

LAVORO:

**D.M. 49/2018 - INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL
PONTE MASIERA SUL FIUME SENIO AL KM 5+274 DELLA S.P. 9 MASIERA
CUP J33D18000100001**

Progetto Definitivo - Esecutivo

COMMESSA: **J21001**

COMMITTENTE:

Provincia di Ravenna
Settore lavori pubblici, manutenzione
e gestione rete stradale
Piazza dei Caduti per la libertà, 2
Ravenna

Dirigente e RUP: Ing. Paolo Nobile

TITOLO:

Relazione illustrativa

PROGETTISTA:

Ing. Michelangelo Micheloni

COLLABORATORI PER LA PROGETTAZIONE:

Arch. Anna Livia Ciuffreda

Dott. Mattia Faiulo

COLLABORATORE PER ELABORATI ECONOMICI:

Arch. Leonardo Donatelli

2		
1		
0	EMISSIONE	1 agosto 2022
REV	DESCRIZIONE	DATA
Il presente documento è di proprietà dello Studio Micheloni Srl Le proprietà intellettuali sono dei rispettivi autori. A termini di legge ogni diritto è riservato.		ELABORATO: DOC.02
		N. PAG 18

INDICE GENERALE

1.	PREMESSA	3
2.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
3.	DESCRIZIONE DEL PROCESSO CONOSCITIVO	8
3.1.	FASI DEL PROCESSO CONOSCITIVO	8
3.2.	LIVELLO DI CONOSCENZA	8
4.	QUADRO NORMATIVO ATTUALE E DEL PROGETTO ORIGINALE	10
5.	LE CRITICITÀ RISCONTRATE SULL'OPERA ESISTENTE	13
6.	IL PROGETTO DEGLI INTERVENTI	14

1. Premessa

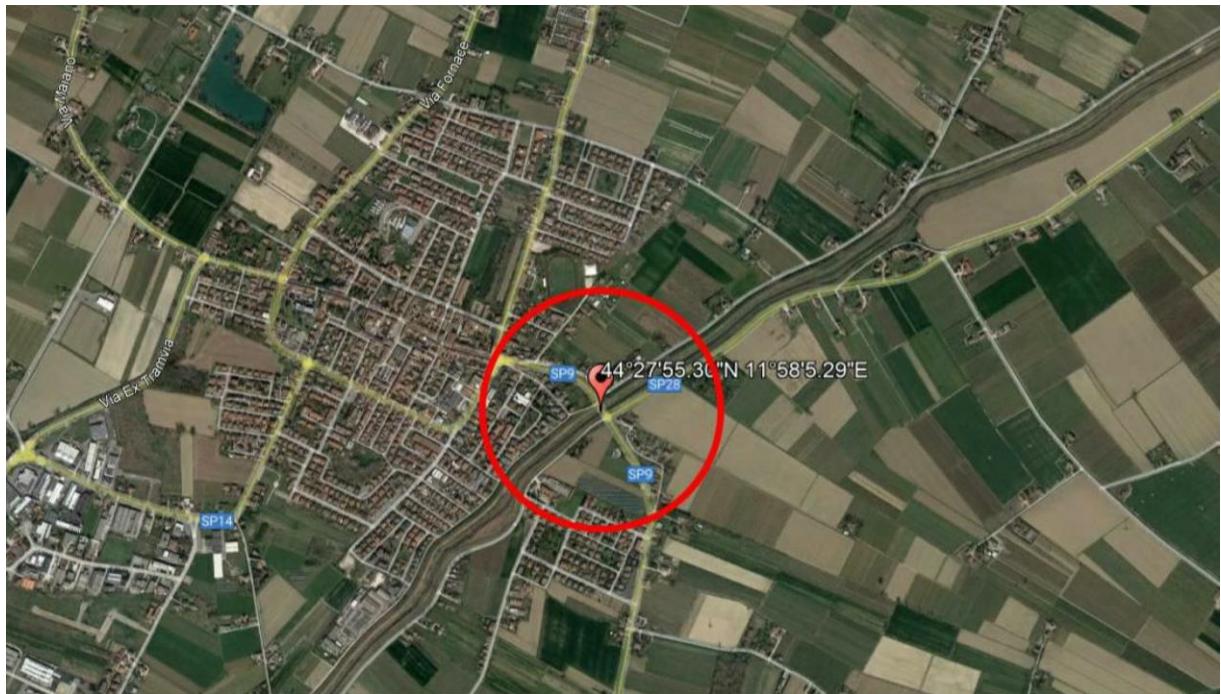
La presente relazione descrive il processo di analisi della struttura esistente e di progetto degli interventi di adeguamento funzionale e strutturale del “Ponte Masiera” in attraversamento del fiume Senio al km 5+274 della Strada Provinciale 9 nel Comune di Fusignano (RA).

Su incarico dalla Provincia di Ravenna, ente gestore dell’opera, è stato attuato un processo che, partendo da rilievi, ispezioni ed analisi dei materiali, ha permesso di ottenere un esaustivo quadro conoscitivo dell’opera, funzionale all’individuazione degli interventi di adeguamento del ponte.

Nel presente documento verranno quindi illustrati i risultati della analisi condotte e descritti gli interventi previsti per l’adeguamento funzionale e strutturale dell’opera.

2. Descrizione dell'opera

Il "Ponte Masiera" in attraversamento del fiume Senio si trova al km 5+274 della Strada Provinciale 9 nel Comune di Fusignano (RA).



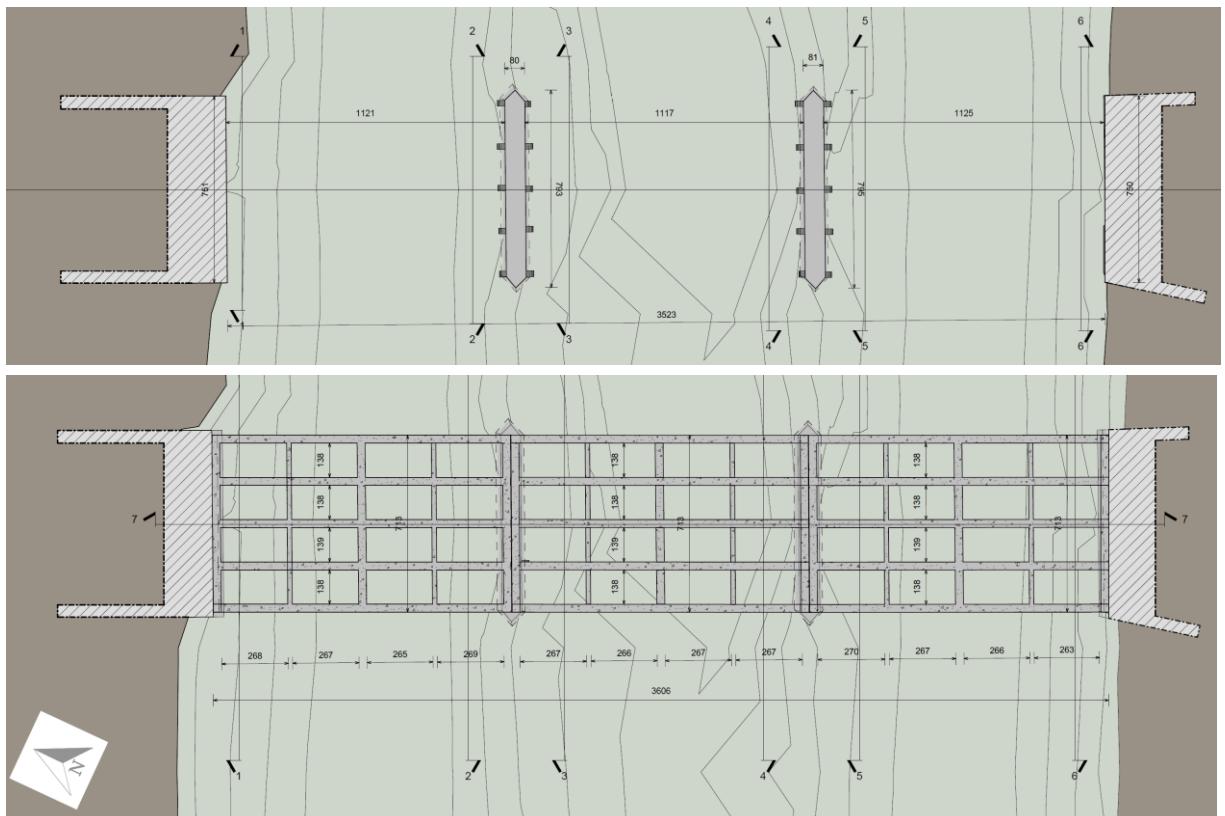
L'opera supera il sottostante fiume Senio con 3 campate, ciascuna con luce di 12 metri e larghezza di 9 metri. Le campate sono sostenute da 2 spalle laterali e da due pile in alveo.

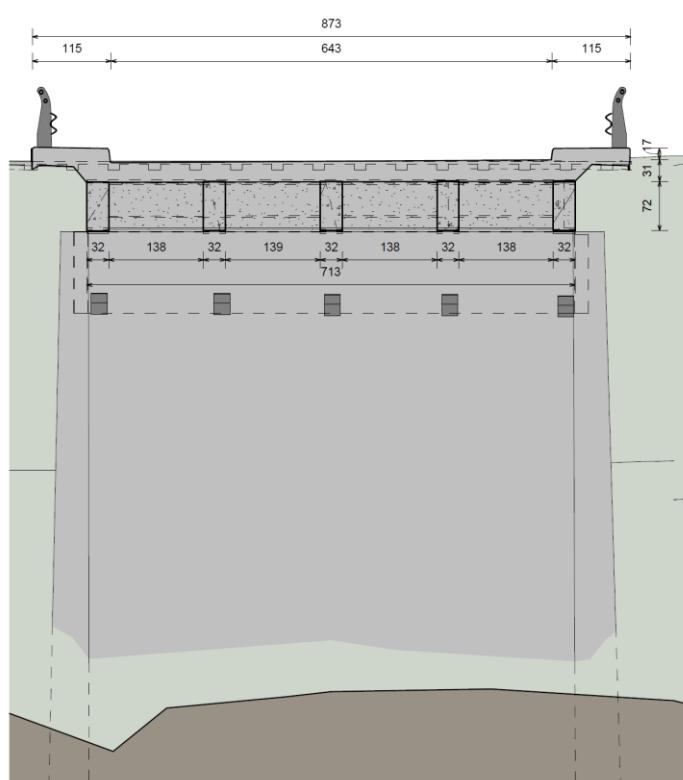
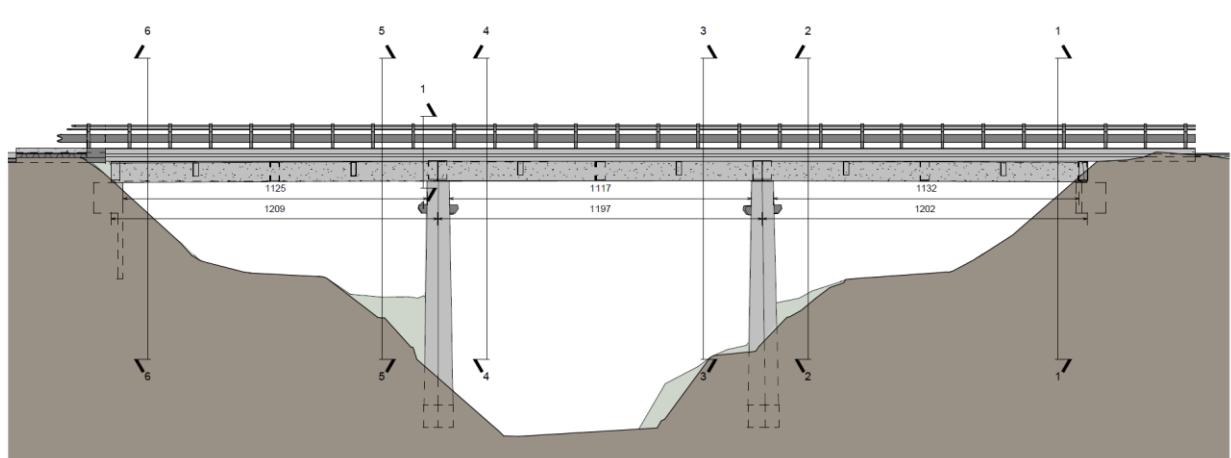
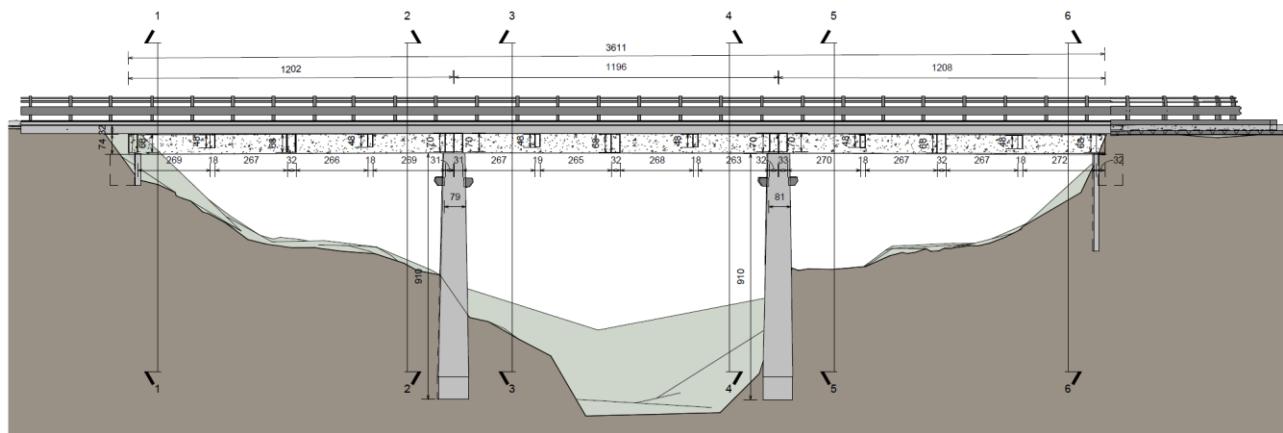


Utilizzando una tecnica combinata di laser scanner da terra e rilievo fotogrammetrico da drone con posizionamento RTK è stato possibile ricostruire una precisa nuvola di punti di rilievo delle strutture esistenti.



Da tali nuvole di punti si è quindi derivato il rilievo geometrico completo della struttura esistente, rappresentato nelle rispettive tavole di dettaglio.





L'impalcato è formato da 5 travi ad armatura lenta interrotte da 3 traversi intermedi e da dei traversi di chiusura in corrispondenza degli appoggi.

Le travi hanno una sezione con base di circa 32cm e ricalo di circa 74cm, mentre i traversi sugli appoggi e nelle mezzerie hanno sezione con base di circa 32cm e ricalo di circa 70cm ed i traversi intermedi ai quarti delle campate hanno sezione con base di circa 18cm e ricalo di circa 48cm.

La soletta d'impalcato ha uno spessore di 22cm così come risulta dai rilievi effettuati mediante carotaggio dal laboratorio incaricato, il cui report è allegato al documento Doc.03.

Le pile sono realizzate con elementi prismatici in calcestruzzo armato con sezione variabile con misure in sommità di 795x80cm, che si allargano leggermente scendendo verso il basso, ed hanno un'altezza di circa 9 m. Le spalle sono realizzate con muri in cemento armato.

Le fondazioni sono su pali che non è stato possibile indagare.

3. Descrizione del processo conoscitivo

3.1. Fasi del processo conoscitivo

Il processo conoscitivo necessario al raggiungimento di un quadro completo di dati, tale da permettere la corretta valutazione dello stato di sicurezza dell'opera, si articola attraverso varie fasi, di seguito elencate.

- Ricerca storica sull'opera
- Studio del progetto originale e dei documenti allegati
- Studio dei documenti relativi alla realizzazione dell'opera
- Rilievi geometrici in sito
- Prove sui materiali che compongono l'opera

Per ognuna delle fasi sopra elencate è stato fatto un accurato lavoro di studio i cui risultati vengono riportati di seguito nel presente documento.

3.2. Livello di conoscenza

Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali si prevede di utilizzare l'approccio delle attuali normative quali il DM 17.01.2018 e successive integrazioni.

Sebbene il nuovo aggiornamento delle norme tecniche non dia indicazione sul livello di conoscenza suggerito nel caso di ponti, risulta possibile far sempre riferimento a quanto riportato al paragrafo C8A.8.4 della precedente Circolare 2/2/2009 n. 617 CSLLPP, per la quale il livello di conoscenza da perseguire nel caso di ponti esistenti è quello massimo, ovvero un livello di **“Conoscenza Accurata - LC3”** a cui corrisponde un **fattore di confidenza FC = 1,00**.

Come previsto dalle vigenti norme NTC2018 e relativa circolare, tale livello di conoscenza LC3 *si intende raggiunto quando siano stati effettuati l'analisi storico-critica, commisurata al livello considerato, il rilievo geometrico, completo ed accurato in ogni sua parte, indagini esaustive sui dettagli costruttivi, prove esaustive sulle caratteristiche meccaniche dei materiali.*

Come previsto dalle vigenti norme, *per raggiungere il livello di conoscenza LC3, la disponibilità di un rilievo geometrico completo e l'acquisizione di una conoscenza esaustiva dei dettagli costruttivi sono da considerarsi equivalenti alla disponibilità di documenti progettuali originali, comunque da verificare opportunamente nella loro completezza e rispondenza alla situazione reale.*

Considerando quindi la disponibilità dei disegni del progetto originale dell'opera sono state condotte delle verifiche dimensionali e dei dettagli costruttivi a campione in modo da confermare la rispondenza dei disegni con la situazione reale.

Ecco quindi che *per gli elementi aventi funzione strutturale la geometria esterna deve essere sempre descritta in maniera la più completa possibile, allo scopo di ottenere un modello di calcolo affidabile, mentre i dettagli, spesso occultati alla vista (ad esempio la disposizione delle armature), possono essere rilevati a campione, estendendo poi le valutazioni agli altri elementi operando per analogia, anche in forza delle norme vigenti e dei prodotti in commercio all'epoca della costruzione.*

Per tale livello di conoscenza **LC3** il corrispondente fattore di confidenza è **FC=1**.

4. Quadro normativo attuale e del progetto originale

Il quadro normativo considerato sarà rappresentato sia dalle attuali normative, per quanto riguarda i risultati finali della ricerca, ma anche dalle normative vigenti all'epoca della costruzione del ponte, necessarie per una completa comprensione del progetto dell'opera.

Normativa vigente al momento della redazione del presente documento – Anno 2022

- D.M. Infrastrutture del 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 Consiglio Superiore Lavori Pubblici “Istruzioni per l'applicazione delle <Aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni> di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”
- “Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera” approvate con Decreto del Presidente CSLPP n. 361 del 26 settembre 2017.
- “Linee Guida per la Classificazione e Gestione del Rischio, la Valutazione della Sicurezza ed il Monitoraggio dei Ponti Esistenti” allegate al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.88/2019, espresso dall'Assemblea Generale in data 17.04.2020 e pubblicate in data 23.04.2020.

Normativa vigente al momento del progetto e realizzazione del ponte – Anni 1946-52

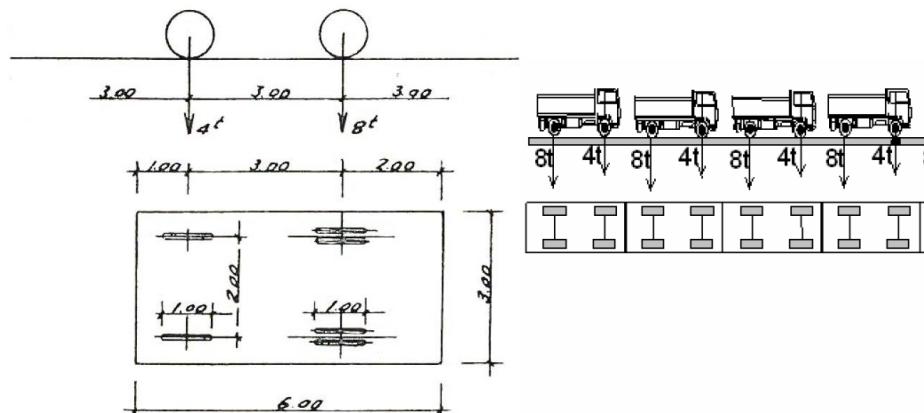
- Poiché i progetti del ponte, oggi disponibili presso gli uffici della Provincia di Ravenna, riportano la data del **settembre 1946** e la data del **febbraio 1952**, è possibile considerare il seguente quadro legislativo all'epoca vigente.
- Regio Decreto Legge del 16 novembre 1939 n. 2229 “Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato”
- Normale N.8 del 15 settembre 1933 del Ministero dei Lavori Pubblici per i carichi stradali.
- Normale del 9 giugno 1945 n. 6081 del Ministero dei Lavori Pubblici per le strade di grande traffico con importanza militare

In particolare, lo schema di carico previsto dalla Normale n. 6081 del 9/6/1945 e quindi probabilmente utilizzato per il progetto originale dell'opera è il seguente.

- Schema 1°

Colonna indefinita di autocarri

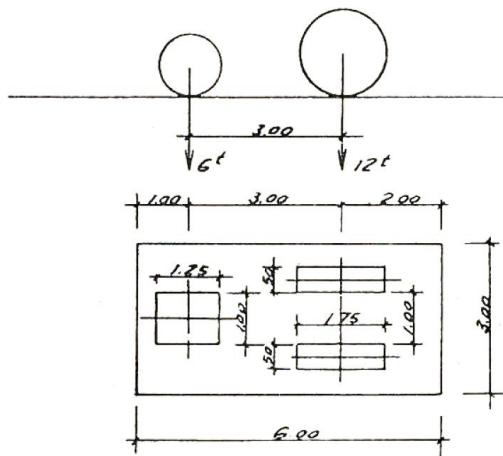
Colonna indefinita di autocarri da 12 t



- Schema 2°

Rullo compressore isolato da 18 ton.

Rullo compressore isolato da 18 t



- Frenamento

La forza frenante sarà valutata pari ad 1/10 del sovraccarico costituito da una sola colonna indefinita di autocarri (schema 1).

Confronto storico critico tra i due quadri normativi

Le principali differenze tra i due quadri normativi sono le seguenti.

- ✓ Le attuali norme prevedono verifiche secondo il metodo degli Stati Limite mentre le vecchie normative prevedevano verifiche con il metodo delle Tensioni Ammissibili.
- ✓ La Normale n. 6081 del 9/6/1945 è la prima norma del dopo guerra che abolisce lo schema di carico militare, prevedendo solo lo schema di carichi civili, che consistente in una colonna indefinita di autocarri da 12 ton (assi da 8 ton e 4 ton alternati ed equidistanti di 3 m) oltre al transito di un rullo compressore di 18 ton. Nelle attuali normative invece non c'è più il riferimento a carichi reali che sono stati sostituiti con carichi formali.
- ✓ I carichi previsti dalla normativa vigente al momento della realizzazione del ponte sono minori di quelli previsti dalle attuali norme sia per quanto riguarda i carichi verticali sia per quanto riguarda le azioni orizzontali da frenamento.
- ✓ Le nuove norme prevedono dei carichi che comprendono già l'amplificazione dinamica, mentre le vecchie norme prevedevano un'amplificazione dinamica dei carichi in base alla luce del ponte.
- ✓ Le nuove norme prevedono materiali con caratteristiche meccaniche diverse rispetto alle vecchie.
- ✓ Le vecchie norme non prevedevano una verifica sismica dell'opera.

5. Le criticità riscontrate sull'opera esistente

Il processo conoscitivo attuato sull'opera attraverso rilievi, ispezioni visive e prove sui materiali ha permesso di identificare delle problematiche, confermate poi anche dalle verifiche strutturali condotte mediante modelli agli elementi finiti.

In particolare, si evidenziano i seguenti aspetti:

- Diffuso deterioramento delle strutture in cemento armato, con particolare riferimento alle travi che risultano con ferri scoperti ed ammalorati e presentano dei problemi di carbonatazione e aggressione da cloruri con profondità media di circa 7÷8 cm.
- Non idoneità delle strutture d'impalcato a soddisfare i carichi da traffico previsti dalle vigenti norme NTC2018.
- Non idoneità delle strutture di ritegno e di giunto e delle strutture di pile e spalle a soddisfare i carichi orizzontali di frenamento da traffico ed i carichi orizzontali da sisma previsti dalle vigenti norme NTC2018.
- Necessità di adeguamento funzionale della carreggiata in conformità alle dimensioni di corsie e di banchine e alla realizzazione di un percorso ciclo-pedonale protetto.

Per l'analisi di dettaglio delle problematiche sopra riportate si rimanda poi ai documenti Doc.03 sulle indagini conoscitive e Doc.04 sulle verifiche strutturali.

Nel seguente capitolo vengono invece proposti gli interventi mirati alla risoluzione delle precedenti problematiche.

6. Il Progetto degli interventi

Al fine di adeguare dal punto di vista funzionale e strutturale l'opera è necessario sanare le criticità individuate nel precedente capitolo.

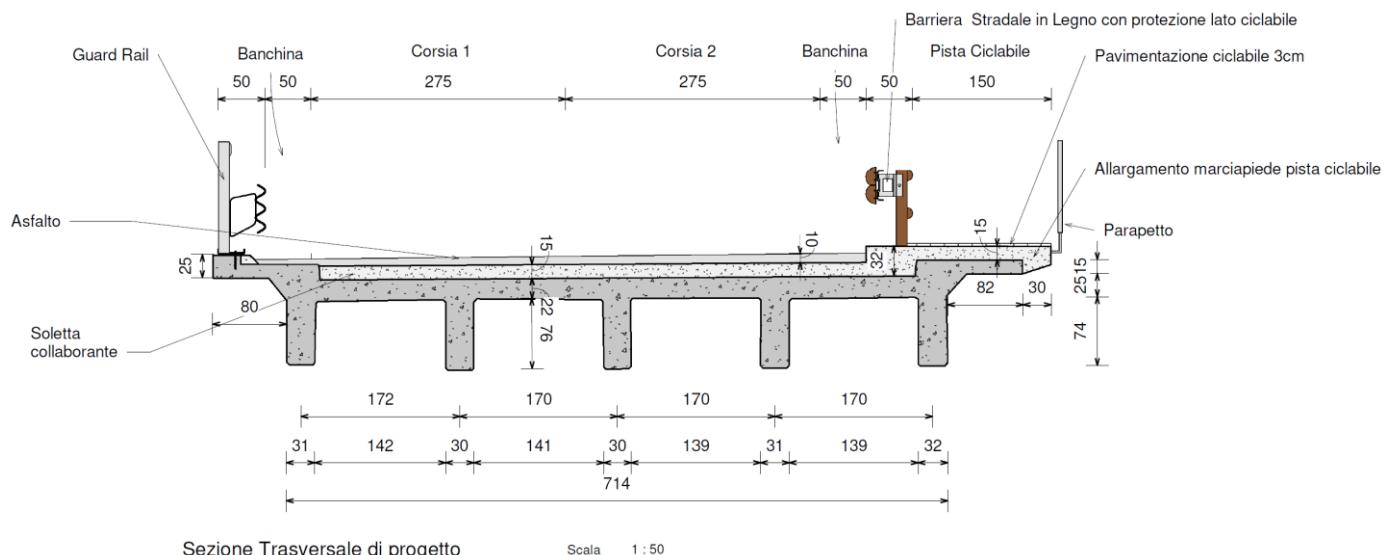
L'opera richiede, infatti, un intervento di adeguamento funzionale della carreggiata con l'adeguamento della larghezza delle corsie e con l'inserimento di una sede protetta ciclo-pedonale.

Oltre a tali interventi risulta necessario l'adeguamento strutturale dell'opera sia nei confronti dei carichi mobili da traffico sia nei confronti delle azioni sismiche previste dalle vigenti norme NTC2018.

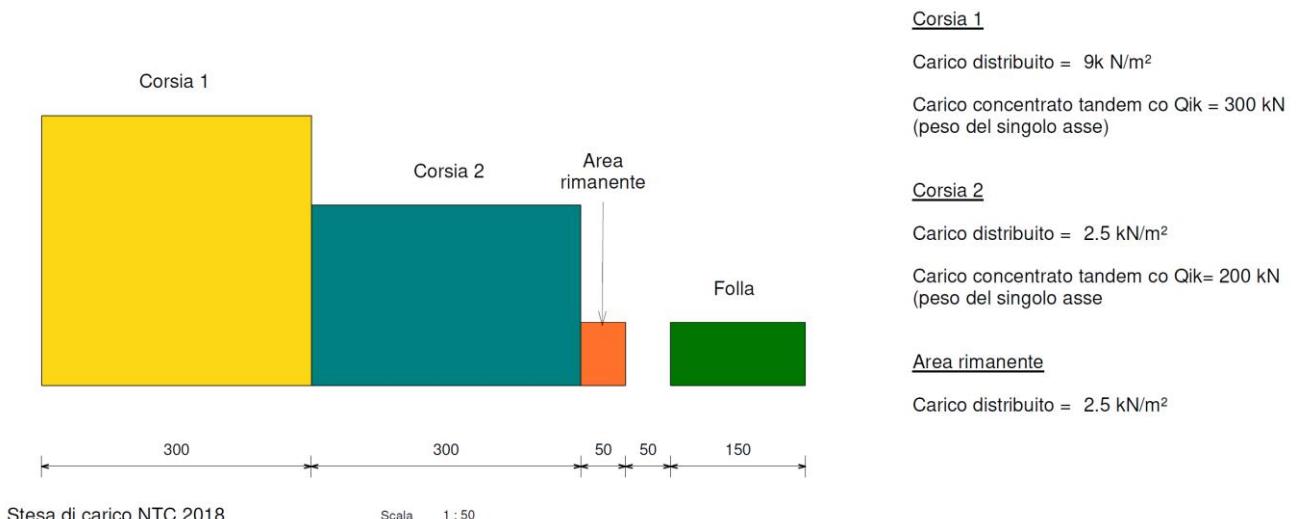
Vengono dunque individuati i seguenti interventi:

1. Riorganizzazione funzionale della carreggiata con adeguamento della larghezza delle corsie e con l'inserimento di una sede protetta ciclo-pedonale.

Tale intervento prevede di aumentare lo spessore della soletta d'impalcato in modo da creare un piano continuo funzionale ad accogliere sul lato di valle le corsie stradale e sul lato di monte una pista ciclo-pedonale in sede protetta, come rappresentato dal seguente schema.



Tale intervento comporta l'inserimento di nuove barriere bordoponte sul lato di valle e nuovo parapetti sul lato di monte, ma anche l'inserimento di una nuova barriera di divisione della viabilità stradale con la nuova pista ciclo-pedonale. Tale nuova suddivisione comporta quindi un'ottimizzazione della distribuzione dei carichi previsti dalle vigenti norme, che vengono di seguito schematizzati.



Tale intervento è stato anche analizzato dal punto di vista di impatto visivo elaborando i seguenti foto-inserimenti.

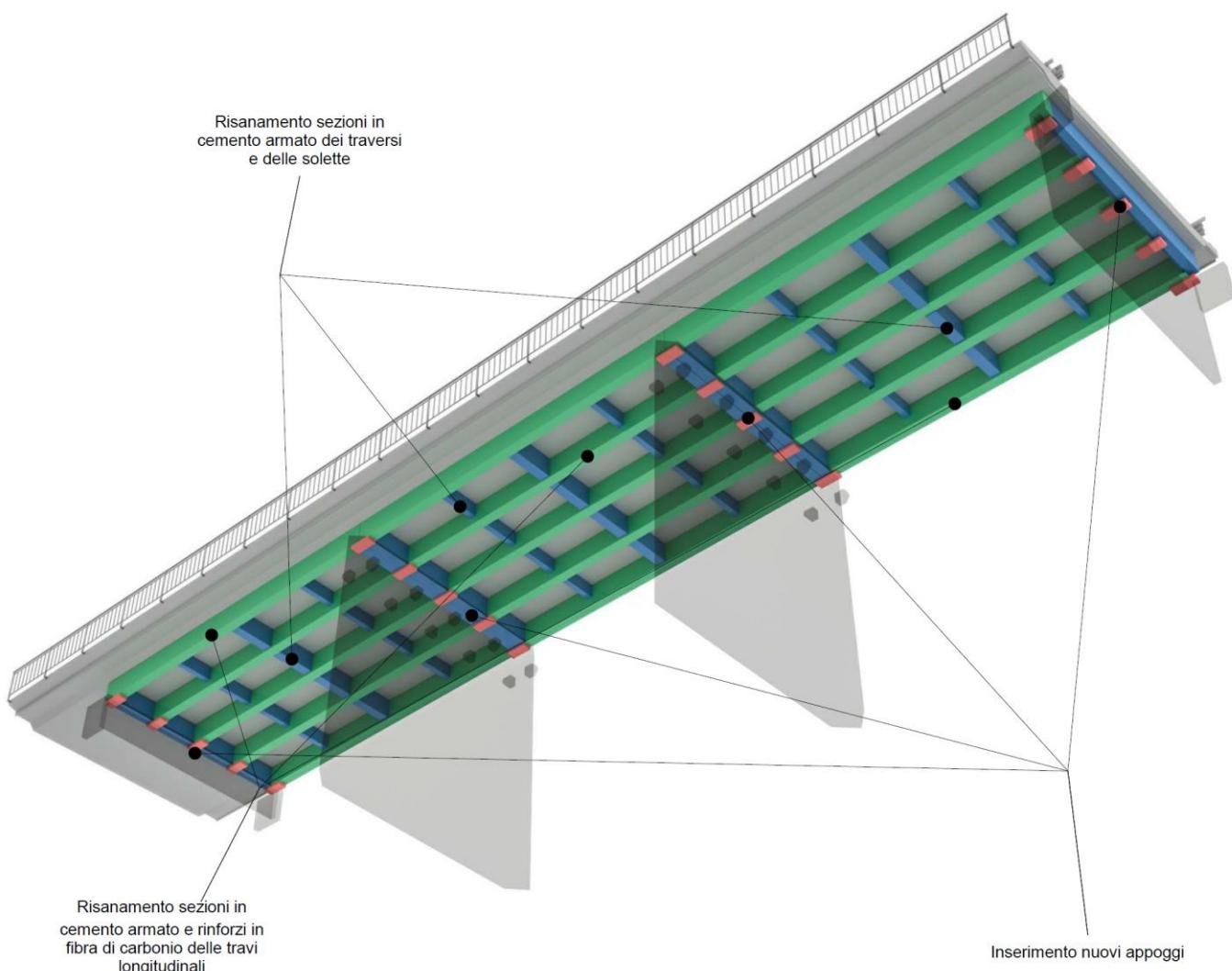


2. Adeguamento strutturale delle travi di intradosso e del sistema di appoggio

Le travi vengono risanate in modo profondo andando a rimuovere, mediante idrodemolizione ad alta pressione, la parte di calcestruzzo carbonatata e deteriorata dai coluri, per poi ricostruire la sezione con specifiche malte ad alta adesione e modulo elastico compatibile con le strutture esistenti. In tale fase si prevede inoltre di reintegrare le armature esistenti deteriorate o mancanti.

Inoltre, le travi verranno rinforzate con tessuti in fibra di carbonio disposti all'intradosso nella mezzeria delle travi ed in avvolgimento in corrispondenza degli appoggi.

Infine, viene previsto il sollevamento della struttura e l'inserimento di nuovi appoggi mobili con lo scopo di ridare funzionalità al sistema di appoggio e di eliminare le azioni orizzontali su pile e spalle esistenti andandole ad affidare ad un nuovo plinto fondato su micropali disposto dietro la spalla sinistra del ponte.



3. Adeguamento strutturale della soletta d'impalcato

Tale intervento prevede di aumentare lo spessore della soletta d'impalcato in modo da aumentare l'altezza della sezione resistenti di travi e solette e da dare continuità alle tre campate. Infatti, solidarizzando i giunti e collegando le campate con una soletta continua di estradosso è possibile avere uno schema a trave continua che riduce le azioni nella mezzeria delle campate ridistribuendole sulle nuove armature a momento negativo disposte sugli appoggi delle pile.

La nuova soletta di estradosso avrà inoltre il compito di trasmettere i carichi orizzontali dovuti a frenamento e sisma al nuovo plinto ancorato su micropali all'esterno della spalla sinistra.

4. Adeguamento strutturale del sistema di giunti e ritegni sismici.

Risulta necessario adeguare la struttura per i **carichi orizzontali da frenamento** previsti dalle stese di carico delle vigenti norme e per quanto riguarda i **carichi orizzontali da sisma**, per i quali viene considerata un'azione con una vita nominale $V_n=50$ anni e ad un fattore d'uso IV con $C_u=2.0$ essendo il ponte lungo una strada provinciale.

Tale adeguamento viene eseguito rendendo continue le tre campate attraverso l'eliminazione dei giunti sulle pile e sulla spalla sinistra e creando una nuova soletta di estradosso, che ha il compito di riportare le azioni orizzontali al plinto posto a tergo della spalla sinistra.

Tale plinto sarà ancorato a terra con dei micropali verificati per assorbire le azioni orizzontali trasmesse da frenamento o sisma.

L'unico giunto che rimane attivo e che verrà presidiato con dei nuovi elementi in gomma armata è il giunto sulla spalla destra.

Un nuovo sistema di apparecchi di appoggio unidirezionali a disco elastomerico confinato fornirà infine la garanzia dello scorrimento della sovrastruttura su pile e spalle esistenti senza trasmettere a questi le azioni orizzontali di sisma e frenamento.

Nel seguente schema vengono illustrati gli interventi previsti.

