



Provincia di Prato

Area Tecnica

SERVIZIO ASSETTO E GESTIONE DEL TERRITORIO

Via Ricasoli n.25 - Prato

OGGETTO: Intervento di consolidamento strutturale del
ponte lungo la SR325 al KM 65+900 nel
Comune di Vaiano (PO)

- *PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO* -

CODICE CUP: I97H20002390002

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Elisa Gorgai (Provincia di Prato)

IL PROGETTISTA

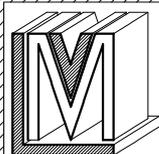
Ing. Luca Mario Vannucchi

Elaborato

EG - 01

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA GENERALE

data: Dicembre 2021



Luca Mario Vannucchi
Ingegnere

Via G. Catani n.35 - 59100 PRATO (PO)
Tel./Fax: 0574/603061 - cell.: 338/5414085
mail: lucavannucchi@hotmail.com

Provincia di Prato

Intervento di consolidamento strutturale del ponte lungo la SR325 al Km 65+900 nel Comune di Vaiano (PO)

- Progetto definitivo-esecutivo -

Indice

Premessa.....	2
Stato attuale	4
Studio preliminare di inserimento urbanistico e vincoli	5
Vincolo idrogeologico.....	9
Vincolo idraulico.....	12
Criteri progettuali di intervento.....	15
Indagini conoscitive della strutture	22
Normativa di riferimento.....	22

Premessa

Il presente progetto ha come obiettivo il consolidamento strutturale del ponte posto nel Comune di Vaiano (PO), sulla strada SR325 in prossimità del Km 65+900.



Vista aerea del ponte oggetto di intervento



Vista del ponte dal piano strada

L'aumento di attenzione che gli Enti hanno indirizzato sulla messa in sicurezza delle infrastrutture nasce a seguito del drammatico crollo del viadotto sull'A10 nel Comune di Genova, avvenuto il 14 agosto 2018. La Regione Toscana ha avviato un percorso politico e tecnico finalizzato a collaborare alla costituzione, su scala nazionale, di un archivio per la conoscenza e lo stato di sicurezza delle opere d'arte infrastrutturali, come per altro ribadito all'art.13 della Legge n.130/2018 di recepimento del cosiddetto "Decreto Genova". In tale ottica la Regione ha sottoscritto, in data 28 agosto 2018, un protocollo con la Città Metropolitana di Firenze, UPI Toscana ed Anci Toscana, finalizzato a definire le procedure e le azioni da avviare per definire un quadro conoscitivo aggiornato delle opere di attraversamento viario del territorio regionale di competenza degli Enti locali, istituendo allo scopo un Tavolo tecnico di coordinamento composto dai rappresentanti degli enti territoriali. Nel suddetto Protocollo le Amministrazioni sottoscrittrici hanno convenuto, tra le altre cose, sull'opportunità di richiedere il supporto e la collaborazione delle Strutture Universitarie Toscane e degli Ordini Professionali della Toscana sia per le attività del Tavolo Tecnico che per l'effettuazione delle verifiche tecniche di stabilità e per l'archiviazione dei dati relativi alle infrastrutture da monitorare. La Regione Toscana ha quindi siglato, in data 19 novembre 2018, un Accordo di collaborazione con la Federazione Regionale degli Ordini degli Ingegneri della Toscana finalizzato ad effettuare in tempi rapidi una prima serie di verifiche di sicurezza dei ponti sulle strade regionali e sulle strade provinciali gestite dalla Città Metropolitana di Firenze e dalle Province toscane, consistenti in un'analisi speditiva ed in un esame visivo delle infrastrutture. A tale scopo la Provincia di Prato ha individuato e comunicato alla Regione Toscana un elenco di 10 ponti ritenuti "prioritari" di cui 3 su strade regionali e 7 su strade provinciali, rispetto ai quali effettuare le relative verifiche ispettive nell'ambito di questa prima fase di monitoraggio avviata dalla Regione Toscana. In data 22 ottobre 2018 la Regione ha inoltre sottoscritto un Protocollo d'intesa con le Università di Ingegneria di Pisa e di Firenze, approvato con DGRT 1126 del 15/10/2018, con il quale le Università si sono impegnate a fornire supporto scientifico qualificato per le attività di cui al verbale d'intesa da concretizzarsi fra l'altro con la predisposizione di una specifica scheda per la rilevazione del rischio di ponti ed attraversamenti che è stata posta a base delle attività di monitoraggio in argomento.

Il ponte oggetto del presente progetto è stato uno tra quelli visionati mediante l'utilizzo delle schede di ispezione precedentemente descritte.

A seguito di suddetta analisi visive, al ponte in oggetto è stata data una priorità medio-alta di intervento.

Stato attuale

Si tratta di un ponte in muratura ad arco ribassato ad una sola campata. Al di sotto del ponte passa un piccolo corso d'acqua chiamato "Fosso di Rilaio".

L'arco è realizzato con muratura in mattoni pieni. La luce (o *corda*) dell'arco ha una misura di circa 3,50m. Le spalle sono realizzate con pietrame squadrato rettangolare. Le spalle di monte e quelle di valle risultano avere altezze diverse. Questo perché nel corso d'acqua sottostante il ponte è presente un salto di circa 1,50 – 1,70m. Pertanto le spalle di monte avranno un'altezza di circa 2,20m mentre le spalle di valle avranno un'altezza di circa 4,00m. La larghezza totale della struttura risulta essere circa 11,70m ovvero quanto la sede della carreggiata stradale soprastante.

Per quanto riguarda lo stato di conservazione del manufatto, a livello visivo si è potuto constatare che:

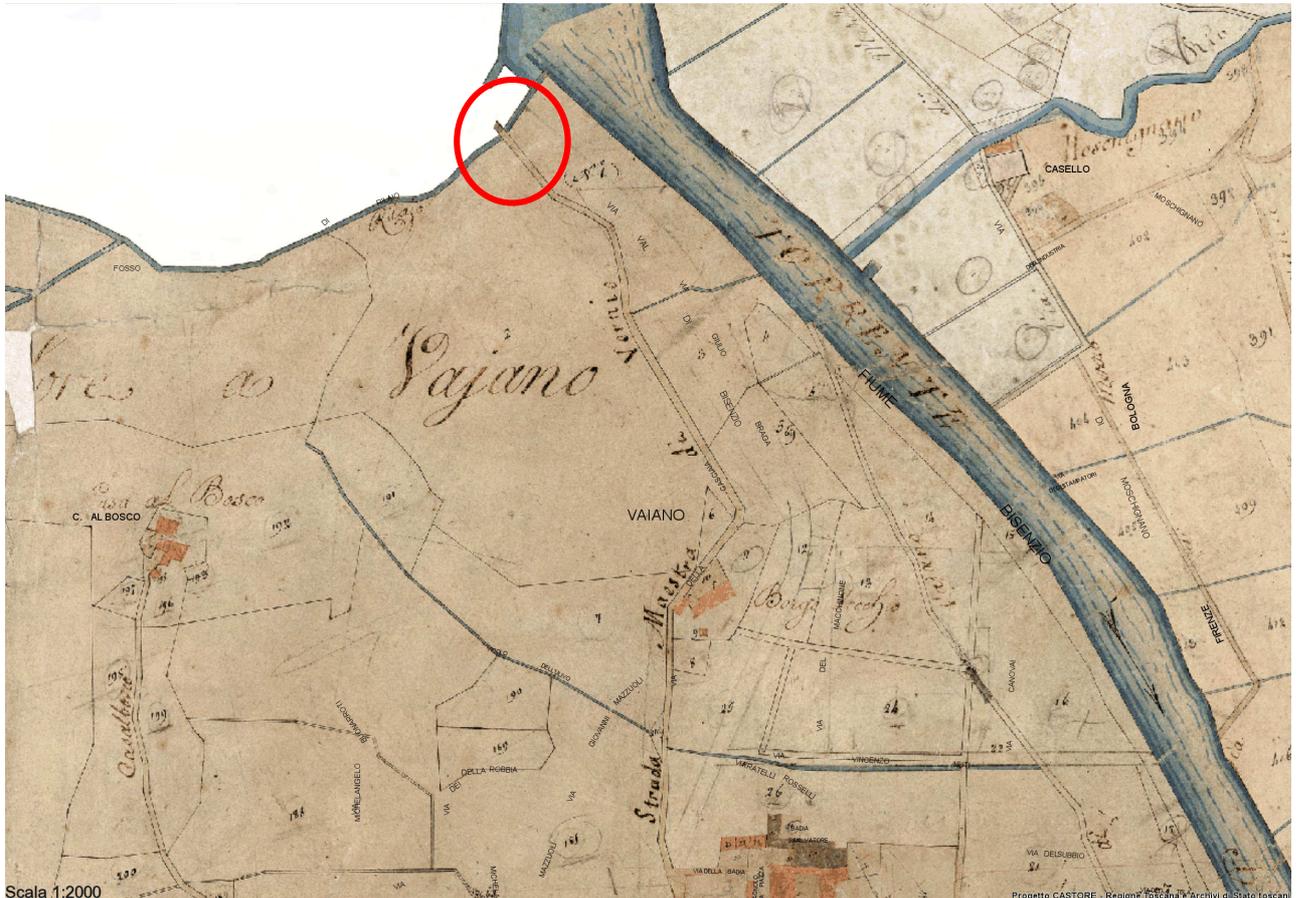
- arcata: presenta alcune parti in muratura degradata o mancante dovuti prevalentemente alla polverizzazione della malta di unione ad opera degli agenti atmosferici e dalle infiltrazioni di acqua dal piano viabile; in particolare è presente una crepa diagonale in prossimità dell'arco di monte e una crepa con distacco del materiale in prossimità dell'arco di valle, nel punto di contatto tra la pietra squadrata che costituisce l'arco e la muratura in mattoni pieni; le cause di queste crepe possono essere dovute anche a parziali malfunzionamenti dell'arco che negli anni può aver perso la sua forma originaria e, con la perdita di resistenza del materiale, aver innescato la formazione di cerniere che rendono l'arco isostatico;
- spalle: risultano essere complessivamente in buono stato di conservazione tranne una crepa presente in prossimità dello sbocco a valle; crepa che prosegue anche sull'arco.

Allo stato attuale non è stata rilevata la presenza di sottoservizi nella zona di intervento del ponte.

Nella relazione fotografica allegata è possibile vedere tutti i difetti presenti.

Studio preliminare di inserimento urbanistico e vincoli

CENNI STORICI

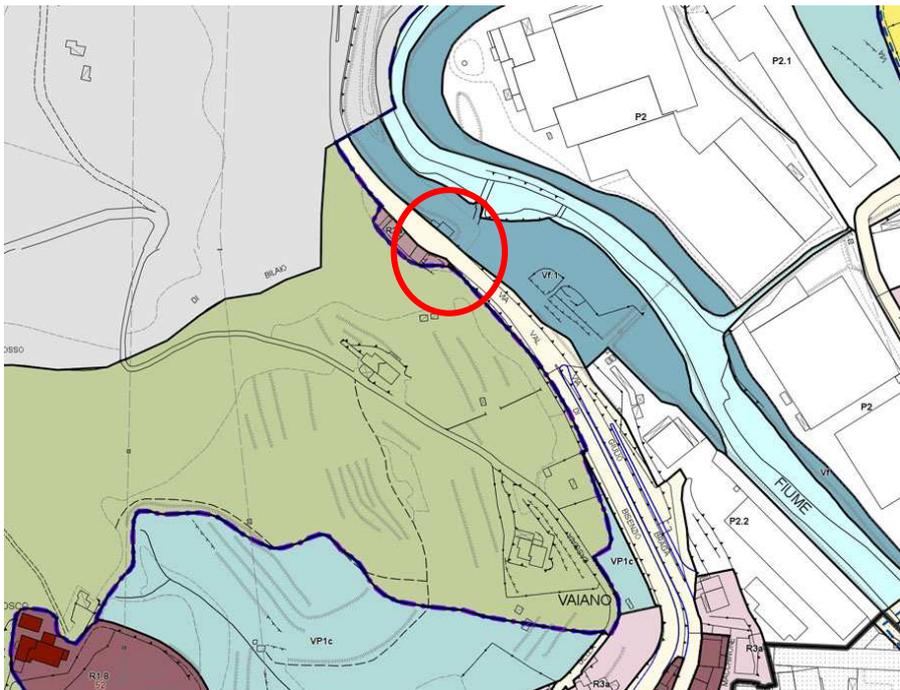


Come si può evincere dall'estratto del Catasto Leopoldino sopra riportato, tra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento, il collegamento fra Prato e Vernio era garantito da una Strada Maestra di Vernio, della quale ancora oggi si possono rilevare alcune tracce nel territorio, in particolare passando per l'antica Badia di San Salvatore e per un tratto dell'attuale Via della Casciaia in prossimità del Bisenzio, ed è proprio in questo punto che la strada attraversava il Fosso del Rilaio in un punto presumibilmente molto vicino all'attuale ponte oggetto di intervento.

Solo a partire dai primi del Novecento, si può presumere da vari cenni storici in merito, la su citata Strada Maestra venne gradualmente sostituita con una nuova viabilità, che si snodava seguendo per gran parte in percorso del Bisenzio, e che a partire dalla metà del Novecento prese il nome di Strada Statale 325 di Val di Setta e Val di Bisenzio. Ed è proprio in quel periodo che si presume sia stato costruito il ponte nella sua attuale conformazione.

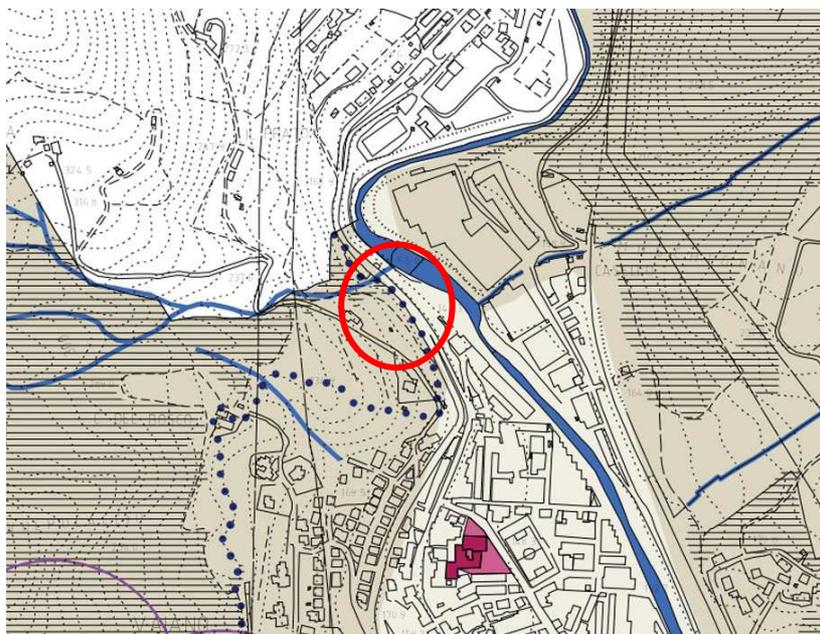
Provincia di Prato

Intervento di consolidamento strutturale del ponte lungo la SR325 al Km 65+900 nel Comune di Vaiano (PO)
- Progetto definitivo-esecutivo -



Estratto Regolamento Urbanistico – Uso del suolo e modalità di intervento

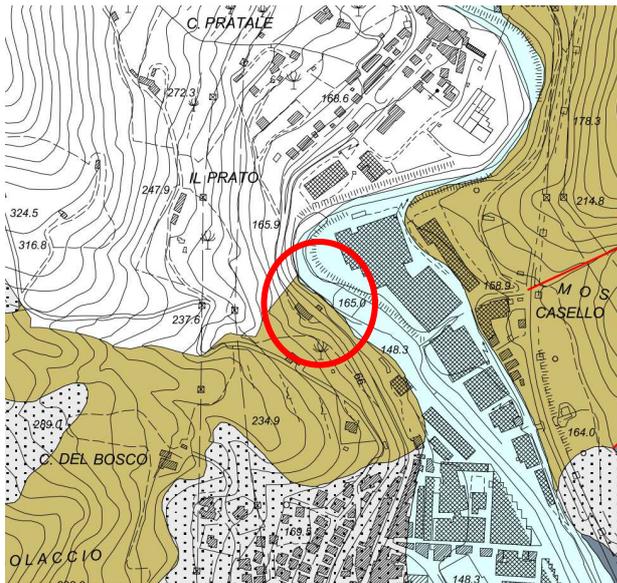
In riferimento alle schede dei paesaggi allegati al PIT della Toscana, l'area in cui insiste il ponte oggetto di intervento è stata identificata all'interno dell'ambito di paesaggio 6 "Firenze-Prato-Pistoia", e comunque non ricade nell'ambito di un vincolo sovraordinato, se non il vincolo idrogeologico, come si può desumere dall'estratto della carta dei vincoli.



Estratto Piano Strutturale – Tavola dei Vincoli

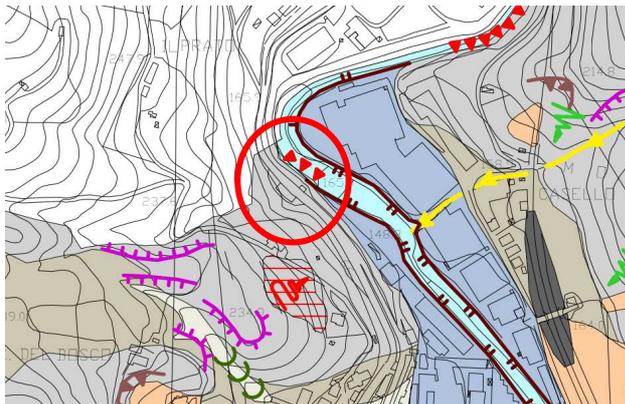
Provincia di Prato

Intervento di consolidamento strutturale del ponte lungo la SR325 al Km 65+900 nel Comune di Vaiano (PO)
- Progetto definitivo-esecutivo -



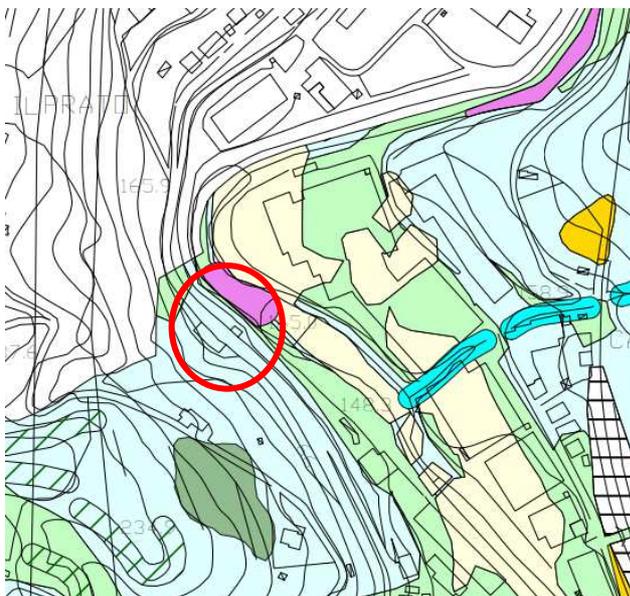
 siltiti con arenarie (mgL)

Carta geolitologica – Comune di Vaiano



 Detrito di versante

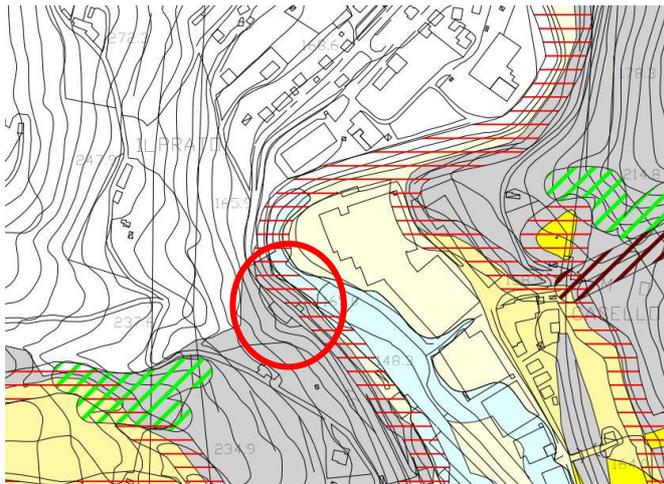
Carta della geomorfologia – Comune di Vaiano



Pericolosità geomorfologica media (G.2)

-  Area interessata da frane non attive
-  Area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
 - terreni argillosi con pendenze <10%
 - terreni sabbiosi con pendenze <20%
 - terreni litoidi molto fratturati con pendenze <35%
 - terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità con pendenze <50%

Carta della pericolosità geomorfologica – Comune di Vaiano



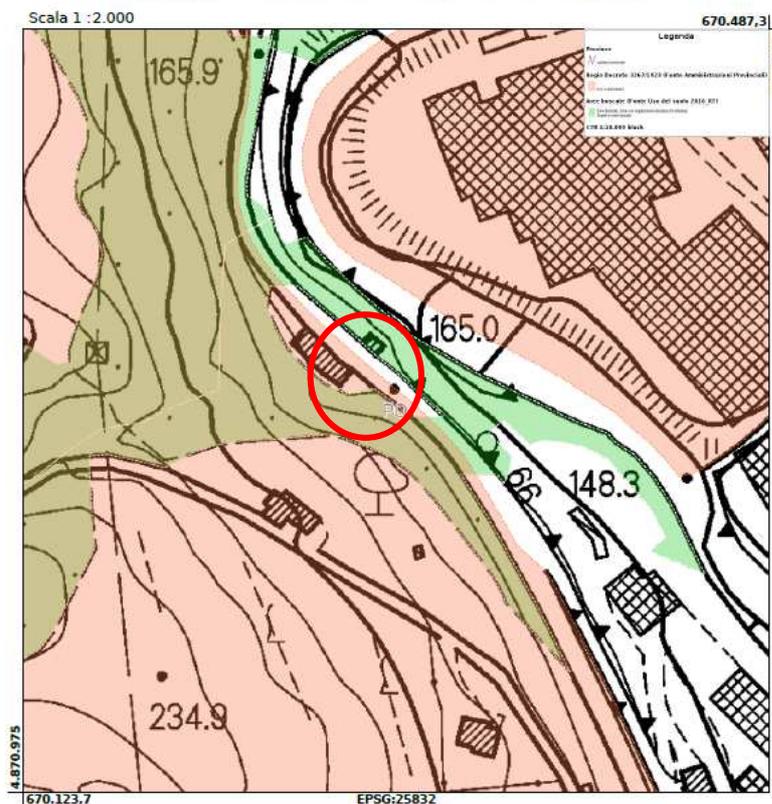
 Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse

Carta della pericolosità sismica locale – Comune di Vaiano

Vincolo idrogeologico

L'intervento ricade all'interno del territorio del Comune di Vaiano (PO) in un'area parzialmente soggetta a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267 del 1923.

Regione Toscana - SITA: Vincolo idrogeologico



Regio Decreto 3267/1923 (Fonte Amministrazioni Provinciali)

 R.D. n.3267/1923

Aree boscate (Fonte Uso del suolo 2016_RT)

 Zone boscate; Zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea;
Strade in aree boscate

CTR 1:10.000 black

Sono previste opere di consolidamento della volta in muratura che non determinano variazioni della circolazione idrica. In ogni caso, si riportano di seguito alcune prescrizioni significative imposte nelle zone soggette a Vincolo Idrogeologico.

SCAVI E RIPORTI DI TERRENO

- *Durante la realizzazione dei lavori di scavo o di riporto di terreno non devono essere create condizioni di rischio per il verificarsi di smottamenti, franamenti od altri movimenti gravitativi.*
- *I riporti di terreno devono essere eseguiti in strati, assicurando il graduale compattamento dei materiali terrosi, dai quali devono essere separate le frazioni litoidi di maggiori dimensioni. Nel le aree di riporto devono essere sempre garantite le opere necessarie alla regimazione delle acque ed alla difesa da fenomeni erosivi. L'eventuale realizzazione di opere di contenimento dovrà essere realizzata prima dell'inizio dei riporti di terreno.*

MATERIALI DI RISULTA

- *La terra di risulta da scavi o movimenti di terreno in genere, attuati per opere di mode sta entità, può essere conguagliata in loco per la risistemazione dell'area oggetto dei lavori, al di fuori di corsi d'acqua, fossi, impluvi e linee di sgrondo delle acque, senza determinare apprezzabili modificazioni di assetto o pendenza dei terreni, provvedendo al compattamento ed inerbimento del terreno stesso ed evitando che abbiano a verificarsi fenomeni erosivi o di ristagno delle acque.*
- *La terra derivante da scavi di sbancamento operati per costruzioni derivante da altre opere da cui risultino apprezzabili quantità di materiale terroso, può essere riutilizzata in loco per la sistemazione dell'area oggetto dei lavori, in conformità e nei limiti delle previsioni di progetto.*
- *I materiali lapidei di maggiori dimensioni devono essere separati dal materiale terroso al fine di garantire un omogeneo compattamento ed assestamento di questi ultimi. I materiali lapidei possono essere reimpiegati in loco per la sistemazione dell'area oggetto dei lavori purché gli stessi siano depositati in condizioni di stabilità ed in modo da non ostacolare il regolare deflusso delle acque superficiali. Durante le fasi di cantiere eventuali depositi temporanei di materiali terrosi e lapidei devono essere effettuati in modo da evitare fenomeni erosivi o di ristagno delle acque. Detti depositi non devono essere collocati all'interno di impluvi, fossi o altre linee di sgrondo naturali o artificiali delle acque e devono essere mantenuti a congrua distanza da corsi d'acqua permanenti. E' fatto divieto di scaricare materiale terroso o lapideo all'interno o sulle sponde di corsi d'acqua anche a carattere stagionale. I depositi non devono inoltre essere posti in prossimità di fronti di scavo, al fine di evitare sovraccarichi sui fronti stessi.*
- *Tutti i materiali di risulta provenienti dallo scavo e non riutilizzati in loco dovranno essere smaltiti secondo normativa vigente.*

REALIZZAZIONE DELLE OPERE

- *Al fine di assicurare la stabilità dei terreni vincolati tutte le opere, ed in particolare quelle di contenimento del terreno o costruite a contatto con il terreno, devono essere dimensionate e costruite, sotto la diretta responsabilità dei tecnici progettisti ed incaricati della direzione dei lavori, in modo da assicurarne la stabilità nelle condizioni più sfavorevoli di azione delle forze determinate dal terreno stesso, dall'acqua, dai sovraccarichi e dal peso proprio delle opere.*
- *La circolazione idrica nel terreno di scavo, secondo quanto ricavato dalle indagini eseguite, non dovrebbe inficiare gli scavi stessi. Ciò nonostante, se durante l'esecuzione dei lavori si renda necessario, dovranno essere messi in opera sistemi di drenaggio in grado di*

intercettare e smaltire le acque di circolazione sotterranea in corrispondenza delle nuove opere. La tipologia e la collocazione dei drenaggi dovrà essere correlata sia alla tipologia, alle dimensioni ed alla collocazione delle opere, considerate nel loro complesso, sia alle caratteristiche della circolazione idrica sotterranea riscontrata.

REGIMAZIONE DELLE ACQUE

• *Nei terreni vincolati è fatto obbligo di assicurare che il deflusso delle acque superficiali e sorgive avvenga senza determinare fenomeni di erosione o di ristagno. A tal fine, durante l'esecuzione di opere e movimenti di terreno di qualsiasi entità, devono essere osservate le seguenti norme:*

a) tutte le acque provenienti da fabbricati, da altri manufatti e da aree non permeabili devono essere raccolte, canalizzate e smaltite attraverso le reti fognarie, ove esistenti, oppure attraverso gli impluvi naturali, senza determinare fenomeni di erosione dei terreni o di ristagno delle acque;

b) tutte le tubature idrauliche sotterranee devono essere realizzate in modo da evitare perdite o rotture, assicurando in particolare che nei terreni suscettibili di movimenti di assestamento, quali aree di riporto e terreni instabili, le opere siano in grado di mantenere la loro efficienza.

• *Nei terreni vincolati non devono essere creati ostacoli al normale deflusso delle acque meteoriche o sorgive e deve essere sempre assicurata la corretta regimazione delle acque, al fine di evitare fenomeni di ristagno o di erosione nell'area oggetto dei lavori e nei terreni limitrofi.*

• *Durante le fasi di cantiere e in particolare ove siano previsti scavi, devono essere assicurati:*

a) l'allontanamento delle acque provenienti dai terreni posti a monte o circostanti l'area dei lavori, mediante la preliminare realizzazione di appositi fossi o fossetti di guardia delimitanti l'area stessa ed in grado di convogliare le acque a valle secondo le linee naturali di sgrondo, senza determinare fenomeni di erosione o di ristagno;

b) la corretta regimazione delle acque superficiali nell'area oggetto dei lavori, realizzando le canalizzazioni ed i drenaggi necessari ad evitare fenomeni erosivi o di ristagno, specialmente nelle aree di scavo; ove non sia possibile smaltire le acque per gravità devono essere previsti impianti per il sollevamento delle stesse, che evitino ristagni anche temporanei nell'area di cantiere. Lo scarico a valle deve avvenire in modo da evitare danni ai terreni sottostanti;

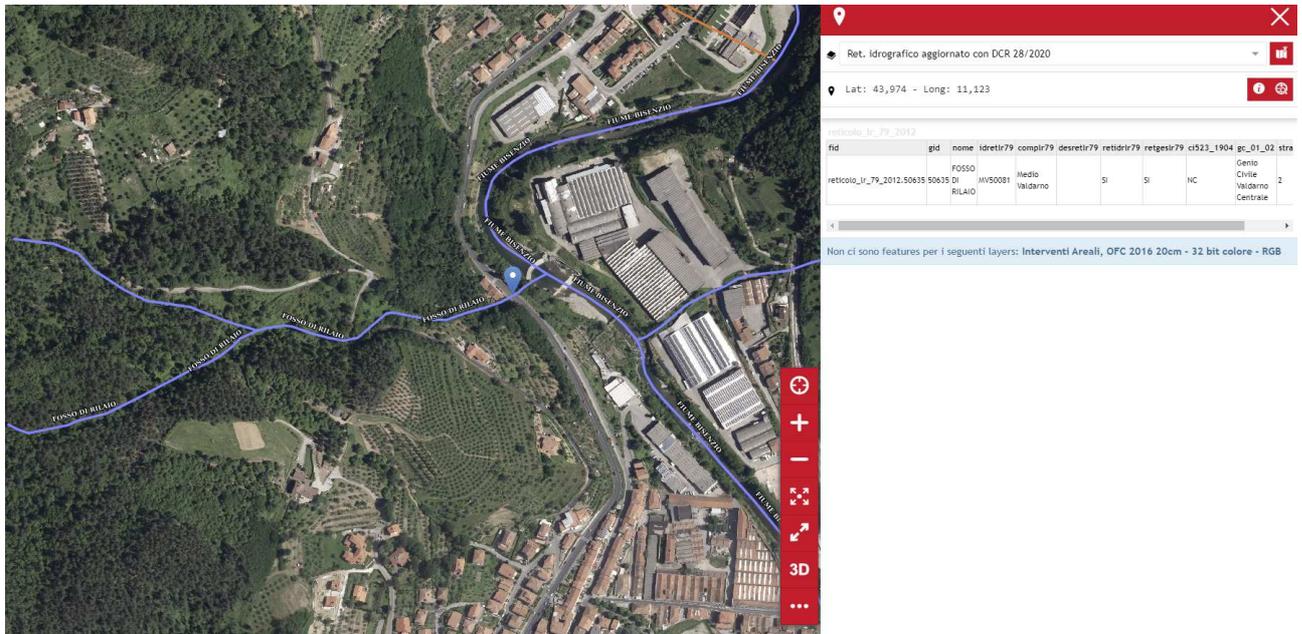
c) la captazione e l'allontanamento al di fuori dell'area di cantiere delle eventuali acque sorgive.

La Carta dei Vincoli allegata al PS del Comune di Vaiano (PO) (Variante DCC n. 19 del 31/03/2010) conferma quanto indicato nella cartografia Regionale, inserendo l'area all'interno del Vincolo Idrogeologico, oltre alla classificazione del Fosso di Rilaio nel reticolo idrografico.

Il ponte, oggetto d'intervento, non ricade all'interno dell'area classificata "Boscata"

L.R. 79/12

Il fosso Rilaio rientra tra i corsi d'acqua inseriti ai sensi della L.R. 79/12, sia tra quelli del reticolo idrografico che del reticolo di gestione in base all'aggiornamento degli elenchi approvato con D.C.R. 28/2020 .



Estratto reticolo idrografico L.R. 79/12

L.R. 41/18

Trattandosi di intervento su un corso d'acqua inserito nel reticolo idrografico della L.R. 79/12, questo è soggetto alle disposizioni di cui all'art. 3 delle L.R. 41/18 ed in particolare alle prescrizioni stabilite dal comma 5 del suddetto articolo:

“5. Gli interventi di cui ai commi 2, 3 e 4 sono consentiti, previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque;*
- b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche;*
- c) non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde;*
- d) non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento;*

Provincia di Prato

Intervento di consolidamento strutturale del ponte lungo la SR325 al Km 65+900 nel Comune di Vaiano (PO)
- Progetto definitivo-esecutivo -

e) non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento;

f) il patrimonio edilizio esistente di cui al comma 3 sia inserito nel piano di protezione civile comunale al fine di prevenire i danni in caso di evento alluvionale.”

R.D. 523/1904

L'intervento dovrà essere autorizzato ai fini idraulici ai sensi del R.D. 523/1904.

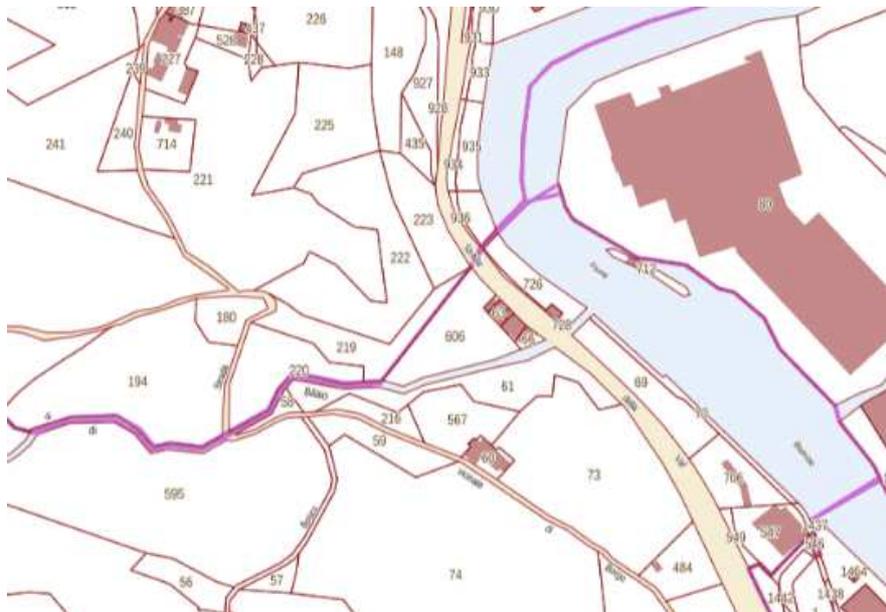
D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) e Circolare esplicativa del 11/02/2019

Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento di consolidamento strutturale dell'attraversamento sul fosso di Rilaio, verrà fatto riferimento al D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) ed alla Circolare esplicativa del 11/02/2019 – Punto C5.1.2.3 “Compatibilità idraulica”.

Nelle verifiche si terrà conto dei franchi tra l'intradosso dell'impalcato ed il pelo libero da rispettare in base alle suddette normative.

□ ASPETTI CATASTALI

Il corso sopra il quale passa l'attraversamento sulla SR325 da consolidare ricade in area demaniale.



Estratto cartografia catastale da Geoscopio/Cartoteca Regione Toscana

□ MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE VERIFICHE IDRAULICHE

Allegato al presente progetto è stato realizzato uno studio idrologico-idraulico a supporto della richiesta di autorizzazione ai fini idraulici ai sensi del R.D. 523/1904 ed

è così articolato:

- analisi idrologica del bacino con sezione di chiusura in corrispondenza dell'attraversamento del fosso di Rilaoio sulla SR325 facendo riferimento, per la quantificazione degli afflussi, alle Linee Segnalatrici di Pioggia Regionalizzate (LSPP 2012). Le valutazioni sono state eseguite per vari tempi di ritorno compresi almeno Tr 30 e 200 anni;
- studio idraulico con schema di moto permanente finalizzato a verificare l'efficienza idraulica dell'attraversamento sotto la SR325 sia nelle condizioni attuali che di progetto. Per lo studio è stato utilizzato il software Hec-ras nella versione più aggiornata.

Criteria progettuali di intervento

La valutazione dell'intervento da effettuarsi sul manufatto oggetto del presente progetto riprende anche le *"Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti"* approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel Maggio 2020. Le suddette Linee Guida illustrano una procedura per la gestione della sicurezza dei ponti esistenti, ai fini di prevenire livelli inadeguati di danno, rendendo accettabile il rischio. Essa è composta da tre parti, sul censimento e la classificazione del rischio, la verifica della sicurezza e la sorveglianza e monitoraggio dei ponti e dei viadotti esistenti ove per ponti e viadotti si intendono le costruzioni, aventi luce complessiva superiore ai 6.0 m, che permettono di oltrepassare una depressione del terreno o un ostacolo, sia esso un corso o uno specchio d'acqua, altro canale o via di comunicazione o una discontinuità naturale o artificiale. In particolare, essa illustra come la classificazione del rischio o, meglio, la classe di attenzione si inquadri in un approccio generale multilivello che dal semplice censimento delle opere d'arte da analizzare arriva alla determinazione di una classe di attenzione sulla base della quale si perverrà, nei casi previsti dalla metodologia stessa, alla verifica di sicurezza. Gli esiti della classificazione e della verifica costituiscono utili informazioni per una eventuale successiva valutazione dell'impatto trasportistico mediante un'analisi della resilienza della rete. Sono approfondite nel dettaglio le metodologie necessarie per sviluppare l'approccio proposto a livello territoriale, quali il censimento delle opere, l'esecuzione delle ispezioni, iniziali e speciali, ai fini della redazione delle schede di difettosità

dell'opera nonchè la valutazione della classe di attenzione in funzione dei possibili rischi rilevanti, strutturale (statico e fondazionale), sismico, idro-geologico (idraulico e da frana). Tali rischi, inizialmente analizzati separatamente in termini di pericolosità, vulnerabilità e esposizione, sono poi riuniti in un'unica classificazione generale della classe di attenzione. In quest'ottica, la Linea Guida fornisce gli strumenti per la conoscenza a livello territoriale dei ponti, nella più larga accezione del termine, e per definire le priorità per l'esecuzione delle eventuali operazioni di sorveglianza e monitoraggio, di verifica e di intervento. Relativamente alle opere con luce minore di 6.0 m, sarà comunque cura del gestore/proprietario dell'infrastruttura definire le modalità di sorveglianza e monitoraggio, anche in termini di cadenza temporale, in funzione delle specifiche peculiarità delle opere e delle caratteristiche territoriali.

L'impiego di un approccio multilivello per la gestione dei ponti esistenti è giustificato dal numero di infrastrutture presenti sul territorio italiano. La complessità e, quindi, l'onerosità delle ispezioni, delle indagini, dei controlli, dei monitoraggi e delle verifiche da effettuare, è calibrata valutando di volta in volta, seppur in modo approssimato e qualitativo, l'effettiva necessità e urgenza in funzione dello stato attuale dell'opera, pervenendo ad un metodo, omogeneo ed uniforme al variare delle tipologie di infrastrutture, di valutazione della classe di attenzione. L'approccio multilivello proposto prevede valutazioni speditive estese a livello territoriale, quali il censimento, le ispezioni e la classificazione, e valutazioni puntuali, di complessità maggiore, concentrate su singoli manufatti. In particolare, da una prima analisi eseguita sull'intero patrimonio infrastrutturale esistente mediante la costruzione di un censimento ragionato basato sul reperimento del maggior numero di informazioni possibili e sull'effettuazione di ispezioni visive metodologicamente strutturate, è definita la classe di attenzione da attribuire ad ogni ponte e, quindi, il grado di complessità e la tipologia dei successivi approfondimenti eventualmente richiesti, opportunamente graduati ed ottimizzati.

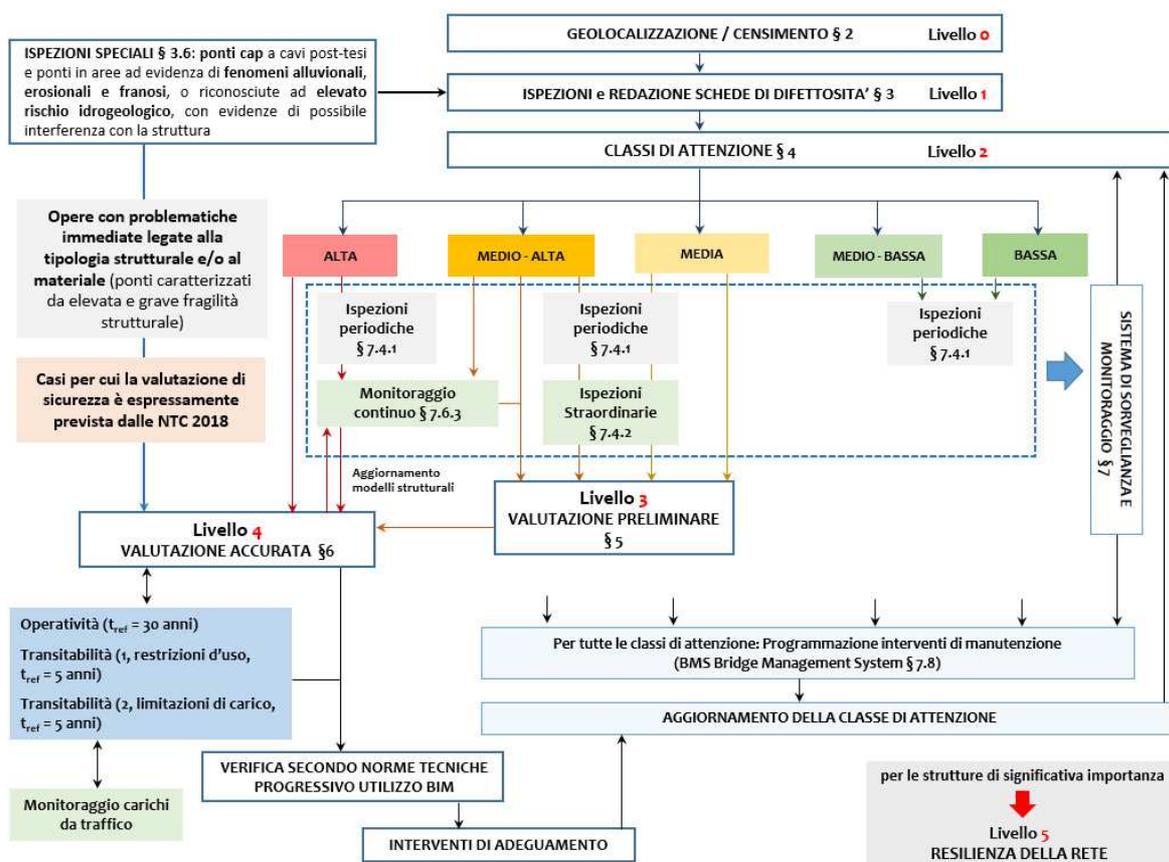
L'approccio si sviluppa su 6 livelli differenti, aventi grado di approfondimento e complessità crescenti. Sinteticamente:

- Il Livello 0 prevede il censimento di tutte le opere e delle loro caratteristiche principali mediante la raccolta delle informazioni e della documentazione disponibile.

- Il Livello 1, esteso alle opere censite a Livello 0, prevede l'esecuzione di ispezioni visive dirette e il rilievo speditivo della struttura e delle caratteristiche geo-morfologiche ed idrauliche dell'area, tese a individuare lo stato di degrado e le principali caratteristiche strutturali e geometriche di tutte le opere, nonché potenziali condizioni di rischio associate a eventi franosi o ad azioni idrodinamiche.
- Il Livello 2 consente di giungere alla classe di attenzione di ogni ponte, sulla base dei parametri di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione, determinati elaborando i risultati ottenuti dai livelli precedenti. In funzione di tale classificazione, si procede quindi con uno dei livelli successivi.

Con il protocollo d'intesa dell'agosto 2018 descritto in premessa, per quanto riguarda il ponte in oggetto, è stato raggiunto il Livello 1.

Il flusso logico che complessivamente definisce le relazioni tra un livello e l'altro è mostrato nella figura sottostante.



In base alle indicazioni riportate sulle Linee Guida viene fatto il successivo passaggio per arrivare al Livello 2 per giungere alla “Classe di attenzione”

Nella definizione delle possibili combinazioni, un peso maggiore è dato alla Classe di attenzione strutturale e fondazionale in quanto legata alle usuali condizioni di esercizio delle strutture. Pertanto si riporta sinteticamente di seguito, con i passaggi descritti sulle Linee Guida, i vari flussi logici che portano a definire la “Classe di attenzione strutturale e fondazionale”.

✓ Stima del livello di pericolosità strutturale e fondazionale

- Classificazione delle strade in funzione della massima massa ammissibile: **Classe A**;
- Frequenza del transito di veicoli commerciali per singola corsia di marcia: **Media** (il dato è stato dedotto partendo dai dati di Traffico Giornaliero Medio TGM misurati dalle strumentazioni della Regione Toscana per la zona di interesse);

Con questi dati si ottiene una classe di pericolosità **ALTA**.

✓ Stima del livello di vulnerabilità strutturale e fondazionale

- Classificazione del livello di difettosità: **Medio-Alto**;
- Rapidità di evoluzione del degrado: **<1945**;
- Norma di progettazione: **Classe A**;
- Schema statico, luce, materiale e numero di campate: **Bassa**;

Con questi dati si ottiene una classe di vulnerabilità **MEDIA**.

✓ Stima del livello di esposizione strutturale e fondazionale

- Tipologia e volume di traffico: **Bassa** (il dato è stato dedotto partendo dai dati di Traffico Giornaliero Medio TGM misurati dalle strumentazioni della Regione Toscana per la zona di interesse);
- Alternative stradali: **Assenza di alternative**;
- Tipologia di ente scavalcato: **Media**;

Con questi dati si ottiene una classe di esposizione **MEDIO-BASSA**.

Incrociando i parametri precedentemente calcolati si ottiene una Classe di attenzione strutturale e fondazionale **MEDIA**. Nel progetto definitivo/esecutivo verranno preliminarmente stimate le risorse minime garantite delle diverse normative al variare

dei modelli di traffico rispetto alle normative vigenti, così come indicato nello step 3 di “Livello 3” delle Linee guida.

La Valutazione della Sicurezza della struttura esistente è stata condotta ai sensi del Cap. 8 delle NTC2018. Gli interventi oggetto del presente progetto si classificano tra gli interventi di riparazione locale (§8.4.1 NTC2018) in quanto non modificano significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a:

- ripristinare le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza di parti di struttura;
- impedire meccanismi di collasso locale.

Si elencano le lavorazioni previste nel presente progetto:

- Sistemazione e pulizia della zona oggetto di intervento;
- Realizzazione di opere provvisorie per deviare parzialmente le acque del Fosso di Rilaio, compreso eventuale pompa per tenere asciutta la zona delle lavorazioni. L'intervento dovrà comunque essere previsto nei mesi caldi in cui le acque del Fosso di Rilaio sono praticamente assenti;
- Opere di puntellamento all'intradosso della volta in muratura da realizzarsi in maniera alternata alla zona di lavorazione;
- Rimozione dello strato di intonaco sull'arco (FASE 1);
- Pulizia dei materiali lapidei delle spalle e dei laterizi dell'arco da microflora e muffe presenti. Preparare il supporto eliminando eventuali parti distaccate o in via di distacco. Applicare il prodotto a pennello o spruzzo a bassa pressione rispettando i consumi previsti dalla scheda tecnica e spazzolare energicamente con una spazzola di saggina o nylon, concludendo con un abbondante risciacquo (FASE 2);
- Cucitura delle lesioni mediante l'inserimento di barre elicoidali. Si dovrà preventivamente realizzare dei fori pilota a cavallo della lesione, di adeguata inclinazione rispetto all'andamento di questa (tale da evitare lo sfilamento della barra elicoidale), da realizzarsi in zone compatte della muratura, per una profondità di almeno 60cm. I fori saranno realizzati con diametro $\varnothing 8$. Successivamente verrà inserita la barra elicoidale di diametro $\varnothing 10$ e di lunghezza 60cm tramite apposito mandrino installato su trapano martello. Alla fine stuccare il foro con idonee resine. Questo intervento deve essere

realizzato a cavallo delle maggiori fessure e sugli archi di testa (di valle e di monte) in modo da ricollegare l'elemento murario di pietra con l'elemento interno in mattone pieno (FASE3);

- Ristilatura dei giunti e ricostruzione delle parti mancanti dei mattoni dell'arco con malta a base di calce idraulica (FASE 4);
- Consolidamento della muratura dell'arco mediante iniezioni con boiacca fluida a base di calce idraulica naturale. Realizzare preventivamente dei fori in corrispondenza dei giunti di malta della muratura con sonde diamantate a rotazione per evitare pericolose vibrazioni. Le perforazioni saranno in media di n.4 a m² con un diametro di 20-22 mm tale da garantire una saturazione omogenea della muratura e dando al foro una pendenza dall'alto verso il basso. Dovranno essere eseguite a quinconce con una distanza di 10 cm tra due file di fori. La profondità dei fori dovrà essere pari a 2/3 della muratura e mai inferiore a 10 cm. Successivamente deve essere inserita la miscela nella massa muraria con iniezione per pressione. La miscela penetra attraverso i fori muniti di iniettori collegati ad una pompa idraulica o ad aria compressa che la spingono fino a diffondersi nella massa muraria ad una pressione adeguata alle dimensioni delle fessure ed al tipo di miscela. Questo intervento deve essere realizzato nelle zone dove sono presenti le maggiori fessure e nei due archi di testa (di valle e di monte) realizzando i fori dall'esterno verso l'interno dell'arco (FASE 5);
- Consolidamento dei materiali (sia dell'arco che delle spalle) mediante applicazione di consolidante a base di silicato di etile (FASE6);
- Scavo e successiva realizzazione cordolo di fondazione in calcestruzzo armato (dimensioni circa 30x30cm) per l'alloggio di ferri di armatura di ricollegamento con lo strato di rinforzo delle spalle (vedi successiva FASE 8); si provvederà a collegare i cordoli con le fondazioni delle spalle tramite inghisaggi; i cordoli saranno realizzati a tratti di massimo 1,50 – 2,00 metri per non indebolire la struttura nelle fasi transitorie di realizzazione dell'intervento (FASE 7);
- Consolidamento dell'intradosso dell'arco e delle spalle mediante sistemi CRM costituiti da rete in fibra di vetro A.R. e malta a base di calce idraulica naturale.

L'ancoraggio della rete alla muratura dovrà avvenire mediante applicazione di ancoraggio ad "L" preformato in fibra di vetro e resina epossidica.

Si procede come segue: applicazione di un primo strato di rinzaffo al paramento murario con malta a base calce. Messa in opera della rete, inglobandola parzialmente nella malta fresca del rinzaffo, prevedendo una sovrapposizione delle fasce di rete per circa 15 - 20 cm al fine di garantire la continuità meccanica. Esecuzione di 4 fori al mq (diametro 20 mm) per una profondità di 2/3 della muratura, da realizzarsi in zone compatte della muratura, preferibilmente con utensili a rotazione. Pulizia del foro e inserimento di connettori preformati a "L" in fibra di vetro e resina termoindurente ad aderenza migliorata ed inghiassare il foro con resina epossidica. Attendere il "rapprendimento" del primo strato di malta e applicare lo strato successivo a cazzuola o a macchina. Prevedere uno spessore totale di 50mm. La rasatura va effettuata a completamento della stagionatura dell'intonaco così da sigillare le eventuali lesioni da ritiro che possono generarsi (FASE 8);

- Strato di finitura con malta cementizia osmotica impermeabile con aggiunta di una resina che conferisce caratteristiche di impermeabilità, flessibilità ed adesività; all'interno di questo strato dovrà essere inserita una rete di armatura in fibra di vetro per conferire maggiore resistenza meccanica (FASE 9).

Le lavorazioni sopra descritte si realizzeranno anche su una porzione delle spalle (sulla facciata lato monte e lato valle per la lunghezza di circa 1,00m) e sul muro di testa lato monte e lato valle nella porzione compresa tra l'arco e il piano strada.

Per motivi di sicurezza le lavorazioni dovranno essere effettuate in una prima fase nella prima porzione di lunghezza dell'arco, puntellando l'altra porzione. Successivamente verrà realizzata la seconda porzione puntellando quella già eseguita. Inoltre, sempre da un punto di vista della sicurezza, si ipotizza che il traffico sulla carreggiata soprastante l'arco venga chiuso parzialmente sulla porzione in cui vengono eseguite le lavorazioni.

Indagini conoscitive della struttura

La Progettazione Esecutiva ha reso necessario ampliare l'indagine conoscitiva sulla struttura mediante indagini sui materiali e sulle geometrie del ponte.

Le indagini eseguite ad Aprile 2021 sono:

- n. 1 martinetto piatto singolo su muratura;
- n. 2 indagini visive;
- n. 2 indagini endoscopiche;
- n. 2 prelievi di malta per studio petrografico;
- n. 2 prelievi di carote di elementi lapidei per l'esecuzione di prove di laboratorio.

La descrizione di quanto eseguito e i relativi risultati sono riportati nell'allegato al presente progetto.

Normativa di riferimento

- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio";
- Legge Regionale 10 novembre 2014, n. 65 "Norme per il governo del territorio";
- CNR DT 213/2015: "Istruzioni per la Valutazione della Sicurezza Strutturale di Ponti Stradali in Muratura";
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare Ministeriale 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti" – Maggio 2020.

Firmato da:

VANNUCCHI LUCA MARIO

codice fiscale VNNLMR78T15G999R

num.serie: 72305832756773981138366410680024421190

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 18/09/2020 al 19/09/2023