

COMUNE DI
MALEGNO



RegioneLombardia

PROVINCIA DI
BRESCIA



PROGETTO ESECUTIVO

(D.Lgs 36/2023)

OPERA DI DIFESA ARGINALE SUL FIUME OGLIO

A1 – RELAZIONE TECNICA

Luglio 2024

Studio Tecnico
Dott. Ing. Lino Locatelli
Via A. Caggioli 2/c – 25055 Pisogne BS
Tel. 0364/532591
E-mail: info@studiolocatelli.net

RELAZIONE TECNICA

Art.23 D.Lgs n.36/2023

PROGETTO ESECUTIVO PER

OPERE DI DIFESA ARGINALE SUL FIUME OGLIO

SPONDA IDROGRAFICA DESTRA
NEL COMUNE DI MALEGNO

Luglio 2024

Studio Tecnico
Dott. Ing. Lino Locatelli
Via A. Caggioli 2/c – 25055 Pisogne BS
Tel. 0364/532591
E-mail: info@studiolocatelli.net

INDICE

1 – GENERALITA' E PREMESSE	3
DOCUMENTI PROGETTUALI	4
2 – PROPOSTA PROGETTUALE	5
A – SOLUZIONI PROGETTUALI ANALIZZATE	5
B – SCELTA PROGETTUALE	6
C – ASPETTI IDRAULICI	6
3 – PROGETTO DELLA SOLUZIONE	7
A – DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE	7
B – FATTIBILITA' INTERVENTI PREVISTI E DETTAGLI COSTRUTTIVI	8
4 – PRELIMINARE CALCOLO STRUTTURALE	16
5 – ESITO VINCOLI	17
6 – ASPETTI FUNZIONALI	17
7 – DISPONIBILITA' AREE	18
8 – PUBBLICI SERVIZI INTERFERENTI	19
9 – CRONOPROGRAMMA GENERALE	19
10 – ACCESSIBILITA' UTILIZZO E MANUTENZIONE	20
11 – ASPETTI ECONOMICO FINANZIARI	20
12 – ASPETTI GEOLOGICI	20
13 – ASPETTI DI CARATTERE ARCHEOLOGICO	20
14 – ASPETTI DI CARATTERE PAESAGGISTICO	21
15 – SOSTENIB. OPERA - GESTIONE MATERIE E RIUSO MATERIALI	22
16 – SOSTENIB. OPERA - UTILIZZO DI SOLUZIONI TECNOLOGICHE	23
17 – SOSTENIB. OPERA – MITIGAZIONI ED ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	24
18 – FONTI DI FINANZIAMENTO	24
19 – QUADRO ECONOMICO	24

1 - GENERALITA' E PREMESSE

La zona produttiva del comune di Malegno si colloca in fregio all'argine del fiume Oglio, in sponda destra orografica, sino alla strada provinciale (ex SS42) sostanzialmente dal ponte della ferrovia (a nord) sino alla confluenza con l'affluente torrente Lanico (a sud).

Lungo la sponda arginale è stata, sin dalla definizione del Piano di Assetto Idrogeologico (di seguito PAI), identificata la necessità di eseguire una difesa arginale, inserendo l'area come fascia B di progetto. Recentemente, la Direttiva Alluvioni, nell'ambito del progetto Piano di Gestione Rischio Alluvioni (di seguito PGRA), ha di fatto confermato tale necessità di difesa arginale e confermato le criticità dell'area.

La zona oggetto di intervento del presente progetto parte a monte dalla passerella ciclopedonale di recente realizzazione sino alla confluenza del torrente Lanico nel fiume Oglio. Il tratto è interamente sul territorio del Comune di Malegno.

Il presente progetto, riprende pertanto tale previsione, analizzando nel dettaglio le interferenze, le criticità e le necessità in termini progettuali, relative alla realizzazione dell'opera.

L'opera consiste nella realizzazione di un rilevato arginale, che verrebbe collocato di poco sopra dell'esistente argine/difesa sponale, con un sopralzo massimo di 1,10 m, e un paramento murario più interno per lasciare libero un percorso arginale con altezza massima di circa 1,90 rispetto al nuovo piano arginale, utile a contenere la piena bicentenaria (T200) maggiorata di un franco pari a 1,00 m. Per la definizione dei livelli di piena, si è fatto riferimento sia allo studio eseguito dal Comune di Malegno nell'anno 2008 che ad un nuovo studio effettuato con la stessa metodologia e con la procedura di calcolo idraulico Hec Ras. Si è voluto pertanto aggiornare lo studio in quanto erano trascorsi circa 15 anni dal precedente. Sono state ricontrollate ed aggiornate le sezioni principalmente sul lato destro idrografico che è quello urbanizzato. Le risultanze non hanno dato differenze significative, ma a favore della sicurezza si è deciso di adottare come valore di riferimento quello più penalizzante tra i valori di confronto dei 2 studi idraulici. Sia il precedente Studio idraulico che il secondo vengono richiamati sulle tavole di progetto (sezioni) e in planimetria nella quale si individuava l'area non protetta a tergo dell'esistente difesa arginale.

Studio Tecnico
Dott. Ing. Lino Locatelli
Via A. Caggioli 2/c – 25055 Pisogne BS
Tel. 0364/532591
E-mail: info@studiolocatelli.net

La realizzazione della difesa arginale non comporta una sensibile riduzione della capacità di invaso e, l'eventuale variazione del livello di piena conseguente alla realizzazione dell'opera, trova comunque sfogo nella sponda sinistra dove è presente un'ampia area esondabile pianeggiante a destinazione agricola senza presenza di fabbricati abitativi od altri ostacoli nel tratto interessato.

Al fine di meglio identificare e localizzare gli interventi sono stati suddivisi per corpi d'opera da nr 1 a nr 5 a partire dal punto P1, appena a valle della passerella ciclopedonale sull'Oglio, alla sez. 23a in prossimità della confluenza in sinistra idrografica con il torrente Lanico. (vedi simbologia sul profilo).

DOCUMENTI PROGETTUALI

Allegati:

- A1 - Relazione tecnica generale (art. 23 DLgs 36/23) incluso paragrafi relativi a:
 - o Aspetti di carattere archeologico (art. 9 DLgs 36/23)
 - o Aspetti di carattere ambientale e paesaggistico (art. 10 DLgs 36/23)
 - o Quadro economico di progetto (art. 17 DLgs 36/23)
 - o Disponibilità delle aree (art. 33 DLgs 36/23)
- A2 - Studio idraulico con utilizzo procedura Hec-Ras (art. 24 DLgs 36/23)
- A3 - Tabulati dei rilievi topografici (art. 23 DLgs 36/23)
- A4 - Documentazione fotografica (art. 23 DLgs 36/23)
- A5 - Elenco prezzi unitari (art. 31 DLgs 36/23)
- A6 - Computo metrico estimativo (art. 31 DLgs 36/23)
- A7 – Quadro di incidenza della manodopera (art. 29 DLgs 36/23)
- A8 - Capitolato speciale di appalto (art. 32 DLgs 36/23)
- A9 - Schema di contratto (art. 32 DLgs 36/23)
- A10 – Calcoli delle strutture e relazioni di calcolo (art. 26 DLgs 36/23)
- A11 - Cronoprogramma (art. 30 DLgs 36/23)
- A12 - Piano Sicurezza e Coordinamento (art. 28 DLgs 36/23)
- A13 - Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti (art. 27 DLgs 36/23)
- A14 - Documenti catastali
- A15 - Osservazioni alle CDS e documenti vari

Elaborati grafici:

- Tav. 01: Corografia e vincolistica, con estratto PGT
- Tav. 02: Zonizzazione sismica
- Tav. 03-04-05: Planimetrie stato di fatto e dati di rilievo
- Tav. 06: Sovrapposizione ortofoto/mappa catasto per individuazione confini
- Tav. 07-08-09: Planimetrie di progetto
- Tav. 10-11-12: Profilo stato di fatto e di progetto con livellette ed interventi
- Tav. 13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24: Sezione idrauliche e di progetto
- Tav. 25: Documento di raccolta sezioni di progetto
- Tav. 26: Particolari costruttivi
- Tav. 27-28: Dettagli strutturali
- Tav. 29-30-31: Planimetria di cantiere allegata al PSC

2 - PROPOSTA PROGETTUALE

A - SOLUZIONI PROGETTUALI ANALIZZATE

L'obiettivo dell'intervento è la messa in sicurezza del percorso d'argine mediante la costituzione di una barriera all'effetto esondante del fiume rispetto agli insediamenti produttivi esistenti che in parte sono stati edificati a quota minore del livello bicentenario di piena.

Una prima soluzione progettuale analizzata, prevedeva la realizzazione di un rilevato arginale a filo fiume in prosecuzione all'esistente, ma tale soluzione è stata scartata in quanto avrebbe eliminato il percorso arginale esistente e avrebbe sconfinato sulle proprietà private. Tale percorso arginale è di fatto utilizzabile per il controllo manutentivo del fiume Oglio e utilizzato dagli abitanti del luogo come percorso di fruibilità turistico ambientale.

La soluzione adottata di mantenere il percorso altimetricamente corretto, maggiormente protetto, ma con il rispetto del contenimento delle piene a monte dello stesso e che sarà meglio descritto, rispetto all'alternativa scartata, consente di garantire:

- un efficace e totale contenimento della piena;
- mantenere al contempo il percorso ambientale esistente;
- mantenere un percorso carrabile di servizio per le manutenzioni o situazioni di emergenza;

- rispettare gli allineamenti attuali coinvolgendo solo in minima parte le proprietà private che diversamente con intervento più invasivo rallenterebbero l'iter realizzativo dell'opera.

B - SCELTA DELLA SOLUZIONE

La soluzione proposta pertanto è di alzare, con una struttura muraria verticale rivestita in pietra e con un riempimento di materiale idoneo l'argine attuale del fiume, con un livello superiore a quello della piena bicentenaria, con un franco come previsto dalle norme di 1 m. La scelta di eseguire una struttura muraria e un rilevato arginale, è stata dettata dalla necessità di garantire la stabilità del muro nei confronti delle acque di piena, con uno schema strutturale rispondente alle spinte e alle forze in gioco. Il rilevato che nella parte inferiore sarà costituito da materiale inerte tout-venant derivante in parte dagli scavi di fondazione e in parte da cava, con elementi anche di grossa pezzatura e superiormente con massicciata da cava e stabilizzato compattato, svolge una funzione statica importante nei confronti della fondazione in cemento armato. Il rilevato contribuisce ad aumentare significativamente il momento stabilizzante nella verifica di stabilità dell'opera.

C - ASPETTI IDRAULICI

Per la definizione dei livelli di piena, in questa fase progettuale si è fatto riferimento in prima istanza allo studio di valutazione del rischio del 2008 commissionato dal comune di Malegno e che prevede quote altimetriche di piena ritenute a favore di sicurezza, poiché più elevate di quella determinate dall'Autorità di Bacino del Po. La situazione morfologia e topografica del sito non ha subito significative modifiche nel corso del tempo. È stato possibile confermare questo importante aspetto a seguito di un rilievo topografico predisposto nell'ambito del presente progetto ed esteso a tutto il tratto fluviale interessato dagli interventi. Questo rilievo ha consentito di confrontare per sovrapposizione puntuale le nuove sezioni di rilievo con quelle dello studio del 2008. Il confronto si evince dalle tavole di progetto, così come si evince che le differenze riscontrate sono poco significative e riguardano per un numero limitato di sezioni esclusivamente l'apporto di materiale avvenuto al piede della sponda arginale per il naturale deposito delle acque.

Tenuto conto quindi che lo studio idraulico di riferimento era stato predisposto nell'anno 2008 si è ritenuto opportuno effettuarne uno nuovo di ricontrollo con le sezioni attuali molto simili alle precedenti. La posizione delle sezioni del nuovo studio mediante il programma a modello idraulico Hec Ras è stata la stessa del precedente studio per poterne effettuare la comparazione. I riscontri come accennato hanno confermato sostanzialmente lo studio precedente con alcune differenze di quota. Ai fini della sicurezza si sono assunte a base di progetto per l'applicazione del franco di 1 m rispetto al livello T200 i livelli più elevati tra quelli dei 2 studi idraulici. Nelle tavole con le sezioni di progetto e nel profilo idraulico sono pertanto riportate con diverso cromatismo i livelli T200 dello studio del 2008 e i livelli T200 dello studio 2022. Il livello di sicurezza adottato che corrisponde all'altezza del muro di contenimento sul lato interno del percorso d'argine adotta alternativamente per ogni sezione i livelli T200 più elevati. Negli elaborati grafici si potranno determinare con maggior accuratezza i livelli di piena, che quindi ricordiamo sono basati su quelli dell'Autorità di Bacino attraverso un modello idraulico dedicato Hec – Ras.

3 - PROGETTO DELLA SOLUZIONE.

A - DESCRIZIONE

In dettaglio e con lo scopo di non ridurre la larghezza della fascia d'argine di sommità rispetto alla situazione attuale, si è prevista la realizzazione di un paramento murario in c.a. rivestito in pietra con finitura “opus incertum”, con reinterro in materiale idoneo e compattabile tout-venant sul bordo interno. Il muro sarà sormontato da una staccionata in legno simile a quella esistente per garantire la sicurezza di chi percorre l'alzaia a piedi. Dato che l'andamento altimetrico dell'argine non è omogeneo e soprattutto dato che la differenza del livello attuale rispetto a quello di massima piena presenta anch'esso differenze variabili, si presenteranno situazioni tipologicamente diverse nelle quali l'argine stesso rappresenta ostacolo ai livelli di T200, ma non ai livelli di progetto aggiunti della quota di franco ed altre in cui il livello di calpestio risulta di poco più basso della T200 adottata.

B - INTERVENTI PREVISTI E DETTAGLI COSTRUTTIVI.

La fattibilità tecnica dell'intervento non presenta alcun problema in quanto l'argine attuale risulta già ben costituito e di conseguenza il rialzo in aggiunta potrà poggiare su un substrato in massi intasati in calcestruzzo reso costipato e stabile dal tempo e che nel periodo intercorso dalla sua realizzazione non ha presentato alcun problema strutturale e cedimento. La scelta dell'entità nel rialzo dell'argine sezione per sezione rispetto alla situazione attuale è stata determinata con i seguenti obiettivi:

- contenere il battente d'acqua che sarà trattenuto dal muro di controargine interno a valori accettabili e compatibili con la stabilità dei manufatti sia per quanto concerne il ribaltamento, lo scorrimento e le pressioni sul terreno risultanti.
- mantenere un percorso per quanto possibile regolare di calibro netto pari a circa 3,00 m, senza avvallamenti o cambi di pendenza di segno opposto.
- rialzare l'argine nei punti in cui risultasse significativamente basso rispetto ai livelli di T200, onde evitare che nelle piene più frequenti ed ormai documentate dalle testimonianze dei residenti il percorso d'argine fosse interessato dalle esondazioni.
- rimanere nella disponibilità economico finanziaria indicata dall'Amministrazione comunale.

Per quanto riguarda il muro di contro argine interno atto a contenere la piena e il suo franco si tratta di un manufatto in cemento armato in parte ottenuto mediante rialzo e rinforzo di muri esistenti ed in parte realizzato ex-novo.

Quando si tratta di adeguamento di muro in c.a esistente è stata prevista l'integrazione della fondazione mediante la chiodatura di una aggiunta che occupa parte della sede di percorso d'argine che sarà successivamente rilevato, oltre alla chiodatura della parte in elevazione al muro esistente. Le chiodature saranno realizzate mediante perforazione ed innesto con resine chimiche per la connessione con le armature previste nelle nuove porzioni di parete strutturale.

In parte i manufatti sono di nuova realizzazione poiché sostituiscono quelli esistenti inadeguati o non modificabili, o perché ci troviamo in zona ove non era presente alcuna protezione rispetto al terreno attiguo. Ci sono anche tratti nei quali sono presenti al controargine paramenti murari adeguati strutturalmente per la loro consistenza o per la presenza di terreno retrostante. In questi casi l'intervento è di sola sistemazione manutentiva (es. rinzaffi o tamponature) o di intervento di finitura (intonaco stollato).

In dettaglio i tratti in cui è stato suddiviso il percorso di intervento sono 5 e si caratterizzano come segue per quanto riguarda la localizzazione, la situazione attuale, gli interventi previsti ed i dettagli degli stessi:

- **1° tratto da P1 (sez. 43 a sez. 40A** - si tratta del primo tratto a valle della passerella, in parte già asfaltato poiché adibito a percorso ciclo-pedonale. Sono presenti di muri di contenimento

esistenti sormontati da rete per la delimitazione della proprietà privata. Nel tratto è presente anche una staccionata in legno, totalmente da sostituire. Il progetto prevede il rialzo dell'argine esistente mediamente di circa 70 cm, l'integrazione del muro di controargine da rivestire successivamente in lastre sbrecciate in pietra con finitura opus incertum, la ricarica del percorso d'argine esistente, la costituzione di un nuovo fondo stradale con massicciata e stabilizzato atto a ricevere l'asfaltatura (solo binder). Seguiranno opere di finitura costituite dalla staccionata e dal posizionamento di nuova rete metallica in luogo dell'esistente rimossa sulla sommità dei muri di confine. Nel tratto sono presenti nr 1 accesso carrabile non autorizzato (Edilmalegno) che verrà chiuso con la realizzazione del muro di contro argine dimensionalmente analogo a quelli esistenti.

2° tratto da sez. 40A alla sez. 38 - E' il tratto sostanzialmente che porta alla via Isola che consente di collegare la ex Strada Statale con il percorso d'argine. Il livello d'argine in questo tratto presenta un avvallamento in asse alla via Isola e conseguentemente è il tratto che richiede un più significativo rialzo del muro controargine e le ricarica del percorso in fregio al fiume (circa 1,0 m). In questo tratto si richiede la chiusura di 3 accessi carrabili non autorizzati e la ricarica del piano viario interno rispetto al muro di controargine con lo scopo di contenere visivamente l'altezza dei manufatti e di facilitare il collegamento del percorso d'argine con la via pubblica "Isola". Infatti è previsto indicativamente a cavallo della sezione 39A l'unico accesso carrabile per scopi manutentivi. Al fine di garantire la continuità del

muro di controargine l'accesso sarà dotato di panconi metallici predisposti e collocati a fianco sul muro e da utilizzare in situazioni di emergenza per mantenere il livello di protezione dei muri in continuità. I panconi saranno costituiti da settori di m 2,50 affiancati e separati da un montante in profilo metallico con doppia guida in modo che rimossa possa consentire un passaggio libero di circa 5,00 m. L'altezza della paratia di panconi leggeri in alluminio sarà di circa 130 cm e sarà calcolata per sopportare la spinta idraulica relativa al raggiungimento della T200 maggiorata del franco di 1 m. Il passaggio in condizioni normali sarà sempre aperto dato che il percorso d'argine procedendo verso sinistra e contrario alla corrente d'acqua svolge la funzione anche di ciclabile sino alla passerella pedonale esistente. Verso destra il percorso sarà interdetto all'uso ciclabile tramite staccionata sovrapposta, di interferenza. I panconi saranno collocati in apposito contenitore chiuso con lucchetto e posto a fianco del muro. Il tratto di pavimentazione dall'accesso panconato sino alla passerella sul fiume Oglio sarà asfaltato poiché ad uso ciclo-pedonale.

Il tratto nr 2 come il precedente sarà caratterizzato da rialzo in massi dell'argine ciclopico, reinterro, massicciata, stabilizzato, muro di controargine sostanzialmente di nuova realizzazione, con rivestimento in pietra della parte visibile lato fiume, nuova staccionata, rivestimento in pietra del muro in c.a., eventuale rialzo chiusini e pozzetti della fognatura consortile.

Nella zona di via Isola al di là del muro d'argine la finitura dei muri sarà faccia a vista. Per consentire il leggero reinterro della via Isola a partire dal confine del mappale comunale nr 4463 si renderanno

necessari il rialzo di poche decine di cm o la demolizione e ricostruzione di alcuni muri di confine, come da planimetria e sezioni. Questo rialzo ha anche lo scopo di difendere l'accesso alla cabina di MT della zona collocata in un angolo dell'area. Per evitare che rimanga enucleata e con ristagno d'acqua si dovrà inserire un tubo di drenaggio De 160 mm che scaricherà in un pozzetto fognario. L'area di via Isola con accordo intercorso tra il Comune e i privati che comporterà anche scambio reciproco di aree assumerà un diverso assetto e sarà destinato a parcheggio della zona ricavandovi 9 posti auto incluso uno per portatori di disabilità e 3 posto moto.

I chiusini presenti nell'area sottoposta a reinterro dovranno essere rialzati. Si rimanda alla planimetria e alle sezioni per il dettaglio delle opere.

3° tratto da sez. 38 alla sez. 32 – Il tratto è caratterizzato dal percorso d'argine attuale parzialmente occupato dalla sez. 38 da una alta siepe di “tuie” e “lauro ceraso”. Il confine con il privato (autofficina) è costituito per un tratto da una sottile recinzione in cemento alta circa 2 m e successivamente da una rete stampata. Si richiede la rimozione delle recinzioni con recupero di quella in rete, l'occupazione temporanea dell'area privata per lo scavo di fondazione e la realizzazione del nuovo muro con altezza di spiccato rispetto al privato di circa 2,00 m; lo spiccato rispetto al lato fiume è minore grazie alla ricarica d'argine. (sez. 37)

Nelle sezioni successive sino alla sez. 32 il percorso d'argine confina con terreni privati coltivati a prato. E' previsto il rialzo dell'argine ed un ricarica con massicciata e stabilizzato da compattare e muri di

controargine di paramento verticale mediamente di circa 1,50 m ma di spiccato minore rispetto al percorso d'argine grazie alla ricarica appena citata. Sono presenti i chiusini del collettore fognario consortile che dovranno essere rialzati e dotati di cannocchiale in cemento.

Il tratto nr 3 come il precedente sarà quindi caratterizzato da rialzo in massi dell'argine ciclopico, reinterro, massicciata, stabilizzato, muro di controargine di nuova realizzazione, con rivestimento in pietra della parte visibile lato fiume, nuova staccionata, ecc.

4° tratto da sez. 32 alla sez. 27 – Il tratto risulta in fregio alle aree di deposito di aziende edili (es. Baffelli) che dispongono già di controargini in muri o blocchi di cemento realizzati negli anni scorsi con lo scopo di difendere il materiale edilizio stoccato. Appena a valle della sez. 32 si dovrà raccordare il nuovo muro di controargine ortogonalmente sino a riprendere la spalla dx del cancello di accesso all'area di deposito. Il cancello dovrà essere chiuso con la continuazione del nuovo muro in parallelo all'argine del fiume sino ad innestarsi nel muro in prismi totalmente controterra sull'interno. Questo muro richiede un piccolo rialzo per il rispetto del livello di T200 maggiorato del franco di norma. L'area disponibile rispetto ai 3 m del calibro del percorso d'argine rimarranno ad integrazione e rifiniti analogamente in stabilizzato compattato. (fino alla sez. 31 circa). A cavallo delle sez. 30, 29 e 28 il muro di controargine è già presente nell'altezza necessaria e costituito da grossi blocchi di cemento sovrapposti totalmente controterra internamente. Anche qui il

calibro della sezione è abbondante rispetto ai canonici 3 m e destinata a spazio verde. In corrispondenza della sez. 27 il muro in c.a. esistente tutela la T200 e il franco e il percorso è affiancato da una banchina verde. Tutte le sezioni del tratto prevedono il rialzo di circa 50-70 cm dell'argine , la ricarica, la massicciata terminante con lo stabilizzato compattato come piano di transito. E' sempre prevista la staccionata a fiume.

5° tratto da sez. 27 alla sez. 23 – Si tratta dell'ultimo tratto che termina con la confluenza al fiume Oglio del torrente Lanico in destra idrografica. A cavallo delle sez. 26 occorre rialzare il muro esistente di controargine di circa 80 ed eventualmente reinterrarlo anche all'interno. E' sempre presente una striscia di banchina verde sulla destra. Appena a valle inizia un caseggiato con muri di controargine con controterra interni di adeguata altezza. La banchina verde si amplia. E' la zona in leggera curva ove il fiume anche in condizioni di piena non significativa esonda per l'energia centrifuga. L'argine infatti viene rialzato di circa 1 m per evitare questa situazione di pericolo e di deterioramento del terreno per le esondazioni. Questa situazione si estende sino a valle di pochi metri rispetto alla sez. 25 ove inizia un muro esistente costruito in varie fasi e con materiali eterogenei e che come altezza non garantisce il livello di sicurezza. Si prevede la sua demolizione e ricostruzione con un muro in cemento armato. La presenza dopo la sez. 25 di un cortile residenziale che paesaggisticamente gode della visuale del fiume e delle aree a bosco o agricole poste sul lato idrografico sinistro. L'altezza di sicurezza del controargine richiederebbe di alzare lo spiccatto del muro sino a circa

2,00 m occludendo in tal modo la visuale. Onde evitare questa sensazione di occlusione agli abitanti del caseggiato si è pensato di sostituire la parte alta del muro (80 cm) con una vetrata di sicurezza a 3 strati atta a contrastare la spinta idraulica del fiume in caso di piena T200 + franco. Il tratto a vetrata sarà lungo circa 23,00 m.

Nella parte terminale dell'intervento per circa 10 m a monte della sez. 23 l'intervento termina per consentire che una eventuale esondazione del torrente Lanico non trovi ostacolo dal muro di controargine del fiume Oglio. Tale situazione potrebbe essere evitata consentendo quindi di spingere l'intervento sino all'incrocio tra i 2 corsi d'acqua ma per quanto riguarda il torrente Lanico non sono previsti interventi e coperture economiche di spesa. Inoltre una poco chiara situazione catastale che evidenzierebbe una significativa occupazione dell'are demaniale da parte dei proprietari del mapp. 1802 richiede una preliminare sistemazione di questo aspetto.

Come per i tratti precedenti saranno necessari rialzo in massi dell'argine ciclopico, rinterro, massicciata, stabilizzato, muro di controargine di nuova realizzazione con vetrata di sicurezza, rivestimento in pietra della parte visibile lato fiume del muro, nuova staccionata, ecc.

N.B. Per tutti i dettagli dimensionali riguardanti l'altezza del rialzo d'argine, il reinterro, l'altezza del muro e le quote T200 dello studio 2009 e 2022 sono rilevabili dalle sezioni e dal profilo di progetto.

4 – A10 ALLEGATO DI CALCOLO STRUTTURALE – *Le opere in cemento armato riguardanti il presente progetto sono costituite essenzialmente dai muri di nuova realizzazione del paramento di controargine. Il fascicolo specifico sull'argomento contiene sia gli allegati del caricamento della pratica dei cementi armati che sarà caricata sul portale MUTA che la documentazione di calcolo costituita da un fascicolo di dettaglio di calcolo per ogni sezione significativa, in rispetto alla normativa vigente NTC 2018.*

I calcoli hanno lo scopo di determinare le dimensioni dei manufatti in modo che possano rispondere alle verifiche di ribaltamento, scorrimento e schiacciamento rispetto alla spinta delle terre dei riporti e alla spinta idraulica dell'acqua in esondazione, spinta sino al livello di franco posizionato 1 metro sopra la T200.

Il calcolo ha permesso di determinare diametri e tipologie delle armature delle strutture in c.a. anche se nel computo metrico estimativo, l'incidenza delle armature è stato valutato e considerato preliminarmente a densità, sulla base di valutazioni a campione.

Nell'elaborato grafico contenuto nel fascicolo è possibile determinare per ogni altezza del muro la composizione in diametri e posizione delle armature, in forma sinottica.

Oltre alla muratura è presente nel tratto finale dell'intervento una barriera vetrata innestata nel muro e che potrebbe essere interessata dalla spinta idraulica.

Si allegano come fascicolo di progetto le varie tipologie dimensionali del muro di controargine calcolato per ogni sezione di progetto, oltre al calcolo e tipologia della barriera vetrata di sicurezza, con la sua scheda tecnica. Vedi allegato A10

5 - ESITO VINCOLI

I vincoli vigenti sulle aree interessate dal progetto sono stati riportati nelle tavole grafiche, alle quali si rimanda.

6 - ASPETTI FUNZIONALI

Si ritiene che l'opera possa risolvere la criticità evidenziata dal progetto del 2008 e anche se con alcune differenze riconfermata dallo studio idraulico del 2022 e proteggere le aree retrostanti dagli eventuali fenomeni esondativi del fiume. La soluzione proposta di creare il controargine interno all'altezza della T200 più penalizzativa tra quella dei 2 studi idraulici 2008/2022 è volta ad avere la massima garanzia. Il percorso d'argine è stato comunque rialzato e livellato aumentando la garanzia rispetto alle esondazioni con tempo di ritorno minore e quindi difendendo meglio la sponda destra. A seconda della posizione potrebbe risultare più o meno alto rispetto al livello di esondazione degli studi idraulici, ma la protezione dello stesso non era tra gli scopi del progetto. In ogni caso è stato livellato come percorso, sono stati individuati i confini demaniali e sono stati presi accordi per regolarizzare la situazione catastale al termine dell'esecuzione delle opere secondo il criterio ove oggettivamente possibile di rispetto delle reciproche proprietà. Solo la situazione catastale in corrispondenza della sezione 23 non è stata definita, ma affrontata. Il Comune ha in agenda la risoluzione di questo aspetto, anche se non incide nella realizzazione dell'opera perché le opere di difesa che dovrebbero essere affrontate riguardano principalmente la confluenza del torrente Lanico. Verranno chiusi gli accessi carrai al percorso d'argine che non erano autorizzati, nel rispetto anche dei criteri di sicurezza. L'unico accesso sul percorso d'argine sarà quello gestito dal Comune in corrispondenza della via Isola. Avrà lo

Studio Tecnico
Dott. Ing. Lino Locatelli
Via A. Caggioli 2/c – 25055 Pisogne BS
Tel. 0364/532591
E-mail: info@studiolocatelli.net

scopo di collegare verso nord la ciclabile esistente e consentire verso sud l'accesso pedonale o in caso di manutenzione anche con mezzi d'opera.

L'opera richiederà interventi manutentivi negli anni, ma solo per quanto riguarda il piano di calpestio che rimarrebbe fruibile pedonalmente come lo è attualmente. Diverso è il tratto tra la via isola e la passerella sul fiume Oglio che è adibita a ciclopedonale e che richiederà qualche attenzione in più per quanto riguarda il fondo asfaltato e la tenuta agli eventuali urti della staccionata. Si rimanda all'allegato "Piano preliminare di manutenzione dell'opera e delle sue parti". Richiederà comunque manutenzione programmata anche la staccionata in legno sul lato verso sud.

7 - DISPONIBILITA' DELLE AREE (art. 20 D.Lgs 36/23)

Come si evince dalla tavola nr. 26 (piano particellare), le opere ricadono quasi interamente sul "Demanio Pubblico". Il Comune ha dato espressamente incarico ad un professionista per l'individuazione delle interferenze o sconfinamenti di mappali privati e aree di demanio pubblico con il percorso d'argine. Sono stati presi bonari accordi tra il Comune e le proprietà private, in accordo con l'ufficio competente regionale, in modo da risolvere le incertezze dovute anche alla non perfetta rispondenza delle mappe catastali con la situazione reale identificata dal rilievo aerofotogrammetrico o dai rilievi topografici in campo. La tav. 05 di sovrapposizione dell'ortofoto con la mappa catastale individua gli accordi intercorsi sui confini. A lavoro eseguito si procederà alla redazione dei necessari frazionamenti per regolarizzare la situazione. *(vedi anche comunicazione U.T.R. del 29.03.2024)*

8 - PUBBLICI SERVIZI INTERFERENTI (art.08.g D.Lgs 36/23)

Sui luoghi interessati dall'intervento è presente solamente la condotta fognaria del collettore consortile della Valle Camonica. La condotta si mantiene ad una profondità di circa 1,00m *dal piano attuale di campagna* e la ricarica la porrebbe ancora più in profondità e quindi in sicurezza *rispetto alle opere arginali di progetto*. Questa interferenza tecnica richiede solo il rialzo dei chiusini mediamente di circa 50/100 cm e costituisce, sotto il profilo idraulico, una *miglior* garanzia di tenuta a fronte di possibile fuoriuscita in situazioni di emergenza di portata eccessiva dei reflui fognari. Non sono presenti altre reti tecniche interrato. Sono presenti linee elettriche in attraversamento del fiume, ma a quote ben superiori ai valori minimi prescritti per le interferenze con elettrodotti. *Si rimanda alla planimetria dello stato di fatto, tav. 03.*

9 - CRONOPROGRAMMA GENERALE

E' stato predisposto un cronoprogramma che tiene conto dei tempi amministrativi, di quelli necessari per le autorizzazioni e dei tempi per le fasi di progettazione realizzazione e collaudo dell'opera.

Il tempo stimato comprende:

- approntamento del progetto definitivo ed esecutivo;
- approvazioni degli enti superiori;
- appalto pubblico delle opere;
- esecuzione delle opere e collaudo.

In particolare invece per quanto riguarda le opere si prevede un impegno in termini di tempo, dall'affidamento dell'appalto alla conclusione dell'opera, di giorni consecutivi naturali 150 come si evince dal cronoprogramma allegato.

10 - ACCESSIBILITA' UTILIZZO E MANUTENZIONE

L'opera è accessibile dalle strade comunali che conducono all'area artigianale. La manutenzione è ridotta e riferita a quanto riportato nei precedenti paragrafi o nel fascicolo specifico allegato al progetto.

11- ASPETTI ECONOMICO FINANZIARI

In coda alla relazione è stato riportato in forma tabellare il quadro economico delle spese da sostenere per la realizzazione dell'opera ed anche le fonti di finanziamento che portano ad un impegno complessivo di spesa di **665.000,00** (seicentosessantacinquemila euro).

12 - ASPETTI GEOLOGICI

Si rimanda alla relazione geologica redatta dal dott. geologo Luca Albertelli e già depositata in Comune.

13 - ASPETTI DI CARATTERE ARCHEOLOGICO (art. 9 DLgs 36/23)

L'intervento si colloca tutto in fregio al fiume Oglio lungo l'argine che è già stato interessato da interventi di regimazione e rialzo. E' stato interessato anche recentemente dalla posa del collettore consortile della Valle Camonica che ha richiesto scavi in profondità sino a circa 150 cm. L'intervento attuale riguarda prevalentemente interventi di rialzo e ricarica *tranne modesti scavi per fondazioni che prevalentemente sono fuori terra rispetto alla quota attuale di calpestio*. Gli scavi sono previsti sino alla profondità delle fondazioni dei muri esistenti o, dato che sono previsti rialzi del percorso d'argine, con appoggio dei nuovi manufatti sul piano attuale previo il solo scotico o scarifica. Pertanto l'entità degli scavi sarà inferiore

all'entità volumetrica dei reinterri. Per queste ragioni si ritiene che non sussistano situazioni per le quali debba prevedersi *uno studio preliminare di verifica se sussistono punti del tracciato con presunte possibilità di ritrovamento di manufatti di importanza archeologica*. Nel tempo intercorso poi tra la redazione del progetto definitivo e del presente esecutivo è pervenuto al Comune in data 18.04.2024 il parere della Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio (allegato A14) che ha prescritto solo in sede esecutiva la sorveglianza archeologica, oltre ad una particolare attenzione nella realizzazione degli accessi di cantiere in relazione al valore paesaggistico dell'area e della presenza della ciclabile sul versante sinistro dell'Oglio, che consente l'osservazione dei luoghi interessati ai lavori. E' stato pertanto previsto nel quadro economico di progetto, tra le somme a disposizione dell'Amministrazione Appaltante, l'importo necessario per l'effettuazione della sorveglianza archeologica in sede esecutiva.

14 - ASPETTI DI CARATTERE PAESAGGISTICO

(art. 10 DLgs 36/23)

Gli interventi per la loro natura e per consentire che strutturalmente le opere siano adeguate a contrastare la spinta idraulica del fiume nelle condizioni più penalizzative previste dalle norme (onda di piena bicentenaria e franco di 1 m) si devono utilizzare opere in cemento armato. Per mitigare il loro impatto sotto l'aspetto paesaggistico si è previsto il rivestimento in pietra locale (calcare) dello spiccatto dei muri in getto esistenti o nuovi, lato fiume. Per quanto riguarda invece gli elementi di controargine esistenti parificati a muri sotto il profilo strutturale, ma in alcuni casi costituiti da blocchi in cls o muri a forte spessore in prismi, quindi eterogenei come superficie, si è

Studio Tecnico
Dott. Ing. Lino Locatelli
Via A. Caggioli 2/c – 25055 Pisogne BS
Tel. 0364/532591
E-mail: info@studiolocatelli.net

previsto una intonacatura rustica “strollato” compatibile con buona parte degli intonaci delle costruzioni rurali della zona agricola circostante.

Il rialzo dell’arginatura in massi ciclopici parzialmente intasati in cls verrà effettuata in analogia all’esistente con la cura di lasciare interstizi e “aggrappi” per un riporto finale di terreno vegetale e sementi utile alla formazione di copertura vegetativa sul profilo d’argine. Ove la sezione del percorso è più ampia dei 3 m previsti, la fascia interna aggiuntiva sarà inverdita come “fascia verde” con eventuale semina di essenze arboree autoctone e non invasive. *Ove lo spazio a disposizione lo consentirà potranno essere inserite a barriera specie di essenze arbustive autoctone sempreverdi.* La staccionata di sicurezza sarà realizzata in legno di castagno a 3 corsi con elementi rettilinei naturali, scortecciati, ma non torniti. L’essenza prevista è in castagno per garantirne la durabilità.

Le indicazioni soprascritte sono in accordo con il parere della C.M. di Valle Camonica e Ente del Parco dell’Adamello emesso in data 18.04.2024. (vedi allegato A14)

15 - SOSTENIBILITA’ DELL’OPERA – GESTIONE DELLE MATERIE E RIUSO MATERIALI

(Artt. 8.h e art. 11.f D.Lgs 36/23)

Come precisato in precedenza l’entità in volume dei materiali di reinterro è superiore a quella degli scavi. Pertanto tutto il materiale di scavo verrà reimpiegato ed utilizzato secondo la diversa tipologia (scotico vegetale, inerti di varia pezzatura) e non si richiederà il loro conferimento a discarica. Sulle planimetrie di progetto richiamate dal PSC sono individuate le aree di deposito temporaneo dei materiali di scavo/reinterro. (tav. 29-30-31)

16 - SOSTENIBILITA' DELL'OPERA - UTILIZZO DI SOLUZIONI TECNOLOGICHE

(Art. 11.i D.Lgs 36/23)

In riferimento al citato articolo del D.Lgs 36/23 si precisa che sarà installato un sensore di livello radar ad ultrasuoni in prossimità dell'accesso al percorso d'argine del fiume Oglio. Il sensore sarà montato su un paletto in acciaio con braccio sporgente sul fiume, collegato alla logica di funzionamento collocata nel quadretto elettrico posto sul muro di controargine. Tutti i dispositivi saranno del tipo per esterno con grado di protezione adeguato. L'accesso al percorso d'argine sarà poi proteggibile in caso di piena segnalata da una serie di panconi in alluminio montabili a mano, sovrapponibili e a tenuta idraulica, che chiuderebbero il varco. Più precisamente saranno rilevabili dal sensore 2 livelli altimetrici definiti rispettivamente di "attenzione" e di "allarme", collegati con segnale luminoso posto in adiacenza all'accesso protetto dai panconi in caso di piena. Il primo livello definito di attenzione attiverà un segnale luminoso lampeggiante di colore giallo, il secondo di allarme attiverà un segnale luminoso lampeggiante di colore rosso per l'allarme grave e l'interdizione del percorso d'argine con la necessità di collocare i panconi di difesa sulla breccia di passaggio nel muro di difesa arginale. Una apposita cartellonistica posta a fianco del dispositivo a "panconi" preciserà sia il significato degli eventuali segnali luminosi sia le modalità da attuare in caso di allarme grave. (vedi allegato A15 con la scheda tecnica del dispositivo di rilevazione del livello di piena del fiume Oglio, oltre al modello tipo di pancone in alluminio per la trattenuta del battente d'acqua).

17 - SOSTENIBILITA' DELL'OPERA – MITIGAZIONE ED ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

(Art. 11.i D.Lgs 36/23)

L'intervento in oggetto prende in considerazione anche a seguito della variata maggiore frequenza conclamata degli eventi climatici e meteorologici degli ultimi anni. La difesa spondale con livello posto 1 m più in alto del livello bicentenario di calcolo delle possibili piene presenta una mitigazione e al contempo un adattamento alla nuova situazione climatica venutasi a creare, salvaguardando i terreni e gli insediamenti produttivi e residenziali presenti nella zona di intervento.

18 - FONTI DI FINANZIAMENTO

Il comune di Malegno non ha disponibilità di fondi propri per attivare l'esecuzione delle opere. Dopo un lungo iter amministrativo il progetto ha ottenuto il finanziamento dal Ministero dell'Interno, e dalla Regione Lombardia, relativamente alle opere di difesa idraulica ed idrogeologica.

Si rimanda al quadro economico per quanto riguarda gli importi di spesa e di finanziamento.

19 - QUADRO ECONOMICO (art. 17 DLgs 36/23)

Vengono qui di seguito riportati gli importi previsti per le opere da realizzare, distinti tra lavori a base d'asta, incluso i costi per la sicurezza e somme a disposizione dell'Amministrazione e le fonti di finanziamento.

Studio Tecnico
Dott. Ing. Lino Locatelli
Via A. Caggioli 2/c – 25055 Pisogne BS
Tel. 0364/532591
E-mail: info@studiolocatelli.net

QUADRO ECONOMICO LAVORI : OPERE DI DIFESA ARGINALE SUL FIUME OGLIO			
Importo lavori a base d'asta			
Importo delle Opere soggette al ribasso			€ 410.000,00
Costi aggiuntivi per la sicurezza			€ 10.000,00
Totale			€ 420.000,00
Somme a disposizione dell'Amministrazione Appaltante			
IVA sui lavori al 22 %			€ 92.400,00
SPESE TECNICHE PROGETTUALI E D.L.			
Spese tecniche per fase "progetto di fattibilità tecnico-economica"		incl. sp. 20%	€ 12.092,99
Spese tecniche per "progetto esecutivo"		incl. sp. 20%	€ 7.504,41
Spese tecniche per Direzione Lavori e fase esecutiva		incl. sp. 20%	€ 10.599,97
Spese tecniche per CSP e CSE		incl. sp. 20%	€ 6.752,44
contributi previdenziali spese tecniche 4 %	€ 36.949,81	4%	€ 1.477,99
IVA al 22 % su spese tecniche	€ 38.427,81	22%	€ 8.454,12
SPESE VARIE ADEGUAMENTI CATASTALI			
Aquisizione aree compreso atti			€ 15.000,00
spese tecniche per frazionamento			€ 4.500,00
contributi previdenziali spese tecniche 4 %			€ 180,00
IVA al 22 % su spese tecniche			€ 1.029,60
SPESE PER PRESTAZIONI SPECIALISTICHE			
Studio idraulico Hec Ras			€ 3.800,00
Rilievi di dettaglio			€ 3.500,00
Cementi armati			€ 7.230,44
contributi previdenziali spese tecniche 4 % voci precedenti	€ 14.530,44	4%	€ 581,22
IVA al 22 % su spese tecniche specialistiche precedenti	€ 15.111,66	22%	€ 3.324,56
Spese tecniche per collaudo strutturale - disponibilità max.			€ 4.500,00
contributi previdenziali 4 % per collaudo	4.500,00 €	4%	€ 180,00
IVA al 22 % su spese tecniche collaudo	€ 4.680,00	22%	€ 1.029,60
Spese tecniche per verifica progetto			€ 7.000,00
contributi previdenziali spese tecniche 4 %	7.000,00 €	4%	€ 280,00
IVA al 22 % su spese tecniche	€ 7.280,00	22%	€ 1.601,60
Spese per prestazioni di Sorveglianza archeologica, incl CC e Iva			€ 3.000,00
SPESE TECNICHE PER VERIFICHE CATASTALI			
SPESA PER SERVIZIO TECNICO REDAZIONE PERIZIA TOPOGRAFICO-CATASTALE PER LA DEFINIZIONE DEL CONFINE DELLA PROPRIETÀ DEMANIALE E LE PROPRIETÀ PRIVATE			€ 4.800,00
contributi previdenziali spese tecniche 4 %	4.800,00 €	4%	€ 192,00
IVA al 22 % su spese tecniche	€ 4.992,00	22%	€ 1.098,24
SPESE TECNICHE PER VERIFICHE GEOLOGICHE			
SERVIZIO TECNICO SUPPORTO GEOLOGICO CON INDAGINI IN SITO			€ 11.400,00
contributi previdenziali spese tecniche 2 %	11.400,00 €	2%	€ 228,00
IVA al 22 % su spese tecniche	€ 11.628,00	22%	€ 2.558,16
SPESE AMMINISTRATIVE VARIE			
Spese per gara ANAC			€ 250,00
Incentivo funzioni tecniche 2 %	420.000,00 €	2%	€ 8.400,00
Imprevisti su lavori e somme a disposizione, circa 3,50%	3,02%		€ 20.054,65
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'ENTE APPALTANTE			€ 245.000,00
TOTALE GENERALE E COMPLESSIVO DELLE SPESE			€ 665.000,00
ASPETTO FINANZIARIO			
Ministro interno			€ 300.000,00
Regione Lombardia			€ 365.000,00

Studio Tecnico
Dott. Ing. Lino Locatelli
Via A. Caggioli 2/c – 25055 Pisogne BS
Tel. 0364/532591
E-mail: info@studiolocatelli.net

La presente relazione tecnica è stata redatta dal sottoscritto Ing. Lino Locatelli in n° 26 pagine.

Pisogne, lì luglio 2024

Ing. Lino Locatelli

