



# AIPo

Agenzia Interregionale per il fiume Po

PROGETTO:

**MO-E-1405 - Lavori urgenti per la ripresa di dissesto petto a fiume con interessamento scarpata arginale in destra idraulica tra gli stanti 123-125 lungo il fiume Panaro in comune di Ravarino (MO)**

## 01.RELAZIONE GENERALE

(art. 23 dell'Allegato I.7 del D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 e ss.mm.ii.)

CUP:

**B28H23001120001**

CIG:

**Da acquisire**

COMMITTENTE:

A.I.Po – DTI Emilia Orientale  
Presidio Territoriale Idraulico 02  
Fiume Panaro – Canale Naviglio – Cavi Argine e Minutara  
Ufficio Operativo di Modena

DITTA ESECUTRICE:

IMPORTO DEI LAVORI:

1	Importo esecuzione lavori	191.759,98
2	Importo costo incidenza della Manodopera	33.107,80
3	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	3.038,31
<b>A</b>	<b>Totale appalto (1 + 2 + 3)</b>	<b>227.906,09</b>

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Geol. Stefano Parodi

PROGETTISTI:

Ing. Jr. Alberto Agnetti

Collaboratori:

Ing. Benedetta Pastarini

Ing. Stefania Vitali

Geom. Lorenzo Savi

REVISIONE:

**02.00**

PERIZIA N.:

**298 DTC del 04/02/2025**

## Sommario

1.	Introduzione	2
2.	Oggetto dell'affidamento	4
3.	Dimensionamento difesa in pietrame	5
4.	Modalità di esecuzione dei lavori	10
5.	Vincoli, tutele e procedimenti autorizzatori	12
6.	Categorie dei lavori e tempi di esecuzione	12
7.	Fonti di finanziamento e quadro economico	13
8.	Appendice A	14
9.	Bibliografia	16

## 1. Introduzione

L'area oggetto di intervento è ubicata lungo il fiume Panaro tra i comuni di Ravarino e Camposanto, appena a valle dell'abitato di Solara (Figura 1).



Figura 1 - Area di intervento

La sponda del tratto oggetto d'intervento, compreso tra gli stanti 123 e 125 in destra idraulica, è stata interessata da vari fenomeni di dissesto ed erosione. Tale situazione, in caso di ulteriore evoluzione in condizioni di piena, potrebbe progressivamente interessare il corpo arginale.

Questi fenomeni di dissesto sono stati aggravati dagli eventi di piena che si sono verificati nel mese di maggio del 2023, a seguito delle intense precipitazioni che hanno colpito principalmente la parte orientale della regione.

Come riportato nel *Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana dell'1-4 maggio 2023* redatto a cura di Arpa Emilia Romagna Struttura Idro Meteo Clima, dalla notte del 1° maggio fino alla mattina del 3 maggio, una perturbazione sull'area mediterranea ha apportato precipitazioni diffuse e persistenti sull'intero territorio regionale, che sono risultate le più intense per due giorni consecutivi dall'inizio della serie storica, con tempi di ritorno puntualmente stimati di oltre 100 anni sull'Appennino centro-orientale. In particolare, piogge superiori ai 200 mm sono cadute sui bacini collinari centro-occidentali di Samoggia, Idice, Quaderna, Sillaro, Santerno, Senio, Lamone e Montone, che sono stati contemporaneamente interessati da piene con livelli al colmo superiori ai massimi storici registrati. Nei tratti arginati dei suddetti corsi d'acqua si sono verificate numerose rotte e sormonti

arginali nelle giornate del 2 e 3 maggio, con conseguente allagamento di zone agricole ed insediamenti civili e produttivi nella pianura bolognese, ravennate e forlivese. Piene di minore entità hanno interessato anche Secchia, Panaro e Reno.

In particolar modo, le precipitazioni sulla porzione collinare del bacino del Panaro e sul suo affluente Tiepido sono iniziate nel pomeriggio del 1° maggio, intensificandosi progressivamente nella notte tra il 1° ed il 2 maggio e mantenendosi sostanzialmente persistenti fino alla mattina del 3 maggio. Le cumulate di pioggia hanno raggiunto i valori massimi di 201,2 mm/48 ore nella sezione di Guiglia sul Panaro, e di 167 mm/48 ore a Serramazzoni sul Tiepido.

I successivi impulsi di precipitazione hanno generato progressivi innalzamento dei livelli idrometrici a partire dalla notte tra il 1° ed il 2 maggio, sia sul Tiepido che sul tratto medio-vallivo del Panaro, che si sono propagati nel tratto arginato di pianura formando un'unica onda di piena, con livelli al colmo che il 3 maggio si sono mantenuti al di sopra delle soglie 2 per oltre 24 ore.

La piena del Panaro è transitata verso valle senza generare particolari criticità sui territori attraversati, se non una prolungata occupazione delle aree golenali ed interessamento dei corpi arginali.

Come riportato nel *Rapporto degli eventi meteorologici di piena e di frana del 16-18 maggio 2023* redatto a cura di Arpa Emilia Romagna Struttura Idro Meteo Clima, dalla mattina del 16 fino a tutta la giornata del 17 maggio una perturbazione sull'area mediterranea ha apportato precipitazioni diffuse sull'intero territorio regionale, particolarmente intense e persistenti sul settore centro-orientale, già interessato dal gravoso evento del 2-3 maggio, che aveva fatto registrare piene prossime o superiori ai massimi storici con rotte arginali ed esondazioni, nonché centinaia di fenomeni franosi, da piccoli smottamenti a frane di grandi dimensioni.

Rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici si sono registrati dal 16 maggio su tutti i corsi d'acqua maggiori e minori del settore centro-orientale della regione, con più impulsi successivi nei tratti montani, che si sono sommati nei tratti vallivi, generando onde di piena con elevatissimi volumi.

Nel tratto montano del fiume Panaro si sono registrati rapidi innalzamenti dei livelli idrometrici nella mattina del 16 maggio, con due distinti colmi di piena, il primo alla sera del 16 e il secondo alla mattina del 17 maggio, che si sono propagati fino alla chiusura del bacino montano.

Attraverso la manovra alle paratoie del manufatto regolatore nella cassa di espansione di S. Cesario, è stata laminata l'onda di piena, che in uscita si è propagata nel tratto arginato con un unico colmo prossimo alla soglia 3 sia nella sezione di Navicello che in quella di Bomporto.

Nel tratto a valle di Bomporto la piena si è ulteriormente laminata, con livelli massimi che si sono mantenuti al di sotto delle soglie 3, sebbene le ulteriori precipitazioni registrate il 19 maggio abbiano generato nuovi colmi nel tratto montano e prolungato l'esaurimento della piena nel tratto vallivo fino alla giornata del 21 maggio. La piena del Panaro è transitata verso valle senza generare particolari criticità sui territori attraversati, se non una prolungata occupazione delle aree golenali con conseguente interessamento dei corpi arginali.

A fronte di quanto sopra esposto, l'intervento di cui all'oggetto è stato inserito nell'elenco degli interventi finanziati tramite l'Ordinanza n. 8 del 28 settembre 2023 del Commissario Straordinario alla ricostruzione nel territorio delle regioni Emilia-Romagna, Toscana e Marche.

In particolar modo, nell'Allegato A all'Ordinanza, sono previsti i *“Lavori urgenti per la ripresa dissesto petto a fiume con interessamento scarpata arginale in destra idraulica tra gli stanti 123-125 sul fiume*

*Panaro in comune di Ravarino (MO)*” – CUP B28H23001120001 – Codice Intervento ER-URID-000152, per un importo complessivo di € 300.000,00.

L’Ordinanza ha disciplinato le modalità mediante le quali provvedere, in esito alla ricognizione degli interventi di ricostruzione, di ripristino e di riparazione per le più urgenti necessità, al finanziamento del piano degli interventi di difesa idraulica (di seguito indicato “piano”), parte integrante del complessivo quadro esigenziale degli interventi di cui all’articolo 20-ter, comma 7, lettera c), primo alinea, del decreto-legge 1° giugno 2023, n. 61, convertito, con modificazioni, dalla legge 31 luglio 2023 n. 100, da attuare nei territori della regione Emilia-Romagna interessati dagli eventi alluvionali verificatisi a far data dal 1° maggio 2023, ricompresi nell’allegato 1 annesso al citato decreto-legge convertito.

Il “piano” da attuare nei territori della regione Emilia-Romagna, il cui valore complessivo è stimato in euro 233.739.754,00, è costituito dall’insieme degli interventi riepilogati nell’Allegato “A”, che costituisce parte integrante dell’Ordinanza stessa.

Per la progettazione dell’intervento, il Responsabile Unico del Progetto Dott. Geol. Stefano Parodi ha individuato, con Ordine di Servizio in data 16/12/2024, il seguente gruppo di progettazione composto da tecnici interni alla Stazione Appaltante:

- Progettista: Ing. jr. Alberto Agnetti
- Collaboratori: Ing. Benedetta Pastarini, Ing. Stefania Vitali, Geom. Lorenzo Savi.

## **2. Oggetto dell’affidamento**

L’intervento in oggetto prevede la realizzazione dei *“Lavori urgenti per la ripresa di dissesto petto a fiume con interessamento scarpata arginale in destra idraulica tra gli stanti 123-125 lungo il fiume Panaro in comune di Ravarino (MO)”*.

L’area d’intervento risulta caratterizzata da numerosi fenomeni di dissesto ed erosione spondale che ne hanno compromesso la stabilità. Tali problemi caratterizzano in generale le sponde del fiume anche nei tratti a monte e a valle rispetto al sito d’intervento, sono state infatti recentemente realizzate numerose difese spondali sia in destra che in sinistra per la ripresa di tratti in erosione, come mostrato nella Figura 2.





Figura 2 - Difese esistenti in prossimità dell'area di intervento

Nel caso della sponda oggetto d'intervento, e come accennato in premessa, l'evolversi di tali fenomeni di instabilità potrebbe arrivare ad interessare il rilevato arginale posizionato a ridosso della sponda stessa.

A seguito delle attività di sopralluogo svolte in sito e di valutazione dei rilievi fotogrammetrici (AGEA) è risultata evidente anche la presenza di fitta vegetazione arborea e arbustiva che in condizioni di piena potrebbe aggravare ulteriormente la stabilità dei rilevati arginali e rallentare i deflussi con conseguente aumento dei tiranti idrici nelle sezioni interessate.

Gli obiettivi principali della progettazione possono essere pertanto di seguito riassunti:

- pulizia e sfalcio della vegetazione spontanea presente lungo le sponde, estesi ai tratti a monte e valle del dissesto;
- realizzazione delle opere necessarie per la ripresa del dissesto che ha interessato la sponda con contestuale ripristino di una larghezza minima del petto a fiume di 4,00 m dal piede dell'arginatura;
- realizzazione di difesa in massi di cava a protezione del rilevato;
- interventi puntuali di risagomatura e ripresa di eventuali piccoli dissesti lungo il tratto.

### 3. Dimensionamento difesa in pietrame

La realizzazione di una difesa in pietrame non può prescindere da un'attenta valutazione della modalità di posa, posizionamento e pezzatura del materiale costituente.

Come anticipato il tratto oggetto di intervento si inserisce all'interno di una serie di ulteriori interventi di difesa spondale eseguiti nel corso degli anni che hanno visto l'interessamento di varie porzioni di

alveo, in particolare il presente intervento risulta interessante un tratto della sponda destra immediatamente a valle di un'ansa del fiume in cui appare evidente la presenza di una lente di sedimenti in destra non interessata da fenomeni erosivi (Fig. 3).

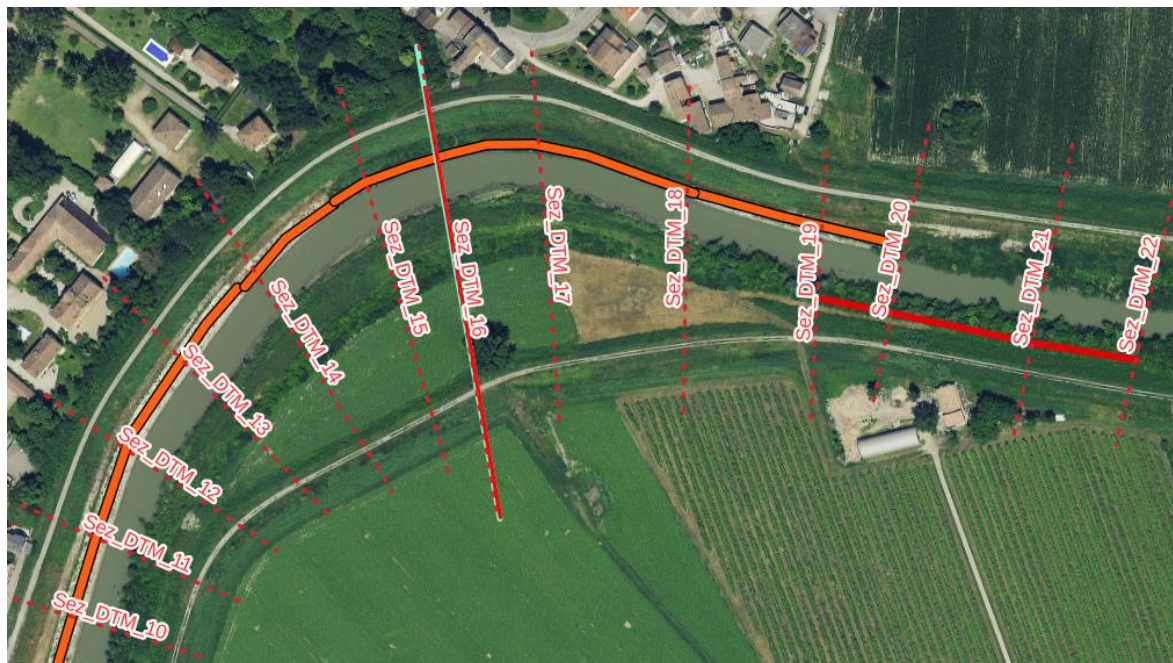


Figura 3 - Ansa fiume Panaro e ubicazione nuova difesa (rosso) spondale in dx idraulica e difese esistenti (arancio).

Per tali motivi la parte iniziale della difesa dovrà essere ubicata e immorsata al termine del deposito alluvionale in destra, immediatamente a valle dell'ansa e proseguire lungo la sponda per una lunghezza di circa 140 m a valle (Figura 3).

Dal punto di vista operativo, considerata la persistente presenza di acqua in alveo e i possibili tiranti attesi durante la realizzazione, si potranno prevedere sostanzialmente due modalità di posa:

- Posa diretta mediante escavatore;
- Posa alla rinfusa mediante scarico da sponda.

Dal punto di vista qualitativo e di durabilità della difesa sarà necessario procedere prioritariamente mediante posa diretta mediante la realizzazione di prescavo al fine di ottenere un adeguata quota di lavoro per i mezzi meccanici e una migliore condizione per la posa diretta. La posa alla "rinfusa" potrà essere effettuata esclusivamente su indicazione della DL e solamente nei casi in cui non risulti possibile operare diversamente.

Il dimensionamento di massima del materiale costituente la difesa può essere valutato in base alle velocità e tiranti presenti nel tratto utilizzando diverse metodologie empiriche, in particolare:

- Formula "antica";
- Formula di Izbash;
- Formula USACE.

Le formulazioni indicate esprimono il valore del diametro degli elementi della difesa in funzione della seguente relazione:

$$d = K_d \cdot v^2 \quad [1]$$

dove:

$d$  – diametro caratteristico di equilibrio [m]

$K_d$  – coefficiente di trasporto [ $s^2/m$ ]

$v$  – velocità della corrente [m/s]

per le varie formulazioni proposte in letteratura il coefficiente  $K_d$  può essere espresso come segue:

$$\text{Formula "antica"} \quad K_d' = 0.04 \quad [2]$$

$$\text{Formula di Izbash} \quad K_d' = \frac{C_t}{g \cdot \beta} \quad [3]$$

$$\text{Formula USACE} \quad K_d' = \frac{0.347}{g \cdot \beta} \quad [4]$$

Dove:

$C_t$  – Coefficiente di turbolenza (0.3 ÷ 0.7);

$g$  – Accelerazione di gravità;

$\beta$  – Coefficiente di affondamento pari al rapporto tra i pesi specifici  $(\gamma_s - \gamma_a) / \gamma_a$ ;

Alle formulazioni su esposte, applicabili a particelle su letti orizzontali, al fine di considerare la condizione di inclinazione delle sponde Lane [1955] ha proposto il seguente valore correttivo derivante dall'analisi sull'equilibrio delle forze agenti su un elemento con sponda inclinata:

$$K = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \phi}} \quad [5]$$

$$K_d = \frac{K_d'}{K} \quad [6]$$

dove:

$\alpha$  – Inclinazione della sponda [°]

$\phi$  – inclinazione del corso d'acqua [°]

**Relativamente alla velocità di trascinamento, in mancanza di dati specifici per il tratto in esame, la stessa è stata ipotizzata pari alla velocità di moto uniforme della sezione in condizioni di massima sommergenza pari a circa 1 m di franco libero, pertanto, applicando l'equazione di Chezy (**



Appendice A) con un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler cautelativamente elevato pari a  $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  si ottiene una velocità media nella sezione pari a  $1.38 \text{ m/s}$ .

Applicando le formulazioni di cui in premessa e poste le seguenti ipotesi progettuali relativa ad una sezione tipo (Sez. 21 DTM) si ottiene:

Tabella 1 - Parametri idraulici sezione tipo (Appendice A)

Parametri idraulici			
Tirante	<b>Z</b>	[mslm]	26.92
Pendenza	<b>i</b>	[%]	0.01%
Area	<b>A</b>	[m <sup>2</sup> ]	421.99
Raggio idr.	<b>R</b>	[m]	5.64
Scabrezza	<b>ks</b>	[m <sup>1/6</sup> /s]	35.00
Portata	<b>Q</b>	[m <sup>3</sup> /s]	580.67
Vmed	<b>V</b>	[m <sup>2</sup> /s]	1.38

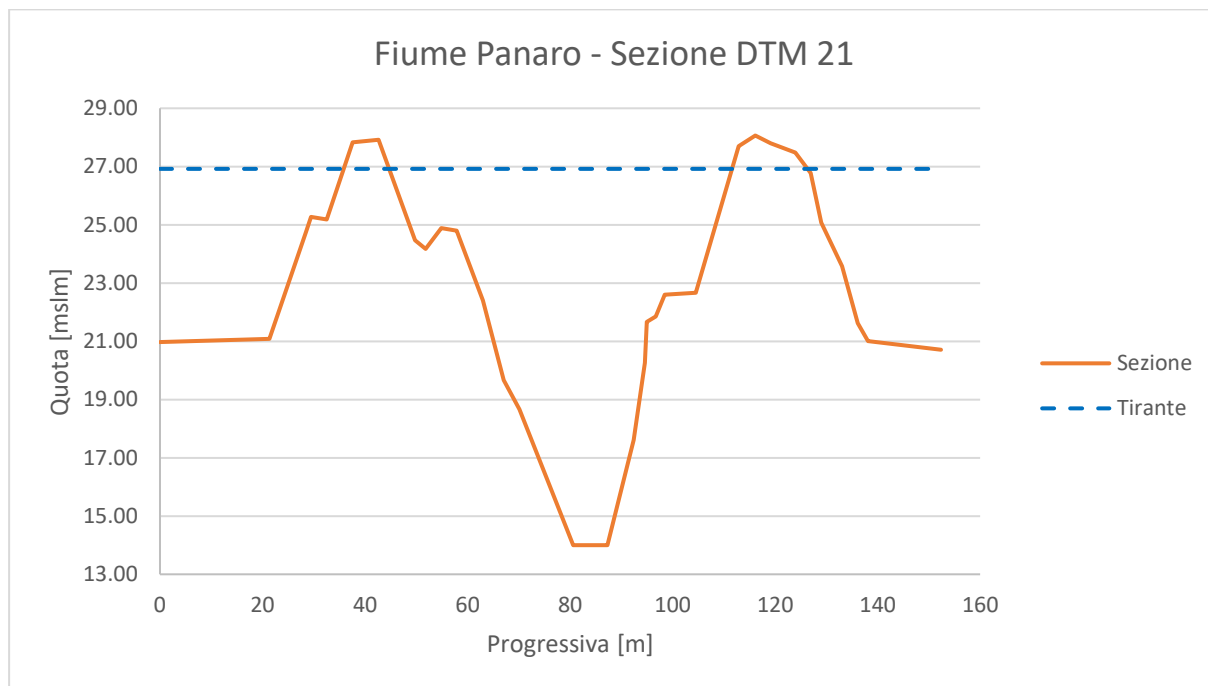


Figura 4 - Grafico sezione tipo (Sez. 21 DTM)

Applicando quindi le equazioni [2-6] del trasposto si ottengono i seguenti valori:

Tabella 2 - Calcolo diametro di progetto

Dati di progetto			
$\alpha$	33.69	°	Angolo sponde in gradi
i	0.01%	%	Pendenza longitudinale in %
R	5.64	m	Raggio idraulico
V	1.38	m/s	Velocità media in condizioni di moto permanente
Parametri fisici			

Parametro	Valore	U.M.	Descrizione
$\rho_s$	2600	kg/m <sup>3</sup>	Densità materiale
$\rho_a$	1000	kg/m <sup>3</sup>	Densità acqua
$g$	9.806	m/s <sup>2</sup>	Accelerazione di gravità
$\gamma_s$	25496	N/m <sup>3</sup>	Peso specifico materiale
$\gamma_a$	9806	N/m <sup>3</sup>	Peso specifico acqua
$\beta$	1.600	-	Rapporto di affondamento
$\theta$	33.69	°	Angolo sponde in gradi
$\phi$	35.00	°	Angolo di riposo materiale
$K$	0.254	m <sup>1/3</sup> /s	Fattore correttivo di Lane [1953]
$\nu$	1.0E-06		Viscosità cinematica
<b>Formula pratica "antica"</b>			
$d$	0.298	m	Diametro di equilibrio
<b>Formula di Izbash</b>			
$C_t$	0.700	-	Coefficiente di turbolenza
$d$	0.332	m	Diametro di equilibrio
<b>Formula USACE</b>			
$d$	0.165	m	Diametro di equilibrio

Considerando quindi i valori risultanti otteniamo:

Tabella 3 - Confronto risultati

Metodo	Diametro
Antica	0.298
Izbash	0.332
USACE	0.165
$\mu$	<b>0.204</b>
$\sigma$	<b>0.122</b>
$\mu+\sigma$	<b>0.326</b>
<b>Diametro</b>	<b>0.340</b>
$y/D$	<b>32.30</b>

In questo caso il diametro minimo di progetto pari a 34 cm è stato ottenuto arrotondando per eccesso il valore che include tutti i diametri ottenuti.

Al fine di ottenere il peso caratteristico minimo dei singoli elementi costituenti la scogliera, ipotizzando una forma sferica e un peso specifico di 2600 kg/mc otteniamo un valore di circa 50 kg.

Tabella 4 - Pesì caratteristici ciottoli sferici (in grassetto le pezzature previste)

Diametro	Peso
[m]	[kg]
0.05	0.2
0.10	1.4
0.15	4.6

0.20	10.9
0.25	21.3
0.30	36.8
<b>0.35</b>	<b>58.4</b>
<b>0.40</b>	<b>87.1</b>
<b>0.45</b>	<b>124.1</b>
<b>0.50</b>	<b>170.2</b>
<b>0.55</b>	<b>226.5</b>
<b>0.60</b>	<b>294.1</b>
<b>0.65</b>	<b>373.9</b>
<b>0.70</b>	<b>466.9</b>
<b>0.75</b>	<b>574.3</b>
<b>0.80</b>	<b>697.0</b>
<b>0.85</b>	<b>836.0</b>
<b>0.90</b>	<b>992.4</b>
0.95	1167.2
1.00	1361.4

Relativamente alla berma di fondazione, considerata la cruciale importanza a sostegno della parte in elevazione, a favore di sicurezza si è previsto l'utilizzo di pietrame avente pezzature comprese tra i 300 e i 1000 kg/mc corrispondente ad un diametro equivalente di circa 60-90 cm.

Al fine di ridurre gli effetti di "ingozzamento" si dovrà prevedere l'utilizzo di geotessuto a tergo della difesa e sul piano di fondazione (vedi Tav. 2.5 – Sezioni Tipo).

#### 4. Modalità di esecuzione dei lavori

Le attività che dovranno essere svolte e le specifiche modalità vengono di seguito descritte, prioritariamente nelle aree in cui si prevede la realizzazione della difesa di sponda.

##### Fase 1 - Pulizia della vegetazione in prossimità della difesa

Le operazioni di pulizia della vegetazione interesseranno un tratto di circa 100 m a monte e a valle dell'area di realizzazione della difesa. Le aree oggetto di pulizia vengono meglio rappresentate negli elaborati grafici (Tav. 2.2 – 2.4).

La vegetazione presente nelle aree segnalate è varia, pertanto le principali attività che sono state considerate relativamente alla vegetazione sono le seguenti:

- sfalcio;
- disboscamento e decespugliamento;
- taglio piante.

##### Fase 2 - Ripristino della sagoma spondale e della larghezza del petto a fiume

La sagoma spondale finale, a valle delle operazioni di ripristino, dovrà essere caratterizzata da un petto a fiume della larghezza di 4,00 m a partire dal piede dell'arginatura.

È previsto che la sponda risagomata mantenga una pendenza di 2 su 3 come mostrato negli elaborati grafici.

### **Fase 3 - Realizzazione di difesa spondale in massi di cava**

La realizzazione della difesa dovrà essere eseguita per tratti successivi secondo le seguenti fasi:

#### **Prescavo**

Considerata l'altezza della difesa, al fine di garantire una corretta posa del materiale di fondazione e dei primi metri di elevazione, si dovrà eventualmente procedere alla realizzazione di un prescavo con deposito nelle immediate vicinanze. L'area di prescavo dovrà poi essere ripristinata e debitamente compattata alla quota originaria per consentire la realizzazione della parte finale di elevazione e il ripristino della corretta sezione di deflusso.

#### **Scavo trincea di fondazione e posa della berma di fondazione**

La trincea della fondazione della difesa dovrà essere eseguita rimuovendo il materiale al fondo per una profondità di almeno 1.5 m per poi procedere alla posa di pietrame di pezzatura compresa tra i 300 e i 1000 kg. Tali dimensioni garantiranno un'adeguata stabilità alla parte di elevazione.

#### **Posa di geotessile**

Considerata la notevole differenza granulometrica tra il materiale d'alveo e il materiale di protezione spondale, nei tratti interessati dalla realizzazione della difesa si dovrà prevedere il preliminare rivestimento mediante posa di geotessuto da 500 g/m<sup>2</sup> al fine di garantire:

- adeguato drenaggio delle acque lato campagna;
- riduzione delle eventuali sovrappressioni idrostatiche;
- evitare lo sprofondamento dei massi (ingozzamento).

Il geotessuto dovrà essere possibilmente fissato al di sotto del pietrame di fondazione della difesa e i teli dovranno avere una sovrapposizione minima di 30 cm nei punti di giunzione. Si dovrà inoltre prevedere l'utilizzo di picchetti di fissaggio per le parti in elevazione in modo da garantirne la corretta posa.

Relativamente alle fasi di realizzazione della berma di fondazione e dei primi tratti di elevazione, qualora le condizioni dei tiranti idrici o la morfologia del tratto non consenta la posa diretta del materiale, lo stesso potrà essere posato alla rinfusa, previo accordo con la DL.

#### **Posa difesa in elevazione**

La sponda risagomata dovrà essere difesa attraverso la realizzazione di una scogliera in massi di cava con pezzatura compresa tra i 50 kg e i 300 kg debitamente posati in modo da garantire il corretto collegamento tra i vari massi e la stabilità della difesa.

Qualora nel corso delle operazioni di scavo e risagomatura della sponda dovessero essere rinvenuti massi provenienti da relitti di difese in pietrame che si trovino in posizioni non più utili per variazione della conformazione del paraggio idraulico, tale materiale potrà essere rimaneggiato e riutilizzato per la realizzazione della scogliera, purché collocato a ringrosso e protezione del piede della difesa.

La scogliera andrà ammorsata nella sponda nella parte di monte.

### **Fase 4 - Eventuale realizzazione di drenaggi a tergo della scogliera**

Qualora durante le operazioni di ripristino della sponda dovessero essere individuate venute d'acqua



da campagna, sarà necessario provvedere alla realizzazione di opportuni drenaggi necessari per l'allontanamento delle acque in modo tale da evitare spinte idrauliche instabilizzanti a tergo della difesa.

I drenaggi dovranno essere realizzati attraverso l'esecuzione di uno scavo a sezione obbligata, le cui dimensioni andranno stabilite in funzione delle caratteristiche della vena d'acqua.

Successivamente alla realizzazione dello scavo andranno posati in opera i materiali e gli elementi costituenti il drenaggio: il geotessuto, il tubo drenante in polietilene e i ciottoli per drenaggio.

#### **Fase 5 - Pulizia della vegetazione lungo i tratti a monte e valle**

A completamento dell'intervento, dovranno essere previsti ulteriori attività di pulizia e taglio della vegetazione sia in sponda destra che in sponda sinistra a partire dalla sezione in corrispondenza del ponte Bailey e terminando in corrispondenza della curva a valle del tratto d'intervento, approssimativamente in corrispondenza dello stante 123 in sponda sinistra e 125 in sponda destra (vedi Tav. 2.2 – 2.5).

Obiettivo principale di tale attività consiste nell'eliminare l'effetto di rallentamento del deflusso delle acque di piena legato alla presenza di vegetazione e alla riduzione degli effetti di instabilizzazione delle sponde e accumulo di materiale flottante.

Al termine di ciascuna attività di pulizia della vegetazione l'impresa dovrà avvisare immediatamente la Direzione Lavori, in modo tale da consentire la verifica del numero di piante tagliate e la misura della superficie disboscata e decespugliata prima dell'inizio delle attività di risagomatura della sponda.

#### **Fase 6 – Eventuali interventi in economia**

Al termine delle lavorazioni principali, potranno rendersi necessari interventi puntuali di ripresa e risagomatura dell'alveo.

### **5. Vincoli, tutele e procedimenti autorizzatori**

Sono state verificate le prescrizioni sulle zone tutelate dal PTPR dell'Emilia-Romagna, ricordando che la cartografia vigente delle tutele del PTPR è quella dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale approvati.

Il PTCP della provincia di Modena è stato approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 46 del 18/03/2009. Sono state verificate nel dettaglio le seguenti tavole del PTPC 2009:

- Carta 1.1 - Tutela delle risorse paesistiche e storico-culturali;
- Carta 1.2 - Tutela delle risorse naturali, forestali e della biodiversità del territorio;
- Carta 2.3 - Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica.

È stata verificata la presenza di vincoli paesaggistici di derivazione statale (D.Lgs. n. 42/2004).

Dalle opportune verifiche effettuate a riguardo è emerso che gli interventi in oggetto sono esenti da autorizzazione paesaggistica, ai sensi del punto A.25 dell'Allegato A del D.P.R. n. 31/2017 recante *“interventi di manutenzione degli alvei, delle sponde e degli argini dei corsi d'acqua, compresi gli interventi sulla vegetazione ripariale arborea e arbustiva, finalizzati a garantire il libero deflusso delle acque e che non comportino alterazioni permanenti della visione d'insieme della morfologia del corso d'acqua; interventi di manutenzione e ripristino funzionale dei sistemi di scolo e smaltimento delle acque e delle opere idrauliche in alveo”*.

## 6. Categorie dei lavori e tempi di esecuzione

Ai sensi dell'art. 2, c. 3, dell'Allegato II.12 (Tabella A) e dell'art. 100, c. 4 del D.Lgs. 36/2023 e ss.mm.ii., i lavori sono classificati nella seguente categoria/e di opere generali e/o speciali:

Lavorazione	Categoria	Classifica	Qualificazione obbligatoria (si/no)	Importo (€)	%	Indicazioni speciali ai fini della gara	
						Prevalente o scorporabile	Subappaltabile <sup>(1)</sup>
Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	OG8	I fino a 258.000	SI	227.906,09	100%	Prevalente	% <sup>(1)</sup>
Totale					100%		

<sup>(1)</sup> vige quanto riportato all'art. 119 del D.Lgs. 36/2023 e ss.mm.ii.

La durata dell'intervento è stata valutata in **90 giorni naturali e consecutivi**.

Il tempo di esecuzione fissato risulta congruo con i prevedibili giorni di inattività legati alle condizioni meteo normali che si stimano in circa 5 giorni/mese.

## 7. Fonti di finanziamento e quadro economico

L'intervento in progetto è finanziamento mediante somme previste dal Commissario Straordinario alla Ricostruzione nel Territorio delle Regioni Emilia-Romagna, Toscana e Marche nell'Ordinanza n. 8 del 28/09/2023 e inserito nel "Programma triennale dei lavori 2024/2026" approvato con Delibera del Comitato d'Indirizzo di A.I.Po n. 6 del 27 marzo 2024.

Per la quantificazione economica dell'intervento di che trattasi sono stati utilizzati i prezzi del Prezzario AIPO - aggiornamento giugno 2024.

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

N°	INDICAZIONE	Importo	Totale
A	<b>SOMME A BASE D'APPALTO</b>		
A.1	Lavori soggetti a ribasso d'asta	€ 191.759,98	
A.2	Incidenza manodopera non soggetta a ribasso	33.107,80	
A.3	Oneri di sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	€ 3,038.31	
	<b>Totale</b>	<b>€ 227,906.09</b>	<b>€ 227,906.09</b>
B	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE</b>		
B.1	Rivalsa IVA 22% su A	€ 50,139.34	
B.2	Incarico CSP/CSE comprensivo di oneri previdenziali al 4% e IVA al 22%	€ 8,007.29	
B.3	Incentivi per funzioni tecniche - art. 45 D.Lgs. 36/2023 e ss.mm.ii.	€ 3,646.50	
B.4	Assicurazione progettisti – art. 5, c. 1, lett. e), p.to 9)	€ 250.00	
B.5	Contributo ANAC	€ 250.00	
B.6	Revisione prezzi - art. 60 D.Lgs. 36/2023 e ss.mm.ii.	€ 6,000.00	
B.7	Imprevisti, arrotondamento ed economie da ribasso d'asta	€ 3,800.78	
	<b>Totale</b>	<b>€ 72,093.91</b>	<b>€ 72,093.91</b>
	<b>Totale finanziamento</b>		<b>€ 300,000.00</b>

## 8. Appendice A

In condizioni di moto permanente e assolutamente turbolento la portata transitante in una sezione può essere definita mediante formula di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Dove:

Q – Portata [m<sup>3</sup>/s]

A – Area bagnata [m<sup>2</sup>]

$\chi$  – Coeff. di resistenza [m<sup>1/3</sup>/s]

R – Raggio idraulico [m]

i – pendenza longitudinale [%]

Il coefficiente di resistenza può essere calcolato mediante la formula di Gauckler-Strickler che mette in relazione il coefficiente  $k_s$  di scabrezza con il raggio idraulico della sezione:

$$\chi = k_s \cdot R^{1/6}$$

Dove:

$k_s$  – Coeff. di scabrezza [m<sup>1/3</sup>/s]

R – Raggio idraulico [m]

Il coefficiente  $k_s$  assume valori inversamente proporzionali alla scabrezza solitamente ricompresi tra valori di 15 (alvei fortemente irregolari e vegetati) e 90 (canali in cls).

La stessa equazione, solitamente utilizzata per geometrie di alveo regolari (es. rettangolari, trapezie, ecc.) può essere utilizzata anche in situazioni di sezioni irregolari o con differente scabrezza lungo la sezione mediante la scomposizione in singoli conci e il calcolo del contributo di ogni singolo elemento per la formazione della portata complessiva, ovvero:

$$Q = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \chi_i \cdot \sqrt{R_i \cdot i}$$

Di seguito si riportano i valori elaborati per la sezione di progetto e un tirante pari a 26.9 mslm:

Sezione idraulica								
Progressiva	Quota	Moltiplicatore di Scabrezza	Perc.	Area bagnata	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Coefficiente resistenza	Portata
D	Z	-	%	A	P	R	$\chi$	Q
[m]	[mslm]	[%]	[%]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	20.98	-	-	-	-	-	-	-
21.33	21.09	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.44	24.75	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.46	25.27	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.51	25.19	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37.59	27.83	0%	66%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.67	27.92	0%	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49.78	24.47	100%	71%	6.19	5.61	1.10	35.57	2.31
51.81	24.17	100%	100%	5.28	2.05	2.57	40.97	3.47
54.85	24.89	100%	100%	7.28	3.13	2.33	40.29	4.47
57.90	24.80	100%	100%	6.33	3.05	2.07	39.53	3.60
62.98	22.40	100%	100%	16.87	5.62	3.00	42.04	12.28
67.04	19.66	100%	100%	23.91	4.90	4.88	45.59	24.09
70.09	18.67	100%	100%	23.65	3.21	7.38	48.83	31.36
76.19	15.97	100%	100%	58.51	6.67	8.78	50.27	87.13
80.63	14.00	100%	100%	52.99	4.86	10.91	52.12	91.22
87.32	14.00	100%	100%	86.43	6.69	12.92	53.61	166.57
92.44	17.61	100%	100%	56.90	6.27	9.08	50.55	86.69
94.57	20.26	100%	100%	17.01	3.39	5.01	45.79	17.44
94.97	21.67	100%	100%	2.38	1.47	1.62	37.94	1.15
96.70	21.86	100%	100%	8.92	1.74	5.13	45.96	9.29
98.47	22.60	100%	100%	8.30	1.92	4.32	44.67	7.71
104.54	22.66	100%	100%	26.05	6.08	4.29	44.61	24.07
112.87	27.70	100%	84%	14.98	8.22	1.82	38.68	7.82
116.12	28.07	100%	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
119.15	27.80	100%	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
123.93	27.48	0%	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
126.97	26.78	0%	20%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
129.00	25.08	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
133.07	23.58	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
136.12	21.63	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
138.15	21.01	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
152.37	20.71	0%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Parametri idraulici			
Tirante	Z	[mslm]	26.92
Pendenza	i	[%]	0.01%
Area	A	[m <sup>2</sup> ]	421.99
Raggio idr.	R	[m]	5.64
Scabrezza	ks	[m <sup>1/6</sup> /s]	35.00
Portata	Q	[m <sup>3</sup> /s]	580.67
Vmed	V	[m <sup>2</sup> /s]	1.38



## 9. Bibliografia

- Chow V.T. – *Open Channel Hydraulics* – McGraw Hill
- Citrini, Nosedà – *Idraulica* – CEA Milano
- Becciu, Paoletti – *Esercitazioni di costruzioni idrauliche* – CEDAM
- Da Deppo, Datei, Salandin – *Sistemazione dei corsi d'acqua* – Edizioni Progetto Padova