



DIREZIONE TERRITORIALE IDROGRAFICA – EMILIA ROMAGNA ORIENTALE

OPERE IDRAULICHE DI SECONDA CATEGORIA
ESERCIZIO 2024 - FIUME PANARO

[MO-E-1422] - Lavori di difesa spondale sul Fiume Panaro mediante realizzazione di pennelli in sponda destra a valle della briglia selettiva in Comune di San Cesario s/P (MO).

CUP B48H23013390006

Importo complessivo: € 350.000,00

Relazione tecnica illustrativa

Allegato n.: 01

Progettisti:

Ing. Linda Ferrari

Data: 06/02/2026

Visto:

Il Responsabile del Progetto
(Dott. Geo. Stefano Parodi)

REV. 1 del 31/08/2026



Presidio Territoriale Idraulico 02
Fiume Panaro – Canale Naviglio – Cavi Argine e Minutara
Ufficio Operativo di Modena

RELAZIONE GENERALE

[MO-E-1422] - Lavori di difesa spondale sul Fiume Panaro mediante realizzazione di pennelli in sponda destra a valle della briglia selettiva. Comune di San Cesario s/P (MO). CUP: B48H23013390006 Importo complessivo: € 350.000,00		
		<i>Importi in euro</i>
1	Importo esecuzione lavori	€ 163.679,04
2	Stima incidenza della Manodopera	€ 104.924,95
3	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	€ 2.499,27
A	Totale appalto (1 + 2 + 3)	€ 271.103,26

Sommario

1.	INTRODUZIONE	3
2.	INQUADRAMENTO URBANISTICO	5
3.	INQUADRAMENTO STORICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	5
4.	INDAGINI GEOGNOSTICHE	9
5.	INDAGINI IDROLOGICHE E IDRAULICHE	9
6.	FINALITA' DELL'INTERVENTO	11
7.	CANTIERIZZAZIONE E MODALITA' D'INTERVENTO	17
8.	TEMPI DI ESECUZIONE	17
9.	FONTE FINANZIAMENTO	18
10.	QUADRO ECONOMICO	18

1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra i *“Lavori di difesa spondale sul Fiume Panaro mediante realizzazione di pennelli in sponda destra a valle della briglia selettiva. Comune di San Cesario s/P (MO)”*.

Il presente progetto comprende tutte le opere necessarie per l’adeguamento strutturale della sponda destra presente in III° Categoria, a valle della briglia selettiva, nel Comune di San Cesario s/P (MO).

La lunghezza complessiva del tratto oggetto di intervento è pari a circa 450 m. L’intervento in progetto consiste essenzialmente nell’aggiunta di n.3 pennelli, in aggiunta ai 3 già presenti, nella sistemazione del primo pennello esistente di monte mediante la ricarica di pietrame e nell’asportazione di una porzione di materiale depositatosi in sinistra idraulica per eseguire un imbottimento della sponda destra.



Figura 1 – Localizzazione dell’intervento in III° categoria a valle della briglia selettiva (Comune di S.C. s/P)



Figura 2 – Fotografie della sponda oggetto dell'intervento di adeguamento – tratto in III° categoria (Comune di S.C.s/P)

2. INQUADRAMENTO URBANISTICO

Come linee guida per la stesura del progetto, sono stati considerati diversi aspetti, tra cui la tutela del paesaggio delle aree interessate dall'intervento.

Oltre a verificare le prescrizioni sulle zone tutelate dal PTPR dell'Emilia-Romagna e gli strumenti di attuazione del Piano, insieme ad ogni altro strumento di pianificazione, di attuazione della pianificazione, di programmazione, regionale e subregionale, previsto da leggi regionali, è necessario verificare la presenza di vincoli paesaggistici di derivazione statale (D.Lgs. n. 42 del 2004), tenendo presente che la tutela paesaggistica presuppone il controllo anche delle modalità di realizzazione degli interventi di gestione della vegetazione ripariale, soggetta al rilascio dell'autorizzazione paesaggistica, che è atto autonomo e presupposto primario rispetto a qualsiasi altro titolo legittimante gli interventi.

Dalle opportune verifiche effettuate a riguardo è emerso che, l'intervento ricade tra gli interventi di lieve entità soggetti a procedimento autorizzatorio semplificato, di cui al punto B.40, dell'allegato B del D.P.R. n. 31 del 2017 e, a tal fine, è stata redatta la documentazione per l'ottenimento dell'autorizzazione paesaggistica in forma semplificata.

3. INQUADRAMENTO STORICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'alveo del fiume Panaro, nel tratto a valle della briglia selettiva, è mutato notevolmente nel corso del tempo. Nella seconda metà del XIX secolo il letto del fiume era molto ampio con barre ben sviluppate e canale divagante; già nella prima metà del XX secolo si osserva un restringimento dell'alveo, una stabilizzazione della sponda sinistra e tracce di una forte erosione della sponda destra, evidenziata da strutture trasversali, quali strade e pennelli.



Figura 3 – Confronto tra cartografia storica e prime foto aeree. Da sinistra verso destra: carta storica regionale 1853, volo RAF 1943-1945, volo GAI 1954.

Nel periodo successivo, soprattutto a causa delle massicce estrazioni di ghiaie in alveo operate tra gli anni '50 e '70, si osserva il depauperamento e, localmente, l'erosione del materasso ghiaioso che caratterizza le porzioni della conoide più prossimale ed il settore vallivo con una conseguente incisione e canalizzazione dell'alveo.

Gli eventi alluvionali storici più importanti si registrano negli anni 1952, 1966, 1972, 1973, 1982, 2009, 2014 e 2020. Tali eventi hanno contribuito alla modifica dell'assetto geomorfologico fluviale nel tratto in esame, nel quale si sono osservate nel tempo le varie fasi evolutive legate agli eventi di piena, come evidenziato dalle immagini in Figura 5.



Ottobre 2006



Novembre 2011



Maggio 2011



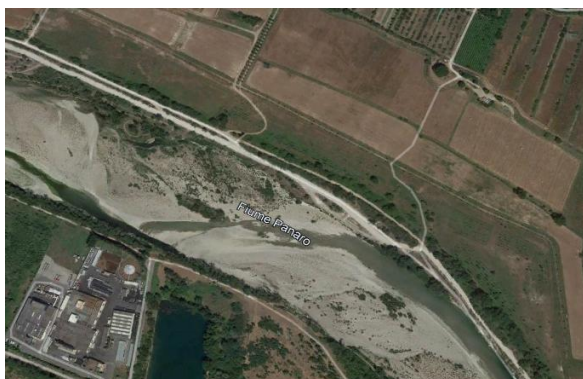
Febbraio 2012



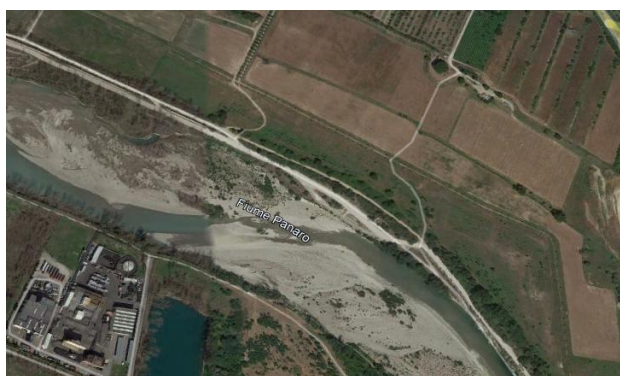
Giugno 2014



Settembre 2016



Giugno 2017



Marzo 2018



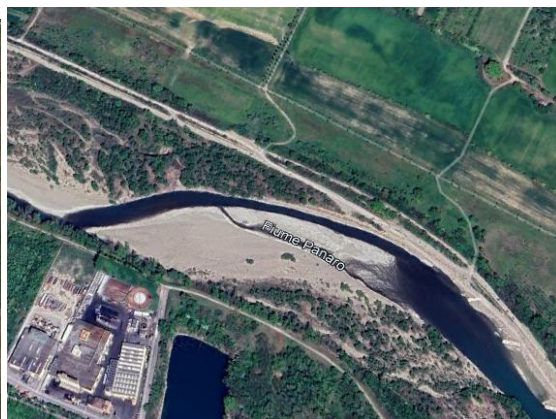
Aprile 2019



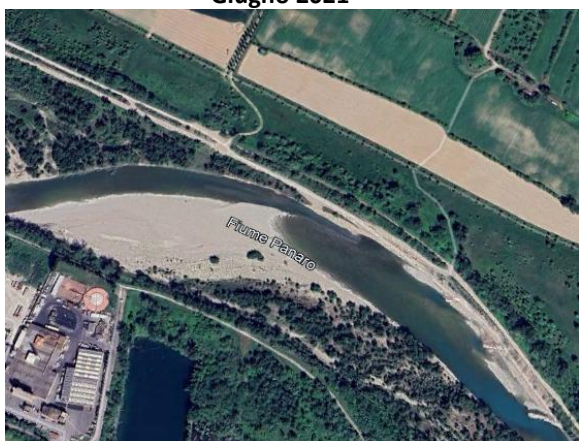
Settembre 2020



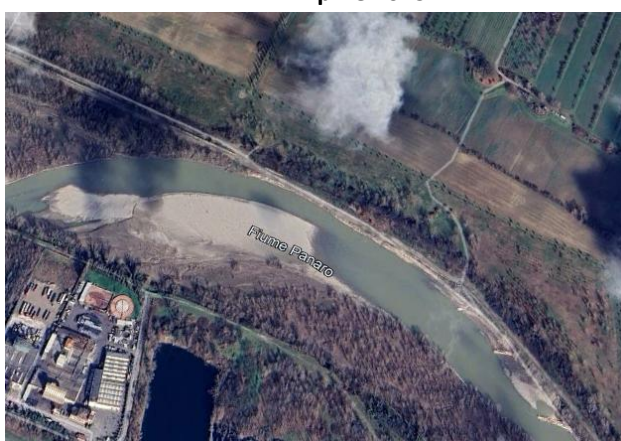
Giugno 2021



Aprile 2023



Aprile 2024



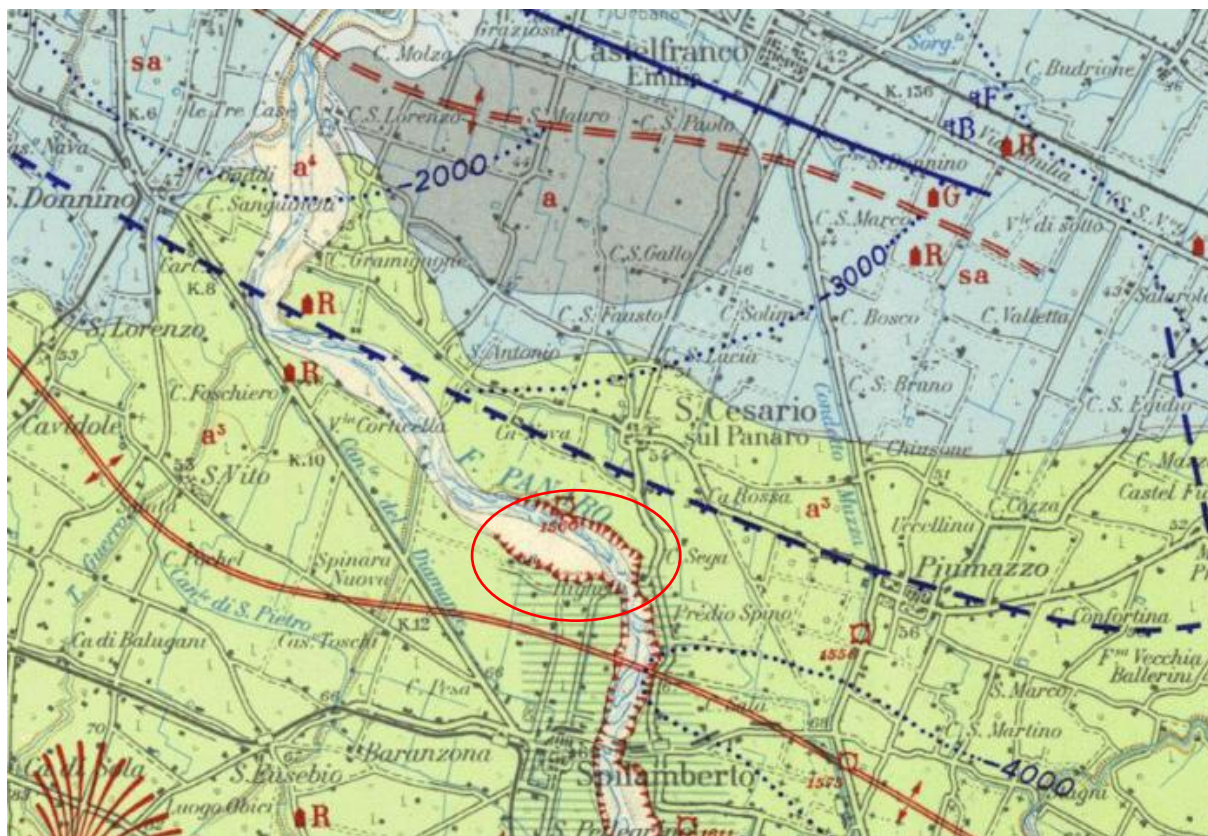
Marzo 2025

Figura 4 – Evoluzione dell'alveo del fiume Panaro tra il 2006 ed il 2025 sulla base delle foto aeree disponibili su Google Earth.

Complessivamente, il tratto soggetto ad erosione si estende per circa 450 m e comprende l'intera sponda destra in corrispondenza della naturale curvatura del corso d'acqua. In corrispondenza di tale zona, sono presenti i resti di una vecchia difesa, costituita da un muro in calcestruzzo dalle caratteristiche di resistenza molto scarse, che è stato progressivamente eroso dall'azione della corrente e, nei punti in cui non risulta crollato, è da considerarsi instabile. Inoltre, la presenza di questa opera, rafforza l'ipotesi che il fiume abbia una tendenza naturale ad espandere ed incidere nel tratto in oggetto, tanto da presupporre che la sua antica funzione fosse proprio quella di difesa dagli eventi di piena.

Dalla consultazione della "Carta Geologica d'Italia" a scala 1:100.000, si evidenzia come l'area in esame sia caratterizzata da ghiaie e sabbie di conoidi (a^3).

Di seguito si riporta uno stralcio della carta sopra citata.



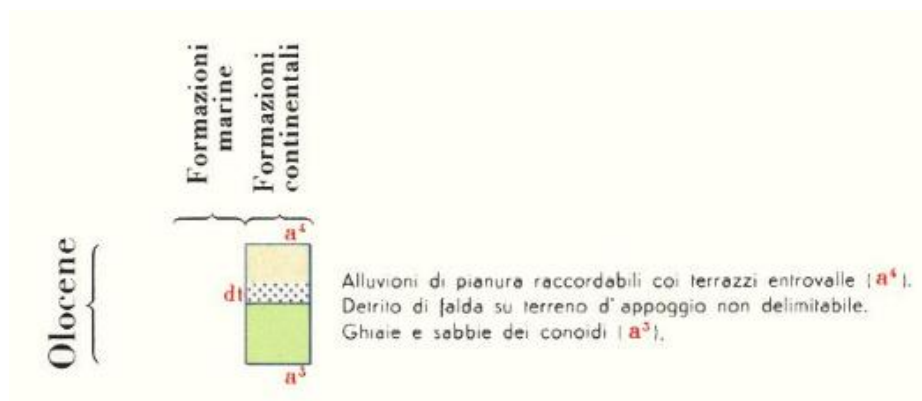


Figura 5 – Estratto di Carta Geologica d'Italia- Foglio 87.

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la definizione delle caratteristiche geognostiche del terreno è stata presa a riferimento la campagna di indagini che è stata eseguita in corrispondenza della briglia selettiva in destra del fiume Panaro- Comune di San Cesario s/P, a monte della zona oggetto di intervento; tali indagini si possono ritenere valide anche per la zona da trattare poiché le caratteristiche si ipotizza saranno pressoché equivalenti per vicinanza.

Dal punto di vista litologico e granulometrico, si evidenzia la seguente stratigrafia:

- Ghiaia e sabbia con ciotoli per i primi 8 m;
- Ghiaia e sabbia compatta con presenza di abbondanti ciotoli centimetrici da 8 a 9m;
- Ghiaia e sabbia con ciotoli da 9 a 20 m;

In generale quindi, lungo il profilo verticale (entro le profondità investigate di circa 20 metri), vi è una tendenza alla medesima granulometria; tali elementi sono stati evidenziati puntualmente dalle prove geognostiche eseguite e la loro presenza è chiaramente connessa alla dinamica fluviale.

Il corso d'acqua del fiume Panaro qui assume prevalentemente un'azione drenante della falda nei periodi di magra, a causa dell'assetto morfologico incassato rispetto alla piana golenale.

Dal punto di vista idrogeologico è possibile affermare che risulta caratterizzato dalla presenza di una falda libera superficiale ad alta trasmissività soggetta a consistenti fluttuazioni di livello legate al regime delle precipitazioni e dal livello idrometrico del Panaro e di una falda compartimentata in pressione in profondità.

5. INDAGINI IDROLOGICHE E IDRAULICHE

Per la definizione delle caratteristiche idrologiche e idrauliche è stata presa a riferimento la campagna di studi effettuata per la progettazione dell'intervento MO-E-1379 -annualità 2021, mediante la quale sono stati realizzati i primi tre pennelli attualmente presenti nel luogo oggetto di intervento.

In particolare, al fine di dimensionare i tre pennelli esistenti è stata presa a riferimento una portata di progetto pari al valore medio della serie di portate massime annue, valutate presso l'idrometro di Spilamberto (MO) e avente valore pari a 600 mc/s. Si è ritenuto che tale valore di portata fosse praticamente il medesimo nel tratto di intervento, posto a circa 1 km a valle della sezione strumentata di Spilamberto, in quanto non sono presenti immissioni di affluenti o diversioni dal corso d'acqua.

In seguito, si è proceduto all'estrazione di informazioni idrologico/idrauliche, necessarie per la progettazione delle sagome dei pennelli. Dal modello idraulico bidimensionale del fiume Panaro, impostando come condizione al contorno di monte il valore di portata sopracitato, è stata estratta la scala di deflusso (Figura 7) in corrispondenza del tratto oggetto dell'intervento, a partire dalla quale è

stato ricavato un valore di 53,8 m s.l.m. che corrisponde a valori di tirante di 4÷5 m in corrispondenza del talweg, localizzato nelle immediate vicinanze della scarpata in destra idraulica.

A seguito dell'analisi delle velocità idriche superficiali, è stato possibile ottenere una probabile indicazione dell'intensità e direzione delle forze idrodinamiche che insistono sulla struttura. In particolare, si è visto che in corrispondenza della sponda destra la corrente può assumere velocità di circa 2,5÷3 m/s, mentre in sponda opposta ci si aspetta una zona di calma, con velocità moderate. Tale risultato è di notevole importanza per la corretta localizzazione e l'estensione complessiva della sponda da proteggere. In particolare, si è notato che il punto maggiormente sollecitato dalla corrente è all'incirca di punto di intersezione tra la direttrice ortogonale e baricentrica al manufatto della briglia selettiva, posta immediatamente a monte dell'area di intervento, e la linea di sponda.

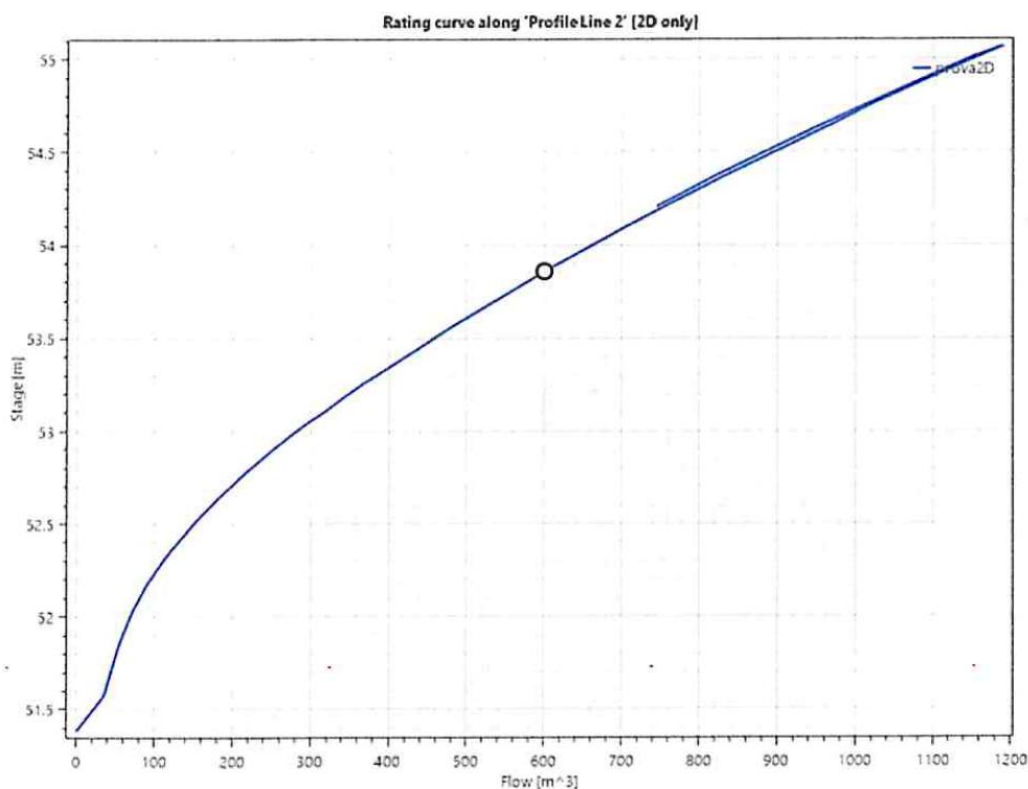
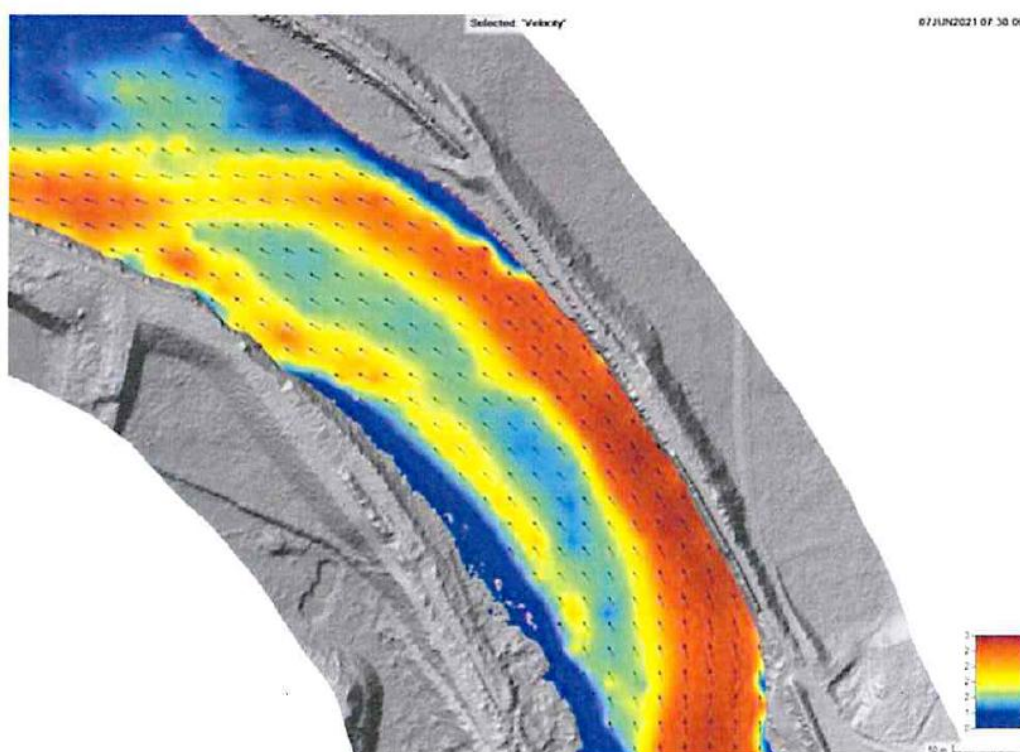


Figura 6 – Scala di deflusso ottenuta da DEM a 1 m nel tratto di intervento. Il cerchio individua il valore del livello associato alla portata di progetto.



b

Figura 7 – Mappatura delle velocità idriche superficiali nel tratto di intervento.

6. FINALITA' DELL'INTERVENTO

I "Lavori di difesa spondale sul Fiume Panaro mediante realizzazione di pennelli in sponda destra a valle della briglia selettiva. Comune di San Cesario s/P (MO)", classificati con il codice MO-E-1422, riguardano tutte le opere necessarie per rallentare e, infine, bloccare il processo di erosione che da diversi anni è esercitato sulla sponda destra del fiume Panaro, posta a valle della briglia selettiva, accompagnando progressivamente la corrente idrica verso il centro dell'alveo.

Poiché erano già stati realizzati nell'annualità 2021 n. 3 pennelli che hanno svolto un'azione di ripascimento di significativa importanza, è stato scelto di procedere con l'aggiunta di n. 3 repellenti collocati a valle di quelli esistenti ed aventi le stesse caratteristiche dei precedenti, ovvero realizzati in pietrame, ad asta semplice, inclinati verso monte e parzialmente imbottiti nel punto di intestazione con la sponda esistente.

Il materiale da utilizzare come riempitivo della connessione pennello-sponda è l'inerte proveniente dallo scavo da effettuare in alveo, in corrispondenza della sponda opposta; inoltre, tale materiale, sarà utilizzato anche per imbottire l'erosione presente.

Con il presente intervento si intende anche eseguire una verifica dei pennelli esistenti e, in particolare, sul pennello posizionato più a monte, si procederà all'aggiunta e/o sistemazione del pietrame di rivestimento; infatti, ha lunghezza maggiore rispetto agli altri due, svolge anche il compito di assorbire l'urto della spinta dinamica esercitata dalla corrente sulla struttura in condizioni di piena e, per tale motivo, risulta essere maggiormente danneggiato.

In una prima fase si procederà al disboscamento e decespugliamento della vegetazione insistente sull'area di cantiere. Successivamente, dopo aver preparato l'area di cantiere con la realizzazione delle

piste per il transito delle macchine operatrici, si procederà alla realizzazione dei repellenti previsti da progetto, aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

Pennello	Quantità	Lunghezza fuori terra (m)	Lunghezza fondazione (m)	Larghezza fondazione (m)	Altezza della fondazione (m)	Altezza della sommità del pennello (m)
P1	1	22	25	10	1÷2	2÷3
P2	1	22	25	10	1÷2	2÷3
P3	1	19	22	10	1÷2	2÷3

Il criterio di dimensionamento utilizzato per definire lunghezza e interasse, è il criterio empirico secondo il quale la zona protetta da una coppia di pennelli consecutivi, lunga L , può estendersi fino a circa $3\div4$ volte la sua lunghezza; inoltre, l'angolo α di inclinazione del pennello verso la corrente dev'essere compatibile con l'angolo β che la corrente forma con la tangente passante per la testa del pennello, di circa $12\div14^\circ$.

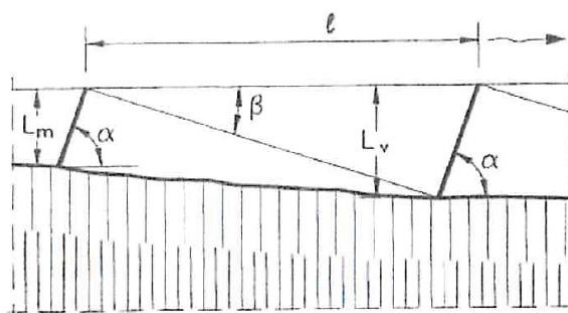


Figura 8 – Angolazione dei pennelli e lunghezza dell'interasse (fonte "Sistemazione dei corsi d'acqua", L. Da Deppo, C. Datel, P. Saladin, Ed. Progetto Padova, 2019)



Figura 9 – Planimetria dell'area di intervento

A seguito dell'analisi della precedente perizia sopracitata, si è deciso di mantenere l'angolo α a 45° per tutti i nuovi pennelli e adattare la lunghezza di ciascuno in modo da ottenere l'estensione maggiore possibile del tratto difeso. In questo modo si garantisce, per ogni coppia di pennelli, un valore dell'angolo β compreso tra 12° e 13° e un interasse adeguato. Inoltre, imponendo un angolo α a 45° , si garantisce un giusto compromesso tra l'efficacia del pennello nel proteggere la sponda e la sicurezza della struttura allo scalzamento: infatti, maggiore è α e maggiore è la capacità della corrente di scavare al piede della testa del pennello.

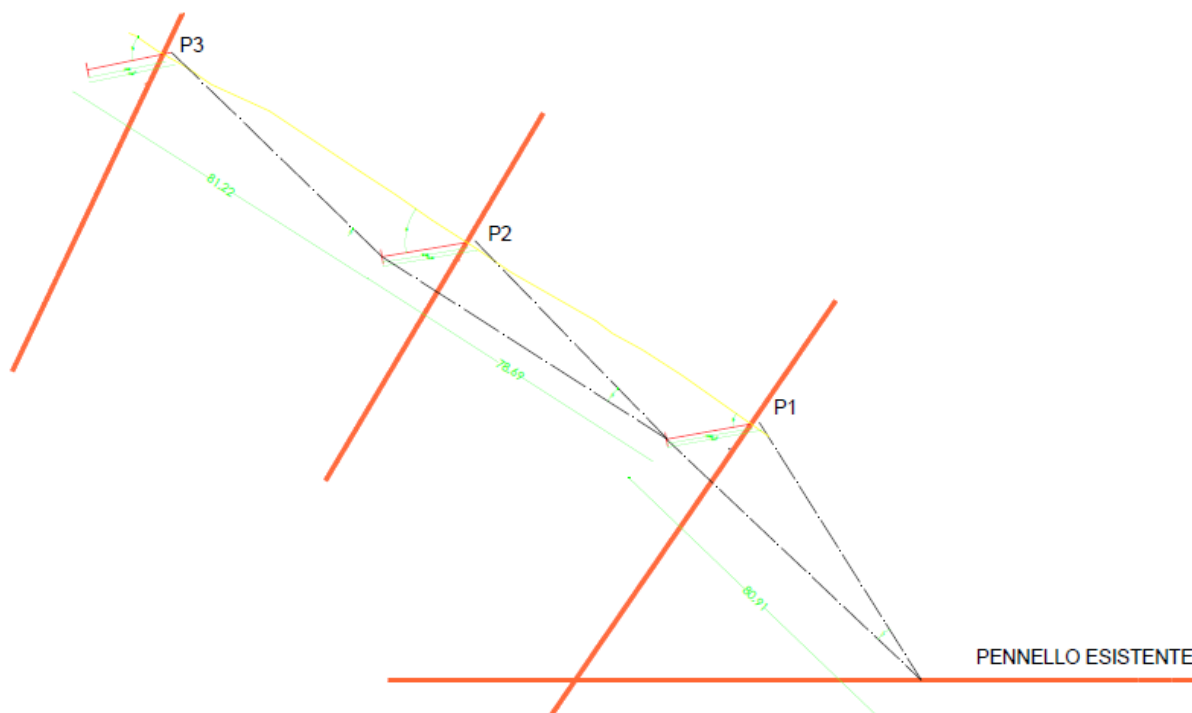
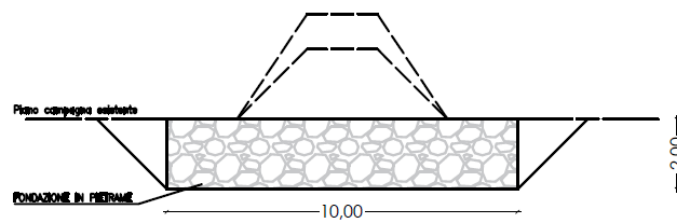


Figura 10 – Schema di calcolo e angolazione di progetto dei pennelli.

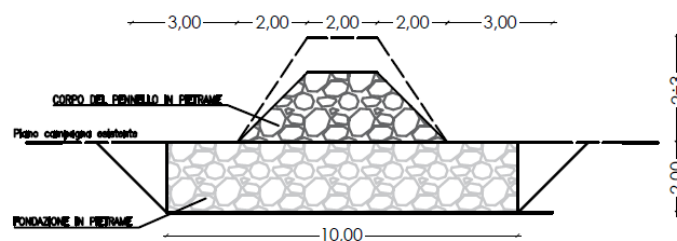
La costruzione dei repellenti sarà realizzata mediante la formazione di una berma di fondazione, di dimensioni maggiori sulla punta, pari a 10 m anche nel punto di ancoraggio con la sponda. L'altezza della fondazione sarà variabile da un minimo di 2 m in punta fino ad un massimo di 3 m in coda, a seconda che il repellente si trovi più a monte o a valle. Inoltre, data l'impossibilità di creare un immorsamento sufficientemente esteso all'interno della sponda, si è scelto di creare immediatamente a monte del primo, a valle del terzo repellente e tra un repellente e l'altro, un imbottimento mediante l'utilizzo del materiale prelevato in alveo, dalla sponda opposta. Tale lavorazione ha l'ulteriore beneficio di creare un invito alla corrente idrica verso il centro dell'alveo, accelerando, di fatto, le fasi iniziali di esercizio dei repellenti. Per i dettagli costruttivi si rimanda alle tavole di progetto.

Si precisa comunque che, l'esatta posizione e la rispettiva distanza dei pennelli, sarà confermata al momento dell'esecuzione dello sfalcio e successivamente alla preparazione dell'area di cantiere, in modo che sia possibile eseguire un'ispezione più accurata delle condizioni della sponda. A tale fine si sottolinea che le condizioni dello stato dei luoghi e le geometrie attuali delle scarpate potrebbero subire modifiche a seguito di eventi di piena, rispetto al momento di progetto. Se si dovesse verificare tale eventualità, se ne terrà conto in fase preliminare all'esecuzione dei lavori.

SEZIONE A-A'



SEZIONE B-B'



SEZIONE C-C'

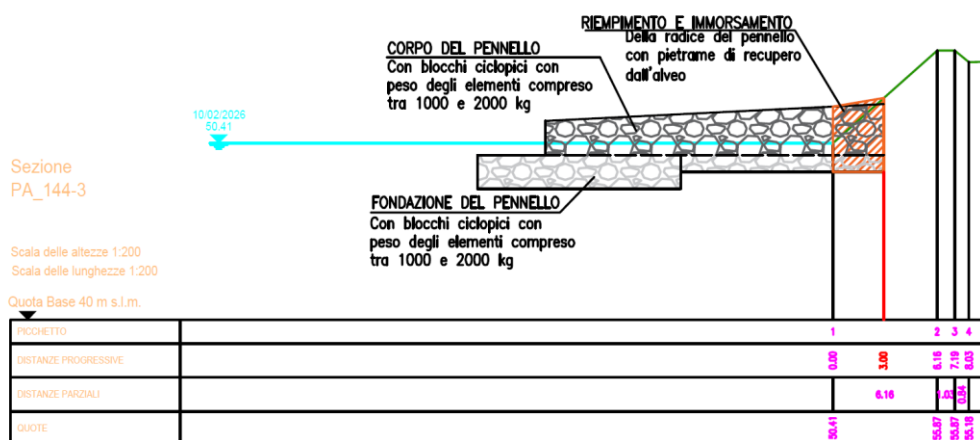
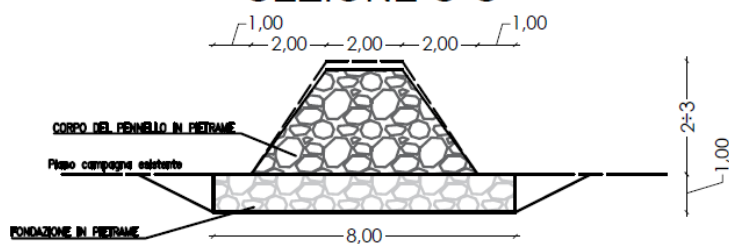


Figura 12 – Sezioni trasversali dei pennelli P1 e P2

L'intervento è finanziato con i fondi del Programma Regionale FESR Emilia-Romagna 2021-2027 che sostiene all'interno della Priorità 2 recante "Sostenibilità, Decarbonizzazione, Biodiversità e Resilienza" l'obiettivo specifico 2.4 di *"Promuovere l'adattamento ai cambiamenti climatici, la prevenzione dei rischi di catastrofe e la resilienza, prendendo in considerazione approcci ecosistemici"*, l'Azione 2.4.2 *"Interventi per contrastare il dissesto idrogeologico secondo un approccio ecosistemico e privilegiando approcci e tecnologie Nature Base Solution (NBS)"* che prevede interventi finalizzati a *"Contrastare il rischio idrogeologico ed in particolare attività volte ad evitare, ridurre e contrastare danni conseguenti ad eventi calamitosi e, ove possibile, integralmente "verdi", da realizzarsi su fiumi, frane e costa in linea con le misure e gli obiettivi specifici del PGRA e del PAI"*.

Le NBS, quindi, sono azioni basate su strategie naturali capaci di fornire servizi alla biodiversità ed al benessere umano, rivolte a rispondere in maniera efficace alle sfide attuali quali, per esempio, il cambiamento climatico, la sicurezza alimentare, o i rischi naturali.

Tali tecniche sono caratterizzate da un basso impatto ambientale e si basano essenzialmente sulle caratteristiche biotecniche di alcune specie vegetali; a questi materiali vivi possono poi essere affiancati sia materiali biodegradabili di origine naturale (legname, piante o loro parti, talee, fibre di cocco, juta, paglia, legname, biostuoie, ecc.) che altri materiali quali pietrame, ferro o prodotti di origine sintetica in diverse combinazioni (geotessili, ecc.), che consentano un consolidamento duraturo delle opere.

Qualora si debba ricorrere a interventi strutturali di mitigazione del rischio (c.d. interventi di "protezione") le tecniche di Ingegneria Naturalistica devono essere privilegiate, in quanto esse utilizzano le piante come materiale da costruzione, in abbinamento con legno e materiali naturali biodegradabili, per realizzare interventi di rivestimento (antierosivi), stabilizzazione (rinforzo radicale) e di consolidamento (sostegno) di versanti e sponde, favorendo una successione para-naturale della vegetazione e rendendo più armonici i nostri paesaggi, con benefici estetici e ricreativi e minore impatto sul Capitale Naturale rispetto alle infrastrutture grigie.

7. CANTIERIZZAZIONE E MODALITA' D'INTERVENTO

Ai sensi dell'art. 2, comma 3, dell'Allegato II.12 (Tabella A) e dell'art. 100, comma 4 del D.Lgs. 36/2023, i lavori previsti in progetto rientrano nella **Categoria OG8 classifica II**.

L'Impresa aggiudicataria, nella formulazione del prezzo offerto dovrà, pertanto, tenere conto delle lavorazioni e i mezzi d'opera necessari all'esecuzione.

Si sottolinea che è stato effettuato un puntuale rilievo della zona di intervento e, come precisato al paragrafo precedente, la progettazione dell'intervento si è basata anche sull'uguaglianza del lavoro attiguo già realizzato.

Si precisa che, ad avvenuto affidamento e dopo la pulizia della zona di intervento prevista in progetto, si procederà in contraddittorio con l'impresa affidataria ad effettuare il rilievo di consegna.

È possibile, quindi, che il progetto, che la presente relazione accompagna, dovrà essere ricalibrato sulla base delle effettive misure riscontrate con il rilievo e, pertanto, fermo restando in linea di impostazione generale le dimensioni dell'opera di difesa, potrà essere ricalibrato il computo complessivo a parità di importo affidato.

8. TEMPI DI ESECUZIONE

La durata dell'intervento è stata valutata in **60 giorni naturali e consecutivi**.

Il tempo di esecuzione fissato risulta congruo con la produzione giornaliera previste dalle analisi prezzi, e con i prevedibili giorni di inattività legati alle condizioni meteo normali che si stimano in circa 3 giorni/mese.

9. FONTE FINANZIAMENTO

L'intervento in progetto è finanziamento mediante somme del **PR FESR 2021-2027- AZIONE 2.4.2: Individuazione dei soggetti beneficiari per l'attuazione di interventi per contrastare il dissesto idrogeologico secondo un approccio ecosistemico e privilegiando approcci e tecnologie "Nature Based Solution (NBS)"**

10. QUADRO ECONOMICO

Per la quantificazione economica dell'intervento di che trattasi sono stati utilizzati i prezzi del Prezzario Regione Emilia-Romagna - aggiornamento 2026.

Sulla base del finanziamento messo a disposizione i lavori compresi in tale intervento trovano copertura economica nel seguente quadro economico:

LAVORI (A)	IMPORTO [€]
LAVORI A MISURA SOGGETTI A RIBASSO (di cui manodopera € 104.924,95)	€ 268.603,99
ONERI DI SICUREZZA (importo non soggetto a ribasso)	€ 2.499,27
TOTALE PER LAVORI (A)	€ 271.103,26
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (B)	
IVA 22%	€ 59.642,72
ASSICURAZIONE PROGETTISTI	€ 500,00
Incentivo per funzioni tecniche di cui all'art. 45 del D.Lgs. N. 36/2023 (1,6%)	€ 4.337,65
Contributo autorità vigilanza	€ 250,00
Coordin. della sicurezza in fase di prog. ed exec. (comprensivo di oneri fiscali ed IVA)- Importo ribassato	€ 6.393,87
Revisione prezzi (art. 60 del D.Lgs. N. 36/2023)	€ 2.711,03
Assistenza archeologica agli scavi- Importo ribassato	€ 3.045,12
Imprevisti e arrotondamenti	€ 2.016,35
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE (B)	€ 78 896,74
TOTALE (A)+(B)	350 000,00 €

Oltre alla presente relazione, la perizia si compone dei seguenti elaborati:

- 1) Elenco prezzi unitari
- 2) Computo metrico estimativo
- 3) Incidenza della manodopera
- 4) Quadro economico
- 5) Elaborati grafici
- 6) Capitolato speciale d'appalto
- 7) Cronoprogramma
- 8) Piano di manutenzione dell'opera
- 9) Schema di scrittura privata
- 10) Piano di sicurezza e coordinamento