



## PROVINCIA DI SAVONA

Settore Gestione della Viabilità, Edilizia, Ambiente

### SP 51 "Bormida di Millesimo"

Lavori di consolidamento del ponte al km 2+796



### LOTTO 2

Progetto esecutivo

## Relazione generale

rif: 02/24/E/RG/00	Nome file: SP51_km2+796_L2_E_RG_01	Redatto: Ing. Marino Trimboli
DATA: Ottobre 2024		Verificato: Sergio Restagno

tel.:(+39)019 9481950

email:sggassociati@sggconsult.it web:www.sggconsult.it

pec:associati@pec.sggconsult.it

C.F. P.IVA (VAT-IT) 01780530091

**Restagno e Trimboli Associati**

**Servizi di Geingegneria**

Via Angelo Visca 15/3

I-17100 SAVONA



## INDICE

1.	PREMESSA .....	- 2 -
2.	CARATTERISTICHE DEL PONTE .....	- 2 -
3.	OPERE DI RISANAMENTO ESEGUITE NEL LOTTO 1.....	- 4 -
4.	OPERE DI RISANAMENTO A PROGETTO.....	- 7 -
5.	VERIFICHE SUI VINCOLI ARCHITETTONICI E AMBIENTALI .....	- 10 -
6.	MANUTENZIONI STRAORDINARIE SUCCESSIVE .....	- 11 -
7.	IMPORTO DEI LAVORI .....	- 11 -

## 1. PREMESSA

Il settore Gestione Viabilità, Edilizia e Ambiente della Provincia di Savona – Servizio Nuovi Interventi Stradali e progettazioni ha conferito incarico allo scrivente Studio Associato di redigere il progetto esecutivo del 2° lotto dei lavori di consolidamento e messa in sicurezza del ponte al km 2+796 della strada provinciale n. 51 Bormida di Millesimo (CUP J57H23000280001-CIG B036AB4593).

I lavori in questione sono stati programmati dopo l'esecuzione di un primo intervento progettato dallo scrivente studio nel 2019 e ultimato nel 2022. In particolare, nel primo lotto sono stati eseguiti lavori di consolidamento delle fondazioni delle pile e delle spalle, il consolidamento della muratura costituente l'elevazione delle pile e delle spalle, nonché la sigillatura delle lesioni sui timpani e sull'estradosso delle arcate.

In fase di collaudo sono state eseguite prove di carico che hanno confermato l'idoneità al transito del ponte.

Nel primo lotto erano altresì previsti lavori di risanamento dei cordoli laterali allocati a delimitazione del piano viabile, mediante demolizione e rifacimento con sostituzione delle barriere di protezione, nonché interventi manutentivi sulle arcate.

Detti lavori non sono stati effettuati in relazione ai rincari delle materie prime verificatisi durante l'apertura e lo sviluppo del cantiere con l'adeguamento dei prezzi unitari, in applicazione al Decreto Aiuti (convertito in legge 91/2022). Tale situazione ha giocoforza mantenuto invariato l'importo contrattuale a svantaggio di una parte delle opere che erano previste nel progetto esecutivo.

La disponibilità di un secondo finanziamento in capo al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze 5 maggio 2022 (Ponti Bis), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 164 del 15 Luglio 2022 ha consentito la realizzazione del presente progetto.

Su tali basi è stato sviluppato un lotto funzionale che, nei limiti delle somme individuate nello studio di fattibilità, consenta il rifacimento del piano viabile del ponte.

## 2. CARATTERISTICHE DEL PONTE

Come indicato in premessa, il ponte costituisce un nodo dell'asse viario della valle Bormida di Millesimo (SP 51 "di valle Bormida di Millesimo") e assolve la funzione di attraversamento dell'omonimo corso d'acqua al km 2+796, in località Acquafredda nel Comune di Millesimo (SV).

Il ponte, risalente ai primi del 1900, è stato realizzato con la tecnica prevalente dell'epoca, ovvero in muratura di pietra e mattoni e si sviluppa su due pile in alveo e tre arcate a tutto sesto;

queste erano caratterizzate da volte a botte realizzate in mattoni di laterizio pieni a tessitura retta.



Durante l'intervento di consolidamento del lotto 1 si è potuto riscontrare che l'arcata centrale e quella lato Millesimo (sponda sinistra) costituiscono una sezione piena in calcestruzzo a seguito di un parziale intervento di ricostruzione post bellica; ciò che inizialmente appariva come un rivestimento protettivo in calcestruzzo della vecchia arcata in realtà compone un ripristino delle prime due arcate mentre la terza, ancora originale, come del resto le pile, non ha subito danni. La luce di ciascuna delle tre arcate misura 14,95 m, mentre la lunghezza complessiva del ponte da spalla a spalla è di 53 m. La quota del piano viabile è attestata a 457,58 m s.l.m.; l'altezza massima del piano viabile del ponte rispetto la quota d'alveo del Bormida risulta pari a 13,98 m. Le due pile in alveo sono dotate di rostri semicilindrici di altezza massima misurata sulla pila 1 pari a 6,2 m dalla quota alveo. Le spalle e le pile sono dotate sui lati di costole sporgenti in pietra da taglio costituenti il piano di imposta della cassera per la costruzione delle arcate in muratura.

L'imposta delle arcate è attestata a circa 6,2 m dalla quota di scorrimento dell'alveo (quota assoluta 443,60 m s.l.m.); lo spessore medio dell'arco è di 80 cm. Le pile, le spalle oltre al muro d'ala in sinistra ed i timpani sono costituiti da muratura in pietra arenacea squadrata. La spalla destra del ponte è stata rifatta in calcestruzzo. Tale opera risulta ad oggi molto degradata e dovrà in interventi successivi da programmare essere risanata. Il piano viabile, di larghezza utile pari a 5,90 m, è delimitato da un parapetto costituito da pilastri e due correnti in calcestruzzo armato; il parapetto grava su una soletta a sbalzo spessa 10 cm, a sua volta attestata su travetti in c.a. di sezione 15,5\*11 cm posti a interasse 1,65-2,0 m.

Sullo stesso sbalzo sono stati attestati due cordoli in calcestruzzo armato, risalenti

probabilmente a un intervento realizzato negli anni '80, di sezione 38\*34 cm nei quali sono inghisati i paletti della barriera stradale dotata di lama a doppia onda con corrimano tubolare (tipo PAB H2 BPC). I paletti sono con profilo a C aperta e collegati alla lama con distanziatore imbullonato H2. Le condizioni delle strutture che sostituiscono il parapetto originario sono fortemente degradate, in particolare la soletta e il parapetto esterno in calcestruzzo armato.

### 3. OPERE DI RISANAMENTO ESEGUITE NEL LOTTO 1

Gli interventi eseguiti la cui descrizione grafica è riportata nelle tavole di stato attuale T02 e T03 e si possono così riassumere:

1. Consolidamento delle fondazioni e le spalle mediante costruzione di coronella di pali di piccolo diametro immorsati in roccia (profondità 3 m da quota alveo) collegati da struttura in calcestruzzo armato (dimensioni 1x0,6 m). La trave di fondazione è a sua volta collegata alle pile del ponte e alla muratura delle spalle a mezzo di perforazioni e barre in acciaio B450C inghisate con boiaccia di cemento (diametro 24 mm, lunghezza della perforazione 1,5 m);
2. ampliamento della sezione idraulica di deflusso fra le pile e sotto l'arcata lato Calizzano mediante rimodellazione della sponda destra;
3. esecuzione di stilatura dei giunti fra i blocchi delle pile e le spalle del ponte con malta di allettamento premiscelata a base di calce idraulica naturale e pozzolana additivata di microfibre;
4. intasamento nei giunti aperti della muratura delle pile e delle spalle mediante e iniezioni a bassa pressione in appositi fori fino a rifiuto di premiscelato a base di calce idraulica per boiaccia superfluida da iniezione;
5. eliminazione delle chiavi di ancoraggio, non necessarie sulle volte in calcestruzzo e sostituzione con iniezioni delle lesioni e dei distacchi delle arcate dai timpani con boiacche a presa lenta.



*pila 2 casseraura e armatura nuova fondazione*



*pila 2 completamente getto nuova fondazione*

Il calcestruzzo utilizzato è di tipo preconfezionato da impianto di betonaggio:

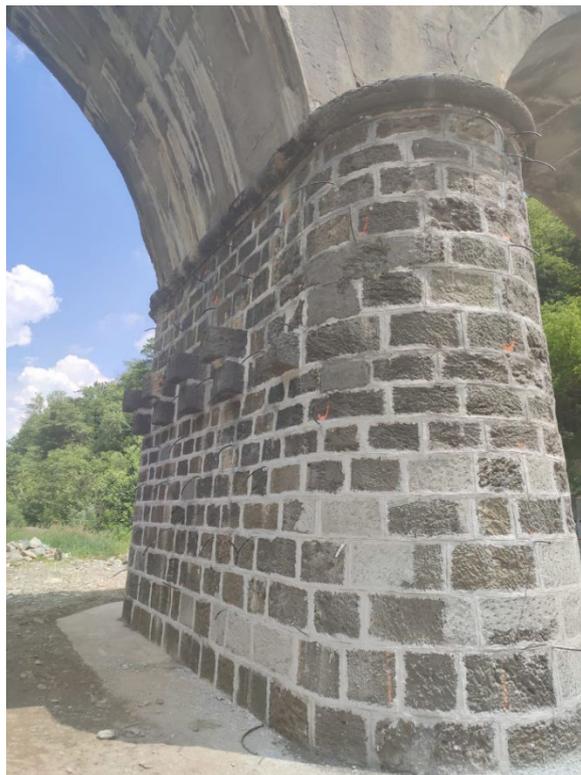
- classe di resistenza: 35/45 MPa;
- classe di esposizione ambientale: XF4
- classe di consistenza: S4;
- diametro massimo degli inerti: 32 mm.

Le successive operazioni di risanamento della muratura con intasamento dei vuoti e delle lesioni sulle pile sono state effettuate nella tarda primavera del 2023, in relazione alle temperature necessarie per la corretta reazione della boiaccia che dovevano essere sempre superiori a 5°C all'interno delle pile.

Le iniezioni di intasamento sono state precedute dalla sigillatura dei giunti della muratura in pietra squadrata con impiego di malta di allettamento *Mapei Antique*. Di seguito sono state eseguite perforazioni nei giunti della lunghezza di 1,5 m al fine di poter consolidare l'intero spessore della muratura portante delle pile. Sono stati realizzati fori del diametro di 40 mm disposti secondo una maglia 1x0,5 m sull'intero sviluppo di pile e spalle.



*iniezione di intasamento dei vuoti nella muratura*



*pila n. 2 ultimata*

La boiaccia utilizzata per le iniezioni impiega un prodotto preconfezionato *Mapei Inietta & Consolida* caratterizzato da notevole fluidità per favorire la lenta penetrazione e maturazione della miscela all'interno dei vuoti; le iniezioni sono state effettuate con valori di pressione inferiori a 7 bar.

Le schede tecniche e le certificazioni fornite dal produttore indicano una resistenza al taglio

lungo i giunti trattati superiore a 150 kPa (0,15 N/mm<sup>2</sup> – M15).

Le murature così trattate sono state verniciate con una *nanosoluzione* a base di esteri etilici dell'acido silicico in miscela alcolica, caratterizzata da un elevato potere di penetrazione nei supporti porosi (anche su superfici con piccole porosità), da una eccellente resistenza sia agli alcali che ai raggi ultravioletti e da proprietà idrorepellenti, idonea per il consolidamento corticale mediante impregnazione di supporti di diversa natura meccanicamente “deboli” e “sfarinanti” (materiali lapidei porosi, arenarie, tufo, mattoni, intonaci e malte di allettamento deboli e poco coese di diversa natura e strati pittorici), anche di pregio storico ed artistico.



*arcate 1-2 da valle ultimate*



*arcate 1-2 da monte ultimate*



*arcate 2-3 da monte ultimate*

Durante le operazioni di consolidamento della pila 2 (seconda da sx) si è riscontrato che il piano fondazionale corrispondeva alla quota della pila 1. Si è pertanto scelto di uniformare nell'intorno della pila 2 la quota d'alveo (443,60 m s.l.m.) ottenendo una sezione di deflusso superiore a quella corrispondente allo stato *ex ante*. Il materiale di scavo che occupava larga parte della seconda e della terza arcata, è stato utilizzato per l'imbottitura dell'argine destro.

Sotto il profilo idraulico, la sezione di deflusso in corrispondenza del ponte che già consentiva il regolare passaggio della portata con tempo di ritorno duecentennale, risulta oggi incrementata del 18%. Il profilo longitudinale dell'alveo finale risulta invariato.

#### **4. OPERE DI RISANAMENTO A PROGETTO**

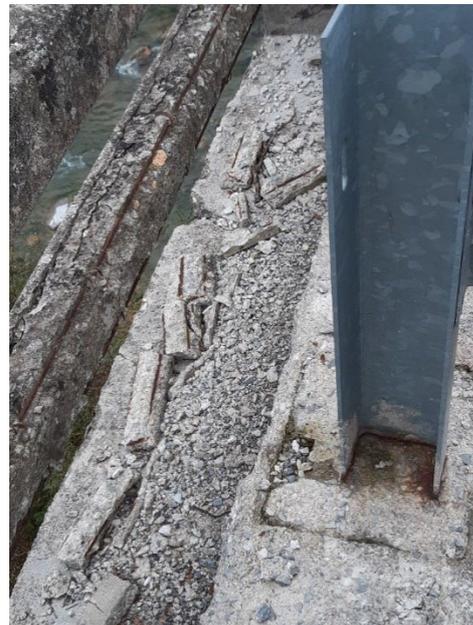
La progettazione del Lotto 2 è stata finalizzata alla sistemazione del piano viabile in virtù dei risultati soddisfacenti sotto il profilo strutturale conseguenti agli interventi dei lavori svolti nel 2021-2022 (esito delle prove di carico novembre 2022). Inoltre, già le analisi *push-over* eseguite nel 2019-2020 avevano messo in risalto la soddisfacente risposta sismica del manufatto.

Si è pertanto deciso di eseguire le previste opere di demolizione delle strutture fatiscenti che gravano sui bordi del piano viabile che non sono state eseguite nel primo lotto per le motivazioni dianzi esposte. L'intervento verrà eseguito senza interruzione del traffico mediante separazione in mezzera dell'area di cantiere da quella riservata al transito veicolare che avverrà a senso unico alternato regolato da impianto semaforico. Si procederà, pertanto, alla rimozione del *guard-rail* esistente, alla demolizione dei cordoli in calcestruzzo armato e delle strutture fatiscenti sulle quali lo stesso insiste per tutta l'estensione del ponte (lunghezza di circa 55 m). Come accennato i lavori verranno effettuati in due fasi, intervenendo prima su un lato per tutto lo sviluppo del ponte e poi sull'altro, dopo aver deviato la circolazione veicolare sul lato ultimato.

Il materiale di demolizione sarà preventivamente qualificato per il corretto smaltimento dei materiali di risulta e l'eventuale riciclaggio in idonei impianti. Data la presenza di almeno un sottoservizio (cavo ENEL posto a circa 80 cm di profondità), si renderà inoltre necessaria la sua preventiva disattivazione/spostamento a cura della società E-distribuzione.



*Terza arcata da valle -parapetto e soletta fatiscente*



*Condizioni di degrado del calcestruzzo armato*

Le demolizioni previste consentiranno di portare il piano di lavoro in sommità alla testa dei muri andatori dei timpani (circa 35-40 cm sotto l'attuale piano viabile) che verranno ripristinati e regolarizzati con un getto di calcestruzzo. La larghezza prevista dello scavo all'interno dei muri andatori sarà di circa 1,6 m misurati dal filo esterno del timpano. Successivamente, si procederà alla

posa di lastre *predalle* da impalcato (spessore 5 cm) dotate di cassero ad una estremità, delle dimensioni in pianta di 2,05x2,5 m; l'altezza del cassero dovrà essere di almeno 50 cm. Le lastre saranno posate con il lato cassetto (lato corto) verso il vuoto, in modo da creare uno sbalzo dal filo del muro del timpano di 55 cm; la posa avverrà con idoneo mezzo di sollevamento secondo le prescrizioni di ancoraggio fornite dal prefabbricatore.

La posa delle lastre sarà immediatamente seguita dalla costruzione di un parapetto provvisorio di protezione dell'area di lavoro da fissarsi al cassero delle *predalles*.

All'estremità di ogni *predalle* verrà posato a distanza regolare un elemento trave/tirante, con funzione di collegamento strutturale trasversale dei due nuovi cordoli previsti sui due lati del ponte. Si tratta di una trave metallica HEB160 avvolta preventivamente con armatura in acciaio B450C del diametro di 16 mm, come da disegni di dettaglio. L'elemento sarà posto all'interno di tubo da 330 mm di diametro che sarà intasato con calcestruzzo preventivamente al trasporto in cantiere.

Lo scavo per la posa dei 21 elementi di collegamento avverrà con interferenza sulla corsia aperta al transito, prevedendosi l'uso di piastre metalliche. Una volta posato l'elemento trasversale si procederà all'intasamento dello scavo con calcestruzzo come indicato nel seguito.

Ogni elemento sarà alloggiato in un apposito scavo posto a interasse 2,5 m e sarà collegato all'armatura dei nuovi cordoli (mediante apposite saldature) da realizzare sulle *predalles* messe in opera.

L'armatura metallica ordinaria dei nuovi cordoli è prevista con acciaio B450C del diametro di 16 mm come da disegno allegato. I ferri di ripresa dovranno avere una sovrapposizione di 60 cm o, in alternativa, saranno utilizzati appositi accoppiatori. Lo spessore dei cordoli sarà di 35 cm sotto strada (oltre allo spessore della lastra *predalle*) e di 50 cm in corrispondenza del *guardrail*.

Una volta completata la posa dell'armatura, si procederà con il getto di calcestruzzo preconfezionato secondo le seguenti specifiche:

- CEM1;
- Classe di resistenza C32/40 MPa;
- Classe minima di consistenza S4;
- Rapporto acqua/cemento  $\leq 0,5$ ;
- Classe di esposizione ambientale XF2;
- Dimensione max. inerti: 25 mm;
- Copriferro: 50 mm.

Il getto avverrà per singoli comparti nell'arco della giornata lavorativa con idonea vibratura.

Una volta completato il getto delle nuove strutture e del cordolo di fissaggio della barriera stradale, si procederà al montaggio di una barriera classe H2 bordo ponte, in acciaio corten, dotata di corrimano. Al riguardo si adotteranno barriere prive di distanziatore della lamiera a tripla onda dal palo di sostegno in modo da garantire la massima estensione della carreggiata utile.

La barriera dovrà essere attrezzata con protezioni per i motociclisti nei tratti in curva indicati dalla direzione lavori.

Infine, è previsto il ripristino della pavimentazione stradale con posa di geomembrana impermeabilizzante in poliestere collocata all'interno dello strato di base (*binder*). Lo spessore complessivo fra strato di base e manto di usura è di almeno 10 cm.

La posa del tappeto di usura avverrà al completamento dei due lati dell'intervento mentre il ripristino al transito sulla corsia ultimata avverrà dopo la posa dell'impermeabilizzante e del *binder*.

## 5. VERIFICHE SUI VINCOLI ARCHITETTONICI E AMBIENTALI

Lo Studio di fattibilità tecnica ed economica redatto dalla Provincia individuava la situazione vincolistica riportata in tabella alla quale nelle ultime due righe sono stati aggiunti i riferimenti al quadro dei vincoli architettonici.

<b>ZONE</b>	<b>PRESENTI</b>	<b>NON PRESENTI</b>
Aree vincolate ex l. 1497/1939 e D.M. 24/04/1985		X
Piano Territoriale di Coordinamento paesistico Assetto geomorfologico: MO-B Assetto vegetazionale: COL-ISS-MA Assetto insediativo: IS-MA/ANI CE a monte del ponte (SIC)	X	
Aree carsiche		X
Fascia 150 m corso d'acqua iscritto	X	
S.I.C.: IT1322217 <i>Bric Tana-Bric Mongarda</i> (a nord oltre il ponte)		X
Z.P.S. di cui alla <i>Direttiva Habitat 92/43/CEE</i> recepita dal D.P.R. 357/97		X
Vincolo idrogeologico (in sponda sinistra oltre la spalla del ponte)		X
Vincolo archeologico		X
Vincolo architettonico <i>ope legis - Codice Beni Culturali e del Paesaggio parte II</i> (D. Lgs. 42/2004 e s.i.m. - età del manufatto superiore a 70 anni)	X	
Dichiarazione di interesse culturale da parte della Soprintendenza		X

### *Quadro riassuntivo dei vincoli sull'area in esame*

Si può osservare che gli interventi previsti nel secondo lotto non comportano richieste di autorizzazione esterne alla Provincia in quanto già precedentemente autorizzati; si rammenta, infatti, che la demolizione e ricostruzione dei cordoli a bordo ponte era già prevista nel lotto 1 pur non essendo stata effettuata.

I movimenti di materia riguardano gli elementi costitutivi del ponte, ivi compresi i materiali di riporto collocati sulle arcate a ridosso dei muri andatori costituenti i timpani.

Infine, trattandosi di interventi da realizzarsi dal piano viabile, non sono necessarie autorizzazioni di accesso in alveo o di attraversamento di proprietà private. Per tali ragioni, il progetto non prevede la redazione di un piano particellare di esproprio o di occupazione temporanea.

## 6. MANUTENZIONI STRAORDINARIE SUCCESSIVE

Ai fini della programmazione di interventi eccedenti l'ordinaria manutenzione si deve considerare la previsione di lavori di sigillatura dei giunti dell'arcata in mattoni (lato spalla Calizzano) con sostituzione degli elementi deteriorati oltre alla pulizia e applicazione di protettivi sulle due arcate in calcestruzzo. In particolare, nel lotto 1 sono stati eseguiti interventi puntuali di sigillatura delle lesioni nelle arcate e nei timpani oltre al ripristino della lesione posta al centro dell'arcata in mattoni sul lato di valle.

Si deve inoltre prevedere il risanamento del calcestruzzo lungo i muri andatori della spalla destra (lato Calizzano) con la sostituzione del parapetto metallico esistente. Per quanto concerne il muro in pietra della spalla lato Millesimo si dovrà prevedere, in analogia a quanto eseguito sulle pile, un intervento di sigillatura dei giunti con iniezione di malte.

## 7. IMPORTO DEI LAVORI

Nelle tabelle seguenti sono esposte le categorie dei lavori e gli importi corrispondenti oltre agli oneri della sicurezza diretti e l'incidenza della manodopera.

		<i>Importi in euro</i>	<i>Incidenza%</i>
1	Importo a base d'asta (soggetto a ribasso)	<b>201.638,90</b>	-
2	Incidenza della manodopera		<b>25,402</b>
3	Oneri per l'attuazione del piano di sicurezza (non soggetto a ribasso)	<b>18.361,10</b>	<b>8,346</b>
	<b>IMPORTO TOTALE DELL'APPALTO (1+ 3)</b>	<b>220.000,00</b>	-

			Lavori «1» (L)		Costi di sicurezza da PSC «2» (CSC) inclusi in«1»	
n.	categ.	Descrizione delle categorie (e sottocategorie disaggregate) di lavorazioni omogenee	Importi in euro	Incid. %	Importi in euro	Incid. %
1	OG3	STRADE, AUTOSTRADE, PONTI, VIADOTTI, FERROVIE, LINEE TRANVIARIE, METROPOLITANE, FUNICOLARI, E PISTE AEROPORTUALI, E RELATIVE OPERE COMPLEMENTARI	152.948,13	69,522	18.361,10	8,346
2	OS12A	BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA	54.362,86	24,710		
3	OS23	DEMOLIZIONE DI OPERE	12.689,01	5,768		
TOTALE A CORPO			<b>220.000,00</b>	<b>100,00</b>		
TOTALE GENERALE APPALTO			<b>220.000,00</b>			

