

Dott. Geol. PAOLO CECCARINI

VIA ALDO MORO n° 7/9 - 61049 URBANIA (PU) - Tel.: 0722318800 - Cell.: 3358059476
e-mail: paolo.ceccarini.studio@gmail.com - C.F.: CCCPLA64B22L498B - P.IVA: 01197920414

Geom. DAVIDE FRATERNALI

VIA SANTA MARIA IN TRIARIA n° 15 - 61049 URBANIA (PU) - Cell.: 3289433415
e-mail: fraternali.davide81@gmail.com - C.F.: FRTDVD81A13L500K - P.IVA: 02219550411



COMUNE DI LUNANO
PROVINCIA DI PESARO E URBINO

REGIONE MARCHE



**LAVORI DI CONSOLIDAMENTO SPONDE FLUVIALI CON TECNICHE DI
INGEGNERIA NATURALISTICA E RIPULITURA DELL'ALVEO FLUVIALE
LUNGO IL FIUME FOGLIA IN COMUNE DI LUNANO (PU)**

COMMITTENTE:



PROGETTO ESECUTIVO



IL TECNICO INCARICATO



DATA: MAGGIO 2019

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA IN AMBITO FLUVIALE.....	1
3. UBICAZIONE E TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI	2
4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	4
4.1. OPERE DI DIFESA SPONDALE	4
4.2. PROTEZIONE FONDAZIONE PILA PONTE	7
4.3. RIPULITURA ALVEO FLUVIALE.....	8
5. EFFETTI LEGATI ALLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	8
6. NOTA SUI PREZZI ADOTTATI.....	9

1. PREMESSA

Lungo il Fiume Foglia e lungo i suoi affluenti si sono registrate nel corso del tempo delle situazioni di squilibrio territoriale ed ambientale che richiedono l'attuazione di provvedimenti risolutivi in grado di controllare lo sviluppo dei processi geodinamici connessi sia con l'evoluzione dell'ambiente fluviale sia con le attività antropiche presenti lungo i terrazzi alluvionali adiacenti. Per tale motivo il progetto delle opere di risanamento ambientale deve necessariamente prevedere un sistema complesso di interventi per la riduzione del rischio idrogeologico.

Sulla base di sopralluoghi effettuati e delle informazioni raccolte durante gli incontri avuti con i rappresentanti delle Amministrazioni interessate, è emerso che il tratto fluviale considerato nel presente studio è interessato da problemi di carattere locale quali erosione spondale, eccessivo accumulo di materiale ghiaioso all'interno dell'alveo, presenza di tronchi e alberi nell'alveo del fiume, discontinuità idrauliche e tratti fluviali poco diversificati. Questo tipo di problemi può essere risolto con interventi localizzati, limitati all'alveo e alla fascia perfluviale basati su tecniche di ingegneria naturalistica. Una descrizione generale di queste tecniche e metodologie d'intervento, è riportata nel capitolo successivo.

Si precisa che il presente progetto, redatto dallo scrivente studio su incarico dell'Unione Montana Montefeltro (Determinazione n° 83 del 20.05.2019), prevede l'esecuzione di opere radenti, che quindi non influiscono sulla regolazione del deflusso delle acque.

2. TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA IN AMBITO FLUVIALE

In ambito fluviale, gli interventi di sistemazione idraulica e riqualificazione ambientale, possono riguardare le sponde, con l'obiettivo di consolidarle e difenderle dall'erosione, e l'alveo, con lo scopo di regolare i processi di trasporto solido e riqualificare l'habitat dei corsi d'acqua.

L'obiettivo di queste metodologie d'intervento è di riparare i danni arrecati da precedenti azioni, alla diversità e alle dinamiche di un ecosistema, tentando di ritornare il più possibile vicino alle condizioni e alle funzioni antecedenti. L'approccio più idoneo non è tanto quello di ricostruire gli ambienti degradati o distrutti, quanto quello di intervenire sui processi fluviali (ad esempio ridirezionando il flusso della corrente), in modo che siano questi a ricreare un habitat idoneo. Nella sua evoluzione futura, il fiume tenderà a raggiungere con i nuovi interventi una condizione di equilibrio morfologico.

I principi guida di ogni intervento, qualunque sia la finalità (semplice miglioramento dell'habitat di alcuni tratti oppure completa rinaturalizzazione), devono tendere all'incremento della diversità ambientale su micro-macro scala e al ripristino delle connessioni longitudinali e laterali, in modo da ricucire le frammentazioni fra sistemi e ripristinare gli interscambi funzionali (scambi di materia ed energia).

I singoli accorgimenti tecnici di rinaturalizzazione possono essere classificati in base alla loro struttura (pennelli, deflettori, soglie, ecc.), ai materiali impiegati (massi, vegetazione, legname, ecc.), alla loro

funzione (creazione di buche o raschi, dissipazione di energia in eccesso, variazioni locali di substrato o di pendenza, ecc.), alla componente biologica prescelta (fauna ittica, macroinvertebrati, mammiferi), al tipo di misure adottate (strutturali, gestionali, manutentive), alla scala di intervento (microhabitat, corridoio fluviale, bacino imbrifero).

In questo senso, le tecniche di ingegneria naturalistica si differenziano da quelle costruttive tradizionali in quanto utilizzano, quali materiali di costruzione, piante viventi, parti di piante o addirittura di intere biocenosi vegetali, insieme a materiali inerti quali pietrame, terra, legname, geotessuti e reti metalliche.

L'ingegneria naturalistica è in grado di svolgere contemporaneamente più funzioni:

- **funzione idrogeologica:** consolidamento del terreno, copertura del terreno, protezione del terreno dall'erosione idrica, eolica, drenaggio del terreno; nella maggior parte dei casi il vantaggio strutturale che ne consegue è dovuto all'apparato radicale di alcuni tipi di piante, rientranti nella categoria delle specie pioniere; mediante l'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica è possibile operare modifiche sulla morfologia e sull'idraulica di un corso d'acqua; tali modifiche permettono un arricchimento della morfologia stessa, diminuendo la monotonia dei tratti canalizzati, recuperando, ove possibile, vecchi meandri, ampliando le sezioni in area golenale o creando delle casse di espansione arginate;
- **funzione ecologica e naturalistica:** creazione di macro e micro ambienti naturali, recupero di aree degradate, sviluppo di associazioni vegetali autoctone, miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli; incremento della diversità di habitat, tramite la ricreazione di tratti ad alternanza pool-riffle, il ripristino dell'andamento a meandri (ad esempio con deflettori o introduzione di massi in alveo), la creazione diretta di rifugi per la fauna ittica, la modificazione della granulometria del substrato di fondo
- **funzione estetico-paesaggistica:** l'utilizzo di queste tecniche consente una riduzione dell'impatto visivo ma anche naturalistico, dovuto ad alcune opere ingegneristiche ritenute necessarie (mitigazione di impatti visivi e da rumore, inserimento ambientale ed architettonico di opere ed infrastrutture ritenute necessarie).

I materiali impiegati negli interventi di ingegneria naturalistica sono:

- materiali vegetali: sementi, piante, talee, rizomi, zolle erbacee;
- materiali organici inerti: legname, radici, reti di juta, fibre di cocco, stuoie in fibre vegetali, paglia, fieno, compost e concimi organici;
- pietrame;
- ferro e acciaio: reti, cavi, paletti, griglie;
- materiali di sintesi: griglie, reti, geotessuti, collanti chimici, fertilizzanti.

3. UBICAZIONE E TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI

L'area d'intervento interessa in modo non continuo un tratto del Fiume Foglia di lunghezza pari a quasi 3000 m, ubicato completamente all'interno del territorio comunale di Lunano (PU), in adiacenza ad aree urbanizzate o semi-urbanizzate.

Sulla Carta topografica d'Italia, in scala 1:25000, la zona ricade nel Foglio n° 279 sezione IV "Sassocorvaro" mentre nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000 il riferimento è rappresentato dalla sezione 279060 "Lunano" del Foglio n° 279. A livello catastale, gli interventi ricadranno in aree demaniali e comunque in ambiti interessati dall'attuale alveo e dalle attuali sponde fluviali.

Le ricognizioni eseguite con i tecnici dell'Unione Montana Montefeltro e del Comune di Lunano, hanno permesso di inquadrare alcune situazioni meritevoli di particolare attenzione, sulle quali si rende necessario un intervento di sistemazione idraulica. Escludendo i punti in cui i lavori saranno effettuati da altri Enti, e tenendo conto delle risorse finanziarie disponibili, si è ritenuto di prendere in considerazione le seguenti situazioni:

1. in località Camino, in destra idrografica, all'esterno di una curva decisamente del corso d'acqua è presente una scarpata che a causa dell'erosione al piede ha subito crolli e smottamenti;
2. all'altezza della zona industriale, in sinistra idrografica, sono presenti dei cestoni a protezione di Via dell'Artigianato, per un tratto parallela al Fiume Foglia; parte di questi sono ribaltati a causa dell'erosione al piede;
3. a valle del ponte sulla Strada Comunale dei Gessi, in destra idrografica sono presenti dei cestoni a protezione di un'altra strada pubblica parallela al Fiume Foglia; anche in questo caso, parte dei cestoni, hanno subito ribaltamenti a causa dell'erosione al piede;
4. all'altezza della zona industriale, una delle pile centrali del ponte sulla Strada Comunale dei Gessi presenta evidenti fenomeni di erosione al piede;
5. tutto il tratto del Fiume Foglia che interessa il Comune di Lunano è invaso da vegetazione arborea e da massa legnosa morta giacente all'interno dell'alveo fluviale.

Per la riduzione/mitigazione della pericolosità delle aree sopra individuate, si propongono i seguenti interventi:

- A. opere spondali costituite da scogliere in massi ciclopici, con fondazione intasata con conglomerato cementizio, lungo i tratti interessati da instabilità spondale, per un'altezza fuori alveo variabile da 1.5 a 2.5 metri;
- B. opera di protezione della fondazione della pila del ponte costituita da scogliera tipologicamente simile a quelle descritte nel punto A) ma con una diversa configurazione geometrica
- C. ripulitura alveo tramite rimozione della massa legnosa morta, eventuale taglio vegetazione sviluppatasi sui sovralluvionamenti e risagomatura sezione di deflusso nei tratti di maggior accumulo dei sedimenti ghiaiosi.

Gli interventi previsti nel presente progetto sono riconducibili ad opere afferenti alla sfera delle tecniche di ingegneria naturalistica, proprio in virtù della tutela ambientale delle aree. Infatti:

- non prevedono effetti negativi sulle situazioni di pericolosità e di rischio idraulico
- non producono ostacoli al libero deflusso delle acque;
- non producono alterazioni significative alla naturalità degli alvei, della biodiversità degli ecosistemi fluviali, dei valori paesaggistici.

4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

4.1. OPERE DI DIFESA SPONDALE

Le difese di sponda sono sistemazioni realizzabili su qualunque corso d'acqua, torrenti o fiumi, per proteggere dalle erosioni determinati tratti di sponde o particolari località. Normalmente esse vengono utilizzate per difendere aree urbanizzate, edifici isolati di tipo civile e industriale, in prossimità delle opere di attraversamento del corso d'acqua o per la difesa di argini.

A seconda dell'entità e dell'origine dell'erosione e del contesto in cui l'opera è inserita possono essere impiegate diverse tipologie, che assicurano gradi differenti di protezione contro l'erosione e che hanno diversi impatti sull'ambiente.

Visto l'importante ruolo delle difese di sponda nelle sistemazioni fluviali per assicurare la loro funzionalità è necessario considerare le tendenze evolutive del corso d'acqua garantendo che non si verifichino scalzamenti al piede che compromettano la stabilità di tutta l'opera.

L'uso di tali soluzioni presuppone la presenza di sponde ad inclinazione non accentuata. Per il rivestimento ed il consolidamento delle sponde si possono utilizzare:

- scogliere di protezione e rivestimenti in pietrame o in pietrame e verde. Va ricordato che il punto più delicato di questa difesa è il piede e quindi, per evitare lo scalzamento, occorre costruire una solida base con grossi massi;
- utilizzo di gabbioni o di materassi costituiti da reti metalliche riempite di pietre o ciottoli;
- difese in verde: tramite seminagioni sulle sponde o con piantagione di salici o altre specie arbustive.

La scelta della difesa da adottare va fatta in base alla natura della sponda da proteggere, alla durata delle piene e alla forza di trascinamento esercitata dalla corrente in queste condizioni e al contesto paesaggistico ed ambientale in cui intervenire.

Le difese di sponda si possono anche suddividere in: rigide, flessibili, semirigide ed in materiale sciolto. Le opere rigide, costruite generalmente in muratura di pietrame con malta o in calcestruzzo armato o no, sono sensibilissime ai cedimenti provocati da scalzamenti o da movimenti franosi o imputabili alla scarsa resistenza del terreno di fondazione.

Qualora sussistano queste condizioni va attentamente valutato se utilizzare opere di tipo rigido adottando fondazioni profonde ed estese o se scegliere opere di tipo flessibile, come le gabbionate o le scogliere che meglio si adattano a cedimenti differenziali del terreno di fondazione. Buoni risultati per le opere di tipo rigido si ottengono invece per i tratti di corso d'acqua caratterizzati da limitati scavi di fondo o, meglio ancora, quando l'opera può essere impostata direttamente su roccia non erodibile. Negli altri casi le opere rigide vengono spesso lesionate e le difficoltà di riparazione delle stesse conducono spesso alla distruzione completa. Le opere di tipo rigido presentano inoltre il difetto di essere impermeabili; questo implica che si instaurino a tergo dell'opera delle pressioni e delle spinte più elevate rispetto al caso delle opere permeabili.

Al contrario le opere flessibili come le gabbionate e le difese in pietrame, quali le scogliere sono in grado di adattarsi ai cedimenti e alle distorsioni senza deteriorarsi completamente e garantendo un certo grado di difesa della sponda. Nei casi in cui l'opera venga in parte danneggiata o distrutta

La scogliera in massi e calcestruzzo viene generalmente realizzata con scarpa di 3/2 o 2/1; è costituita da massi di grosse dimensioni intasati da calcestruzzo e deve avere un piede di fondazione sufficientemente robusto per garantire all'opera la necessaria stabilità evitando lo scalzamento. A tal fine è necessario realizzare un piede di fondazione in massi e calcestruzzo che si estenda fino ad una profondità pari a 1.0-2.0 m rispetto alla quota del talweg, garantendo che questa profondità sia compatibile con gli effetti di scalzamento prevedibili. Il piede di fondazione dovrà avere una larghezza minima di 2 m.

La soluzione rappresentata nella Figura 1 presenta, in sezione trasversale, una superficie di 4.50 mq con una parte intasata pari a circa 1.80 e una incidenza volumetrica del calcestruzzo pari al 20% sul volume intasato.

Questa soluzione è stata utilizzata per le difese spondali descritte nella seguente tabella.

Difesa spondale	Ubicazione	Lunghezza (m)
DS1	Località Camino	55
DS2	Via dell'Artigianato	55
DS3	Strada dei Gessi	25

Nella parte non intasata, fra i singoli massi è opportuno prevedere l'impianto di specie arbustive autoctone (salici ecc.) di facile attecchimento. Esse generalmente hanno diametri tra i 3 e i 10 cm e lunghezze variabili tra 60 e 120 cm, tagliate e messe subito a dimora durante il riposo vegetativo ed in condizioni di terreno non gelato. Le talee vanno infisse nella sponda ad un'altezza non inferiore a quella del livello di morbida. L'impianto delle talee viene fatto praticando dei fori nelle fessure della scogliera e mettendo a dimora le talee con una leggera battitura. Le fessure vanno poi colmate con il terreno e devono essere leggermente compattate. Per evitare il disseccamento della parte sporgente occorre ripassare l'impianto con motosega, lasciando sporgere le talee per una lunghezza di soli 5-10 cm. Il rinverdimento arbustivo dell'argine è favorito se viene ridotta la concorrenza delle specie erbacee antagoniste all'insediamento degli arbusti, pertanto è opportuno non prevedere la semina erbacea se si prevede l'impianto di talee di salice. Con l'attecchimento delle talee la stabilizzazione dell'argine inizia dopo la formazione delle radici, infatti lo sviluppo dell'apparato radicale dei salici permette di ottenere un collegamento tra la scogliera ed il terreno retrostante. Il naturale aumento delle dimensioni dei tronchi delle piante dovuto alla crescita genera una compressione tra massi vicini con un aumento della stabilità globale dell'opera. Le parti aeree delle piante offrono inoltre un completo mascheramento dell'opera, migliorando l'inserimento paesaggistico e diminuendo la velocità dell'acqua nei pressi delle sponde, a causa dell'aumento della scabrezza. Un altro vantaggio dell'impianto di talee tra i massi è dovuto al fenomeno di traspirazione delle piante che sottrae acqua al terreno, soprattutto nel caso di sponde alla base di versanti umidi.

Nella parte superiore della massicciata, generalmente non interessata dalla presenza dell'acqua se non in occasione degli eventi di piena eccezionali, è possibile ricoprire i massi con terreno

agrario che verrà successivamente piantumato. La massicciata viene inoltre immersa in sommità per una lunghezza indicativamente pari a 1.5 m.

La protezione di sponda realizzata tramite scogliera ha il pregio ambientale di creare una serie di microhabitat favorevoli all'insediamento di molti organismi acquatici; in particolare le zone di calma tra i massi offrono riparo a quegli organismi che mal sopportano le condizioni di sforzo idrodinamico esercitate dalla corrente. Inoltre la vicinanza di queste zone di calma con le zone caratterizzate da elevata velocità permette un buon ricambio delle acque e un continuo rifornimento di materia organica necessaria per la vita delle specie che qui vivono. Esperimenti effettuati sulle protezioni di sponda a rip-rap hanno dimostrato che con questa tipologia di opere si ottiene un aumento sia del numero delle specie presenti, sia del numero di individui per specie. Questi effetti a livello di micro-scala si ripercuotono favorevolmente anche sull'habitat dei pesci.

4.2. PROTEZIONE FONDAZIONE PILA PONTE

La soluzione adottata per le difese spondali viene replicata, con una configurazione geometrica ovviamente diversa e senza l'impianto di talee, anche per la protezione della fondazione (PP1) di una delle pile centrali del ponte sulla Strada Comunale dei Gessi (v. Figura 2).

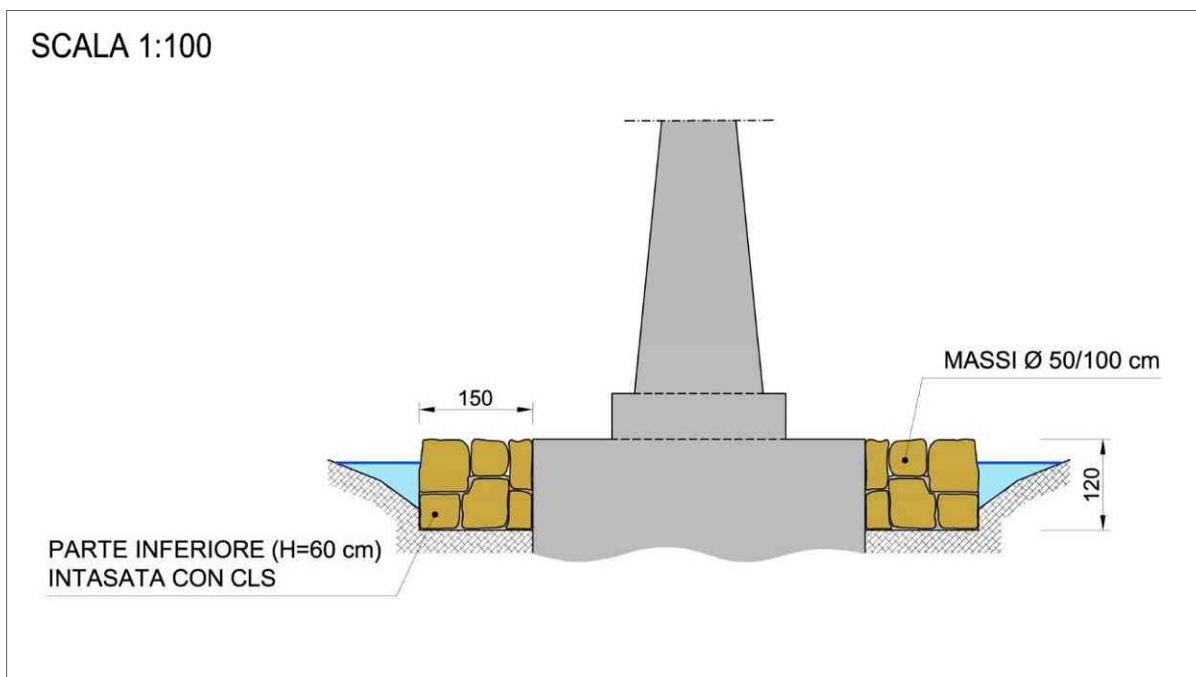


Fig. 2 - Protezione fondazione pila ponte (PP1)

Si tratta di una scogliera a sezione rettangolare da 150x120 cm che circonda l'intera fondazione. Il volume complessivo è pari a circa 55.44 mc e la metà inferiore (H=60 cm) + intasata con conglomerato cementizio.

4.3. RIPULITURA ALVEO FLUVIALE

L'intervento di ripulitura del corso fluviale comprende:

- il decespugliamento dell'alveo e delle sponde;
- la sramatura e il taglio delle cimaie presenti sulla proiezione dell'alveo;
- il taglio selettivo degli alberi insistenti sull'alveo e sulle sponde (senza rimozione delle ceppaie);
- la rimozione degli accumuli terrosi di deposito, con scavo a mano o a macchina;
- la movimentazione a mano o a macchina del materiale litoide accumulato in punti isolati dell'alveo e pregiudizievole per il deflusso delle acque;
- lo smaltimento del materiale vegetale minuto, soggetto a riduzione in scaglie con decespugliatore o con cippatura;
- lo smaltimento e il trasporto del materiale vegetale in discarica ove non risulta possibile la riduzione in scaglie;
- lo smaltimento e il trasporto alle pubbliche discariche dei rifiuti solidi urbani rinvenuti sulle sponde dell'alveo;
- il decespugliamento boschivo per la realizzazione di varchi di accesso all'alveo.

Ad eccezione dei movimenti terra, per i quali si è fatto riferimento al Prezzario Regionale 2018, le lavorazioni sopra elencate sono state incluse in un'apposita voce (NP01) dell'elenco prezzi per la quale è stata fatta specifica analisi dei costi.

Per ragioni legate alla limitata disponibilità di risorse finanziarie, nel computo metrico estimativo questo intervento è stato limitato a circa 175 m di sviluppo longitudinale del Fiume Foglia. Si prevede di concentrare i lavori in corrispondenza dei tratti interessati dalla realizzazione delle scogliere e in corrispondenza dei ponti sulla Strada Comunale di Camino e sulla Strada Comunale dei Gessi. Tuttavia, considerato che le condizioni dell'alveo fluviale sono in continua evoluzione, in fase esecutiva sarà cura della Direzione Lavori individuare i punti nei quali questo tipo d'intervento sarà maggiormente necessario.

5. EFFETTI LEGATI ALLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli effetti connessi alla realizzazione dei lavori in progetto sono così schematizzabili:

a) Impatti di carattere generale

Gli interventi da realizzare comporteranno l'occupazione temporanea, essenzialmente legata ai processi lavorativi, di limitate porzioni di suolo demaniale. Sia in fase esecutiva, sia in fase di esercizio, non si produrranno aumenti di superfici impermeabilizzate, rimanendo invariate le attuali destinazioni dei terreni coinvolti senza alcuna perdita di aree verdi.

La collocazione dei cantieri potrà essere causa di limitate produzioni e diffusione di polveri. Occorrerà, in ogni caso, verificare tale eventualità e le sue conseguenze, almeno in termini qualitativi. L'esecuzione dei lavori dovrà pertanto avvenire con la massima cura ed attenzione volta a mitigare per quanto possibile tale fenomeno.

b) Aria e rumore

Gli scarichi degli automezzi producono inquinamento atmosferico a livello del suolo che interesseranno le abitazioni ubicate nelle aree circostanti. Il fenomeno è ovviamente legato maggiormente alla durata della lavorazioni per la cui esecuzione si prevedono tempi estremamente brevi (circa 2 mesi).

c) Assetto idrogeologico e geomorfologico

Il progetto è finalizzato essenzialmente alla riduzione del rischio idrogeologico lungo il Fiume Foglia. In tal senso è prevedibile che la realizzazione degli interventi comporterà un significativo miglioramento dell'attuale assetto idrogeologico e geomorfologico dell'area.

d) Flora e vegetazione

L'esecuzione dei lavori in progetto non costituisce particolare criticità per l'eliminazione e/o danneggiamento di vegetazione di potenziale interesse naturalistico/scientifico.

Per l'esecuzione dei lavori che rendano necessari il taglio piante, si dovrà preventivamente ottenere apposito parere presso gli Enti preposti.

e) Ecosistemi

Il taglio della vegetazione esistente, le temporanee trasformazioni dell'assetto dei suoli, unitamente alla loro limitata estensione, non comporteranno modifiche nella struttura degli ecosistemi locali esistenti.

c) Paesaggio

La realizzazione del progetto può essere occasione per introdurre nuovi elementi di qualità e di interesse per il paesaggio circostante.

Le opere da realizzare risultano di scarso impatto sul paesaggio, in quanto vanno ad inserirsi e ad amalgamarsi con strutture e tipologie costruttive già presenti in loco.

6. NOTA SUI PREZZI ADOTTATI

Tutte le voci incluse nell'Elenco Prezzi derivano dal Prezzario Regionale Marche 2018 ad eccezione della NP01 relativa agli interventi di ripulitura alveo (esclusi movimenti terra). Tenuto conto della semplicità delle lavorazioni, a tutte le voci è stata applicata una riduzione uniforme del 10%.

Data: Maggio 2019