

Fiume Panaro

MO-E-1358 / MO-E-1363

CUP: **B98E18000340002**

CUP: **B83H20000150001**

CIG:



AIPO

Agenzia Interregionale per il fiume Po

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

(ordinanza n.1 del 28/12/2017 cod. 13064)

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

ELABORATO

Relazione generale

UBICAZIONE OPERE

Comune di San Cesario sul Panaro
Comune di Spilamberto

DATA: Marzo 2020

AGG. -

SCALA:

-

COMMITTENTE

AIPO - Direzione territoriale Idrografica Emilia Orientale
Ufficio operativo di Modena

Strada Attiraglio, 24 - 41122 Modena

tel. + 39 059225244

fax. + 39 059220150

e-mail: ufficio-mo@cert.agenziapo.it

Raggruppamento temporaneo d'impresa

POLARIS - STUDIO ASSOCIATO



Legale rappresentante
Ing. Luciano Corradini

Il responsabile di progetto e dell'integrazione
delle prestazioni specialistiche
Ing. Luciano Corradini

R.U.P.
Ing. Federica Pellegrini

ART Ambiente Risorse Territorio S.r.l.



Legale rappresentante
Ing. Marco Andreoli

Il geologo
Geol. Giovanni Carra

Il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione
Ing. Ugo Bernini

Supporto al R.U.P.
Geol. Stefano Parodi



1



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta la Relazione Generale del progetto definitivo/esecutivo degli interventi di messa in sicurezza e consolidamento della briglia selettiva sul fiume Panaro, posta a circa 6 km a monte della cassa di espansione (Comuni di Spilamberto e San Cesario sul Panaro, MO).

Le lavorazioni sono suddivise, anche dal punto di vista dei finanziamenti, nei seguenti due interventi di cui AIPo è stata individuata soggetto attuatore:

- MO-E-1358 Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO – INTERVENTO A (stanziamento complessivo di € 1.500.000,00 – Ordinanza del Presidente della Regione Emilia-Romagna n. 1 del 28/12/2017);
- MO-E-1363 Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro – INTERVENTO B (stanziamento complessivo di € 670.000,00; "Legge stabilità 2020").

L'INTERVENTO A appartiene al piano degli Interventi "Misure urgenti in favore delle popolazioni dell'Emilia Romagna colpite dal terremoto e dai successivi eventi alluvionali verificatisi tra il 17 ed il 19 gennaio 2014, nonché per assicurare l'operatività del Fondo per le emergenze nazionali", con il quale il Presidente della Regione Emilia-Romagna in qualità di Commissario Delegato ai sensi dell'art. 1, comma 2, del D.L. n. 74/2012 ed ai sensi dell'art. 1 del D.L. N. 74/2014 è stato autorizzato ad operare per l'attuazione degli interventi per il ripristino e messa in sicurezza. Più in particolare, l'intervento è compreso nell'Ordinanza del Commissario delegato n° 1/2017 col codice 13064 per l'importo complessivo di € 1.500.000,00.

L'INTERVENTO B appartiene al piano cd. "Legge stabilità 2020" per l'importo complessivo di € 670.000,00. Pur trattandosi di interventi ben distinti dal punto di vista delle lavorazioni, al fine di una migliore efficacia dell'organizzazione dei relativi cantieri, il soggetto attuatore (AIPo) procederà con un unico appalto per l'esecuzione di entrambi i lavori.

La progettazione definitiva ed esecutiva di entrambi gli interventi è stata affidata da AIPo al R.T.P. POLARIS Studio Associato (Mantova) - ART – Ambiente Risorse Territorio srl (Parma).

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



CAPOGRUPPO



MANDANTE

PAG. 1/15



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E MATERICHE

2.1. Aspetti geologici

L'area ricade nella fascia di alta pianura modenese, lungo la conoide del fiume Panaro. Dal margine collinare modenese il corso d'acqua incide formazioni costituite prevalentemente da terreni argillosi e marnoso-arenacei, appartenenti ai complessi delle unità liguri ed epiliguri ed ai depositi Pliocenici-Quaternari marini, che caratterizzano il margine padano.

Il complesso dei sedimenti che costituiscono la conoide aumenta di spessore a partire dalla zona apicale fino a raggiungere alcune centinaia di metri nella zona distale, dove si verifica un significativo cambio di pendenza, che ha permesso l'accumulo dei depositi alluvionali quaternari.

La parte apicale è prevalentemente costituita da banchi ghiaiosi separati da orizzonti limo-argillosi, non molto potenti; queste ghiaie mostrano una parziale cementazione, favorita dalla presenza di sabbie talvolta impastate con limi e argille.

La zona mediana e settentrionale di apice della pianura modenese, che si sviluppa ai piedi dell'Appennino settentrionale e che è delimitata lateralmente dai fiumi Secchia Tiepido e Panaro, si raccorda con il solco vallivo intercollinare a quote comprese fra 120 e 150 metri, in cui affiorano le successioni argillose del ciclo plio-pleistocenico. Il passaggio tra la sedimentazione marina e quella continentale è contraddistinto da depositi di transizione, quali sabbie e ghiaie di ambiente litorale e da peliti sabbiose e ghiaie di delta.

Nell'area d'intervento, sulla base delle informazioni stratigrafiche rilevate nel corso della realizzazione della campagna di indagini geognostiche, è presente una successione litostratigrafica caratterizzata da ghiaia in matrice sabbiosa con presenza di ciottoli centimetrici, di colore marrone, fino alla quota di fine sondaggio a 20 m dal piano campagna. In sinistra idrografica si rinviene un orizzonte ghiaioso con ciottoli in matrice prevalentemente limosa per uno spessore di circa 6 m, da circa 13,5 m dal piano campagna.

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto del fiume Panaro in esame è stato caratterizzato da modificazioni significative dell'assetto plano-altimetrico, in relazione agli interventi antropici di stabilizzazione del profilo longitudinale di fondo alveo, a salvaguardia dei numerosi attraversamenti stradali e ferroviari. Il canale attivo si presenta monocursale debolmente sinuoso, incassato rispetto ai piani golionali di oltre 5 m, nei depositi alluvionali del conoide del Panaro. Si è verificata a monte briglia una significativa divagazione planimetrica dell'alveo in destra idrografica, in parte ripreso da un intervento di difesa spondale realizzato recentemente da AIPo.

Il sottosuolo risulta caratterizzato dalla presenza di una falda superficiale ad alta trasmissività contenuta nei depositi alluvionali, soggetta a consistenti fluttuazioni di livello legate al regime idrometrico del fiume Panaro e dalle precipitazioni meteoriche. Il corso d'acqua, per le sue caratteristiche morfologiche attuali, assume nei periodi di magra, un'azione drenante della falda presente nei terrazzi alluvionali antichi posti a sommità superiore al fondo alveo.

2.2. Aspetti idrologici

Il bacino del fiume Panaro occupa la Provincia di Modena, parte della Provincia di Bologna e limitatamente, le Province di Pistoia (Abetone), Ferrara (Bondeno) e Mantova (Oltrepò mantovano).

Ha una superficie complessiva di 1775 km², in cui 45% ricade in ambito montano. A sud-ovest è delimitato dal crinale appenninico toso-emiliano e si estende con andamento sud-ovest – nord-est fino all'asse della pianura padana rappresentato dal fiume Po.

Il bacino idrografico di monte del fiume Panaro, chiuso alla traversa fluviale in ingresso alla cassa di espansione posta in località Sant'Anna subito a valle del ponte dell'autostrada A1, ha un'estensione totale di 880 km².

L'asta fluviale a valle della cassa di espansione è protetta da un corpo arginale continuo in destra e sinistra idraulica lungo tutto lo sviluppo del fiume (circa 68 km) fino alla confluenza con il fiume Po.

Lungo il corso fluviale, il fiume Panaro riceve in sinistra idraulica le acque di due affluenti: il torrente Tiepido in località Fossalta ed il Naviglio a Bomporto.

Il tratto oggetto del presente progetto, appartiene alla prima unità, cioè all'asta del F. Panaro a monte della cassa di laminazione.



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

Le portate di piena di riferimento utilizzate per il presente studio sono dichiarate nella Direttiva del PAI, coincidenti con i "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale" del PGRA. In particolare, sono state considerate la piena con tempo di ritorno di 20 (1030 m³/s) e 200 anni (1480 m³/s), oltre all'evento di piena del 17 novembre 2019 per la taratura del modello numerico.

2.3. Aspetti materici

Sulla scorta della documentazione di progetto degli anni '70, messa a disposizione dal Committente, si rende necessario procedere ad indagini atte a confermare la corrispondenza delle previsioni di progetto.

Vista la difficoltà di valutare l'effettiva lunghezza dei diaframmi, si assumono come dato utile le indicazioni riportate in progetto che individuano lunghezza, a scalare dal centro fiume alle sponde, da 12,00 m a 10,00 m fino a 8,00 m.

Per le stesse motivazioni si assume come armatura del diaframma quella indicata in progetto, mentre sulla trave di coronamento non si hanno informazioni di sorta.

Per questo motivo si prevede di effettuare prove atte a stabilire la resistenza del calcestruzzo e le fasi di getto, mentre per le armature non si provvede ad indagini specifiche.

Le prescrizioni dei materiali di progetto indicano:

- Calcestruzzo Rck 250 con cemento 325;
- Ferro di armatura FeB32k

Si è provveduto, in sito, ad escavazioni mirate ad individuare, compatibilmente con i livelli di falda, la conformazione della trave di coronamento, escavazioni condotte a monte del manufatto, mentre a valle tali operazioni risultano impedita dalla presenza di massi della scogliera intasati in calcestruzzo.

A monte si rileva la presenza di un importante cordolo in calcestruzzo alla quota di imposta della trave di coronamento (probabilmente i cordoli guida dei diaframmi) di cui si terrà debito conto in fase progettuale (vedasi disegni specifici).

Si decide quindi di procedere al prelievo, mediante carotaggio, di provini di calcestruzzo per prove di compressione.

Vengono prelevati da parte del Laboratorio Tecnologico Emiliano n. 6 campioni, 3 in sponda destra e altrettanti in sponda sinistra, sulla trave di coronamento sia sulla parete verticale di valle che sulla superficie di estradosso, numerati ed inviati allo stesso laboratorio per le prove.

L'esito delle prove, riportato sul certificato n. 5610/32 del 13.09.2019, che si allega in copia unitamente alla documentazione fotografica, evidenzia come complessivamente il calcestruzzo posato soddisfi i requisiti di un Rck 250.

Dall'analisi dei carotaggi eseguiti si può comunque notare come, sia sulle superfici verticali che orizzontali della trave di coronamento, esistano dei piani di distacco ad evidenziare fasi di getto distinte e quindi imbottiture della originaria trave di coronamento, ciò a testimoniare la ricerca di un più potente ancoraggio dei denti della briglia nella trave di coronamento della vecchia diaframmatura.

Tale circostanza sarà adeguatamente valutata in fase progettuale in modo tale da ottenere un migliore comportamento di insieme fra la struttura esistente e quella nuova di progetto.

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

3. PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL MANUFATTO IDRAULICO

Il manufatto oggetto di intervento è la Briglia Selettiva posizionata a circa 1.200 m a valle della traversa di Spilamberto, manufatto realizzato nella seconda metà degli anni 1970.

Tale opera, avente funzione di captazione del materiale flottante, è costituita da una fondazione profonda su diaframmi, da una trave di coronamento degli stessi e da un pettine costituito da denti in calcestruzzo armato di diametro 50 cm, posti ad interasse di 3,00 m di altezza, pari a circa 5,00 m.

Nel caso di eventi di piena il materiale flottante che vi si accumula costituisce uno sbarramento completo al deflusso delle acque originando importanti sollecitazioni all'intera struttura.

Dalla documentazione di progetto e dalle successive varianti intercorse risulta che all'impianto l'opera risultava così composta:

- fondazioni profonde su diaframmi di spessore 100 cm, di lunghezza variabile da 12,00 m nella zona centrale d'alveo con rastremazione a 10,00 m e 8,00 m sulle fasce laterali. Di tali diaframmi si ha indicazione dell'armatura tesa costituita da (14+7 ϕ 24) per ogni metro di diaframma e di staffe ϕ 10 passo 20 cm. Nessuna indicazione si ha in merito alla armatura compressa dei diaframmi e della trave di coronamento degli stessi;
- trave di coronamento dei diaframmi di geometria ed armatura non definita la cui quota di sommità risale, rispetto alla quota di asse fiume, di 40 cm verso la sponda sinistra e di 120 cm verso la sponda destra;
- ancorati nella trave di coronamento i denti della briglia costituiti da pali SCAC centrifugati, diametro 50 cm, interasse 3,00 m e sporgenti 5,00 m dalla trave di coronamento;
- a tergo del diaframma a valle dello stesso è realizzato un riempimento con massi ciclopici in pietra naturale a corazzare lo stramazzo provocato dalla nuova briglia. Non risultano dati geometrici precisi in merito a tale riempimento.

Si evidenzia comunque che dall'impianto dell'opera ad oggi sono stati eseguiti vari interventi sia di modifica della stessa che di protezione dell'alveo del fiume riconducibili a:

- rivestimento dei denti della briglia, originariamente in calcestruzzo, con tubo in acciaio. Si ritiene che, per migliore fissaggio di tale protezione, sia stata realizzata una ricarica in calcestruzzo armato di spessore 25 cm circa, sia all'estradosso che sul paramento verticale di valle, della trave di coronamento. Ciò è plausibile viste le linee di discontinuità del calcestruzzo riscontrate con i carotaggi eseguiti;
- realizzazione di una gaveta centrale sulla griglia, sia mediante ribassamento di circa 50 cm della trave di coronamento che mediante demolizione parziale della stessa e successivo ripristino delle superfici. Contestualmente si è provveduto sulla larghezza della stessa, pari a circa 15,00 m, alla eliminazione dei denti del pettine sottesi in modo tale che centralmente non si ha alcun dispositivo di ritegno del materiale flottante;
- ripetuti interventi di corazzatura dell'alveo del fiume, a valle della briglia, per ripristinare il fondale soggetto a continui fenomeni di erosione; analogamente sui rivestimenti in sponda sinistra del fiume, dove la corrente agisce maggiormente in caso di piena;
- vari interventi puntuali di consolidamento dei fissaggi dei denti della griglia soggetti a fenomeni di scalzamento del calcestruzzo.

In ragione di quanto esposto la configurazione attuale della briglia è caratterizzata dalle seguenti dimensioni:

- larghezza briglia fra i muri di sponda \cong 151,00 m
- dimensioni e quote trave coronamento:
 - larghezza \cong 1,45 m
 - altezza \cong 1,55 m
 - $Q_{\text{sommità sx}}$ 54,80 m
 - $Q_{\text{sommità dx}}$ 55,90 m

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

- dimensioni e quote gaveta:
 - lunghezza 11,50 m
 - Q_{fondo} 53,75 m
- Quota sommità denti briglia:..... 59,45 m

Tale configurazione della briglia ha prodotto le seguenti condizioni al contorno:

a. Condizioni a monte.

Il fondo fiume di monte corrisponde circa alla quota della trave della briglia. Di fatto in sponda destra risulta evidente un consistente accumulo di ghiaie il cui effetto, unitamente alla grande ansa formatasi a monte per erosione, è quello di indirizzare la corrente in sponda sinistra con danni sempre più evidenti della stessa.

b. Condizioni a valle.

Per effetto delle turbolenze dei flussi idrici si sono create, a valle e distanti circa 10 m dalla briglia, sia in sponda destra che sinistra, due importanti buche il cui progredire genera evidenti scalzamenti delle massicciate intasate in cls, posate a difesa del fondale. Soprattutto in condizioni di magra si nota lo svuotamento del terreno sotto le massicciate anche per il continuo flusso delle acque di falda.

Le peculiarità che l'attuale manufatto evidenzia dovranno essere valutate e risolte nell'ambito dell'intervento in progetto, compatibilmente con le risorse disponibili.

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

4. ANALISI IDRAULICHE ED AZIONI SULLA BRIGLIA

Le analisi idrauliche svolte analizzano il deflusso delle piene di riferimento sia nella configurazione attuale della zona di interesse sia in quella di progetto. Il modello numerico implementato è del tipo bidimensionale ed è stato tarato sulla piena del novembre 2019. In merito alle analisi della configurazione di progetto sono state effettuate due differenti valutazioni del funzionamento dell'opera in progetto: considerando il pettine della selettiva parzialmente ostruito e completamente ostruito. Tali analisi sono state svolte considerando l'evento di progetto di riferimento con tempo di ritorno di 200 anni.

Rispetto alla configurazione più cautelativa, quindi con totale ostruzione dell'opera, sono state definite le azioni di dimensionamento strutturale del progetto in essere.

Per le verifiche agli Stati limite ultimi e agli Stati limite di esercizio (rara) l'azione considerata è quella relativa ad una piena con tempo di ritorno di 200 anni ed è pari a 12.300 daN/m applicati sui singoli denti della briglia, ad una altezza di 2.0 m dalla nuova soletta orizzontale. Diversamente per le verifiche agli Stati limite d'esercizio (frequente e quasi permanente) si è optato per l'utilizzo di un'azione derivante da una piena con tempo di ritorno pari a 50 anni che rappresenta un evento con intensità maggiore dell'ordinarietà e maggiormente indicato per eseguire questa tipologia di verifiche. Tale spinta prevede una azione pari a 10.000 daN/m applicati sui singoli denti della briglia, ad una altezza di 2.0 m dalla nuova soletta orizzontale.

Da punto di vista degli effetti del totale intasamento dello sbarramento è emerso che i livelli nella parte di monte, per effetto di un importante rigurgito, fuoriescono dalle sponde del corso d'acqua allagando le zone circostanti. In accordo con il committente, in tale progetto non si tiene conto delle opere di contenimento di tali livelli, ma bensì si persegue l'obiettivo della messa in sicurezza della sola briglia selettiva.

Sulle dinamiche di deflusso della piena duecentennale è stata dimensionata una nuova vasca di dissipazione in sostituzione dell'esistente per contrastare l'azione erosiva della corrente e proteggere il manufatto ed il consolidamento in progetto della stessa dai fenomeni di scalzamento ad oggi in atto. Tale intervento è da ritenersi complementare al consolidamento strutturale della briglia per la natura delle soluzioni progettuali previste.

Oltre all'analisi modellistiche di deflusso delle piene, sono state valutate le azioni idrodinamiche e idrostatiche agenti sull'opera in progetto, le problematiche di sifonamento e di scalzamento.

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

5. INTERVENTI STRUTTURALI SULLA BRIGLIA SELETTIVA ED AL CONTORNO

Dall'analisi delle condizioni attuali del manufatto, dalle valutazioni di quanto emerge dalla attuale morfologia dei luoghi, dall'analisi idraulica condotta e delle conseguenti azioni a cui il manufatto è soggetto per TR di 200 anni, si prevedono gli interventi di seguito elencati.

La briglia deve garantire la migliore efficacia possibile, anche modulata sui diversi potenziali livelli di piena, trattenendo il materiale flottante onde evitare problemi di malfunzionamento delle paratoie sulla cassa di espansione a valle. Si intende perseguire tale obbiettivo con le seguenti azioni:

1. mantenimento dell'attuale interasse dei denti della briglia;
2. posizionamento dei denti ora mancanti in corrispondenza della gaveta e quello mancante a ridosso del muro di sinistra idraulica;
3. realizzazione della vasca in calcestruzzo a ridosso della briglia esistente per consolidamento strutturale della stessa, garantire il migliore ancoraggio dei tirafondi di fissaggio delle carpenterie metalliche che andranno a rinforzare gli attuali denti della briglia e gestire il dislivello fra la briglia attuale e la vasca di dissipazione di valle;
4. sbancamento degli accumuli di materiale inerte a ridosso della briglia e riempimento delle fosse scavate lateralmente dal fiume. Ciò consente anche di migliorare il deflusso delle acque evitando di convogliare le stesse in sponda sinistra e meglio centrare la corrente;
5. realizzazione di vasca di dissipazione di valle compresa fra il nuovo manufatto in calcestruzzo a tergo della briglia ed il nuovo traverso in calcestruzzo su pali, posizionato a 47 m di distanza dalla vecchia briglia. In questo modo si ottiene una vasca di dissipazione, perfettamente in piano, di larghezza superiore a 40 m, realizzata con massi ciclopici in pietra naturale;
6. realizzazione di nuovi rivestimenti spondali sia a monte che a valle con massi in pietra naturale. I rivestimenti spondali di valle avranno la berma integrata con la protezione di fondo alveo della vasca di dissipazione ed avranno sviluppo longitudinale uguale alla stessa.

Vista l'importanza dell'intervento e l'entità delle opere da realizzare, i lavori saranno previsti in due interventi esecutivi, così individuati:

INTERVENTO A) - Lavori di consolidamento strutturale della briglia selettiva esistente con realizzazione della porzione di vasca di dissipazione strettamente funzionale al completamento della stessa.

INTERVENTO B) - Completamento dei movimenti terra da monte a valle, realizzazione traverso di contenimento vasca e completamento di quest'ultima. Contestualmente si provvede al completamento delle difese spondali.

I lavori afferenti i due lotti saranno gestiti in modo tale da garantire la completa funzionalità delle opere in progetto, ma anche del cantiere di realizzazione delle stesse essendo i lotti pienamente complementari.

In particolare i due lotti avranno i seguenti importi:

- **Intervento A:** importo complessivo € 1.500.000,00
- **Intervento B:** importo complessivo € 670.000,00

I lavori si svolgeranno in contemporanea. Per maggior dettaglio si identificano i due principali capitoli di lavoro.

5.1. Sottofondazioni e strutture in acciaio e calcestruzzo

Tutte le nuove opere in calcestruzzo e acciaio vengono realizzate su sottofondazioni profonde, visto che i fenomeni di scalzamento risultano importanti, ed inoltre si vuole creare una efficace barriera alla filtrazione che vari problemi ha creato all'attuale manufatto.

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



CAPOGRUPPO



MANDANTE

PAG. 7/15



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

Si prevede il consolidamento dei denti esistenti della briglia mediante la realizzazione di una camicia in acciaio corten agli attuali elementi, ancorata in modo efficace mediante tirafondi alle nuove opere in calcestruzzo di consolidamento della briglia. Tali manufatti in acciaio inglobano gli elementi esistenti ed i volumi residui fra i due elementi vengono riempiti in calcestruzzo a granulometria fine ad alta resistenza (32/40).

Vista l'importante altezza dei denti (circa 5,00 m) e la massima spinta idraulica prevista (vedi relazioni specialistiche), gli ancoraggi dei tirafondi devono garantire la massima efficacia e per questo si rimanda al successivo paragrafo.

In ragione delle risorse disponibili si prevede in questo progetto la posa dei tirafondi in acciaio nei nuovi getti in calcestruzzo, a denti alterni, rinviando ad un successivo intervento sia la posa delle camicie in acciaio sia la eventuale riduzione in altezza dei denti esistenti non interessati dal nuovo rivestimento.

Gli unici denti completamente realizzati in acciaio, e riempiti in calcestruzzo, in questo intervento sono quelli, ad oggi mancanti, nella apertura della gaveta (n. 2 denti) ed uno mancante a ridosso della sponda sinistra.

Tali opere sono tutte afferenti ai lavori del INTERVENTO A.

Le opere in calcestruzzo a tergo della vecchia briglia selettiva e relative sottofondazioni sono afferenti ai lavori del INTERVENTO A, mentre il traverso di valle e le relative sottofondazioni sono relativi ai lavori del INTERVENTO B.

1. Sulla vecchia briglia si prevede (INTERVENTO A):

- demolizione di precisione della soletta in calcestruzzo realizzata in seconda fase sulla vecchia trave di coronamento dei diaframmi nonché dei baggioli aggettanti di rinforzo dell'ancoraggio dei denti della briglia ove esistenti. Tale demolizione, di spessore medio di 25 cm, deve avvenire conservando il vecchio ferro di armatura che andrà sistemato e adeguato alla posa della nuova armatura.
- scavo a monte in ghiaia per la realizzazione della trave in calcestruzzo di raccordo delle sottofondazioni e di contenimento dei tirafondi in acciaio, soggetti a trazione, dei futuri nuovi denti in acciaio che in modo alternato inglobano gli attuali.
- demolizione della massicciata a valle, a tergo della briglia, con recupero dei massi per il successivo reimpiego e scavo fino a raggiungere la quota di imposta della soletta di fondazione della vasca in calcestruzzo (circa 51,40), per una fascia di almeno 7,00 m. Da tale quota di sbancamento si procede alla realizzazione dei jet-grouting e dei compenetrati micropali e quindi, successivamente alla pulizia del materiale residuo di tali lavorazioni, si procede con il getto del magro di pulizia, alle prove di carico su micropali, alle saldature sulla testa dei micropali, alla posa delle spine in acciaio sulla vecchia trave di coronamento, alla posa del ferro di armatura, cassetteria e getto secondo le fasi che saranno preventivamente ed obbligatoriamente concordate con il Direttore dei lavori.

I setti trasversali di tali vasche, giuntate come da indicazioni di progetto, sono in corrispondenza dei denti da rinforzare, e quindi ad interasse 6,00 m e pertanto in corrispondenza dei tirafondi da posizionare nei getti.

In ultima fase si procede al getto della soletta di collegamento delle nervature di monte e di valle dello spessore di circa 45 cm, ottenuta rialzando l'estradosso della briglia di 20 cm ed occupando i 25 cm demoliti precedentemente.

Completate tali opere si procede a demolizione delle scogliere con recupero dei massi ed allo scavo del terreno restante per un tratto di circa 10,00 m a valle e fino alla quota di imposta della vasca di dissipazione.

Questa operazione permette la realizzazione del muro di regolazione delle sottofondazioni a filo del salto di quota della vasca di regolazione e di completamento della vasca in calcestruzzo.

Tale muro, ricalzato ben sotto agli scavi della vasca di dissipazione, avrà altezza variabile in base alle quote della vasca in calcestruzzo che, riempita di massi in pietra, costituirà il salto di quota fra questa e la vasca di dissipazione.

- Le sottofondazioni sono costituite da:
 - jet-grouting che, nel terreno in sito incoerente, devono garantire un diametro reso di 120 cm (da ottenersi anche mediante sistema bifluido), realizzati, per la parte a monte, direttamente dal piano attuale della trave di coronamento e posizionati in corrispondenza ai denti della briglia da consolidare (e quindi ogni 6,00 m circa). A valle della briglia, lavorando dal piano di sbancamento posto circa a quota 51,40, viene realizzata una linea continua di jet-grouting, di

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

diametro reso di 120 cm ed inoltre da ulteriori jet posizionati come da progetto. Le lunghezze efficaci dei vari jet-grouting sono quelle indicate in progetto per le diverse posizioni.

Onere di tale lavorazione è anche l'asportazione del terreno risultante dalla realizzazione del jet nonché la pulizia e rimessa in quota del piano di lavoro.

Per la realizzazione di tali jet-grouting va predisposto un sistema di aggottamento a monte della corrente di sub alveo mediante wellpoint o similare in modo tale da garantire l'integrità del trattamento fatto.

Sarà necessario procedere in modo analogo per mantenere asciutti gli scavi e garantire la possibilità di esecuzione dei getti in calcestruzzo.

- realizzazione di micropalo armato con tubo metallico all'interno del jet-grouting al fine di garantire puntualmente l'intimo collegamento fra sottofondazione e strutture in calcestruzzo. La posizione e lunghezza di tali micropali sono quelle indicate nel progetto, così come le caratteristiche delle armature e saranno a compressione gli elementi a valle ed a trazione quelli posti a monte. Il micropalo sarà ottenuto mediante carotaggio ϕ 220 mm nel jet-grouting, posa di armatura e iniezione di malta. Per ogni carotaggio va ricomposta la carota estratta, numerata con identificativo del palo, fotografata e successivamente trasferita a deposito provvisorio in area di cantiere e, solo a fine lavori, trasferita a discarica.

2. Sul traverso di contenimento della vasca di dissipazione (INTERVENTO B) si prevedono le seguenti opere:

- scavo fino alla quota di imposta delle opere in calcestruzzo del traverso e realizzazione dei micropali con le caratteristiche geometriche e posizioni indicate in progetto;
- realizzazione delle opere in calcestruzzo armato secondo le prescrizioni di progetto;
- rinalzo di tali opere: a monte con la realizzazione della vasca di dissipazione, mentre a valle con il rinalzo, ove serve, con materiale in sito.

Tutte queste opere, sia del INTERVENTO A che del INTERVENTO B, saranno soggette, nelle varie fasi di esecuzione, ai controlli previsti dalla normativa, secondo i seguenti criteri:

- controllo del calcestruzzo di tipo A per ogni classe omogenea, previa prequalifica dell'impianto di betonaggio;
- controllo del ferro tondo di armatura;
- controllo della carpenteria metallica prodotta in officina (certificazioni UNI 1090 e D.M. 17.01.2018);
- prove di carico sulle sottofondazioni secondo i criteri previsti dal Cap. 6.4.3. delle NTC 17.01.2018, suddivise per i diversi gruppi di pali:
 - pali a monte briglia in trazione n. 26
 - pali a valle briglia in compressione n. 77
 - pali traversa di valle compressi n. 93
- carotaggio sui jet-grouting a valle briglia: vengono assunti validi come prova quelli eseguiti per inserire l'armatura.

Si prescrive che le macchine addette alla realizzazione dei jet-grouting siano dotate di sistema di controllo dei vari parametri di iniezione (sistema LUZ) con emissione, per ogni posizione di jet, di specifica lista stampata del jet realizzato.

Va chiarito che rimane a carico dell'Appaltatore qualsiasi onere per prelievi di materiale e confezionamento provini (calcestruzzo, acciaio tondo di armatura, tutte le certificazioni dei materiali ferrosi, dei procedimenti di saldature, ecc.) ed

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



CAPOGRUPPO



MANDANTE



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

ugualmente per la predisposizione dei contrasti per le prove di carico delle sottofondazioni o quant'altro propedeutico alla realizzazione delle prove.

Rimangono invece a carico della Stazione Appaltante i costi del laboratorio per l'esecuzione delle prove, la emissione dei certificati o delle relazioni di prova, report, ecc.

5.2. Opere in pietra naturale

Le opere in pietra naturale sono state previste per la protezione dai fenomeni erosivi della corrente. In particolare, è stato previsto di realizzare il ripristino della vasca di dissipazione della briglia selettiva prevedendo un'opera più ampia dell'esistente con una lunghezza longitudinale di circa 40 m a valle della controstruttura di consolidamento della briglia esistente. L'opera di dissipazione verrà corazzata sul fondo con dei massi di pietrame lapideo con elementi di peso medio variabile tra 1.000 Kg e 3.000 Kg (diametro minimo di 1m). Con lo stesso materiale è stato previsto la realizzazione di scogliere a protezione delle sponde dell'alveo a completamento della vasca di dissipazione ed un ripristino sulla sponda sinistra a monte della selettiva di una scogliera esistente compromessa dall'impatto diretto della corrente.

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

6. STABILITÀ DELLE SCOGLIERE E DEL FONDO ALVEO

Per la realizzazione della vasca di dissipazione a valle del salto idraulico generato dalla briglia selettiva è stato scelto di intervenire realizzando un corazzamento del fondo alveo mediante massi di cava di grande diametro (diametro minimo di 1 m) opportunamente posati per garantire il mutuo incastro fra di essi, per contrastare le azioni turbolente generate dalla corrente stramazzone dalla briglia. Per assecondare la dinamicità dell'alveo si è quindi deciso di intervenire senza ancorare i massi con calcestruzzo ma bensì posarli in maniera accorta su un geotessuto ad alta grammatura per contrastare il fenomeno di dilavamento del materiale fine e quindi evitare il più possibile cedimenti differenziali di grandi entità. Inoltre, per contenere l'eventuale rotolamento verso valle di qualche masso per effetto della corrente, a chiusura della vasca è stata prevista una trave di contenimento opportunamente fondata. In tal modo l'opera di dissipazione dell'energia cinetica della corrente sarà in grado di adattarsi alle dinamiche dell'alveo senza causare importanti dissesti e di difficoltoso ripristino.

Anche le scogliere a protezione delle sponde in corrispondenza della vasca di dissipazione sono state previste con massi di grande diametro opportunamente posati per garantire il mutuo incastro tra loro. Per il dimensionamento di tali opere di protezione, sono stati utilizzati i parametri idraulici estrapolati dalle simulazioni numeriche effettuate sulla piena ducentennale.

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

7. GESTIONE DELLE MATERIE E BILANCIO DELLE TERRE

7.1. Bilancio delle terre

La realizzazione dell'intervento in progetto richiede la movimentazione di materiali inerti, derivanti principalmente da:

- esecuzione della vasca di dissipazione a valle della briglia;
- esecuzione dei manufatti;
- riempimento della sponda in dx idraulica a valle della briglia;
- esecuzione delle protezioni spondali;
- risistemazione del fondo alveo a monte e a valle della briglia;
- esecuzione dei manufatti provvisori per la deviazione del corso d'acqua durante l'esecuzione dei lavori.

Tutte le operazioni di ripristino dell'alveo e delle sponde del fiume Panaro a valle della briglia selettiva, secondo le geometrie riportate negli elaborati grafici di progetto, dovranno essere eseguite attraverso la stesa di strati di spessore massimo pari a 30 cm, che devono essere opportunamente compattati in più passate mediante l'utilizzo di mezzi meccanici vibranti, e attraverso una perfetta profilatura delle scarpate.

I volumi di scavo e di riporto sono ricavati dalle sezioni di progetto riportate tra gli elaborati grafici del presente progetto definitivo/esecutivo e dai modelli matematici del terreno derivanti da rilievo lidar e integrazione con rilievo celerimetrico effettuato nei mesi di Agosto/Settembre 2019.

Sulla base del bilancio dei volumi di scavo e riporto, emerge che tutto il materiale scavato verrà utilizzato come riporto **all'interno del cantiere e pertanto non sarà necessario allontanarlo.**

7.2. Materiali in ingresso

I materiali in ingresso necessari alla realizzazione delle opere sono i seguenti:

- pietrame lapideo di cava, con elementi di peso pari a 1000-3000 kg, per la formazione delle scogliere poste a consolidamento delle sponde e della vasca di dissipazione;
- calcestruzzo per l'esecuzione dei manufatti in conglomerato cementizio armato;
- acciaio d'armatura;
- acciaio per carpenterie metalliche.

7.3. Materiali in esubero

Come anticipato non sarà necessario allontanare materiale derivante da movimenti terra. I materiali da avviare a smaltimento saranno composti da:

- tronchi, ramaglie e materiale vegetale proveniente dalla pulizia della briglia e delle sponde;
- prodotti di demolizione della massicciata di valle e dei manufatti in c.a. esistenti.

Si richiama la Normativa nazionale in materia tramite l'articolo 184, comma 3, lettera b), del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", come modificata dall'art. 11 del D.lgs. n. 205 del 2010, che classifica i rifiuti da demolizione e costruzione quali "rifiuti speciali", come pure quelli derivanti dalle attività di scavo nei cantieri edili. Tali rifiuti sono identificati al capitolo 17 del C.E.R. (Codice Europeo dei Rifiuti) e si attribuiscono ai materiali i seguenti codici (pur in assenza di evidenze analitiche, le caratteristiche dell'area oggetto di intervento consentono, in questa fase, di escludere la presenza di contaminazioni nei materiali.):

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

**Intervento A**

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

| Materiale | Codice CER |
|---|--|
| Prodotti di demolizione della massicciata di valle e di manufatti in c.a. | 17.01.01: cemento 17.04.05: ferro e acciaio |
| Materiale vegetale proveniente dalla pulizia della briglia e delle sponde | 17.02.01: legno |

Tali materiali dovranno essere conferiti ad un sito recupero autorizzato e in possesso dei requisiti tecnici e amministrativi necessari.

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

8. CONSIDERAZIONI FINALI

A seguito di tutte le analisi effettuate in relazione alle effettive esigenze di intervento sul manufatto in oggetto si è formulata la presente proposta progettuale che contempla in modo organico e completo tutte le problematiche legate agli aspetti idraulici e statico/materici della zona d'intervento.

Le opere in progetto sono finalizzate alla conservazione e consolidamento del manufatto esistente (fondamentale per il sostegno del fondo dell'alveo del Panaro) oltreché alla predisposizione di futuri interventi di diradamento dei denti del pettine in caso di realizzazione di una nuova briglia selettiva posizionata più a valle in prossimità delle casse di espansione.

Le opere che si andranno ad eseguire sono sostanzialmente riconducibili a:

- sistemazione del fondo dell'alveo a monte e valle della briglia;
- realizzazione di un nuovo manufatto a tergo di quello esistente per ottenere un comportamento più efficiente della struttura;
- ripristino di alcuni denti del pettine mancanti;
- predisposizione dei tirafondi per una futura rimodulazione dei denti del pettine;
- ricostruzione ed ampliamento della vasca di dissipazione a valle della briglia;
- realizzazione di una traversa di contenimento della vasca di dissipazione;
- riprofilatura e risagomatura delle sponde a valle della briglia;
- formazione di protezioni spondali con massi lapidei a valle della briglia;
- ripristino della protezione spondale parzialmente erosa a monte della briglia in sponda Sx.

Gli interventi sopra elencati risultano indispensabili e sufficienti per garantire il corretto funzionamento del manufatto. Per minimizzare ulteriormente i fenomeni erosivi del fiume sarebbe utile prevedere, con ulteriori interventi futuri, le seguenti opere:

- rimozione del materiale accumulato a monte della briglia in sponda Dx;
- riprofilatura e risagomatura delle sponde a monte della briglia;
- completamento delle difese spondali a monte in sponda Sx per ulteriori 40 mt rispetto a quanto previsto in progetto;
- completamento delle difese spondali a monte in sponda Dx raccordando l'intervento di recente esecuzione progettato da ETATEC con la briglia.

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:



Intervento A

Interventi di adeguamento del sistema di intercettazione del materiale flottante a monte della cassa di espansione del fiume Panaro, fra i Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto – MO

Intervento B

Lavori di stabilizzazione del fondo alveo e ripresa erosioni spondali immediatamente a valle della briglia selettiva del fiume Panaro, Comuni di San Cesario sul Panaro e Spilamberto - MO

MO-E-1358 / MO-E-1363

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA..... | 1 |
| 2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E MATERICHE | 2 |
| 2.1. Aspetti geologici | 2 |
| 2.2. Aspetti idrologici..... | 2 |
| 2.3. Aspetti materici..... | 3 |
| 3. PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL MANUFATTO IDRAULICO | 4 |
| 4. ANALISI IDRAULICHE ED AZIONI SULLA BRIGLIA..... | 6 |
| 5. INTERVENTI STRUTTURALI SULLA BRIGLIA SELETTIVA ED AL CONTORNO..... | 7 |
| 5.1. Sottofondazioni e strutture in acciaio e calcestruzzo..... | 7 |
| 5.2. Opere in pietra naturale | 10 |
| 6. STABILITÀ DELLE SCOGLIERE E DEL FONDO ALVEO..... | 11 |
| 7. GESTIONE DELLE MATERIE E BILANCIO DELLE TERRE | 12 |
| 7.1. Bilancio delle terre | 12 |
| 7.2. Materiali in ingresso..... | 12 |
| 7.3. Materiali in esubero | 12 |
| 8. CONSIDERAZIONI FINALI | 14 |

RELAZIONE GENERALE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA:

