



# COMMISSARIO DELEGATO

OCDPC 482/2017

## REGIONE TOSCANA

SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO INFERIORE E COSTA

INTERVENTI DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO SUL BACINO DEL RIO MAGGIORE - TRATTO 3 - APERTURA CANALE ED ADEGUAMENTO ALVEO NEL TRATTO DA VIA RODOCANACCHI A VIA TOTI, COMPRESO NUOVO PONTE VIA TOTI - COMUNE DI LIVORNO

### PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO

Ing. Francesco PISTONE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Francesco PISTONE

UFFICIO DI PROGETTAZIONE

PROGETTISTI



Studio INGEО

Ingegneri e Geologi Associati

Via dell'Acquacalda 840 A - 55100 Lucca

Telefono 0583 - 48682

Telefax 0583 - 464539

E-mail ingegneri@ingeo.it

Ing. Paolo Barsotti

CODICE ELABORATO

Anno	Commessa	Progetto	Elaborato	Tipologia	n°
2019	049	E	GEN	REL	A100

LIVELLO	Numero	Data	Stesura	Controllo	Approvazione
1 ^ Emissione		30/04/2020			
2 ^ Emissione		24/06/2020			
3 ^ Emissione		03/07/2020			

OGGETTO ELABORATO

Relazione generale

	Soggetto competente	Data	Firma	ELABORATO
Emesso	Progettista coordinatore/integratore Ing. Barsotti	Aprile 2020		REL
Visionato	R.U.P. Ing. Francesco Pistone			A.1
Confermato	D.R.C. Ing. Francesco Pistone			

Livorno - Via Aristide Nardini 31, 57125



## Sommario

<b><u>1</u></b>	<b><u>PREMESSA</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>INQUADRAMENTO GENERALE</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>3</u></b>	<b><u>INDAGINI DI SUPPORTO</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>4</u></b>	<b><u>STATO DEI LUOGHI</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b>4.1</b>	<b>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b>	<b>4</b>
<b><u>5</u></b>	<b><u>INDIVIDUAZIONE VINCOLI ESISTENTI</u></b>	<b><u>8</u></b>
<b>5.1</b>	<b>VINCOLI AMBIENTALI</b>	<b>8</b>
<b>5.2</b>	<b>BENI PAESAGGISTICI ED ARCHITETTONICI</b>	<b>9</b>
<b><u>6</u></b>	<b><u>OPERE DI PROGETTO</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b>6.1</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI</b>	<b>9</b>
6.1.1	PARATIE	11
6.1.2	CANALE IN C.A.	11
6.1.3	PONTE VIA TOTI	12
<b>6.2</b>	<b>LOGISTICA</b>	<b>12</b>
<b>6.3</b>	<b>BONIFICA BELLICA</b>	<b>12</b>
<b>6.4</b>	<b>ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO</b>	<b>13</b>
<b>6.5</b>	<b>GESTIONE DELLE TERRE</b>	<b>14</b>
<b><u>7</u></b>	<b><u>INTERFERENZE</u></b>	<b><u>14</u></b>
<b><u>8</u></b>	<b><u>ESPROPRI ED IMMOBILI DI INTERESSE</u></b>	<b><u>14</u></b>
<b><u>9</u></b>	<b><u>PREZZIARI UTILIZZATI</u></b>	<b><u>15</u></b>

## 1 PREMESSA

Nei giorni 9-10 settembre 2017 il bacino del Rio Maggiore è stato interessato da un eccezionale evento di precipitazioni che ha determinato effetti su gran parte del territorio interessato dallo scorrimento dello stesso.

L'evento meteorologico unito alla fragilità del territorio ha determinato erosioni dell'alveo soprattutto nelle zone superiori del bacino con conseguente incremento progressivo del trasporto solido che, specie nelle zone di valle, hanno determinato numerose esondazioni; in particolar modo nelle sezioni di attraversamento, che sono risultate spesso insufficienti, così come tutta la sezione d'alveo, a contenere l'eccezionale portata che si è venuta a verificare. Le successive analisi condotte hanno associato la portata registrata a valori con un tempo di ritorno superiore a cinquecento anni.

A seguito degli accadimenti sopra accennati il Capo del Dipartimento della Protezione civile ha emesso l'Ordinanza n. 482 del 20 settembre 2017, recante *"Primi interventi urgenti di protezione civile in conseguenza degli eccezionali eventi metereologici verificatisi nei giorni 9 e 10 settembre 2017 nel territorio dei comuni di Livorno, di Rosignano Marittimo e di Collesalveti in provincia di Livorno"*; il Presidente della Regione Toscana è stato altresì nominato Commissario delegato per fronteggiare l'emergenza derivante dagli eventi sopra richiamati.

Con l'Ordinanza n. 4/2019 del 28/1/2019 il Commissario delegato ha approvato il progetto preliminare *"Studio idrologico idraulico e progetto preliminare degli interventi di riduzione del rischio idraulico sul bacino del Rio Maggiore nel Comune di Livorno"*; tra gli interventi previsti nel progetto preliminare suddetto è stato individuato *l'Intervento di riduzione del rischio idraulico sul bacino del Rio Maggiore Tratto 3- Apertura canale ed adeguamento alveo nel tratto da Via Rodocanacchi a Via Toti, compreso nuovo ponte Via Toti* per il quale il Settore Genio Civile Valdarno Inferiore e Costa della Regione Toscana ha incaricato lo scrivente dott. ing. Paolo Barsotti dello Studio INGEO di Lucca alla redazione del progetto definitivo-esecutivo di cui la presente relazione è parte integrante.

Il progetto redatto sulla base del progetto di fattibilità tecnico economica di HydroGeo Ingegneria s. r. l. di Firenze, delle indicazioni dei tecnici del Settore competente del Genio Civile e sulla base delle riunioni e sopralluoghi eseguiti sia con i Tecnici Regionali che con i rappresentanti delle società proprietarie ovvero gestori dei sottoservizi interferenti con le opere. In particolare la premessa principale al presente progetto è il dimensionamento idraulico delle opere che in questa sede non è stato modificato in quanto frutto di un'approfondita analisi eseguita nel progetto di fattibilità tecnica ed economica già approvato negli atti sopra citati. Si allega al presente la relazione idraulica del progetto suddetto.

Rispetto alla suddivisione in lotti prevista nel progetto preliminare approvato il presente progetto, in accordo con il settore competente del Genio Civile, è stato delimitato immediatamente a valle del ponte di via Toti in ragione della sopravvenuta necessità di rivalutare il percorso di attraversamento di viale Italia col nuovo tombamento, per la presenza di una cabina ENEL, e al fine di ottimizzare e semplificare la realizzazione del raccordo con il canale esistente. Pertanto anche l'adeguamento della stazione di sollevamento delle acque nere posta a valle dell'attuale attraversamento di via Toti non sarà oggetto di questo intervento.

Al momento della progettazione del presente lotto sono in corso i lavori del lotto immediatamente a monte, *Tratto 4*, pertanto è stata condotta un'attività di coordinamento con il progettista e il Direttore dei Lavori attualmente in fase di svolgimento al fine di prevedere il minor impatto possibile nel periodo transitorio soprattutto per le opere di raccordo tra i due lotti.



## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

L'intervento è localizzato nella zona sud del centro di Livorno e più precisamente tra via Toti e via Rodocanacchi nei pressi dello Stadio Comunale Armando Picchi e della Barriera Margherita (si veda Figura 2.1)



Figura 2.1 – Estratto Google Earth

Nello specifico l'area di intervento è quella confinata dalle due suddette strade comunali in cui insiste il tombamento del Rio Maggiore che si snoda tra le numerose abitazioni presenti (si veda Figura 2.2), sino a sfociare a mare poco più a valle nei pressi dell'Accademia Navale (si veda Figura 2.3).



Figura 2.2 – Estratto Google Earth con indicato tratto dell'attuale tombamento oggetto di intervento



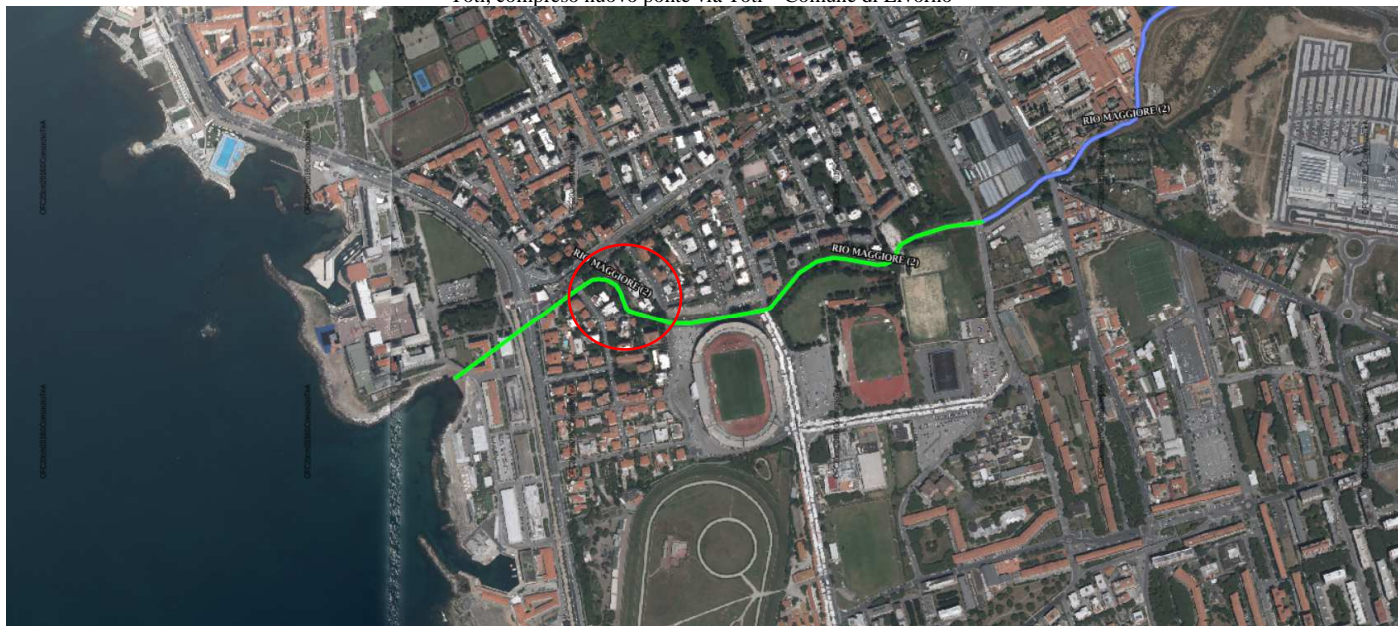


Figura 2.3 – Estratto dal Geoportale LaMMA della Regione Toscana; in verde il tratto tombato del Rio Maggiore, cerchiato in rosso il tratto di intervento.

### 3 INDAGINI DI SUPPORTO

A supporto della redazione del progetto è stato eseguito un rilievo plano-altimetrico di dettaglio delle aree oggetto di intervento con strumentazione classica GPS e con l'ausilio di mezzo APR in particolare per le viste aeree. Tale rilievo ha integrato quanto già disponibile in sede preliminare. Per quello che riguarda invece le informazioni circa l'interno dell'attuale tombamento non è stato possibile approfondire quanto già prodotto e pertanto si è fatto riferimento al materiale già disponibile.

Dal punto di vista geologico è stata condotta una campagna di indagini di cui si dà conto negli elaborati a cura del geologo incaricato Alessandro Ungari tra cui la *REL B.1 Relazione geologica*.

Non è stato possibile indagare circa la tipologia costruttiva degli edifici presenti in adiacenza all'attuale tombamento presso gli uffici comunali competenti ai quali sono state più volte inoltrate richieste circa le pratiche autorizzative e i relativi progetti allegati senza ottenere il relativo materiale.

Si sono comunque acquisite informazioni relative ai fabbricati che sono state tenute in debito conto per la realizzazione delle opere di progetto con modalità esecutive tali da minimizzare sia i rischi di danneggiamento di qualsiasi struttura durante le lavorazioni sia i disagi inevitabilmente connessi con la presenza del cantiere.

### 4 STATO DEI LUOGHI

Come anticipato nel Paragrafo 2 il tombamento del Rio Maggiore oggetto di adeguamento si snoda in un contesto residenziale in cui sono presenti diverse abitazioni ed alcuni palazzi caratterizzati dalla presenza di piani seminterrati con quote inferiori rispetto al piano di scorrimento del Rio Maggiore. In sede progettuale non è stato possibile reperire presso il Comune di Livorno alcuna informazione circa le caratteristiche strutturali delle abitazioni suddette e pertanto la progettazione si basa su criteri cautelativi circa l'interazione delle opere con le strutture esistenti.

La copertura del tombamento è attualmente in gran parte pavimentata e in minima parte rinverdata. Il tratto pavimentato funge da camminamento pedonale accessibile sia da via Rodocanacchi che da Viale Nazario Sauro (strada che delimita a Nord l'intervento). L'area è di proprietà demaniale (si veda l'elaborato grafico *TAV I.1 Planimetria catastale*) ed è delimitata da una recinzione che ne impedisce l'accesso a partire dalle proprietà private adiacenti.



Il tombamento al suo interno è stato ispezionato e rilevato in sede di progetto preliminare. Lo scrivente, vista l'impossibilità di accedere in questa fase ed in accordo con il Genio Civile, si è basato sulle rilevazioni eseguite nel precedente grado di progettazione.

La struttura del tombamento è realizzata in cemento armato con finiture esterne in mattoni. La sezione è rettangolare con un'altezza media di 3,80 metri. In destra idraulica la sezione è quasi totalmente sopra il piano campagna mentre in sinistra idraulica la quota di sommità del tombamento è coincidente con il piano campagna.

All'interno delle proprietà, ed in particolare sulla sponda sinistra del corso d'acqua, si registra la presenza di numerose alberature ad alto fusto e in taluni casi di muretti di confine con relative siepi.

L'ispezione dell'interno del tombamento ha evidenziato la presenza di alcuni scarichi provenienti dalle abitazioni limitrofe; non è stato possibile però in sede progettuale accertarne presso gli uffici comunali la provenienza pertanto questo aspetto, approfondito nell'elaborato *REL. H.1 Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze*, è rimandato alla fase di esecuzione dei lavori.

#### 4.1 Documentazione fotografica



Figura 4.1 – Foto scattata con drone – tombamento da via Rodocanacchi a via Toti, tratto iniziale





Figura 4.2 – Foto scattata con drone – tombamento da via Rodocanacchi a via Toti, tratto intermedio



Figura 4.3 – Vista da via Rodocanacchi, tratto iniziale tombamento



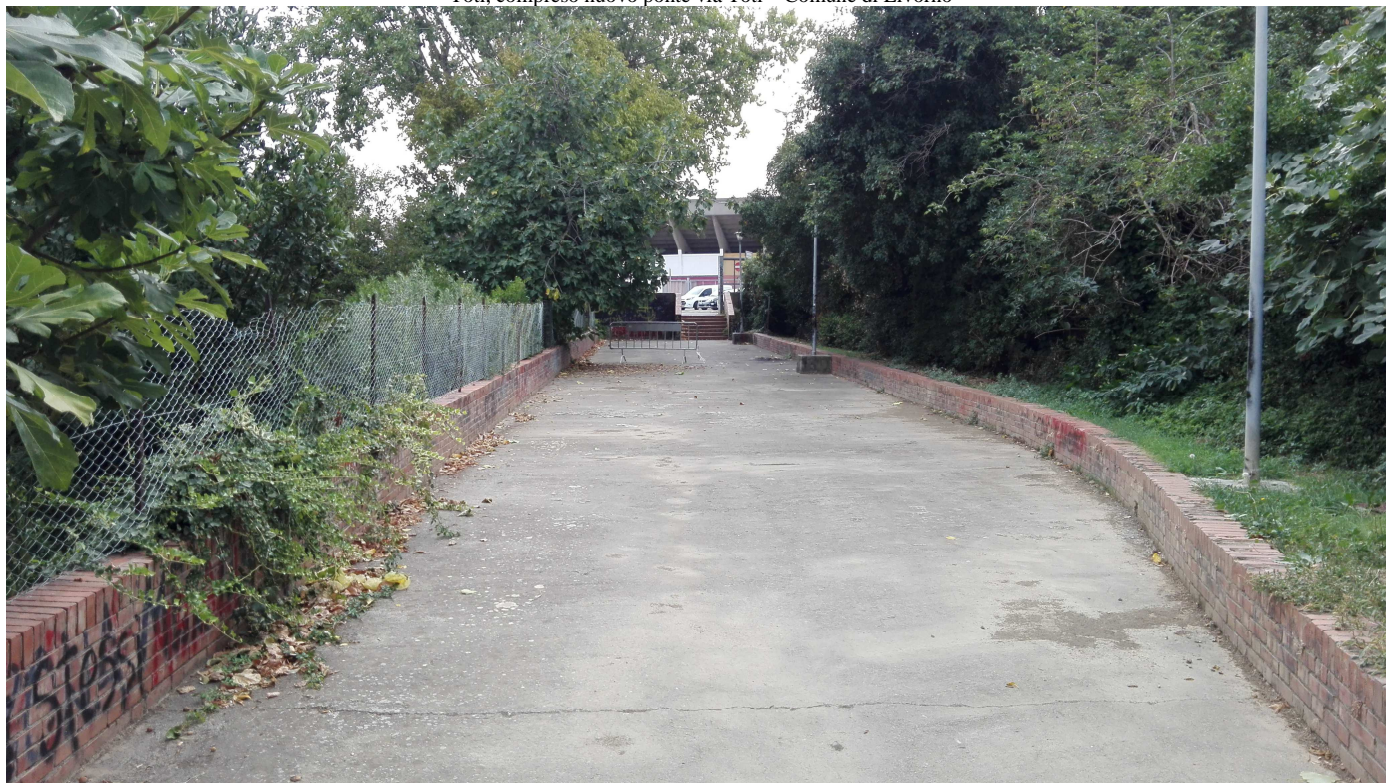


Figura 4.4 – Vista da valle verso monte



Figura 4.5 – Vista da valle verso monte, tratto intermedio





Figura 4.6 – Vista da monte verso valle, attraversamento via Toti



Figura 4.7 – Vista ingresso al camminamento sopra il tombamento da viale Nazario Sauro



## 5 INDIVIDUAZIONE VINCOLI ESISTENTI

Nel presente paragrafo si individuano i vincoli presenti sulle singole aree oggetto di intervento. La fonte da cui sono individuati i suddetti vincoli è il portale della Regione Toscana – SITA e il Sistema Informativo del Comune di Livorno

### 5.1 Vincoli ambientali

L'area di intervento non rientra in area soggetta a vincoli ambientali.

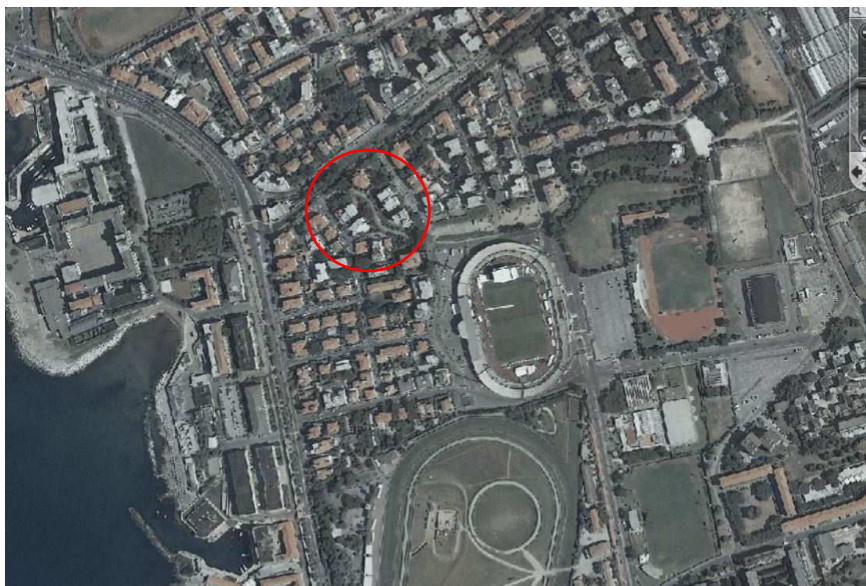
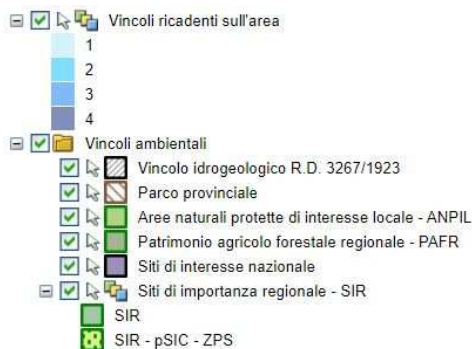


Figura 5.1



Figura 5.2

## 5.2 Beni paesaggistici ed architettonici

### ▲ [ ] Aree tutelate per legge (D. Lgs. 42/2004, art. 142)

#### ▲ [ ] Lett. a) - I territori costieri

##### ▲ [ ] Aree tutelate - I Sistemi costieri

1. Litorale sabbioso Apuano-Versilese
2. Litorale sabbioso dell'Arno e del Serchio
3. Litorale roccioso Livornese
4. Litorale sabbioso del Cecina
5. Golfo di Baratti e Promontorio di Piombino
6. Golfo di Follonica
7. Golfo e Promontorio di Punta Ala e Puntone
8. Litorale sabbioso dell'Ombrone
9. Litorale roccioso dei Monti dell'Uccellina
10. Argentario e Tomboli di Orbetello e Capalbio
11. Elba e isole minori



Figura 5.3

### ▲ [ ] Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (D. Lgs. 42/2004, art. 136)

#### ▲ [ ] Aree gravemente compromesse o degradate

##### ▲ [ ] Immobili ed aree di notevole interesse pubblico

##### ▲ [ ] Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (aggiornamento DCR 46/2019)

Immobili ed aree di notevole interesse pubblico



Figura 5.4

## 6 OPERE DI PROGETTO

### 6.1 Descrizione degli interventi

In linea generale l'intervento prevede la demolizione dell'attuale tombamento esistente del Rio Maggiore e la realizzazione di un canale a cielo aperto di dimensioni maggiori, adeguate cioè per il deflusso delle portate risultanti dallo studio idraulico di cui al Paragrafo 1.

La nuova sezione del canale a cielo aperto è realizzata in cemento armato con una platea orizzontale e muri di sponda verticali che la delimitano lateralmente; per la sponda sinistra, il cui estradosso non rimarrà visibile, essendo la sommità superiore a livello del piano di campagna, si prevede la realizzazione di un muro in cemento armato gettato a faccia vista mediante l'applicazione di matrici elastiche ai casseri del paramento interno al fine di riprendere il motivo utilizzato per il lotto a monte di quello in oggetto; per la sponda destra, vista la quota del piano di campagna esterno, sensibilmente inferiore alla sua sommità, si prevede la realizzazione sempre mediante getto di calcestruzzo armato a facciavista sia del paramento interno che di quello esterno. In sinistra idraulica si prevede, coerentemente con quanto previsto nel progetto preliminare, di realizzare un camminamento pedonale con pavimentazione bitumata delimitato dalla parte del canale dal prolungamento del paramento verticale del muro di sponda e in sinistra da una recinzione che separa l'area demaniale da quella privata. L'intervento è completato dall'adeguamento dell'attraversamento di via Toti mediante la realizzazione di un nuovo ponte in cemento armato con lastre predalles autoportanti per la soletta carrabile.



La sezione idraulica garantita per il canale è quella che ha le dimensioni di 10,00 metri di larghezza e 6,00 di altezza in accordo con il dimensionamento idraulico approvato con il progetto di fattibilità tecnico economica.

Entrando nel dettaglio dell'intervento al fine di limitare le aree di scavo e vista la presenza di acqua di falda ad una quota superiore rispetto al fondo dello scavo previsto è stata scelta quale modalità costruttiva ed operativa quella di realizzare una paratia in sinistra idraulica composta da jet-grouting e pali di medio diametro (600 mm). Laddove gli spazi planimetrici non hanno consentito questa modalità si è previsto di realizzare dei micropali, sempre abbinati al jet-grouting. La paratia, suddivisa per tratti tipologici come da elaborato grafico TAV. D.4 Paratie: carpenteria e armatura, è completata dalla realizzazione di tiranti in trefoli con trave di contrasto in cemento armato o acciaio a seconda della tipologia di paratia. I pali verticali sono collegati mediante un cordolo anch'esso in cemento armato.

In fase di cantiere nello spazio compreso tra la paratia e la nuova sezione del canale si prevede l'installazione di un impianto di drenaggio delle acque al fine di mantenere sempre asciutto il fondo dello scavo. Contestualmente all'installazione del suddetto impianto di pompaggio si prevede la realizzazione di n. 7 piezometri (n.4 in sinistra idraulica ed n.3 in destra) al fine di monitorare i livelli della falda durante le lavorazioni.

Come accennato in premessa si prevede di realizzare uno scannafosso lungo tutto il fianco sinistro della sezione al fine di garantire l'accesso alle teste dei tiranti per le operazioni di ispezione periodica degli stessi. Sopra tale vano si prevede la realizzazione del camminamento pedonale il cui piano di calpestio corrisponde alla soletta dello scannafosso. L'accesso a quest'ultimo sarà garantito da botole opportunamente dislocate lungo il percorso. In destra idraulica si prevede la realizzazione dello scannafosso limitatamente alla zona di raccordo tra la paratia di tipo 5b e la pista ciclabile di via Nazario Sauro.

Una volta realizzata la paratia si procederà con la demolizione del manufatto esistente e lo scavo per la preparazione del piano di posa del nuovo manufatto. Viste le caratteristiche delle aree di intervento, ed in particolar modo vista la presenza di acqua di falda, in accordo col geologo incaricato, si consiglia di eseguire le suddette operazioni di scavo nel periodo estivo.

Durante le operazioni di demolizione si dovrà comunque garantire lo scorrimento delle acque del Rio Maggiore pertanto si prevede alternativamente e per tratti successivi di realizzare una deviazione dell'alveo mediante l'utilizzo di ture realizzate con scogliere intasate.

Una volta eseguito lo scavo si procederà con la realizzazione della nuova sezione in cemento armato secondo quanto previsto negli elaborati strutturali specifici che fanno parte del presente progetto (si vedano gli elaborati TAV. D.1 Planimetria architettonica di progetto, TAV. D.2 Planimetria delle opere e profilo longitudinale asse canale, TAV. D.3 Sezioni trasversali di progetto, TAV D.4 Paratie: carpenteria e armatura, TAV D.5 Profili sponde canale e profilo paratia sponda sinistra, TAV D.6 Canale a sezione aperta in c.a: carpenteria, armatura, TAV D.7 Ponte via Toti: carpenteria e armatura e le relazioni REL F.1 Relazione sui materiali, REL F.2 Relazione di calcolo strutturale e geotecnico: canale a sezione aperta in c.a. e ponte via Toti e REL. F.3 Relazioni di calcolo strutturale e geotecnico: paratie).

Le operazioni sopra descritte verranno realizzate per conci successivi di circa 35 metri ciascuno. Si rimanda agli elaborati grafici TAV. D.8.1, TAV. D.8.2, TAV. D.8.3 e TAV. D.8.4 Fasi costruttive in cui sono descritte le operazioni per la realizzazione delle opere.

La realizzazione del ponte di via Toti prevede la messa in opera di lastre prefabbricate autoportanti come impalcato dello stesso per il cui dettaglio si rimanda all'elaborato grafico TAV D.7 Ponte via Toti: carpenteria e armatura.

Una volta eseguite le opere in cemento armato verranno eseguiti i riempimenti e realizzate tutte le opere accessorie, quali ad esempio il camminamento pedonale in sinistra idraulica, il ripristino della pista ciclabile su viale Nazario Sauro e i marciapiedi sul ponte di via Toti.

Non è stata fornita alcuna indicazione da parte degli uffici competenti del Comune di Livorno circa le caratteristiche desiderate rispetto agli arredi urbani che sono stati quindi definiti dagli scriventi. Nel caso si debbano uniformare o modificare in funzione di indicazioni al momento non disponibili si procederà nella fase di aggiornamento del progetto alle prescrizioni della Conferenza dei Servizi.

Nella fase propedeutica alla realizzazione delle opere si prevede la demolizione di alcuni muretti di confine e al taglio delle alberature, anche di alto fusto, presenti in particolar modo in sinistra idraulica. Al termine dei lavori si prevede comunque la sistemazione delle aree occupate dal cantiere.

#### 6.1.1 Paratie

Le paratie di progetto sono previste di due tipologie: la prima in pali (CFA) di medio diametro ( $\phi$  600 mm) di lunghezza pari ad 11,00 metri o 12,00 metri a seconda del tratto di interesse, mentre la seconda in micropali di diametro pari a 300 mm o 255 mm e una lunghezza pari a 9,00 metri o 12,00 metri a seconda del tratto di interesse. Come accennato nel Paragrafo 6.1 dove non è possibile per limiti di spazio utilizzare la prima tipologia di paratia (pali di medio diametro) si è scelto di utilizzare la seconda (micropali). In particolare le zone in cui si è utilizzata la seconda tipologia di paratia sono quella in destra idraulica nei pressi della villa sull'angolo via Nazario Sauro – via Rodocanacchi (in prossimità della sezione 6 e 5.5, si veda la TAV. D.3 Sezioni trasversali di progetto) e quella in sinistra idraulica poco a valle dell'attraversamento di via Rodocanacchi nei pressi di un garage seminterrato (in prossimità della sezione 1, si veda la TAV. D.3 Sezioni trasversali di progetto).

In considerazione del contesto fortemente antropizzato in cui si opera, le tipologie di paratie adottate, che prevedono un'ordine di tiranti attestato su una trave di contrasto solidale agli elementi verticali, consentono di:

- ridurre le superfici – e conseguentemente i volumi - interessati dallo scavo;
- “isolare” staticamente dagli scavi gli edifici prossimi ai manufatti da realizzare (per alcuni dei quali è comunque previsto un monitoraggio in fase di realizzazione delle opere);
- creare una barriera impermeabile in grado di garantire un livello di falda invariato all'esterno del cantiere durante la fase di allontanamento delle acque (con impianto well point) dal fondo dello scavo al fine di ridurre a valori minimi il rischio di cedimenti dei fabbricati prossimi all'area di intervento.

Quest'ultima funzione è garantita dalla realizzazione a tergo della paratia di un trattamento colonnare (jet-grouting) per suturare gli spazi presenti tra un palo e l'altro e rendere trascurabili volumi liquidi associati ai moti di filtrazione verso lo scavo. La tecnologia del jet grouting consiste nell'iniezione ad alta pressione di materiale stabilizzante all'interno del terreno con lo scopo di migliorarne le caratteristiche meccaniche quali la resistenza e fisiche (in questo caso la impermeabilità). La colonna di jet grouting è prevista per un diametro pari a 600 mm.

I pali CFA e i micropali sono collegati in testa da un cordolo in cemento armato per i cui dettagli si rimanda alla TAV D.4 Paratie: carpenteria e armatura.

#### 6.1.2 Canale in c.a.

Il manufatto progettato quale nuova sezione del Rio Maggiore è previsto in cemento armato. L'opera tiene ovviamente conto della diversa quota del piano campagna che si riscontra tra la sinistra e la destra idraulica. Le dimensioni del manufatto sono di una larghezza ed altezza interne pari rispettivamente a 10,00 metri e 6,00 metri; lo

spessore della platea di fondazione è pari a 0,70 metri e quello delle pareti di 0,60 metri. A livello strutturale la sezione è in cemento armato gettato in opera le cui pareti, sia interne che esterne dove fuori terra, saranno "disegnate" mediante l'applicazione di una matrice elastica ai casseri al fine di rendere uniforme il canale a quanto già realizzato a monte, in conformità al Progetto Preliminare già approvato.

L'opera così descritta verrà eseguita per conci successivi di circa 35 metri, per i quali è prevista la realizzazione di un giunto tecnico a tenuta idraulica (si veda *TAV D.6 Canale a sezione aperta in c. a.: carpenteria, armatura e profili sponde*), per uno sviluppo complessivo di circa 172 metri.

### 6.1.3 Ponte via Toti

L'opera di attraversamento è progettata con soluzione scatolare in cemento armato in cui l'impalcato è realizzato con lastre predalles autoportanti al fine di rendere la fase realizzativa svincolata dalla presenza di acqua nel Rio Maggiore. Dal punto di vista geometrico il ponte ha una luce netta di 10,00 metri, le spalle hanno un'altezza pari a 4,30 metri; lo spessore della fondazione e delle spalle è pari a 0,65 metri, mentre la soletta superiore ha uno spessore totale di 0,50 metri comprensivo di quello della lastra prefabbricata pari 0,08 metri.

La soluzione tecnica scelta per la realizzazione del ponte di via Toti garantisce sia una continuità con il manufatto a cielo aperto a monte dell'attraversamento sia un risparmio in termini economici rispetto ad una soluzione in acciaio garantendo allo stesso tempo una minima manutenzione durante la vita nominale dell'opera se verranno rispettate le prescrizioni sul copriferro e le caratteristiche del calcestruzzo previste in progetto. L'impalcato del ponte avrà un'impermeabilizzazione al di sotto della pavimentazione che garantisce un'ulteriore protezione contro gli agenti atmosferici oltre a quella garantita da un calcestruzzo di classe C 32/40.

## 6.2 Logistica

In fase di realizzazione dell'opera ed in particolare durante le operazioni di scavo è *necessaria la presenza di personale archeologico specializzato* al fine di verificare eventuali rinvenimenti, così come indicato nel parere espresso dalla Soprintendenza archeologica delle belle arti e paesaggio per le province di Pisa e Livorno con nota prot. n. 10750 del 3/9/2018 nell'ambito della Conferenza dei Servizi del 5/9/2018.

In risposta alla richiesta di analisi del settore Infrastrutture stradali e spazi aperti del Comune di Livorno pervenuta in data 11/9/2018 in sede di Conferenza dei Servizi, si specifica che dal punto di vista dell'interazione delle lavorazioni con i flussi veicolari è prevista la riduzione della carreggiata di viale Nazario Sauro, garantendo comunque una larghezza tale da consentire il passaggio di un mezzo, a partire dall'intersezione di viale Italia sino all'intersezione con via Rodocanacchi. Gli stalli per la sosta situati parallelamente alla carreggiata verranno destinati ad area di cantiere per tutto il tratto suddetto.

Per la realizzazione del nuovo ponte di via Toti sarà necessaria la chiusura del tratto di strada interessata a partire da circa 30 metri a monte dell'intersezione. Saranno garantiti, in fase di cantieramento previa approvazione del Coordinatore alla Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE), gli accessi pedonali agli edifici presenti nelle zone suddette. Si rimanda all'elaborato grafico *TAV I.2.1 Planimetria catastale*.

## 6.3 Bonifica bellica

Si rimanda la valutazione di tale attività alla successiva fase di progettazione ed in particolare alla redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Progettazione.

## 6.4 Attività di monitoraggio

In ragione del contesto in cui insistono le opere e vista la natura delle stesse è ragionevole pensare, in via prudenziale ad un sistema di monitoraggio per il controllo dei possibili effetti che le lavorazioni possono indurre sui fabbricati presenti.

In particolare vista la vicinanza con le opere i fabbricati da monitorare con particolare attenzione sono i numeri 1.1, 2, 6, 9, e 10 secondo la numerazione riportata nell TAV C.2 Rilievo planoaltimetrico: planimetria riportata in Figura 6.1.

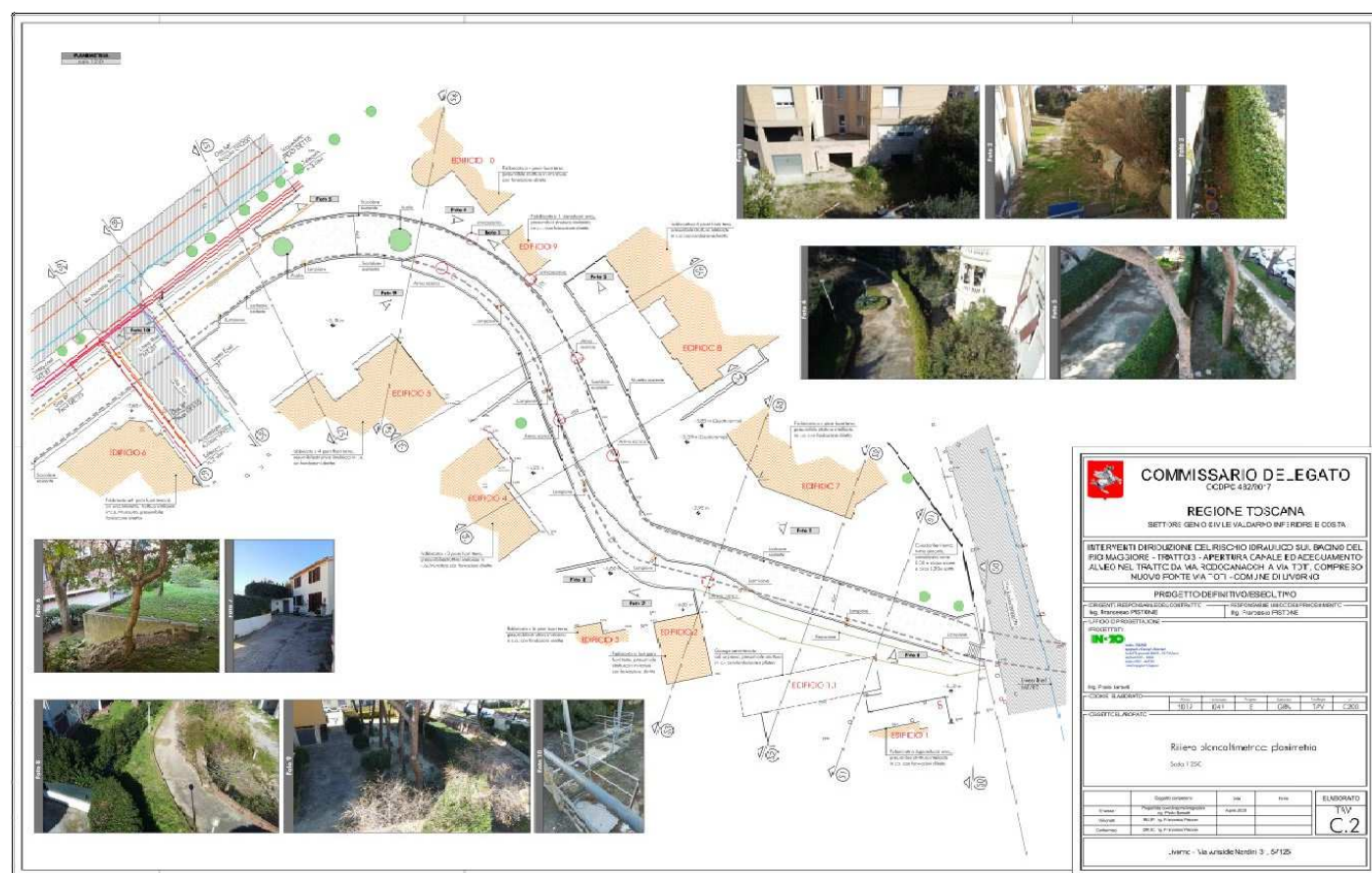


Figura 6.1 – Estratto TAV. C.2 Rilievo planoaltimetrico: planimetria

Il sistema di monitoraggio dei n.5 edifici prevede il controllo in remoto con installazione di una coppia di inclinometri triassiali per ciascun edificio, collegati con tecnologia wi-fi a centralina per la trasmissione dei dati disponibili in tempo reale su portale web. Tale tecnologia permette tra le altre cose di evitare la presenza in cantiere di ulteriore personale rispetto alle maestranze della/delle impresa/e presenti.

In abbinamento alle misure inclinometriche sarà eseguita una livellazione ottica di precisione per ogni edificio cui si riterrà opportuno. Si prevede a tal scopo di solidarizzare alle strutture mire di circa 10/15 cm di lunghezza da collimare con livello ottico con lamina piana-parallela.

La cadenza delle letture si prevede in prima analisi a cadenza mensile con la possibilità, in caso di necessità, di renderla a cadenza di 15 giorni.

In caso di comparsa di lesioni negli edifici queste saranno monitorate mediante deformometro meccanico di precisione con misure sincronizzate con le letture di livellazione.

## 6.5 Gestione delle terre

In fase progettuale si prevede che le terre provenienti dagli scavi, stimate per una quantità inferiore a 6.000 metri cubi e pertanto da classificarsi secondo le definizioni dell'art. 2 del DPR n. 120 del 13 giugno 2017 in “*cantiere di piccole dimensioni*”, siano in accordo con la Stazione Appaltante, interamente destinate a smaltimento presso discariche autorizzate.

Il materiale scavato che si potrebbe prevedere di riutilizzare come parziale riempimento a tergo del nuovo manufatto è circa 1/5 di quello effettivamente scavato; infatti considerando che rispetto all'attuale tombamento quello di progetto si estende di circa 5 metri in larghezza risulta evidente che il materiale scavato sia in gran parte non necessario ai riempimenti. Inoltre si ritiene che parte del riempimento a tergo delle sponde della nuova sezione debba essere eseguito con materiale lapideo al fine di scongiurare quanto più possibile cedimenti dei terreni sovrastanti anche a causa della presenza della falda.

Un ulteriore elemento a sostegno della scelta progettuale di non riutilizzare parte del materiale scavato per i riempimenti a tergo della struttura è la difficoltà di individuare all'interno del cantiere un'area destinata allo stoccaggio del materiale suddetto. In generale le opere di progetto sono pensate proprio per ridurre al minimo l'impatto delle stesse sull'ambiente circostante e in particolare sull'occupazione di aree private già duramente coinvolte sia dall'evento che nelle successive fasi cantiere. Il contesto in cui insisteranno le opere infatti è fortemente residenziale e pertanto con scarsità di spazi liberi destinabili al mero stoccaggio di terreno anche in ragione della complessità delle opere e del numero di maestranze che si presumono essere presenti in cantiere.

Infine giova ricordare che il percorso previsto risulta senz'altro più veloce sia da un punto di vista autorizzativo, non sono necessarie interruzioni delle lavorazioni per la caratterizzazione del terreno per successive valutazioni, sia da un punto di vista operativo.

## 7 INTERFERENZE

Già in fase preliminare sono stati individuati i sottoservizi che insistono nelle aree di intervento. Nella presente fase di progettazione è stata condotta un'analisi più specifica delle possibili interferenze anche in relazione alle opere di progetto. In particolare durante il percorso progettuale sono stati promossi incontri con i vari enti gestori con i quali si è concordata una soluzione specifica per le interferenze riscontrate tra cui ASA, TIM e Enel Distribuzione. Sono stati contattati anche altri gestori telefonici che hanno escluso la presenza di loro linee nelle zone di intervento.

Per la definizione delle risoluzioni progettuali alle interferenze presenti si rimanda agli specifici elaborati tra cui la REL. H.1 *Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze*.

## 8 ESPROPRI ED IMMOBILI DI INTERESSE

L'intervento consiste nell'adeguamento della sezione idraulica del Rio Maggiore pertanto si prevedono espropri di proprietà private in favore delle aree demaniali pertanto prima dell'inizio dei lavori dovranno essere istruite tutte le pratiche necessarie all'espletamento di tali procedure.

Le particelle interessate sono tutte contenute nel foglio catastale n. 44 del Comune di Livorno.

Si rimanda agli elaborati specifici facenti parte del presente progetto (REL. I.1 *Piano particellare degli espropri e TAV I.1 Planimetria catastale*) in cui sono stati analizzati ed economicamente quantificati sia gli espropri che le occupazioni temporanee di terreni per l'approntamento delle aree di cantiere.

## 9 PREZZIARI UTILIZZATI

Riguardo alla parte tecnico – amministrativa, per la valutazione economica delle opere, di cui si dà conto nell'elaborato *REL M.1 Computo Metrico Estimativo* sono stati utilizzati i prezzi unitari del Prezzario della Regione Toscana della Provincia di Livorno riferito all'anno 2020 ad eccezione degli oneri di smaltimento del materiale vegetale di risulta dai vari sfalci propedeutici alle lavorazioni (si veda l'elaborato *REL L.1 Elenco Prezzi Unitari*). Sono state inoltre condotte delle analisi dei prezzi nel caso in cui nel prezzario suddetto non vi fosse riferimento alla specifica lavorazione (si veda l'elaborato *REL L.2 Analisi Prezzi non compresi in Elenco di riferimento*).