



Commessa:

**PR-E-1087 Lavori urgenti di messa in sicurezza
della briglia selettiva a funzione del manufatto limitatore
della cassa di espansione di monte del torrente Enza
CUP B77H22000180001**



**PROGETTO ESECUTIVO - 1° STRALCIO
PARTE GENERALE**

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA
DELL'INTERVENTO**

Scala: -

2022-1087-PR-RG01

Tav.

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	14.11.2022	Emissione	RR	RR	RR
01	25.01.2023	Revisione	RR	AB	ML
02	06.02.2023	Rev. QE	RR	AB	ML

I PROGETTISTI



Monica Larocca IL RUP
Dott. Ing. Monica Larocca

1 PREMESSA

I.S.I. Ingegneria e Ambiente ricevette da AIPO (Agenzia Interregionale per il fiume PO) in data 15.09.2022 (PG 00021447/2022) comunicazione pec di conferma di affidamento effettuato con Determina del Dirigente della DTI Emilia Occidentale n.888 del 23/08/2022, di servizi per la redazione dello studio di fattibilità, progettazione definitiva ed esecutiva oltre a coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione di "Lavori urgenti di messa in sicurezza della briglia selettiva a funzione del manufatto limitatore della cassa di espansione di monte del torrente Enza – PR-E-1087" Codice gara: G00162 - CIG: 9257889BAD



Figura 1: Inquadramento della zona d'intervento.

L'intervento a progetto si configura come UNA MANUTENZIONE STRAORDINARIA di un manufatto idraulico esistente, tale da non apportare modifiche al regime idraulico dei reticoli idrici superficiali.

In ragione di ciò, le opere oggetto di progettazione **rientrano nel caso** di (rif. Allegato D del DGR79/2018):

"Interventi di manutenzione della vegetazione ripariale, dei canali, delle opere idrauliche e delle opere di difesa della costa, a condizione che siano rispettate le modalità di intervento definite nel Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria dei corsi d'acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della Rete Natura 2000 (SIC e ZPS)" (DGR n. 667/09) e s.m.i., e, contestualmente, le regolamentazioni definite nelle Misure Generali e Specifiche di Conservazione e nei Piani di Gestione."

Per le quali NON è prevista l'attivazione della procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA, ai sensi DGR 79/2018 (All.D) e D.Lgs.152-2006 All.IV.7. Per il D.Lgs. 152-2006 risultano infatti escluse dalla procedura di VIA le difese spondali, le opere di stabilizzazione d'alveo nonché la manutenzione e l'adeguamento funzionale delle opere di contenimento dei livelli di piena. Regione Emilia Romagna ha infine pubblicato un *"Elenco delle tipologie dei piani, dei programmi, dei progetti, degli interventi e delle attività di modesta entità ritenuti non incidenti negativamente sulle specie animali e vegetali e sugli habitat di interesse comunitario presenti nei siti della rete Natura 2000 dell'Emilia-Romagna e oggetto di pre-valutazione di incidenza regionale"* tra cui rientra l'intervento a progetto in quanto: "Manutenzione dei manufatti e delle opere di difesa del suolo e di gestione della risorsa idrica presenti nei corsi d'acqua". In apposito paragrafo della presente relazione verranno precisati i termini e le modalità per cui l'intervento a progetto possa presentare caratteristiche tali da non incidere negativamente sul sito di interesse comunitario.

Il manufatto si presenta sensibilmente compromesso dalla azione idrodinamica del torrente e dagli effetti di trasporto solido, come dimostrato dal rilievo fotografico allegato al presente progetto (rif. Elab. 2022-1087-PR-SF.02, 2022-1087-PR-SF.07.1-2-3)

Lo stesso manufatto venne rinforzato e prolungato nell'ambito dei lavori di "Sistemazione del Torrente Enza dal ponte della strada di Traversetolo-S.Polo al ponte dell'Autostrada Milano-Bologna – RIF.PS45 MA-3-PR-024" realizzati negli anni 1996-1997 dalla Associazione di imprese Consorzio Cooperative Produzione Lavoro ed Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.. A seguito di tali interventi di prolungamento e rinforzo della briglia la struttura oggi risulta composta da due sezioni tipologiche caratterizzate, entrambe, da omogenee:

- soglia di sfioro posta a quota 89.95m.s.l.m.
- vasca di dissipazione con quota di fondo posta a 86.20m.s.l.m. e lunghezza di 8ml

ma differenti diaframature di ammorsamento di monte, impostate a quote:

- +82,60m.s.l.m. nel caso del tratto preesistente e rinforzato con gli interventi del 1996
- +80.70m.s.l.m. nel caso del tratto di prolungamento realizzato nell'ambito dell'appalto lavori datato 1996

Per valutare l'entità del degrado e la conseguente entità dell'intervento di messa in sicurezza e ripristino, nell'ambito della attività Preliminare delle fasi di Progettazione si è provveduto ad accertare l'assenza di spostamenti relativi tra i conci della struttura mediante rilievo topografico del manufatto.

I riscontri prodotti in Elaborati tecnici 2022-1087-PR-SF.05.1-2-3 hanno dimostrato la sostanziale stabilità del manufatto e l'assenza di spostamenti relativi o cedimenti altimetrici dei conci.

Il rilievo topografico è stato inoltre affiancato da una mappatura fotografica effettuata da drone e finalizzata al rilevamento di eventuali stati fessurativi della struttura in c.a. della soglia di sfioro e della vasca di dissipazione.

Tale circostanza è stata anch'essa esclusa dai rilievi effettuati in sito.

Di contro, la mappatura del degrado ha evidenziato condizioni di ammaloramento di differenti gravità, tra cui:

- Abrasione contenuta allo spessore del copriferro, ossia limitata ai primi 40mm del manufatto;
- Erosione estesa ad uno spessore prossimo ai 70mm e tale da esporre le armature di estradosso;
- Distacchi di parti in c.a., di spessori maggiori i 70mm, con parzializzazione della sezione.

L'abrasione è particolarmente presente lungo la porzione della soglia di sfioro, l'erosione è stata evidenziata lungo il perimetro dei denti di dissipazione mentre i distacchi sono stati riscontrati nella zona centrale del manufatto occupata dalla vasca di dissipazione.

Sia il rilievo topografico che la mappatura con immagini aeree hanno invece confermato:

- Il sostanziale interrimento a monte della briglia (tale da raggiungere la soglia di sfioro);
- L'interrimento dell'intero manufatto per un tratto di circa 70ml in sponda sx sia a monte che a valle;
- La erosione a valle della struttura con asportazione della mantellata in massi allestita durante i lavori del 1996.

I riscontri acquisiti in sede di Valutazione di Fattibilità e Progettazione Preliminare hanno pertanto supportato una strategia di intervento finalizzata al ripristino della sezione in c.a. nelle parti distaccate oltre che ad un generale ripristino della struttura corticale del manufatto in c.a..

L'esclusione di eventuali interventi di rinforzo sezionale o fondale sul manufatto è sancita dalla verifica della sicurezza della struttura condotta in conformità con le indicazioni normative del DM 17/01/2018 e relativa Circolare n.7 del 21/01/2019 oltre che del DM 26/06/2014 (benché si parli di "briglia selettiva" e non di "traversa fluviale"), effettuata nell'ambito della attività di progettazione Definitiva ed Esecutiva.

La valutazione della sicurezza del manufatto esistente è stata quindi approcciata mediante analisi della documentazione tecnica fornita dalla S.A. oltre che dal coordinamento ed analisi delle campagne di indagini geognostiche e diagnostiche sui materiali commissionate dalla SA negli anni 2019-2020.

La elaborazione progettuale Definitiva ed Esecutiva dedica appositi elaborati tecnici (2022-1087-PR-GEO2, 2022-1087-PR-GEO3, 2022-1087-PR-STR2) alla presentazione di tali campagne di indagini ed alla modalità di estrapolazione dei dati e dei parametri utilizzati per le verifiche.

Le analisi non hanno compreso, in quanto escluso dal servizio di ingegneria:

- l'analisi idraulica dell'intero sistema;
- lo studio del trasporto solido sul tratto;
- le verifiche geotecniche di stabilità spondale e/o arginale

Limitando quindi le verifiche all'ambito strutturale con verifiche SLU ed SLV condotte sulla sola struttura della briglia caratterizzata da:

- Classe d'uso II
- Vita Nominale = 50 anni
- Categoria del suolo di fondazione = C
- Categoria Topografica = T1
- Classe di duttilità = NON DISSIPATIVA
- $ag (SLV) = 0.1519$

2 CONSISTENZA DEL SERVIZIO DI INGEGNERIA

Il contratto di affidamento comprende il servizio di progettazione preliminare definitiva ed esecutiva per la messa in sicurezza e ripristino della briglia selettiva a funzione del manufatto limitatore della cassa di espansione di monte del torrente Enza, compreso il coordinamento per l'acquisizione e la implementazione delle informazioni necessarie alla elaborazione progettuale di tipo:

- Geognostiche
- Geofisiche
- Sismiche
- Strutturali
- Topografiche

La documentazione progettuale è quindi composta da elaborati relativi a:

- **SF:** Rilievo topografico dello stato di fatto
- **GEO2:** Raccolta ed elaborazione delle indagini geognostiche
- **GEO1:** Implementazione delle indagini Sismiche con definizione della risposta sismica locale del sito
- **GEO3:** Implementazione delle indagini di caratterizzazione meccanica del manufatto in c.a.
- **STR3:** Relazione di Verifica della sicurezza e vulnerabilità sismica del manufatto idraulico esistente
- **STR4:** Relazione di Verifica geotecnica delle diaframature di fondazione

I paragrafi successivi illustreranno sinteticamente il processo di acquisizione ed elaborazione dei dati, rimandando agli elaborati grafici e alle relazioni specialistiche di Progetto Definitivo ed Esecutivo, per maggiori dettagli.

2.1 Rilievo topografico (SF)

Il rilievo topografico effettuato già in fase di elaborazione preliminare della soluzione progettuale, comprende sia le aree adiacenti il manufatto esistente. Nello specifico, si è provveduto ad effettuare rilievo del manufatto esistente, con elaborazione di planimetria di rilievo, sezioni trasversali di monte e di valle. Allo stesso modo si è proceduto alla rilevazione dei manufatti di spalla esistenti.

I dati di rilievo sono stati quindi comparati con la documentazione progettuale datata 1996 oltre che con gli elaborati grafici as-built allegati alla contabilità lavori dell'appalto 1996.

La elaborazione critica dei dati topografici e storici, oltre che delle informazioni acquisite dai saggi effettuati nell'ambito delle campagne di indagini diagnostiche e geognostiche, ha consentito la completa definizione delle sezioni tipologiche del manufatto, come riportate in elaborati grafici 2022-1087-PR-SF.06.1-2-3, rispettivamente dedicati a:

- Rappresentazione delle diaframature di fondazione;
- Definizione della sezione tipologica ottenuta dall'intervento di rinforzo del 1996
- Descrizione della sezione tipologica realizzata ex novo nel 1996 a prolungamento della struttura esistente.

Il rilievo dell'area oggetto di intervento è stato inquadrato nell'ambito di un tratto d'alveo sviluppato da sponda sx a dx per una lunghezza monte-valle di 40ml. E. stato eseguito con strumentazione satellitare GPSed è stato inquadrato nella cartografia CTR raccordandolo nelle quote altimetriche alla quota dei caposaldi CS1-CS2-CS3 appositamente localizzati presso la briglia di monte e il manufatto limitatore di valle (monografie prodotta nell'ambito della restituzione di rilievo in Elab. 2022-1087-PR-SF.05.3).

Nell'ambito del servizio, apposita serie di elaborati grafici (**identificati con la sigla SF –STATO DI FATTO**) è dedicata alla restituzione dei dati di rilievo con produzione di:

- 2022-1087-PR-SF.05.1: Planimetria di piano quotato;
- 2022-1087-PR-SF.05.2: Sezioni trasversali a monte e a valle della briglia (A-A, B-B);
- 2022-1087-PR-SF.05.1-2: Sezioni longitudinali (C-C, D-D);
- 2022-1087-PR-SF.05.3: Monografie dei caposaldo;

Una ulteriore serie di Elaborati descrive il manufatto anche nelle parti “non a vista” mediante coordinamento tra dati di rilievo, di progetto e come costruito:

- 2022-1087-PR-SF.06.1: Planimetria delle diaframature di fondazione (con armatura dei pannelli);
- 2022-1087-PR-SF.06.2: Casseratura ed armatura dei conci 2-3-4-5-6 oggetto di rinforzo nel 1996;
- 2022-1087-PR-SF.06.3: Casseratura ed armatura dei conci di prolungamento realizzati ex novo nel 1996;

Completa la caratterizzazione dello stato di fatto la mappatura dello stato del degrado effettuata mediante volo aereo con drone e rendicontata negli elaborati grafici di serie 2020-1087-PR-SF.07.1-2-3.

E' stato infine **approntato di un sistema di monitoraggio topografico** (illustrato in elaborati grafici **2022-1087-PR-S05**) che consenta di rilevare gli spostamenti dei conci e delle spalle della traversa di monte come pure gli spostamenti differenziali degli elementi comparando i dati di rilievo “0” datato agosto 2022.

2.2 Indagini geognostiche -prove di laboratorio geotecnico (GEO)

L'elaborato progettuale 2022-1087-PR-GEO2 riepiloga la campagna di indagini geognostiche di caratterizzazione litostratigrafica e sismica, funzionali ai livelli di progettazione “Preliminare” (ossia di Fattibilità tecnico-economica) e Definitiva-Esecutiva.

Tale campagna di indagini geognostiche di caratterizzazione litostratigrafica e sismica venne commissionata dalla Stazione Appaltante negli anni 2019-2020 nell'ambito del “Lavori di Somma Urgenza per l'esecuzione del piano delle indagini strutturali geologiche e geotecniche per la valutazione del grado di sicurezza della traversa e del manufatto dissipatore di monte della cassa del torrente Enza”.

I dati acquisiti sono ora serviti da supporto la caratterizzazione geotecnica del sito di costruzione della briglia di dissipazione di monte. La caratterizzazione sismica del sito, effettuata mediante MASW e prova geoelettrica, ha giustificato l'analisi sismica degli elementi strutturali e le scelte progettuali relative alla natura dell'intervento di ripristino. Le indagini e le prove di laboratorio di compongono, pertanto, dei Verbali di prova e dei certificati emessi dalle imprese e professionisti attivati per la realizzazione delle indagini, tra cui:

- Subsoil s.r.l. Per le indagini in sito, geoelettriche e MASW
- Studio MM s.r.l. Per le prove di laboratorio su campioni rimaneggiati
- Laboratorio C.G.G. s.r.l. Per le prove di laboratorio su campioni indisturbati

Le Indagini geognostiche, programmate nell'ambito della campagna 2019-2020, si pongono come obiettivo la definizione delle caratteristiche:

- **geologico-idrogeologiche** (assetto litostratigrafico ed idrogeologico) **e geotecniche** (parametri di resistenza al taglio e deformabilità) peculiari dei terreni interessati dai carichi statici da impiegare nelle verifiche delle strutture agli Stati Limite Ultimi (NTC 2018 ed Eurocodici);
- **sismiche del sito** (risposta sismica locale), **con particolare riferimento alla stabilità dell'area nei confronti della liquefazione e dei cedimenti post-sismici** oltre alla valutazione del rischio di attivazione del fenomeno di doppia risonanza suolo/struttura, la determinazione della velocità media delle onde sismiche di taglio Vs30 e la risposta sismica locale RSL.

Entrambe attività necessarie alla verifica strutturale del manufatto di dissipazione con eventuale identificazione di una soluzione di rinforzo strutturale fondale adeguata alle sollecitazioni statiche, dinamiche ed idrauliche indotte dalla struttura stessa e dal contesto.

Serve, infine, evidenziare come tutta la campagna di indagini geognostiche e meccaniche sia stata sviluppata nell'ambito di un quadro normativo che vede come elementi di riferimento:

1. D.M. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni";
2. Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21/01 2019 n°7 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni";
3. DGR 1164 del 23/07/2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei Comuni dell'Emilia-Romagna";
4. DGR n.1373/2011, "Atto di indirizzo recante l'individuazione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per gli altri titoli edilizi, alla individuazione degli elaborati costitutivi e dei contenuti del progetto esecutivo riguardante le strutture e alla definizione delle modalità di controllo degli stessi, ai sensi dell'art. 12, comma 1, e dell'art. 4, comma 1, della LR n. 19 del 2008".
5. **Legge n. 156 del 12 dicembre 2019**, che apporta importanti modifiche alla disciplina delle **costruzioni in zone sismiche**, modificando l'art. 94-bis del D.P.R. n.380 del 2001, introdotto dal cosiddetto **Decreto Sblocca Cantieri**.

Con riferimento invece al quadro tecnico normativo "nazionale" (NTC 2018 e Circ.7/19) le valutazioni progettuali sono state conformate (come dimostrato dalle relazioni strutturali-geotecniche allegate al Progetto Definitivo-Esecutivo):

- Alla nuova modalità di approccio alle verifiche nei confronti degli SLU idraulici (par. C6.2.4.2);
- Alla necessità di un monitoraggio del complesso opera-terreno (par. 6.26 NTC e par. C6.3.6);
- Alla caratterizzazione geotecnica ai fini sismici prevista da par. 7.11.2 NTC e C7.11.2;
- Alla valutazione della risposta sismica locale secondo quanto previsto da par. 7.11.3 e C7.11.3.1-2;
- Alla modalità di approccio alle verifiche di stabilità per liquefazione secondo par. 7.11.3.4 e C7.11.3.4;
- Ai livelli di rilievo e di prova per strutture in c.a. esistenti previsti da Circolare Tab. C8.5.V;
- Ai livelli di confidenza da assumere in funzione della entità delle indagini di caratterizzazione meccanica delle strutture in muratura portante secondo quanto previsto da C8.5.4 e Tab. C8.5.I e C8.5.II.

Ai fini di un'adeguata caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni in studio, furono individuate le seguenti tipologie di indagine:

- ✓ sondaggi a carotaggio continuo;
- ✓ prove geotecniche in foro (prove penetrometriche SPT, permeabilità Lefranc);
- ✓ prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno;
- ✓ prove geotecniche di laboratorio su campioni di terreno;
- ✓ indagini e prove geofisiche eseguite con metodo sismico tipo MASW, prospezioni di geoelettrica tomografica

Le profondità di investigazione furono definite principalmente in funzione del "volume geotecnico significativo" pertinente alla tipologia di opere in esame e delle disposizioni normative attualmente in vigore (NTC 2018).

La ubicazione delle indagini geognostiche è riportata in figura seguente da cui è possibile estrapolare come sulla traversa di monte siano state eseguite:

- Sondaggi Stratigrafici Cod. S1 ed S2
- Geoelettrica Cod. 2
- Masw Cod.1 e Cod. 2

LAVORAZIONI			TdM		
			S 1	S 2	geofisica
SONDAGGI	Sondaggio a carotaggio continuo	m.	30,0	30,0	
	Esecuzioni SPT	num.	15	15	
	Prova di Permeabilità Lefranc	num.	1	1	
	Prelievo Campioni Indisturbati	num.	2	1	
	Prelievo Campioni Rimaneggiati	num.	3	3	
	MASW	num.			2
Geoelettrica					240,0

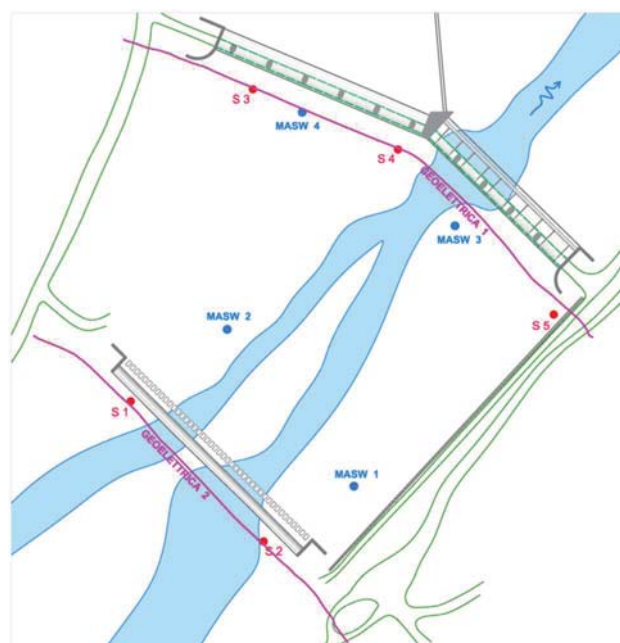


Figura 2: Schema ubicazione indagini geognostiche

La caratterizzazione della natura dei terreni di fondazione presso il manufatto di dissipazione di monte funzionale alla verifica dell'opera stessa è stata supportata da n°2 sondaggi a carotaggio continuo.

La Caratterizzazione puntuale degli orizzonti stratigrafici è stata estrapolata alla intera sezione trasversale d'alveo mediante prova geoelettrica con stendimento da spalla destra e spalla sinistra a monte del manufatto dissipativo.

I due sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo portati sino alla profondità di 30ml da .p.c. sono stati combinati con 15 Prove Standard Penetration Test (SPT) al fine di determinare le caratteristiche di resistenza e compressibilità dei materiali incoerenti "in situ". Sugli stessi fori dei carotaggi continui sono state eseguite prove di permeabilità Lefranc.

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio e dei pozzetti esplorativi sono stati prelevati campioni rimaneggiati di terreno per l'identificazione del terreno e per l'esecuzione di prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle proprietà geotecniche e geomeccaniche.

CAMPIONI RIMANEGGIATI									
	SONDAGGIO	CAMPIONE	Data Prelievo	QUOTA		SONDAGGIO	CAMPIONE	Data Prelievo	QUOTA
TdM	S1	C.R. 1	03/02/2020	9,00 - 9,50	TdM	S1	C.R. 1	24/01/2020	4,00 - 4,50
		C.R. 2	03/02/2020	12,50 - 13,00			C.R. 2	24/01/2020	7,40 - 7,90
		C.R. 3	03/02/2020	20,00 - 20,50			C.I. 1	29/10/2019	5,80 - 6,30
	S2	C.R. 1	31/10/2019	8,50 - 8,90		S2			
		C.R. 2	31/10/2019	9,50 - 10,00					
		C.R. 3	31/10/2019	19,50 - 20,00					

Figura 3: Elenco dei campioni rimaneggiati ed indisturbati prelevati.

Alle prove "in situ" su SPT sono state quindi associate prove di laboratorio sui campioni rimaneggiati ed indisturbati prelevati dai due carotaggi continui.

Le prove sono state effettuate sia presso il laboratorio di analisi delle terre dello Studio MM s.r.l. sia presso il laboratorio C.G.G. s.r.l. con emissione di vari certificati di prova in cui sono contenute (secondo la tipologia del campione):

- Determinazione del contenuto naturale d'acqua
- Determinazione della massa volumica apparente
- Determinazione della massa volumica reale
- Analisi granulometrica per vagliatura
- Analisi granulometrica per sedimentazione
- Limiti di consistenza
- Prove di compressione ad espansione laterale libera
- Prove di compressione edometrica
- Prove di taglio diretto (Scatola di Casagrande)
- Prova di compressione triassiale Consolidata isotropicamente - Non drenata (CIU)
- Prove triassiali cicliche (CTX)
- Prova di colonna risonante (RC)

La documentazione relativa alle prove di laboratorio è collezionata negli **ALLEGATI 6-IG e 7-IG** del report di indagini 2019-2020, ri-proposti in allegato all'elaborato progettuale 2022-1087-PR-GEO2.

Le analisi di laboratorio sono state condotte sia su campioni indisturbati dello strato a comportamento coesivo superficiale sia da campioni rimaneggiati prelevati negli strati sabbiosi e ghiaiosi.

2.3 Caratterizzazione sismica dei suoli (GEO)

Poiché la classificazione dei terreni è possibile attraverso il profilo di velocità delle Vs (onde di taglio) nei primi 30 m sono state eseguite due prove MASW condotte mediante due stendimenti (24m e 48 m) posizionandole a valle della traversa in esame in sponda destra e sinistra. L'indagine è stata effettuata dal Subsoil s.r.l.

	STENDIMENTO	GEOMETRIA			COORDINATE WGS84		
		numero canali (num.)	distanza intergeofonica (m)	lunghezza stendimento (m)	EST	NORD	Quota
Tdm	MASW 1	24	1,0	24,0	614048,874	4951191,064	86,518
	MASW 2	24	2,0	48,0	613980,053	4951275,626	88,319

Figura 4: Caratteristiche geometriche degli stendimenti di sismica MASW

La vs30 calcolate secondo i due stendimenti eseguiti in alveo lungo gli andamenti di sponda sxe dx ricavate dalle prove sono pari a circa 350m/s e 315m/s rispettivamente riferiti alle sponde dx e sx.

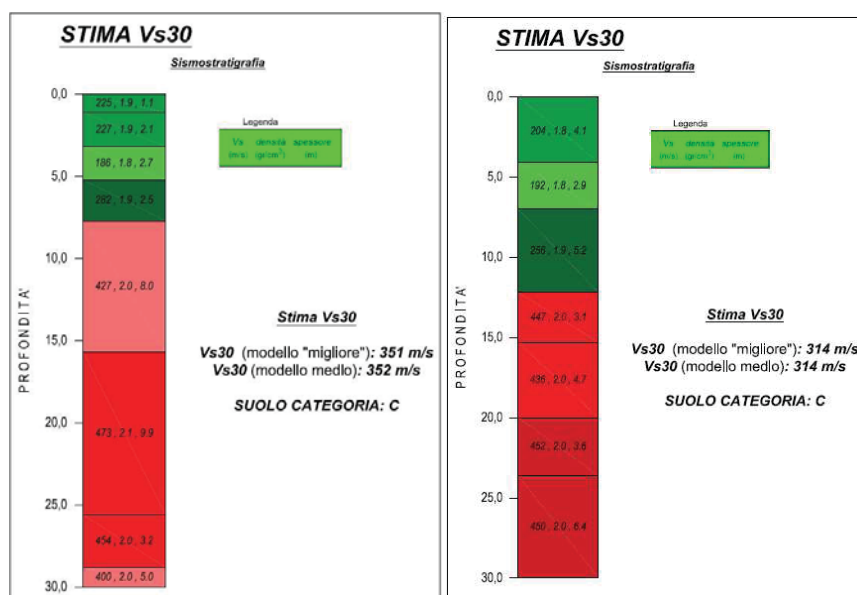


Figura 5: Elaborazioni MASW 1-2 sponda dx ed sx

Tali valutazioni, insieme con i risultati delle indagini, sono espone nell'ambito degli elaborati 2022-1087-PR-GEO1, 2022-1087-PR-GEO2, 2022-1087-PR-STR4, allegate al presente Progetto Esecutivo e rispettivamente dedicate a:

- Relazione geologica
- Campagna delle indagini geognostiche
- Relazione geotecnica

Considerati infatti i valori di Vs30, la verifica di liquefazione, la classe d'uso (II) dell'opera, il quadro normativo, in sede di progettazione definitiva-esecutiva si è quindi proceduto ad:

- ⇒ Effettuare la necessaria l'analisi di Risposta Sismica Locale valutando l'utilizzo dell'approccio semplificato.
- ⇒ Non Approfondire le valutazioni sulla liquefazione del substrato dato atto della non criticità del sito

Tali valutazioni, sviluppate a cura del Dott. Geol Fabrizio Giorgini, sono tutte prodotte nell'ambito della Relazione Geologica di Progetto Definitivo-Esecutivo (Elab. 2022-1087-PR-GEO1)

2.4 Verifica della sicurezza e valutazione di vulnerabilità sismica

La verifica della sicurezza e valutazione di vulnerabilità sismica del manufatto è stata condotta considerando:

- Il valore della azione sismica da DM 26.06.2014 § C.7.7.1 e DM 17.01.2018 § 7.11.6
- Le combinazioni in SLU ed SLV come da §2.5.3 NTC 2018 e §C.8 DM 26.06.2014
- La definizione delle sollecitazioni di domanda e resistenza come da indicazioni di NTC 2018
- Il livello di conoscenza pari ad LC3 (FC=1) in ragione della disponibilità dei disegni progettuali ed as-built oltre che della campagna di indagini diagnostiche coerente con le indicazioni di Tabb. C8.5.IV e C8.5.V

Gli elaborati strutturali di progetto Definitivo-Esecutivo comprendono pertanto la verifica della sicurezza e **vulnerabilità sismica di strutture esistenti** con:

- 2022-1087-PR-STR1 Relazione di caratterizzazione sismica del sito
- 2022-1087-PR-STR2 Relazione di caratterizzazione dei materiali
- 2022-1087-PR-STR3 Analisi storico-critica e verifica di vulnerabilità sismica delle strutture esistenti
- 2022-1087-PR-STR4 Relazione geotecnica

Le verifiche strutturali, si accompagnano ad una valutazione della "sostenibilità" delle sollecitazioni fondali riscontrate in ambiti SLU, SLV e trasmesse alle diaframature di monte e valle, sviluppata in apposita relazione geotecnica.

2.4.1. ORGANIZZAZIONE DEGLI ELABORATI PROGETTUALI

Gli elaborati progettuali e di riscontro al servizio oggetto di affidamento sono stati organizzati per temi ed aree specialistiche, tra cui:

DOCUMENTI E RELAZIONI SPECIALISTICHE

2022-1087-PR-RG	PARTE GENERALE
2022-1087-PR-ECO	PARTE ECONOMICA
2022-1087-PR-GEO	GEOLOGIA E PROVE SUI MATERIALI
2022-1087-PR-STR	STRUTTURE
2022-1087-PR-PSC	SICUREZZA

TAVOLE GRAFICHE

2022-1087-PR-SF	STATO DI FATTO – CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI E DEL MANUFATTO
2022-1087-PR-SPS	PROGETTO DI RIPRISTINO DEL MANUFATTO
2022-1087-PR-IDR	PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Si rimanda all'Elenco Elaborati di Progetto Esecutivo (doc. 2022-1087-PR-RG00) per maggiori dettagli.

2.4.2. COMPLETEZZA DELLE DOCUMENTAZIONE TECNICA IN CONFORMITÀ CON DPR 207/2010

In merito alla completezza della documentazione tecnica in conformità con DPR 207/2010, si evidenzia che:

- La **"Relazione descrittiva della concezione del sistema di sicurezza per l'esercizio e le caratteristiche del progetto"** ai sensi art.26 comma 1 lett.h DPR 207/2010 riferisce ai medesimo contenuti del Fascicolo di sicurezza dell'opera, allegato al progetto esecutivo con cod. 2022-1087-PR-PSC7 con il titolo "Concezione del sistema di sicurezza per l'esercizio e le caratteristiche del progetto";
- La **"Relazione sulle interferenze"** (art.26 comma 1 lett.l DPR 207/2010) non è stata prodotta in quanto non presenti in sito altre interferenze che non siano la prossimità con l'impianto di regolazione idraulica rappresentato dal manufatto limitatore di valle.
- La **"Relazione su Clima e Impatto acustico"** Legge 447/1995 è stata prodotta nell'ambito della documentazione tecnica progettuale (2022-1087-PR-RG07) ma ci si è limitati alla valutazione delle fasi di cantiere comparandone la compatibilità con i limiti previsti dalla zonizzazione acustica dello strumento di pianificazione territoriale (anche in considerazione della assenza di ricettori sensili in prossimità).
- **"Relazione sui Criteri Ambientali Minimi"** : Il riscontro al DM 11/10/2017 da parte della SA, considerata la tipologia di opera oggetto di affidamento (di presidio idraulico, non vincolata da limiti sui consumi energetici e caratterizzata da una elevata vita utile), verrà fornito i fase di affidamento dei lavori con riferimento agli articoli 1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.5 del DM (G.U. 259 del 6/11/2017)
- **"Valutazione di interesse archeologico"**: l'attività non è stata sviluppata in sede di progettazione preliminare in quanto l'intervento ricade in area golenale già oggetto di scavo e sagomatura in occasione dei precedenti lavori di realizzazione dell'opera.
- **"Valutazione di impatto ambientale (VIA)"**: A motivazione della mancata predisposizione necessaria per la Valutazione di impatto ambientale relativamente all'intervento oggetto di progettazione esecutiva è dedicato apposito capitolo della presente relazione illustrativa (a cui si rimanda) in considerazione della collocazione in zona SIC e ZPS del sito di intervento

Riguardo agli elaborati grafici previsti per il livello di progettazione (artt.24 e 28 DPR 207/2010) si precisa infine che:

- Non sono previsti a progetto interventi di mitigazione ambientale;
- Il materiale di scavo per la risagomatura d'alveo verrà riallestito nell'ambito dell'area di lavoro senza prevedere alcun conferimento o movimentazione in alveo. I massi di apporto NON CEMENTATI per il ripascimento della mantellata di valle della briglia selettiva saranno acquisiti da cave private;
- I lavori oggetto di appalto prevedono interventi su opere esistenti limitati al ripristino corticale e della sezione in c.a. I lavori tuttavia, non prevedono attività in adiacenza a strutture esistenti con prevalente riferimento ai manufatti secondari ed accessori.

Con riferimento agli elaborati planimetrici generali descrittivi delle opere a rete (artt.24 e 28 DPR 207/2010), quali:

- Profilo geotecnico in scala 1:5.000/500
- Corografia dei bacini in scala 1:25.000
- Planimetrie stradali, ferroviarie, idrauliche in scala non inferiore a 1:2.000

Considerato il carattere puntuale dell'intervento, non sono state ritenute necessarie alla descrizione del contesto rispetto a quanto già prodotto della serie degli elaborati progettuali SF;

Il profilo geotecnico in scala adeguata di caratterizzazione delle opere d'arte (ed in particolare della briglia) è prodotto in elaborato grafico 2022-1087-PR-GEO5.

3 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DI INTERVENTO

Il capitolo illustra il sito oggetto di intervento evidenziandone i vincoli ambientali, idraulici e geomorfologici.

Tale caratterizzazione è anche supportata dalla serie di elaborati cartografici proposti in apposito album A3 (Elaborato 2022-1087-PR-SF.01) a cui si rimanda per dettagli sulla presenza di vincoli, tutele oltre che sulla definizione dei livelli di rischio sismico ed idraulico attribuiti al sito dagli strumenti di pianificazione territoriale regionali e comunali.

3.1 Caratterizzazione territoriale, ambientale ed urbanistica del sito



L'area di intervento ricade nella zona SIC-ZPS e più precisamente nel sito con denominazione "Fontanili di Gattatico e Fiume Enza"

Il sito è di tipo pedecollinare ripariale e si snoda al limite tra le due province di Parma e Reggio Emilia lungo il corso del Fiume Enza dallo sbocco in pianura fino ed oltre all'autostrada del Sole.

Il territorio, interamente pianiziale, esteso tra Fiesso - Gattatico a valle e Montecchiarugolo - Montecchio Emilia a monte, comprende due aree distinte - l'una a Nord l'altra a Sud di S. Ilario d'Enza - all'interno delle quali si trova un articolato sistema di risorgive perenni e stagionali (tra i più importanti della regione, in particolare nei dintorni di Gattatico) e due tratti d'alveo del Fiume Enza, a sua volta alimentato da sorgive laterali

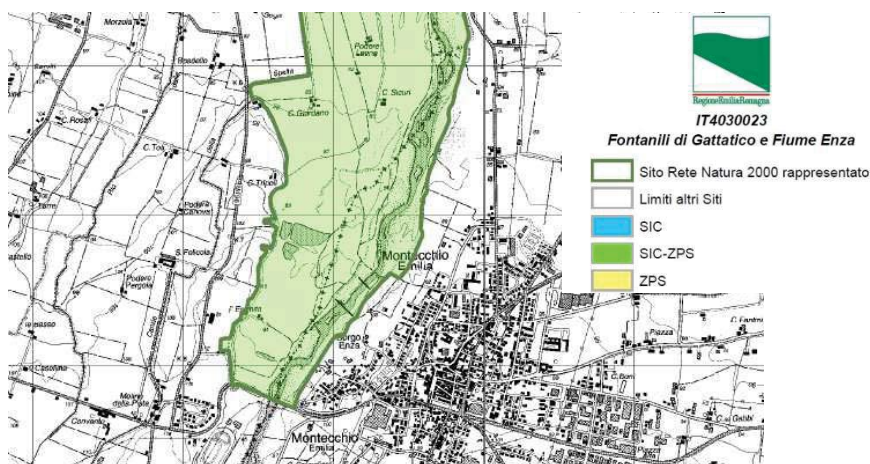


Figura 6: Parchi, foreste e Natura 2000- Stralcio Carta di dettagli IT4030023

Di conseguenza, l'area di intervento è all'interno della rete ecologica provinciale (REP) (Rete natura 2000 – sito SIC e ZPA "Fontanili di Gattatico e Fiume Enza" IT 4030023 (A), ed è parte sia dell'oasi faunistica dei Pantari che dell'oasi faunistica dell'Enza (C2) oltre ad essere compresa nel corridoio di connettività ecologica fluviale primario del Torrente Enza.

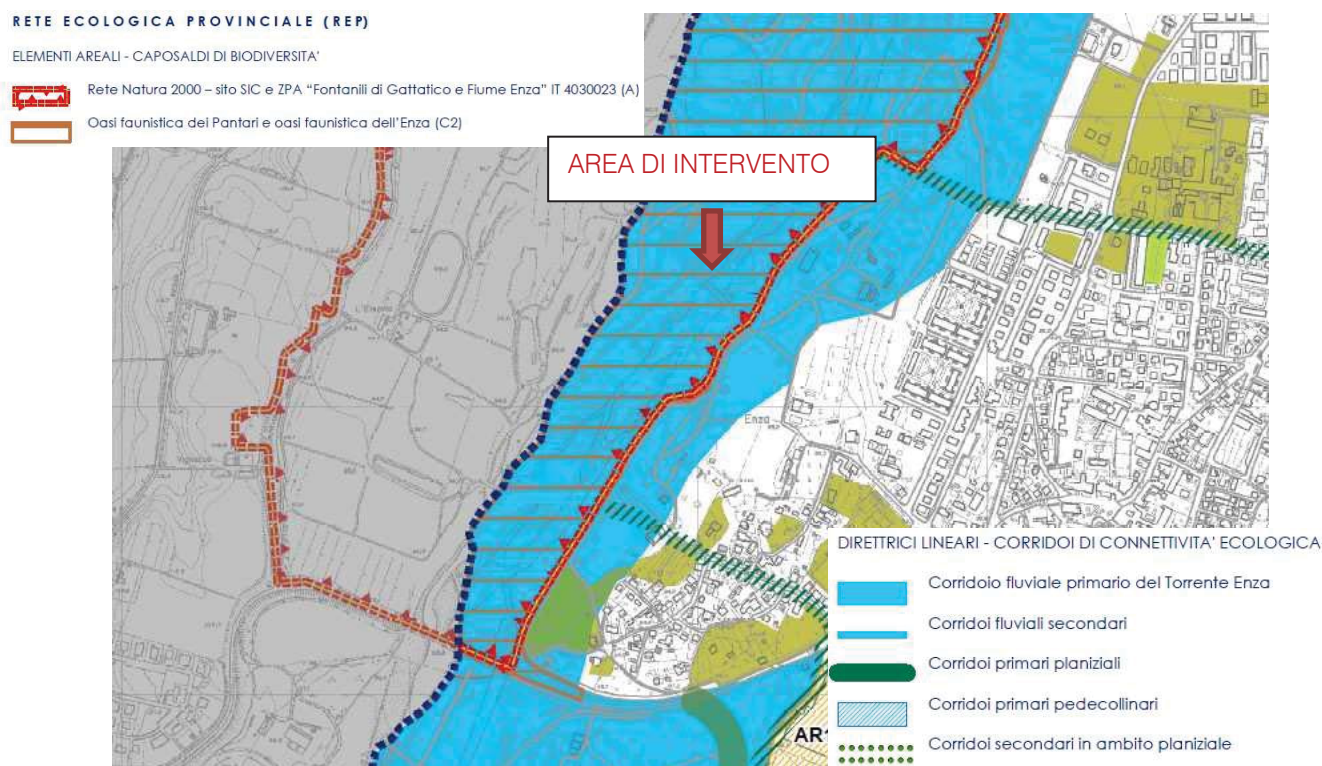


Figura 7: PSC del Comune di Montecchio Emilia – RETE ECOLOGICA COMUNALE – Stralcio Tav.7

Il PSC del Comune di Montecchio Emilia inquadra infine l'area in "Ambito di valore naturale ed ambientale" normato da Art.17 del PSC oltre che da Art.49 relativamente ad un percorso ciclabile di rilievo intercomunale ubicato in sponda dx.

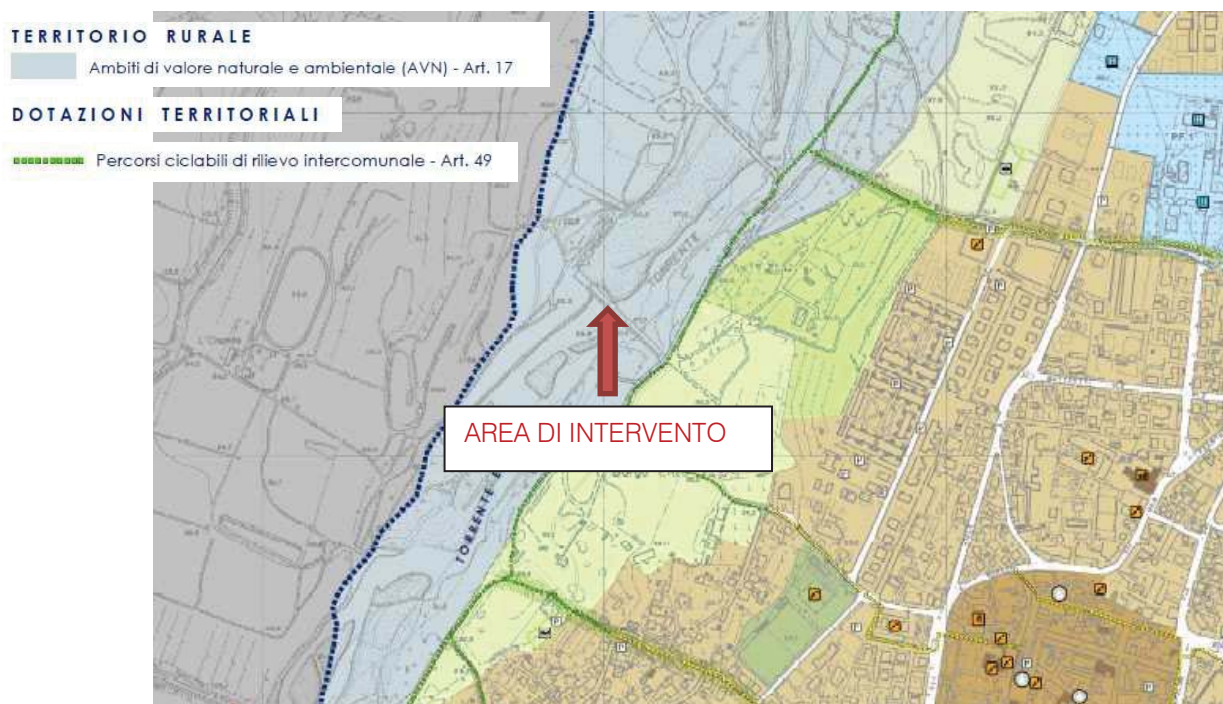


Figura 8: PSC del Comune di Montecchio Emilia – AMBITI E SISTEMI STRUTTURALI – Stralcio Tav.1 SUD

Ulteriori tutele paesistiche ed ambientali sono rappresentate da:

- Art. 54 PSC Comune Montecchio Emilia : Zone di protezione dall'inquinamento luminoso (DIRETTIVA 79/04 CE; 92/43 CE e DPR 357/97);
- Art. 54 PSC Comune Montecchio Emilia : Oasi faunistiche (Piano Faunistico Venatorio Provinciale)
- Art. 57 PSC Comune Montecchio Emilia : Zone ed elementi di valenza ambientale e paesaggistica in quanto zona vulnerabile da nitrati di origine agricola (art. 80 PTCP RE)
- Art. 59 PSC Comune Montecchio Emilia : zona di protezione delle acque sotterranee nel territorio di pedecollina – pianura - Settore di ricarica D (art. 82 PTCP RE);
- Art. 62 PSC Comune Montecchio Emilia :Zone ed elementi strutturanti la forma del territorio” in quanto localizzato in un’area identificata come “Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d’acqua” (art. 41 PTCP RE)

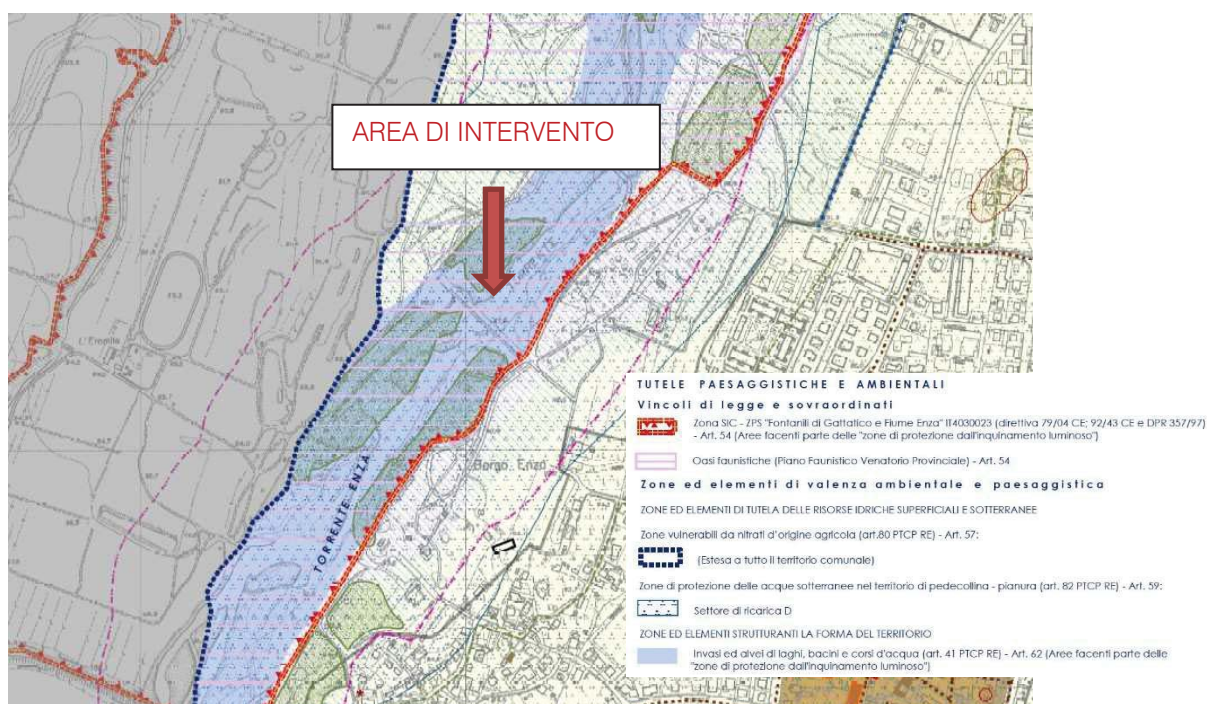


Figura 9: PSC del Comune di Montecchio Emilia – Carte dei Vincoli e delle tutele Paesistiche ed ambientali (tav.2 sud)

3.1.1. Incidenza ambientale degli interventi a progetto sul sito SIC-ZPS di intervento

Le opere oggetto di progettazione in quanto INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA su di un manufatto IDRAULICO ESISTENTE rientrano nel caso di (rif. Allegato D del DGR79/2018):

“Interventi di manutenzione della vegetazione ripariale, dei canali, delle opere idrauliche e delle opere di difesa della costa, a condizione che siano rispettate le modalità di intervento definite nel Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria dei corsi d'acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della Rete Natura 2000 (SIC e ZPS)” (DGR n. 667/09) e s.m.i., e, contestualmente, le regolamentazioni definite nelle Misure Generali e Specifiche di Conservazione e nei Piani di Gestione.”

Per le quali NON è prevista l'attivazione della procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA, ai sensi DGR 79/2018 (All.D) e D.Lgs152-2006 All.IV.7.

Per il D.Lgs. 152-2006 risultano infatti escluse dalla procedura di VIA le difese spondali, le opere di stabilizzazione d'alveo nonché la manutenzione e l'adeguamento funzionale delle opere di contenimento dei livelli di piena.

Regione Emilia Romagna ha infine pubblicato un *“Elenco delle tipologie dei piani, dei programmi, dei progetti, degli interventi e delle attività di modesta entità ritenuti non incidenti negativamente sulle specie animali e vegetali e sugli habitat di interesse comunitario presenti nei siti della rete Natura 2000 dell'Emilia-Romagna e oggetto di pre-valutazione di incidenza regionale”* tra cui rientra l'intervento a progetto in quanto: “Manutenzione dei manufatti e delle opere di difesa del suolo e di gestione della risorsa idrica presenti nei corsi d'acqua”.

Di seguito verranno precisati i termini e le modalità per cui l'intervento a progetto possa presentare caratteristiche tali da non incidere negativamente sul sito di interesse comunitario.

Le tipologie dei manufatti e delle opere di difesa del suolo e di gestione della risorsa idrica presenti nei corsi d'acqua, naturali o artificiali, sono le seguenti:

- Opere di regimazione idraulica:
dighe, briglie, rampe, soglie, traverse, casse di espansione ed altri manufatti simili.
- Opere di difesa spondale:
scogliere, pennelli, repellenti, gabbionate e muri ed altri manufatti simili.
- Manufatti idraulici:
impianti idrovori, chiaviche, paratoie, sfioratoi, botti-sifone, postazioni di pompaggio, scolmatori, opere di presa, opere di scarico, rincolli, appostamenti idraulici, cabine, manufatti di servizio ed altri manufatti simili.
- Infrastrutture viarie:
ponti, guadi, passerelle ed altri manufatti simili.

L'intervento di sostituzione o manutenzione, ordinaria e straordinaria, delle opere, dei manufatti e delle infrastrutture viarie presenti nei corsi d'acqua, naturali o artificiali, è possibile a condizione che:

- ✓ si tratti di **interventi di restauro, ripristino**, risanamento conservativo o **pulizia delle opere e dei manufatti**.
- ✓ l'eventuale taglio raso della vegetazione arborea e arbustiva finalizzato all'accesso all'area di cantiere sia limitato al minimo indispensabile.
- ✓ in corrispondenza di opere, manufatti e infrastrutture viarie quali: ponti, guadi, passerelle, briglie, soglie, rampe, traverse, imbocchi delle casse di espansione, opere di presa o di scarico, è ammesso il taglio raso della vegetazione ripariale arborea e arbustiva al massimo per un tratto di 50 m a monte e a valle delle opere;
- ✓ siano adottati gli accorgimenti per tutelare la fauna ittica, provvedendo al suo eventuale spostamento in luoghi idonei, per ridurre al minimo l'intorbidamento delle acque e per evitare lo sversamento di sostanze inquinanti ed il prosciugamento del corso d'acqua.
- ✓ in caso di lavori che interessino la **modifica del fondo del corso d'acqua** i lavori devono essere eseguiti in modo tale che il fondo presenti caratteristiche morfologiche seminaturali (irregolarità, presenza di materiale litoide di varie dimensioni, presenza di buche, ecc.), al fine di non determinare una banalizzazione dell'ambiente fluviale.

Non rientrano in questa casistica il rifacimento totale con o senza incremento delle dimensioni o le costruzioni ex-novo delle opere e dei manufatti di difesa del suolo e di gestione della risorsa idrica **o la movimentazione di materiale dell'alveo** di qualsiasi genere e scopo, in quanto questi interventi sono soggetti alla procedura di Screening.

L'intervento di ricarico arginale con terreno di riporto o il rifacimento totale di un argine per una lunghezza massima di 500 m sono sempre possibili. Non rientrano in questa casistica il rifacimento totale di lunghezza maggiore di 500 m o le costruzioni ex-novo degli argini in quanto gli interventi sono soggetti alla procedura di Screening.

L'intervento previsto a progetto si conforma ai criteri indicati da RER nel Documento *"Elenco delle tipologie dei piani, dei programmi, dei progetti, degli interventi e delle attività di modesta entità ritenuti non incidenti negativamente sulle specie animali e vegetali e sugli habitat di interesse comunitario presenti nei siti della rete Natura 2000 dell'Emilia-Romagna e oggetto di pre-valutazione di incidenza regionale"* in quanto relativo a lavorazioni di ripristino e pulizia con sagomatura d'alveo senza che sia prevista alcuna movimentazione di materiale dell'alveo.

La realizzazione degli interventi sarà conformata al *"Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria di corsi d'acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della rete Natura 2000"* redatto da Regione Emilia Romagna.

3.2 Caratterizzazione geologica e geomorfologica del sito

Si rimanda alla Relazione Geologica di Elaborato 2022-1087-PR-GEO1 a firma del Dott Geol Fabrizio Giorgini.

3.3 Caratterizzazione sismica del sito

Elaborato 2022-1087-PR-STRI1 definisce l'azione sismica considerando la ubicazione cartografica del sito, le caratteristiche topografiche e litostratigrafiche nonché le caratteristiche della struttura oggetto di analisi.

La quantificazione della azione sismica verrà quindi condotta comparando quanto previsto da:

- DM 26.06.2014 § C.7.7.1
- DM 17.01.2018 § 7.11.6

3.4 Caratterizzazione idrogeologica e idraulica del sito

Il torrente Enza, affluente di destra del fiume Po, nasce nella regione appenninica, dal passo del Giogo e Monte Palerà a quota 1.425 m s.l.m., in prossimità dello spartiacque ligure-emiliano e scorre, per quasi tutta la sua lunghezza tra le province di Parma e di Reggio Emilia. La quota massima del bacino è rappresentata dai 2.016 m s.l.m. dell'Alpe di Succiso, la minima dai 24 m della foce in Po, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso a foce Po, è di circa 600 m s.l.m.. Il bacino idrografico presenta una superficie complessiva di circa 890 km² di cui 650 km² di bacino montano e 240 km² di bacino di pianura. Il corso del torrente si sviluppa lungo un'asta di circa 98 km.

Dalla sorgente fino a Canossa, l'asta si sviluppa in direzione nord-est, quindi prosegue prevalentemente verso nord fino allo sbocco in pianura, dove forma un vasto conoide avente apice a San Polo d'Enza; successivamente il corso d'acqua prosegue fino alla confluenza nel fiume Po, a Brescello. L'asta dell'Enza può essere distinta in tre tratti sufficientemente definiti, differenziati da caratteristiche precise:

- Il tratto montano, esteso sino alla confluenza del rio di Cerezzola, in comune di Ciano;
- Il tratto pedemontano, privo di arginature, esteso fino al ponte che collega Montecchio con Montechiarugolo;
- Il tratto di pianura, delimitato da argini continui fino al fiume Po, a valle del comune di Brescello.

Il tratto di torrente considerato nelle analisi idrauliche in oggetto è limitato dalla sezione trasversale 80 del PAI, a monte dell'area in esame, e dalle sezione 75 del PAI a valle, per un'estensione totale di circa 3,55 km.

In corrispondenza della sezione di chiusura all'altezza dell'abitato di Montechiarugolo – Montecchio Emilia, il torrente Enza sottende una porzione di bacino idrografico pari a circa 630 km². Nel tratto oggetto della modellazione numerica di dettaglio sono state prese in considerazione 6 sezioni topografiche, di cui una interpolata (78.1) in corrispondenza dell'area in esame. In questo tratto il torrente scorre tranquillo in un alveo ormai ampio con pendenze medie dello 0,5%.



Figura 10 – Planimetria con indicazione delle sezioni fluviali.

3.4.1. Rilievi topografici dell'alveo

Il tratto di corso d'acqua di interesse è stato oggetto di una campagna di rilievi topografici, che sono stati utilizzati per la determinazione delle caratteristiche geometriche dell'alveo, sia per la parte incisa che per la porzione dell'alveo di piena, sulla base delle quali sono state fatte le valutazioni idrauliche sulle condizioni di deflusso.

Le sezioni utilizzate per le simulazioni idrauliche sono quelle del rilievo topografico eseguito nel 2011 da parte della Autorità di bacino del Po. Ai fini delle verifiche idrauliche viene preso in considerazione un tronco di corso d'acqua sufficientemente esteso verso valle e monte del tratto di interesse, in modo tale da non essere influenzato dalle condizioni al contorno da assumere nelle simulazioni di calcolo; il limite di valle individuato è rappresentato dalla sezione 75, per una lunghezza complessiva d'asta pari a circa 2,20 km. Si precisa che non è stata inserita la cassa di espansione.

Le sezioni sono state implementate mediante l'attribuzione di un numero d'ordine, crescente da valle verso monte, e di una distanza progressiva, assunta sulla base dell'ascissa curvilinea dell'asse fluviale. Alla prima sezione di calcolo utilizzata per le elaborazioni, la numero 78, posta circa 1.000 m a monte della briglia (sez. EN_TR02), è stata assegnata la progressiva 0,000 km. L'ultima sezione, la numero 75, è posta 1.200 m a valle della briglia alla progressiva 2.200 m.

Per quanto riguarda, invece, la determinazione della geometria d'alveo in prossimità della briglia si è proceduto nel 2022 al rilievo topografico della briglia stessa e di un piano quotato e sezioni nell'area oggetto di studio.

3.4.2. Portate di progetto

Dagli elaborati della pianificazione precedentemente citati e, in particolare dal PAI, è stato possibile desumere le caratteristiche idrologiche ed idrauliche del torrente Enza lungo il tratto in esame.

In particolare, sono disponibili, oltre alle caratteristiche del bacino idrografico chiuso alla sezione d'interesse, anche le rispettive portate di piena per tempi di ritorno di 20, 200 e 500 anni definite nell'elaborato Profili di piena del PGRA in corrispondenza della sezione 78 a monte del ponte tra Montechiarugolo e Montecchio e riportate nella tabella seguente.

Progr. [km]	Sezione	Denominazione	Superficie [km ²]	Q20 [m ³ /s]	Q200 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
55.282	78	Montecchio Emilia	630,00	820	1.350	1.570

Tabella 1 - Valori di portata al colmo del torrente Enza per i tempi di ritorno di riferimento (cfr. PGRA tab. 4.34)

Attraverso il processo di interpolazione lineare della curva delle portate è stato possibile determinare il valore delle portate anche per tempi di ritorno pari a 50 a 100 anni e, come meglio dettagliato nel capitolo successivo, la portata di progetto per le opere provvisionali.

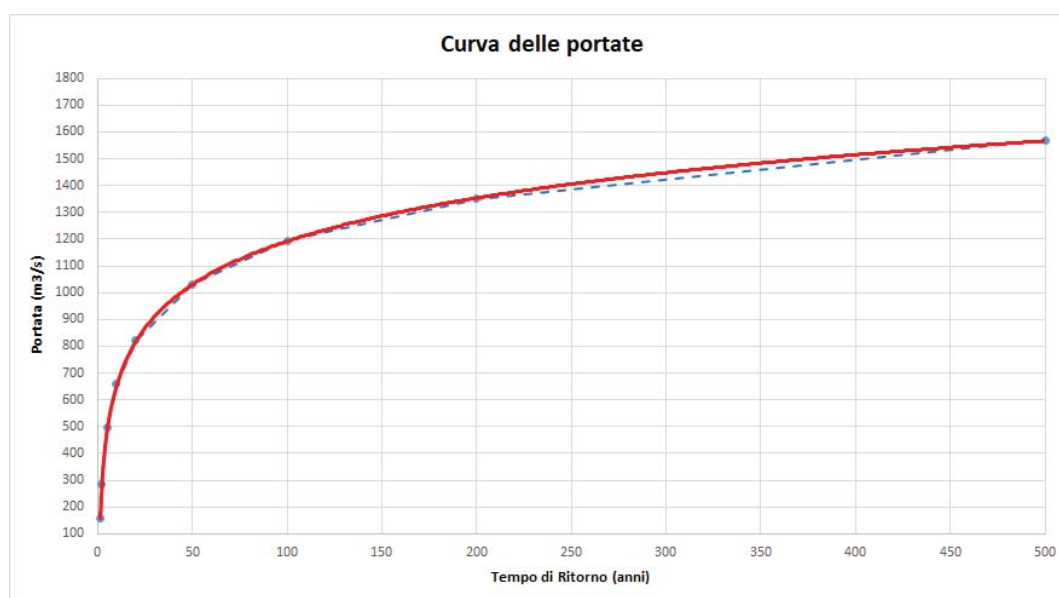


Figura 11 - Curva delle portate

Nella tabella seguente vengono riportati i valori delle portate per i rispettivi tempi di ritorno:

Tempo di ritorno	Portata (m³/s)
1.16	160
20	820
50	1.030
100	1.190
200	1.350
500	1.570

Tabella 2 - Valori delle portate con i rispettivi tempi di ritorno.

Il progetto non ha tra gli obiettivi la verifica idraulica del sistema ma unicamente la verifica strutturale della briglia nelle condizioni di massime sollecitazioni idrauliche e/o sismiche secondo le modalità di controllo previste da normative vigenti. Nell'ambito degli interventi di ripristino è tuttavia necessario l'approntamento di rilevati provvisori in alveo per la compartimentazione delle aree di intervento.



Figura 12 – Planimetria con realizzazione di argine provvisoria in destra idraulica per delimitazione area di cantiere

Relazione 2022-1087-PR-PSC08 allegata al Piano di Sicurezza e coordinamento ha quindi lo scopo di determinare i principali parametri idraulici di interesse del torrente Enza in corrispondenza dell'intervento di manutenzione straordinaria della briglia esistente a monte della cassa di espansione in località Montechiarugolo-Montecchio e di definire, attraverso criteri condivisi e comuni, le scelte progettuali in merito alle interazioni della infrastruttura con gli idrodinamismi del torrente anche in fase di cantiere.

Per la definizione delle portate di piena si è fatto riferimento all'allegato "Profili di Piena" del PGRA che contiene i valori di portata al colmo nelle sezioni più significative del torrente Enza per i tempi di ritorno rispettivamente di 20, 200 e 500 anni. Tutte le analisi sono state effettuate in accordo con le Direttive e le Norme Tecniche di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'AdBPo, e del PGRA. La presente analisi si è articolata nelle seguenti fasi:

- 1) Definizione del quadro conoscitivo morfologico mediante rilievi topografici – AIPO: al fine di procedere all'implementazione di un'analisi idraulica di maggior dettaglio delle aree oggetto di studio, sono state utilizzate le sezioni provenienti da una campagna di rilievi topografici di AIPO (2011). Per quanto riguarda, invece, la determinazione della geometria d'alveo in prossimità della briglia si è proceduto nel 2022 al rilievo topografico della briglia stessa e di un piano quotato e sezioni nell'area oggetto di studio.
- 2) Definizione del quadro conoscitivo idrologico di riferimento: dell'elaborato "Profili di piena" del PGRA è stato possibile desumere il valore delle portate in corrispondenza dell'area di intervento per tempi di ritorno pari a 20, 200 e 500 anni.

Attraverso il processo di interpolazione lineare della curva delle portate è stato possibile determinare il valore delle portate anche per tempi di ritorno pari a 50 a 100 anni e di progetto per le opere provvisionali.

- 3) Verifica delle condizioni idrauliche per tempi di ritorno di riferimento: a partire dalle caratteristiche morfologiche e idrologiche desunte dai quadri conoscitivi sopra introdotti, si è proceduto all'esecuzione di apposite analisi modellistiche monodimensionali di un tratto di circa 2,20 km del torrente Enza dalla sezione 78 alla sezione 75. Tali modellazioni hanno consentito di definire con maggior precisione le principali grandezze idrauliche, in particolare in termini di tiranti idrometrici e velocità, che s'instaurano per piene con tempo di ritorno di riferimento in prossimità del ponte Veggia. Il modello utilizzato è HEC-RAS River Analysis System, elaborato dal Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers (Versione 6.2). Grazie alle risultanze della modellazione, sono state stimate e valutate le interazioni sul profilo di rigurgito e ricavati i principali parametri idraulici (altezza idrica e velocità della corrente). In questo caso i criteri e i franchi di rispetto imposti discendono dalla Direttiva dell'Autorità di Bacino del fiume Po contenente i "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e d'interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B" approvata con DPCM del 4 maggio 2001 e pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n° 183 del 8/08/2001;
- 4) Definizione dei parametri idraulici per le opere provvisionali: si sono determinati, mediante simulazione numerica, i livelli idrometrici che si instaurano al deflusso della portata calcolata per i tempi di ritorno di progetto, anche in base alla vita utile dell'opera e alla durata dei lavori prevista. Dai risultati ottenuti, in questa fase progettuale, si sono determinati i livelli idrometrici di riferimento rispetto ai quali dimensionare le citate opere di cantierizzazione necessarie per la realizzazione degli interventi di ripristino corticale dei cementi in corrispondenza dell'alveo mantenendo un franco adeguato sia per la incolumità degli operai, sia per evitare influenze negative sui profili di rigurgito.

Il modello utilizzato, è HEC-RAS River Analysis System, elaborato da Hydrologic Engineering Center dell' US Army Corps of Engineers (versione 6.2, marzo 2022).

4 OBIETTIVI DEL PROGETTO

Il progetto consiste nel ripristino della sezione c.a. e dello strato corticale del manufatto idraulico della briglia selettiva di monte. L'intervento di ripristino sarà preceduto da lavorazioni di pulizia del manufatto con rimozione dei detriti arborei e del materiale inerte accumulatosi per una ampiezza di circa 70ml in sponda sx, ossia pari al 50% della ampiezza della briglia. La sistemazione del presidio idraulico verrà quindi completata dalla sistemazione della mantellata in massi posta a valle della briglia di dissipazione, attualmente disconnessa e rimossa dal consistente fenomeno erosivo innescatosi a valle della briglia.

Il completo ripristino della briglia selettiva richiede ovviamente un intervento esteso su tutta l'ampiezza della traversa che verrà organizzato in due stralci funzionali di intervento.

Le attività a primo stralcio funzionale comprenderanno quindi:

- La pulizia del fronte occluso ed interrato in sponda sx (70ml);
- Il ripristino della sezione in c.a. e corticale delle parti della briglia in sponda dx (70ml);
- La sistemazione della mantellata in massi non cementati dei tratti caratterizzati da maggiore erosione

Il secondo Stralcio vedrà quindi il completamento:

- Delle attività di ripristino della sezione in c.a. e corticale della briglia in sponda sx
- Della sistemazione della mantellata in massi non cementati lungo l'intero fronte della briglia.

La programmazione a secondo stralcio funzionale delle lavorazioni di ripristino sezionale e corticale dello sviluppo di briglia attualmente interrato e non ispezionabile, consentirà di affinare la meglio la consistenza delle diverse tipologie di intervento sulle parti di manufatto oggi non visibili.

L'intervento NON modifica lo schema statico e non altera le condizioni di carico del manufatto esistente in quanto sia la struttura in c.a. della briglia, cautelativamente verificata con lo schema statico di trave a sezione variabile su doppio appoggio, che delle diaframature in c.a. di ammortamento di monte e di valle sono state verificate idonee con riferimento alle combinazioni statiche SLU e sismiche SLV.

In particolare, le combinazioni SLU hanno considerato:

- Bacino vuoto e sole spinte (a riposo) del terreno di monte considerando la briglia interrata a monte sino alla soglia di sfioro e completamente erosa a valle sino alla quota di intradosso platea;
- Massime condizioni idrometriche con spinta idrostatica ed idrodinamica non compensata pari alla altezza del paramento di monte e sottospinta pari alla medesima differenza di battente idrometrico. Spinta efficace delle terre di monte con configurazione analoga alle ipotesi di bacino vuoto

Le verifiche SLU sono state quindi condotte valutando:

- la spinta delle terre di monte con applicazione di un coefficiente di spinta a riposo piuttosto che di spinta attiva;
- l'assenza di spinta passiva del terreno di valle, ipotizzando il completo scalzamento a valle (circostanza non ancora concretizzata in sito).

Le verifiche SLV sono state condotte valutando:

- Bacino vuoto con spinta (a riposo) delle terre di monte con massimo interrimento (pari alla quota della soglia di sfioro) ed incremento in condizioni sismiche delle terre di monte (mediante applicazione della formulazione di Mononobe Okabe), assenza di spinta passiva da parte de terreno di valle, azione sismica applicata con metodo pseudo-statico (ammesso per questo genere di manufatti) in direzione orizzontale verso valle ed in direzione verticale ad incremento delle azioni assiali sui diaframmi
- Bacino pieno con spinta efficace (a riposo) delle terre di monte con massimo interrimento (pari alla quota della soglia di sfioro) ed incremento in condizioni sismiche delle terre di monte (mediante applicazione della formulazione di Mononobe Okabe), assenza di spinta passiva da parte de terreno di valle, azione sismica applicata con metodo pseudo-statico (ammesso per questo genere di manufatti) in direzione orizzontale verso valle ed in direzione verticale ad incremento delle azioni assiali sui diaframmi. Massimo battente idrometrico non compensato pari alla altezza del paramento di monte con relative spinte idrostatica, idrodinamica, sottospinta. Concomitanza al 30% della azione sismica con relative componenti verticali ed orizzontali oltre ad incremento sismico della spinta dei terreni di monte
- Bacino pieno concomitante al 30% con spinta efficace (a riposo) delle terre di monte con massimo interrimento (pari alla quota della soglia di sfioro) ed incremento in condizioni sismiche delle terre di monte (mediante applicazione della formulazione di Mononobe Okabe), assenza di spinta passiva da parte del terreno di valle, azione sismica applicata con metodo pseudo-statico (ammesso per questo genere di manufatti) in direzione orizzontale verso valle ed in direzione verticale ad incremento delle azioni assiali sui diaframmi. Massimo battente idrometrico non compensato pari alla altezza del paramento di monte con relative spinte idrostatica, idrodinamica, sottospinta. Concomitanza al 100% della azione sismica con relative componenti verticali ed orizzontali oltre ad incremento sismico della spinta dei terreni di monte

Per maggiori dettagli si rimanda alla Verifica di Sicurezza e di vulnerabilità sismica della struttura esistente di Elaborato 2022-1087-CR-STR3.

L'assenza di spostamenti o cedimenti differenziali tra i conci, accertata dal rilievo topografico acquisito in fase preliminare, ha confermato la stabilità del manufatto idraulico.

4.1 Descrizione della struttura idraulica esistente

Il manufatto di briglia attuale è l'esito di due interventi successivi che hanno generato due differenti tipologici di sezione trasversale, entrambi oggetto di verifica strutturale.

Con i lavori del 1996, infatti una struttura esistente è stata prolungata , o meglio spostata verso la sponda sx di 45ml.

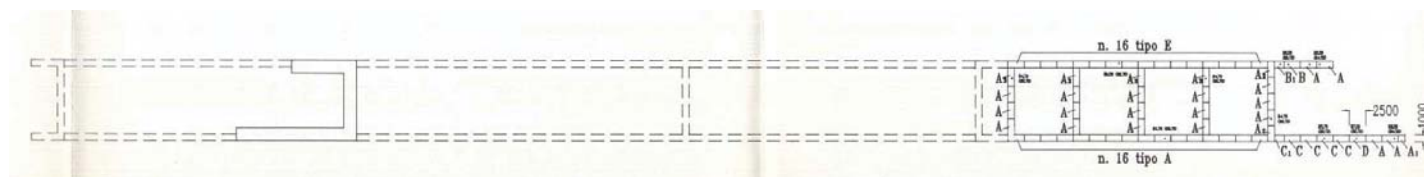


Figura 13: Planimetria delle diaframature di fondazione da progetto 1996 – Tavola 46

Durante i lavori venne quindi decisa la realizzazione di una diaframmatura di ammassamento di monte lungo il tratto di 99ml occupato dalla traversa esistente, generando la sezione tipologica di figura seguente. Il tratto di prolungamento (spostamento) della traversa venne infine definito in 41ml. Di seguito si riporta la planimetria delle diaframature come realizzate in corso d'opera.

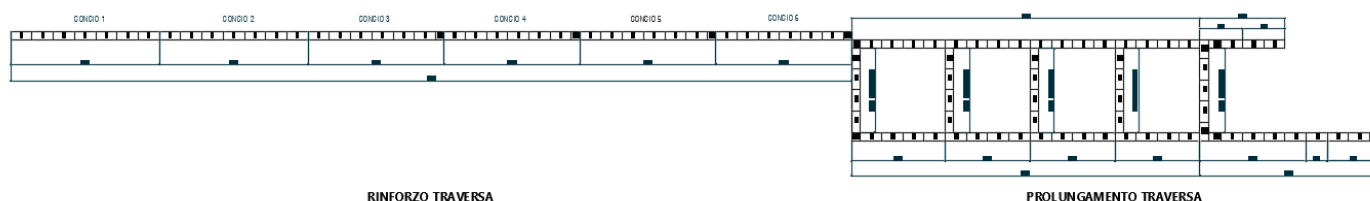


Figura 14: Planimetria delle diaframature come realizzate (Libretto misure SAL 10)

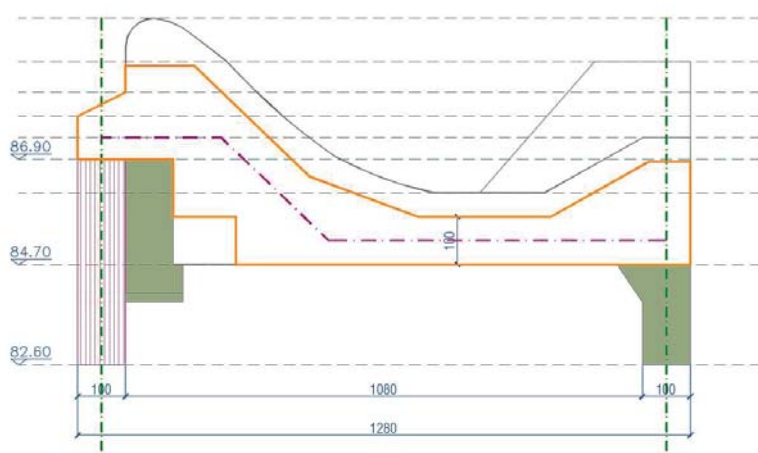


Figura 15: Sezione trasversale briglia "rinforzata"

In dettaglio, l'intervento di rinforzo sulla sezione di briglia esistente è consistito nella realizzazione di una diaframmatura di monte di spessore pari a 100cm, altezza di 4.3m con quota di sommità del pannello pari a 86.90m.s.l.m.. La struttura in c.a. della briglia venne quindi rinforzata ed adattata secondo i criteri schematizzati in figura seguente.

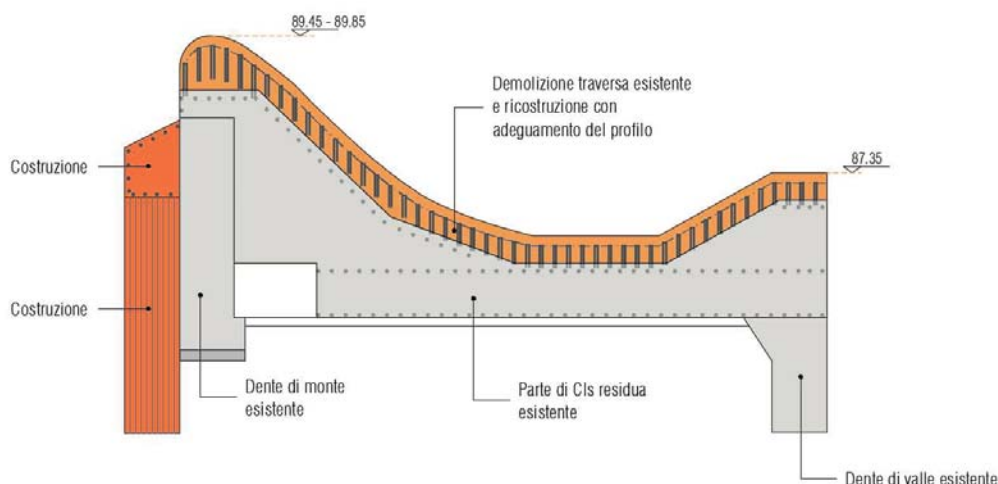


Figura 16: Interventi di adeguamento e rinforzo della briglia esistente

Il tratto di prolungamento presenta invece la sezione tipologica seguente:

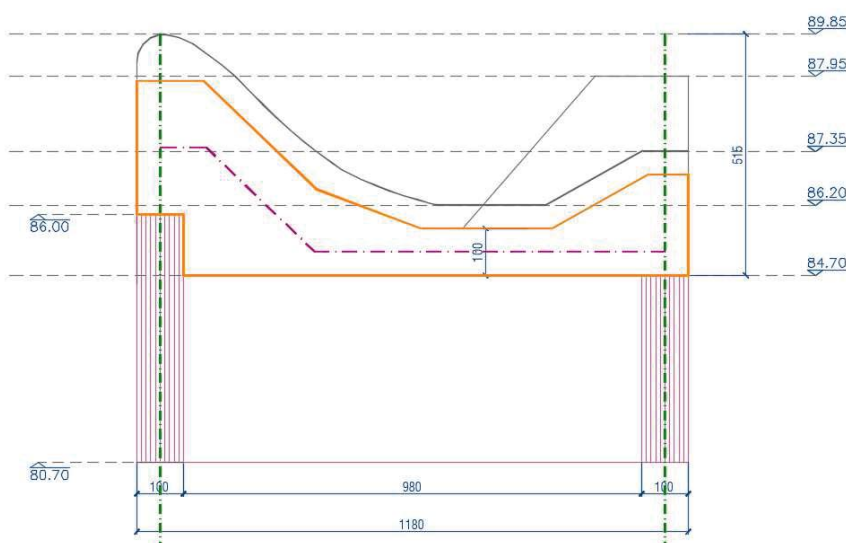


Figura 17: Sezione trasversale del tratto di briglia in prolungamento

Con diaframature di monte e di valle di spessore pari a 100cm e quota di imposta pari a 80.70m.s.l.m.. Entrambe le sezioni presentano denti di valle di ampiezza pari a 160cm posti ad interasse di 320cm.

4.2 Interventi previsti

Come già esposto in relazione, la mappatura dello stato del degrado ha evidenziato condizioni di ammaloramento di differenti gravità, come graficamente illustrate in elaborati grafici 2022-1087-PR-SF07.1-2-3, tra cui:

- Abrasione contenuta allo spessore del copriferro, ossia limitata ai primi 40mm del manufatto;
- Erosione estesa ad uno spessore prossimo ai 70mm e tale da esporre le armature di estradosso;
- Distacchi di parti in c.a., di spessori maggiori i 70mm, con parzializzazione della sezione.

Per i quali sono stati definiti specifici protocolli di intervento, come di seguito illustrati.

4.2.1. TIPO 1 – ABRASIONE SUPERFICIALE

Degrado materico con perdita di materiale superficiale per uno spessore variabile da 10 a 40 mm per il quale si prevede il seguente protocollo di ripristino:

- 1. Preparazione del supporto**
 - Asportazione di tutte le parti incoerenti, eseguita mediante **idroscarifica e/o idrodemolizione** con sistema robotizzato ad avanzamento automatico atto ad asportare tutte le parti ammalorate e/o in fase di distacco anche di precedenti interventi, fino ad ottenere una superficie meccanicamente resistente e con ruvidità omogenea su tutta la superficie di almeno 5 mm.
 - **Lavaggio** accurato di tutta la superficie, con acqua ad alta pressione ≥ 300 bar, in modo da allontanare dal supporto ogni residuo di sporco lasciato dalla precedente lavorazione
- 2. Passivazione dei ferri di armatura eventualmente affioranti (preventivamente puliti dalla ruggine)**
 mediante applicazione di malta cementizia anticorrosiva. La stesura del prodotto sarà effettuata a pennello, in due mani, per uno spessore totale non inferiore a 2 mm. Il prodotto passivante utilizzato dovrà rispondere ai principi definiti nella norma EN 1504-9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi") ed ai requisiti minimi richiesti dalla norma EN 1504-7 ("Protezione contro la corrosione delle armature").
- 3. Saturazione del sottofondo**
 Saturazione del sottofondo bagnando con acqua in pressione, al fine di evitare la sottrazione di acqua alla malta da applicare, con conseguente perdita delle caratteristiche espansive. Prima di applicare la malta si dovrà

attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso. Per facilitare quest'operazione si potrà, se necessario, utilizzare aria compressa.

4. Ricostruzione delle sezioni in calcestruzzo

Con malta di classe R4 monocomponente a consistenza plastica (tissotropica), a ritiro compensato, resistente ai solfati, fibrorinforzata con fibre polimeriche strutturali, a comportamento incrudente, specifica per il ripristino di strutture in calcestruzzo. Al momento del confezionamento la malta dovrà essere miscelata con l'aggiunta dello 0,25% di additivo liquido stagionante in grado di ridurre il ritiro idraulico e l'insorgere di microfessurazioni. I prodotti dovranno rispondere ai principi definiti nella EN 1504-9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi") e ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 ("Riparazione strutturale e non strutturale") per le malte strutturali di classe R4. **Singolo strato di ripristino** dello spessore massimo di 30-40mm per il quale non è necessaria applicazione di rete elettrosaldata di contrasto.

5. Rasatura complessiva della superficie

Effettuata con malta cementizia monocomponente resistente ai solfati, per la finitura del calcestruzzo. Caratterizzata da elevata adesione al sottofondo e elevata resistenza all'abrasione. **Singola mano di stesa di spessore massimo pari a 3mm..**

4.2.2. TIPO 2 – ABRASIONE PROFONDA (EROSIONE)

Degrado materico con perdita di materiale superficiale per uno spessore variabile da 40mm a 70mm per il quale si prevede il seguente protocollo di ripristino:

1. Preparazione del supporto

- Asportazione di tutte le parti incoerenti, eseguita mediante **idroscarifica e/o idrodemolizione** con sistema robotizzato ad avanzamento automatico atto ad asportare tutte le parti ammalorate e/o in fase di distacco anche di precedenti interventi, fino ad ottenere una superficie meccanicamente resistente e con ruvidità omogenea su tutta la superficie di almeno 5 mm.
- **Lavaggio** accurato di tutta la superficie, con acqua ad alta pressione ≥ 300 bar, in modo da allontanare dal supporto ogni residuo di sporco lasciato dalla precedente lavorazione

2. Passivazione dei ferri di armatura eventualmente affioranti (preventivamente puliti dalla ruggine)

mediante applicazione di malta cementizia anticorrosiva. La stesura del prodotto sarà effettuata a pennello, in due mani, per uno spessore totale non inferiore a 2 mm. Il prodotto passivante utilizzato dovrà rispondere ai principi definiti nella norma EN 1504-9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi") ed ai requisiti minimi richiesti dalla norma EN 1504-7 ("Protezione contro la corrosione delle armature").

3. Integrazione delle armature con inghisaggi effettuati mediante utilizzo di fissaggio chimico a matrice epossidica

Per sfruttare al massimo l'azione di contrasto della rete stessa nei confronti dell'espansione della malta, l'armatura deve essere applicata distanziata da sottofondo e fissata con connettori, in modo da garantire un copriferro di almeno 20 mm.

4. Saturazione del sottofondo

Saturazione del sottofondo bagnando con acqua in pressione, al fine di evitare la sottrazione di acqua alla malta da applicare, con conseguente perdita delle caratteristiche espansive. Prima di applicare la malta si dovrà attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso. Per facilitare quest'operazione si potrà, se necessario, utilizzare aria compressa.

5. Ricostruzione delle sezioni in calcestruzzo

Con malta di classe R4 monocomponente a consistenza plastica (tissotropica), a ritiro compensato, resistente ai solfati, fibrorinforzata con fibre polimeriche strutturali, a comportamento incrudente, specifica per il ripristino di strutture in calcestruzzo. Al momento del confezionamento la malta dovrà essere miscelata con l'aggiunta dello 0,25% di additivo liquido stagionante in grado di ridurre il ritiro idraulico e l'insorgere di microfessurazioni. I prodotti dovranno rispondere ai principi definiti nella EN 1504-9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la

riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi") e ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 ("Riparazione strutturale e non strutturale") per le malte strutturali di classe R4. **Doppio strato di ripristino** dello spessore massimo di 60-70mm da eseguire per singoli strati di 30-40mm.

6. Rasatura complessiva della superficie

Effettuata con malta cementizia monocomponente resistente ai solfati, per la finitura del calcestruzzo. Caratterizzata da elevata adesione al sottofondo e elevata resistenza all'abrasione. **Singola mano di stesa di spessore massimo pari a 3mm.**

4.2.3. TIPO 3 – DISTACCO

Riduzione della sezione in c.a. con distacchi di spessore maggiore di 70mm per il quale si prevede il seguente protocollo di ripristino:

1. Preparazione del supporto

- Asportazione di tutte le parti incoerenti, eseguita mediante **idroscarifica e/o idrodemolizione** con sistema robotizzato ad avanzamento automatico atto ad asportare tutte le parti ammalorate e/o in fase di distacco anche di precedenti interventi, fino ad ottenere una superficie meccanicamente resistente e con ruvidità omogenea su tutta la superficie di almeno 5 mm.
- **Lavaggio** accurato di tutta la superficie, con acqua ad alta pressione ≥ 300 bar, in modo da allontanare dal supporto ogni residuo di sporco lasciato dalla precedente lavorazione

2. Passivazione dei ferri di armatura eventualmente affioranti (preventivamente puliti dalla ruggine)

mediante applicazione di malta cementizia anticorrosiva. La stesura del prodotto sarà effettuata a pennello, in due mani, per uno spessore totale non inferiore a 2 mm. Il prodotto passivante utilizzato dovrà rispondere ai principi definiti nella norma EN 1504-9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi") ed ai requisiti minimi richiesti dalla norma EN 1504-7 ("Protezione contro la corrosione delle armature").

3. Integrazione delle armature con inghisaggi effettuati mediante utilizzo di fissaggio chimico a matrice epossidica

Per sfruttare al massimo l'azione di contrasto della rete stessa nei confronti dell'espansione della malta, l'armatura deve essere applicata distanziata da sottofondo e fissata con connettori, in modo da garantire un copriferro di almeno 20 mm.

4. Saturazione del sottofondo

Saturazione del sottofondo bagnando con acqua in pressione, al fine di evitare la sottrazione di acqua alla malta da applicare, con conseguente perdita delle caratteristiche espansive. Prima di applicare la malta si dovrà attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso. Per facilitare quest'operazione si potrà, se necessario, utilizzare aria compressa.

5. Ricostruzione delle sezioni in calcestruzzo

Con malta di classe R4 monocomponente a consistenza plastica (tissotropica), a ritiro compensato, resistente ai solfati, fibrorinforzata con fibre polimeriche strutturali, a comportamento incrudente, specifica per il ripristino di strutture in calcestruzzo. Al momento del confezionamento la malta dovrà essere miscelata con l'aggiunta dello 0,25% di additivo liquido stagionante in grado di ridurre il ritiro idraulico e l'insorgere di microfessurazioni. I prodotti dovranno rispondere ai principi definiti nella EN 1504-9 ("Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo: definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. Principi generali per l'uso dei prodotti e sistemi") e ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 ("Riparazione strutturale e non strutturale") per le malte strutturali di classe R4. **Doppio o triplo strato di ripristino** dello spessore massimo di 70-120mm da eseguire per singoli strati di 40-50mm.

6. Rasatura complessiva della superficie

Effettuata con malta cementizia monocomponente resistente ai solfati, per la finitura del calcestruzzo. Caratterizzata da elevata adesione al sottofondo e elevata resistenza all'abrasione. **Singola mano di stesa di spessore massimo pari a 3mm.**

5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Come da indicazioni di Disciplinare di affidamento di incarico, si è proceduto alla verifica strutturale secondo le normative vigenti, quali:

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
3. D.Min.II.TT 26.06.2014 "Norme tecniche per la progettazione e costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)" – G.U. n.156 del 08/07/2014.
4. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
5. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
6. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
7. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
8. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
9. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
10. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
11. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
12. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
13. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
14. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
15. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
16. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
17. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
18. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
19. UNI EN 1991-1-3:2015 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
20. UNI EN 1991-1-4:2010 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
21. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
22. UNI EN 1992-1-1:2015 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e per gli edifici.
23. UNI EN 1992-1-2:2019 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
24. UNI EN 1993-1-1:2014 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
25. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
26. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
27. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
28. UNI EN 1995-1-1:2014 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali –comuni e per gli edifici.
29. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
30. UNI EN 1996-1-1:2013 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
31. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
32. UNI EN 1997-1:2013 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

33. UNI EN 1998-1:2013 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
34. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
35. UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

6 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI ESISTENTI

A seguire una breve sintesi delle prescrizioni progettuali e delle assunzioni di analisi strutturale adottate nella verifica dei manufatti esistenti. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali 2022-1087-PR-STR2 e 2022-1087-PR-GEO3. La caratterizzazione del calcestruzzo e dell'acciaio per c.a. della traversa di dissipazione di monte è sviluppata in considerazione della campagna di indagini diagnostiche commissionate negli anni 2019 e 2020 dalla Stazione Appaltante ed illustrate in elaborato tecnico 2022-1087-PR-GEO3.

In considerazione delle caratteristiche di ripetitività della struttura nonché dell'acquisizione degli elaborati progettuali originari e della numerosità di prove dirette effettuate, si è ritenuto conforme alle indicazioni di Circolare 2019 **l'applicazione di un livello di conoscenza pari a LC3 (con FC=1) per la valutazione della platea e della struttura di elevazione della traversa. I diaframmi strutturali, in quanto non indagati e di difficile indagine diretta, saranno invece valutati con LC2.**

La verifica della struttura esistente è stata quindi sviluppata considerando calcestruzzo di classe:

- C32/40 per le strutture di elevazione con FC=1
- C20/25 per le strutture di fondazione con FC=1
- Come dichiarato a progetto, ossia C25/30, con FC=1.20 per le diaframme di fondazione

L'acciaio per armature è assunto di tipo B450C.

I materiali sono stati mantenuti in campo elastico in considerazione della natura monolitica degli elementi strutturali che compongono la briglia.

Il calcestruzzo in opera è stato caratterizzato in ragione delle 15 prove a rottura delle rispettive carote prelevate in occasione della campagna di indagini 2019.

Durante la campagna di indagini diagnostiche sono state estratte 3+3 campioni di barre. I valori medi sui 6 campioni delle tensioni di snervamento e rottura sono rispettivamente pari a **539 MPa e 662MPa**, ossia comparabili con i livelli prestazionali di un acciaio di tipo B450C (a progetto 1996 l'acciaio d'armatura è dichiarato essere di tipo FeB44k).

6.1 Prescrizioni dei materiali di progetto

6.1.1. Malta cementizia anticorrosiva per la passivazione dei ferri d'armatura

Malta cementizia anticorrosiva, monocomponente, a base di leganti cementizi, polimeri in polvere e inibitori di corrosione. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto a doppia mano, asportando il calcestruzzo ammalorato fino ad ottenere un sottofondo solido, esente da parti in distacco e sufficientemente ruvido e successiva rimozione dai ferri d'armatura della ruggine presente, mediante idrosabbatura o spazzolatura meccanica (da computarsi a parte) avendo cura di portare la superficie a metallo bianco (grado SA 2½).

Il prodotto, adatto per il trattamento protettivo ricalcinizzante dei ferri d'armatura, dovrà possedere un pH superiore a 12, livello minimo per garantire la passivazione del ferro ed essere applicato a pennello in due mani avendo cura di coprire totalmente ed in modo omogeneo la superficie del ferro per uno spessore totale delle due mani non inferiore ai 2 mm. L'applicazione della prima mano dovrà essere eseguita fino a raggiungere uno spessore di 1 mm per tutta la lunghezza della barra, la seconda mano potrà essere applicata, in condizioni ambientali normali, dopo circa 2 ore dall'applicazione della prima mano o il giorno successivo, preferibilmente entro le 24 ore, in funzione dell'organizzazione del cantiere. Durante l'operazione si sporcherà inevitabilmente anche il calcestruzzo circostante i ferri di armatura, ciò non deve pregiudicare e alterare l'aderenza delle malte da ripristino che saranno utilizzate successivamente.

Il tempo di attesa prima della applicazione della malta da ripristino è pari a 6-24 ore (temperatura media +20°C)

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla UNI EN 1504-7 e avere le seguenti caratteristiche prestazionali

CARATTERISTICA PRESTAZIONALE	METODO DI PROVA	REQUISITI IN ACCORDO EN1504-7	PRESTAZIONE PRODOTTO
Adesione su cls (supporto tipo MC0,40) rapporto a/c=0.4 EN 1766 (MPa)	EN 1542	Non richiesto	≥ 2,0
Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio carico relativo ad uno spostamento di 0,1mm	EN 15184	Carico pari almeno all'80% del carico determinato su armatura non rivestita	Specificata superata
Resistenza alla corrosione -10 cicli di condensazione in acqua -10 cicli di anidride solforosa secondo EN ISO 6988 -5gg in nebbia salina secondo EN 60068-2-11	EN 15183	Dopo la serie dei cicli le barre d'acciaio rivestite devono essere esenti da corrosione. La penetrazione della ruggine all'estremità della piastra d'acciaio priva di rivestimento deve essere <1	Specificata superata

6.1.2. Fissaggio chimico a matrice epossidica dei ferri d'armatura

Fissaggio chimico a base di resina epossidica pura per carichi strutturali. Certificato per barre filettate, ferri di ripresa, fori carotati, carichi sismici C2 con le seguenti caratteristiche prestazionali:

CARATTERISTICA PRESTAZIONALE	METODO DI PROVA	PRESTAZIONE PRODOTTO
Resistenza a compressione	EN 196-1	120 N/mm ²
Resistenza a flessione	EN 196-1	42 N/mm ²
Modulo Elastico	EN 196-1	10.080 N/mm ²
Resistenza agli UV		Buona
Resistenza chimica		Eccellente
Resistenza all'acqua	EN 12390-8	Eccellente
Temperatura di esercizio		da -40°C a +72°C
Isolamento elettrico	IEC 93	1.2x10 ¹² Ω m
Conducibilità termica		0,47 W/mk
Durezza Shore D		85

Parametri d'installazione barre d'armatura														
Barra ad aderenza migliorata			Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32	Ø36	Ø40	
Diametro della barra d'armatura	d	mm	8	10	12	14	16	20	25	28	32	36	40	
Diametro del foro nel calcestruzzo	d ₀	mm	12	14	16	18	20	24	32	35	40	46	50	
Distanza minima dal bordo	c _{min}	mm	40	50	60	70	80	100	125	140	160	180	200	
Interasse minimo tra le barre	s _{min}	mm	40	50	60	70	80	100	125	140	160	180	200	
Profondità d'ancoraggio minima e massima della barra d'armatura	h _{ef}	h _{ef,min}	mm	60	60	70	75	80	90	100	112	128	340	360
		h _{ef,max}	mm	96	120	144	168	192	240	300	336	384	340	360
Spessore minimo dell'elemento di calcestruzzo	h _{min}	mm	h _{ef} + 30 mm (≥ 100 mm)				h _{ef} + 2 d ₀							

Figura 18: Specifiche di inghisaggio delle barre d'armatura

6.1.3. Malta di classe R4 monocomponente a consistenza plastica (tissotropica), a ritiro compensato, resistente ai solfati, fibrorinforzata con fibre polimeriche strutturali, a comportamento incrudente, specifica per il ripristino di strutture in calcestruzzo

Malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, di classe R4, resistente ai solfati, rinforzata con fibre polimeriche strutturali, a comportamento incrudente, per spessori da 1 a 5 cm per strato.

Fornitura e posa in opera di malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, a comportamento incrudente, composta da cementi ad alta resistenza ai solfati, aggregati selezionati, fibre polimeriche strutturali e speciali additivi per la ricostruzione di strutture degradate in calcestruzzo dove é richiesta un'elevata duttilità. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto asportando il calcestruzzo ammalorato fino ad ottenere un sottofondo solido, esente da parti in distacco e sufficientemente ruvido.

Pulizia dei ferri di armatura a metallo bianco e successivo trattamento passivante mediante applicazione a pennello di doppia mano di malta cementizia anticorrosiva bicomponente. Il prodotto dovrà essere applicato su sottofondo pulito e

saturo di acqua, a spruzzo con pompa intonacatrice, **in uno spessore compreso tra 1 e 5 cm per strato**. Per migliorare l'espansione all'aria durante i primi giorni di stagionatura, il prodotto dovrà essere miscelato con l'aggiunta di uno speciale additivo stagionante in grado di ridurre sia il ritiro plastico che il ritiro idraulico in un dosaggio pari allo 0,25% in peso sul peso della malta. Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 per le malte strutturali di classe R4 e avere le seguenti caratteristiche prestazionali (acqua di impasto 17%):

CARATTERISTICA PRESTAZIONALE	METODO DI PROVA	REQUISITI IN ACCORDO EN 1504-3 malte R4	PRESTAZIONE PRODOTTO
Massa volumica	EN 1015-16		2.100 kg/m ³
Resistenza a compressione (MPa)	EN 12190	≥ 45 (dopo 28 gg)	>20 (dopo 1g) >50 (dopo 7g) >65 (dopo 28g)
Resistenza a compressione caratteristica (MPa) su provini 40x40x160mm Rck	EN 12190	Non richiesto	≥ 60 (dopo 28 g)
Resistenza a flessione (MPa)	EN 196/1	Non richiesto	8 (dopo 1g) 9 (dopo 7g) 13 (dopo 28g)
Modulo elastico a compressione (GPa)	EN 13412	≥ 20 (dopo 28 g)	27 (dopo 28g)
Adesione su calcestruzzo EN 1766 (MPa) Supporto tipo MC 0,40 – Rapporto a/c=0.40	EN 1542	≥ 2 (dopo 28g)	> 2 dopo (dopo 28 gg)
Espansione contrastata (µm/mm)	UNI 8147 met.A	Non richiesto	400 dopo 1 g
Resistenza alla carbonatazione accelerata	EN 13295	Profondità di carbonatazione ≤ del calcestruzzo di riferimento (tipo MC 0,45 rapporto a/c=0,45) secondo UNI 1766	Specifica superata
Assorbimento capillare (kg/m² h^{0.5})	EN 13057	≤ 0,5	< 0,08
Impermeabilità all'acqua (mm) Profondità di penetrazione	EN 12390/8	Non richiesto	< 5
Compatibilità termica Misurata come adesione secondo EN 1542 (MPa) -cicli gelo/disgelo con Sali disgelanti -cicli termopraleschi -cicli termici a secco	EN13687/1 EN13687/2 EN13687/4	≥2 (dopo 50 cicli) ≥2 (dopo 30 cicli) ≥2 (dopo 30 cicli)	>2 >2 >2
Classe di esposizione	EN 206/1	Non richiesto	X0, XC1, XC2, XC3, XC4 XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3 XF1, XF2, XF3, XF4, XA1
Resistenza di prima fessurazione (MPa) f_{fr}	UNI 11039/2	Non richiesto	5,1
Indice di duttilità D_i (0,6-3,0mm)	UNI 11039/2	Non richiesto	≥ 1,1 Classe D _{H0}
Limite di proporzionalità (LOP) (MPa)	EN 14651	Non richiesto	f _{ct,L} 5,4
Resistenza a flessione residua (MPa) CMOD1= 500 µm CMOD2=1.500 µm CMOD3=2.500 µm CMOD4=3.500 µm	EN 14651	Non richiesto	f _{R1} 4,0 f _{R2} 6,4 f _{R3} 6,7 f _{R4} 6,0
Reazione al fuoco	EN 13501-1	Euroclasse	A1

6.1.4. Additivo liquido stagionante in grado di ridurre il ritiro idraulico e l'insorgere di microfessurazioni

Additivo stagionante per malte cementizie e calcestruzzi, in grado di ridurre il ritiro idraulico e la formazione di microfessurazioni. Additivo stagionante liquido esente da cloruri, per il confezionamento di calcestruzzi ordinari e autocompattanti e/o betoncini, in grado di consentire a tali prodotti di espandere all'aria anche durante i primi giorni di stagionatura, riducendo la comparsa di microfessurazioni oltre a ottenere un ritiro idraulico finale molto contenuto. L'additivo deve essere compatibile con tutti gli additivi superfluidificanti tradizionali a base di naftalensolfonato, i nuovi additivi acrilici di ultima generazione e con tutti i cementi previsti dalla normativa UNI EN 197/1.

Consumo:

- per malte: 0,25-0,5% sul peso del premiscelato
- per calcestruzzi e betoncini: 5-8 l/m³

6.1.5. Malta cementizia monocomponente resistente ai solfati, per la finitura del calcestruzzo. Caratterizzata da elevata adesione al sottofondo e elevata resistenza all'abrasione

Malta cementizia monocomponente resistente ai solfati, per il ripristino, la rasatura e la protezione del calcestruzzo soggetto a forte abrasione. Fornitura e posa in opera di malta monocomponente, resistente ai solfati e ad alta resistenza all'abrasione a base di cementi ad alta resistenza, aggregati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in polvere idonea per la regolarizzazione e protezione di tutte le superfici in calcestruzzo. Il prodotto deve rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 per le malte strutturali di classe R4 e ai requisiti minimi della EN 1504-2 rivestimento (C), secondo i principi MC, PR e IR, per la protezione del calcestruzzo. Il prodotto dovrà essere applicato nello spessore massimo, per strato, di circa 2-3 mm e successivamente rifinito con frattazzo di spugna. Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali: Caratteristiche meccaniche impiegando il 16% di acqua, spessore 2,5mm.

CARATTERISTICA PRESTAZIONALE	METODO DI PROVA	REQUISITI IN ACCORDO EN 1504-3 malte R4	PRESTAZIONE PRODOTTO
Massa volumica	EN 1015-16		2.100 kg/m³
Resistenza a compressione (MPa)	EN 12190	≥ 45 (dopo 28 gg)	>15 (dopo 1g) >40 (dopo 7g) >50 (dopo 28g)
Resistenza a flessione (MPa)	EN 196/1	Non richiesto	4 (dopo 1g) 7 (dopo 7g) 8 (dopo 28g)
Modulo elastico a compressione (GPa)	EN 13412	≥ 20 (dopo 28gg)	≥ 20 (dopo 28g)
Adesione su calcestruzzo EN 1766 (MPa) Supporto tipo MC 0,40 Per sistemi rigidi senza traffico ≥ 2,0	EN 1542	≥ 2 (dopo 28gg)	≥ 2 dopo (28 gg)
Compatibilità termica misurata come adesione EN 1542 (MPa) Cicli gelo-disgelo con Sali disgelanti	EN 13687/1	≥ 2 (dopo 50 cicli)	≥ 2
Resistenza alla carbonatazione accelerata	EN 13295	Profondità di carbonatazione ≤ del calcestruzzo di riferimento (tipo MC 0,45 rapporto a/c=0,45) secondo UNI 1766	Specifica superata
Assorbimento capillare (kg/m² h^{0,5})	EN 13057	≤ 0,5	< 0.5
Impermeabilità espressa come coefficiente di permeabilità all'acqua libera (kg/m²h ^{0,5})	EN 1062-3	Non richiesto	W<0.1 Classe III (bassa permeabilità all'acqua) EN 1062-1
Permeabilità al vapore acqueo Spessore aria equivalente S _D (m)	EN ISO 7783-1	Classe I S _D (m) <5m Classe II 5m ≤ S _D (m) ≤ 50m Classe III S _D (m) >50m	Classe I S _D (m) <5m permeabile al vapore acqueo
Resistenza all'abrasione (mg)	ISO 5470-1	Perdita di peso < 3000mg con mole H22 dopo 1000 cicli / carico 1000g	< 1000
Resistenza all'abrasione Secondo metodo di Böhme	EN 13892-3	Non richiesto	Classe A6
Resistenza all'urto Dopo il carico nessuna fessura e delaminazione Classe I ≥ 4Nm Classe II ≥ 10Nm Classe III ≥ 20Nm	EN ISO 6272-1	Non richiesto	Classe III (nessuna fessura e delaminazione)
Reazione al fuoco	EN 13501-1	Euroclasse	E

7 FASI COSTRUTTIVE

Il capitolo illustra la sequenza costruttiva considerata per la realizzazione della infrastruttura.

La definizione delle fasi costruttive, come descritte negli elaborati progettuali di serie IDR, è parte integrante della progettazione esecutiva di primo stralcio funzionale in quanto necessaria alla definizione e dimensionamento delle opere provvisorie di natura idraulica, con particolare riferimento a:

- Dimensionamento delle sezioni idrauliche di deviazione della portata del torrente Enza;
- Dimensionamento delle ture in terra di contenimento dei livelli idrometrici del torrente Enza;

Per cui si rimanda agli elaborati tecnici progettuali 2022-1087-PR-IDRR1-2-3-4 ed anche 2022-1087-PR-PSC8, ossia la "Relazione di dimensionamento delle opere provvisorie in alveo" allegata al PSC.

Di conseguenza, la sequenza costruttiva e la consistenza delle opere e lavorazioni provvisorie necessarie, ha influito sulla quantificazione economica dell'opera, sulla durata dei lavori e sui rischi specifici presenti.

In merito a questi ultimi argomenti si rimanda agli elaborati economici di progetto, al programma dei lavori proposto ed al Piano di Sicurezza e Coordinamento. Si precisa che la sequenza costruttiva proposta in sede di progettazione Definitiva ed Esecutiva riferisce ad un primo stralcio funzionale in cui si prevedono interventi di ripristino della sezione in c.a. della briglia solo relativamente ai primi 70ml di sponda destra attualmente visibili e non interrati.

A seguire una breve sintesi delle fasi costruttive e delle lavorazioni ed apprestamenti in esse previsti.

7.1 Fase 1- Pulizia del manufatto di briglia

In questa fase di prevede la pulizia del manufatto di briglia con rimozione di parti legnose e di materiale inerte.

Il materiale rimosso, per quanto riguarda la frazione inerte, potrà essere riposizionato in sito mentre i tronchi e le ramaglie verranno conferiti presso un sito di recapito autorizzato al ricevimento del tipo di rifiuto.

La pulizia dell'intero fronte del manufatto di briglia permetterà di completare la mappatura del degrado anche per il tratto di ampiezza di circa 70ml adiacente a sponda sx.

7.2 Fase 2- Ripristino officiosità idraulica lato sx della briglia

Seguirà il ripristino dell'officiosità idraulica del manufatto di briglia lungo il tratto di sponda sinistra con particolare riferimento al tratto interrato a valle del manufatto stesso.

Le attività di rimozione della porzione accumulata saranno quindi seguiti da lavorazioni di ripristino della mantellata in massi di valle.

7.3 Fase 3- Deviazione savenella in sponda sx – Prima tura

Fase 3 è preparatoria al cantiere di lavori di sponda sx per il ripristino del manufatto in c.a. di briglia nel primo tratto di 70ml. La definizione di un'area di lavoro "in asciutta" comporta la deviazione del canale di magra in sponda sx sfruttando la officiosità idraulica conseguita nelle prime due fasi operative.

La deviazione del flusso di magra verrà supportata dalla realizzazione di una savenella per un tratto di deviazione di circa 360ml oltre che dalla realizzazione di una tura provvisoria di monte di sviluppo pari a circa 110ml.

Elaborato grafico 2022-1087-IDR.01.1 illustra la sequenza costruttiva da cui è possibile evidenziare come i tracciati previsti per la formazione del canale di magra riprenda, di fatto l'andamento naturale del torrente, riattivando canali preesistenti.

7.4 Fase 4- Formazione della tura di delimitazione area cantiere dx

Fase 4 comprende la preliminare formazione della tura provvisoria di delimitazione dell'area di cantiere in dx.

La completa compartimentazione dell'area di intervento sarà preceduta dalla attività di recupero della fauna ittica.

A seguire si procederà con l'attivazione dei protocolli di intervento come descritti in §4.2 della presente relazione con riferimento alle tipologie di ammaloramento da:

- Abrasione
- Erosione
- Distacco

A completamento delle attività sul manufatto in c.a. si provvederà alla sistemazione della mantellata in massi di valle ripristinando i tratti erosi o scalzati mediante apporto di massi del tonnellaggio di 3000-2000kg da posarsi non cementati in conformità con le prescrizioni del “Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria dei corsi d’acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della rete Natura 2000 (SIC-ZPS)” della Regione Emilia Romagna.

7.5 Fase 5- Rimozione della tura di delimitazione area cantiere dx

Ultimati gli interventi di ripristino della sezione in c.a. del tratto di 70ml in destra della briglia con relativa sistemazione della mantellata in massi di valle, si procederà con la eliminazione della tura provvisoria di compartimentazione dell’area di intervento. Il materiale di rilevato verrà riallocato in sito, salvo diverse indicazioni da parte della SA.

7.6 Fase 6- Realizzazione della savenella centrale

Prima di procedere con la eliminazione della tura di monte si provvederà alla realizzazione di una savenella centrale di ottimizzazione funzionale sia della briglia che della scala di risalita della fauna ittica.

Il materiale di scavo e di rimozione del rilevato provvisoria di monte verranno riallocati in sito, salvo diverse indicazioni da parte della SA.

7.7 Opere provvisorie : Ture

Al dimensionamento delle ture provvisorie è dedicata apposita relazione idraulica prodotta nell’ambito della documentazione di PSC in elaborato 2022-1087-PR-PSC8.

8 TEMPO UTILE - CRONOPROGRAMMA

In considerazione della sequenza costruttiva definita per la realizzazione dell’opera, valutata la consistenza dei lavori e la natura delle interferenze tra lavorazioni e contesto idraulico, il tempo utile per dare ultimati tutti i lavori è stato valutato, in complessivi **3 mesi dalla consegna**, come meglio descritto nel **Programma Lavori** allegato al progetto (Elab. **2022-1087-PR-RG05**)

Con riferimento al cronoprogramma, il tempo concesso è suddivisibile in **6 fasi operative**, come descritte nel paragrafo precedente e graficamente esposte in elaborato 2022-1087-PRIDR.1.1 di cui è possibile tenere conto di una parziale sovrapposibilità di alcune lavorazioni.

Il periodo di realizzazione dei lavori dovrà essere programmato durante i mesi caratterizzati da bassi livelli idrometrici (e scarsa probabilità di eventi di piena) oltre che da temperature adeguate (maggiori di 10°C e meglio se prossime ai 20°C) alla corretta posa dei prodotti previsti per il ripristino corticale e profondo della sezione in c.a. della briglia.

I mesi di operatività del cantiere dovranno essere infine tali da rispondere alle prescrizioni per aree SIC-ZPS come disposte da “Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria dei corsi d’acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della rete Natura 2000” con particolare riferimento a capitolo 4 “Manutenzione delle opere idrauliche” in cui si precisa che:

- I lavori dovranno essere coordinati e realizzati tra loro in modo da potere essere condensati nel più breve arco temporale possibile;
- Il taglio di vegetazione arborea presente nei pressi dei manufatti dovrà comunque essere limitato al minimo indispensabile;
- In qualsiasi periodo dell’anno è ammessa la rimozione di materiale vegetale e/o rifiuti accumulatosi a ridosso delle chiaviche, dei ponti e di altri manufatti trasversali;
- Devono essere adottati i necessari accorgimenti per la tutela delle specie ittiche presenti in loco anche prevedendo l’eventuale temporaneo spostamento della fauna in luoghi idonei prossimi all’intervento;
- Devono essere adottati accorgimenti volti a ridurre l’intorbidimento delle acque isolando l’area oggetto di intervento dal flusso idrico, garantendo il passaggio delle acque attraverso la realizzazione di idonee opere provvisorie (savenelle) ed organizzando il cantiere in modo da ridurre allo stretto indispensabile le deviazioni del corso d’acqua;

- 29

9 STIMA DEI LAVORI – QUADRO ECONOMICO

Nell'ambito della Progettazione Esecutiva di dimensionamento del sistema si è provveduto alla Elaborazione di un Quadro Economico di Spesa complessivo di 1° e 2° Stralcio funzionale, supportandolo con:

- Computazione analitica estimativa delle lavorazioni con esplicitazione delle quantità di progetto;
- Attribuzione di prezzi unitari alle lavorazioni da Prezziario Regione Emilia Romagna 2° Semestre 2022;
- Attribuzione di prezzi unitari alle lavorazioni di progetto ove presenti da Prezziario AIPO 2022;
- Analisi nuovi prezzi per le lavorazioni non comprese in entrambi i prezziari
- Valutazione della incidenza percentuale della manodopera sull'importo dei lavori

con suddivisione in corpi d'opera come da elenco seguente:

CORPO 1	PULIZIA D'ALVEO CON TAGLI E SFALCI
CORPO 2	SISTEMAZIONI D'ALVEO
CORPO 3	RIPRISTINO DELLE STRUTTURE IN C.A. DELLA BRIGLIA
CORPO 4	RIPRISTINO DELLE DIFESE IN MASSI
PSC	COSTI DELLA SICUREZZA ED OPERE PROVVISORIALI

Gli elaborati **2022-1087-PR-ECO2 (Computo metrico estimativo)** propongono un dettaglio analitico degli importi dei lavori, sviluppato sulla base dei quantitativi rilevati in fase di Progettazione Esecutiva con applicazione del prezziario Regione Emilia Romagna 2° semestre 2022 nonché prezziario AIPO 2022 e l'introduzione di nuovi prezzi, ove necessario.

L'elaborato **2022-1087-PR-ECO1** propone il **Quadro Economico dei Lavori** con identificazione delle somme in disponibilità all'Amministrazione e necessarie per il finanziamento dell'opera.

Elaborati 2022-1087-PR-ECO3 ed 2022-1087-PR-ECO4 riferiscono, rispettivamente, al "Quadro della incidenza della Manodopera" ed all'"Elenco prezzi unitari ed Analisi nuovi prezzi".

I costi della sicurezza e delle opere provvisorie sono quindi allegati al PSC in documento 2022-1087-PR-PSC5.

La quantificazione economica ha considerato anche a computo la valutazione dei lavori di completamento di un successivo "secondo stralcio funzionale" funzionali al completo ripristino della struttura in c.a. della briglia selettiva lungo il suo intero sviluppo da sponda dx a sponda sx. L'attuale primo stralcio funzionale comprende infatti il solo intervento di ripristino delle parti in c.a. non coperte da detriti o interrati. Le attività di pulizia e rimozione previste a primo stralcio funzionale consentiranno quindi di affinare e confermare le previsioni economiche di 2° Stralcio.

RIEPILOGO - IMPORTI STIMATI PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI - 1° STRALCIO FUNZIONALE			
C	CORPI D'OPERA	Importi	(Arrotondati)
CORPO 1	PULIZIA D'ALVEO CON TAGLI E SFALCI	€ 19.653,74	€ 19.700,00
CORPO 2	SISTEMAZIONI D'ALVEO	€ 58.020,57	€ 58.000,00
CORPO 3	RIPRISTINO DELLE STRUTTURE IN C.A. DELLA BRIGLIA	€ 492.680,01	€ 492.700,00
CORPO 4	RIPRISTINO DIFESE IN MASSI	€ 25.227,38	€ 25.200,00
PSC	COSTI DELLA SICUREZZA ED OPERE PROVVISORIALI	€ 29.700,47	€ 29.700,00
TOTALE IMPORTO ESECUZIONE LAVORI		€ 625.282,16	€ 625.300,00

Figura 20: Riepilogo degli importi stimati per la realizzazione dei lavori previsti a 1° Stralcio funzionale
 (Elaborati 2022-1087-PR-ECO2)

RIEPILOGO - IMPORTI STIMATI PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI - 2° STRALCIO FUNZIONALE			
C	CORPI D'OPERA	Importi	(Arrotondati)
CORPO 1	PULIZIA D'ALVEO CON TAGLI E SFALCI	€ 21.208,19	€ 21.200,00
CORPO 2	SISTEMAZIONI D'ALVEO	€ 26.458,78	€ 26.500,00
CORPO 3	RIPRISTINO DELLE STRUTTURE IN C.A. DELLA BRIGLIA	€ 528.522,72	€ 528.500,00
CORPO 4	RIPRISTINO DIFESE IN MASSI	€ 51.334,50	€ 51.300,00
PSC	COSTI DELLA SICUREZZA ED OPERE PROVVISORIALI	€ 29.456,12	€ 29.500,00
TOTALE IMPORTO ESECUZIONE LAVORI		€ 656.980,31	€ 657.000,00

Figura 21: Riepilogo degli importi stimati per la realizzazione dei lavori previsti a 2° Stralcio funzionale

QUADRO ECONOMICO		IMPORTI
A	Importi stimati per la esecuzione dei lavori	
CORPO 1	PULIZIA D'ALVEO CON TAGLI E SFALCI	€ 19.700,00
CORPO 2	SISTEMAZIONI D'ALVEO	€ 58.000,00
CORPO 3	RIPRISTINO DELLE STRUTTURE IN C.A. DELLA BRIGLIA	€ 492.700,00
CORPO 4	RIPRISTINO DIFESE IN MASSI	€ 25.200,00
	TOTALE IMPORTO ESECUZIONE LAVORI	€ 595.600,00
A	Importo esecuzione lavorazioni	€ 595.600,00
B	Importo Costi della Sicurezza	€ 29.700,00
	IMPORTO COMPLESSIVO PER LAVORI	€ 625.300,00
C	Somme a disposizione della Stazione Appaltante (compreso IVA ed oneri)	
C1	Incarichi esterni (Progettazione CSP-CSE) compreso oneri previdenziali ed IVA	€ 73.053,04
C2	Direzione lavori	€ -
C3	Collaudi	€ -
C4	Spese tecniche consulenza in materia paesaggistica ambientale (0,3%)	€ -
C10	Spese per copertura assicurativa gruppo progettazione	€ -
C11	Spese per risoluzione interferenze	€ -
C12	Imprevisti ed arrotondamenti	€ 3.701,16
C13	per rivalsa IVA 22% A+B	€ 137.566,00
C14	Incentivo funzioni tecniche art.113 D.Lgs 50/2016 e s.m.i.	€ 10.004,80
C15	Contributo ANAC	€ 375,00
C16	Spese Appalto e pubblicità	€ -
C17	Prove geotecniche ed indagini specialistiche sui materiali	€ -
C18	Spese per assistenza archeologica agli scavi	€ -
	IMPORTO COMPLESSIVO SOMME A DISPOSIZIONE	€ 224.700,00
	TOTALE COMPLESSIVO DA FINANZIARE	€ 850.000,00

Figura 22: Quadro Economico dei lavori complessivo di 1° Stralcio funzionale (2022-1087-PR-ECO1)

10 SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	CONSISTENZA DEL SERVIZIO DI INGEGNERIA	3
2.1	Rilievo topografico (SF)	3
2.2	Indagini geognostiche -prove di laboratorio geotecnico (GEO)	4
2.3	Caratterizzazione sismica dei suoli (GEO)	6
2.4	Verifica della sicurezza e valutazione di vulnerabilità sismica	7
2.4.1.	ORGANIZZAZIONE DEGLI ELABORATI PROGETTUALI	8
2.4.2.	COMPLETEZZA DELLE DOCUMENTAZIONE TECNICA IN CONFORMITÀ CON DPR 207/2010.....	8
3	CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DI INTERVENTO	9
3.1	Caratterizzazione territoriale, ambientale ed urbanistica del sito	9
3.1.1.	Incidenza ambientale degli interventi a progetto sul sito SIC-ZPS di intervento.....	11
3.2	Caratterizzazione geologica e geomorfologica del sito	12
3.3	Caratterizzazione sismica del sito	13
3.4	Caratterizzazione idrogeologica e idraulica del sito	13
4	OBIETTIVI DEL PROGETTO	16
4.1	Descrizione della struttura idraulica esistente	17
4.2	Interventi previsti	19
4.2.1.	TIPO 1 – ABRASIONE SUPERFICIALE	19
4.2.2.	TIPO 2 – ABRASIONE PROFONDA (EROSIONE)	20
4.2.3.	TIPO 3 – DISTACCO	21
5	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	22
6	CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI ESISTENTI.....	23
6.1	Prescrizioni dei materiali di progetto	23
6.1.1.	Malta cementizia anticorrosiva per la passivazione dei ferri d'armatura	23
6.1.2.	Fissaggio chimico a matrice epossidica dei ferri d'armatura	24
6.1.3.	Malta di classe R4 monocomponente a consistenza plastica (tissotropica), a ritiro compensato, resistente ai solfati, fibrorinforzata con fibre polimeriche strutturali, a comportamento incrudente, specifica per il ripristino di strutture in calcestruzzo.....	24
6.1.4.	Additivo liquido stagionante in grado di ridurre il ritiro idraulico e l'insorgere di microfessurazioni	25
6.1.5.	Malta cementizia monocomponente resistente ai solfati, per la finitura del calcestruzzo. Caratterizzata da elevata adesione al sottofondo e elevata resistenza all'abrasione.....	26
7	FASI COSTRUTTIVE	27
7.1	Fase 1- Pulizia del manufatto di briglia	27
7.2	Fase 2- Ripristino officiosità idraulica lato sx della briglia.....	27
7.3	Fase 3- Deviazione savenella in sponda sx – Prima tura.....	27
7.4	Fase 4- Formazione della tura di delimitazione area cantiere dx	27
7.5	Fase 5- Rimozione della tura di delimitazione area cantiere dx.....	28
7.6	Fase 6- Realizzazione della savenella centrale	28
7.7	Opere provvisorie : Ture	28
8	TEMPO UTILE - CRONOPROGRAMMA	28
9	STIMA DEI LAVORI – QUADRO ECONOMICO	30
10	SOMMARIO	32