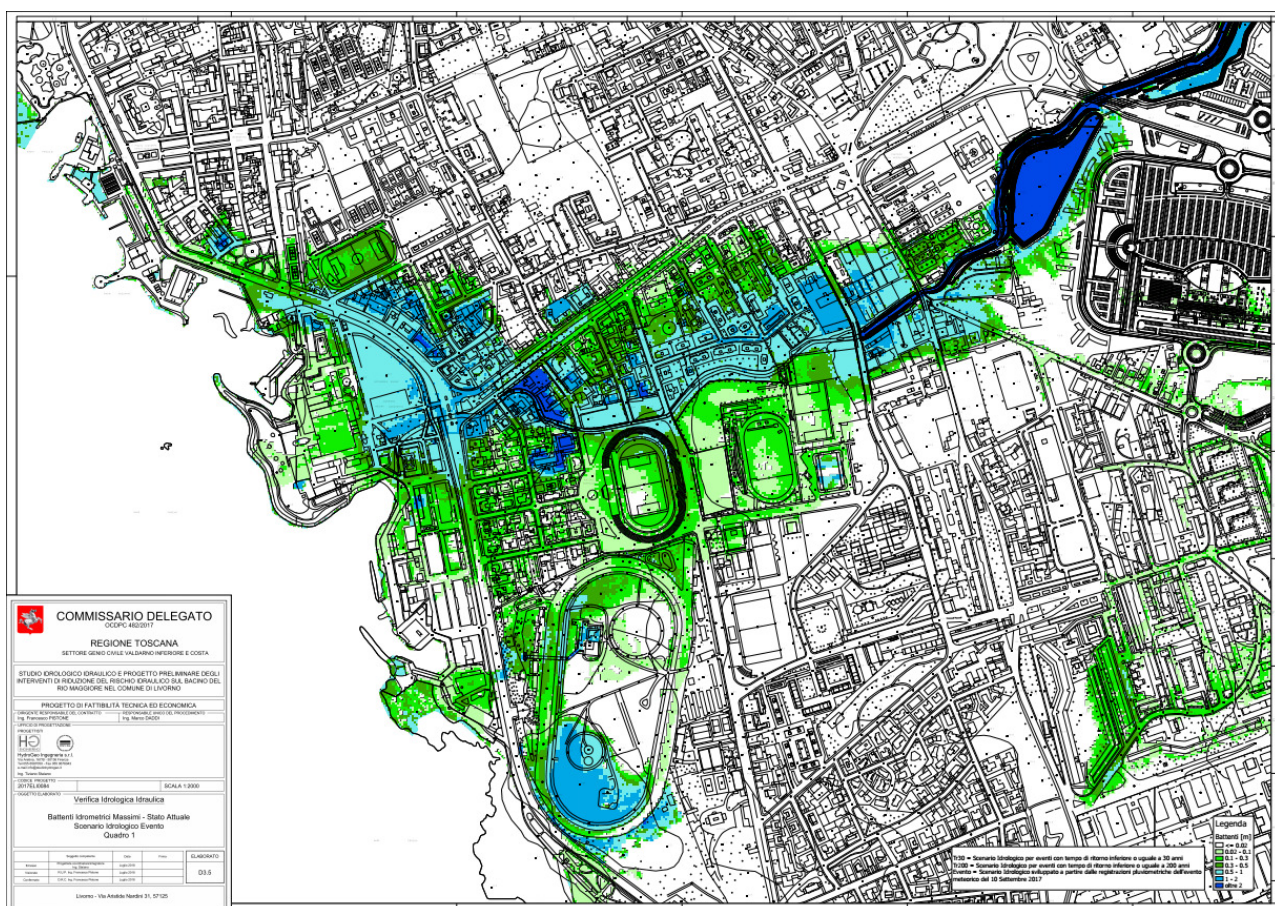
estratto 3: battenti idrometrici massimi stato di progetto, scenario idrologico TR 200 anni



estratto 4: battenti idrometrici massimi stato attuale, scenario idrologico TR 200 anni



estratto 5: battenti idrometrici massimi stato di progetto, scenario idrologico evento settembre 2017



estratto 6: battenti idrometrici massimi stato attuale, scenario idrologico evento settembre 2017

con la sola precisazione (a favore della sicurezza idraulica) dell'aumento dei franchi inizialmente previsti e dell'assenza di rigurgito per l'evento rappresentativo delle condizioni del settembre 2017 in corrispondenza del ponte di via dei Pensieri.

3 Normativa di riferimento

Gli interventi nel complesso sono stati progettati in conformità agli strumenti urbanistici vigenti nel Comune di Livorno (in particolare il R.U. approvato con deliberazione C.C. n. 19 del 25/01/1999, il piano particolareggiato "Nuovo centro" e relative varianti al R.U. del 2015) e il piano di gestione del rischio alluvioni (P.G.R.A.) del bacino del fiume Arno approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 03/03/2016.

Le altre norme di riferimento per la redazione del progetto sono (elenco non esaustivo):

1. Per tutto quanto riguarda la normativa sui lavori pubblici:
 - Decreto Legislativo 18 aprile 2016 n. 50 Codice dei contratti pubblici e s.m.i.;
 - Decreto Legislativo 207/2010 Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici;
 - Linee Guida ANAC.
2. Per tutto quanto riguarda gli aspetti legati alla sicurezza cantieri si rimanda al D.Lgs 81/2008 e smi. Per quanto riguarda la normativa sicurezza e segnaletica nei cantieri stradali si rimanda anche a:
 - D.M. Infrastrutture 10 luglio 2002.
 - Decreto Interministeriale -Ministro del lavoro e delle politiche sociali di concerto con il Ministro della salute e il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti del 4 marzo 2013 indicazioni riportate nella pubblicazione dell'INAIL 2010 "La sicurezza sul lavoro nei cantieri stradali".
3. Per tutto quanto riguarda le norme della circolazione/progettazione stradale si rimanda a:
 - Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
 - D.M. 22 Aprile 2004 Modifica del decreto 05/11/2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
 - D.M. 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche delle intersezioni stradali" del Ministero dei Trasporti;
 - "Linee guida per le analisi di sicurezza stradale" del Ministero dei Trasporti;
 - Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
 - N.C.d.S (D.P.R. n°495 del 16/12/1992 e ss.mm.ii.);
 - Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n° 285 Nuovo Codice della Strada; Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della strada n° 495 del 16 dicembre 1992.
 - Le normative che si applicano per la costruzione delle opere riguardano l'uso e l'impiego di materiali per lavori stradali e sono riferibili a quelle EN (Norme Europee) – EN-UNI (Norme europee armonizzate) – C.N.R. B.U. (Norme Consiglio Nazionale delle Ricerche – Bollettino Ufficiale);

- “Decreto del Presidente della Giunta Regionale 29 luglio 2009, n. 41/R” - Regolamento di attuazione dell’articolo 37, comma 2, lettera g)
 - D. Lgs. 15 marzo 2011, n. 35, “Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture”;
 - D.M. 2 maggio 2012, n.182, “Linee guida gestione sicurezza infrastrutture stradali”
4. Per quanto riguarda i limiti di rumorosità verso l'esterno del cantiere sono fissati dal DPCM 1/3/91 e smi.
5. Per tutto quanto riguarda gli aspetti relativi agli impianti (gli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche, illuminazione, impianti di cantiere ecc) si rimanda alla normativa di riferimento ed in particolare:
- DPR 462/01 - Guida tecnica alla prima verifica degli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche e impianti di messa a terra.
 - DM 37/2008 e s.m.i.
 - UNI 11248-2016: "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche".
 - UNI EN 13201: "Illuminazione stradale", parti 2, 3, 4, 5.
6. Per quanto riguarda gli aspetti idraulici di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche si fa riferimento al D.Lgs 152/1999 ed in particolare “art. 39. Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia” e alla normativa regionale in materia in particolare P.A.I. Arno (Piano di assetto idrogeologico – autorità di Bacino fiume Arno).
7. Per quanto riguarda gli aspetti strutturali:
- Legge 1086 del 05/11/1971: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica";
 - Legge 64 del 02/02/1974: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
 - D.M. LL.PP. del 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
 - Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).

4 Stato attuale dei luoghi

4.1 Il tratto 4 oggetto d'intervento

Il tratto 4 del Rio Maggiore, compreso fra via Giorgio Rodocanacchi e via dei Pensieri, è interamente coperto con struttura in calcestruzzo armato realizzata presumibilmente negli anni '30 del secolo scorso nell'ambito della costruzione dello stadio comunale (oggi "Armado Picchi"), ad esso attiguo, come può evincersi dalle immagini storiche riportate a fianco.

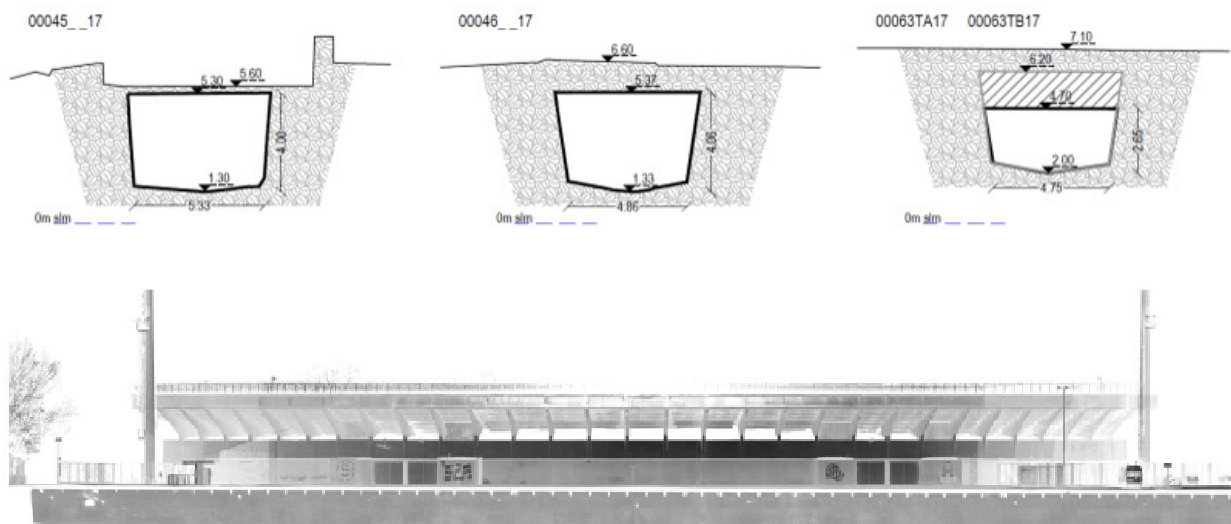


L'individuazione planimetrica e aerea è fornita dalle seguenti immagini:



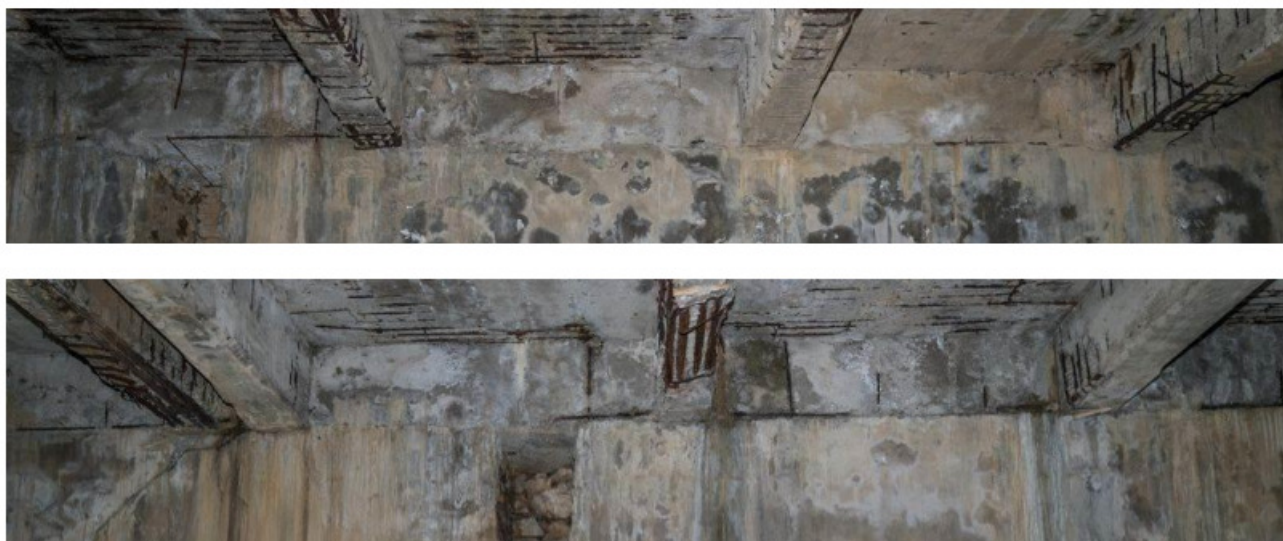
Esso è caratterizzato dalla presenza di una sezione realizzata con materiali compositi. Il fondo alveo risulta infatti rivestito da una soletta in calcestruzzo, probabilmente non armata; le sponde pseudoverticali sono realizzate parte in muratura a malta cementizia e parte in calcestruzzo; la superficie appare comunque rasata con intonaco; l'impalcato del tombamento è invece costituito, come accennato, da una soletta appoggiata e collaborante con travi ricalate, il tutto in calcestruzzo armato. In superficie il tratto esce dalla zona residenziale e si immette lungo una strada asfaltata a servizio dello stadio (margine nord di piazzale Montello) posizionato nelle immediate vicinanze del Rio, in sinistra idraulica.

La sezione del tombamento ha un'area media di circa 20,8 m².



profilo longitudinale del tratto 4 rilevato mediante scansione laser

Le strutture portanti del solaio appaiono fortemente compromesse dal punto di vista strutturale, con esposizione dei ferri di armatura, e distacco di ampie porzioni di calcestruzzo, soprattutto in corrispondenza delle nervature.



immagini interne e evidenziazione dello stato di degrado delle strutture in calcestruzzo armato

Sono inoltre presenti numerosi scarichi fognari, accompagnati da numerosissime infiltrazioni provenienti da crepe e feritoie della muratura. Da segnala poi la presenza di tubazioni passanti, anche di dimensioni notevoli, come ad esempio in prossimità di via dei Pensieri, dove l'attraversamento di uno dei collettori fognari principali della città riduce la sezione liquida disponibile di circa un terzo.



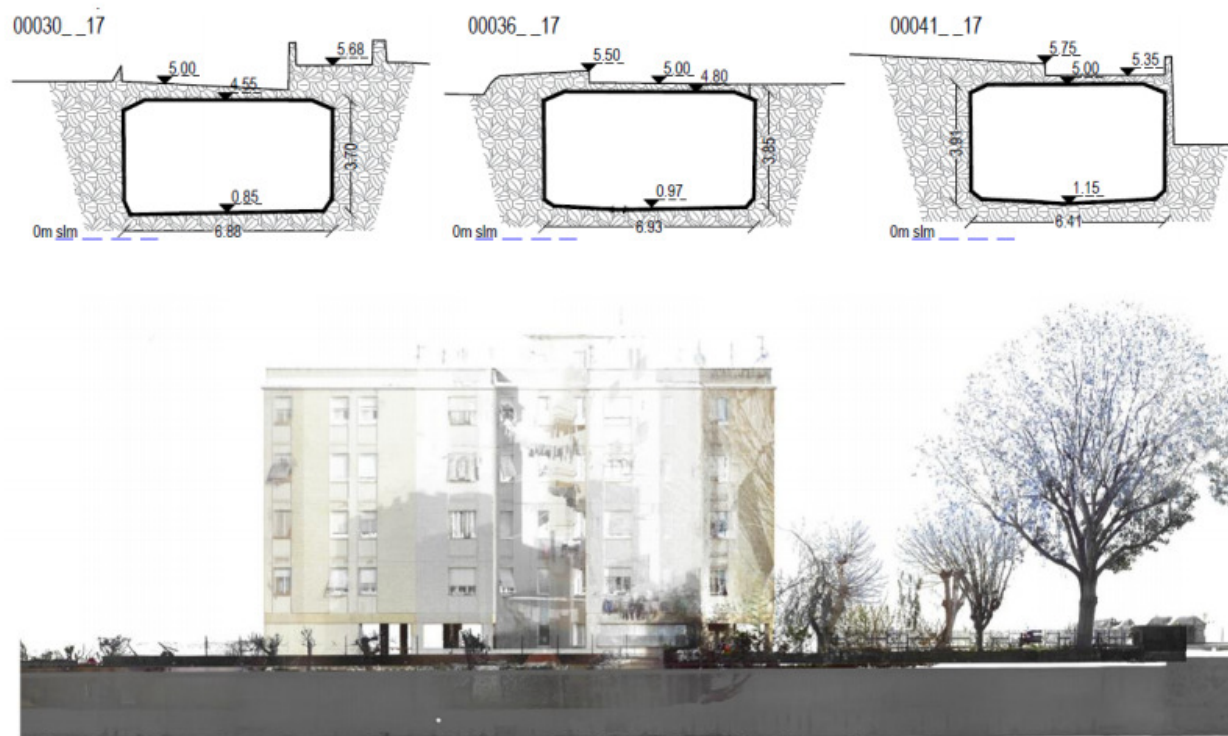
immagini mostranti scarichi, infiltrazioni e tubazioni passanti (si noti in quella a sinistra l'ingombro dell'attraversamento fognario)

4.2 I tratti a monte e a valle

Il Comune di Livorno ottenne nel 1980 l'autorizzazione per la copertura del tratto 3 del Rio Maggiore, che va da Viale Italia a Via Rodocanacchi (istanza presentata dal Comune in data 25/05/1980). Il progetto prevedeva il tombamento del tratto lungo 220 m, con struttura scatolare in cemento armato gettato in opera; il progetto prevedeva inoltre la realizzazione, lungo la superficie coperta, un'area verde attrezzata. Questo tratto si snoda tra le proprietà private residenziali, segnando una fascia a tratti pavimentata e per altri rinverdata anche da erbe spontanee, larga circa quanto l'ampiezza del tombamento. Di proprietà del Demanio, è accessibile ma in stato di forte degrado.

La conformazione è quella di uno scatolare a sezione rettangolare con angoli smussati. Ha un'altezza variabile dai 3,70 m ai 3,90 m, arrivando con l'intradosso a pochi centimetri di distanza dal piano campagna. Presenta un andamento uniforme che segue sia la pendenza per il deflusso delle acque e sia il suo percorso, in questo tratto caratterizzato da due curve.





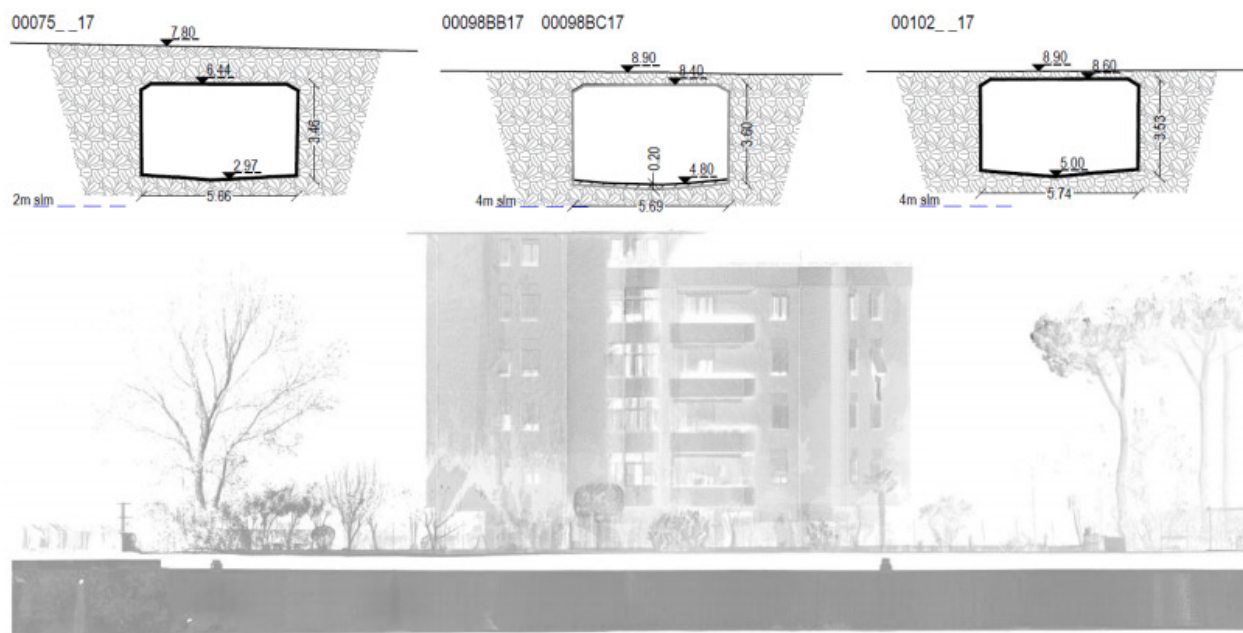
In questo tratto il cambio di sezione con quello a valle risulta piuttosto brusco, ed idraulicamente poco efficiente. La struttura in cemento armato risulta però in buono stato di manutenzione, con scarsissimi elementi di degrado: vi sono alcuni ferri scoperti sul soffitto e forti imbibimenti delle pareti in calcestruzzo in corrispondenza delle immissioni dei numerosi collettori fognari. La sezione liquida disponibile è mediamente di 30 m².



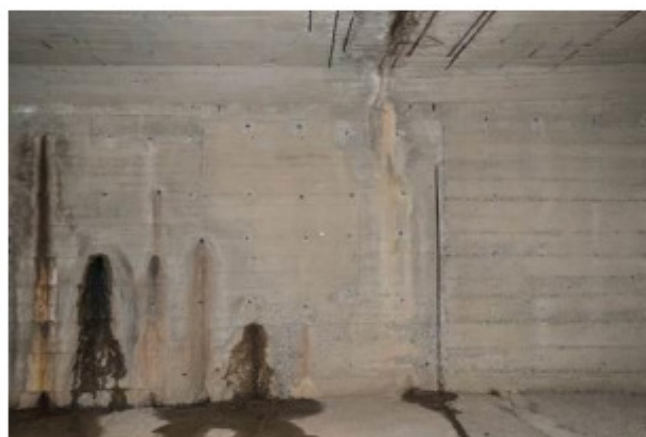
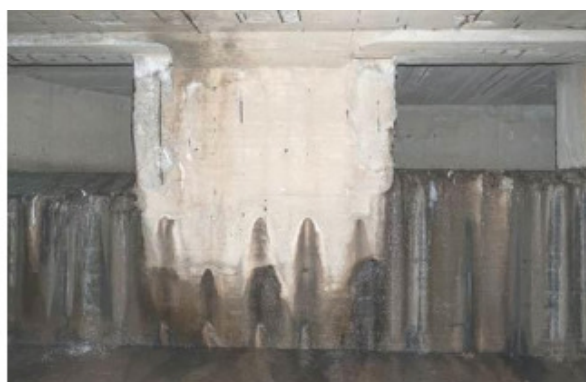
cambio di sezione con il tratto 2

uno degli scarichi presenti

Anche il tratto 5 si presenta interamente coperto. Il Comune di Livorno ottiene il 6/06/1973 l'autorizzazione dal Genio Civile per la copertura fra via dei Pensieri e via Cattaneo. Il progetto prevedeva un tombamento lungo 410 m con una struttura in calcestruzzo armato e una sezione di 5,70 x 3,60 m. dall'andamento altamente curvilineo. Il tratto percorre delle aree a verde, di proprietà demaniale che confinano in destra con i giardini di pertinenza degli edifici residenziali, in sinistra con la cittadella sportiva comunale. In alcuni punti lo spessore che intercorre fra il piano campagna e l'estradosso dell'opera è ridotta al minimo, circa 30 cm. Il tombamento è realizzato in opera e riprende sia l'aspetto che la sezione rettangolare del terzo tratto, ma con dimensioni differenti e gli angoli che risultano smussati solo nella parte superiore. La sezione liquida disponibile ha una superficie di circa 19 m².



All'incirca a metà dell'opera sono presenti due aperture rettangolari in destra idraulica; i canali, molto ampi, rappresentano lo sbocco nel Rio maggiore di un corso d'acqua minore, non cartografato e di cui non si hanno ulteriori informazioni negli atti pubblici. Le pareti e la volta risultano visibilmente deteriorate e presentano numerosi punti di infiltrazione, quasi sempre associati alla presenza di tubazioni di scarico.

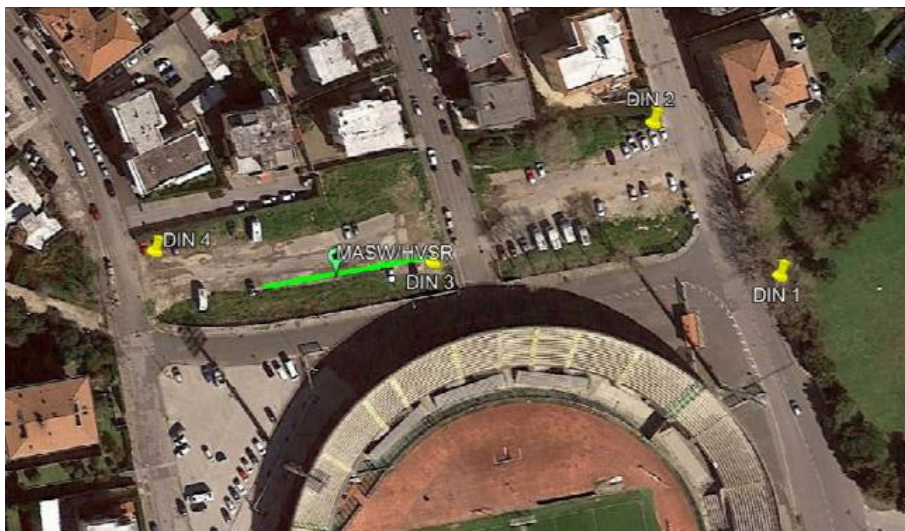


4.3 Caratteristiche geo-meccaniche dei terreni

Preliminarmente alla redazione del progetto sono stati effettuati sopralluoghi nell'area e rilievi. Contemporaneamente sono state eseguite indagini geognostiche - coordinate dallo scrivente e curate dal Geologo

Dott. Massimiliano Vannozzi della Società Gaia Servizi, iscritto all'albo dell'Ordine dei geologi della regione Toscana con il n. 1027 -:

- n. 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH);
- n. 1 indagine sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);
- n. 1 indagine di sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)



e redatta una relazione geologico tecnica che costituisce documento specialistico di supporto all'attività di progettazione che non viene materialmente allegato al presente progetto in quanto commissionato direttamente dalla Committenza e nella disponibilità di quest'ultima.

Rimandando a detto documento per i dettagli, si riassumono le principali caratteristiche geo-meccaniche dei terreni costituenti il sedime delle opere in progetto.

Il modello geologico di riferimento dell'area vede la presenza dei seguenti orizzonti, individuati praticamente su tutte le verticali di indagine, così ordinati dall'alto verso il basso:

- terreno di riporto in prevalenza grossolano, di spessore variabile da circa 0,50 m (verticali DIN 2 e DIN 3) a quasi 3,00 m (verticale DIN 1);
- depositi alluvionali costituiti da limi argillosi e sabbiosi, presenti dalla base del riporto fino a profondità comprese tra 3,00 m (verticale DIN 2) e 5,20 m (verticale DIN 4);
- sabbie e calcareniti disgregate, che rappresentano la cd. "panchina" disgregata, individuate su tutte le verticali di prova a quote differenti (da 3,00 m sulla verticale DIN 2 a 5,20 m sulla verticale DIN 4) e con spessori altrettanto variabili (caratteristica comune a questo orizzonte litostratigrafico nel territorio comunale, da uno spessore minimo di 1,00 m sulla verticale DIN 2 a un massimo di 2,20 m sulla verticale DIN 1); solo in un caso (verticale DIN 4) è stata intercettata la calcarenite compatta dopo 2 m di calcarenite disgregata;
- argille limose a grado di consistenza crescente con la profondità, presenti al di sotto dell'orizzonte di sabbie e calcareniti disgregate, intercettate su tutte le verticali di prova; solo sulla verticale DIN 4 non è stato possibile verificare la presenza di questo orizzonte, a causa dell'impossibilità di approfondire l'indagine oltre la calcarenite compatta.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i Modelli Geotecnici del terreno, ricostruiti su ciascuna verticale di prova.

verticale DIN1

Strato	Profondità dal piano di campagna (m)	Natura orizzonte litotecnico	γ_k (kN/m ³)	c_{uk} (kPa)	ϕ'_k (°)	M_{ok} (MPa)
1	0 - 2,80	Terreno di riporto grossolano poco addensato	19,25	-	32,0	15,0
2	2,80 - 4,20	Limi e argille sabbiose poco consistenti	18,25	40	29,0	4,0
3	4,20 - 6,40	Sabbie e calcareniti disgregate poco addensate	19,25	-	31,0	20,0
4	6,40 - 7,80	Argille limose poco consistenti	18,25	40	-	4,0
5	7,80 - 10,40	Argille limose mediamente consistenti	19,25	100	-	6,5
6	10,40 - 12,20	Argille limose compatte	20,00	160	-	9,0

verticale DIN2

Strato	Profondità dal piano di campagna (m)	Natura orizzonte litotecnico	γ_k (kN/m ³)	c_{uk} (kPa)	ϕ'_k (°)	M_{ok} (MPa)
1	0 - 0,40	Terreno di riporto grossolano poco addensato	19,25	-	32,0	15,0
2	0,40 - 3,00	Limi e argille sabbiose poco consistenti	17,75	25	28,0	3,0
3	3,00 - 4,00	Sabbie e calcareniti disgregate mediamente addensate	19,50	-	33,0	25,0
4	4,00 - 5,60	Argille plastiche	17,50	20	-	2,5
5	5,60 - 7,60	Argille limose poco consistenti	18,75	60	-	5,0
6	7,60 - 10,40	Argille limose mediamente consistenti	19,50	100	-	6,5
7	10,40 - 12,20	Argille limose compatte	20,25	175	-	10,0

verticale DIN3

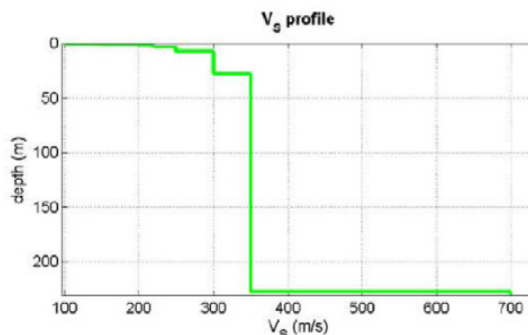
Strato	Profondità dal piano di campagna (m)	Natura orizzonte litotecnico	γ_k (kN/m ³)	c_{uk} (kPa)	ϕ'_k (°)	M_{ok} (MPa)
1	0 - 0,40	Terreno di riporto grossolano poco addensato	19,25	-	32,0	15,0
2	0,40 - 4,60	Limi e argille sabbiose poco consistenti	17,50	25	28,0	3,0
3	4,60 - 6,40	Sabbie e calcareniti disgregate mediamente addensate	19,25	-	32,0	25,0
4	6,40 - 7,20	Argille plastiche	17,50	20	-	2,5
5	7,20 - 8,20	Argille limose poco consistenti	18,25	50	-	4,0

verticale DIN4

Strato	Profondità dal piano di campagna (m)	Natura orizzonte litotecnico	γ_k (kN/m ³)	c_{uk} (kPa)	ϕ'_k (°)	M_{ok} (MPa)
1	0 - 0,80	Terreno di riporto grossolano poco addensato	19,25	-	32,0	15,0
2	0,80 - 5,20	Limi e argille sabbiose poco consistenti	17,50	20	27,0	2,5
3	5,20 - 7,20	Sabbie e calcareniti disgregate mediamente addensate	19,25	-	32,0	25,0
4	7,20 - 7,60	Calcareniti compatte	20,50	-	40,0	50,0

Gli orizzonti geotecnicamente più scadenti sono rappresentati dai limi e argille sabbiose poco consistenti (orizzonte n.2 su tutte e 4 le verticali di prova) e dalle argille plastiche (orizzonte n.4 sulle verticali di prova DIN 2 e DIN 3), cui si associano valori di coesione non drenata molto bassi (tra 20 e 25 kPa).

Relativamente alla modellazione sismica dell'area di intervento, gli studi sito specifici effettuati hanno permesso l'adozione dell'approccio semplificato di cui al punto 3.2.2. delle NTC 2018, facendo riferimento alla categorie di sottosuolo ivi definite. La **categoria topografica** di riferimento è la **T1**, caratterizzata da superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$. Per una descrizione dettagliata delle caratteristiche tecniche dell'indagine MASW eseguita si rimanda alla relazione tecnica contenuta all'interno dell'apposito elaborato. Nella figura a lato è riportato il profilo sismico fornito dall'elaborazione della prova congiunta MASW-HVSR, da cui emerge un costante miglioramento nella velocità delle onde SH con la profondità:



Partendo dal piano di campagna, la velocità media $V_{s,rif}$ (in questo caso coincidente con la V_{s30}) delle onde di taglio SH risulta essere pari a 276 m/s; ai sensi delle NTC 2018, un simile valore di $V_{s,rif}$ consente di attribuire al terreno di fondazione una **categoria di sottosuolo "C"**.

I **coefficienti di amplificazione** topografica **ST** e stratigrafica **SS** da adottare sono quindi rispettivamente di **1,0** e **1,5**. Tutti i parametri geotecnici qui riassunti sono stati debitamente tenuti in conto nella progettazione strutturale delle opere d'arte previste dal progetto.

5 Interventi previsti in progetto

5.1 Obiettivi e descrizione sintetica

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di interventi sul Rio Maggiore per la riduzione del rischio idraulico ingenerato sul territorio comunale di Livorno e si propone i seguenti obiettivi:

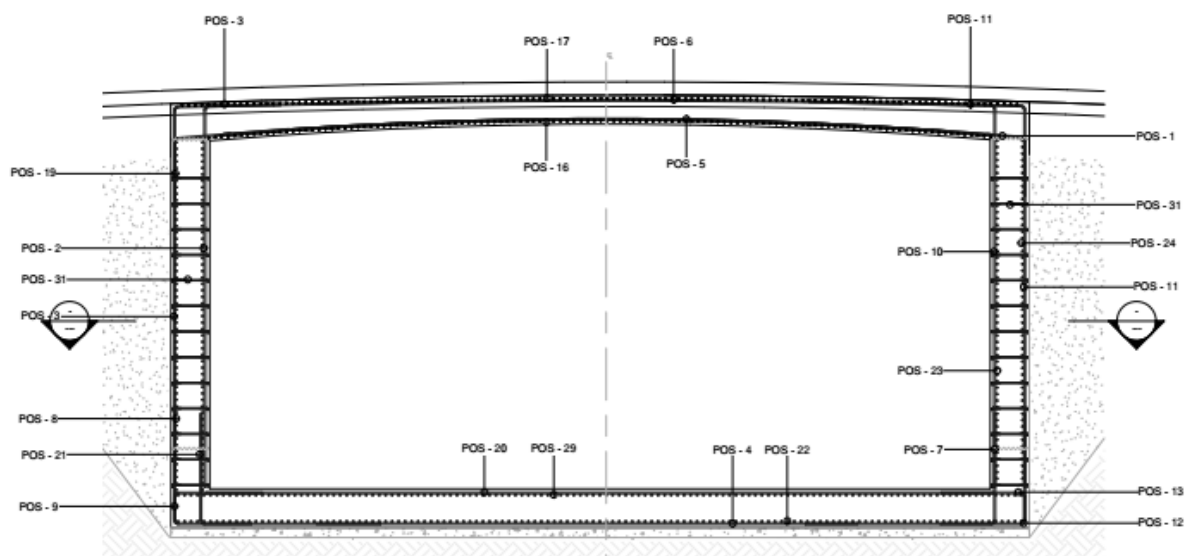
- riduzione delle aree allagabili in occasione di eventi di piena eccezionali;
- riduzione del carico idraulico sulle infrastrutture e strutture idrauliche di contenimento;
- incremento dell'efficienza idraulica del corso d'acqua ed ottimizzazione delle opere di difesa idraulica esistenti (casce di espansione).

La soluzione progettuale proposta, frutto di un'articolata indagine conoscitiva e di una accurata valutazione delle alternative progettuali, prevede la realizzazione di una serie di interventi puntuali e diffusi che interessano il reticolo del Rio Maggiore dalla località Limoncino fino allo sbocco a mare, per un totale di circa 6,6 km.

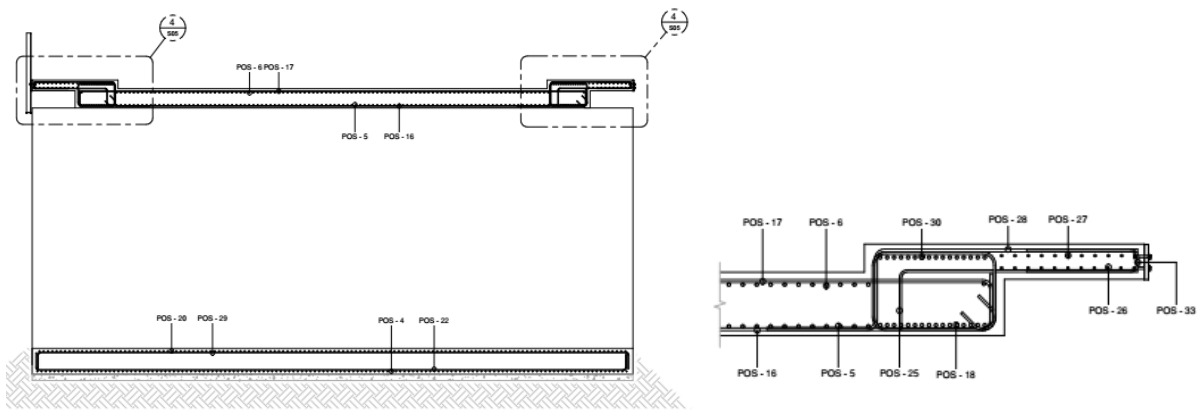
Per quanto riguarda il presente primo stralcio esecutivo, relativo al tratto 4 precedentemente individuato, si prevede la realizzazione di un canale aperto nella vasta area libera posta immediatamente a nord dello stadio comunale. La sezione di progetto ha una larghezza del fondo pari a 10,00 m e sponde costituite da un muro verticale in calcestruzzo armato con rasatura cementizia in sinistra idraulica, e da un muro in scogliera con pendenza 1:1 in destra. Il fondo alveo è previsto rivestito in massi ciclopici intasati in terra (corazzatura). Il nuovo tracciato planimetrico prevede l'allontanamento dalla viabilità di accesso allo stadio e la riqualificazione di tutte le aree contermini, con realizzazione di percorsi pedonali e ciclopedonali, riassetto ed ampliamento delle aree verdi mediante creazione di fasce inerbite ed inserimento di alberature e arbusti:



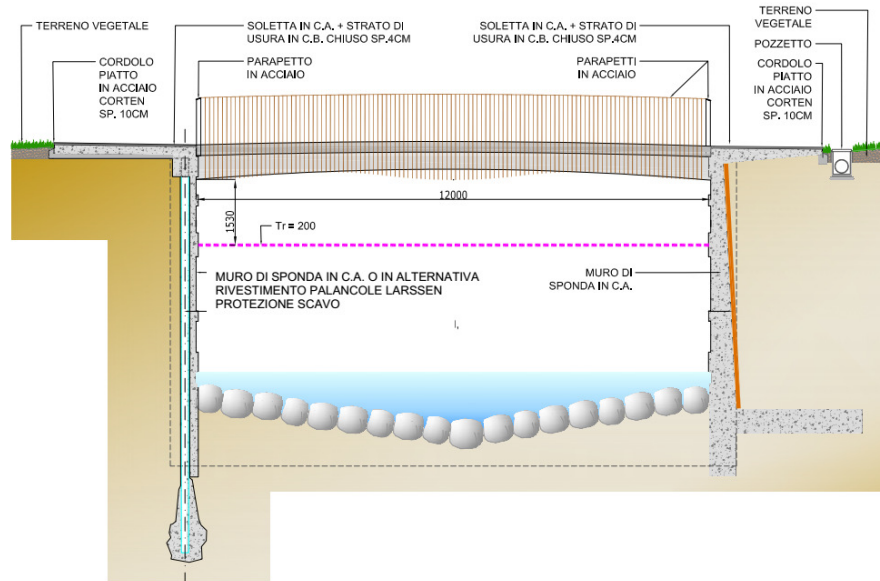
Le opere d'arte previste sono un nuovo ponte per l'attraversamento di via Giorgio Rodocanacchi (individuato nel progetto di fattibilità come *opera 4a*) di luce libera 10,00 m e un nuovo ponte per l'attraversamento di via dei Pensieri (individuato nel progetto di fattibilità come *opera 4c*) di luce libera 12,00 m. Entrambe sono state concepite strutturalmente come scatolari chiusi in calcestruzzo armato, in modo da permettere un andamento verticale curvilineo del soprastante asse stradale - necessario per permettere un innalzamento dello stesso tale da garantire il franco idraulico minimo di 1,50 m minimo previsto al punto 5.1.2.4 delle N.T.C. 2018 per TR 200 anni, nonché di far transitare senza rigurgito in corrispondenza del ponte di via dei Pensieri la portata corrispondente all'evento del settembre 2017 - senza le conseguenze che la perdita di spinta dovuta ad un evento sismico potrebbe comportare su strutture geometricamente analoghe ma con funzionamento statico di tipo spingente.



sezione longitudinale ponte via dei Pensieri - fuori scala

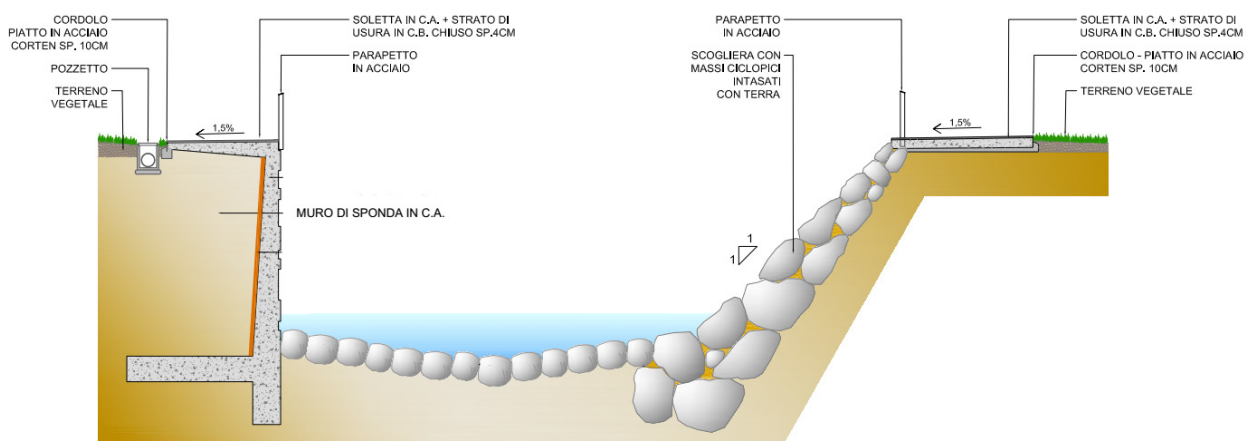


sezione trasversale e dettaglio ponte via dei Pensieri - fuori scala

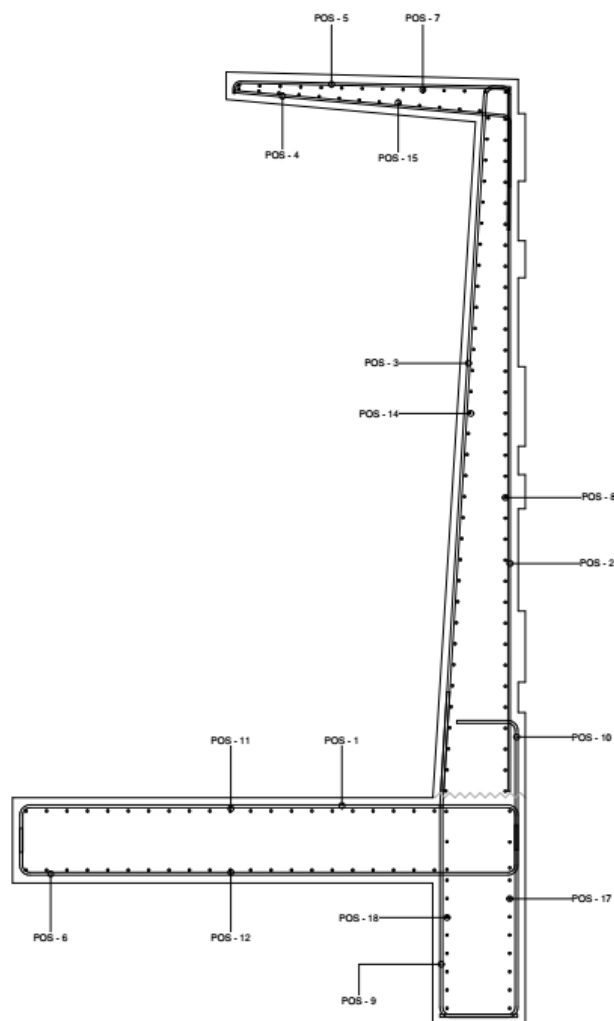


prospetto da valle ponte via dei Pensieri - fuori scala

Per quanto riguarda il muro di contenimento previsto in sinistra idraulica, esso avrà un funzionamento classico a gravità con fondazione proungata verso monte, ma si è prevista la presenza di un taglione in fondazione per contrastare scalzamenti ed eventuali fenomeni di sifonamento. Per quanto riguarda la finitura si è optato (vedi oltre, inserimento ambientale delle opere) per il calcestruzzo a faccia in vista, ma con superficie stampata da realizzarsi mediante matrici a negativo riproducenti l'aspetto della pietra naturale.



sezione trasversale tipo nuovo alveo Rio Maggiore - fuori scala



sezione trasversale tipo muro di contenimento - fuori scala

La lunghezza totale del tratto di intervento è circa 150,00 m.

In prossimità del nuovo ponte di via Rodocanacchi, sulla sponda in destra idraulica il progetto generale prevede la realizzazione del manufatto di imbocco di un nuovo canale scolmatore, che percorrerà via Rodocanacchi e viale Nazario Sauro e si reimmetterà nel canale aperto del Rio Maggiore all'interno dell'area dell'Accademia Navale dopo aver sottoattraversato il Viale Italia a nord della Barriera Regina Margherita. Detto canale scolmatore, di lunghezza complessiva pari a circa 450 m, non può essere realizzato nel presente stralcio, e per evitare discontinuità di sezione idraulica ed un impatto estetico che al momento potrebbe risultare sgradito si è preferito evitare di realizzare la relativa predisposizione d'imbocco, che potrà essere facilmente messa in opera in futuro con semplice rimozione parziale dei massi costituenti il muro in scogliera, che sono previsti intasati con terra.

Oltre alle opere idrauliche e strutturali sono previste tutte le opere di urbanizzazione (raccordi stradali, ripristino strada comunale a nord di piazzale Montello, ripristino recinzioni fisse e mobili per la sicurezza dello stadio, adeguamento degli impianti di pubblica illuminazione e videosorveglianza presenti nell'area - questi ultimi anche provvisoriamente in fase di cantiere - , realizzazione percorsi ciclopeditoni e sistemazione a verde, comprensiva di impianto di irrigazione).

Per quanto riguarda i percorsi ciclopeditoni, previsti su entrambe le sponde, si segnala che quello in destra sarà utilizzabile anche nelle operazioni di manutenzione ordinaria del muro in scogliera (taglio di vegetazione e arbusti mediante trinciastocchi applicato a trattore agricolo). Non si è ritenuto opportuno prevedere in questo tratto, destinato

anche a una decisa e necessaria riqualificazione urbana, una rampa per la discesa in alveo di mezzi d'opera. Ciò sia perché il tratto a cielo aperto risultante dalla sistemazione ha dimensioni tali da permettere lo sfalcio con decespugliatori e giacitura pseudo orizzontale (per la scarpata in destra, invece, si potrà operare come accennato dall'alto, mediante trinciastocchi a braccio) che consente agile pedonabilità, sia perché tale opera di accesso potrà essere più efficacemente collocata nel tratto successivo, una volta realizzato, con ubicazione in sponda sinistra e accesso dall'area pubblica della cittadella sportiva.

Gli interventi proposti costituiscono il naturale sviluppo di quanto previsto dal progetto di fattibilità tecnica ed economica approvato nel settembre 2018, rispetto al quale si è sostanzialmente operato un approfondimento degli aspetti relativi alle opere civili e strutturali senza alterazione del modello idraulico di riferimento che, come accennato nelle premesse al presente documento, viene confermato ed è stato assunto quale base di partenza nello sviluppo della presente progettazione esecutiva. Gli interventi previsti in fase preliminare sono quindi sostanzialmente confermati e sviluppati nei dettagli in conseguenza di una migliore e maggiore disponibilità di informazioni, come è naturale in un processo di progettazione articolato per fasi.

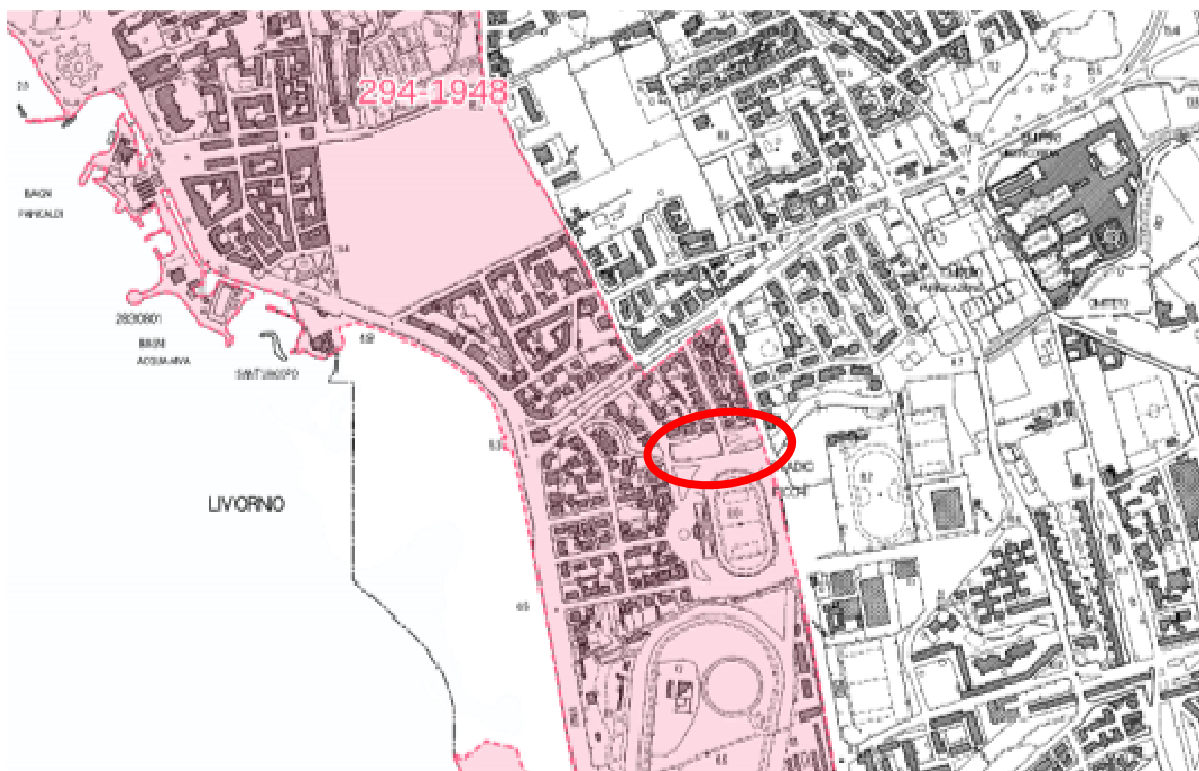
5.2 Vincoli e pericolosità dell'area oggetto degli interventi

Gli aspetti legati ai vincoli urbanistici e territoriali, e alla pericolosità dell'area di intervento sono esaurientemente trattati nella relazione generale che accompagna il progetto di fattibilità tecnica ed economica (paragrafi da 2.2 a 2.4), documento al quale si rimanda non avendo nulla da aggiungere.

5.3 Inserimento ambientale delle opere

L'area interessata dagli interventi del presente progetto ricade in zona a vincolo paesaggistico: "zona litoranea nel Comune di Livorno nel tratto cantiere navale O.T.O. - Rio Ardenza, con esclusione della parte costiera occupata dall'Accademia Navale", codice regionale: 9049203, codice ministeriale: 90157; G.U. n. 294 del 18/12/1948.

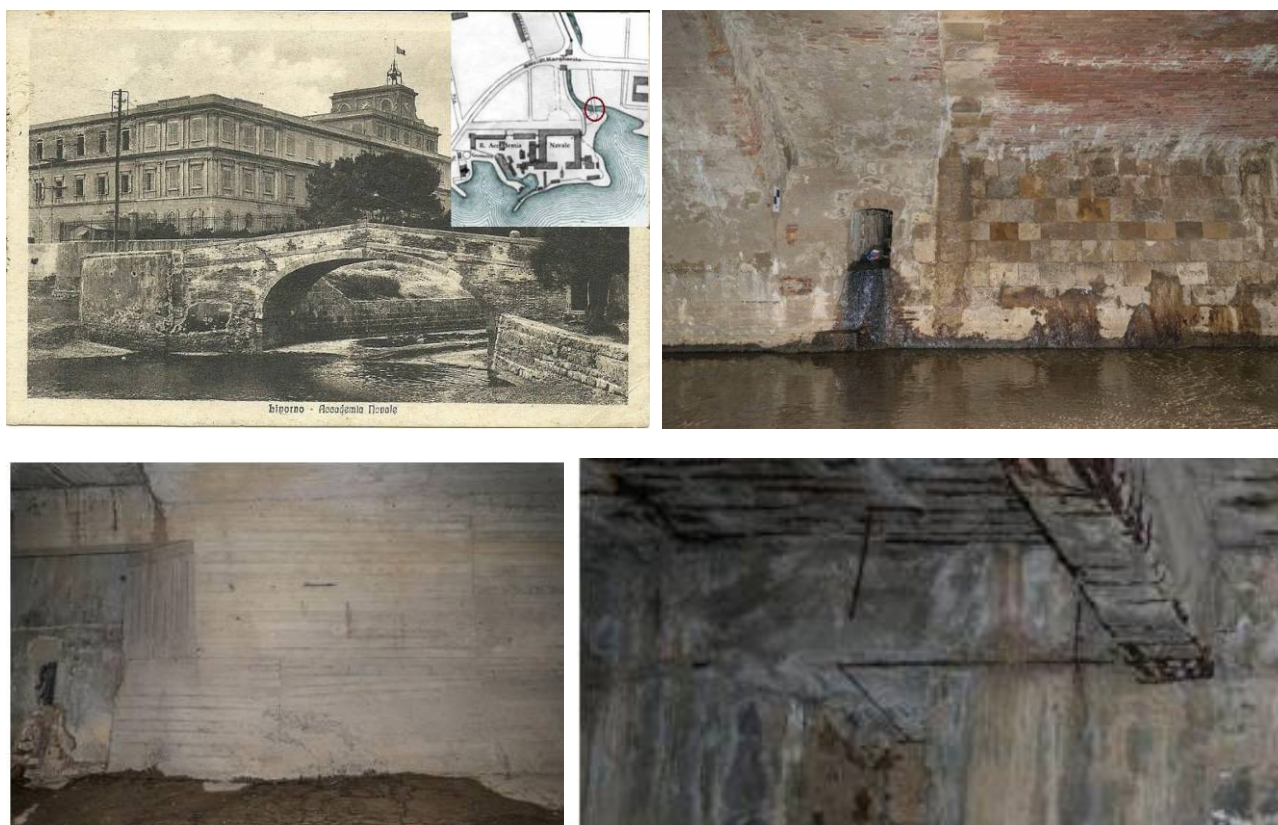
Nell'allegato "2B - Elenco degli immobili e delle aree per i quali, alla data di entrata in vigore del Codice risulta avviato, ma non ancora concluso, il procedimento di dichiarazione di notevole interesse pubblico", si ritrovano i criteri della definizione del perimetro di tal vincolo che interessa porzioni di territorio relative alle seguenti aree: ...E) *viale Nazario Sauro F) via dei Pensieri* ... La restituzione cartografica (perimetrazione sulla base della C.T.R. in scala 1:10.000) è stata realizzata tenendo conto anche delle indicazioni emerse durante i tavoli tecnici tenutisi negli anni 2008 e 2009 presso la sede della Regione Toscana, ai quali hanno partecipato: Ministero per i Beni e le Attività Culturali (Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana - Soprintendenze), Regione Toscana, Consorzio LaMMA:



Le opere previste, nella loro parte superficiale, sono riconducibili ad interventi di riqualificazione urbana con finiture pavimentate a conglomerato bituminoso e sistemazione a verde, che costituirà anche l'aspetto definitivo dell'alveo e della scarpata del muro in scogliera previsto sulla sponda destra, che è della tipologia la cui realizzazione è sintetizzata dalle seguenti immagini esemplificative:

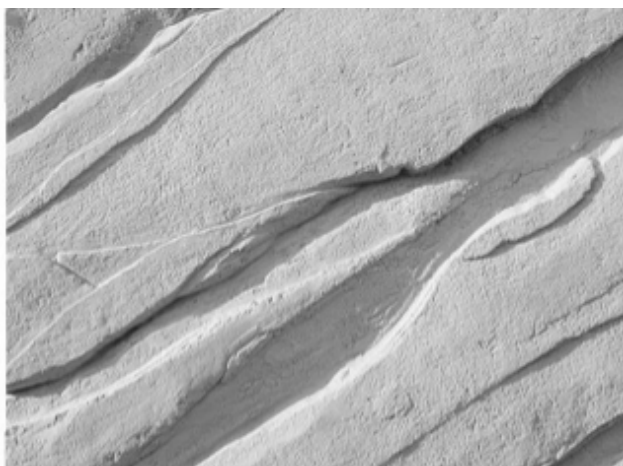


Per quanto riguarda invece la finitura superficiale del muro di contenimento in sinistra e delle spalle dei due ponti in progetto, intanto va tenuta in considerazione la transizione che si viene a realizzare nel tratto tombato, da valle (sezione scatolare ad U) a monte (sezione trapezia), che è anche una transizione di materiali: si parte da valle in cui l'uso del calcestruzzo armato è dominante sulle altre materie e caratteristico dell'area urbana, procedendo verso monte dove l'obiettivo è la completa rinaturalizzazione del corso d'acqua con scarpate inerbite su entrambe le sponde. Questa ipotesi, già ampiamente condivisa nella fase preliminare, deriva da un'accurata analisi del contesto e da una forte esigenza di riqualificazione territoriale e paesaggistica dello stesso. La transizione nella geometria e nell'utilizzo dei materiali ricalca una sostanziale "stratificazione" temporale che ha visto alternarsi materiali diversi nella realizzazione di muri di sponda, ponti e coperture, nell'ambito di interventi che si sono sviluppati nell'arco di circa un secolo. Ne sono memoria i tratti tombati sotto viale Italia e nell'area dell'Accademia Navale, dove sono massicciamente presenti pietra squadrata e laterizio, e i tratti più a monte, dove si trovano muratura intonacata e calcestruzzo:



Un intervento di ampio respiro quale quello ormai in fase avanzata di progettazione richiede però una sostanziale uniformità nell'utilizzo dei materiali, con necessità di dare un segno di discontinuità, suggerita peraltro dalla transizione cronologica sopra descritta, mancando temporalmente l'intervento di sistemazione attuale con finiture tipiche di quest'epoca. Per le strutture in calcestruzzo armato si sono quindi individuate modalità costruttive e manutentive che in grado di conciliare la funzionalità con l'inserimento ambientale e paesaggistico, prevedendo quindi l'utilizzo di una tessitura superficiale del calcestruzzo ottenuta ricorrendo a matrici elastiche riutilizzabili (elastomero di poliuretano, o materiale similare) da applicare alle casseforme.

Il calcestruzzo assume quindi la forma "desiderata" che può essere di tipo regolare o irregolare, e nel caso in esame si è scelto del tipo ad effetto pietra naturale incisa (effetto naturale dell'erosione delle acque sulla pietra calcarea tipica delle nostre zone), con profonde scanalature:



A completamento dell'intervento sono previsti un parapetto metallico in acciaio cor-ten - materiale di elevata durabilità e caratterizzato da un aspetto molto gradevole e naturale in quanto non necessita di rivestimenti protettivi - di identica tipologia sia per i parapetti dei ponti che per le sponde destra e sinistra del nuovo alveo, e apparecchi di illuminazione su palo, equipaggiati con lampade a led a luce calda, similari a quelli già presenti in zona e universalmente accettati quali prodotti adatti ad un corretto inserimento nel contesto paesaggistico.

5.4 Calcoli e verifiche strutturali

Le opere strutturali previste, sommariamente descritte nei paragrafi precedenti, sono state modellate e verificate come prescritto dalle norme vigenti, e in particolare dalle NTC 2018. Per tutto quanto attiene alle modellazioni, ai calcoli e alle verifiche di sicurezza si rimanda ai documenti specifici (relazione di calcolo, relazione sui materiali, fascicolo dei calcoli) che formano parte integrante del presente progetto esecutivo.

6 Disponibilità delle aree

Gli interventi previsti in progetto sono da eseguirsi in parte sulla viabilità esistente e sulle relative pertinenze, già quindi di proprietà e nella disponibilità del Comune di Livorno, e in parte su aree private. La realizzazione degli stessi comporta inoltre necessità di occupazione temporanea di beni di terzi.

E' stato quindi necessario redigere un piano parcellare di esproprio e attivare le procedure previste in tema di espropriazioni per pubblica utilità (D.P.R. 08/06/2001, n. 327 e successive modifiche e integrazioni).

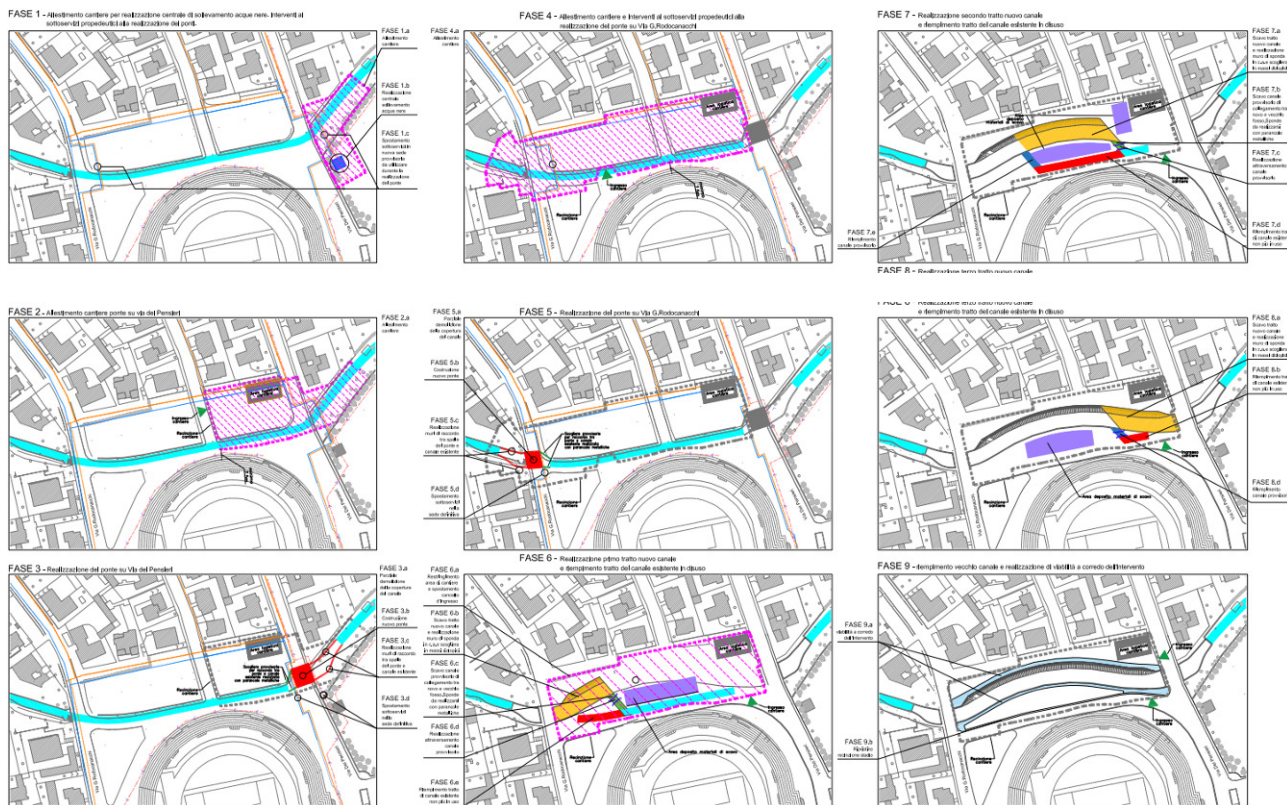
7 Fasi realizzative

Nella progettazione esecutiva sono state pianificate le fasi realizzative in modo da consentire lo svolgimento in sicurezza delle operazioni e da consentire il transito in direzione nord/sud alternativamente su via dei Pensieri e via Rodocanacchi, senza mai interromperle entrambe. Ciò al fine di minimizzare l'impatto sui flussi di traffico e sulla gestione della sicurezza pubblica (percorsi ambulanze, VV.F., FF.O., ecc.) dato che sarà mantenuta in esercizio per tutta la durata dei lavori la strada di collegamento posta a nord di piazzale Montello.

Ne consegue che dovrà prima essere realizzato il ponte di via dei Pensieri, che una volta collaudato permetterà la riapertura al transito della strada, in modo da procedere analogamente con l'attraversamento di via Rodocanacchi.

Lo scavo del nuovo alveo e il riempimento di quello esistente con il materiale proveniente dagli scavi saranno realizzati in tre sotto tratti, in modo da avere sempre lo spazio per l'accantonamento temporaneo e la cernita del materiale nell'ambito del cantiere.

Il tutto è sintetizzato nella tavola G04 degli elaborati grafici, alla quale si rimanda per ogni ragguaglio:



Il cronoprogramma di progetto tiene conto delle modalità sopra descritte.

8 Risoluzione delle interferenze

Come evidenziato, nei paragrafi precedenti, il tratto tombato è caratterizzato dalla presenza di innumerevoli scarichi fognari che riversano le proprie acque direttamente nel Rio; vi sono inoltre attraversamenti di reti di servizi direttamente interferenti con la sezioni liquida e quindi la struttura del tombamento.

Per quanto riguarda il tratto 4 oggetto della presente progettazione esecutiva, dai rilievi effettuati e dal confronto con gli Enti Gestori risultano presenti i seguenti servizi.

attraversamento via Rodocanacchi

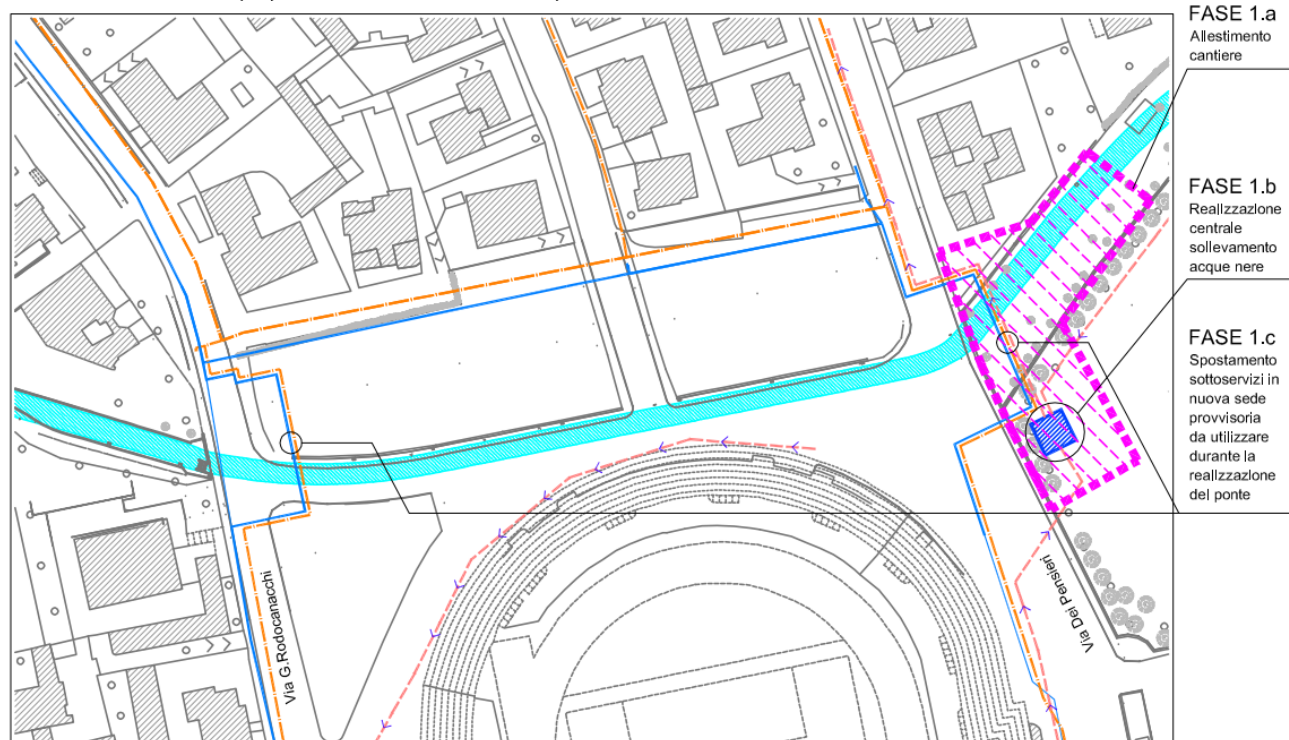
- linee telecomunicazioni Telecom e Fastweb;
- acquedotto pubblico con tubazione DN100 in fibrocemento;
- tubazione BP gas;

attraversamento via dei Pensieri

- linea telecomunicazioni Telecom;
- acquedotto pubblico con tubazione DN250 in ghisa;
- fognatura nera, collettore DN700 verso di scorrimento S/N, con immissione, immediatamente prima dell'attraversamento, di collettore DN500 corrente parallelamente all'alveo del Rio Maggiore;
- tubazione BP gas.

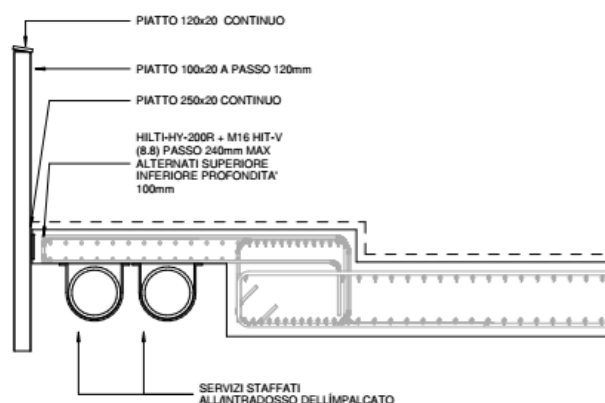
E' stato concordato con la Committenza di prevedere, preliminarmente all'affidamento dei lavori in appalto, lo spostamento dei servizi suddetti nella configurazione di cui al seguente stralcio planimetrico:

FASE 1 - Allestimento cantiere per realizzazione centrale di sollevamento acque nere. Interventi ai sottoservizi propedeutici alla realizzazione dei ponti.



Tale configurazione permette il successivo staffaggio delle tubazioni alla struttura dell'impalcato dei ponti secondo lo schema riportato a lato, mascherandone la presenza con il parapetto previsto.

Come può evincersi dalla planimetria sopra riportata sarà necessario realizzare preventivamente una stazione di sollevamento delle acque nere per l'intercettazione dei liquami e il trasferimento sul collettore esistente nel tratto nord di via dei Pensieri (che rimarrà invariato non essendo previste variazioni della portata).



E' stato previsto di affidare direttamente ai Gestori la realizzazione degli spostamenti sopra descritti (e relativa progettazione esecutiva) in quanto si tratta di opere speciali che dovranno poi essere prese in carico per la gestione e manutenzione senza poter ammettere ritardi o difficoltà derivanti da intoppi nelle procedure di collaudo. Ciò varrà anche per il definitivo staffaggio delle tubazioni alla struttura del ponte. Per la realizzazione delle opere sono stati accantonati congrui importi nel quadro economico di progetto.

9 Tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro

Il progetto è corredato da piano di sicurezza e coordinamento (Titolo IV, D.lgs. 81/2008) al quale si rimanda per gli aspetti inerenti le modalità di cantierizzazione e la salute e sicurezza dei luoghi di lavoro.

10 Stima dei costi di realizzazione del progetto

Il progetto è corredato da un computo metrico estimativo e da un quadro economico generale, ai quali si rimanda per gli opportuni ragguagli, e dai quali risulta un importo complessivo del progetto di **5.100.000,00** euro.

Ai sensi dell'articolo 3 del D.P.R. n. 34/2000 e in conformità all'allegato «A» a detto regolamento, i lavori sono classificati nelle seguenti categorie omogenee:

OS21, opere strutturali speciali	€ 1.537.930,61
OG8, opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	€ 1.009.740,94
OG3, Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane	€ 763.312,83
OG10, impianti di pubblica illuminazione	€ 111.867,32
IMPORTO TOTALE LAVORI	€ 3.422.851,70

Per l'elenco prezzi unitari a base della stima economica è stato fatto riferimento per quanto possibile al prezzario ufficiale vigente nella Regione Toscana (giugno 2018). Per le voci mancanti si è provveduto ad elaborare apposite analisi (allegate all'elenco prezzi stesso) per le quali, come previsto dall'art. 32, c.2 del D.P.R. 207/2010:

- si sono applicati alle quantità di materiali, mano d'opera, noli e trasporti, necessari per la realizzazione delle quantità unitarie di ogni voce, i rispettivi prezzi elementari dedotti dal prezzario regionale ufficiale ovvero, in difetto, da prezzi correnti di mercato;
- si è aggiunta una percentuale del 15% per spese generali, e un'ulteriore percentuale del dieci per cento per utile dell'esecutore.

Con riferimento al comma 5 del citato art. 32 del D.P.R. 207/2010 si precisa che le elaborazioni computistiche sono state effettuate con comuni fogli di calcolo elettronico.

Data l'estensione dell'area oggetto di riqualificazione e la necessità di ingenti movimenti di terra e opere in sottosuolo non è stata possibile l'elaborazione di un progetto stimato totalmente a corpo, e si è preferito redigere un computo estimativo parte a corpo e parte a misura. Il computo segue l'organizzazione dell'intero progetto così come evidenziato nella presente relazione generale. L'entità delle opere da realizzare nei vari interventi si può desumere sia dal computo che dagli elaborati grafici, redatti in scala di disegno opportuna e indicanti le lavorazioni da eseguire.

L'importo totale risultante dal computo è stato ottenuto aggregando le tipologie di lavorazioni caratteristiche.

Le singole voci a corpo e a misura, comprendenti sia la fornitura dei necessari materiali che la posa in opera completa di ogni indispensabile onere e accessorio, devono intendersi complete di quanto necessario per dare le opere compiute a perfetta regola d'arte e gli impianti perfettamente funzionanti. I costi della sicurezza previsti dalla vigente normativa sono quelli computati in modo analitico nel computo estimativo ed allegati anche al piano di sicurezza redatto contestualmente alla presente progettazione esecutiva, opportunamente evidenziati nel quadro economico di progetto, che si riporta per completezza:

1 Lavori in appalto

1	1	LAVORI A CORPO	euro	1 171 373,36	34,22%
1	2	LAVORI A MISURA	euro	2 174 570,48	63,53%
		IMPORTO LAVORI SOGGETTI A RIBASSO	euro	3 345 943,84	97,75%
1	3	oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	euro	76 907,86	2,25%
		IMPORTO TOTALE LAVORI	euro	3 422 851,70	100,00%

2 Somme a disposizione dell'amministrazione

2	1	Monitoraggi in corso d'opera	euro	3 000,00
2	2	Rilievi, accertamenti ed indagini	euro	63 000,00
2	3	Bonifica area da ordigni esplosivi	euro	30 919,07
2	3	Risoluzione interferenze (opere da realizzarsi direttamente dagli Enti Gestori)	euro	300 000,00
2	4	Imprevisti (in arrotondamento) inferiori al 10%	euro	23 080,25
2	5	Acquisizione aree e/o immobili	euro	117 000,00
2	6	Accantonamenti ex articolo 133, commi 3 e 4, D.lgs. 12/04/2006, n. 163	euro	0,00
2	7	Incentivo ex art. 113, c. 1. D.lgs. 18/04/2016, n. 50	euro	34 228,52
2	8	Spese tecniche per progettazione e direzione lavori; comprensive di oneri previdenziali	euro	300 651,56
2	9	Oneri per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche.	euro	15 000,00
2	10	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici.	euro	59 793,35
2	11	I.V.A. sui lavori nell'aliquota del 10% (opere di urbanizzazione OG3, OG10)	euro	87 518,02
2	12	I.V.A. sui lavori nell'aliquota del 22% (opere idrauliche OG8 e strutturali OS21)	euro	560 487,74
2	13	C.N.P.A.I.A. 4% e I.V.A. nell'aliquota del 22% (spese tecniche)	euro	82 469,80

TOTALE 1 + 2			euro	5 100 000,00
---------------------	--	--	-------------	---------------------

11 Considerazioni conclusive

Le opere in progetto risultano conformi agli strumenti urbanistici vigenti e permettono il conseguimento degli obiettivi fissati in sede di progettazione preliminare per il tratto oggetto d'intervento.

Le stesse possono essere considerate in sicurezza, dal punto di vista strutturale e dal punto di vista idraulico, come può evincersi dall'analisi degli elaborati strutturali redatti da chi scrive e dalle modellazioni idrauliche del progetto di fattibilità tecnica ed economica che, come già annotato, non sono state oggetto di modifica.

Le opere possono inoltre considerarsi correttamente inserite nel contesto paesaggistico-ambientale di riferimento.

Il progetto può quindi essere esaminato in Conferenza dei Servizi per l'ottenimento dei necessari atti di assenso e pareri propedeutici alla fase realizzativa.

Lucca, febbraio 2019

Il progettista

Studio Techné s.r.l.

ing. Massimo Bottega