

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA CAMPANIA CENTRALE

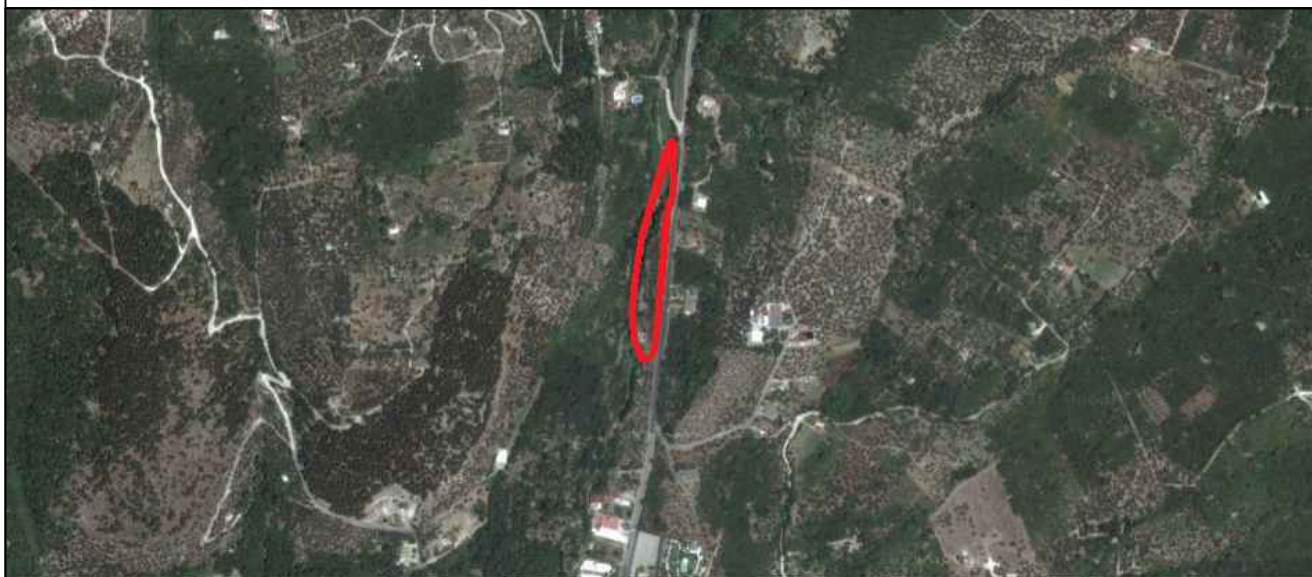
COMUNE DI ROCCARAINOLA

"Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico elevato (R3) e molto elevato (R4)", di cui all'allegato 1 dell'A.P.Q.
Codice Istat 34 - CUP Definitivo D43B12000380001

Alta Sorveglianza del

Commissario Straordinario Delegato per la realizzazione degli interventi individuati nell'Allegato 1 all'Accordo di Programma finalizzato alla programmazione e al finanziamento di interventi urgenti per la mitigazione del rischio idrogeologico da effettuare nel territorio della Regione Campania

Commissario: prof. ing. Giuseppe De Martino
D.P.C.M. 21.01.2011



PROGETTO PRELIMINARE

ELABORATO	Relazione sulla massima applicabilità della Ingegneria Naturalistica	SCALA: -
		TAV: 03.1
Responsabile Unico del Procedimento: arch. Assuntino Russo		DATA: genn. 2014
Gruppo di progettazione interno (Comune di Roccarainola e AdB della Campania Centrale): ing. Luigi Iodice - Coordinatore della Progettazione arch. Michele Glorioso - Coordinatore della Sicurezza dott. geol. Stefania Coraggio - Membro esperto geom. Aniello Apicella geom. Luigi Beracci Visto del Consulente idraulico Prof. Ing. Giuseppe Del Giudice		Il Sindaco del Comune di Roccarainola: Avv. Raffaele De Simone
		Il Commissario Straordinario della Autorità di Bacino della Campania Centrale: Ing. Pasquale Marrazzo
		Il Commissario Straordinario Delegato A.P.Q.: Prof. Ing. Giuseppe De Martino

1. PREMESSA

La presente Relazione è stata redatta in ottemperanza all'art. 3 del "Regolamento per l'attuazione degli interventi di Ingegneria Naturalistica" al fine di individuare compiutamente gli interventi da utilizzare per i lavori di **"mitigazione delle aree a rischio idrogeologico elevato (R3) e molto elevato (R4)"** nel Comune di Roccarainola.

Detto articolo impone il ricorso, laddove tecnicamente possibile, a tipologie costruttive a basso impatto ambientale; qualora si dovesse ricorrere ad interventi più invasivi, dal punto di vista ambientale, è necessario esplicitare le motivazioni tecniche ostative rispetto alla mancata osservanza dei criteri progettuali descritti nel Regolamento suddetto.

2. OBIETTIVI DEL PROGETTO

L'intervento in essere mira alla sistemazione idrogeologica, regimazione idraulica del lago di Sasso e dei suoi affluenti, nonché della sistemazione dei versanti afferenti al bacino in oggetto.

Obiettivo di tale intervento è la mitigazione delle situazioni di rischio esistenti e riportate anche nel Piano Stralcio dell'ex Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania; tali risultati possono ottenersi operando nelle seguenti direzioni:

- recupero e riqualificazione ambientale;
- miglioramento delle condizioni di vivibilità del territorio;
- aumento del livello di sicurezza dei centri abitati e delle infrastrutture rispetto al rischio di allagamento e frane;
- salvaguardia e promozione della qualità dell'ambiente.

Chiariti gli obiettivi, si riportano le opere di progetto che rispondono alle indicazioni dell'art. 5 del Regolamento citato:

Gli obiettivi principali che si prefigge il presente progetto sono:

- mitigare il rischio idrogeologico incombente sul centro abitato mediante intrappolamento di parte del materiale solido che può mobilizzarsi da monte;

- prevedere un sistema in grado di contenere i costi di manutenzione analizzando il trasporto solido e prevedendo le aree di deposito al fine di non inficiare la funzionalità delle opere di progetto ed al contempo, di agevolare le opere di manutenzione ordinaria inserendo le piste di cantiere all'interno del progetto stesso come opere definitive e non temporanee;
- ridurre l'impatto delle opere sul paesaggio circostante prevedendo una forma delle opere che rispetti il più possibile le curve di livello e che mascheri l'intervento dalle strade principali.

I materiali utilizzati risultano essere tutti di provenienza locale e, in particolare, le essenze vegetali da inserire per le opere di ingegneria naturalistica saranno del tipo autoctono.

L'area di interesse dell'intervento presenta un elevato grado di variabilità degli elementi naturali che compongono il territorio, determinando una notevole ricchezza paesaggistica, specie nelle zone collinari.

Inoltre, dall'analisi globale del progetto, valutato nell'ambito ambientale, emerge la piena compatibilità con gli aspetti naturalistici del territorio, in considerazione degli accorgimenti adottati, che garantiranno un buon inserimento dell'opera nel paesaggio circostante.

Il paesaggio montano e pedemontano, le dimensioni e la forma degli appezzamenti, il colore e la disposizione delle colture, nonché l'andamento naturale del pendio, le caratteristiche formali e cromatiche della vegetazione spontanea, non saranno alterati dai segni delle opere a farsi.

L'applicazione delle tecniche previste per l'asta drenante e per le zone limitrofe svolge importanti funzioni:

- a) *funzione idrogeologica*: consolidamento del terreno, trattenuta e regimentazione delle acque meteoriche, protezione del terreno dall'erosione;
- b) *funzione naturalistica*: recupero di aree degradate, sviluppo di associazioni vegetali autoctone, ricostruzione e/o innesco di ecosistemi paranaturali;

c) *funzione economica*: sfruttamento di prodotti e materiali di costruzione tipici dell'area di intervento.

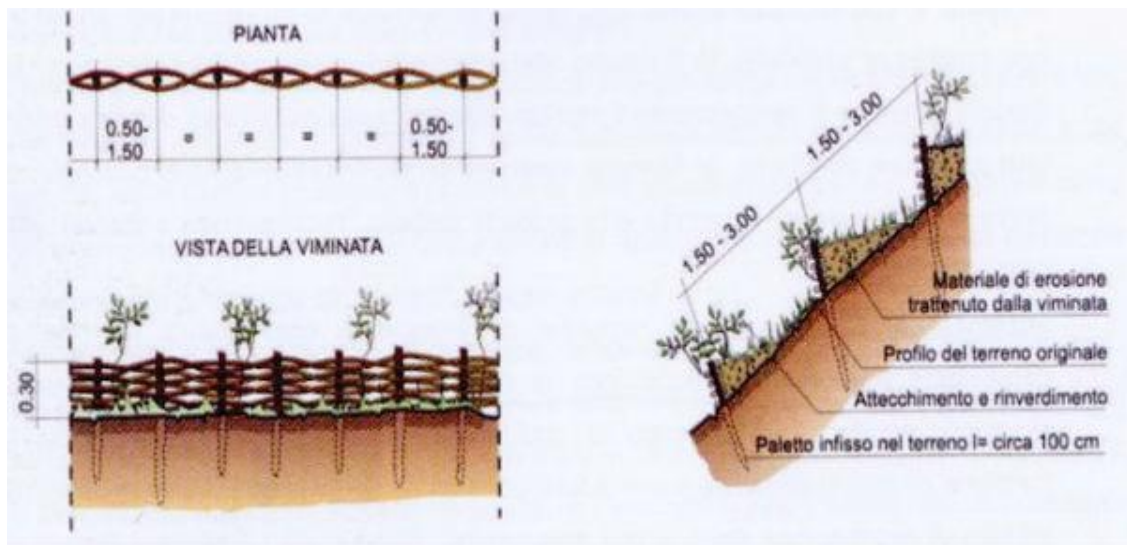


Fig.1: Tipologia di sistemazione della parte sommitale delle sponde (viminata viva)

3. INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA ADOTTATI

Conclusa la fase conoscitiva finalizzata a definire, analizzare e quantificare i seguenti elementi: geologia, orografia, idrogeologia, vegetazione, di seguito vengono illustrate le tecniche utilizzate nell'ambito del presente progetto.

Le sistemazioni idraulico-forestali si possono suddividere in due tipologie fondamentali di intervento:

- ✓ Interventi di tipo estensivo;
- ✓ Interventi di tipo intensivo.

Le tecniche di intervento previste rispondono anche al "Regolamento per l'Attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica" emanato con D.P.G.R. n° 574 del 22/07/02, e di seguito sono brevemente descritte.

2.1 Interventi di tipo estensivo

Sono opere che interessano la copertura vegetale, essenzialmente tramite il rimboschimento, ma comprendono anche opere minori di carattere idraulico. Sono finalizzati a ridurre l'azione erosiva che coinvolge la coltre piroclastica incoerente causa dei fenomeni di dissesto idrogeologico rappresentati soprattutto da eventi franosi.

Tali interventi tendono sia a stabilizzare gli stessi depositi di copertura sia a ridurre una delle cause principali di instabilità, rappresentata dalle acque di infiltrazione superficiale.

Alla presente categoria appartengono opere quali: gradonate e terrazzamenti da realizzare attraverso l'esecuzione di palizzate, viminate o fascinate, muretti in pietrame e/o gabbioni, staccionate ecc., nonché inerbimento.

Di seguito si riportano le tipologie di opere utilizzate in progetto.

2.1.1 Rivestimenti antierosivi

I rivestimenti antierosivi sintetici sono realizzati con vari tipi di prodotti sia geosintetici che naturali. Queste tecniche si possono realizzare con dei prodotti prefabbricati che svolgono una o più funzioni od altrimenti abbinando materiali diversi posti in tempi successivi.

Di seguito si riportiamo alcuni dei materiali e delle tecniche più comunemente usati:

- geostuoie tridimensionali;
- geocompositi;
- rivestimenti vegetativi;
- geocelle.

L'impiego di prodotti formati da materiali di sintesi e/o naturali, offre la possibilità di realizzare opere d'ingegneria limitandone notevolmente l'impatto negativo sull'ambiente circostante. Nelle applicazioni antierosive oltre all'azione di protezione meccanica superficiale, si realizzano funzioni di contenimento e di stabilizzazione corticale; in tal modo questi materiali consentono e favoriscono

lo sviluppo di una copertura vegetale stabile in grado di svolgere un'efficace ruolo autonomo di consolidamento superficiale e di rinaturalizzare contesti degradati dalla costruzione di opere di ingegneria.

In particolare per la sistemazione del fondo della vasca esistente e delle opere a farsi lungo il lago di Sasso si è optato per rivestimenti vegetativi naturali, quali le geostuoie con fibre di cocco.



Fig.2: Campione di rivestimento vegetativo naturale

2.1.2 Viminata viva

La viminata viva ha la funzione di consolidamento superficiale per mezzo delle piante ed un immediato effetto di regimazione delle acque meteoriche. Questo sistema comporta un tecnica mista tra materiali vivi (astoni e talee) e materiali morti. Un tempo largamente impiegate per il consolidamento di piccole frane, oggi le vimate sono sostituite da sistemi stabilizzanti più efficaci e meno costosi.

La viminata è costituita da paletti di legno (castagno, larice, salice o altro) lunghi circa 100 cm, infissi nel terreno per 70 cm, con un interasse di circa 100 cm. A questi paletti vengono collegati, intrecciandoli, 3 - 8 rami lunghi e flessibili di salice disposti longitudinalmente e legati con filo di ferro zincato.

La parte terminale di questa deve essere interrata al fine di ridurre i rischi di scalzamento della struttura e di favorire il radicamento delle talee. L'altezza fuori terra delle vimate è di circa 30 cm.

L'impianto è posizionato lungo le curve di livello, a valle ed a monte delle zone dissestate.

Le viminate possono essere disposte sui pendii a file parallele distanti da 1,5 a 3 metri, o a file diagonali a formare una disposizione a forma di rombo, o di quadrato, a sviluppo orizzontale e verticale in modo da trattenere il terreno. Una variante è rappresentata dalla disposizione seminterrata in piccoli solchi di 20 cm circa al fine di aumentare la percentuale di attecchimento. Nel caso del progetto in esame sono state poste ad interasse di 2m per una altezza di 10m, a sistemazione della parte sommitale delle sponde dell'alveo.

Un limite di questo sistema, oltre alla complessa laboriosità dell'impianto, è la difficoltà di reperire materiale vegetale molto lungo e nel contempo ad alta capacità radicante, che implica costi relativamente alti in rapporto all'efficacia dell'intervento.

Per ottenere la massima efficacia di consolidamento del terreno è necessario eseguire le viminate durante il periodo di riposo vegetativo. In tal caso le talee radicano ed hanno la possibilità di ritenere immediatamente il terreno sul pendio, formando solidi gradoni. In casi particolari si può combinare la tecnica delle viminate (anche morte) con quella della gradonata con talee, ottenendo in tal modo un immediato consolidamento del terreno dal punto di vista meccanico ed un rapido rinverdimento grazie alle talee.

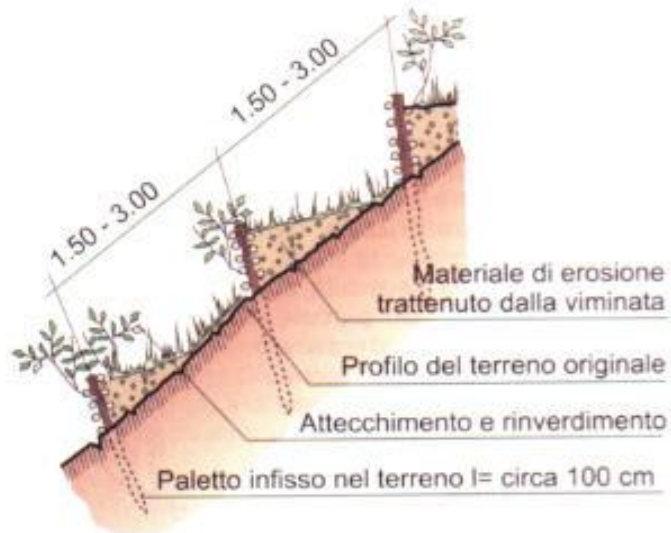


Fig.3: Esempio di schema d'impianto di viminata viva visto in sezione.

2.1.3 Gabbioni rinverditi

Le gabbionate sono strutture di sostegno modulari formate da elementi a forma di parallelepipedo in rete a doppia torsione tessuta con trafilato di acciaio riempite con pietrame.

La struttura modulare, a forma di parallelepipedo, è realizzata con tecniche costruttive semplici e rapide.

Le reti metalliche sono costituite in filo di acciaio protetto con zincatura forte o con lega di zinco-alluminio (galfan) ricoperto da una guaina in PVC per aumentare la resistenza alla corrosione.

Per il riempimento dei gabbioni possono essere utilizzati i materiali lapidei e disponibili in loco o nelle vicinanze, purché abbiano caratteristiche granulometriche e peso specifico tali da soddisfare le esigenze progettuali e garantire l'efficienza dell'opera. I materiali più comunemente usati sono costituiti da materiale detritico di grossa pezzatura, alluvionale o di cava (ciottoli, pietrame).

Il pietrame deve essere non gelivo, non friabile e di buona durezza. Le gabbionate devono essere riempite con cura utilizzando pezzature di pietrame diversificate in modo da minimizzare la presenza di vuoti. Dal punto di vista statico le gabbionate agiscono come un muro a gravità, opponendosi col proprio peso alle sollecitazioni cui sono sottoposte. Il loro dimensionamento e le verifiche di stabilità interna ed esterna sono pertanto eseguiti secondo gli usuali metodi di calcolo adottati per le opere di sostegno a gravità (Coulomb, Rankine, metodo dell'equilibrio limite).

Le gabbionate sono delle strutture permeabili, resistenti ed allo stesso tempo molto flessibili in grado di resistere, senza gravi deformazioni dei singoli elementi, ad assestamenti e/o cedimenti del piano di posa o del terreno a tergo dovuti a fenomeni erosivi o a fenomeni franosi o a scosse sismiche.

La struttura modulare e la forma degli elementi conferiscono all'opera una notevole capacità di adattamento alle diverse conformazioni plano-altimetriche del terreno, specie in territori collinosi e montani o in interventi di sistemazione in alveo e di difese delle sponde, consentendo la realizzazione di opere anche di ridotte dimensioni ed in zone di difficile accesso.



Fig.4: Particolare della posa in opera di Gabbioni in pietrame

Il diffuso utilizzo di opere in gabbioni e **gabbioni rinverditi** in contesti che vanno da quello fluviale a quello collinare montano, per arrivare a quello urbano, ha dimostrato che l'evoluzione dell'ambiente nel tempo, tende ad aumentare progressivamente i fattori di stabilità statica delle strutture. Ciò avviene in conseguenza del consolidamento del terreno per effetto simultaneo del drenaggio e della crescita di vegetazione. La vegetazione, attraverso lo sviluppo delle parti aeree, contribuisce a intercettare e smaltire le acque meteoriche e, attraverso la crescita dell'apparato radicale, ad aumentare le forze resistenti tramite l'azione di rinforzo delle radici e la sottrazione di parte dell'acqua circolante nel terreno. A seguito della crescita vegetativa vi è inoltre una forte diminuzione dell'impatto ambientale. In molti casi la vegetazione arriva ad inglobare completamente le strutture, contribuendo a creare al tempo stesso, microhabitat locali. Si tratta quindi di strutture che bene si prestano all'utilizzo di tecniche finalizzate alla rivegetazione attraverso lo sviluppo di essenze sia erbacee che arbustive.

La creazione di tasche vegetative di varie dimensioni, in corrispondenza del paramento frontale gradonato dei muri di sostegno in gabbioni, rappresenta una tecnica diffusa e prescritta da tutti i manuali di Ingegneria Naturalistica

pubblicati da vari Enti internazionali e nazionali. La caratteristica di permeabilità vegetazionale delle opere in gabbioni è ampiamente riconosciuta e documentata ma richiede i tempi naturali di propagazione vegetativa, nel caso non siano previsti in fase di progetto gli idonei presidi per il rinverdimento.

La possibilità di utilizzare elementi predisposti a tale scopo consente di abbreviare sensibilmente i tempi di inserimento ambientale.

Il rinverdimento si attua mediante una speciale tasca preassemblata al gabbione rinverdibile avente la funzione di realizzare un elemento "vivo" frontale. Questa particolare tipologia di gabbione consente la costruzione di opere di sostegno di Ingegneria Naturalistica che posseggono al contempo le caratteristiche strutturali delle gabbionate e le funzioni di mitigazione e compensazione ambientale tipiche delle opere



Fig.5: Gabbioni con tasche vegetative per rinverdimento

In progetto, le gabbionate sono state ampiamente utilizzate sia all'interno delle vasche, come sistemazione spondale, che come interventi longitudinali lungo l'alveo, per la protezione delle sponde in terra.

2.1.4 Materassi

Il Materasso Reno è una struttura di grande dimensione e piccolo spessore realizzata con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale; questi elementi vengono adottati principalmente per la protezione di argini e rilevati e per la stabilizzazione del fondo degli alvei ed hanno "sostanziale valenza strutturale" in funzione dell'alto rischio di collasso delle opere in terra protette.

I Materassi Reno sono riempiti in cantiere con pietre per creare una struttura flessibile, permeabile e monolitica per i rivestimenti spondali di fiumi e di canali.

Il filo utilizzato nella produzione dei Materassi Reno (a basso tenore di carbonio) può essere rivestito con forte zincatura, con Galfan (lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%) - cerio-lantanio) e con uno strato aggiuntivo di materiale plastico, in modo da evitare ogni rischio di corrosione.

Al fine di irrobustire la struttura, tutti i bordi sono rinforzati con un filo avente un diametro maggiore. I Materassi Reno sono divisi in celle uniformi mediante diaframature interne posizionate ad interasse di 1m.



Fig.6: Sistemazione del fondo alveo con Materassi tipo Reno

2.2. Interventi di tipo intensivo

Le opere intensive saranno eseguite per fronteggiare l'erosione verticale e laterale e, in alcuni tipi di alvei, per trattenere il materiale solido.

Nel caso dell'alveo Sasso le briglie e i salti di fondo esistenti sono in muratura e/o cemento armato talvolta con paramento a vista rivestito con pietra calcarea.

Pertanto, gli interventi di ripristino della funzionalità statica ed idraulica delle stesse saranno realizzate con gli stessi materiali. Infatti, l'alternativa sarebbe la demolizione delle opere esistenti e la ricostruzione di nuove briglie di consolidamento in legname e pietrame, ma tale soluzione sarebbe fortemente antieconomica, oltre a non garantire l'ottenimento di risultati altrettanto validi dal punto di vista idraulico e statico.

Al fine di ridurre l'impatto ambientale di tali opere, si prevede che tutti i paramenti a vista in c.a. saranno opportunamente rivestiti con lastre di pietra calcarea, perfettamente armonizzate con l'ambiente circostante.

Nelle aree di conoide, dove si determina una instabilità dell'alveo che, a seguito del trasporto di materiale solido e della diminuita pendenza, tende ad interrarsi diventando insufficiente a contenere le portate di piena, gli interventi individuati prevedono l'adeguamento delle sezioni naturali ed una tipologia delle sezioni di progetto atta a supportare frequenti interventi di manutenzione.

2.2.1 Briglie

La manutenzione e gli interventi di ripristino della funzionalità delle briglie esistenti nella parte montana determineranno, essenzialmente, un innalzamento della quota di scorrimento nei tratti immediatamente a monte e di conseguenza la determinazione di condizioni di sicurezza delle sponde che, interessate da fenomeni di scalzamento al piede, possono franare in alveo producendo anomale onde di trasporto solido aggravando l'instabilità idraulica dell'alveo a valle. Infatti, il franamento delle sponde innesca una fase transitoria in cui l'alveo viene sbarrato con un ammasso irregolare altamente instabile che può o collassare improvvisamente con l'innescamento di vere e proprie colate o essere eroso dalla corrente dell'alveo nel tempo, determinando poi a valle depositi e insufficienze delle sezioni idriche, nonché aumento dei costi di manutenzione dei canali vallivi.

2.2.2 Salti di fondo

Un altro tipo di intervento che è stato previsto per ridurre la capacità erosiva della corrente è la sistemazione dei *salti di fondo*, ottenuti con lavori di scavo che assegnino al profilo della torrente una pendenza correttiva pari a quella di equilibrio.

In questo modo si riduce la cadente della corrente e, quindi, diminuisce lo sforzo tangenziale medio, cioè l'azione erosiva esercitata dalla corrente sul contorno dell'alveo.

Inoltre, a valle di ciascun salto o briglia, si è prevista la protezione da fenomeni erosivi dovuti all'urto dell'acqua in caduta con materassi di pietrame calcareo e/o lastricato di basoli.

2.2.3 Rivestimenti spondali

La protezione delle sponde di alveo dall'azione erosiva esercitata sulle stesse dalla corrente idrica, sarà realizzata mediante sistemazioni di difesa spondale.

Le difese spondali sono realizzate mediante opere longitudinali, costituite da manufatti che si sviluppano prevalentemente nella direzione della corrente idrica e che consentono l'aumento della capacità di resistenza delle sponde.

Le tipologie di opere da utilizzare possono essere:

- muri di sponda;
- rivestimenti spondali.

Nel caso specifico si sono utilizzati muri di sponda in gabbionate rinverdite.

4. CONCLUSIONI

Le tipologie di intervento sopra elencate, sono state scelte per il loro minore impatto rispetto alle opere in muratura e in calcestruzzo e per avere il massimo grado di inserimento nell'ambiente in oggetto; inoltre, esse sono scaturite da una analisi qualitativa dei costi-benefici, anche in relazione agli aspetti ambientali.

I criteri adottati nel progetto sono mirati alla minimizzazione dello stravolgimento dell'ecosistema e del paesaggio; le opere di progetto sono realizzate, prevalentemente, con tecniche di ingegneria naturalistica mentre per la manutenzione di quelle preesistenti (muri in tufo, ecc.) si sono ricercati, per quanto possibile, interventi scarsamente invasivi minimizzando l'impatto attraverso opportuni accorgimenti di mitigazione.

E' stato altresì spiegato che laddove si sono utilizzate tecniche più impattanti le cause sono di natura tecnica e le alternative di tipo naturalistico non garantivano analoga affidabilità delle opere a farsi; in ogni caso anche per queste ultime sono state messe in atto le idonee soluzioni al fine di evitare pesanti impatti paesaggistico-ambientale.

Resta infine da chiarire che l'intervento in progetto va ad agire in aree fortemente degradate e, pertanto, la sola realizzabilità delle opere previste contribuisce a recuperare aree altrimenti destinate a condizioni irreversibili di inquinamento ed abbandono.