

Progettazione esecutiva del consolidamento
della spalla riva sx idraulica del Ponte sul Fiume
Arno tra le località Marcignana e Bassa
SP 11 - "Pisana per Fucecchio"

CIG: Z812796179



PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE

TAVOLA N.

R.01

NOME FILE: R.01-R12

Data redazione elaborato:

C.U.P.:

PRATICA N.

Aprile 2019

R.U.P.: Ing. Carlo Ferrante

PROGETTISTA:

Ing. Daniele Storai
Via Catani 28/c
59100 Prato

COLLABORATORI:

ACS Ingegneri
Via Catani 28/c 59100 Prato

BFIngegneria
Via Vasco de Gama Firenze 89 -50129 Firenze

CSP (SICUREZZA):

Ing. Alberto Antonelli

GEOLOGIA:

Dr. Gianni Focardi

SOMMARIO

1	<u>OGGETTO DELLA PROGETTAZIONE</u>	<u>2</u>
1.1	OGGETTO DELLA PROGETTAZIONE	2
2	<u>STORIA DEL PONTE DI MARCIGNANA</u>	<u>3</u>
2.1	IL VECCHIO PONTE DELLA MOTTA SUL FIUME ARNO (1855).....	3
2.2	IL BOMBARDAMENTO DEL PONTE (1944).....	6
2.3	IL NUOVO PONTE DELLA MOTTA (1954).....	7
3	<u>DESCRIZIONE DEL PONTE ATTUALE</u>	<u>8</u>
3.1	DESCRIZIONE DEL PONTE	8
3.2	RICERCA DEL PROGETTO DEL PONTE	10
4	<u>INTERVENTI SUCCESSIVI SUL PONTE</u>	<u>11</u>
5	<u>SOPRALLUOGHI SUL PONTE.....</u>	<u>13</u>
6	<u>STATO ATTUALE.....</u>	<u>16</u>
6.1	RILIEVO DELL'AREA	16
7	<u>INTERVENTI PROGETTUALI SULLA SPALLA LATO MARCIGNANA.....</u>	<u>17</u>
7.1	INDIVIDUAZIONE DELLE CARENZE STRUTTURALI.....	17
7.2	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI.....	18
7.3	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI – FASI ESECUTIVE	18
7.3.1	STATO ATTUALE SPALLA	19
7.3.2	STATO PROGETTO SPALLA	20
7.3.3	FASI OPERATIVE	21
8	<u>PERCORSO PEDONALE PROVVISORIO</u>	<u>22</u>
8.1	PERCORSO PEDONALE PROVVISORIO	22
9	<u>DECOSTRUZIONE PONTE EMPOLI SPICCHIO</u>	<u>24</u>

1 OGGETTO DELLA PROGETTAZIONE

1.1 OGGETTO DELLA PROGETTAZIONE

La presente relazione ha per oggetto il “Consolidamento della spalla riva sx idraulica del Ponte sul Fiume Arno tra le località Marcignana e Bassa - SP 11 - "Pisana per Fucecchio”.

Si riporta un estratto planimetrico per l'individuazione dell'area.



2 STORIA DEL PONTE DI MARCIGNANA

2.1 IL VECCHIO PONTE DELLA MOTTA SUL FIUME ARNO (1855)

L'attuale ponte della Motta, terminato nel 1954, si erge sulle rovine di un ponte esistente costruito e terminato nel 1855 poi bombardato durante la seconda guerra mondiale.

Si riportano alcune immagini del vecchio ponte in parte scaricate dal web ed in parte ritrovate presso Rossetti Prefabbricati.





Il leggendario ponte a sette archi costruito tra il 1833 e 1835 tra Marcignana e Bassa, prima della sua distruzione avvenuta nel 1944, fu definito un capolavoro di ingegneria.



Si riporta un estratto dell'articolo pubblicato da "Della Storia di Empoli" relativo al ponte in oggetto.

Su indicazione di Francesco Fiumalbi, siamo andati a leggere che tra le innumerevoli testimonianze scritte da Emanuele Repetti nel suo Dizionario, riporta le notizie del processo costruttivo del primo ponte sull'Arno realizzato per la Comunità di Empoli; l'altro ponte, quello poi realizzato tra Spicchio ed Empoli, fu costruito infatti attorno al 1855.

Questo ponte fu realizzato nei pressi e a monte della Bocca del fiume Elsa in confluenza dell'Arno. Nella seguente mappa redatta dai Consorzi Idraulici comunali presumibilmente alla fine dell'Ottocento non vi è ancora raffigurata l'esistenza.

PONTE NUOVO A BOCCA D'ELSA nel Val d'Arno inferiore.

Allorché io dava fuori i primi numeri di questo Dizionario non vi era ponte di materiale che attraversasse l'Arno fra Signa e Pisa, mentre attualmente due grandiosi e solidissimi sono in piena attività in due punti principali del Val d'Arno inferiore, cioè, un ponte nel centro della Valle dove sbocca l'Elsa, e l'altro nella sua estremità dove sboccano l'Era e la Nievole.

All'Art. ARNO (Vol. I. pag. 146) dissi, che nella sezione del Val d'Arno inferiore non vi è stato mai ponte alcuno di materiale, comeché si trovi fatta menzione di uno che fu là dove sboccava l'antica strada Romèa, che da Lucca per l'Altopascio ed il Galleno varcava l'Arno dirimpetto a Fucecchio, ponte che

trovasi rammentato in un diploma dell' aprile 1244 concesso da Federigo II agli ospitalieri dell'Altopascio, e che probabilmente corrispondeva al Ponte Bonfilii, del quale fanno parola diversi istrumenti lucchesi, che due di essi, del 24 luglio 1027 , e del 15 nov. 1078 pubblicati di corto nell' appendice al Vol. V. P. III. delle Memorie per servire alla storia del Ducato di Lucca.

In un punto di passaggio cotanto ne'tempi antichi frequentato da chi scendeva dall'alta nella bassa Italia, ma ancora ai tempi nostri da chi ha duopo passare dall'una all'altra parte del popoloso Val d'Arno inferiore, volse l'occhio una società di azionisti, la prima in Toscana che abbia conseguito buoni resultamenti in genere di lavori pubblici, e che sia stata validamente patrocinata dal regio Governo, la quale mediante la costruzione di questi ponti ha ravvivato i rapporti di comunicazione nel Val d'Arno inferiore.

All'Articolo EMPOLI Vol. II. pag. 66 fu data per la prima volta una breve descrizione del Ponte sopra Bocca d'Elsa, che **rimase compiuto nel 1835** dirimpetto al colle della Bassa, dove fu un navalestro appellato della Motta, e ciò con la direzione dell' ingegnere pisano, sig. Ridolfo Castinelli. Veramente quegli che primo sentì il bisogno di due ponti attraverso l'Arno nel bacino inferiore a Firenze, e che ebbe in animo di formare a tale effetto una società anonima, come egli infatti con gran fatica compose, fu l'ingegnere Pietro Martini di Fucecchio, cui la morte barbaramente troncò i giorni nel fiore dell'età. Fortunatamente l'impresa non venne meno stante l'essere questa stata poi affidata alla perizia ed onestà di tal uomo che ogni difficoltà seppe valorosamente superare. – Vedere l'Opuscolo, Costruzione di un ponte a castello sull'Arno del Prof. Fr. Curridi nel Nuovo Giornale de' Letterati nel Vol. XXXIII. (Pisa 1836.) Ben diversa però dalla costruzione ideata dal Martini fu quella dell' ingegnere Castinelli, di che l'autore stesso diede ragione in una sua Memoria, stata pubblicata in Pisa nel 1836 insieme col rendimento di conti che il consiglio di amministrazione presentò al corpo degli azionisti dopo compita la costruzione del Ponte nuovo a Bocca d'Elsa. Da quel rendiconto inoltre emerge chiaro quanto giustamente quel consiglio di amministrazione riponesse intera la sua fiducia nell'ingegnere Castinelli. Dal prospetto di Entrate e Spese ivi esposto risultò, che il Ponte nuovo a Bocca d'Elsa, compito nel 16 dicembre 1835, costò fiorini 98102,47, corrispondenti a lire fiorentine 163503, 33. Fu già da noi avvisato all'Art. citato, che cotesto ponte consiste in sei piloni di pietra, cui sovrappongono sette armature di legname di querce sostenenti l'impiantito stradale fatto di travi di querce della lunghezza in tutto di br. 251 e della larghezza nella carreggiata di br. 11 compresa la cornice e le spallette che sono pure di legname e in parte di ferro. Solida non meno che ingegnosa appariva l'armatura fra un pilone e l' altro, la quale ha br. 24 di luce.

Ivi io aggiungeva essere da desiderarsi, e forse non passerà gran tempo che una strada più diretta e più comoda conduca da Empoli al Ponte nuovo di Bocca d'Elsa. In questo frattempo cotal desiderio fu soddisfatto, poichè da pochi mesi è aperto alle vetture un braccio di strada provinciale che staccasi dalla regia postale Livornese davanti alla chiesa e convento di S. Maria a Ripa, circa mezzo miglio a pon. di Empoli, per mettere in comunicazione la sinistra parte del Val d'Arno inferiore e delle valli minori sue tributarie con la porzione alla destra dello stesso fiume e con le valli contigue della Nievole e dell' Ombrone pistojese, mentre un altro braccio di strada provinciale staccasi attualmente dal piazzale del

Ponte nuovo e porta in linea retta sulla via regia dell'Osteria bianca, dove fanno capo due strade postali, quella Livornese per Firenze, e l'altra Traversa per Poggibonsi, Siena e Roma. Se a questi pochi cenni si aggiunga che la parte destra del Val-d'Arno inferiore è confinata a settentrione dal Monte Albano, a maestro dal Padule di Fucecchio e dalla piccola giogaja dei colli delle Cerbaje, sarà facile a concepire la cagione perché fino alla erezione del Ponte nuovo di Bocca d'Elsa.

Si riporta anche quanto estratto da Wikipedia.

Attualmente si incrociano a Marcignana due strade provinciali (la SP 10 e la SP 11), la cui origine risale alla metà dell'Ottocento, quando fu realizzato il ponte sull'Arno presso Bocca d'Elsa[1], che andò a sostituire il servizio di traghettamento della Motta, presso Pagnana. Una volta terminata la costruzione del ponte (16 dicembre 1835), per agevolare l'utilizzo della nuova opera furono tracciate due nuove strade carrabili, entrambe caratterizzate da un andamento rettilineo.

Una portava da Empoli al ponte, staccandosi dalla strada Regia Postale Livornese di fronte al convento di Santa Maria a Ripa (ancora oggi in corrispondenza del trivio si trova un indicatore di epoca lorenese); l'altra collegava il ponte a Osteria Bianca, dove si incontrava con la stessa via Livornese e la via per Poggibonsi lungo la val d'Elsa.

Un servizio di traghettamento sull'Elsa collegava poi Marcignana al nucleo abitato di Isola, appena ad di là del fiume. Ne rimane testimonianza nella toponomastica, con la via della nave di Marcignana, che costeggiando la chiesa di San Pietro arriva in linea retta al fiume Elsa. Oggi nei pressi di Marcignana vi è un'uscita (Empoli Ovest) della Strada di grande comunicazione Firenze-Pisa-Livorno.

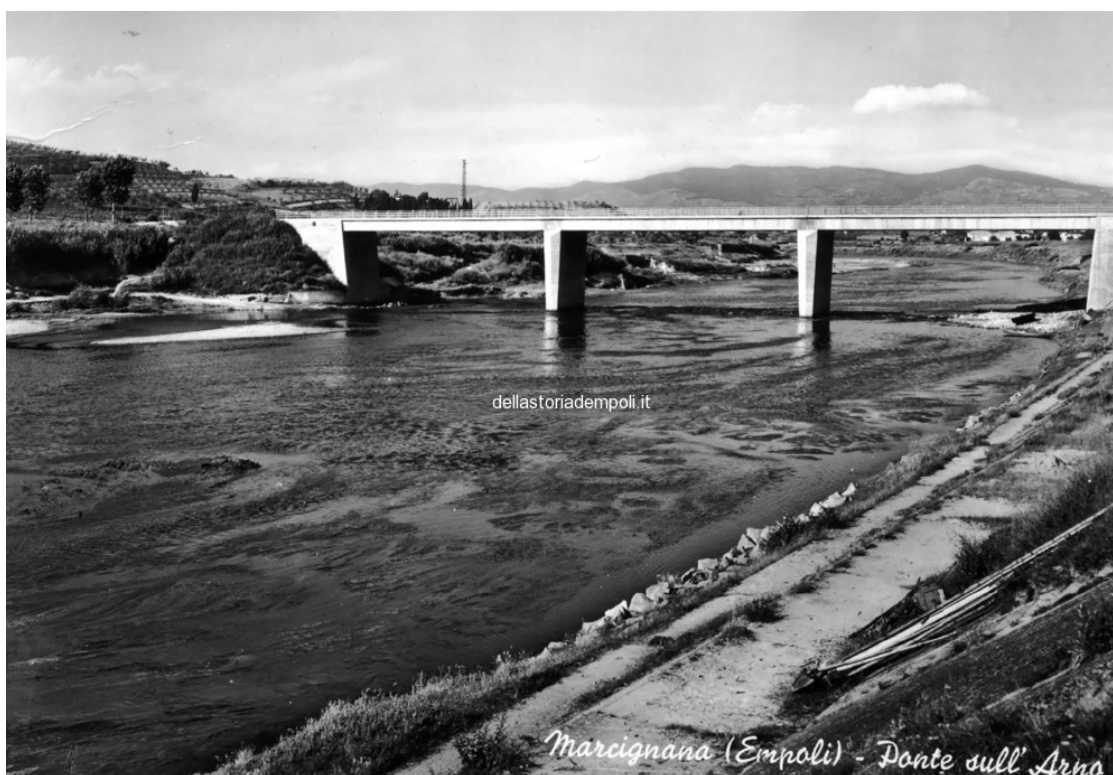
2.2 IL BOMBARDAMENTO DEL PONTE (1944)

Il ponte della Motta fu pesantemente bombardato durante la seconda guerra mondiale.



2.3 IL NUOVO PONTE DELLA MOTTA (1954)

Il ponte della Motta fu ricostruito integralmente subito dopo guerra sulle rovine del ponte bombardato. Si riportano delle immagini ricava te dal web (fonte Della storia di Empoli).



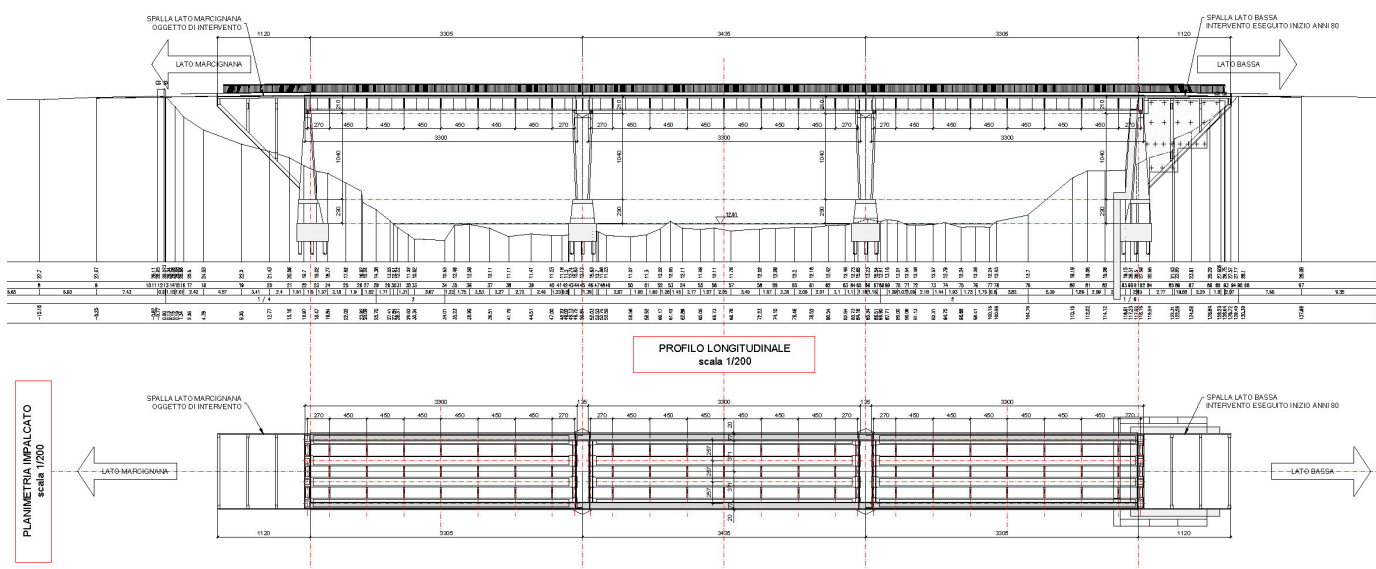
3 DESCRIZIONE DEL PONTE ATTUALE

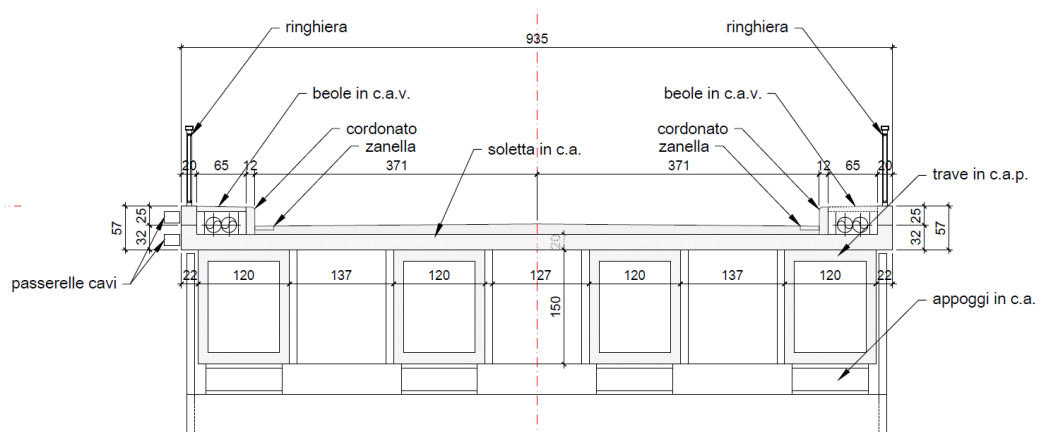
3.1 DESCRIZIONE DEL PONTE

L'opera costituisce il collegamento tra Marcignana (Empoli) e Bassa (Cerreto Guidi).

Dalle informazioni ricavate possiamo sommariamente descrivere l'opera:

- il ponte di cui trattasi viene costruito nell'immediato dopoguerra (1954 l'etichetta presente) in sostituzione di un ponte in muratura a sette arcate bombardato e distrutto nel 1944;
- il ponte di cui trattasi si sviluppa in rettilineo alla quota di sommità dell'arginatura sx dell'Arno con una larghezza complessiva di circa 7,50 mt la sede stradale con i 2 marciapiedi di servizio laterali di larghezza di poco inferiore ad 1,00 mt (complessivi 9,35 mt circa);
- il ponte si sviluppa per circa 100 mt complessivi (spalla-spalla) ed è costituito da 3 campate di luce simile (33,10 mt le luci laterali e 34,35 mt la centrale) poggianti su 2 spalle laterali in c.a. (ingombranti l'alveo del fiume) e 2 pile in alveo in c.a.;
- le spalle in c.a. sono ricavate nella sezione dell'alveo del fiume addossandosi (ma strutturalmente distinte e separate) sul corpo arginale mentre le pile centrali in c.a. (sembra poi rivestite da un film protettivo) sono basate su un atipico zatterone di fondazione forato di cui non è chiara la funzionalità e l'origine; riteniamo per analogia con altri ponti dell'epoca realizzati sul fiume Arno che le fondazioni siano su pali;
- l'impalcato è costituito da 4 travi a cassoncino in cap a conci prefabbricati ed assemblati e successiva post tensione di lunghezza pari a 32,50 mt; per ogni campata sono presenti 7 traversi 7 oltre ai 2 di testa.





3.2 RICERCA DEL PROGETTO DEL PONTE

Parte del materiale è stato recuperato sul web (foto storiche e notizie generiche).

Relativamente alla documentazione sul progetto del ponte attuale:

- le ricerche presso l'archivio di stato non hanno dato esito positivo;
- le ricerche presso il Genio Civile di Firenze non hanno dato esito positivo;
- le ricerche presso l'ex Idrografico di Pisa non hanno dato esito;

Presso gli uffici della Provincia di Firenze (centrale di Bassa) sono rinvenuti i progetti di riparazione della spalla destra lato Bassa e di risanamento corticale delle pile in alveo (anni '80).

Il Consorzio di Bonifica ha fornito le sezioni rilevate dall'Ing. Rovere nei pressi del ponte datate 1999-2000.



4 INTERVENTI SUCCESSIVI SUL PONTE

Sulla base delle informazioni raccolte si possono descrivere i principali lavori eseguiti sul ponte successivamente alla sua realizzazione:

- Intervento di riparazione e consolidamento della spalla destra lato Bassa (inizio anni '80);



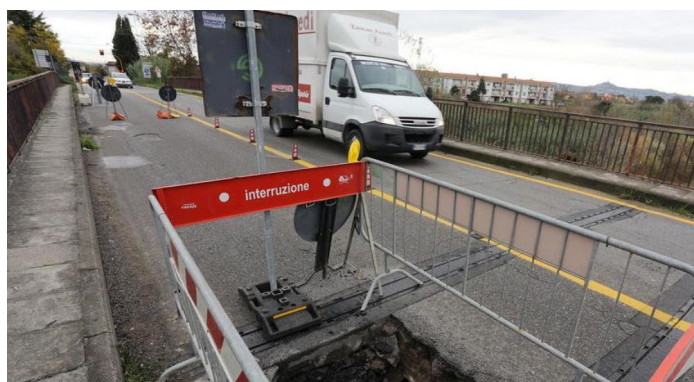
- Intervento di risanamento corticale delle pile (inizio anni '80);



- Intervento di riqualificazione dei marciapiedi con passaggio degli impianti, rifacimento del marciapiede e della ringhiera (presumibilmente anni '90);



- Intervento di rifacimento delle solette di transizione tra le campate centrali a seguito dello sfondamento di una di esse (anno 2014);



Recente invece la segnalazione relativa alla nascita di un fico sulla parete a valle della spalla sinistra.



5 SOPRALLUOGHI SUL PONTE

A seguito di richiesta da parte della Città Metropolitana di Firenze (CMF) nelle persone dell'Ing. Carlo Ferrante ed Ing. Francesco Ciampoli, il sottoscritto è stato incaricato di effettuare un primo sopralluogo presso il ponte finalizzato alla verifica dello stato della spalla sinistra lato Marcignana che da sopralluoghi già effettuati dai tecnici della CMF risultava fortemente lesionata.

Si sono succeduti i seguenti sopralluoghi preliminari:

- Sopralluogo del 28.12.2018 (presenti i tecnici CMF) – relativo verbale VB01;
- Sopralluogo del 10.01.2019 (presenti i tecnici CMF ed il Genio Civile di Firenze) – relativo verbale VB02;

A seguito dei suddetti sopralluoghi e degli approfondimenti effettuati, è stato redatto un piano di lavoro (condiviso con i tecnici CMF finalizzato alla indagine della spalla che richiedeva la chiusura temporanea (per 15 giorni) del ponte a partire dalla data 26.02.2019 con relativa riapertura fissata per il 13.03.2019 secondo un programma di gestione del traffico a senso unico alternato e limitazione del carico (35 qli) e velocità di transito (20 km/h), il tutto ovviamente preordinato alla effettiva costatazione della reale condizione strutturale della spalla riscontrata a seguito delle indagini in corso (sia le indagini finalizzate al rilievo dello stato e importanza delle lesioni presenti che sulla qualità dei materiali); in casi di esito positivo delle verifiche di cui sopra, avere condotto le prove dinamiche sugli impalcati ed una prova di carico statica a carico ridotto (commisurato con il carico previsto nella limitazione di carico stabilita) si sarebbe proceduto con la riapertura del ponte secondo le condizioni suddette, posando preventivamente un sistema di monitoraggio esteso alle lesioni sulla spalla (estensimetri) ed alla verifica della stabilità della intera struttura (inclinometri sulle strutture di spalle e pile) con un sistema remoto di allarme in caso di spostamenti/deformazioni eccessive:

- Piano di lavoro del 22.02.2019 – relativo verbale VB03; l'attività ispettiva prevista consiste prevalentemente in esecuzione di saggi e di indagini a vista delle strutture con verifica della geometria della spalla e degli spessori degli elementi strutturali costituenti, di indagini strumentali e prelievo/schiacciamento di carote in calcestruzzo finalizzate alla verifica sui materiali ed alla armatura della spalla; era programmata nei mesi a seguire l'indagine approfondita anche sul resto della struttura finalizzata alla verifica di vulnerabilità statica e sismica del ponte, attività che sarebbe stata condotta in contemporanea con i lavori di messa in sicurezza della spalla lato sinistro in modo da far coincidere il più possibile le eventuali (probabili) necessità di chiusura provvisoria al traffico;
- Esecuzione delle attività di cui al piano di lavoro del 22.02.2019 – relativi verbali VB04-VB12;
- Sopralluogo del 11.03.2019 (presenti i tecnici CMF ed il Genio Civile di Firenze Ing. Stefano Acciaioli) con i quali si è condiviso la necessità di far permanere lo stato di chiusura provvisoria a seguito di uno stato diffuso di lesioni, anche passanti, che non consentivano la riapertura al traffico senza interventi; è stato concordato di procedere con urgenza con la posa di catene provvisorie

allo scopo di garantire la funzione di tirante originariamente svolta da travi in c.a. poste in testa tra i muri laterali attualmente fortemente lesionate e deformate.

A seguito della decisione maturata in ordine alla permanenza della chiusura del ponte al traffico si è immediatamente organizzato un nuovo piano di indagine finalizzato alla esecuzione delle indagini geologiche previste e concordate con il Genio Civile (Dr. Alessandro Castaldi) e delle indagini conoscitive sulle strutture del ponte come già previste e programmate (carotaggi, mappatura delle armature, tracciamento dei cavi di precompressione, rilievo endoscopici etc.) ma anticipate durante il periodo di chiusura del ponte.

Nel mentre veniva redatto una prima bozza di intervento e uno studio preliminare finalizzato alla verifica delle conseguenze dal punto di vista idraulico dell'intervento stesso. Al fine di condividere il piano di indagine redatto (indagini geologiche e strutturali) e l'intervento progettuale proposto, con il Genio Civile di Firenze è stata organizzata una riunione operativa in data 18.03.2019 presenti l'Ing. Luca Gori, l'Ing. Stefano Acciaiola, il Dr. Alessandro Castaldi per la parte sismica e l'Ing. Piero Paliotta per la parte idraulica – relativo verbale VB13; l'incontro ha confermato nella sostanza la fattibilità dell'intervento proposto sia dal punto di vista strutturale (delineando l'impostazione di calcolo e verifica da fare e ritenendo l'intervento di riparazione locale) che idraulico (ritenuto che l'innalzamento di pochi cm della Tr200 non comporti alterazioni significative alla regimazione idraulica), ha confermato la completezza delle indagini geologiche e strutturali in corso di programmazione ed esecuzione, ferme restando le richieste da parte del GC di porre particolare attenzione alle attività di cantierizzazione durante i lavori che dovranno tenere conto e risolvere le problematiche congenite con l'esecuzione di lavori in alveo.

Successivamente si sono svolte le seguenti attività:

- In data 18.03.2019 sono avviati i sondaggi conclusi in data 22.03.2019; le attività relative alla Down Hole ed al laboratorio si sono tenute nei giorni successivi e sono in via di ultimazione;
- A seguito della riunione suddetta è stato redatto un nuovo piano di lavoro in data 25.03.2019 finalizzato alle indagini geologiche e strutturali – relativo verbale VB14;
- In data 29.03.2019 si è fatto un sopralluogo con la ditta specializzata per la BOB finalizzato a pianificare la procedura - relativo verbale VB15;
- In data 01.04.2019 si è tenuta una riunione presso gli uffici della CMF finalizzata alla programmazione in dettaglio della attività di indagini strutturali sul ponte (con l'impresa AVR spa ed il Laboratorio Sigma) – relativo verbale VB16.
- In data 04.04.2019, 05.04.2019 e 10.04.2019 sono stati effettuati dei sopralluoghi per verificare l'avanzamento dei lavori – relativi verbali VB17 e VB18.
- In data 16.04.2019 è stato effettuato un sopralluogo per verificare l'avanzamento dei lavori – relativi verbali VB19.
- In data 18.04.2019 è stato fatto un sopralluogo con una impresa esecutrice micropali per verificare la fattibilità dell'intervento analizzando la cantierizzazione e le limitazioni operative e di macchina costrette dagli spazi ristretti;

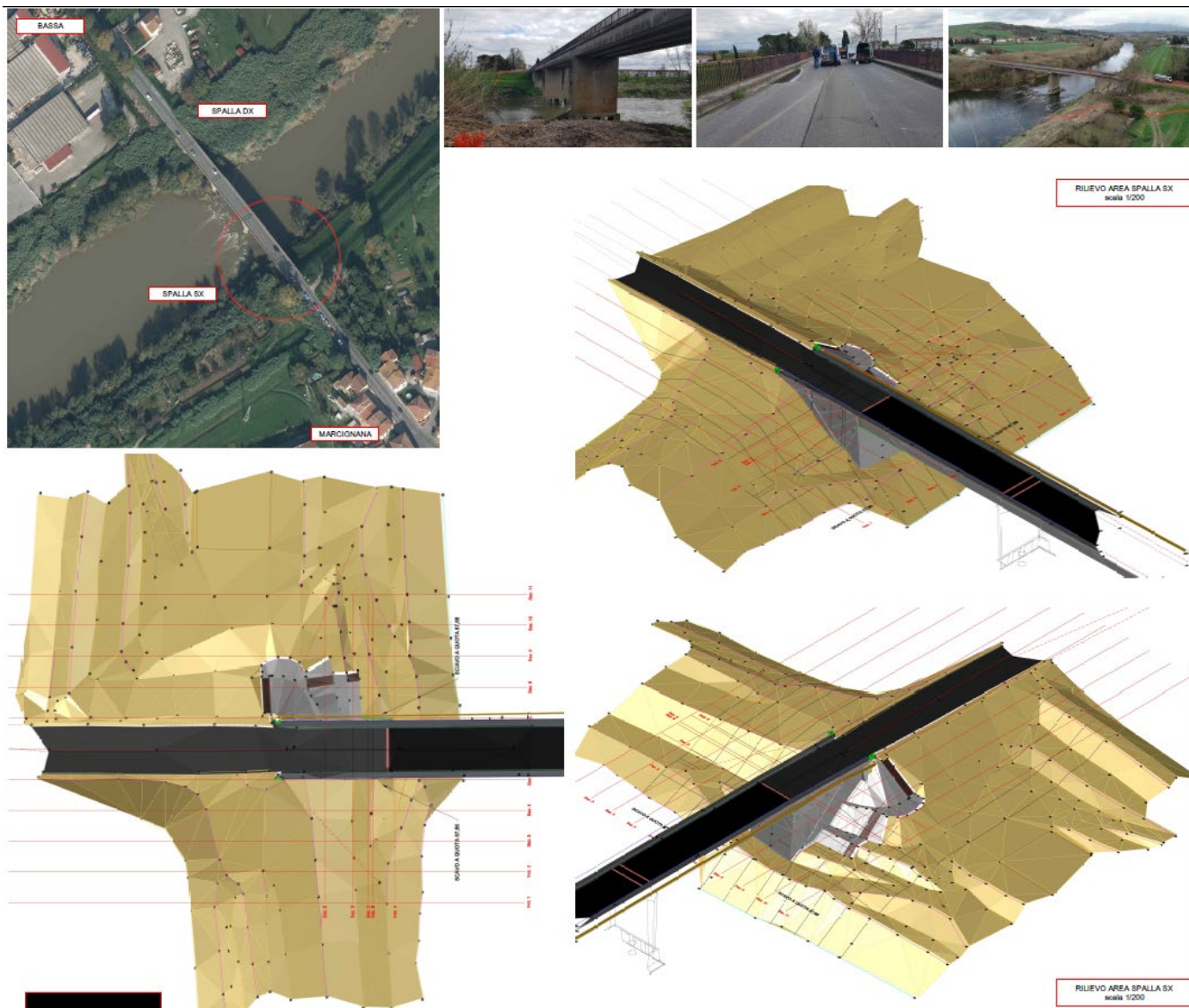
-
- In data 02.05.2019 si è tenuta una riunione operativa presso la Città Metropolitana Firenze presenti Ing. Ferrante – Ciampoli – Izzo durante la quale si è definitivamente stabilito: procedura BOB (scavo assistito), il percorso pedonale provvisorio da mantenere durante il cantiere, gli elaborati contenuti nel progetto esecutivo, i tempi e le modalità di consegna dei lavori; è stato definitivamente deciso che le attività complementari (sull'impalcato e sulla sede stradale del ponte) saranno rinviate ad una fase successiva una volta acquisiti tutti i dati e le risultanze delle verifiche in corso da parte del Laboratorio Sigma;

Tutti i verbali sopra richiamati sono allegati alla presenti e fanno parte integrante del progetto, ritenendoli elementi essenziali per comprendere l'evoluzione del progetto esecutivo oggetto del presente lavoro.

6 STATO ATTUALE

6.1 RILIEVO DELL'AREA

Il rilievo è stato eseguito dalla Città Metropolitana di Firenze (Franco Biondi).



7 INTERVENTI PROGETTUALI SULLA SPALLA LATO MARCIGNANA

7.1 INDIVIDUAZIONE DELLE CARENZE STRUTTURALI

Dall'esame degli accertamenti fatti, dei saggi e della impostazione progettuale della spalla oggetto di intervento si possono descrivere le principali carenze riscontrate.

- Grave quadro fessurativo con lesioni passanti e mancanza totale di comportamento scatolare della spalla con distacco quasi completo del corpo della spalla portante con i muri laterali;
- Gravi lesioni in corrispondenza degli appoggi delle travi laterali con pregiudizio sulla qualità e prestazione dell'appoggio stesso e possibilità di gravi sbilanciamenti degli scarichi delle azioni verticali sugli appoggi stessi con possibili alterazioni, anche significative, delle sollecitazioni prevalenti (taglio e flessione) derivanti dal comportamento globale dell'impalcato;
- Spessori esigui degli elementi in c.a., elementi strutturali privi degli accorgimenti sia in termini di curanza del getto che di confezionamento delle armature (peraltro in quantità limitata), non dotando la struttura delle cuciture agli angoli ed agli incroci delle pareti tali da garantire un comportamento partecipato delle membrature invece qui fortemente slegate;
- Presenza di lesioni passanti sulle membrature verticali anche dovute a carbonatazione eccessiva ed alle riprese di getto, zone poi aggredite nel tempo dal progredire del dilavamento progressivo ed inesorabile del calcestruzzo;
- Grave quadro fessurativo e deformazioni accentuate (rottura di fatto con plasticizzazione delle armature) delle travi di testa (tiranti) a collegamento delle pareti laterali del corpo della spalla;
- Presenza di un fico nei pressi dell'appoggio delle travi (lato valle) che ha determinato distacchi locali di membrature del calcestruzzo;
- Grave verifica di eccessivo abbassamento del pino viario nel tempo dovuto prevalentemente allo spanciamento graduale delle pareti di contenimento laterali e testimoniato dai pesanti ricarichi nel tempo di neri (60-70cm di spessore) e dal distacco del corpo del rilevato dalle fasce sotto i marciapiedi di servizio laddove non era possibile praticamente operare il ricarico;
- Grave e diffuso stato fessurativo nel corpo sottostante i paramenti laterali della spalla probabilmente eseguiti a copertura dei resti del vecchio ponte in muratura di cui si trovano, sia negli scavi effettuati che nei sondaggi praticati, i resti; rotazione e scivolamento del corpo sottostante i paramenti laterali della spalla con spinta (di entità non quantificabile) sulla spalla stessa.

Dal punto di vista della ricostruzione del quadro fessurativo presente si può osservare quanto segue.

7.2 INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI

L'intervento si configura come intervento locale con la eliminazione delle carenze e riparazione ai sensi del punto 8.3 della NTC2018 anche secondo quanto già stabilito con il GC di Firenze (Ingg. Gori-Acciaioli).

Dal punto di vista progettuale si fanno le seguenti assunzioni:

- La spalla esistente non è più in grado di partecipare con affidabilità alla resistenza della struttura e quindi l'intervento prevede l'esecuzione di una nuova struttura in grado di resistere per proprio conto alle azioni agenti;
- La nuova spalla sarà dimensionata considerando le azioni agenti dall'impalcato (della campata su di essa gravante) considerando i carichi permanenti (propri e portati) effettivamente presenti ed il carico variabile per come previsto nella NTC2018 (indipendentemente dal fatto che l'impalcato esistente possa o non possa sopportarlo);
- La nuova spalla deve sostenere l'azione del vento per come previsto nella NTC2018;
- La nuova spalla deve sostenere l'azione della spinta del terreno per come previsto nella NTC2018;
- La nuova spalla deve sostenere l'azione del sisma per come previsto nella NTC2018 considerando che l'opera abbia ancora vita utile 50 anni e classe d'uso II (considerando che il ponte non è classificabile come opera strategica e non costituisce attualmente e non costituirà in futuro, secondo quanto confermato dal Committente, l'unico percorso transitabile in caso di evento sismico straordinario);
- La spalla esistente non contribuisce al meccanismo resistente ma contribuisce alla definizione e formazione dei carichi verticali agenti e delle masse sismiche in gioco;
- L'incremento del livello della Tr200 dovuto all'intervento non è sostanziale ai fini idraulici,

7.3 INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI – FASI ESECUTIVE

L'intervento prevede l'esecuzione in più fasi di una nuova struttura in c.a. fondata su micropali che va a sostituire la funzione dell'esistente compromessa.

FASE 1 – strutture esterne alla spalla

Si procede con la realizzazione dello scavi attorno alla spalla per l'esecuzione dei micropali di fondazioni (posti su 2 livelli diversi a seguire l'andamento dell'arginatura e limitando gli scavi stessi), si eseguono i micropali esterni sui quali si impostano le fondazioni ed il contromuro esterno in c.a.. Il tutto viene collegato strutturalmente mediante cuciture armate alla struttura esistente. Il nuovo sistema è in grado di assorbire già le spinte del terrapieno della spalla (ovviamente a traffico chiuso).

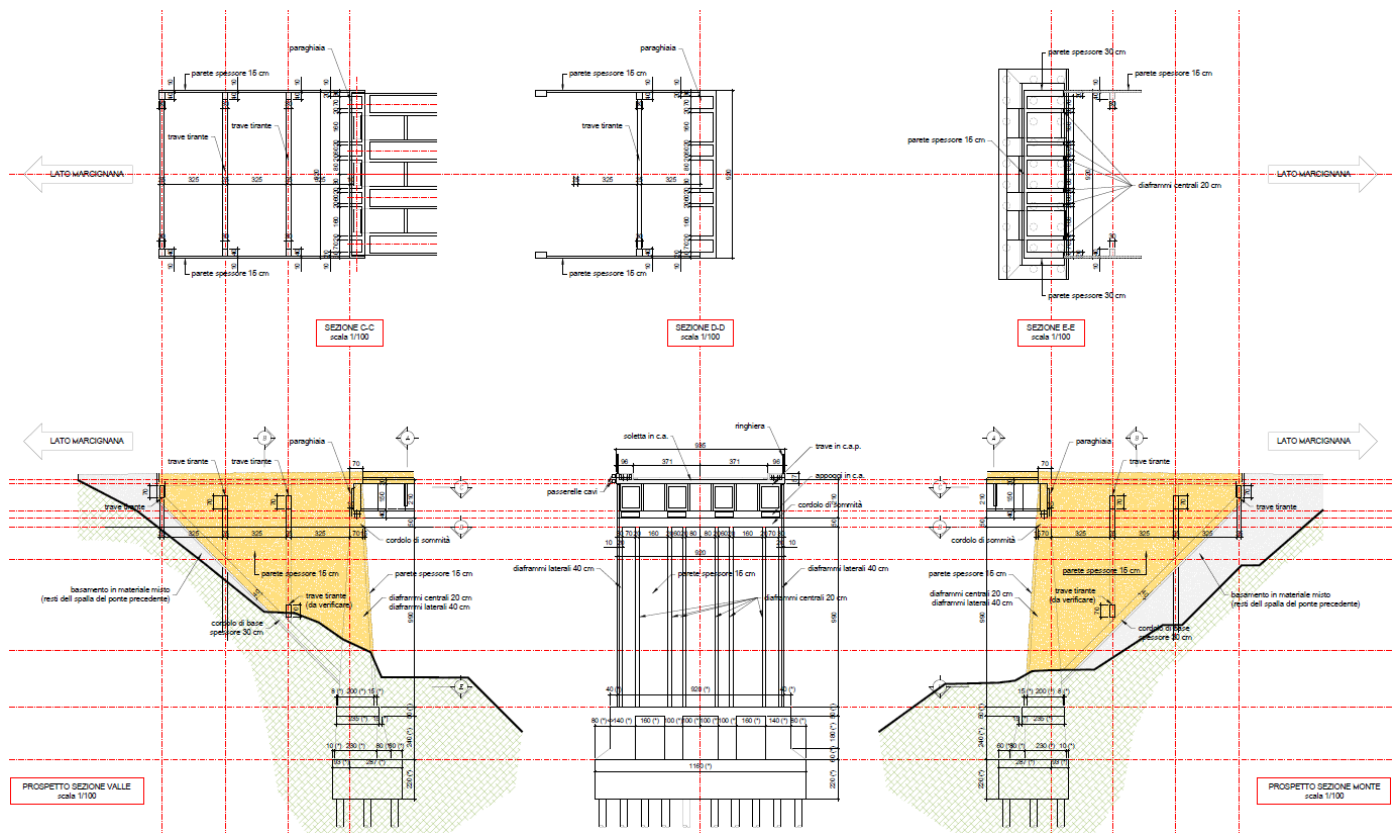
FASE 2 – strutture interne alla spalla

Una volta che l'involucro esterno è stato ultimato si procede con la rimozione delle travi/tirante poste a collegamento dei muri laterali (ormai sostituite nella loro funzione dai nuovi muri esterni), si procede allo scavo interno alla spalla e quindi alla realizzazione dei micropali interni e successivamente alle strutture di completamento poi ricollegate con le strutture realizzate esternamente alla spalla.

FASE 3 – completamento e finitura

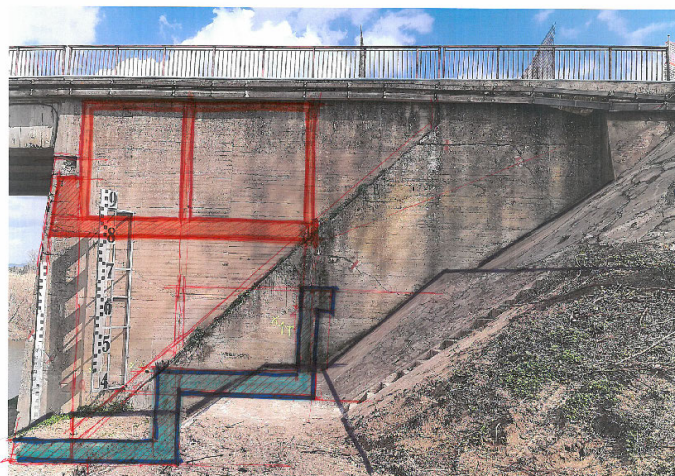
Si procede quindi alla esecuzione delle opere di finitura.

7.3.1 STATO ATTUALE SPALLA

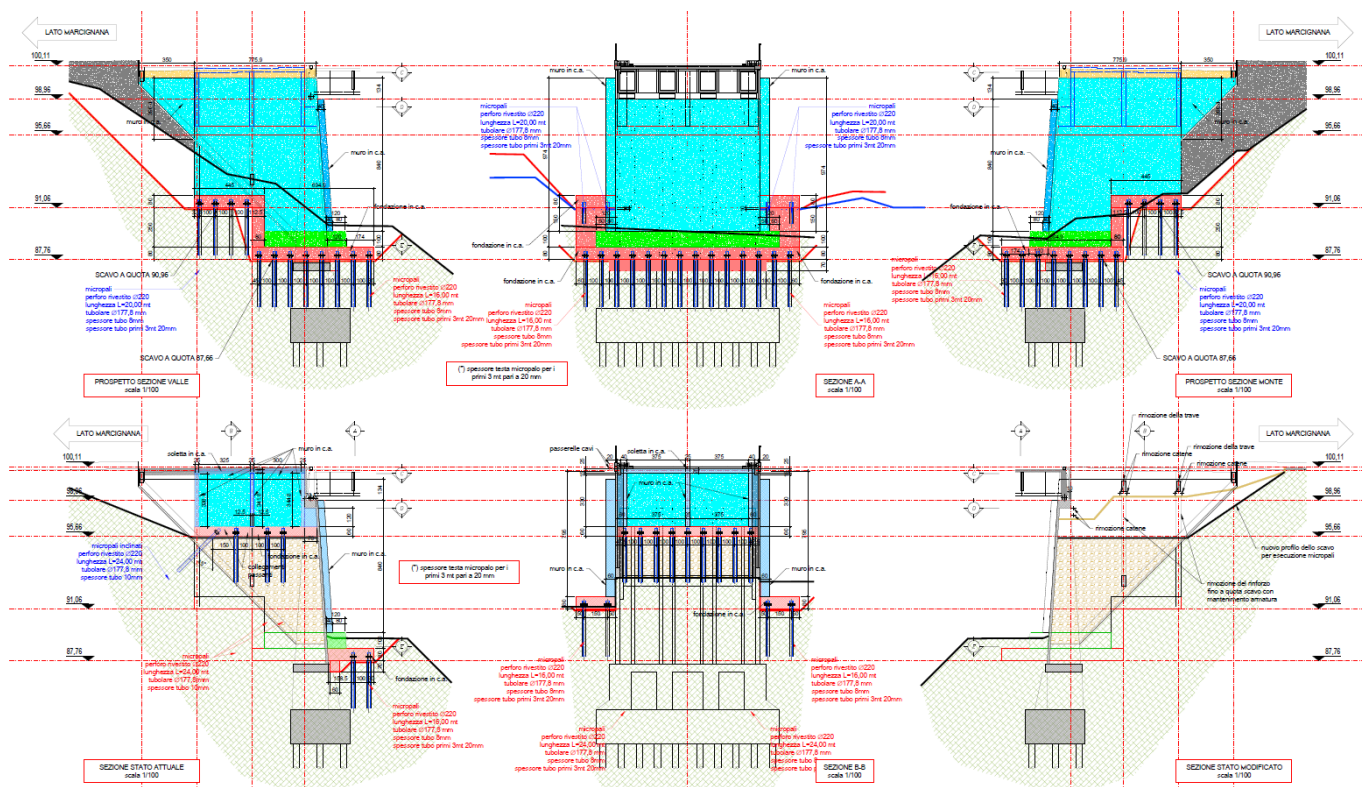


Si riporta uno schema ricostruito degli scavi da effettuare.

In blu le strutture esterne alla spalla. In rosso le strutture interne alla spalla.



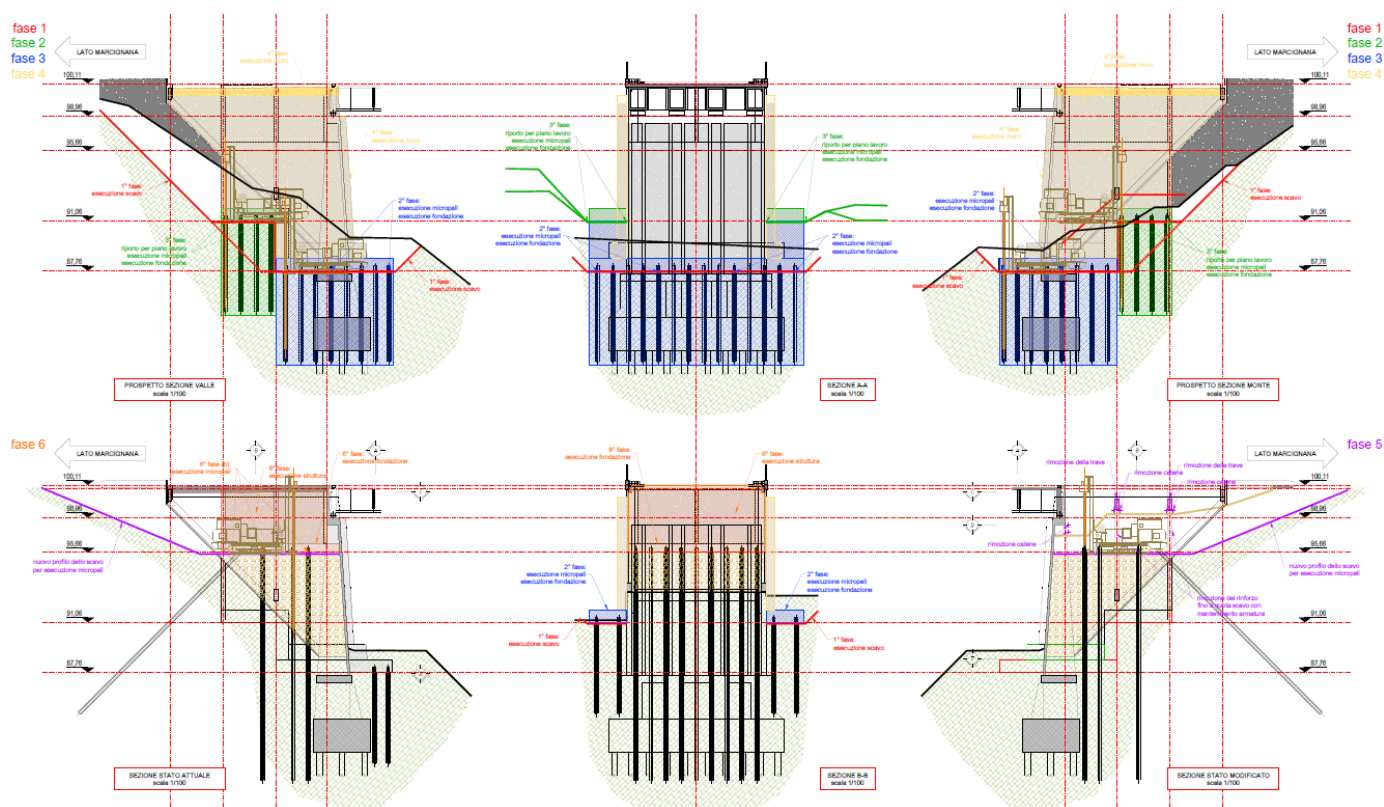
7.3.2 STATO PROGETTO SPALLA



7.3.3 FASI OPERATIVE

Si riportano in sintesi le fasi operative previste:

- Esecuzione dello scavo (rosso)
- Esecuzione micropali fondazione alta (verde)
- Esecuzione micropali fondazione bassa (blu)
- Esecuzione delle pareti esterne (giallo)
- Rimozione delle travi/tirante e delle catene, scavo interno alla spalla (viola)
- Esecuzione lavori interni alla spalla (arancio)



8 PERCORSO PEDONALE PROVVISORIO

8.1 PERCORSO PEDONALE PROVVISORIO

La chiusura provvisoria del ponte costituisce innegabilmente una importante lacerazione del collegamento tra l'area di Marcignana e l'area di Bassa oltre a costituire un impedimento alla circolazione dei mezzi (mezzi di trasporto pubblico e privato) anche nelle percorrenze di medio-alto livello.

La risoluzione della circolazione dei mezzi è stata risolta provvisoriamente mediante un sistema informativo importante che consente di gestire la chiusura del ponte dirottando su altri percorsi paralleli ed alternativi la circolazione principale, potendo confidare nella presenza di una rete viaria in sinistra e destra arno avente notevole capacità di flusso e collegamenti trasversali (attraversamenti del fiume arno) a distanze accettabili dall'area di cui in oggetto.

La circolazione pedonale e ciclo-pedonale invece ha risentito fortemente della chiusura del ponte obbligando le persone a percorsi alternativi di notevole impatto.

Dalla chiusura del ponte (metà febbraio) ad oggi (fine aprile) sono state svolte tutte una serie di verifiche, accertamenti e controlli sull'intera opera che hanno richiesto la sua totale chiusura.

A livello progettuale e contestualmente alla apertura del cantiere dei lavori di riparazione della spalla lato Marcignana si è previsto la realizzazione di un percorso pedonale provvisorio da realizzarsi in parte in affiancamento all'area di cantiere al fine di poter garantire durante i lavori il regolare deflusso delle persone.

Il percorso avrà una larghezza netta minima di 1,50 mt.

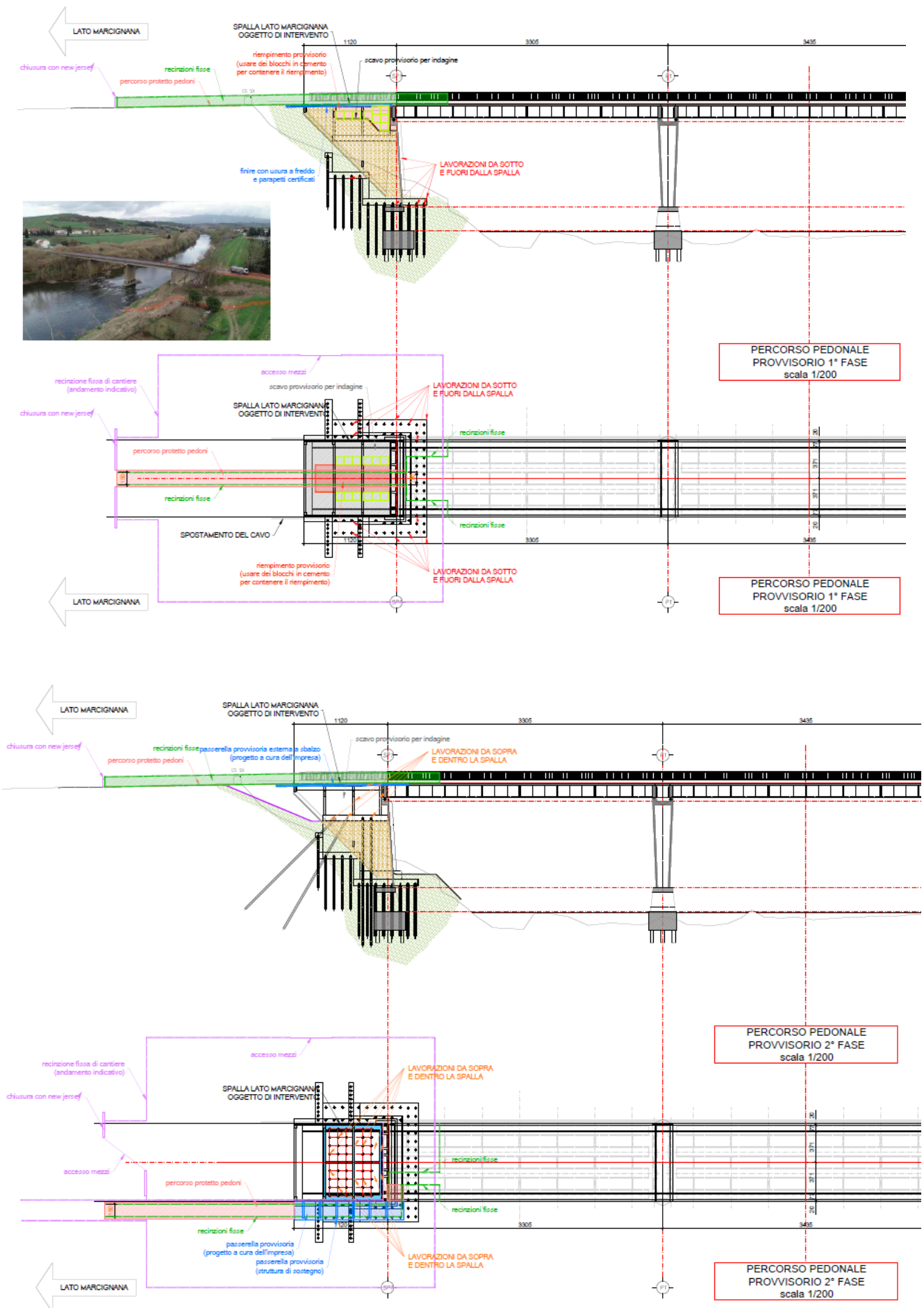
1° FASE

Il percorso parte da Marcignana (percorso protetto) e si sviluppa in asse al ponte restando non interferente con i lavori di esecuzione della riparazione della spalla che in 1° fase sono da eseguirsi esternamente alla stessa con un cantiere di fatto indipendente. Il percorso (pur limitato e recintato opportunamente) prosegue lungo il ponte verso Bassa.

2° FASE (opzionale)

Il percorso parte da Marcignana (percorso protetto) e si sviluppa a margine ed a sbalzo della spalla (ormai esternamente consolidata) per rientrare sul ponte ad inizio dello stesso. Il percorso (pur limitato e recintato opportunamente) prosegue lungo il ponte verso Bassa.

Sulla parete di consolidamento della spalla sono previste delle strutture in carpenteria metallica opportunamente dimensionate al sostegno del percorso invece realizzato con tubi e passerelle tipiche da pontisti.



9 DECOSTRUZIONE PONTE EMPOLI SPICCHIO

Relativamente alla documentazione ritrovata è stato possibile recuperare presso l'archivio della Città Metropolitana di Firenze il materiale relativo alla decostruzione del ponte sull'Arno presso Empoli (attraversamento per Sovigliana-Spicchio) eseguito nel 2011 per la realizzazione del nuovo attraversamento (impresa Spinosa srl e Direzione Lavori Ing. Alessio Gensini).

Verificato che l'epoca di costruzione del ponte corrispondesse a quella in oggetto ed associato le numerose similitudini esecutive abbiamo esaminato con attenzione le fasi di decostruzione al fine di avere dati utili e rappresentativi sul nostro ponte.

L'impalcato è costituito da 3 travi a cassoncino (il nostro è costituito da 4 travi) in cap a conci e successiva post tensione, le luci degli impalcati sono simili, la forma e geometria di spalle e pile simili (seppure rivestite in pietra).

In allegato si riportano le foto più rappresentative.

Si ricorda che il ponte fu danneggiato fortemente dalla piena del 1966 e che subì opere di consolidamento fondale che hanno modificato l'assetto originario dell'opera purtuttavia mantenendone le caratteristiche peculiari.

Stando a quanto rappresentato in progetto la demolizione del ponte è stata dettata dalle "condizioni precarie" della struttura oltre che dalle insufficienze ormai rilevate sia in termini di servizio e funzionalità (viabilità) che di portanza (carichi stradali).

Si riporta a riguardo un estratto della relazione generale descrittiva:

"Il nuovo progetto prevede, per prima cosa, la realizzazione di un nuovo ponte che eviterà la "strozzatura" al flusso oggi causata dall'insufficiente sezione stradale dell'attuale manufatto di attraversamento, attuando un raddoppio del numero di corsie. Il ponte esistente che sarà sostituito dal nuovo manufatto risale ai primi anni cinquanta del secolo scorso (1952). Esso fu danneggiato nel corso della disastrosa alluvione del 1966 che ne provocò crolli parziali innescati da cedimenti fondali. Venne poi parzialmente ricostruito e consolidato e così è giunto fino ai giorni nostri. Nello stato attuale esso denuncia evidenti segni di degrado, negli anni infatti impietosa la corrente del fiume ha continuato l'opera di erosione dell'alveo fluviale e danneggiamento delle strutture fondali producendo scalzamenti, degrado dei materiali e più in generale degli elementi strutturali. Anche la sovrastruttura ed in particolare l'impalcato del manufatto, accusa i segni del tempo presentando un degrado diffuso. Come se non bastasse esso è inoltre certamente sottodimensionato per i carichi da traffico e sismici previsti dalle nuove normative e di sezione insufficiente a smaltire il volume di traffico pendolare che ogni giorno transita sull'arteria. Più nel dettaglio la sezione stradale del ponte attuale è costituita da una carreggiata a due corsie (una per senso di marcia), ciascuna di larghezza 3,00 m, e da due marciapiedi laterali aventi larghezza complessiva (compreso cordolo e parapetto) di 1,50 m ciascuno. Sul lato Sovigliana le strade di accesso sono inoltre provviste di piste ciclabili. Il ponte è interessato da un intenso volume di traffico, che scorre sulla direttrice Empoli -Vinci in entrambe le direzioni; flussi secondari sono costituiti da traffico di scavalco del

fiume Arno proveniente dai Lungarni. Il ponte esistente è realizzato con uno schema statico di travate semplicemente appoggiate su tre campate uguali di luce teorica di 31 m ciascuna. La sezione trasversale è costituita da tre nervature rettangolari a sezione cava (dim. esterne 1,00 x 1,30 m, spessore delle anime 16 cm, spessore della soletta inferiore 12 cm), poste ad interasse di 2,50 m, realizzate con conci di calcestruzzo armato precompresso con tecnologia di precompressione a cavi post-tesi (scorrevoli). Le travi sono collegate superiormente da una soletta in calcestruzzo armato ordinario di spessore 17 cm e larghezza complessiva di 9,0 m. Le due pile in alveo sono in calcestruzzo armato ordinario ed hanno un'altezza complessiva, riferita al piede di fondazione, di 10,75 m. Le pile hanno fondazioni su pali le cui sommità, ed i testapalo che li collegano, risultano ben visibili quando il fiume è in fase di magra. Il manufatto è stato nel passato oggetto di diversi interventi di consolidamento, il più importante dei quali, agli inizi degli anni '70, si è reso necessario per porre rimedio ai gravi danni subiti, come già detto, in seguito alla piena eccezionale del fiume Arno verificatasi nel 1966. A causa della erosione dell'alveo fluviale provocato da tale piena, la pila in destra (lato Sovigliana) subì un cedimento di notevole entità (probabilmente compreso tra i 40 ed i 60 cm) che compromise l'utilizzo del manufatto. Le opere di consolidamento di cui sopra consistettero nella realizzazione di una nuova fondazione profonda costituita da pali trivellati, effettuata su entrambe le pile in alveo, e nel riposizionamento in quota delle due travate appoggiate sulla pila in destra, previa realizzazione di nuovi baggioli, poi rivestiti in muratura di pietrame per proseguire la sottostante finitura architettonica. Le prove di carico effettuate recentemente hanno evidenziato una deformabilità dell'impalcato che va ben oltre quella teoricamente prevedibile; quanto sopra fa ipotizzare o un basso modulo elastico dei calcestruzzi impiegati, o una perdita di efficienza del sistema di precompressione, con conseguente parzializzazione della sezione reagente. In entrambe le ipotesi, la portata utile del manufatto deve essere drasticamente limitata. Ulteriore problematica deriva dallo scalzamento dei pali di fondazione delle pile in alveo, già oggetto di rinforzo-sostituzione, in seguito alla piena eccezionale del 1966, e dal macro lesionamento delle spalle, dovuto quasi certamente al diverso tipo di fondazioni del muro di spalla vero e proprio (su pali) e del muro andatore (su fondazione superficiale)."





