



REGIONE TOSCANA
DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

**Mitigazione del rischio idraulico per l'abitato di Firenze.
Sistemazione delle difese idrauliche esistenti nel
tratto dalla Nave a Rovezzano al Ponte S.Trinita.**

PROGETTO PRELIMINARE

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Simone Nepi

UFFICIO DI PROGETTAZIONE

PROGETTISTI

Geol Pierluigi BALLERINI
Ing. Francesca BARZAGLI
Geom. Francesco DEL VECCHIO
Geom. Luigi DI PACO
Geom. Gianluca GIOINO
Ing. Andrea NAVARRIA
Ing. Valentina NENCINI
Ing. Alessio PAOLETTI

ADEMPIMENTI AMMINISTRATIVI

Riccardo ROCCI
Sandra Gigli

OGGETTO ELABORATO

1 RELAZIONE GENERALE

AGOSTO 2021

Firenze - Via San Gallo, 34/A - 50129 - Tel. 055/4622711

RELAZIONE GENERALE

Indice generale

PREMESSA.....	3
1 FINALITA' DELL'INTERVENTO.....	4
2 VERIFICHE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE.....	4
3 TIPOLOGIE E TRATTI DI INTERVENTO.....	5
4 CARATTERISTICHE NUOVE MURATURE ARGINALI.....	9
5 CAMPAGNA D'INDAGINE.....	10
6 INDAGINI, ANALISI E STUDI SUL TERRITORIO.	11
6 CANTIERIZZAZIONE.....	13
7 EVOLUZIONE STORICA DELLE SPONDE.....	13
8 CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI OPERE STRUTTURALI.....	16
SPONDA SINISTRA.....	16
SPONDA DESTRA.....	20
9 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	27
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	32
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	33
CAMPAGNA GEOGNOSTICA	35
ANALISI CHIMICHE.....	45
10 CONSIDERAZIONI FINALI.....	46
ALLEGATO 1 TAVOLE INQUADRAMENTO.....	47
ALLEGATO 2 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA ALLUVIONE 1966.....	48

PREMESSA

I presenti nuovi elaborati progettuali sono stati predisposti a seguito delle osservazioni, emerse nella conferenza dei servizi convocata per il giorno 25 settembre 2019, rispetto alle prime ipotesi progettuali.

In particolare la Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio in un suo parere (allegato alla presente relazione) chiedeva, relativamente ai muraglioni, importanti approfondimenti del quadro conoscitivo riguardanti, fra l'altro, aspetti storici, di tecnologia costruttiva, di resistenza meccanica dei materiali, ecc. anche al fine di considerare possibili soluzioni tecniche alternative a quanto inizialmente proposto. Il presente progetto ha cercato di dare risposta a tali osservazioni approfondendo il quadro conoscitivo e predisponendo modifiche all'iniziale impianto progettuale in particolare relativamente ai seguenti aspetti principali:

- L.no Acciaioli e L.no delle Grazie: non è più prevista la realizzazione di un muro “appoggiato” ai muraglioni esistenti (che ne copriva completamente la vista) ma un consolidamento degli stessi mediante perforazione con pali.
- L.no del Tempio: non è previsto l'abbattimento degli alberi posti in fregio al marciapiede ma la realizzazione del nuovo muretto d'argine con tecnologia su pali che sia in grado di preservare l'apparato radicale delle piantumazioni.
- l.no Colombo: in alternativa all'abbattimento degli alberi posti in fregio al marciapiede è stata valutata l'ipotesi di realizzare il nuovo muretto d'argine, invece che al limite del marciapiede, ad una distanza di circa 2,5 m dai fusti degli alberi, in direzione strada. Tale soluzione permetterebbe di salvare le alberature spostando la pista ciclabile all'interno dei giardini lato fiume rispetto alle alberature. I giardini sarebbero quindi ampliati di circa 2,5 m ed il marciapiede resterebbe esclusivamente dedicato ai pedoni. Anche in questo caso il muretto d'argine è realizzato con tecnologia su pali (molto radi e da posizionare equidistanti dai tronchi) che sia in grado di preservare l'apparato radicale delle alberature.

1 FINALITA' DELL'INTERVENTO

Il presente progetto è finalizzato alla realizzazione di opere in grado di ridurre il rischio idraulico per l'abitato di Firenze¹. In particolare l'obiettivo è mantenere all'interno dell'alveo la piena con tempo di ritorno 200 anni nello scenario attuale e garantire un franco di 70 cm per la piena duecentennale nello scenario futuro cioè dopo la realizzazione delle casse di laminazione previste a monte di Firenze, nel tratto compreso fra la diga di Levane e l'abitato di Pontassieve, e già in fase di realizzazione o progettazione avanzata. In futuro il franco è comunque destinato ad aumentare ulteriormente con la realizzazione dei successivi interventi attualmente in fase di programmazione (sovralzo diga di Levane, casse di laminazione sul torrente Sieve).

Gli interventi previsti sono suddivisibili in tre tipologie principali:

- Opere fisse (nuovi argini in muratura o materiale sciolto).
- Opere fisse manovrabili (prevalentemente paratie per chiusura varchi).
- Opere provvisorie (da porre in opera in caso di allerta attuando un rialzo delle murature).

2 VERIFICHE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE

Per le verifiche idrologico/idrauliche necessarie alla progettazione delle presenti opere è stato fatto riferimento agli studi effettuati dall'Autorità di Bacino integrate dalle elaborazioni realizzate dal

¹ Di seguito si riporta i dati di una interessante ricerca di Filippo Giovannelli sulle alluvioni di Firenze di cui sia rimasta traccia storica:

“Nel corso dei secoli, almeno quelle documentate da scrittori, storici e testimoni dei tempi che furono, Firenze è stata alluvionata diverse volte. L'Arno ha sempre dato questo tipo di problemi, forse per come è stata costruita Firenze intorno al fiume; voglio ricordare che l'Arno per la città era un luogo di lavoro, navicelli, renaioli, trasportatori di merci... tanta gente lavorava con il fiume. Ponti abbattuti e ricostruiti, vicissitudini gravi e leggere hanno comunque sempre portato i fiorentini a reagire e a ricostruire. Queste sono le date delle 56 alluvioni di Firenze dopo l'anno 1100:

04/11/1177 - ??/10/1261 - 01/10/1269 - 15/12/1282 - 02/04/1284 - 05/12/1288 - ??/??/1303 - ??/01/1305 - 04/11/1333 - 05/12/1334 - 06/11/1345 - ??/11/1362 - 01/11/1368 - 21/07/1378 - 20/10/1380 - ??/05/1406 - ??/12/1434 - 16/01/1465 - 18/10/1465 - 19/01/1490 - 10/06/1491 - 08/01/1515 - 28/08/1520 - 15/12/1532 - ??/??/1538 - 06/11/1543 - 15/11/1544 - 13/08/1547 - 08/11/1550 - 13/09/1557 - 31/10/1589 - ??/01/1621 - 09/11/1641 - 06/11/1646 - ??/01/1651 - 04/11/1660 - 11/05/1674 - 11/10/1676 - 19/02/1677 - 18/05/1680 - 20/04/1683 - 26/01/1687 - 08/12/1688 - 02/06/1695 - ??/01/1698 - 11/10/1705 - 28/02/1709 - 22/10/1714 - 06/09/1715 - ??/11/1719 - 03/12/1740 - 19/10/1745 - 01/12/1758 - 15/11/1761 - 03/11/1844 - 04/11/1966.

Da notare il ripetersi frequente del mese di novembre e di gennaio, la data del 4 novembre (3 volte), 1 alluvione a giugno e 2 ad agosto!!!”

genio Civile per la progettazione delle opere di laminazione a monte di Firenze. Tali studi sono poi stati rielaborati e dettagliati per il tratto di interesse.

Per la trattazione esaustiva delle analisi idrologico/idrauliche effettuate si rimanda alla specifica relazione. In tavola 3 è riportata la sintesi degli studi idraulici per la zona dell'abitato di Firenze con indicati i profili delle arginature sinistra e destra, il livello della piena duecentennale nello scenario attuale, il livello della piena duecentennale nello scenario futuro (realizzazione delle opere di laminazione a monte di Firenze nel tratto Levane-Pontassieve). Nella relazione idrologico-idraulica (Elaborato 2) sono riportati, fra l'altro, per ogni "cella" territoriale le quote del battente idraulico con e senza le opere di difesa dell'abitato di Firenze. Nella relazione idraulica sono anche riportati in dettaglio per le varie "celle" territoriali i miglioramenti e gli aggravii relativi ai battenti idraulici in caso di piena. Le modellazioni idrauliche effettuate mostrano come la riduzione del rischio idraulico per l'abitato di Firenze non provochi aggravii significativi per le zone poste a valle dell'intervento. I possibili incrementi del battente idrico risultano infatti inferiori a 10 cm.

3 TIPOLOGIE E TRATTI DI INTERVENTO

Con l'intervento in oggetto verranno realizzate opere idrauliche che saranno successivamente classificate in II^a categoria ai sensi del RD 523/1904 con l'instaurazione dei vincoli territoriali introdotti da detta classificazione.

I tratti interessati agli interventi sono:

- in sponda sinistra il tratto compreso fra l'abitato di Nave a Rovezzano e piazza Ravenna;
- in sponda destra il tratto compreso da via Fabrizio De Andrè (poco a monte del Tuscany Hall) e Ponte Santa Trinita.

Su tali tratti di lungarno la necessità di provvedere al rialzamento delle difese di sponda è comprovata, oltre che dalle modellazioni numeriche di cui all'elaborato 2 (Relazione idraulica), dall'ampia documentazione reperibile sugli eventi di piena del '66. Famosa è l'immagine dell'esondazione al di sopra del parapetto di piazza dei Cavalleggeri, con successivo allagamento di piazza s. Croce e del centro storico. In allegato 2 alla presente relazione è riportata una sintetica

documentazione fotografica del sormonto dei parapetti e i successivi gravi danni riportati dai muraglioni arginali in l.no Acciaioli e l.no alle Grazie.

Gli interventi previsti sono classificabili in 8 tipologie distinte:

- A) rialzamento e/o rinforzo argini in muratura esistenti;
- B) rialzamento e/o rinforzo arginature in materiale sciolto esistenti;
- C) realizzazione nuovi argini in materiale sciolto;
- D) realizzazione nuovi argini in muratura;
- E) realizzazione varchi manovrabili a tenuta;
- F) interventi di predisposizione all'utilizzo di opere provvisorie di contenimento delle piene su manufatti esistenti (spallete Arno).
- G) Interventi puntuali su difese esistenti (chiusura varchi, manutenzione murature, piccoli rialzamenti, ecc.).
- H) Altri interventi.

In particolare in riferimento a quanto sopra indicato, le opere previste sono localizzabili come segue (per posizionamento planimetrico cfr allegato 1 “tavole inquadramento” alla presente relazione, per dettagli fotografici cfr Elaborato 20 “documentazione fotografica”), per ogni tratto di intervento saranno previsti accessi con varchi manovrabili a tenuta:

sponda sinistra

1. Tratto a monte dell'abitato di Nave a Rovezzano: tipologia E. Realizzazione varco per la chiusura di via Villamagna con altezza di circa 2 m .
2. Tratto nell'abitato di Nave a Rovezzano per una lunghezza di circa 170 m (da via villamagna a giardini): tipologia A. Rialzo muro esistente in calcestruzzo di circa 0,8 m .
3. Tratto nell'abitato di Nave a Rovezzano per una lunghezza di circa 220 m (giardini e percorso pedonale di fronte abitazioni): tipologia C. Rialzo piano campagna di circa 0,6 m .
4. Tratto a valle dell'abitato di Nave a Rovezzano per una lunghezza di circa 220 m (di fronte a campo sportivo fino a ponte Varlungo): tipologia B. consolidamento e rialzo argine di circa 1 m .
5. tratto a valle ponte di Varlungo per una lunghezza di circa 485 m (zona giardini Anconella): tipologia B. Allargamento e riprofilatura arginello esistente .

6. Tratto di fronte impianto potabilizzazione Anconella per una lunghezza di circa 1120 m. tipologia G. Manutenzione muratura esistente con adeguamento varchi di accesso.
7. Tratto in prossimità impianto ex bocciodromo a monte del ponte Giovanni da Verrazzano per una lunghezza di circa 15m. tipologia D. Demolizione e rifacimento muro d'argine con altezza circa 2,6 m.
8. Tratto immediatamente a monte del ponte da Verrazzano per una lunghezza di circa 55 m. tipologia D. Demolizione e rifacimento muro d'argine con altezza circa 2,1 m.

sponda destra

1. Tratto a monte del Tuscany Hall in via Fabrizio De Andrè all'altezza del benzinaio Agip Tratto di raccordo muretto-giardini per una lunghezza di circa 20 m. tipologia B. Sovralzo terreno esistente altezza variabile (max. 100 cm)
2. Tratto a monte del Tuscany Hall in via Fabrizio De Andrè all'altezza del benzinaio Agip Tratto di raccordo varco-giardini per una lunghezza di circa 10 m. tipologia D. Realizzazione muretto di altezza variabile (altezza max. circa 120 cm).
3. Tratto a monte del Tuscany Hall in via Fabrizio De Andrè all'altezza del benzinaio Agip. tipologia E. Realizzazione varco per la chiusura di via De Andrè di altezza circa 1,2 m.
4. Tratto dal varco di cui al punto precedente al Tuscany Hall per una lunghezza di circa 140 m. tipologia D. Realizzazione muretto di altezza variabile (max. 120 cm) in fregio alla pista ciclabile.
5. Tratto a valle ingresso del Tuscany Hall circa 50 m. tipologia B. Realizzazione di sovrалzo pista esistente max 60 cm.
6. Tratto a valle del Tuscany Hall fino ai giardini “Vittime di via Fani” per una lunghezza di circa 180 m. tipologia D-E. Realizzazione di muretto d'argine di altezza 1 m.
7. Tratto immediatamente a monte giardino “Vittime di via Fani”. Varco altezza circa 1 m.
8. Tratto lungo i giardini “Vittime di via Fani” per una lunghezza di circa 660m. tipologia E-G-H. Rialzo cordolo fondazione cancellata di circa 40 cm.
9. Tratto di fronte albergo “Ville sull'Arno”. tipologia E. Chiusura due varchi accesso albergo.
10. Tratto da Ville sull'Arno a ponte da Giovanni da Verrazzano per una lunghezza di circa 150 m. tipologia D-E. Realizzazione di muretto d'argine di altezza 1 m. Per la costruzione di tale muretto vi sono due ipotesi:
 - Realizzare il muro a circa 2-2.5 metri dalle alberature (in direzione strada) prevedendo il restringimento del marciapiede e lo spostamento della ciclabile

all'interno del giardino. Di fatto riproponendo quanto attualmente in essere nei giardini Caponnetto (ipotesi sviluppata nel presente progetto).

- Realizzare il muro in fregio al marciapiede prevedendo il taglio ed il successivo ripristino delle alberature (ipotesi ritenuta più difficilmente percorribile in quanto prevede il taglio di decine di piante).

11. Tratto da Ponte Giovanni da Verrazzano a ristorante ex dopolavoro postelegrafonici per una lunghezza di circa 190 m. tipologia D-E. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m. Per la costruzione di tale muretto vi sono due ipotesi:

- Realizzare il muro a circa 2-2,5 metri dalle alberature (in direzione strada) prevedendo il restringimento del marciapiede e lo spostamento della ciclabile all'interno del giardino. Di fatto riproponendo quanto attualmente in essere nei giardini Caponnetto (ipotesi sviluppata nel presente progetto).
- Realizzare il muro in fregio al marciapiede prevedendo il taglio ed il successivo ripristino delle alberature (ipotesi ritenuta più difficilmente percorribile in quanto prevede il taglio di decine di piante).

12. Tratto compreso fra giardini ed ex dopo lavoro postelegrafonici per una lunghezza di circa 55 m. tipologia D. Realizzazione nuovo muro d'argine di altezza circa 1 m in fregio al marciapiede.

13. Tratto prospiciente ristorante ex dopolavoro postelegrafonici e altre strutture in muratura per una lunghezza di circa 70 m. tipologia G-H. Sistemazione muretti esistenti e predisposizione chiusure/adeguamento varchi.

14. Tratto a valle campo di calcetto fino inizio alberature per una lunghezza di circa 40 m. tipologia D-E. Realizzazione nuovo muro d'argine di altezza circa 1 m in fregio al marciapiede.

15. Varco di accesso. tipologia E. Altezza circa 1 metro.

16. Tratto a valle del punto precedente fino immissione Affico (zona con alberature) per una lunghezza di circa 60 m. tipologia D-E. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m in fregio al marciapiede con taglio di n. 7 alberature.

17. Immissione torrente Affrico. tipologia H. Realizzazione clapet con allargamento ponticello.

18. Tratto immediatamente a valle torrente Affrico. Realizzazione varco altezza circa 1 m.

19. Tratto compreso fra immissione torrente Affrico e chiosco su lungarno del Tempio per una lunghezza di circa 130 m. tipologia D-E. Realizzazione nuovo argine in muratura di altezza

circa 1 m in fregio alla pista ciclabile. Tale intervento sarà coordinato ed integrato con i lavori di realizzazione della tramvia.

20. Tratto in zona chiosco su lungarno del Tempio. tipologia D. Delocalizzazione e/o spostamento chiosco con prosecuzione tipologia già prevista a valle
21. Tratto immediatamente a valle del chiosco. Tipologia E. Realizzazione varco altezza circa 1 m.
22. Tratto dal chiosco a ponte san Niccolò per una lunghezza di circa 210 m. Tipologia D-E. Realizzazione nuovo argine in muratura di altezza circa 1 m in fregio alla pista ciclabile. Il nuovo muretto sarà realizzato probabilmente senza la necessità di abbattimento delle alberature.
23. Varco collegamento pista ciclabile muro argine ponte san Niccolò. Altezza circa 1 m . Tipologia E.
24. Tratto di lungarno alle Grazie da piazza dei Cavalleggeri a Ponte alle Grazie per una lunghezza di circa 250 m. Tipologia H. Rialzo murature esistenti mediante barriere rimovibili di altezza circa 1 m. Nella zona il prossimità di ponte alle Grazie dove è stato effettuato un allargamento in aggetto nei primi anni 50 e per una lunghezza di circa 50 m il rialzo sarà effettuato dal piano strada (invece che dalla sommità dei muretti come negli altri tratti) allineando le opere provvisionali con la spalletta di monte.
25. Tratto di lungarno Acciaiuoli da ponte vecchio a ponte S. Trinita per una lunghezza di circa 230 m. Tipologia H. Rialzo murature esistenti mediante barriere rimovibili di altezza circa 80 cm.

La realizzazione delle nuove opere idrauliche o la parziale rettifica di quelle esistenti comporteranno la modifica di alcuni tratti delle piste ciclabili attualmente presenti con il conseguente onere, a carico dell'Amministrazione comunale, dell'eventuale adeguamento delle stesse.

4 CARATTERISTICHE NUOVE MURATURE ARGINALI.

Le nuove strutture arginali di cui al punto d) del primo capoverso del paragrafo precedente, saranno realizzate, per il centro storico, con struttura in c.a. e rivestimento in materiali conformi a quelli esistenti nella maggior parte dei parapetti storici dei lungarni fiorentini (mattoni a f.v. e baule in

pietra serena), in struttura metallica (acciaio corten) a monte di ponte san niccolò fino all'hotel “ville sull'arno” ed di nuovo in calcestruzzo a monte di tale hotel. L'altezza dei nuovi muri sarà circa 1 m ad esclusione del tratto in fregio ai giardini di fronte al lungarno Aldo Moro in cui il rialzamento sarà di circa 30-40 cm.

Le nuove spallette in calcestruzzo da costruirsi su l.no alle Grazie e l.no Acciaioli saranno rivestite, sia lato fiume che lato campagna con listelli in cotto e la struttura finale risulterà analoga a quella esistenti nella maggior parte dei parapetti storici dei lungarni fiorentini (mattoni a f.v. e baule in pietra serena). Per i dettagli strutturali e tipologici delle nuove strutture arginali si rimanda alla documentazione di cui agli elaborati “4 Analisi urbana dei luoghi e progetto”.

5 CAMPAGNA D'INDAGINE

Per valutare le modalità di realizzazione dei vari interventi previsti è stato impostato un programma di indagini differenziato in relazione alla complessità progettuale delle opere in se e dei luoghi afferenti alle stesse; di seguito vengono indicate le tipologie di indagini a supporto della progettazione per le diverse categorie di interventi.

- 1) Realizzazione di nuove opere puntuali (es. messa in opera di portelle stagne, demolizione e ricostruzione di strutture spondali esistenti, chiusura di varchi etc.): è prevista la caratterizzazione della stratigrafia dei terreni di fondazione per il dimensionamento delle opere e dei relativi ancoraggi;
- 2) Interventi su strutture arginali esistenti: oltre ai saggi diretti sulle strutture, per individuarne le caratteristiche costruttive e lo stato di conservazione, la campagna geognostica è stata orientata a definire la stratigrafia del terreno di fondazione finalizzata alla progettazione di dettaglio. Sono anche state realizzate prove penetrometriche statiche e dinamiche per la valutazione dello stato di addensamento.
- 3) Interventi su argini in terra esistenti: sono stati effettuati sondaggi e prove penetrometriche che hanno interessato la struttura arginale finalizzati a caratterizzare la natura, lo stato di addensamento e la permeabilità del rilevato. L'indagine è stata estesa anche al sottostante substrato di fondazione dove si prevede l'esecuzione di prove dirette di infiltrazione per eventuali verifiche al sifonamento. E' stato inoltre effettuato il prelievo di campioni indisturbati per realizzare analisi di laboratorio per la caratterizzazione fisico meccanica del terreno di fondazione.

- 4) Interventi per la posa in opera di barriere temporanee sui lungarni Le Grazie e Acciaiuoli: come indicato nella specifica sezione, l'intervento prevede la messa in opera di supporti per il montaggio delle barriere per le quali è necessario prevedere il consolidamento dei muri d'argine attuali mediante l'infissione di una coppia di pali trivellati di lunghezza 12 m per ogni metro di muraglione. Oltre alle indagini sulle strutture esistenti per la determinazione delle caratteristiche geometriche e meccaniche, è stata realizzata una specifica campagna geognostica orientata alla definizione della stratigrafia e delle caratteristiche fisico meccaniche del terreno. A tale scopo sono stati effettuati sondaggi con prelievo di campioni indisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio e prove penetrometriche dinamiche nel foro di sondaggio.

In considerazione delle diverse tipologie di interventi previsti, anche in funzione delle risorse finanziarie disponibili, sono stati investigati con maggior approfondimento i tratti dove la progettazione risultava di maggior complessità, demandando alle successive fasi progettuali la realizzazione di una campagna d'indagine di dettaglio per gli altri tratti.

Alla luce di quanto sopra, ed anche a seguito a quanto richiesto dalla Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio nel parere espresso in conferenza dei servizi, si è ritenuto di svolgere prioritariamente indagini più approfondite a supporto degli interventi di rinforzo dei muraglioni d'argine di l.no alle Grazie e l.no Acciaiuoli.

6 INDAGINI, ANALISI E STUDI SUL TERRITORIO.

Relativamente ai tratti più critici, sono state effettuate le seguenti indagini/approfondimenti:

l.no alle Grazie e l.no Acciaiuoli

- Ricerche storiche archivistiche relative all'evoluzione urbana, paesaggistica ed architettonica dei lungarni nel tratto dalla Nave a Rovezzano al ponte di Santa Trinita. Redazione: arch. Stefania Salomone (elaborato 5).
- Redazione di una relazione storica, comprensiva di studio cronologico di sintesi degli interventi che si sono succeduti nel tempo su L.no alle grazie e l.no Acciaiuoli. Redazione: arch. Stefania Salomone (elaborato 6).
- Relazione archeologica: Emissario Chiesi e i Lungarni della sponda destra - redazione: Cooperativa Archeologica (elaborato 7).

- Indagini di supporto dell'intervento di adeguamento delle strutture di contenimento delle piene nell'abitato di Firenze. Redazione: Laboratorio Sigma (elaborato 8).
- Servizio di indagini geognostiche di supporto dell'intervento di adeguamento delle strutture di contenimento delle piene nell'abitato di Firenze. Redazione: TECNA srl (elaborato 9).
- Campagna di indagini geofisiche finalizzate allo studio della struttura e della fondazione sottostante i muraglioni di Lungarno Acciaiuoli e Lungarno Le Grazie. Redazione: Georisorse Italia di Gianfranco Censini & C Sas (elaborato 10).
- Realizzazione di sondaggi sulle murature di Lungarno Acciaiuoli e Lungarno alle Grazie in Firenze. Redazione: Impresa Lauria Antonio (elaborato 11).
- Analisi mineralogico petrografiche per la caratterizzazione dei materiali lapidei naturali ed artificiali - redazione: C.N.R. (elaborato 12)
- Caratterizzazione fisico meccanica materiali. Redazione: Università degli studi di Firenze – Dipartimento Scienze della Terra (elaborato 13)
- Rilievo, analisi materiali, delle apparecchiature murarie struttura e fondazioni sottostanti i muraglioni. Redazione: Università degli studi di Firenze -Dipartimento Scienze della Terra (elaborato 14)

altri tratti:

- Servizio di indagini ambientali per la caratterizzazione delle terre a supporto della progettazione preliminare Mitigazione del rischio idraulico per l'abitato di Firenze – Sistemazione delle difese idrauliche esistenti nel tratto da Nave a Rovezzano a Ponte S.Trinita, nel Comune di Firenze.” Redazione: ESSE.TI.A. S.R.L. (Elaborato 15).
- Servizio di indagini geognostiche mediante l'esecuzione di prove penetrometriche e saggi con escavatore a supporto della progettazione. Redazione: Pangeo snc (Elaborato 16)
- Servizio di indagini sulle alberature supporto dell'intervento di a “Mitigazione del rischio idraulico per l'abitato di Firenze - Sistemazione delle difese idrauliche esistenti nel tratto da Nave a Rovezzano a Ponte S.Trinita”. Redazione dott. Mario Moschi (Elaborato 17).

6 CANTIERIZZAZIONE.

Considerando le caratteristiche dell'intervento la cantierizzazione ed il conseguente impatto sulla viabilità e/o fruibilità delle zone oggetto dei lavori sarà una problematica da sviluppare in dettaglio nelle successive fasi progettuali. L'impatto maggiore si avrà nei tratti di lungarno alle Grazie e lungarno Acciaiuoli. Su entrambi i tratti sarà interdetta la sosta e la percorribilità del marciapiede lungo la spalletta del fiume e saranno possibili limitazioni del traffico per i periodi delle lavorazioni. I lavori sui due tratti sopraindicati non saranno effettuati contemporaneamente e la durata dell'intervento per ciascun tratto è stimabile in 7-8 mesi. Per le altre zone l'impatto delle cantierizzazioni sarà modesto considerando sia la tipologia degli interventi sia la localizzazione degli stessi. Vi saranno comunque interdizioni o limitazioni alla percorribilità dei marciapiedi e delle piste ciclabili, dove saranno costruite le nuove barriere e limitazioni ai vialetti e alle arginature dove sono previste le nuove strutture in terra o i rinforzi delle strutture in terra esistenti, per ogni zona tali limitazioni avranno comunque una durata temporale modesta (massimo 2-3 mesi) considerando l'esiguità degli interventi.

7 EVOLUZIONE STORICA DELLE SPONDE

Gli interventi precedentemente descritti vengono realizzati in contesti e su opere assai diverse tra loro.

Tra le opere che hanno meritato un importante approfondimento storico/archeologico vi sono i muri di sponda dei lungarni delle Grazie e degli Acciaiuoli, dove è previsto il consolidamento dell'intero sistema strutturale, costituito dal parapetto e dal sottostante muraglione, così da consentire la collocazione di difese di sponda temporanee in occasione di eventi di piena (cfr elaborati 4.2 e 4.3).

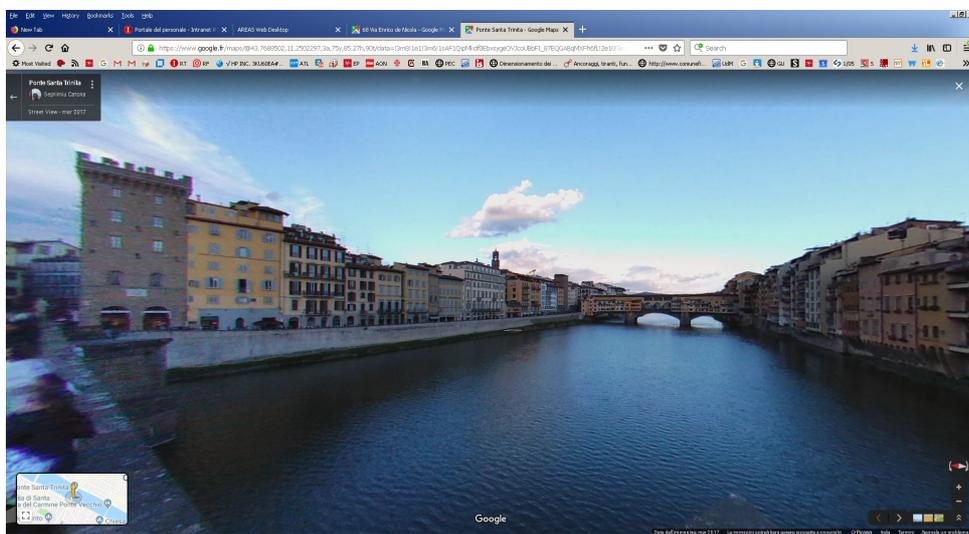
Per il dettaglio dell'evoluzione storica dei lungarni si rimanda agli elaborati 5,6,7.

Dopo l'ultimo evento alluvionale del 1966 sono state effettuate importanti trasformazioni con gli interventi di ricostruzione dei muri e parapetti crollati in occasione dell'alluvione e con i successivi interventi di sostituzione e/o rialzamento dei restanti parapetti, a seguito di tale evento sono state anche realizzate ulteriori opere nel tratto da piazza dei cavalleggeri al ponte di Santa Trinita. In particolare, è stato abbassato il fondo alveo in corrispondenza del Ponte Vecchio previa sottofondazione delle pile e delle spalle, e sono stati realizzati dei diaframmi in alveo a protezione

del piede dei muri di sponda del lungarno delle Grazie ed Acciaiuoli che erano crollati 1966. I crolli dei muraglioni in occasione della piena del 1966 hanno evidenziato la fragilità delle strutture arginali, non in grado di sostenere eventi di piena estremi.

Nello specifico il crollo su lungarno degli Acciaiuoli ha interessato il muro di sponda (da ponte Vecchio per una lunghezza di circa 70 m) fino all'imposta dello scorrimento del collettore Chiesi . (cfr allegato 2 alla presente relazione “documentazione fotografica”).

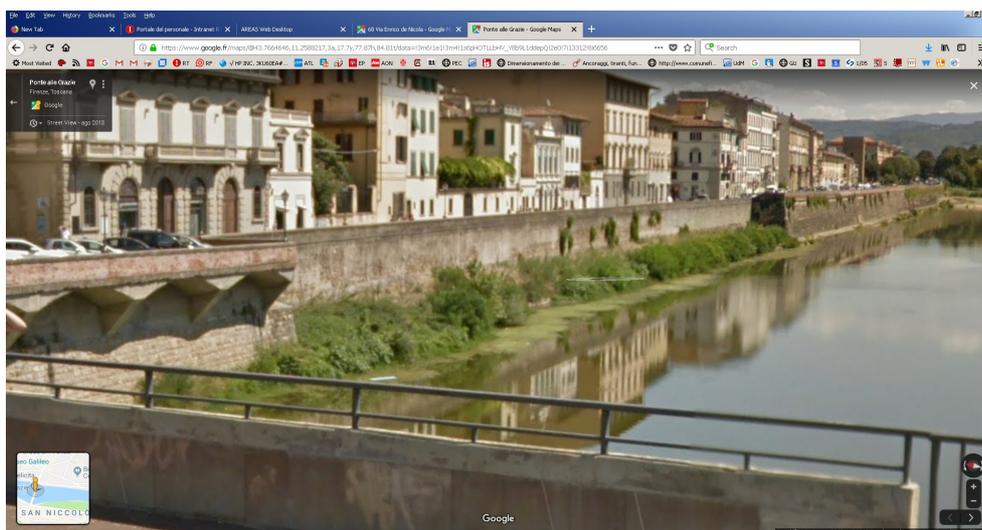
La ricostruzione ha avuto come scopo prioritario quello del ripristino della funzionalità del collettore e della difesa di sponda. Purtroppo non risulta alcuna documentazione disponibile relativa al progetto. La metodologia costruttiva è stata ricostruita tramite sondaggi e carotaggi sulla muratura esistente. Sembra plausibile che siano state immediatamente realizzate, in fase di somma urgenza, delle gabbionate di materiale arido e successivamente sia stata ripristinata la volta del collettore fognario e ricostruite le sponde con muri in c.a. debolmente armato. La ricostruzione è poi stata completata con la realizzazione dei parapetti in c.a. debolmente armato con soprastante cimasa in pietra, rivestimento lato marciapiede in listelli di cotto e balza in pietra serena, mentre, lato fiume, il nuovo muro di sponda è stato rivestito con bozze di pietra forte e/o similare. Recentemente parte del muro di sponda è stato coperto con intonaco Albaria della Degussa lasciato volutamente allo stato grezzo.



Relativamente al Lungarno delle Grazie, si rileva che, anche per tale tratto, a seguito dell'evento del '66 vi è stato il crollo di una porzione significativa (circa 80 m) del muro di sponda (cfr allegato 2 “documentazione fotografica”) con la differenza, rispetto al lungarno degli Acciaiuoli, che il collettore fognario (canale Chiesi) presente sotto la strada a tergo del muraglione non ha subito

danni. A seguito dell'intervento di ricostruzione il rivestimento in bozze di pietra lato fiume, è stato proseguito fino alla cimasa del parapetto.

A seguito della distruzione del ponte alle Grazie durante la seconda guerra mondiale, con la ricostruzione del ponte nel 1955 erano stati modificati sia la spalla destra del ponte che gli adiacenti muri di sponda sia di valle che di monte (circa 55 m) per realizzare un allargamento della sede stradale. L'intervento di allargamento della sede stradale è stato realizzato con una struttura in oggetto realizzata in calcestruzzo armato e solidarizzata al muro originario.



La sistemazione del lungarno della Zecca Vecchia fino al Ponte di San Niccolò è stata realizzata in occasione dei lavori per Firenze Capitale nel 1870 circa, mentre bisogna aspettare il dopoguerra per arrivare all'attuale configurazione delle sponde nel tratto a monte.

Prima della II guerra mondiale in questo tratto di sponda erano presenti delle ampie spiagge utilizzate nel periodo estivo dalla popolazione ed il ciglio di sponda coincideva indicativamente con l'attuale margine esterno del lungarno del Tempio.

Nel secondo dopoguerra, è stato realizzato il Ponte San Niccolò al posto del "ponte sospeso", le spiagge sono state riempite di detriti e le sponde hanno assunto la configurazione attuale.

Nell'intero tratto di monte dal ponte san Niccolò al Teatro Tenda, l'attuale configurazione delle sponde è stata modellata progressivamente in concomitanza con l'urbanizzazione novecentesca della periferia della città. La sponda immediatamente a monte di ponte san Niccolò è stata significativamente allargata utilizzando le demolizioni provenienti dai crolli seguiti ai bombardamenti/minamenti della seconda guerra mondiale.

E' doveroso precisare che l'analisi esposta è stata fatta sulla base di ripetuti sopralluoghi, delle notizie rinvenute negli archivi dell'Ufficio del Genio Civile, presso l'Archivio di Stato e da notizie

Negli archivi dell'Ufficio non sono stati trovati né il progetto originario né quello più recente. Il piano di indagini su entrambe le opere è stato definito e per la sua completa attuazione siamo in attesa dei finanziamenti necessari.

Al momento è previsto di realizzare un sovrizzo della struttura in c.a. proseguendo il paramento verticale con un getto in c.a. solidarizzato alla parte sottostante con inghisaggi di barre e realizzazione di rilevato di contrasto a campagna, ma tale soluzione, alla luce dei saggi ed indagini in corso di prossima esecuzione e dalla geometria dell'opera stimabile dalla documentazione fotografica, potrebbe essere sostituita dalla realizzazione di un ulteriore struttura di sostegno in c.a. fondata su micropali.

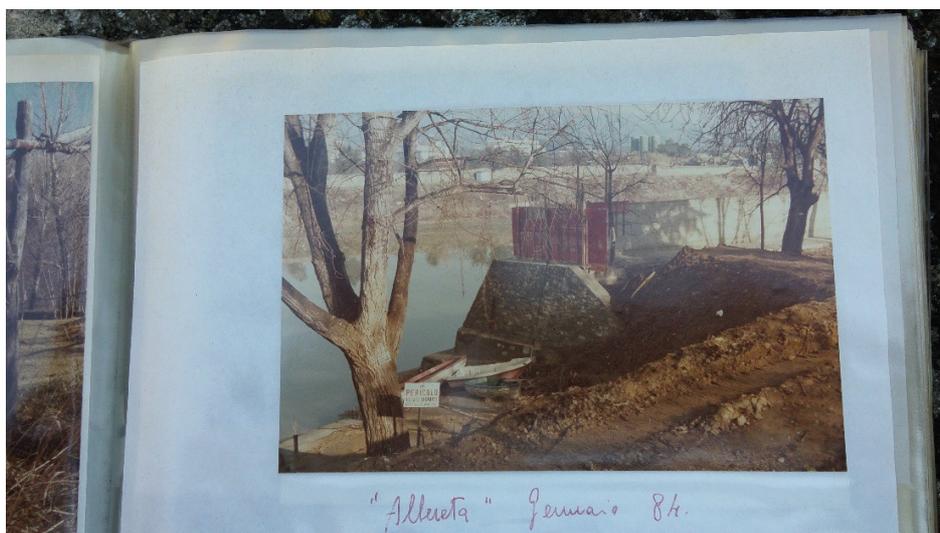
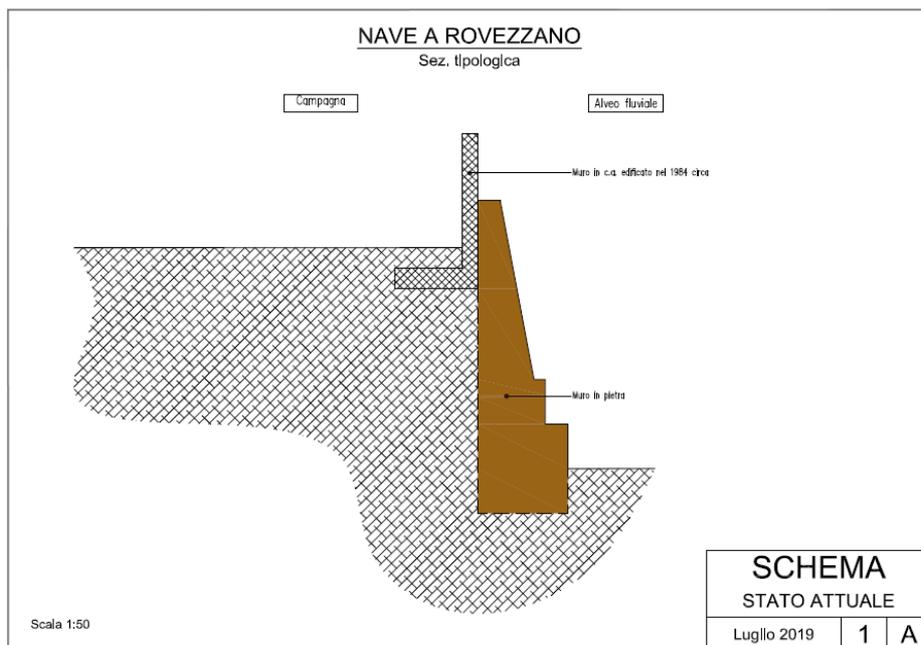


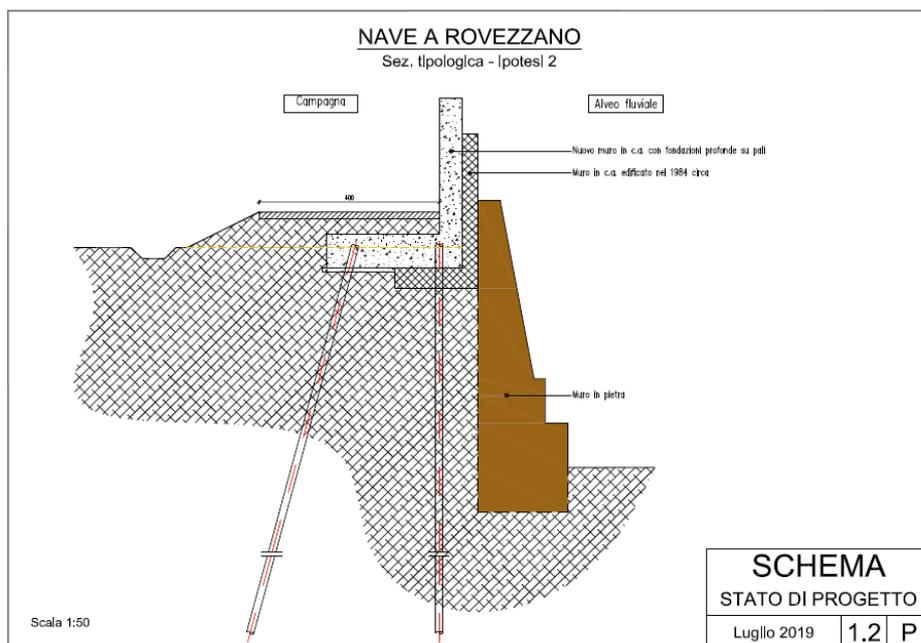
Immagine del sovrizzo realizzato nel 1984



Immagine del sovrizzo realizzato nel 1984



Schema dello stato attuale



Schema ipotesi di intervento

3 - Tratto nell'abitato di Nave a Rovezzano per una lunghezza di circa 220 m (giardini e percorso pedonale di fronte abitazioni): tipologia B. Rialzo piano campagna di circa 0,6 m.

Opera da realizzare in terra.

4 - Tratto a valle dell'abitato di Nave a Rovezzano per una lunghezza di circa 220 m (di fronte a campo sportivo fino a ponte Varlungo): tipologia B. consolidamento e rialzo argine di circa 1 m.

Opera da realizzare in terra.

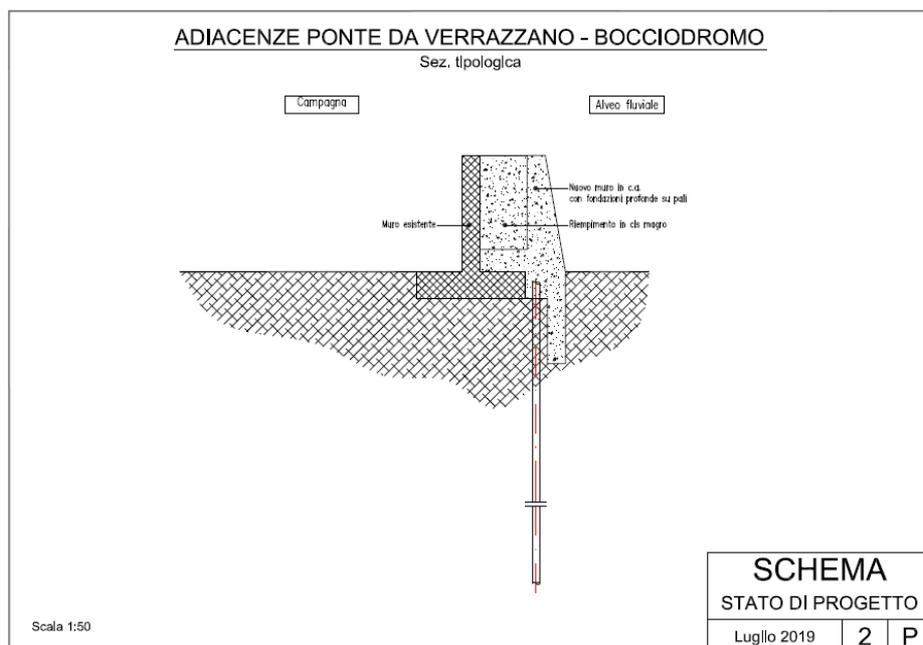
5 - Tratto a valle ponte di Varlungo per una lunghezza di circa 485 m (zona giardini Anconella): tipologia B. Allargamento e riprofilatura arginello esistente.

Opera da realizzare in terra.

6 - Tratto di fronte impianto potabilizzazione Anconella per una lunghezza di circa 1120 m. tipologia G. Manutenzione muratura esistente con adeguamento varchi di accesso.

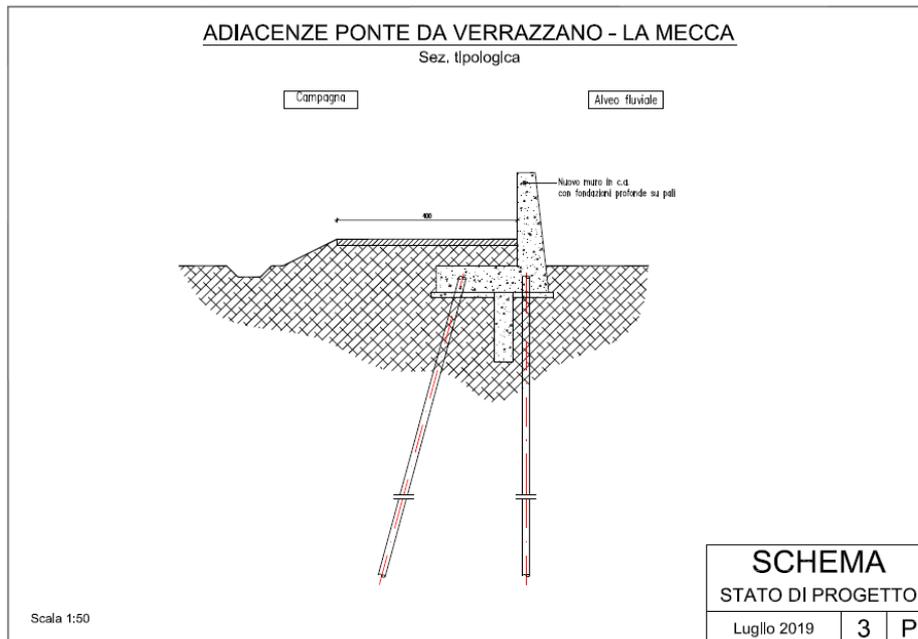
L'intervento prevede la chiusura di piccoli varchi presenti e pertanto non verranno effettuate indagini, valutazioni e/o analisi sullo stato del sistema di difesa spondale esistente.

7 - Tratto in prossimità impianto ex bocciodromo a monte del ponte Giovanni da Verrazzano per una lunghezza di circa 15m. tipologia D. Sulla base delle indagini future verrà valutata la demolizione e rifacimento del muro d'argine con altezza circa 2,6 m o il consolidamento della struttura esistente.



8 - Tratto immediatamente a monte del ponte da Verrazzano per una lunghezza di circa 55 m. tipologia D. Demolizione e rifacimento muro d'argine con altezza circa 2,1 m.

Considerato che le particelle limitrofe sono di proprietà demaniale, è possibile che la posizione della struttura possa essere modificata nel corso della progettazione per realizzare un allineamento più conveniente al deflusso delle acque di rigurgito sotto l'impalcato del ponte da Verrazzano posto subito a valle del tratto in oggetto.



SPONDA DESTRA

1 - Tratto a monte del Tuscany Hall in via Fabrizio De Andrè all'altezza del benzinaio Agip Tratto di raccordo muretto-giardini per una lunghezza di circa 20 m. tipologia B. Sovralzo terreno esistente altezza variabile (max. 100 cm)

Opera da realizzare in terra.

2 - Tratto a monte del Tuscany Hall in via Fabrizio De Andrè all'altezza del benzinaio Agip Tratto di raccordo varco-giardini per una lunghezza di circa 10 m. tipologia D. Realizzazione muretto di altezza variabile (max. 120 cm). Opera da realizzarsi in c.a. con fondazione del tipo diretta con o senza sottostante taglione in c.a.

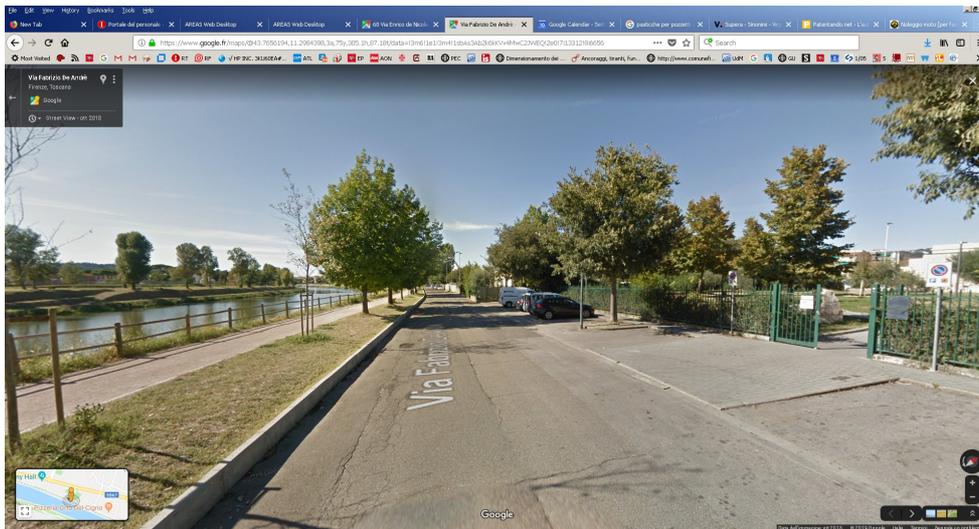
3 - Tratto a monte del Tuscany Hall in via Fabrizio De Andrè all'altezza del benzinaio Agip. tipologia E. Realizzazione varco per la chiusura di via De Andrè di circa 120 cm.

Si tratta della realizzazione di una nuova chiusura idraulica sulla viabilità esistente.

Si prevede la realizzazione di una porta stagna a due ante dotata di colonne perimetrali in c.a. fondate su micropali e raccordate ai muri di sponda esistenti.

4 - Tratto dal varco di cui al punto precedente al Tuscany Hall per una lunghezza di circa 140 m. tipologia D. Realizzazione muretto di altezza variabile (max. 120 cm) in fregio alla pista ciclabile.

Si tratta della realizzazione di un muro di c.a. al posto del cordonato in cemento presente, con fondazione del tipo diretta con o senza sottostante taglione in c.a..



5 - Tratto a valle ingresso del Tuscany Hall circa 50 m. tipologia B. Realizzazione di sovrizzo pista esistente max 60 cm

Opera da realizzare in terra.

6 - Tratto a valle del Tuscany Hall fino ai giardini "Vittime di via Fani" per una lunghezza di circa 180 m. tipologia D. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m.

La tipologia e consistenza dell'opera è legata alla risultanza delle indagini in corso di esecuzione.

7 - Tratto immediatamente a monte giardino "Vittime di via Fani". Tipologia E. Varco altezza circa 1 m.

Si prevede la realizzazione di una porta stagna.

8 - Tratto lungo i giardini "Vittime di via Fani" per una lunghezza di circa 660m. tipologia G. Rialzo cordolo fondazione cancellata per circa 30-40 cm

Opera di modesta rilevanza strutturale.

9 - Tratto di fronte albergo "Ville sull'Arno". tipologia E. Chiusura due varchi accesso albergo. A carico proprietari albergo. Tipologia E.

Opera di nessuna rilevanza strutturale a carico del presente progetto.

10 ipotesi A - Tratto da Ville sull'Arno a ponte da Giovanni da Verrazzano per una lunghezza di circa 150 m. tipologia D. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m a distanza di circa 2,5 m dalle alberature in direzione strada.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls su pali.

10 ipotesi B - Tratto da Ville sull'Arno a ponte da Giovanni da Verrazzano per una lunghezza di circa 150 m. tipologia D. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m in fregio al marciapiede. In tale ipotesi è da prevedersi il taglio delle alberature.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

11 ipotesi A - Tratto da Ponte Giovanni da Verrazzano a ristorante ex dopolavoro postelegrafonici per una lunghezza di circa 190 m. tipologia D. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m a distanza di circa 2,5 m dalle alberature in direzione strada.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls su pali.

11 ipotesi B - Tratto da Ponte Giovanni da Verrazzano a ristorante ex dopolavoro postelegrafonici per una lunghezza di circa 190 m. tipologia D. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m in fregio al marciapiede. In tale ipotesi è da prevedersi il taglio delle alberature.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

12 - Tratto compreso fra giardini ed ex dopo lavoro postelegrafonici per una lunghezza di circa 55 m. tipologia D. Realizzazione nuovo muro d'argine di altezza circa 1 m.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

13 - Tratto prospiciente ristorante ex dopolavoro postelegrafonici e altre strutture in muratura per una lunghezza di circa 70 m. tipologia G-H. Sistemazione muretti esistenti e predisposizione chiusure/adeguamento varchi.

Da valutare a seguito di indagini di approfondimento se vi possa essere la necessità di realizzare una struttura in aderenza a quella esistente qualora questa sia giudicata inidonea. In tale eventualità si può preventivamente prevedere la realizzazione di un muro in c.a. con fondazioni del tipo diretto con o senza sottostante taglione in c.a.

14 - Tratto a valle campo di calcetto fino inizio alberature per una lunghezza di circa 40 m. tipologia D. Realizzazione nuovo muro d'argine di altezza circa 1 m.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

15 - Varco di accesso. tipologia E. Altezza circa 1 m.

Si prevede la realizzazione di una porta stagna.

16.1 - Tratto a valle campo calcetto per una lunghezza di circa 30 m. tipologia D. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m in fregio al marciapiede.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

16.2 - Varco di altezza circa 1 m.

Si prevede la realizzazione di una porta stagna.

16.3 - Tratto fino ad immissione torrente Affrico per una lunghezza di circa 30 m. tipologia D. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m in fregio al marciapiede.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

17 - Immissione torrente Affrico. tipologia H. Realizzazione clapet ed allargamento ponte su torrente Affrico.

Si prevede l'ampliamento del ponte mediante la costruzione di nuove spalle ed impalcato a cui ancorare il clapet.

18 - Tratto immediatamente a valle torrente Affrico. Realizzazione varco altezza circa 1 m.

Si prevede la realizzazione di una porta stagna.

19 - Tratto compreso fra immissione torrente Affrico e chiosco su lungarno del Tempio per una lunghezza di circa 130m. tipologia D. Realizzazione di muretto d'argine di altezza circa 1 m in fregio alla pista ciclabile. Tale tratto sarà interessato dalla costruzione della nuova fermata per la tramvia.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

20 - Tratto in zona chiosco su lungarno del Tempio. tipologia D. Realizzazione nuovo muretto per una lunghezza di circa 25 m.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

Per tale tratto si riterrebbe opportuno lo spostamento del chiosco.

21 - Tratto immediatamente a valle del chiosco. Realizzazione varco altezza circa 1 m.

Si prevede la realizzazione di una porta stagna.

22 - Tratto dal chiosco a ponte san Niccolò per una lunghezza di circa 210 m. Realizzazione nuovo argine di altezza circa 1 m in fregio al marciapiede.

Opera da realizzarsi in acciaio tipo corten con fondazione in cls.

23 - Varco collegamento pista ciclabile muro argine ponte san Niccolò. Altezza circa 1 m.

Si prevede la realizzazione di una porta stagna.

24 - Tratto di lungarno delle Grazie da piazza dei Cavalleggeri a Ponte alle Grazie per una lunghezza di circa 250 m. Consolidamento muraglioni d'argine (come da descrizione e tavole di progetto), rifacimento spallette e collocazione predisposizioni per la posa delle barriere temporanee di altezza massima circa 1 m.

25 - Tratto di lungarno degli Acciaiuoli da Ponte Vecchio a Ponte di Santa Trinita per una lunghezza di circa 230 m. consolidamento muraglioni d'argine (come da descrizione e tavole di progetto), rifacimento spallette e collocazioni predisposizioni per posa barriere rimovibili di altezza massima circa 0,8 m.

Relativamente ai punti 24 e 25 risulta evidente che non si possa intervenire con un rialzamento definitivo delle spallette in quanto un loro adeguamento precluderebbe la visuale, da parte di chi percorre i lungarni, della città sulla sponda opposta e delle soprastanti colline. E' pertanto scelta obbligata propendere per delle difese temporanee da predisporre in opera in caso di allerta. I vincoli principali per la scelta della tipologia di tali opere sono la facilità di posa e la velocità di installazione (max 6-8 ore). Possibilmente dovranno essere collocate da squadre composte da 2-3 persone, con materiale trasportabile ed installabile con mezzi di dimensione limitata..

Valutato quanto sopra la scelta si è indirizzata su difese temporanee costituite da barriere rimovibili da posizionare in caso di allerta, in analogia a quanto viene realizzato sulle spallette dei lungarni a Pisa, con la differenza, che sul lungarno delle Grazie e degli Acciaiuoli, sono richiesti rialzamenti compresi fra 70 e 100 cm sull'attuale sommità dei parapetti, mentre a Pisa il rialzamento è contenuto in circa 30 cm.

Considerando che i muraglioni risultano già a rischio in caso di eventi estremi (cfr piena 1966) e che questo ulteriore rialzamento arriverà a determinare un battente di spinta sul parapetto che può giungere a circa 2.20 mt, risulta evidente che l'attuale sistema strutturale, costituito dal parapetto e dal sottostante muro, non è in grado di sostenere tale sforzo aggiuntivo.

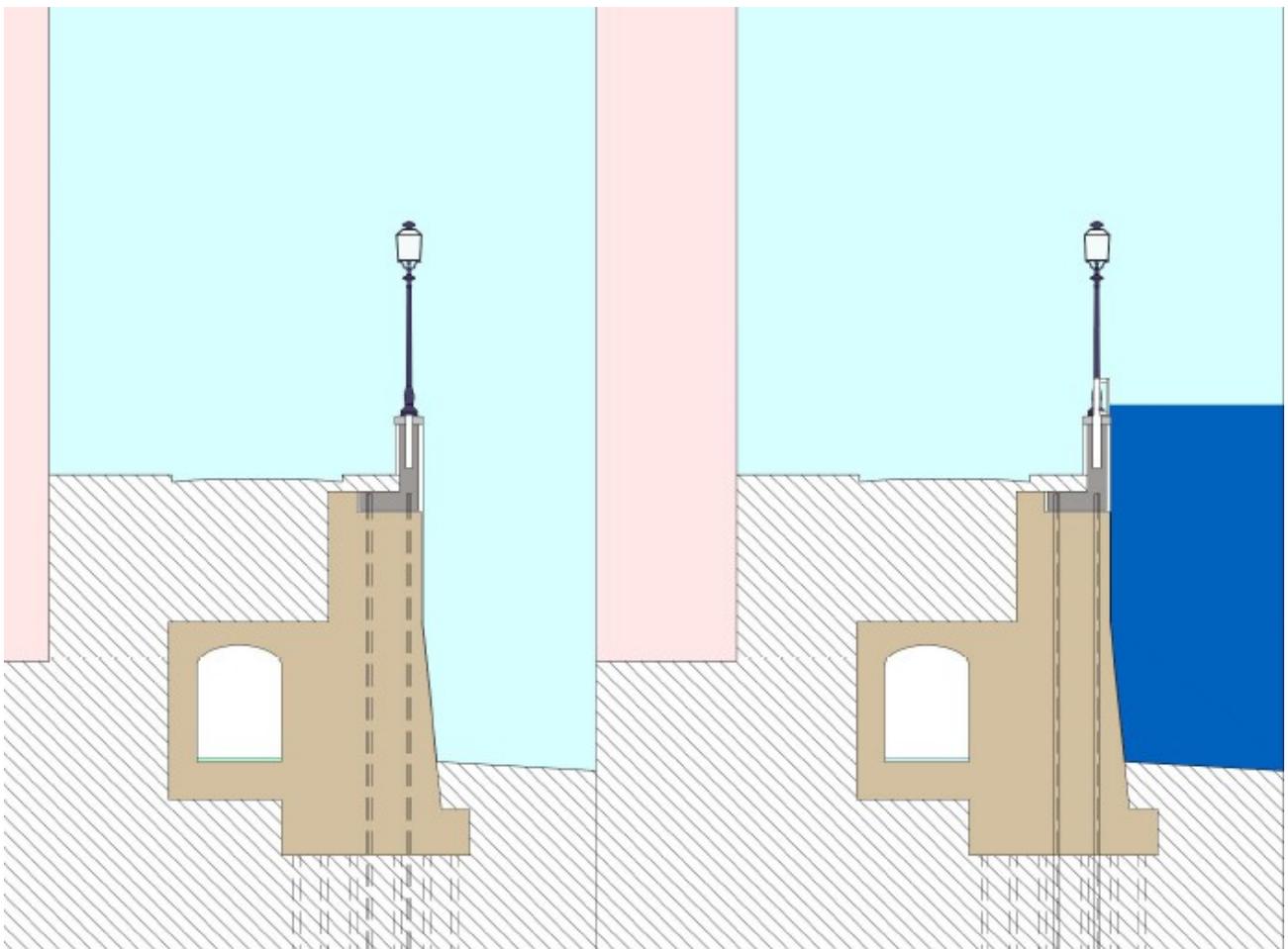
Nasce quindi l'esigenza di adeguare l'intero sistema strutturale costituito dalle barriere provvisionali, dal parapetto e dalla sua fondazione, ovvero del sottostante muraglione di sponda.

Per il rinforzo dei muri, come riscontrabile nelle tavole progettuali, è prevista la realizzazione di una paratia di doppi pali che consolidi i muraglioni e si attesti sullo strato di roccia posto al di sotto del livello del fiume. I montanti provvisori saranno innestati in appositi alloggiamenti in acciaio inox predisposti all'interno dei nuovi parapetti da realizzare in c.a. sul baule in pietra saranno allocati dei coperchi in metallo di chiusura delle asole di alloggiamento della struttura principale delle barriere.

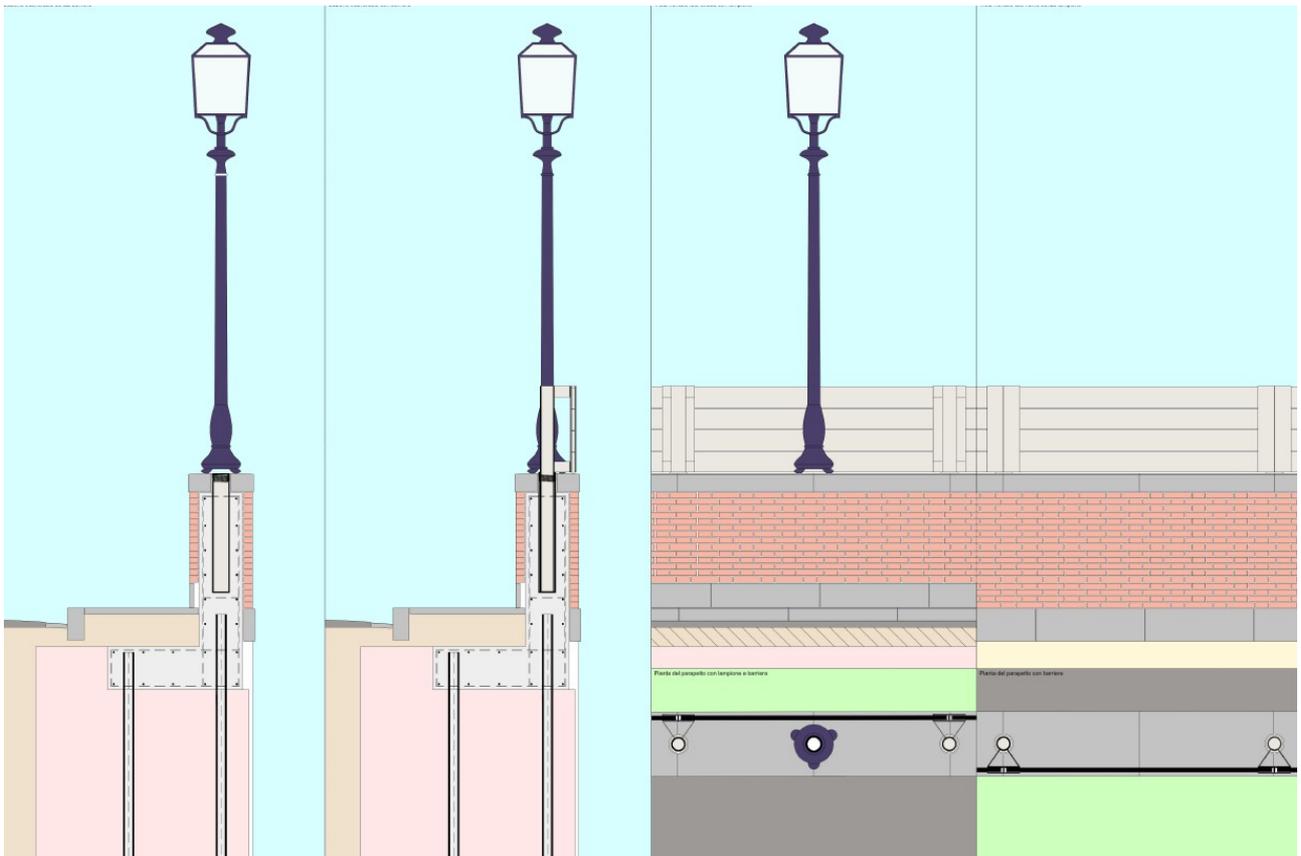
Per garantire la funzionalità del sistema di difesa provvisorio, gli alloggiamenti dovranno essere mantenuti in efficienza, prevedendo almeno una pulizia e verifica all'anno, da realizzarsi preferibilmente prima dell'autunno. Con la stessa cadenza temporale dovrà essere verificata

l'efficienza e lo stato dei montanti e delle barriere provvisorie immagazzinate, mentre la frequenza delle esercitazioni, per l'addestramento delle squadre di montaggio, dovrà essere almeno biennale.

In ultimo si ritiene che gli interventi strutturali proposti per i due tratti di lungarno, siano di sicuro beneficio per le strutture originarie e che non si debba procedere alla valutazione della sicurezza nei confronti del carico accidentale veicolare viaggiante e del sisma in quanto tale verifica appare non pertinente per le opere in oggetto e potrebbe di fatto non essere eseguibile sia per le caratteristiche oggettive delle strutture esistenti che per le connesse difficoltà ed impossibilità d'indagine.



Sezione tipo di progetto l.no Acciaioli e l.no Grazie



Vista e sezione tipo di progetto l.no Acciaioli e l.no Grazie (dettaglio)

9 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area d'intervento, localizzata lungo l'alveo dell'Arno nel tratto compreso fra la frazione di Nave a Rovezzano ed il Ponte Santa Trinita, costituisce la porzione orientale della più vasta pianura alluvionale creata dall'Arno e dai suoi affluenti, del bacino di Firenze-Prato-Pistoia. Si tratta di una depressione di origine tettonica, colmata da sedimenti fluvio-lacustri e fluviali con una lunghezza di 45 km orientata in direzione sud-est, nord-ovest ed una larghezza massima di 10 km.

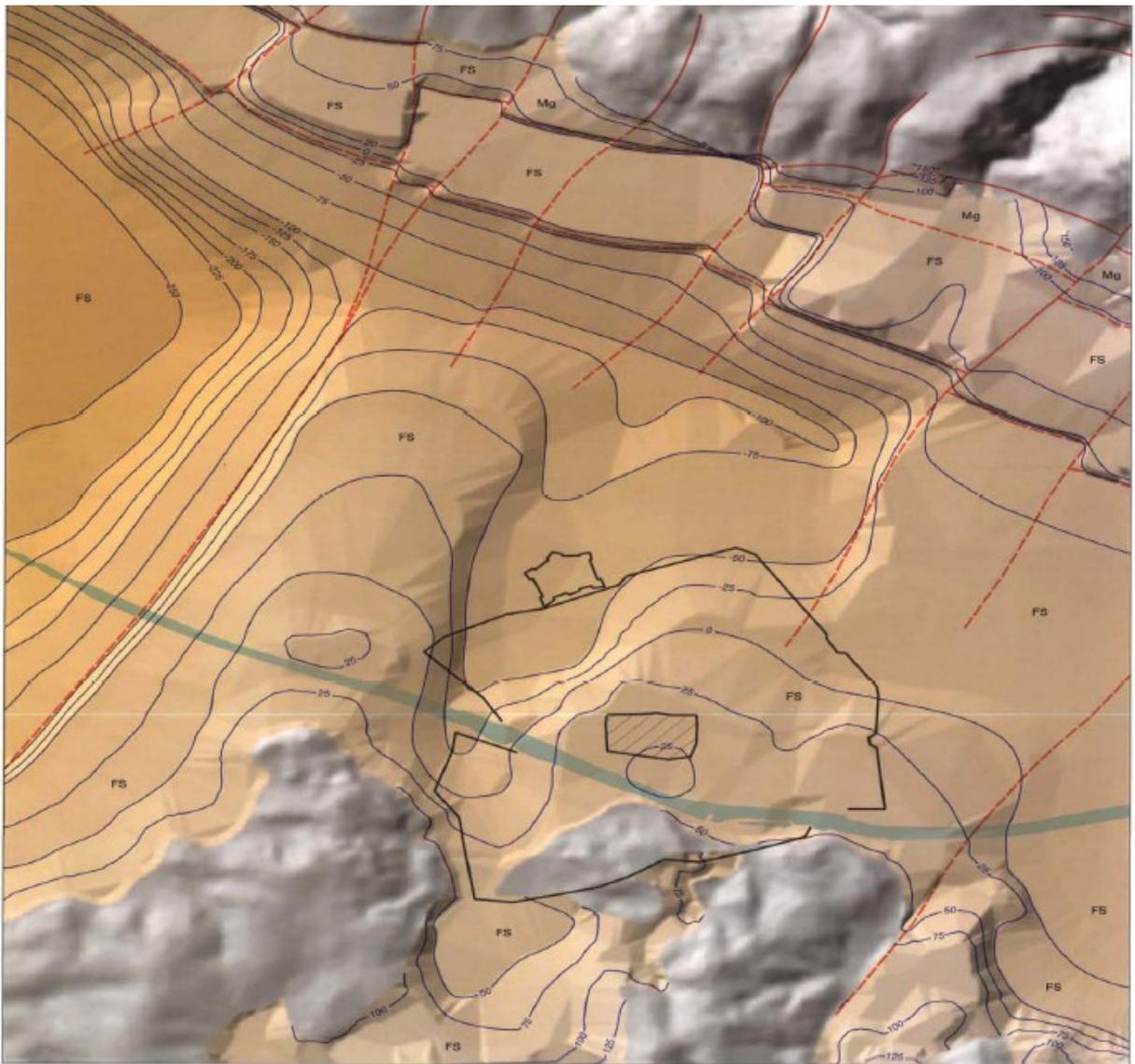
L'evoluzione geologica della depressione può essere ricostruita a partire dal Pliocene, quando l'attività delle faglie di Fiesole ad andamento NW-SE e di quelle trasversali ad andamento NE-SW, determinano una disarticolazione e un generale ribassamento del bedrock

"Il margine nord-est è segnato da una zona di faglia con rigetto totale di alcune centinaia di metri. Il margine opposto, sudovest, non appare interessato da faglie importanti.

Faglie trasversali all'asse del bacino hanno successivamente dislocato i sedimenti lacustri e, in particolare, hanno sollevato la conca di Firenze rispetto al resto del bacino. Tale sollevamento si verificò probabilmente in una fase in cui il bacino era ancora lontano dal colmamento sedimentario e determinò l'erosione dei depositi lacustri nella conca di Firenze, mentre nel restante bacino Prato-Pistoia continuava la sedimentazione lacustre fino al colmamento o quasi" (Capecchi et alii, 1975).

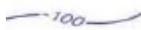
La ricostruzione dell'andamento del substrato litoide pre-pliocenico lungo il tracciato del fiume, condotta sulla base delle perforazioni eseguite nell'area fiorentina, evidenzia che quest'ultimo è presente a debole profondità - inferiori a 25 m dal piano campagna - nel tratto in cui il fiume attraversa l'area del centro storico della città, mentre tende ad approfondirsi spostandosi sia a monte, nel tratto compreso fra Gavinana e Rovezzano, che a valle a partire dal Parco delle Cascine.

Spostandosi verso ovest, si osserva un brusco ribassamento del substrato che, in corrispondenza del gradino delineato dalla faglia trasversale Scandicci-Castello, passa da una profondità di circa 100 m dal p.c. nella zona dell'Ippodromo ad oltre 300m di profondità nei pressi del Ponte all'Indiano.



SUBSTRATO LITOIDE
pre-Pliocene

- FS - Formazione di Sillano - Pietraforte:** prevalenza di argilliti alternanti a livelli calcareo-marnosi e calcareo-arenacei; arenarie quarzoso-carbonatiche. UNITA' LIGURI *Paleocene-Cretaceo Superiore*
- Mg - Macigno (membro Modino) - Marne di San Polo:** torbiditi arenacee e pelitico-arenacee; marne siltose. FALDA TOSCANA *Miocene Inferiore-Oligocene*

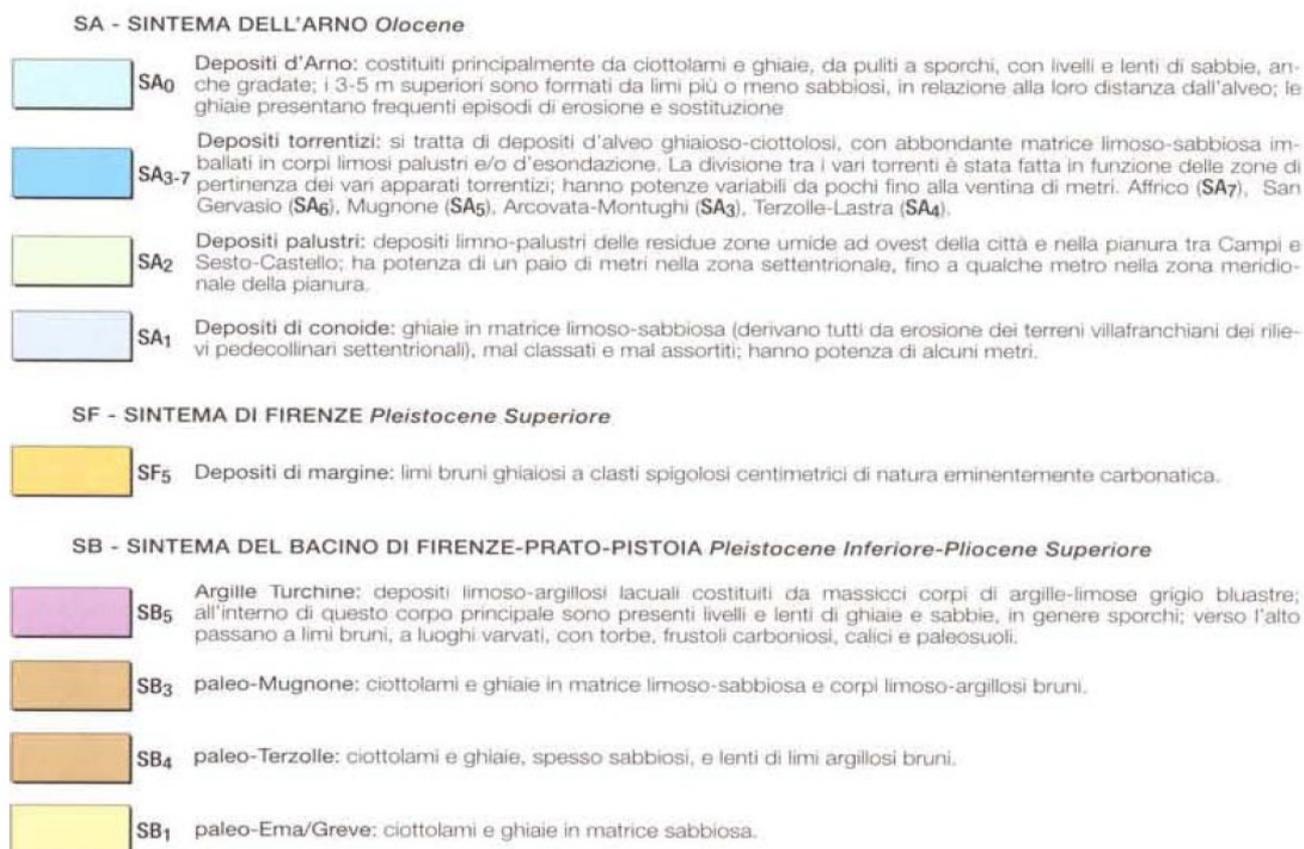
-  Ipsometria (curve di livello riferite al livello del mare)
-  Faglie del substrato litoide (certe, presunte)

-  Cinta muraria (cerchia dei viali)
-  Centro storico (città romana)

Carta Geologica del substrato Litoide dell'area Fiorentina. Agli F., Cecchi M., Coli M., Pini G. & Rubellini P. (2004) - Comune di Firenze & Università degli Studi di Firenze.

Per quanto riguarda l'origine dei sedimenti presenti nel bacino, a partire dal Pliocene superiore, quando ebbe inizio la fase di tettonica distensiva, si ebbe la deposizione di materiali di ambiente fluvio-lacustre, in discordanza stratigrafica con le formazioni del bedrock sottostante.

Sulla base dell'evoluzione geologica sono state individuate tre situazioni tettonico-sedimentarie differenti sia spazialmente che cronologicamente, ed anche in rapporto ai cicli di erosione deposizione che l'hanno interessata. Sono stati quindi distinti, nell'ambito dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri, i tre Sintemi principali: Sintema dell'Arno, Sintema di Firenze e Sintema del Bacino di Firenze, oltre alle formazioni del Substrato litoide.



Alla base della successione, si osserva dapprima la presenza di depositi pre-lacustri, direttamente sovrapposti al substrato litoide, costituiti da depositi clastici grossolani, quali ghiaie e ciottolami in matrice limoso-sabbiosa cui sono intercalati livelli e lenti di limi argillosi di colore brunastro (SB₁, SB₃, SB₄ – Sintema del Bacino di Firenze-Prato-Pistoia).

Al di sopra di questo orizzonte clastico grossolano poggia una sequenza di depositi lacustri, costituiti da limi argillosi e argille limose di colore grigio bluastro, al cui interno possono rinvenirsi livelli a geometria lenticolare di ghiaie e sabbie in matrice limosa e, soprattutto verso il tetto, livelli con torbe, frustoli carboniosi, calici e paleosuoli (SB₅, Argille turchine – Sintema del Bacino di Firenze-Prato-Pistoia).

Proseguendo verso l'alto nella successione si rinviene un deposito ghiaioso–ciottoloso ad elementi ben evoluti, immersi in abbondante matrice sabbioso–limosa, al cui interno sono intercalati livelli sabbioso–limosi di colore brunastro, riconducibile all'azione diretta del corso del Paleo–Arno (SF – Sintema di Firenze) e osservato soprattutto in perforazioni eseguite in destra idraulica del Fiume Arno, nella parte di centro storico compresa tra lo stesso ed il corso del Torrente Mugnone.

A chiusura delle successioni descritte si ritrovano i depositi alluvionali recenti del Fiume Arno e dei suoi affluenti (SA – Sintema Fiume Arno), costituiti in prevalenza da ghiaie e ciottoli immersi in una più o meno abbondante matrice sabbioso–limosa, con livelli e/o lenti di sabbie spesso gradate, cui si affiancano o sovrappongono depositi a granulometria prevalentemente limoso–sabbiosa e limoso–argillosa, più abbondanti man mano che ci si allontana dall'alveo (SA0 – Depositi d'Arno).



Carta Geologica dell'area Fiorentina. Agili F., Cecchi M., Coli M., Pini G. & Rubellini P. (2004) - Comune di Firenze & Università degli Studi di Firenze.

Passando ad esaminare la specifica zona interessata dall'intervento, i terreni affioranti sono ascrivibili al Sistema dell'Arno e, dal punto di vista litologico l'area si colloca al contatto tra terreni a prevalente componente granulare (GP, SS) e terreni a componente mista coesiva/granulare (LS).

Nel primo tratto, compreso fra l'abitato di Nave a Rovezzano ed il ponte da Verrazzano, il fiume scorre su terreni a prevalente componente granulare (GP) costituiti da ghiaie per lo più pulite con frequente componente sabbiosa. Limitatamente al tratto di sponda sinistra compreso fra il ponte di Varlungo e l'acquedotto dell'Anconella affiorano terreni a tessitura sabbioso limosa e sabbioso argillosa (SS)

Nel tratto successivo, compreso fra i ponti Da Verrazzano e San Niccolò, i sedimenti sono costituiti da terreni coesivi (LS) ma anch'essi caratterizzati da una componente granulare abbondante, limi ghiaiosi e limi sabbiosi.

Infine a valle di punta San Niccolò, fino al termine del tratto d'interesse corrispondente a Ponte Santa Trinita, sono presenti nuovamente terreni granulari a tessitura ghiaiosa (GP)



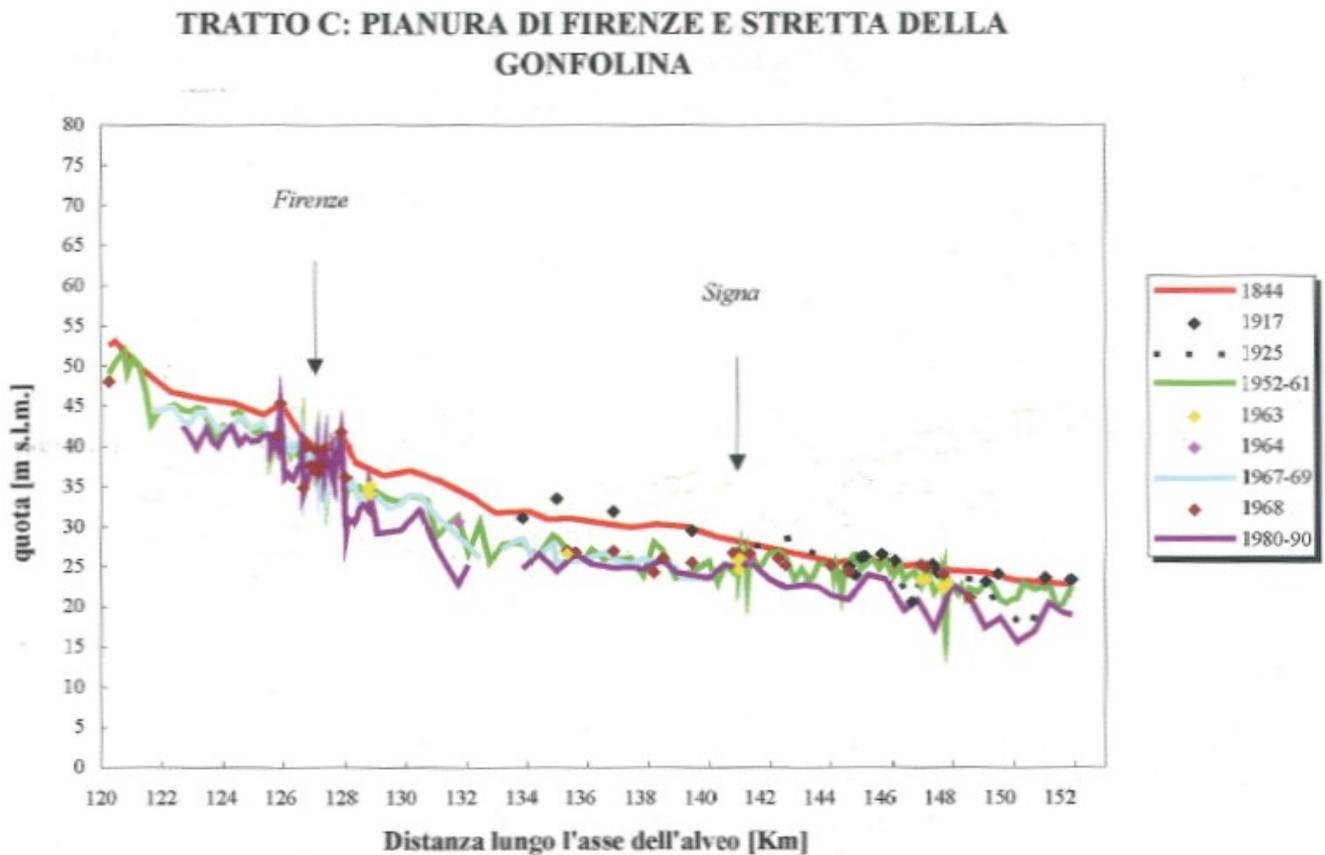
Firenze. Carta litotecnica - Agili F., Cecchi M., Coli M., Pini G. & Rubellini P. (2004) - Comune di Firenze & Università degli Studi di Firenze.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista morfologico la zona di fondovalle dell'Arno risulta completamente urbanizzata e l'attuale configurazione morfologica è il risultato di una lunga serie di interventi di sistemazione idraulica realizzati in diverse epoche.

Per quanto riguarda l'evoluzione geomorfologica dell'area, la pianura di Firenze fino alla stretta della Gonfolina è stata oggetto di un forte abbassamento della quota di fondo documentato da Agnelli² et Al. (1998) nello studio "Dinamica morfologica recente del F. Arno".

Il lavoro evidenzia che gli abbassamenti registrati nel tratto urbano tra il 1845/47 e il decennio 1980 – 1990 sono compresi tra 3 e 5 metri nel tratto compreso fra la traversa di Rovezzano e quella di San Niccolò. Nel tratto successivo, fino a Ponte Vecchio sono nell'ordine dei 5 metri mentre fra Ponte Vecchio e Ponte alla Carraia il fondo risulta invariato con locali abbassamenti minori.



Evoluzione altimetrica del profilo longitudinale del F. Arno nel tratto compreso fra la pianura fiorentina e la stretta della Gonfolina.

² Agnelli A. Billi P., Canuti P. e Rinaldi M. (1998) "Dinamica morfologica recente del fiume Arno"

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sotto l'aspetto idrogeologico si può far riferimento alla distinzione in orizzonti effettuata da Capecchi F., Guazzone G. e Pranzini G. nell'ambito dello studio "Ricerche geologiche e idrogeologiche nel sottosuolo della pianura di Firenze", (1975) che evidenzia dall'alto verso il basso, una sequenza stratigrafica tipica così schematizzabile:

1) *Orizzonte Firenze 1.* E' lo strato superficiale costituito da sabbia fine con argilla con ghiaie e ciottoli frequentemente dispersi nel banco e più rare piccole lenti di argilla. Questo strato superficiale, costituito in massima parte da materiale depositato dall'Arno durante le piene, ha uno spessore variabile da 3 a 9 m.

2) *Orizzonte Firenze 2.* E' composto principalmente da ciottolami, ghiaie e sabbie con scarsa frazione argillosa, sebbene siano presenti lenti di argilla plastica giallo-rossastra. Si tratta, in generale, di depositi fluviali incoerenti che presentano variazioni granulometriche notevoli sia orizzontali che verticali. A causa della loro elevata permeabilità questi depositi sono altamente produttivi tanto da costituire il livello in cui trovano alimentazione la maggior parte dei pozzi per acqua perforati nell'area urbana. Questo orizzonte è spesso coalescente con il successivo Firenze 3 per cui si valuta lo spessore complessivo che può raggiungere al massimo i 22 m.

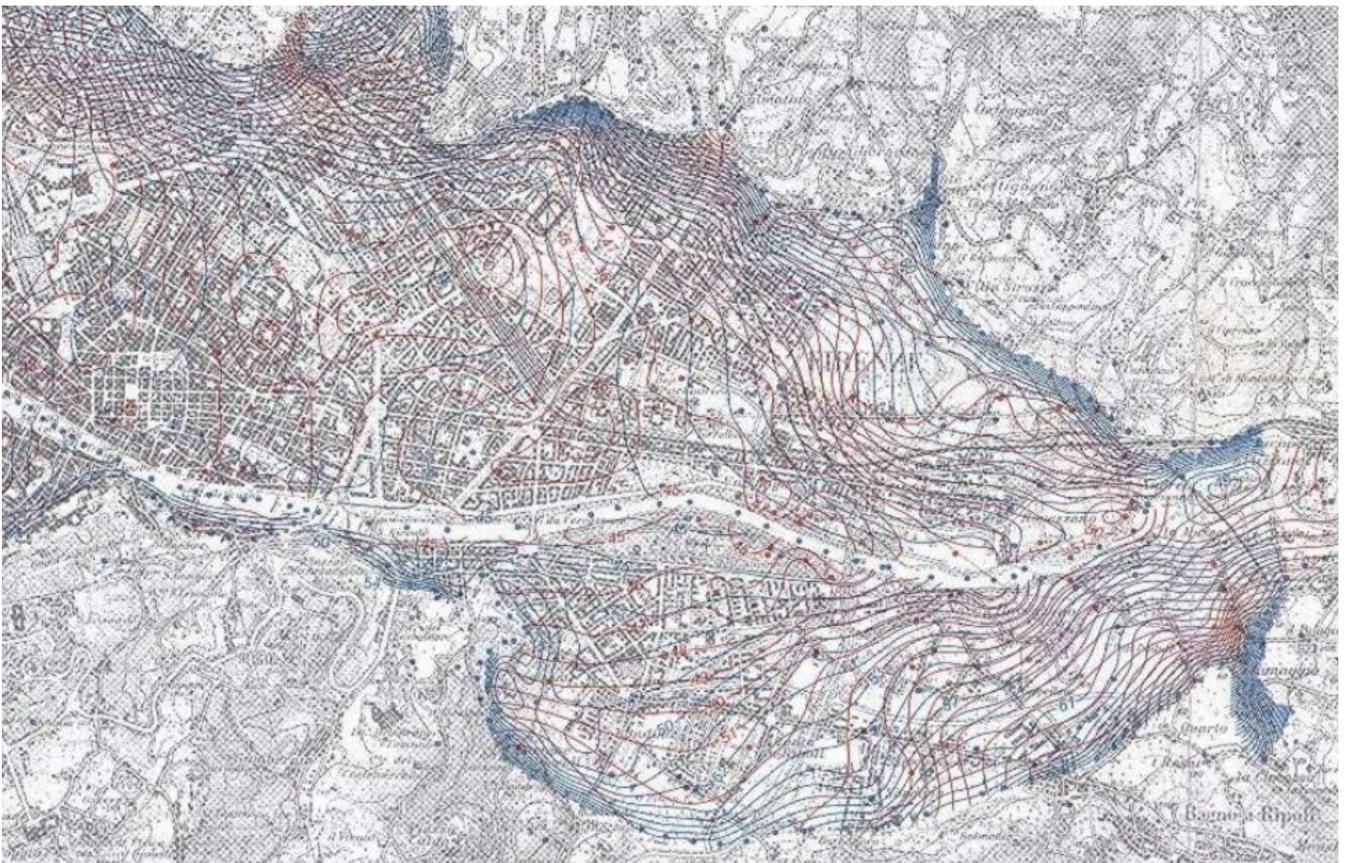
3) *Orizzonte Firenze 3.* Questo orizzonte, presente nella parte occidentale della pianura, è costituito da ciottolami, ghiaie e sabbie, in matrice argillosa più abbondante che nei depositi del sovrastante Firenze 2. Sono presenti lenti argillose anche di 3-4 m di spessore. E' spesso separato dall'orizzonte precedente da uno strato di argilla turchina di probabile origine lacustre. Per quanto riguarda il suo spessore valgono le considerazioni svolte per l'orizzonte Firenze 2.

4) *Orizzonte Firenze 4.* E' costituito da argille lacustri di colore turchino e raramente giallastro con intercalate lenti di ghiaie e ciottoli, più raramente di sabbie. Alla base delle argille, al contatto con le rocce del paleoinvaso, è a volte presente un piccolo livello di ciottoli ossidati e poco arrotondati riferibile a un deposito di pseudo-trasgressione. Lo spessore di questo orizzonte, controllato dalla quota del fondo lago, può essere anche molto elevato (a San Donnino, ad esempio, è maggiore di 300 m).

L'acquifero costituito dalla coltre dei terreni alluvionali è sede di una falda freatica che, come evidenziato dalla Carta Isopiezometrica del Comune di Firenze, si riscontra generalmente nei primi metri a profondità (tra 1 e 10 m) sotto il piano campagna. Il livello risente sensibilmente delle variazioni stagionali e dei grandi eventi pluviometrici localizzati oltre ad essere direttamente influenzato localmente dai prelievi da pozzi per usi vari.

La ricostruzione dell'andamento delle superfici isofreatiche, indica un deflusso idrico sotterraneo dalle colline verso la valle con una componente verso Ovest, in accordo con il verso di scorrimento dell'Arno.

In generale il fiume esercita un'azione di alimentazione della falda nel suo primo tratto in pianura, circa fino all'altezza di Ponte S. Niccolò, mentre nel resto del suo corso all'interno dell'area fiorentina, a causa dell'abbandono dei pozzi dell'acquedotto fiorentino e di molti altri pozzi privati con conseguente rialzo della superficie piezometrica, si osserva un'alternanza di tratti "drenanti" con tratti viceversa "alimentanti".



Dati idrogeologici del sottosuolo di Firenze – Braccesi G., Cecchi M., de Rosa G., Pranzini G. & Rubellini P. - Comune di Firenze & Università degli Studi di Firenze.

CAMPAGNA GEOGNOSTICA

In considerazione delle diverse tipologie d'intervento previste nel progetto complessivo le indagini della campagna geognostica si sono concentrate preliminarmente laddove la realizzazione delle opere risulta maggiormente influenzata dalle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni e dallo stato di conservazione delle opere preesistenti.

La campagna geognostica si è svolta nel periodo compreso fra l'ottobre 2019 e il settembre 2020 concentrandosi nelle seguenti situazioni:

a) Tratti dei lungarni in destra idrografica nel centro storico - Lungarno alle Grazie e Lungarno Acciaiuoli - dove è prevista l'installazione di opere provvisorie quali targonature rimovibili (interventi di tipo F); tali opere andranno ad ancorarsi a strutture preesistenti, costituite dagli attuali muraglioni del centro storico, ovvero, qualora essi non offrano sufficienti garanzie di resistenza, a nuove strutture di ancoraggio.

A tale scopo le indagini si sono orientate alla valutazione dello stato di consistenza delle murature esistenti ed alla definizione della stratigrafia dei terreni di fondazione per valutare la possibilità di innestare le opere provvisorie agli attuali muraglioni o a considerare soluzioni alternative.

b) Tratti nei quali è previsto il rialzamento/rinforzo degli argini esistenti in materiale sciolto (interventi di tipo B). In particolare è stato esaminato l'argine sinistro nel tratto compreso fra l'abitato di Nave a Rovezzano e l'acquedotto dell'Anconella dove sono state effettuate prove penetrometriche per definire le caratteristiche meccaniche degli argini esistenti e dei sottostanti terreni di fondazione.

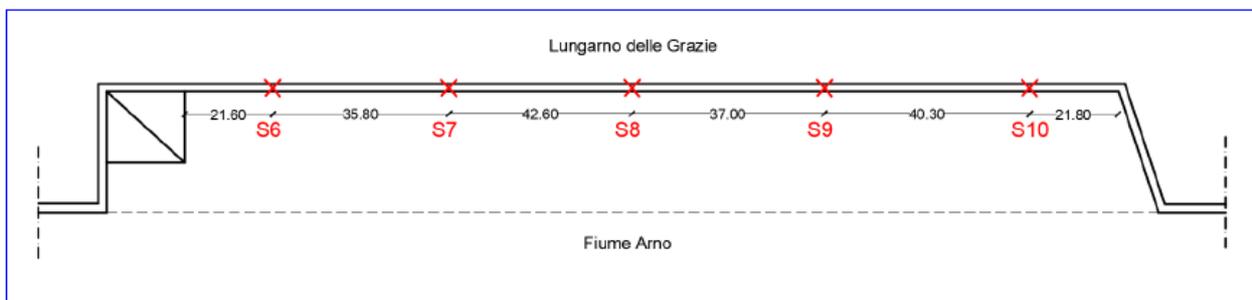
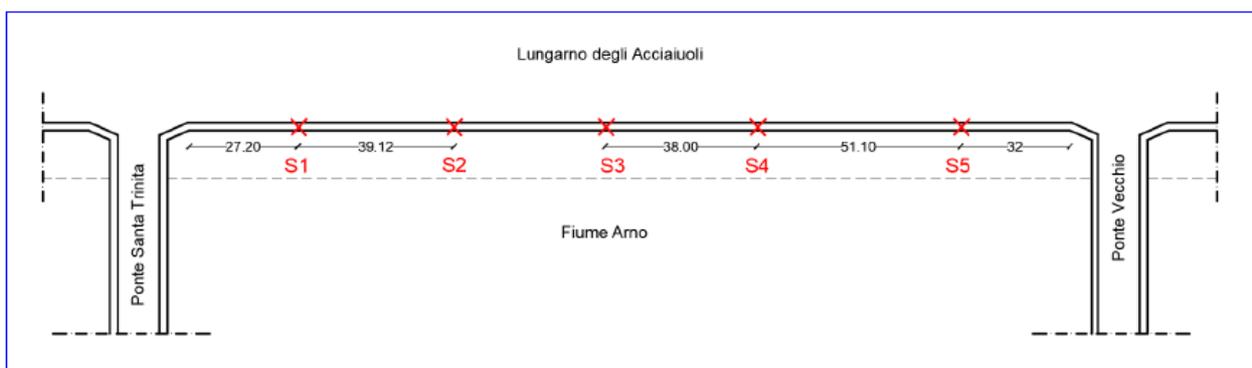
c) Tratti in corrispondenza dei quali è prevista la demolizione ed il rifacimento di muri d'argine (interventi di tipo D). A tale scopo è stato esaminato il tratto di muro che separa il parco dell'Albereta dall'acquedotto comunale, nei pressi del bocciodromo al ponte da Verrazzano, ed il tratto adiacente in corrispondenza del magazzino La Mecca. Su questi tratti sono stati effettuati saggi con scavatore meccanico per evidenziare le caratteristiche fondali dei muri esistenti e prove penetrometriche per definire le caratteristiche dei terreni di fondazione.

Per quanto riguarda la realizzazione di opere puntuali quali ad esempio la chiusura di varchi (interventi di tipo G) o la realizzazione di varchi manovrabili a tenuta (interventi di tipo E) si è ritenuto di demandare le indagini alle successive fasi progettuali. Analogamente per quanto riguarda gli interventi di rialzamento degli argini in muratura esistenti (interventi di tipo A) come il muro in calcestruzzo nell'abitato di Nave a Rovezzano, le indagini sulle caratteristiche tecniche del muro

esistente e sul relativo terreno di fondazione potranno essere svolte nelle fasi successive della progettazione.

a) Lungarno alle Grazie e lungarno Acciaiuoli

Nei tratti del Lungarno Le Grazie e Lungarno Acciaiuoli la campagna geognostica si è articolata nell'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo realizzati dalla ditta TECNA di Arezzo che hanno interessato sia il terreno di fondazione (n. 4 sondaggi verticali e n. 9 sondaggi inclinati) che i muraglioni d'argine esistenti (n. 10 sondaggi orizzontali) con prelievo di campioni di muratura sui quali sono state effettuate analisi di laboratorio da parte della ditta SIGMA di Calenzano. Per le stratigrafie dei sondaggi e dei saggi effettuati da tecna ed i risultati delle indagini di laboratorio condotte da SIGMA si rimanda alle specifiche relazioni in allegato.

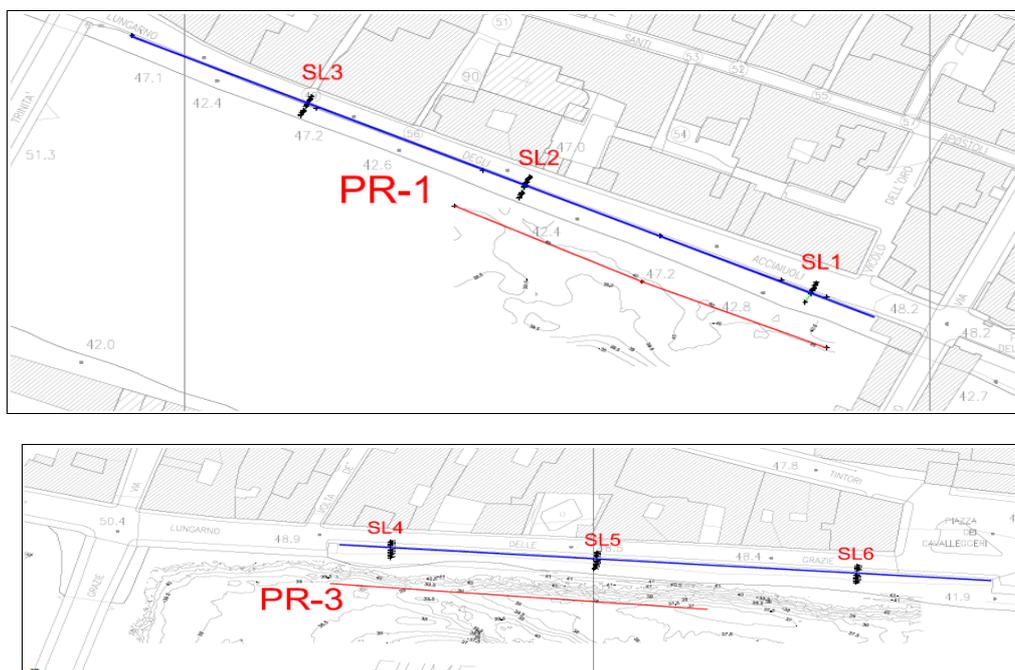


Posizione dei sondaggi verticali e inclinati e dei saggi orizzontali sui muraglioni nei tratti di lungarno esaminati

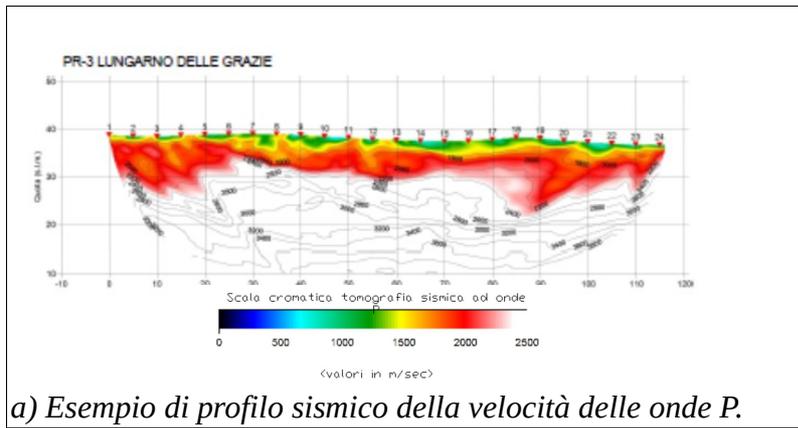
La fase successiva ha previsto l'esecuzione di indagini geofisiche a cura della ditta GEORISORSE ITALIA di Sinalunga, rivolte anch'esse ad avere un quadro geologico stratigrafico dei terreni presenti al di sotto dei muraglioni ed a valutare le caratteristiche di compattezza e consistenza dei muraglioni stessi, evidenziando la presenza di eventuali zone di debolezza al loro interno.

A tale scopo sono state effettuate le seguenti indagini:

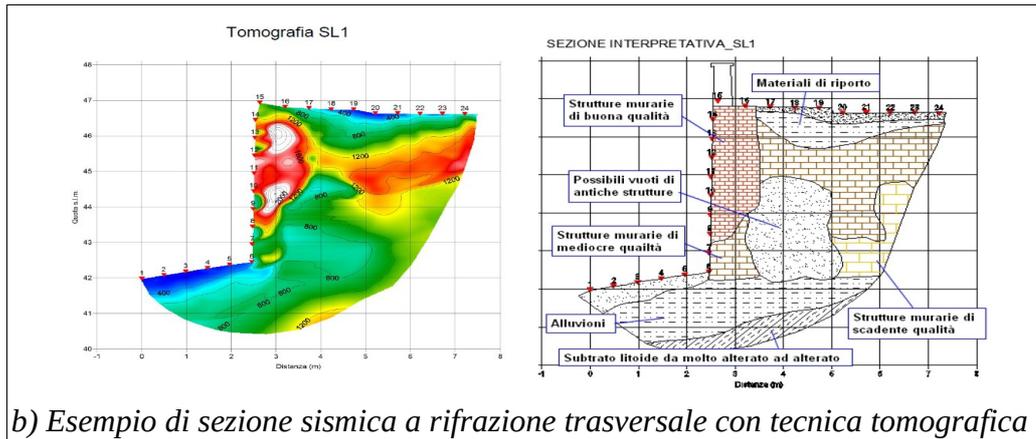
- a) Profili sismici a rifrazione con onde P per la ricostruzione del substrato che sono stati effettuati in alveo, in adiacenza alla riva, per evitare interferenze con le opere di fondazione e con ulteriori strutture esistenti;
- b) Sismica a rifrazione con elaborazione tomografica su 6 sezioni trasversali con geofoni posizionati sia sulla parete verticale che sulla strada;
- c) Rilievo sismico sonico effettuato sulla verticale del muraglione con dispositivo a due sensori per l'elaborazione di mappatura delle velocità sismiche;
- d) Profili georadar in direzione verticale ed orizzontale e loro elaborazione tridimensionale per l'individuazione di anomalie (zone di particolare assorbimento o riflessioni del segnale) più o meno persistenti nei vari spessori delle strutture murarie.



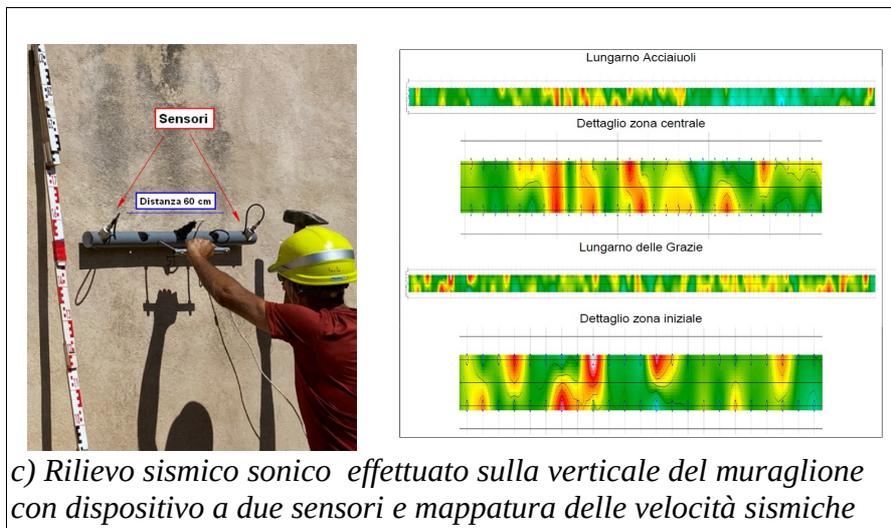
Posizione dei profili sismici (PR) in alveo a); sezioni (SL) sismiche trasversali b); profili sismici c) e georadar d) (tratto blu) sui tratti di lungarno investigati.



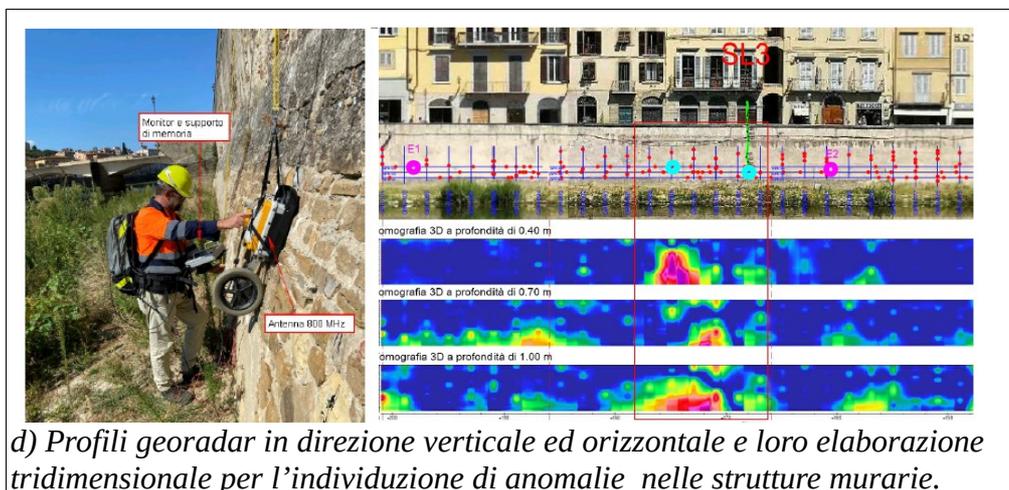
a) Esempio di profilo sismico della velocità delle onde P.



b) Esempio di sezione sismica a rifrazione trasversale con tecnica tomografica



c) Rilievo sismico sonico effettuato sulla verticale del muraglione con dispositivo a due sensori e mappatura delle velocità sismiche



d) Profili georadar in direzione verticale ed orizzontale e loro elaborazione tridimensionale per l'individuazione di anomalie nelle strutture murarie.

In una fase successiva, sulla base delle risultanze delle indagini geofisiche, sono state estratte n.14 carote che sono state sottoposte ad analisi di laboratorio presso il Laboratorio Materiali Lapidari e Geologia Applicata dell'Ambiente e del Paesaggio del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze.

Posizione dei campionamenti sui muraglioni esaminati: sondaggi orizzontali (magenta) e carotaggi (ciano)



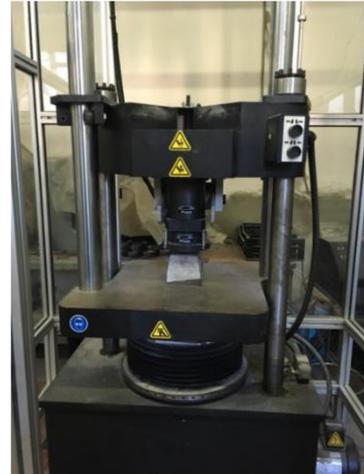
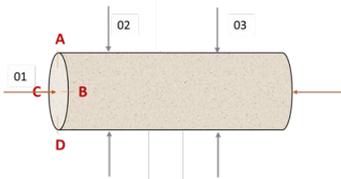
Carota di lunghezza 200 cm (F2) estratta sul muraglione del Lungarno Acciaiuoli

Sui fori di campionamento e sui rispettivi campioni sono state effettuate le seguenti indagini:

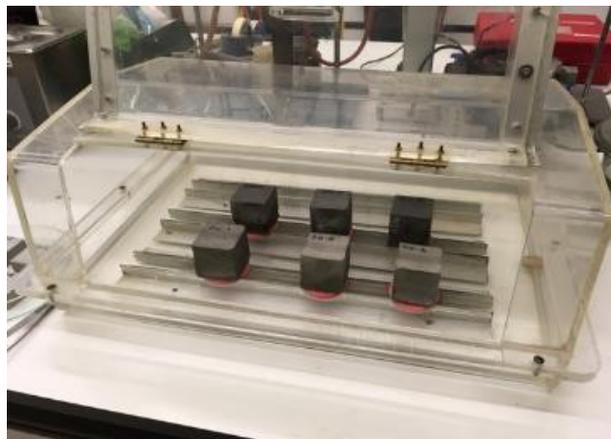
- a) Indagini endoscopiche nei fori di campionamento
- b) Prove meccaniche ultrasoniche e sclerometriche su provini cilindrici di 5,0 cm (diametro) x 12,5 cm (altezza); prove di compressione uniassiale su provini di rapporto 1:1.
- c) prove di assorbimento totale su provini 2x2x2 cm; prova di assorbimento capillare su provini cilindrici di 5,0 cm (diametro) x 2,0 cm (altezza)
- d) determinazione rapporto malta/pietrisco macroscopico



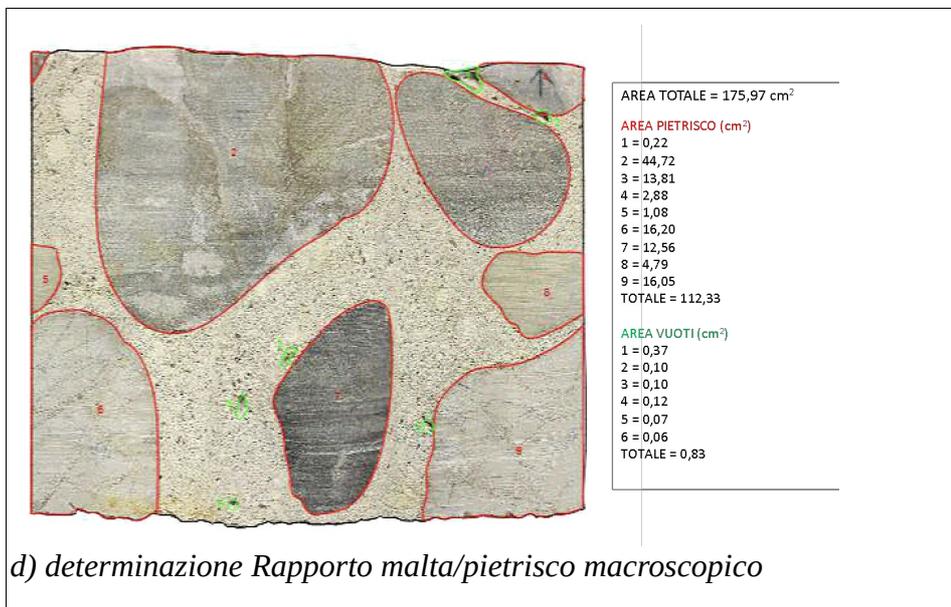
a) Indagini endoscopiche nei fori di campionamento



b) Prove meccaniche: 1) ultrasonica e 2) sclerometrica su provini cilindrici di 5,0 cm (diametro) x 12,5 cm (altezza) e 3) prova di compressione uniassiale

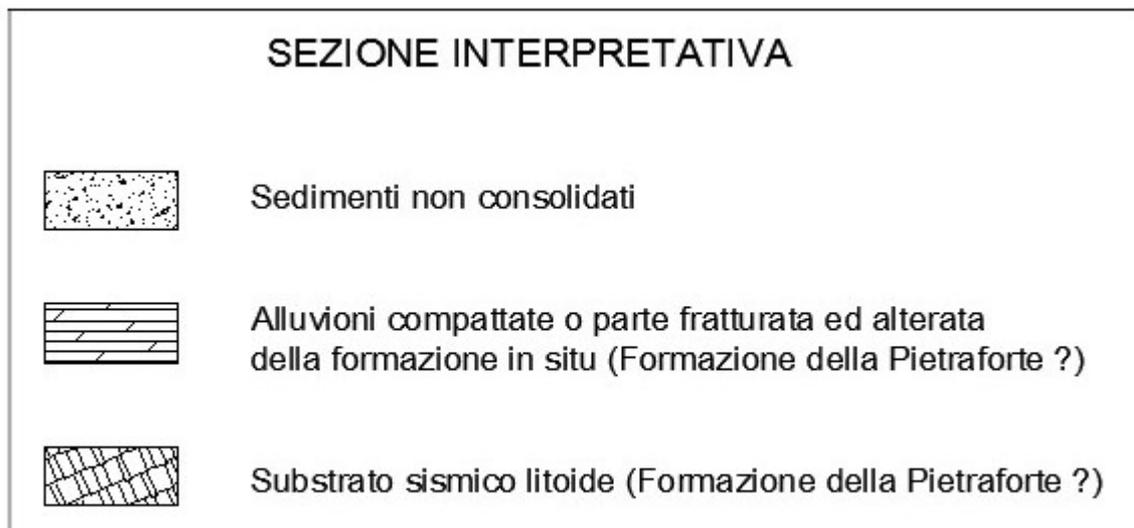


c) prove di assorbimento 1) totale su provini 2x2x2 cm; 2) capillare su provini cilindrici di 5,0 cm (diametro) x 2,0 cm (altezza)



Per quanto riguarda le risultanze relative allo stato di consistenza dei muraglioni si rimanda alle specifiche relazioni; in questa sede vengono esaminati gli aspetti delle indagini connessi alle caratteristiche geologiche e litostratigrafiche dei terreni di fondazione per i quali si può far riferimento allo schema geologico derivante dall'elaborazione dei profili sismici acquisiti in alveo, integrati dai sondaggi geognostici verticali ed inclinati ai piedi dei muraglioni.

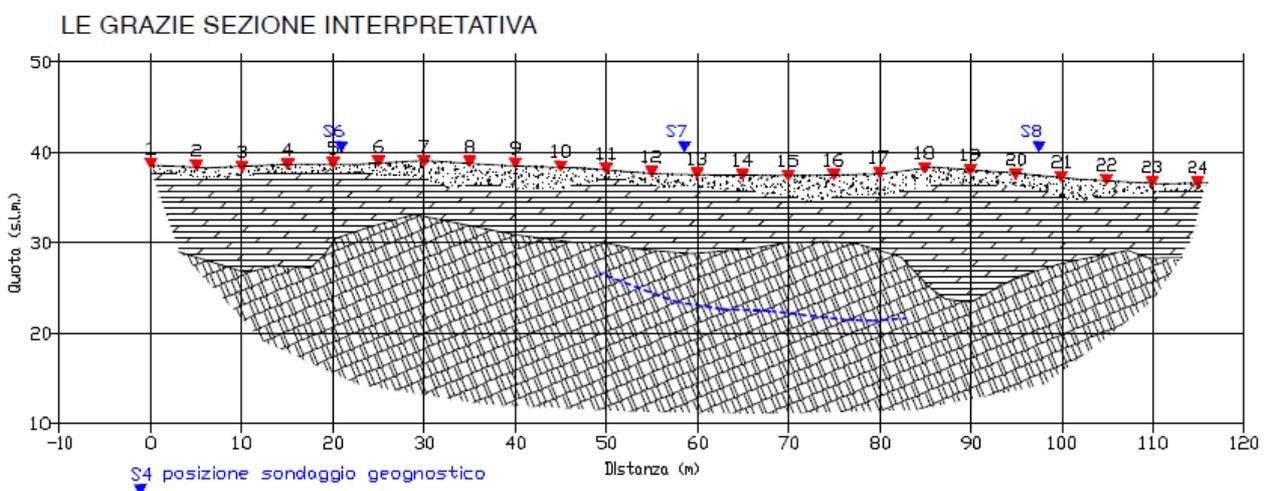
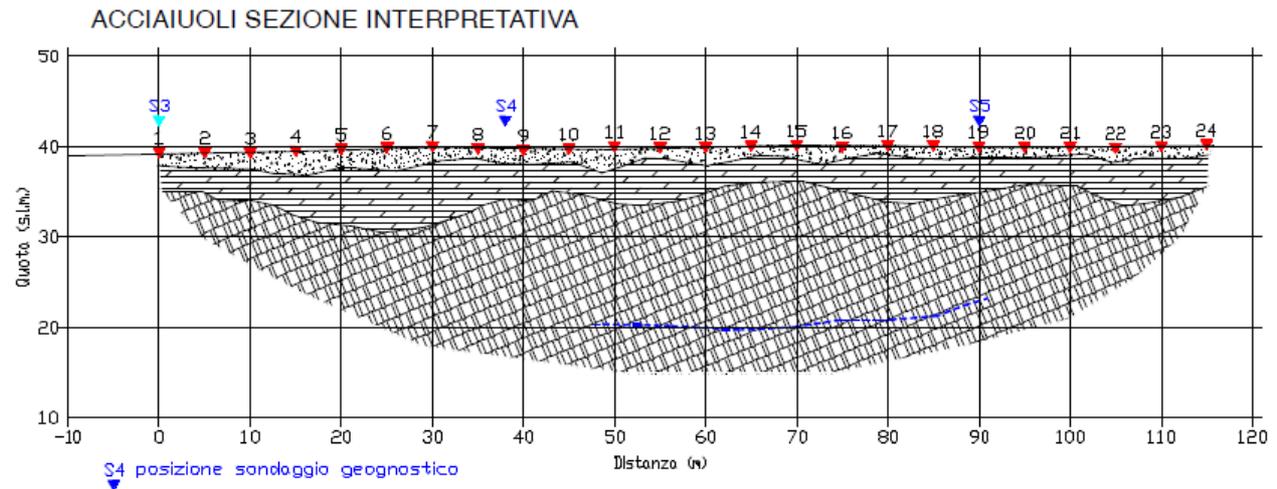
Tale elaborazione ha portato alla realizzazione di due sezioni interpretative costituite da tre strati descritti di seguito:



Il primo strato, interpretato come sedimenti non consolidati, è costituito dai depositi alluvionali attuali a tessitura limosa e limoso sabbiosa con sottili livelli di ghiaie e talora con terreni di riporto

provenienti dalla demolizioni di parte dei muraglioni. L'orizzonte presenta spessori massimi di 2 metri ed è caratterizzato da velocità sismiche massime di 1500 m/s per le onde P.

Il secondo strato è stato interpretato con le alluvioni compatte o con la porzione fratturata del substrato lapideo caratterizzato da velocità sismiche nell'ordine dei 2000 m/s. Dai sondaggi effettuati ai piedi dei muraglioni e al di sotto di essi si è verificato che tali depositi sono costituiti da ghiaie in matrice limosa da mediamente addensate ad addensate talora con livelli di sabbia limosa inferiori al metro di spessore.



Infine i terreni caratterizzati da velocità sismiche superiori ai 2200 m sec sono attribuibili al substrato lapideo costituito da calcareniti osservate nei sondaggi sul lungarno acciaiuoli (Formazione della Pietraforte) e da silti alternate a livelli marnosi nel sondaggio S10 V effettuato in corrispondenza della Biblioteca Nazionale.

In generale alla luce delle indagini geofisiche integrate dai sondaggi geognostici si può affermare che la profondità del substrato litoide varia fra 5 e 15 metri con profondità mediamente più elevate nel tratto antistante al lungarno alle Grazie. Le massime profondità del tetto del substrato dalla base

del muraglione sono state rilevate a monte di Ponte alle Grazie (14 m nel sondaggio S1) e circa a metà del lungarno alle Grazie (15 m nel profilo sismico S3).

b) Tratto Nave a Rovezzano - Anconella

Nel tratto di lungarno in sponda sinistra compreso fra l'abitato di Nave a Rovezzano e l'Acquedotto dell'Anconella, la campagna geognostica si è articolata in n 10 prove penetrometriche statiche/dinamiche effettuate sulla sommità arginale esistente (risultanze nella specifica relazione allegata) per caratterizzare il rilevato arginale ed il sottostante terreno di fondazione.



L'interpretazione stratigrafica dei risultati è stata ricavata integrando i profili penetrometrici con le stratigrafie dei sondaggi disponibili sul Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo del Comune di Firenze è caratterizzato da il seguente:



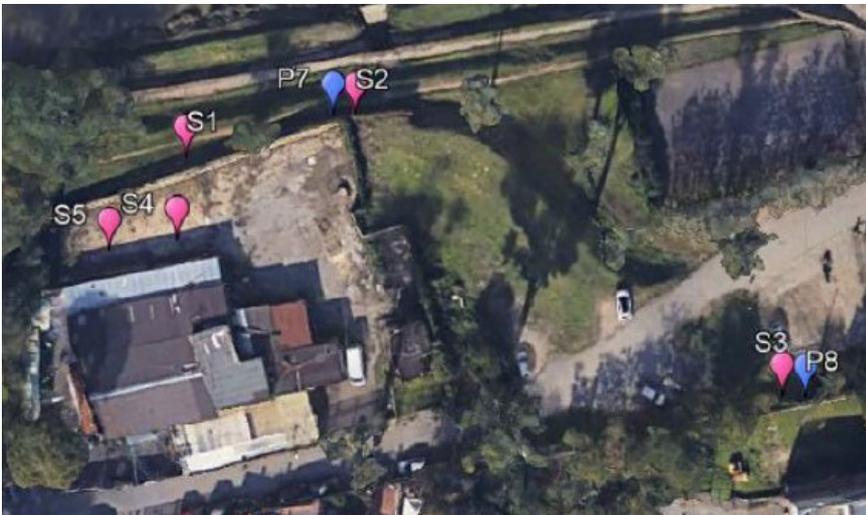
- Sabbie limose e sabbie argillose che costituiscono il rilevato arginale ed il sottostante terreno di fondazione. E' costituito da sabbie limose e argillose caratterizzate da un basso grado di

addensamento ($N_{SPT} < 10$) con spessore nell'ordine di 5 m dalla sommità arginale ($h=1,5, m$) sia a monte (campo sportivo Albereta) che a valle (Parco Anconella) del ponte di Varlungo mentre in corrispondenza del ponte lo spessore è nell'ordine di 3m.

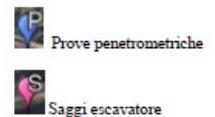
- Ciottolami, ghiaie e ghiaie sabbiose. Nelle prove penetrometriche le ghiaie raggiungono il fondo foro la condizione di rifiuto e nelle stratigrafie il loro spessore supera i 10 m delle ghiaie osservato nei sondaggi è sempre superiore a 10 m.

c) Ponte da Verrazzano

Il tratto di sponda sinistra nei pressi del Ponte Giovanni da Verrazzano è stato investigato con due prove penetrometriche n 5 a monte del ponte nei pressi del magazzino “La Mecca” e del bocciodromo e sono stati effettuati n. 5 saggi con scavatore per caratterizzare le fondazioni dei muri arginali presenti nelle posizioni indicate in figura.



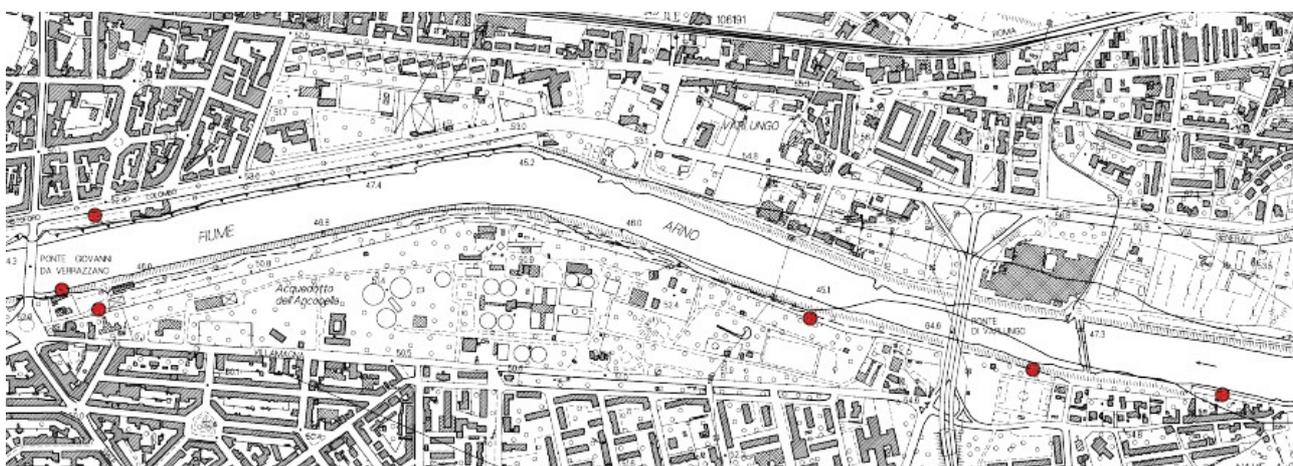
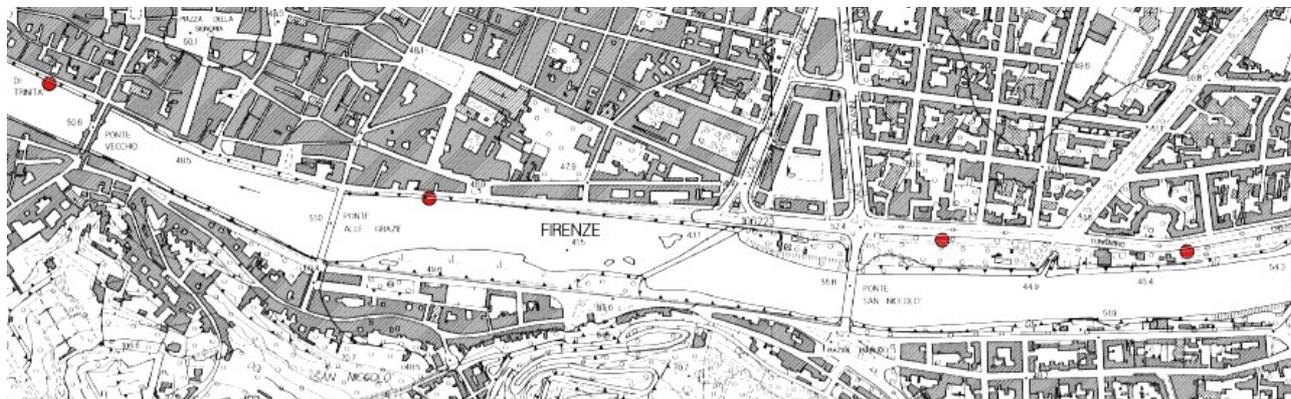
LEGENDA



L'interpretazione delle prove anche alla luce dei saggi con lo scavatore evidenzia la presenza di un livello di terreno di riporto a tessitura limoso sabbiosa con ghiaie e laterizi di spessore nell'ordine di 4 m al di sopra di sabbie ghiaiose fino alla profondità di 7 metri dal p.c.

ANALISI CHIMICHE

Nell'ambito della campagna geognostica sono stati prelevati dalla ditta Esse.Ti.A. - Synlab, n. 10 campioni di terreno nelle posizioni indicate in figura che sono stati sottoposti a determinazioni analitiche per definire le loro qualità ambientali.



Il set a cui sono stati sottoposti è quello minimale di cui alla tabella 4.1 dell'Allegato 4 al Decreto del presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n° 120 *"Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164"*.

Le concentrazioni dei parametri per tutti i campioni rientrano nei limiti di cui al Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, Tabella 1 colonna A allegato 5 al titolo V della parte Quarta *"concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per destinazione per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale"*.

10 CONSIDERAZIONI FINALI

In relazione a quanto esposto nei precedenti paragrafi e negli altri documenti progettuali si riportano di seguito gli aspetti più significativi del progetto:

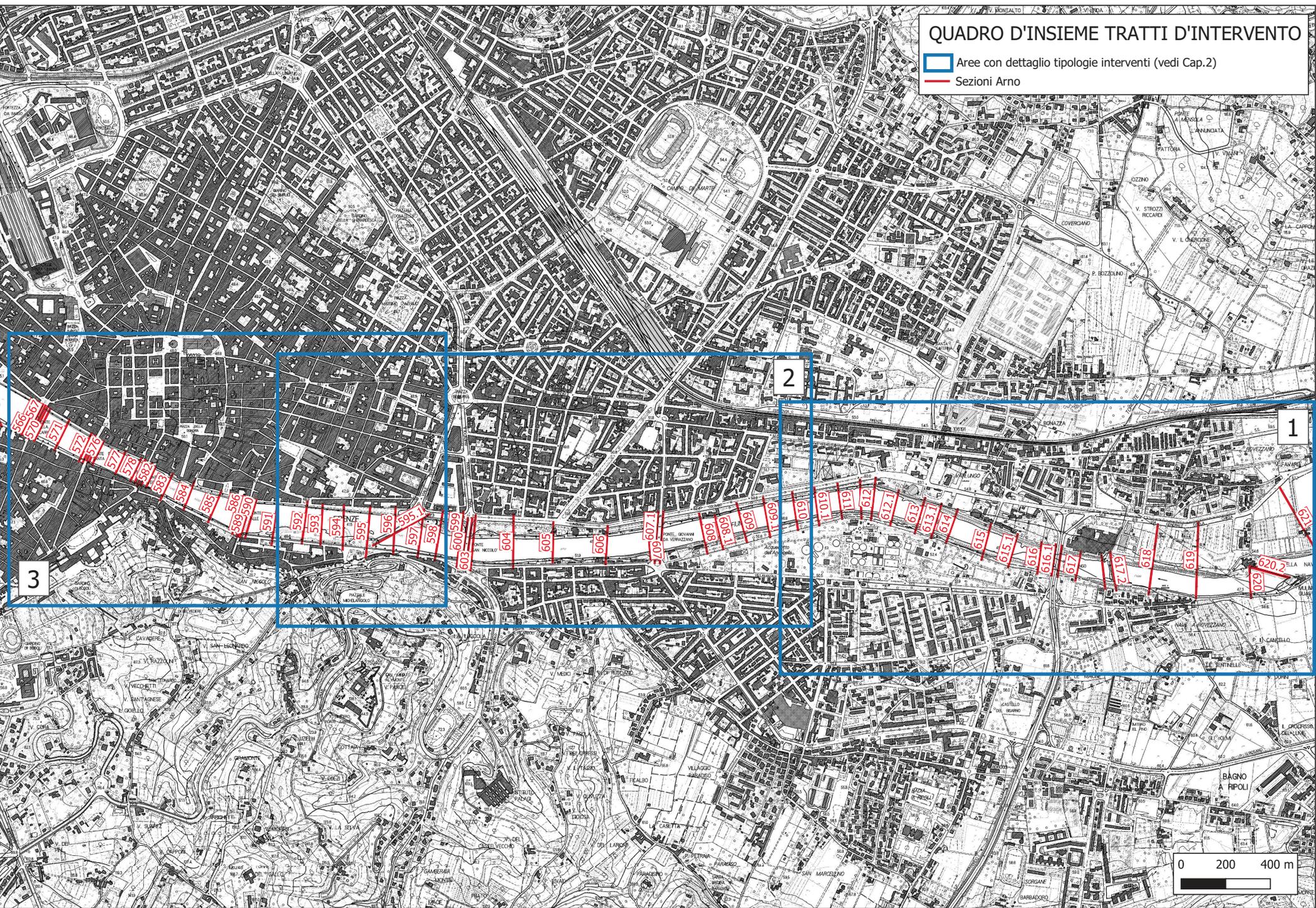
1. Lo scopo del presente intervento è la riduzione del rischio idraulico del centro storico della città di Firenze, sia in sponda sinistra che in sponda destra, per eventi con tempo di ritorno fino a duecento anni per il Fiume Arno.
2. L'intervento riguarderà, per la maggior parte, la realizzazione di nuovi argini o il sovrizzo delle strutture arginali esistenti in modo definitivo. I massimi sovrizzi, di altezza circa 1,1 m si avranno in zone prive di strutture arginali. Soltanto per i tratti di lungarno delle Grazie e lungarno Acciaiuoli è previsto, in caso di piena, il posizionamento di barriere provvisorie da rimuoversi al termine dell'allerta meteo.
3. Nel caso non sia possibile effettuare contemporaneamente tutti gli interventi previsti questi verranno eseguiti per stralci iniziando dalle zone più critiche che, a seguito delle modellazioni idrauliche risultano essere, in sponda destra, lungarno delle Grazie ed il tratto compreso fra ponte di Varlungo e ponte san Niccolò, in sponda sinistra il tratto compreso fra la Nave a Rovezzano ed il ponte di Varlungo.
4. Le modellazioni idrauliche effettuate mostrano come la riduzione del rischio idraulico per l'abitato di Firenze non provochi aggravii significativi per le zone poste a valle dell'intervento. I possibili incrementi del battente idrico risultano infatti inferiori a 10 cm (cfr elaborato 2 "Relazione idraulica").
5. Una volta realizzato il sistema di casse di espansione sul Fiume Arno a monte di Firenze, gli eventuali incrementi di battente per le zone a valle di Firenze causati dalla realizzazione delle difese idrauliche in progetto, saranno ulteriormente ridotti o annullati, mentre aumenteranno i franchi di sicurezza relativamente alle opere di difesa idraulica nel centro storico di Firenze.

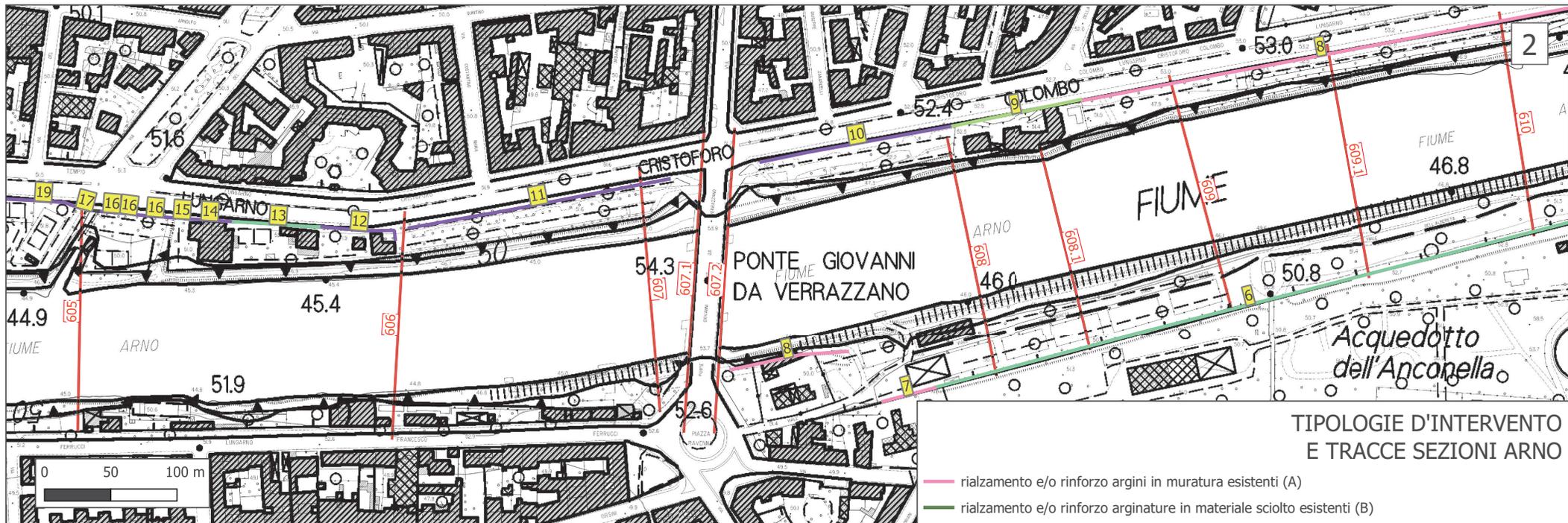
ALLEGATO 1

TAVOLE INQUADRAMENTO

QUADRO D'INSIEME TRATTI D'INTERVENTO

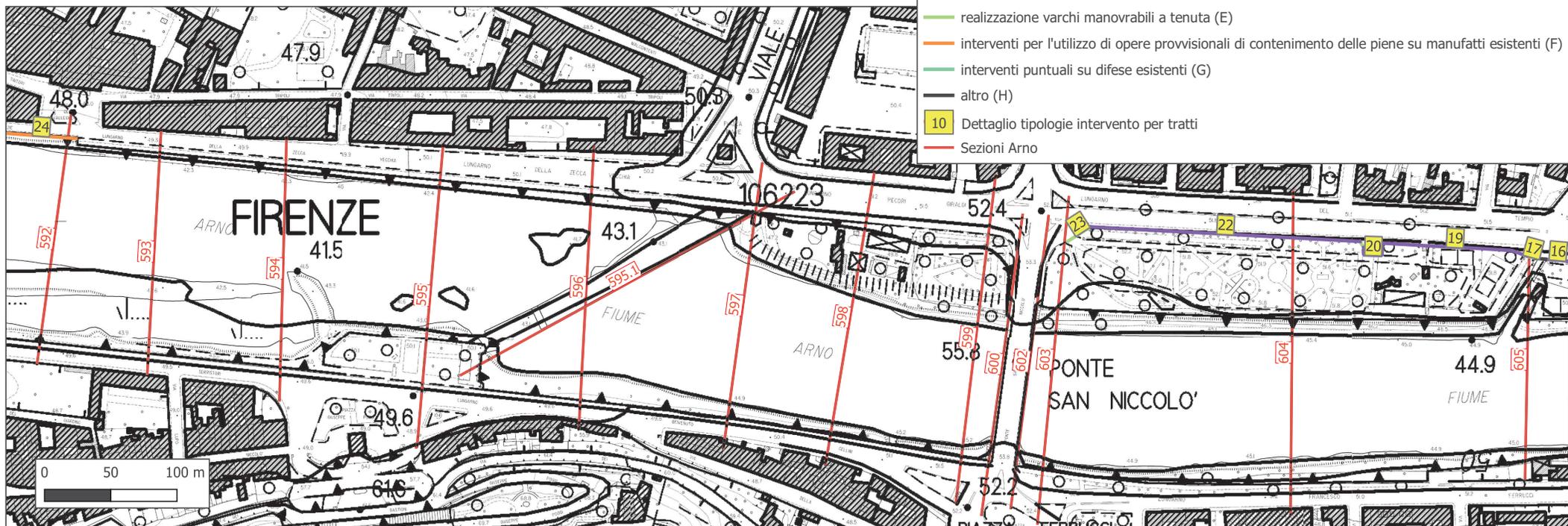
-  Aree con dettaglio tipologie interventi (vedi Cap.2)
-  Sezioni Arno

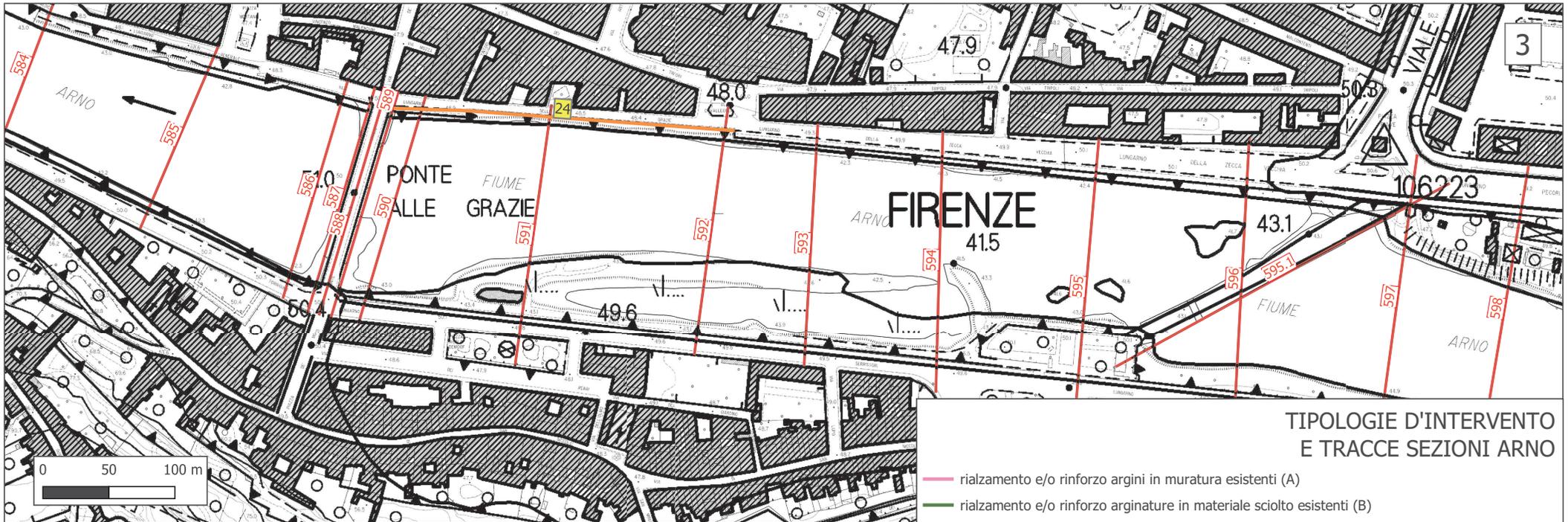




TIPOLOGIE D'INTERVENTO E TRACCE SEZIONI ARNO

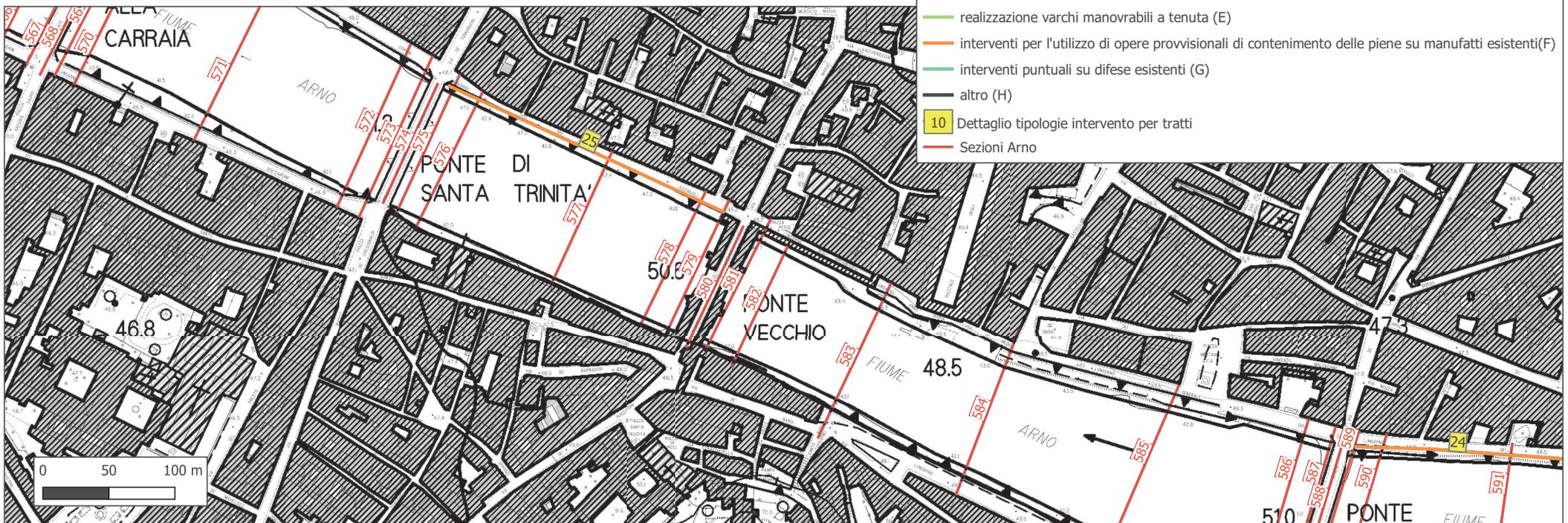
- rialzamento e/o rinforzo argini in muratura esistenti (A)
- rialzamento e/o rinforzo arginature in materiale sciolto esistenti (B)
- realizzazione nuovi argini in materiale sciolto (C)
- realizzazione nuovi argini in muratura (D)
- realizzazione varchi manovrabili a tenuta (E)
- interventi per l'utilizzo di opere provvisorie di contenimento delle piene su manufatti esistenti (F)
- interventi puntuali su difese esistenti (G)
- altro (H)
- 10 Dettaglio tipologie intervento per tratti
- Sezioni Arno





TIPOLOGIE D'INTERVENTO E TRACCE SEZIONI ARNO

- rialzamento e/o rinforzo argini in muratura esistenti (A)
- rialzamento e/o rinforzo arginature in materiale sciolto esistenti (B)
- realizzazione nuovi argini in materiale sciolto (C)
- realizzazione nuovi argini in muratura (D)
- realizzazione varchi manovrabili a tenuta (E)
- interventi per l'utilizzo di opere provvisorie di contenimento delle piene su manufatti esistenti (F)
- interventi puntuali su difese esistenti (G)
- altro (H)
- 10 Dettaglio tipologie intervento per tratti
- Sezioni Arno



ALLEGATO 2

DOCUMENTAZIONE
FOTOGRAFICA ALLUVIONE
1966

LUNGARNO ACCIAIOLI







LUNGARNO ALLE GRAZIE









