



Autorità di Bacino Distrettuale
dell'Appennino Settentrionale

TORRENTE SAN LORENZO

Ambito di Bacino n. 5 – PRINO

PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO



PIANO DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO (CAP. 5)

APPROVAZIONE	Delibera della Giunta Provinciale di Imperia n. 91 del 16/02/2004
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 93 del 28/10/2021
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. 47 del 24/11/2021 – parte II

SOMMARIO

5	CAPITOLO 5 - PIANO DI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO	2
5.1	INTERVENTI STRUTTURALI	2
5.2	INTERVENTI NON STRUTTURALI	3
5.3	DESCRIZIONE TIPOLOGIE INTERVENTI	3
5.4	INTERVENTI AGRO-SILVO-PASTORALI	12
5.5	CARTA DEGLI INTERVENTI (<i>PARAGRAFO MODIFICATO CON D.S.G. N. 93 DEL 28/10/2021</i>)	16
5.6	DEFINIZIONE DI ULTERIORI INDAGINI E MONITORAGGI.....	29
5.7	RISCHIO IDRAULICO RESIDUALE	30
5.8	PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI	31

5 CAPITOLO 5 - Piano di interventi di mitigazione del rischio

Premessa

Nel piano degli interventi si sono analizzate le singole criticità, e sono stati individuati interventi che – eventualmente in sinergia fra loro – intervengono nella mitigazione del rischio per la zona interessata e per le aree che risentono di effetti indotti dalla criticità stessa.

Si sono inoltre valutati gli effetti indotti, a valle ed a monte, dalle singole tipologie di intervento, selezionando le misure operative in modo da coordinare le modalità di intervento e le conseguenze delle opere alla scala dell'intero bacino.

5.1 Interventi strutturali

5.1.1 Interventi strutturali puntuali

Per interventi strutturali puntuali si intendono le opere di sistemazione avente dimensione locale, che agiscono direttamente sul fenomeno individuato o sull'ambiente circostante attenuando gli effetti della criticità locale. Essi operano su situazioni di dissesto spazialmente ben definite, allo scopo di eliminarne, o quantomeno ridurre, la criticità.

Gli interventi di tipo strutturale sui versanti mirano prevalentemente alla stabilizzazione di fenomeni franosi attivi e dell'erosione concentrata e diffusa. Non si tratta, unicamente, di opere di sostegno, ma anche di interventi di drenaggio (superficiale e sotterraneo) e di consolidamento superficiale.

Si tratta di interventi spesso indispensabili per la messa in sicurezza e la protezione di centri abitati ed infrastrutture, ma che devono essere inquadrati in un'ottica di recupero e riqualificazione del territorio: pertanto, ove possibile, si sono privilegiate le tipologie di intervento caratterizzate dal minor impatto sull'ambiente e, soprattutto, quelle caratterizzate dal minor impatto sulla dinamica naturale del versante e del corso d'acqua. Ove possibile, ad esempio, si è cercato di evitare estese opere rigide in c.a., privilegiando opere di sostegno drenanti e flessibili, che meglio si adattano alle caratteristiche idrogeologiche e geomorfologiche del versante, accompagnate da interventi di consolidamento con tecniche di ingegneria naturalistica, caratterizzate da modesti impatti ambientale.

In modo sostanzialmente analogo, gli interventi strutturali sui corsi d'acqua mirano alla risoluzione di problematiche locali (erosioni spondali, esondazioni) che possono coinvolgere abitati o infrastrutture rilevanti. Anche in questo caso l'esigenza di protezione "locale" prevale in condizioni di elevata concentrazione di elementi a rischio (ad esempio nella parte centrale di San Lorenzo al Mare), mentre nelle aree meno antropizzate gli interventi strutturali sui corsi d'acqua sono limitati alle zone che possono innescare problematiche estese a scala di bacino (scalzamenti al piede dei versanti). In tutti i casi, comunque, gli interventi proposti tengono sempre conto dell'esigenza di garantire, nel centro abitato, il contenimento nell'alveo di progetto della piena di 200 anni, come previsto dalla "Raccomandazione n. 9" del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale. Tale contenimento è stato sempre verificato con modelli di calcolo estesi all'intero tratto urbanizzato dell'alveo, in modo da evitare che l'eventuale intervento correttivo su un tratto potesse ingenerare effetti controproducenti sulle aree limitrofe.

5.1.2 Interventi strutturali areali

Per interventi di tipo strutturale areali si intendono quelle opere di sistemazione che interessano porzioni rilevanti di territorio, e pertanto incidono non sui singoli elementi di criticità individuati, ma sull'equilibrio generale del bacino, modificando i parametri che governano la statica dei versanti (parametri geotecnici dei terreni di copertura, infiltrazione efficace, ruscellamento) ed il bilancio idrologico dei corsi d'acqua (tempo di corrivazione, coefficiente di deflusso).

Nel caso in esame, fra gli interventi strutturali areali, risultano particolarmente importanti quelli connessi al governo del soprassuolo: cure colturali e boschive, rimboschimenti, sistemazioni di pascoli degradati, ripristino dei terrazzamenti di versante.

5.1.3 Manutenzione ordinaria degli alvei e dei versanti

Nella gestione ordinaria dei corsi d'acqua e dei versanti risulta di fondamentale importanza associare, agli interventi strutturali, anche idonei interventi di manutenzione ordinaria. Con questo termine si intende non solo e non tanto la manutenzione delle opere strutturali dopo la loro realizzazione, ma anche e soprattutto la "manutenzione" dei versanti e degli alvei, in modo da garantire ad essi, contemporaneamente, adeguate condizioni di naturalità e di efficienza, al fine di mantenere nel tempo gli equilibri idrogeologici del bacino.

5.2 Interventi non strutturali

Nel breve periodo, o comunque fino alla effettiva riduzione del rischio ai livelli prefissati dagli interventi strutturali, l'impatto degli eventi calamitosi sulle persone e sui soggetti a rischio potrà essere ridotto attraverso interventi di tipo non strutturale, quali le misure di informazione, sensibilizzazione, allerta ed allarme e le misure normative di tipo urbanistico e di regolamentazione dell'uso del territorio.

Le misure non strutturali manterranno comunque la loro importanza anche dopo la realizzazione degli interventi strutturali: esse infatti potranno coprire la quota di rischio residuale, connessa alla probabilità che si manifestino eventi di entità superiore a quella di progetto.

Per quanto riguarda le misure non strutturali di tipo informativo, si raccomanda innanzitutto una adeguata campagna di informazione fra i residenti (e, per quanto possibile, anche fra i villeggianti) sulle condizioni di rischio desumibili dal presente piano, sia mediante illustrazioni pubbliche, sia mediante l'affissione in bacheca nei condomini ubicati in zona esondabile (prima della realizzazione degli interventi strutturali). Si potranno inoltre posizionare sistemi di allarme a distanza, basati su pluviografi ubicati nella parte alta del bacino, in grado di segnalare tempestivamente eventi pluviometrici di intensità eccezionale, prima che l'onda di piena da esse generata raggiunga il fondovalle e, soprattutto, l'abitato di San Lorenzo. Sistemi di allarme più diretti, ma meno tempestivi, potranno inoltre essere basati su idrometri posti in corrispondenza degli attraversamenti stradali sul torrente San Lorenzo e sul rio Fossarelli.

5.3 Descrizione tipologie interventi

5.3.1 Opere di difesa spondale in massi cementati

Le opere di difesa spondale in massi cementati sono previste, di regola, nelle zone ove l'elevata velocità della corrente, la conformazione geometrica dell'alveo e la sua posizione rispetto ai versanti rendono

elevato il rischio di erosione di sponda. In tali condizioni la cementazione dei massi diventa di fatto indispensabile per evitare la loro asportazione da parte della corrente.

La realizzazione delle scogliere deve prevedere in primo luogo la predisposizione di un "taglione" in cls. di dimensioni adeguate (indicativamente 80 ÷ 100 cm di larghezza per 200 ÷ 250 cm di profondità) destinato a proteggere il piede del versante dall'erosione ad opera della corrente.

Sopra il taglione, secondo lo schema illustrato sulla sezione – tipo, sarà realizzata la scogliera in massi, dimensionata sulla base di specifiche verifiche di stabilità da effettuarsi, ad esempio, con gli usuali metodi dell'equilibrio limite. Nel dimensionamento si dovrà tenere conto del carico gravante a monte, sia che si tratti di manufatti antropici (p. es. rilevato stradale), sia che si tratti invece di versanti naturali.

A tergo dell'opera di sostegno si dovrà realizzare un idoneo sistema di drenaggio, al fine di evitare (in condizioni ordinarie, quando il lato anteriore della scogliera non è sommerso) l'ingenerarsi di pressioni interstiziali dannose per l'equilibrio della struttura.

In corrispondenza della sommità dell'opera si dovrà provvedere ad una risagomatura del terreno ed al suo consolidamento superficiale con inerbimenti, cespugliamenti e simili, allo scopo di evitare rischi di erosione ad opera delle acque di corrivazione.

5.3.2 Rilevati arginali e/o spondali in terra rinforzata

Nelle zone abitate, le scogliere illustrate al paragrafo precedente hanno la funzione, oltre che di protezione dall'erosione spondale, anche di struttura di appoggio per i rilevati arginali di difesa dall'esondazione.

Alla luce delle verifiche idrauliche effettuate, infatti, in alcuni tratti dell'abitato la protezione dall'allagamento può avvenire – in caso di precipitazioni con tempo di ritorno duecentennale o cinquecentennale – soltanto mediante la realizzazione di rilevati arginali a quota superiore a quella delle aree circostanti. E' parso opportuno – soprattutto sulla base di considerazioni ambientali e paesaggistiche – realizzare tali rilevati con la tecnica della "terra rinforzata", consistente nella disposizione a strati, entro il rilevato stesso, di geosintetici resistenti a trazione (quali geogriglie, geotessili o simili) risvoltati nel modo schematizzato sulla sezione – tipo. Tale accorgimento – frequentemente adottato anche nelle sistemazioni di versante – consente di realizzare scarpate sufficientemente acclivi (60° ed oltre sull'orizzontale) garantendo al contempo un'adeguata stabilità geotecnica ed un rapido ed efficiente sviluppo della vegetazione.

L'altezza del rilevato è ovviamente connessa alla quota di massima piena derivante dalle verifiche idrauliche. Le due sponde del rilevato possono avere la stessa altezza oppure altezze diverse fra loro, a seconda che la scogliera di appoggio al piede rivesta la sponda attuale del torrente su tutta la sua altezza, oppure solo su parte di essa.

5.3.3 Opere di difesa spondale in c.a.

Le opere di difesa spondale in c.a. sono state ubicate nella parte più ristretta ed antropizzata del tratto urbano del torrente San Lorenzo, laddove risultava tecnicamente o economicamente non fattibile la realizzazione di opere come quelle illustrate ai paragrafi precedenti.

Come già si è accennato, il vantaggio del rivestimento consiste essenzialmente nell'abbattimento della quota di pelo libero grazie all'accelerazione della corrente, a sua volta connessa con la minore scabrezza

superficiale e con la maggiore regolarità della sezione. Con tale accorgimento si consente alle piene eccezionali di attraversare i tratti più critici del centro urbano senza dover realizzare rilevati arginali eccessivamente elevati.

Gli interventi di protezione con muri in c.a. sono stati concentrati soprattutto nel tratto di valle del centro abitato, sia per la presenza, in tale zona, di numerosi manufatti (p. es. ponti stradali e ferroviari) sia alla luce delle considerazioni già esposte in merito all'esigenza di evitare eccessive velocità di corrente all'imbocco dell'abitato.

5.3.4 Mantellata in massi con infissione di talee

L'intervento proposto concerne la messa in opera di un rivestimento di sponda mediante la realizzazione di una massicciata costituita da massi di cava a spigoli vivi di pietra granitica o silicea (non geliva) di pezzatura media non inferiore a $0,4 \text{ m}^3$ e di peso superiore a 1.000 kg, comunque conforme alla forza di trascinamento della corrente.

A corredo della massicciata, sarà posto in opera, al di sotto della stessa, del geotessile avente peso indicativo di 400 gr/m^2 con funzione strutturale di ripartizione dei carichi e di contenimento dei materiali più erodibili sottostanti la scogliera.

La struttura sarà realizzata su un piede di fondazione anch'esso costituito in blocchi da scogliera intasati con calcestruzzo, dimensionato in funzione dell'altezza complessiva dell'opera, in modo da garantire la stabilità dell'opera in caso di fenomeni di scalzamento.

La massicciata sarà realizzata predisponendo e regolarizzando il piano di appoggio secondo una pendenza non superiore a $2/3$, disponendo in seguito il geotessile e poi i blocchi granitici. Fra i singoli massi dovranno essere infisse talee di salici arbustivi o di tamerice di facile attecchimento; occorrerà pertanto predisporre fra i massi alcune fioriere intasate di sabbia e terreno agrario, realizzando dei fori in corrispondenza dei punti di contatto tra i massi e ricavando opportune asole nel sottostante telo di geotessile.

5.3.5 Briglie di consolidamento in legname e pietrame

Le briglie sono dei manufatti costruiti trasversalmente rispetto alla direzione del flusso di un corso d'acqua e, siano esse realizzate in legname e pietrame o in altro materiale inerte, presentano la doppia funzione, attraverso la correzione della pendenza del corso d'acqua, di mitigare la velocità dell'acqua e, di conseguenza, limitare l'erosione dell'alveo.

Tali opere sono concretizzabili, previo corretto dimensionamento, mediante la costruzione di cassoni di contenimento realizzati con tondame scortecciato le cui dimensioni possono variare in funzione della misura dell'opera (il diametro non deve comunque essere inferiore a 20 cm) posto in opera mediante l'incastellatura dei singoli pali, uniti mediante chiodi e graffe metalliche, ricavando opportuni incastri nei medesimi. Tale struttura sarà in seguito riempita con materiale lapideo idoneo reperito in loco o di altra provenienza.

Al fine di evitarne il danneggiamento, le ali della briglia dovranno penetrare nella sponda; inoltre, risulterà opportuno realizzare un rivestimento della gaveta con tondelli di legname interi o tagliati a metà e disposti in senso longitudinale. Le briglie realizzate in questo modo, non risultando caratterizzate da un paramento continuo, sono definite da una notevole capacità drenante.

5.3.6 Gabbionate di protezione al piede

La natura dei dissesti presenti sui versanti (consistenti spesso in scivolamenti della coltre superficiale fluidificata dalle intense precipitazioni) non consente di intervenire con opere di sostegno rigide dimensionate per sorreggere interamente il corpo di frana o per fornire la spinta stabilizzante all'intero tratto di versante considerato.

In taluni casi, tuttavia, è opportuno associare alle opere di consolidamento superficiale (illustrate nel seguito) anche opere di sostegno al piede, aventi lo scopo di trattenere il ciglio inferiore del corpo di frana, evitandone l'ulteriore rifluimento verso valle. Tale condizione si verifica, sostanzialmente, quando a valle del piede della frana è presente un manufatto, oppure un corso d'acqua il cui alveo potrebbe essere ostruito dalla colata di fango.

In entrambi i casi considerati la protezione al piede è efficace soltanto se associata ad interventi di consolidamento superficiale (ed eventualmente di risagomatura) del corpo di frana e della nicchia di distacco: l'eccessiva acclività dei versanti, unitamente alle scadenti caratteristiche geotecniche del materiale franato, rendono infatti impossibile fare affidamento sul solo sostegno al piede per la stabilizzazione del dissesto.

La scelta dei gabbioni per tale funzione deriva dalla natura del materiale costituente il corpo di frana, solitamente impregnato d'acqua e spesso sede di circolazioni idriche, e che pertanto richiede un'opera fortemente drenante; inoltre i gabbioni garantiscono la necessaria flessibilità per adattarsi ad assestamenti e piccole deformazioni gravitative. E' essenziale, comunque, che la gabbionata di sostegno sia poggiata sul substrato, eventualmente inciso fino a creare una base di appoggio orizzontale o il lieve contropendenza, in modo che il peso proprio della struttura di sostegno non contribuisca ad aggravare le condizioni statiche del corpo di frana.

A seconda delle zone (di fondovalle o di versante) i gabbioni potranno essere riempiti con ciottoli di fiume o con pezzame roccioso lastroide (costituito, ad esempio, da livelli arenacei o calcarei del Flysch).

In caso di frane costituite da materiale limoso, inoltre, è opportuno posizionare a monte del gabbione un idoneo "filtro" costituito da strati di geotessile, oppure da sabbia e ghiaia di idonea granulometria, onde ridurre la possibilità di rifluimento del limo fluidificato negli interstizi fra i ciottoli.

5.3.7 Sistemazioni a siepe - cespuglio

Le sistemazioni a siepe-cespuglio sono realizzate, secondo il metodo Schiechl, ⁽¹⁾ mediante lo scavo, lungo le curve di livello, di brevi tratti di banchine o di trincee ("tasche") aventi larghezze prossime a 0,5 m, in funzione della pendenza e della profondità del substrato, iniziando dal piede del pendio, e la successiva posa di un "letto" di talee di salici pionieri (es. *Salix purpurea* e *Salix eleagnos*) o tamerice (in ambiente mediterraneo), nonché piantine radicate di arbusti pionieri, scelti in funzione delle condizioni stazionali e della serie vegetazionale di pertinenza.

Le talee dovranno avere lunghezza pari a circa 80 cm ed un diametro di 1-7 cm, le piantine radicate un'altezza non superiore al metro e un diametro di 1-3 cm.; è consigliabile mantenere una contropendenza della trincea pari ad almeno il 10%, e un'interasse tra le trincee stesse di 2-3 m.

¹ SCHIECHTL H.M. *Bioingegneria forestale*. Ed. Castaldi Feltre. 1988.

E' consigliabile mantenere una densità di talee pari a 10-20 per metro lineare, le piantine radicate 1-2 al metro lineare; ambedue i tipi di materiale vegetale dovranno essere interrati per circa 2/3 della loro lunghezza, in modo da consentire un radicamento ottimale. Il ricoprimento di talee e piantine avverrà con il materiale proveniente dallo scavo della trincea superiore.

5.3.8 Terre rinforzate verdi

Le terre rinforzate per il sostegno di scarpate naturali o artificiali presentano una sola superficie a vista, in luogo delle due dei rilevati arginali.

L'utilizzo delle terre rinforzate nel consolidamento di versanti è soggetto alla limitazione consistente nell'elevato ingombro al piede e, più in generale, nella notevole larghezza dell'opera di sostegno. Essa pertanto non può essere utilizzata per il sostegno di versanti ripidi in zone di difficile accesso; rappresenta invece una delle modalità di intervento più efficaci per il consolidamento o il rifacimento di scarpate artificiali in versanti facilmente accessibili: tipico è, ad esempio, il caso delle strade di versante.

Per la realizzazione di una struttura in terra rinforzata a sostegno di una strada di versante è necessario anzitutto sbancare il sottofondo stradale, se possibile fino a raggiungere il basamento roccioso stabile; in caso contrario si realizzerà una struttura di appoggio (p. es. soletta in cls.) poggiante sul substrato mediante pali o micropali.

Sopra la base di appoggio, naturale o artificiale, si ricostruirà il rilevato stradale secondo lo schema illustrato sulla sezione – tipo. Per ottenere una conformazione geometrica sufficientemente regolare sull'estradosso è opportuno posizionare delle griglie metalliche sagomate, con funzione di sostegno provvisorio.

La metodologia di intervento illustrata consente la rapida ed efficace risistemazione di tratti di strada di pendice, garantendone al contempo un buon inserimento paesaggistico; tuttavia essa spesso richiede la chiusura temporanea della strada, per consentire lo sbancamento necessario alla realizzazione dell'opera.

5.3.9 Palificate vive in legname

Le palificate di sostegno sono opere stabilizzanti, e possono essere paragonate a muri in legname; esse trovano pertanto applicazione come opere di contenimento al piede per il consolidamento di fenomeni franosi mediamente profondi.

Tali opere sono realizzate utilizzando tondame scortecciato di legno durevole (es. pino o castagno), con diametro variabile da 15 a 35 cm. Detti tronchi, previo lo scavo del piano di posa che dev'essere inclinato verso l'interno del 10 % ,vengono disposti in successione: quelli longitudinali, aventi maggior lunghezza, paralleli al pendio, mentre quelli trasversali, di lunghezza minore, perpendicolarmente a distanza variabile tra 1,5-2 m; sono in seguito collegati tra loro mediante chiodi in tondino in ferro.

Una volta realizzata la struttura, questa viene ad essere riempita con materiale drenante reperito in posto; in fase di riempimento, all'interno della struttura, vengono posizionate, sistemandole sui tronchi trasversali, talee di salici o di tamerice (se in ambiente mediterraneo) e piantine radicate di arbusti pionieri, in modo da lasciarle sporgere 5-10 cm: queste crescendo integreranno la funzione consolidante del legname messo in opera, concorrendo a sottrarre eventuale acqua di infiltrazione grazie alla traspirazione.

Le dimensioni dell'opera sono variabili in funzione del tipo di dissesto; in genere si mantiene una profondità pari a 2 m circa e un'altezza non superiore a 3 m.

5.3.10 Grate vive in legname

La grata viva è una struttura utilizzata per la sistemazione di versanti molto ripidi, ed è realizzata con tondame di legname durevole avente diametro da 15 a 25 cm e lunghezza variabile secondo il tipo di intervento (non oltre 15-20 m).

Le modalità realizzative concernono nel fissare mediante picchetti in ferro al terreno, in modo che siano ben aderenti o addirittura interrando, dei tronchi disposti longitudinalmente ad una distanza di 1,5-2 m l'uno dall'altro; su questi vengono successivamente fissati, in modo analogo, tronchi orizzontali a formare maglie quadrate di 1,5-2 m di lato. In seguito, le maglie vengono riempite con materiale di riporto e terriccio; successivamente, a monte degli elementi orizzontali si mettono a dimora piantine radicate di arbusti pionieri e talee di salice, in numero di 5-10 al metro lineare, in modo da favorire una rapida colonizzazione arbustiva del versante.

Di norma, la grata viva è utilizzata in combinazione con una palificata di contenimento, la quale funge da base di supporto al piede della prima.

Ambedue i metodi descritti innanzi risultano validi come sistemazioni intensive, ma risultano particolarmente laboriosi e pertanto devono essere previsti solo in casi di particolare gravità.

5.3.11 Muretti in pietrame a secco

I terrazzamenti in pietrame a secco rappresentano, sui versanti, una tradizionale ed efficace misura di protezione contro i dissesti della coltre superficiale e l'erosione del terreno agrario. Laddove essi risultano lesionati o interrotti da frane, è pertanto opportuno intervenire con il loro rifacimento o adeguamento.

L'esigenza di mantenere una tipologia costruttiva analoga a quella tradizionale (fatta salva, ovviamente, la meccanizzazione del trasporto ed ove possibile anche della posa dei blocchi) non deriva solo da considerazioni estetiche e paesaggistiche, pur condivisibili. Essa deriva, soprattutto, dall'analisi delle modalità di funzionamento delle opere, che garantiscono la necessaria capacità drenante e consentono modesti assestamenti del terreno, cosa che non può avvenire con opere di sostegno in c.a. (anche se "rivestite" in blocchi per simulare le murature a secco).

5.3.12 Opere gravitative in cls. con fondazioni profonde su micropali

E' frequente – in corrispondenza dei dissesti segnalati nel bacino del san Lorenzo – la presenza di vecchi muri di sostegno, evidentemente fondati sulla coltre superficiale, vistosamente lesionati ed interessati dal movimento franoso.

L'esigenza di realizzare un muro di sostegno in c.a. per consolidare una strada ubicata nella parte superiore di una frana può derivare dall'elevata acclività, soprattutto sul lato di valle, che non consente la realizzazione di opere verdi, oppure dall'impossibilità di chiudere al transito la strada per il tempo necessario alla costruzione dell'opera.

In ogni caso è fondamentale che l'opera di sostegno sia correttamente dimensionata, considerando anche il carico derivante dal transito dei mezzi sulla sovrastruttura stradale, e le eventuali circolazioni idriche, che peraltro devono essere adeguatamente drenate ed allontanate onde evitare che diano luogo a pressioni idrostatiche a tergo dell'opera di sostegno.

5.3.13 Idrosemina in abbinamento a messa in opera di geojute antierosione

L'inerbimento, finalizzato all'ottenimento di una copertura erbacea in grado di limitare l'erosione idrica, sarà sempre effettuato utilizzando miscugli di semina composti da specie erbacee e basso arbustive rustiche, caratterizzate cioè da insediamento rapido, perennità o moltiplicazione naturale sufficiente, copertura sufficiente, sistema radicale profondo e colonizzatore, nonché adatte alle locali condizioni climatiche.

Tra le specie erbacee, il miscuglio dovrà sempre prevedere una percentuale dominante di graminacee, che concorreranno ad assicurare la formazione del cotico, assolvendo prevalentemente la funzioni di specie stabilizzatrici del substrato terroso e limitando l'erosione idrica dello stesso, mentre le leguminose hanno il compito di migliorare il suolo con il loro apporto in azoto; le altre specie di cui si prevede l'utilizzo assolveranno il compito di indirizzare l'intervento verso la successione vegetazionale potenziale dell'area.

L'idrosemina consiste nell'aspersione, mediante cannone idraulico, di una miscela di massima così composta:

- acqua (20.000 lt/ha)
- concime organico (2.000 Kg/ha)
- concime minerale (600 Kg/ha)
- leganti (o collanti) (80-100 g/mq)
- fitoregolatori atti a stimolare la radicazione delle sementi (1-5-g/mq)
- sementi (0,2-0,3 g/mq)

Ad integrazione della realizzazione del cotico erboso, di per sé già in grado di rallentare sensibilmente la velocità delle acque di ruscellamento, si prevede mettere in opera apposite georeti a funzione antierosiva degradabili, costituite da fibre di juta, agave o cocco.

I suddetti elementi risultano particolarmente indicati a difesa dell'erosione di scarpate, limitando il trascinarsi a valle del materiale di idrosemina e fornendo una prima protezione contro l'azione erosiva delle acque di ruscellamento.

Inoltre, tali elementi sono costituiti da materiale biodegradabile nel tempo, che andrà quindi ad arricchire il contenuto in materia organica del sottostante substrato senza creare impatti ambientali.

Le reti antierosione sono disponibili in commercio in elementi di varie dimensioni e con caratteristiche meccaniche variabili, sovente a seconda della ditta produttrice: in via indicativa, secondo quanto reperito dalla bibliografia in materia ⁽²⁾, si offrono in via del tutto indicativa i seguenti dati, riferibili alle caratteristiche medie delle bioreti:

- diametro corda: 4-5 mm
- maglia rete: 10-50 mm

² Reg. Emilia Romagna e Veneto (1994): Manuale tecnico di Ingegneria naturalistica.

- resistenza alla trazione: 5-15 N/m
- peso: 200-1.500 g/m²
- lunghezza: 20-100 m
- larghezza: 1-4 m

La messa in opera di tali elementi dovrà avvenire, al termine delle operazioni di movimentazioni, innanzitutto realizzando un solco profondo 20-30 cm a monte della superficie interessata e, ad idrosemina effettuata, inserendo nel solco stesso la rete ricoprendo lo stesso con terreno.

La rete dovrà poi essere stesa lungo la massima pendenza avendo cura di non tenderla eccessivamente e che ci sia una limitata sovrapposizione laterale tra i diversi rotoli utilizzati.

La stessa rete dovrà essere fissata al terreno con picchetti a forma di "U" di ferro disposti alla distanza di 1 m lungo le sovrapposizioni laterali e trasversali ed inserendo 1-2 chiodi centrali con densità di 2-3 chiodi al metro quadrato;.

Terminate le suddette operazioni, si provvederà a ricoprire i bordi esterni della rete con del terreno, effettuando una seconda semina sopra la rete.

5.3.14 Trincee drenanti

Come si è più volte accennato, un contributo molto significativo all'instabilità della coltre superficiale è dato solitamente dalle acque presenti a modesta profondità nel sottosuolo, intendendo con ciò sia la circolazione idrica al contatto con il basamento marnoso in posto (che fornisce una sottospinta idraulica instabilizzante), sia l'acqua trattenuta all'interno della coltre limosa superficiale di alterazione (che riduce i parametri geotecnici del materiale, fino a fargli assumere un comportamento fluido).

Pertanto uno degli interventi più utili per la stabilizzazione o il consolidamento dei versanti interessati da tali dissesti consiste nel drenaggio delle acque sotterranee. Senza voler escludere a priori, per casi particolari, tipologie più sofisticate, (dreni suborizzontali trivellati, "dreni – sifone", o altro), nella maggioranza dei casi la tipologia di drenaggio più utile ed opportuna, oltre che la meno costosa, è costituita dalle trincee drenanti.

In generale le trincee drenanti possono essere di diverso tipo, per sezione, materiali costituenti, ecc.. Per terreni limosi come quelli in esame, comunque, è preferibile operare con trincee relativamente strette e profonde, in modo da massimizzare l'estensione del contatto subverticale fra il limo ed il materiale drenante, senza peraltro che sia necessaria una ampia sezione di flusso (data la permeabilità comunque relativamente ridotta del limo, non in grado di fornire portate estremamente elevate). Pertanto la trincea può essere costruita con uno scavo a V, fino alla profondità di scorrimento, al fondo del quale sarà posto un tubo drenante, eventualmente circondato da ghiaia ed in geotessile. Il corpo della trincea potrà essere riempito in ghiaia, a sua volta rivestita con geotessile, solo nel caso in cui non si corra il rischio di aggravare, con ciò, le condizioni di stabilità del versante; negli altri casi l'effetto drenante sarà fornito da una georete di adeguato spessore o da un "materassino drenante" poggiato su uno o su entrambi i lati della trincea, che sarà poi riempita con parte del terreno scavato, onde evitare l'intercettazione delle acque meteoriche.

La quota e la pendenza longitudinale della trincea dovranno essere tali da assicurare il deflusso delle acque drenate fino al corso d'acqua superficiale presente più a valle, evitando di innescare fenomeni erosivi in corrispondenza dello sbocco del tubo.

5.3.15 Fossi di gronda per la regimazione delle acque superficiali

Una funzione analoga a quella svolta dalle trincee drenanti per le acque sotterranee è assolta dai fossi di gronda per le acque superficiali. In questo caso le acque vengono intercettate ed allontanate prima che penetrino nella copertura sciolta compromettendone la stabilità. Tale criterio assume particolare importanza nelle zone già interessate da dissesti della coltre, ove occorre allontanare sui due lati le acque provenienti da monte evitando che raggiungano la zona di frana ove contribuirebbero ad aggravare le condizioni di stabilità sia della nicchia di distacco, sia soprattutto del corpo di frana.

In terreni compatti (meglio se con basamento subaffiorante), dotati pendenza sufficiente a garantire un buon deflusso, ma non così elevata da innescare intensi fenomeni erosivi, i fossi di gronda possono anche essere scavati direttamente nel terreno, facendo affidamento sulla scarsa permeabilità dello stesso. Negli altri casi, tuttavia, è opportuno che i fossi siano rivestiti, o che siano realizzate vere e proprie canalette (eventualmente in legno, nelle zone di particolare pregio ambientale) per proteggere contemporaneamente dall'erosione e dall'infiltrazione delle acque nel sottosuolo.

Vale anche per le canalette quanto già detto a proposito delle trincee drenanti, in merito alla necessità di assicurare una adeguata pendenza longitudinale ed uno sbocco in un corso d'acqua senza dislivelli o angoli di incidenza troppo ampi, che potrebbero ingenerare fenomeni erosivi.

5.3.16 Monitoraggio ambientale

Per alcune aree interessate da movimenti corticali, che tuttavia coinvolgono strutture viarie o abitative, e per paleoaccumuli su cui si sono sviluppati nuclei abitativi è consigliabile, proprio in relazione alla quantificazione di tali movimenti, procedere ad un monitoraggio ambientale mediante approfondimenti geognostici (quali sondaggi a carotaggio continuo) ed installazione di strumentazione atta alla verifica delle locali problematiche (tubi piezometrici o tub inclinometrici) in maniera tale da sottoporre le aree così individuate ad un monitoraggio di salvaguardia nel tempo.

5.3.17 Chiodature e reti paramassi

In relazione alla presenza di fronti rocciosi subverticali che minacciano generalmente la sede stradale possono essere adottati sistemi di chiodature mediante barre ad aderenza rinforzata in maniera tale da legare i blocchi superficiali, che altrimenti sottoposti all'azione gravitativa tenderebbero al distacco lungo i piani di fratturazione, al substrato sano.

Un ulteriore precauzione è quella di proteggere tali fronti mediante rete ancorate alle chiodature in maniera tale da evitare il crollo anche di materiale di piccola pezzatura, interponendo fra la rete ed il fronte roccioso sottili reti antierosive.

5.4 Interventi agro-silvo-pastorali

Fs-Rim – Fp-Ccol = Interventi di rimboschimento e cure colturali dei soprassuoli

L'azione protettiva del bosco, in senso idrogeologico, come noto si esplica a vari livelli quali la riduzione del battente delle precipitazioni, l'intercettazione delle acque meteoriche da parte della copertura vegetale, della lettiera e degli orizzonti organici dei suoli forestali con effetto laminante delle piene di piccoli bacini, di contenimento dell'erosione del suolo e quindi del trasporto solido dei corsi d'acqua.

Come già illustrato nella descrizione della predisposizione della Carta della pericolosità o suscettività al dissesto dei versanti, gli aspetti di protezione dipendono in misura significativa non tanto dalla presenza generica di una copertura, ma dalle specifiche caratteristiche strutturali degli ambienti forestali (qualità dei suoli, densità, composizione, provvigioni, età del popolamento, etc.).

Il bosco esplica tale funzione di protezione generale tanto più efficacemente quanto più esso è in equilibrio stabile, pluristratificato e costituito da specie adatte alle stazioni, con componenti arboree, arbustive, erbacee, di muschi e di humus ben strutturate.

La semplificazione marcata dei boschi quali quelli indagati, soggetti a pregressi governi a ceduo, resi monoplani, monospecifici e con specie instabili se abbandonate (es. pino marittimo), degradati da ripetuti incendi ne ha sicuramente ridotto il potere regimante..

Tuttavia, si è riscontrato che a seguito della diminuita pressione antropica ed alla conseguente espansione dei boschi su ex coltivi, le formazioni forestali hanno probabilmente aumentato la loro capacità regimante negli ultimi anni.

Pertanto, per i motivi sopra esposti, ne consegue che, ai fini della protezione generale dei versanti e dei bacini, l'impostazione selvicolturale dovrebbe essere orientata all'ottenimento di boschi prossimo – naturali con latifoglie autoctone a composizione mista, struttura stratificata, disetanei per gruppi, media densità e con buone caratteristiche fisico – biologiche dei suoli.

Per contro, occorre tenere presente che in determinate condizioni sfavorevoli da un punto di vista delle fisiografia del territorio (forti pendenze, substrati geologicamente erodibili o instabili), risulta preferibile una copertura più leggera, quale quella di un bosco ceduo, o comunque di soprassuoli caratterizzati da una massa area inferiore rispetto a quella ipogea: i tali casi, di fatto, il bosco ad lato fusto, con il suo peso, concorrerebbe all'instabilità dei versanti.

Di seguito vengono descritti alcuni indirizzi selvicolturali generali, distinti per tipologia di bosco e nel rispetto delle Prescrizioni di massima di Polizia Forestale, finalizzati al miglioramento forestale dei soprassuoli presenti, in funzione dell'ottimizzazione della loro funzione di protezione del suolo.

Nei boschi misti a conifere gli interventi dovranno essere finalizzati sempre a favore della roverella.

Di seguito, si schematizza la possibile gamma di interventi selvicolturali in funzione di obiettivi gestionali e situazione evolutiva .- colturale.

Situazione Evolutiva colturale	Obiettivi gestionali	Interventi selvicolturali
Cedui matricinati	Boschi di protezione: libera evoluzione delle cenosi o mantenimento governo a ceduo dove necessario il mantenimento di una copertura forestale leggera.	Mantenimento governo a ceduo: reclutamento di almeno 100 matricine/ha e turni di 20-25 anni.
Cedui invecchiati (età >30 anni)	Versanti stabili: conversione a fustaia	Conversione con taglio di avviamento a selezione massale di debole intensità a favorire la roverella o, negli impluvi, il carpino nero, oppure conversione per libera successione spontanea a fustaia
Boschi degradati da incendio	Rigenerazione dei popolamenti	Riceppature, selezione dei polloni, rinfoltimenti con specie spontanee con densità tra 400 e 1.000 piantine/ha

-

- **Formazioni di conifere termofile (pinete miste di pino d'Aleppo e pino marittimo)**

Si tratta di vecchi rimboschimenti, più volte percorsi da incendi, a struttura monoplana, in più zone in evoluzione naturale verso il querceto di roverella.

Detti popolamenti presentano diametri medi da 15 a 35 cm, densità variabili anche in funzioni dei passati incendi, modesti incrementi

In genere, si possono prospettare due situazioni:

- nelle zone più critiche e con scarsa o assente rinnovazione di roverella, il mantenimento nel breve periodo dell'attuale copertura, con interventi finalizzati al miglioramento della stabilità del soprassuolo, integrando tale operazioni con sottoimpianti di arbusti;
- l'accelerazione dell'evoluzione a roverella, con interventi a favore di quest'ultima senza pregiudicare la stabilità dell'attuale soprassuolo.

Le tipologie di interventi e obiettivi sono schematizzate nella seguente tabella.

Situazione Evolutiva colturale	Obiettivi gestionali	Interventi selvicolturali
Fustaia pure	Miglioramento della stabilità del soprassuolo	Eliminazione dei soggetti morti o deperienti, spalcatore, diradamenti dal basso con incidenza del 20% senza mai isolare completamente le piante ed in particolare i soggetti snelli, sottoimpianti di arbusti nelle zone degradate da incendio
Fustaia mista con roverella	Evoluzione libera o accelerata verso il querceto di roverella	Diradamenti selettivo dal basso a carico degli esemplari di scarso avvenire, tagli a favorire i novellame presente, taglio di avviamento a selezione massale di debole intensità a favorire la roverella, sottoimpianti di arbusti nelle zone più degradate.

- **Ex coltivi in evoluzione naturale**

Si prevede la libera evoluzione naturale, eventualmente integrata da rinfoltimenti preferibilmente di arbusti, particolarmente negli incolti riconducibili ad espressioni dell'orizzonte mediterraneo. I rinfoltimenti potranno essere effettuati con impianti convenzionali (impianti andati a sesto regolare o per parcelle), o afferenti all'ingegneria naturalistica (sistemazioni a siepe cespuglio, cordonate).

Le specie da utilizzare sono riportate nella seguente tabella:

Orizzonte mediterraneo	Orizzonte sub mediterraneo
Arbutus unedo	Spartium junceum
Phyllirea latifolia	Viburnum lantana
Calicotome spinosa	Sorbus torminalis
Viburnum tinus	Prunus spinosa
Pistacia terebinthus	Crataegus monogyna
Pistacia lentiscus	Rosa canina
Rhamnus alaternus	
Ruscus aculeatus	
Tanmarix gallica	

Fs-Rter =Ripristino di terrazzamenti

Come si è già accennato, in alcuni tratti di versante i dissesti superficiali hanno coinvolto tratti di muri a secco connessi a “terrazzamenti” del versante ad uso agricolo (oggi in gran parte abbandonati). In tali zone, anziché introdurre nuove tipologie di opere, si è già previsto (nell’ambito degli interventi strutturali puntuali) di riprendere e riparare i muretti a secco, ripristinando la geometria preesistente. Tale scelta deriva, oltre che da evidenti considerazioni paesaggistiche, anche dall’opportunità di garantire omogeneità strutturale all’opera e di conformare il modo regolare il terreno sovrastante.

Il criterio descritto appare proponibile anche come misura estensiva nei versanti potenzialmente esposti al rischio di instabilità, con funzione di stabilizzazione del pendio (per riduzione dell’acclività, almeno per quanto riguarda il terreno agrario superficiale), di freno al ruscellamento incontrollato, di agevolazione allo sviluppo della vegetazione (spontanea o impiantata)

Fondamentale, nel caso di rifacimento di terrazzamenti, è garantire una buona capacità di drenaggio al muro stesso, con il duplice scopo di ridurre le spinte idrostatiche a tergo dell’opera e di evitare un eccessivo rammollimento del terreno sovrastante. A tale scopo è necessario che il muro a secco non sia direttamente a contatto con il terreno retrostante, ma fra i due sia interposto un “vespaio” di ghiaia e sabbia, oppure di scampoli rocciosi, con funzione di filtro. Se il terreno naturale presente a monte del muro si presenta particolarmente fine, può essere opportuno introdurre anche un geotessile di protezione.

A differenza delle gabbionate, che sono caratterizzate da un rilevante peso proprio, i muri a secco non devono, necessariamente, poggiare sul substrato, soprattutto se sono di modesta altezza; essi, tuttavia, dovranno per quanto possibile essere fondati su strati di terreno non coinvolti nel fenomeno di instabilità, o comunque con caratteristiche significativamente migliori del terreno superficiale che si intende trattenere: solo in tal modo, infatti, il muro potrà effettivamente contribuire alla stabilizzazione del versante, evitando di essere esso stesso coinvolto in un processo di instabilità superficiale a scala maggiore.

Fs-M pas = Interventi di miglioramento di pascoli degradati

Le praterie montane svolgono un’importante ruolo agli effetti della protezione del suolo; un cotico erbaceo continuo costituisce infatti una valida protezione fisica in quanto, attraverso l’aumento della scabrosità superficiale, provoca la diminuzione della velocità delle acque di ruscellamento; esso inoltre migliora inoltre la resistenza al taglio degli strati superficiali del terreno attraverso l’azione di armatura dovuta alle radici, nonché mediante l’azione di drenaggio e pompaggio dell’acqua nel suolo attraverso l’evapotraspirazione.

Da alcune prove effettuate in Svizzera ⁽³⁾ si è osservato un aumento fino al 55% della resistenza al taglio degli strati superficiali del terreno, in presenza di prato polifita rispetto ad un terreno avente le stesse caratteristiche pedologiche, ma privo di radici, a parità di condizioni ambientali.

D’altra parte è noto che non tutte le cotiche erbose esplicano le medesime azioni protettive: una prateria degradata con copertura discontinua del terreno e squilibri floristici con elevata percentuale di specie a radice fittonante risulta penalizzata nel contenimento dell’erosione del suolo. In tali situazioni si rendono

³ TOBIAS; 1991. - Bautechnisch nutzbare Verbundfestigketh von Boden und Wurzelp - Diss. ETH Zurich.

necessari interventi agronomici, talvolta riconducibili semplicemente ad un razionale gestione delle attività agro – pastorali.

Premesso che nelle zone sottoutilizzate risulta preferibile assecondare l'evoluzione verso soprassuoli boschivi; gli interventi di mantenimento possono essere ricondotti alle seguenti azioni:

- diserbo della flora infestante (es. cardo, romice. etc.);
- decespugliamenti localizzati;
- trasemina di miscugli di buone foraggere locali;
- concimazioni e correzioni del terreno;
- razionale mandatura con utilizzo di recinti mobili per favorire un'uniforme concimazione del suolo.

5.5 Carta degli interventi (*paragrafo modificato con D.S.G. n. 93 del 28/10/2021*)

Ip = interventi idraulici primari

Is = Interventi idraulici secondari

Gp = interventi geologici primari

Gs = interventi geologici secondari

Gr= interventi già realizzati

Hp, Hs = interventi di ingegneria naturalistica primaria secondaria

Fp = interventi argro-silvo-pastorali primari

Fs = interventi argro-silvo-pastorali secondari

Intervento Gr1- Intervento in fase di realizzazione: località Strada Provinciale di Lingueglietta

Il dissesto consiste in una frana dovuta a scivolamento della coltre superficiale sul basamento marnoso in posto. La frana, ubicata sul lato di valle di una strada, ha indotto evidenti cedimenti e traslazioni orizzontali del muro di sostegno della strada, evidentemente non adeguatamente fondato sul basamento. Il fenomeno è stato probabilmente aggravato dalle acque superficiali defluenti in modo incontrollato nella zona della frana.

L'intervento proposto consiste nel rifacimento del muro mediante una struttura in cls. fondata su pali, ancorati a loro volta nel basamento in posto. È prevista inoltre una regimazione delle acque superficiali mediante idonee canalette, a monte della nicchia di frana, disposte in modo da far defluire le acque verso le zone esterne alla frana stessa.

L'intervento è classificato in alta priorità, trattandosi di opera necessaria per il funzionamento della viabilità intercomunale. **Intervento già eseguito.**

Intervento Gr2: località Rio Fossarelli – Strada di Lingueglietta

Trattasi di un dissesto di entità modesta, ma dalla tipologia complessa, comprendente un dissesto superficiale di versante, connesso probabilmente con l'incisione al piede da parte del rio; il materiale di copertura franato ha in parte ostruito l'alveo del rio.

L'intervento deve pertanto prevedere la pulizia dell'alveo, per garantire una adeguata sezione di flusso ed evitare la rimobilizzazione del materiale franato; esso tuttavia deve riguardare anche il consolidamento

della frana, con idrosemina e geojute antierosione, accompagnate eventualmente da una gabbionata di sostegno al piede per evitare nuovi rifluimenti in alveo della coltre superficiale fluidificata.

Anche questo intervento è classificato in alta priorità, sia perché incide parzialmente sulla viabilità intercomunale, sia soprattutto perché una nuovo periodo di forti precipitazioni potrebbe innescare ulteriori dissesti per la rimobilizzazione del materiale in alveo. **Intervento già eseguito.**

Intervento Gs3: località Rio Fontanabola

Il dissesto SCr/Q*/10/21 è connesso con il rifluimento della coltre superficiale sul basamento sottostante. Contrariamente a quanto appare a prima vista, tuttavia, il dissesto non è innescato dall'erosione al piede da parte del torrente (che invece è inciso nel basamento sottostante) ma prevalentemente dalla presenza di abbondanti acque circolanti, sia all'interno del materiale sciolto sia al contatto fra questo ed il basamento.

Gli interventi proposti consistono sostanzialmente in regimazioni idrauliche superficiali e sotterranee mediante fossi di gronda e trincee drenanti, consolidamenti della coltre superficiale con tecniche di ingegneria naturalistica (sistemazioni a siepe – cespuglio) ed eventualmente, sostegno al piede del corpo di frana mediante gabbionata poggiante sul basamento sottostante. Intervento in parte già eseguito

Intervento Gp-H- 4: località Rio Fontanabona

L'intervento in esame insiste sul piede di una paleofrana, parzialmente riattivata a causa dell'incisione al piede operata dal rio Fontanabona.

L'elevata acclività del versante e la difficoltà di accesso impediscono interventi di sistemazione con opere strutturali rilevanti o con ingenti risagomature; è tuttavia necessario operare uno scoronamento in corrispondenza della nicchia di frana, per alleggerire il carico geostatico gravante in tale zona e ridurre il rischio di evoluzione verso monte del dissesto.

Al piede della frana è opportuno prevedere una scogliera di protezione dall'erosione (previa pulizia dell'alveo dai detriti già presenti). Il corpo di frana potrà invece essere parzialmente consolidato con opere di ingegneria naturalistica, quali palificate vive, sistemazioni a siepe – cespuglio, idrosemina ecc..

Intervento Hs 5: località passo della Chiesa

Sul versante in sinistra orografica del rio Fontanabona, a suo tempo terrazzato per scopi agricoli, si sono manifestati alcuni rifluimenti della coltre superficiale fluidificata dalle abbondanti piogge, con conseguente interruzione di muretti a secco.

Gli interventi proposti consistono essenzialmente nel ripristino dei muretti a secco e nell'integrazione della loro funzionalità mediante opere di risagomatura, inerbimenti con idrosemina, fossi di regimazione delle acque superficiali.

Intervento Is 6: località Frantoio del Ponte

In sponda sinistra del torrente San Lorenzo, poco a valle della confluenza con il rio Meree, si segnala un'erosione spondale al piede del versante.

L'intervento proposto ha la finalità di impedire l'ulteriore prosecuzione dello scalzamento, mediante la realizzazione di una scogliera al piede in massi cementati, e contestuali opere di risagomatura ed inerbimento con idrosemina.

Intervento Gp 7: località Frantoio Bodo

L'intervento previsto è ubicato in sponda destra del rio Meree, poco a monte della confluenza con il rio San Lorenzo. In tale zona la strada provinciale di Pietrabruna è fondata sulla coltre superficiale, a sua volta poggia sul basamento a franapoggio.

Le intense precipitazioni, accompagnate probabilmente dall'erosione della coltre ad opera del torrente in piena, hanno comportato la fluidificazione della coltre ed il suo parziale scivolamento sul basamento sottostante, mettendo a rischio la strada (per ora non direttamente coinvolta dal dissesto).

L'intervento proposto consiste prevalentemente in un'opera strutturale puntuale finalizzata alla stabilizzazione della strada sovrastante. Si prevede, in particolare, la realizzazione di un muro di sostegno sul lato di valle della strada stessa, fondato su micropali poggianti nel basamento sottostante.

Intervento Gr 8- Intervento in fase di realizzazione: località Strada Provinciale di Pietrabruna

L'intervento è stato riportato nel piano soltanto per completezza espositiva, dato che esso era già in corso al momento della redazione del piano stesso.

In presenza di un franamento a tipologia mista, prevalentemente da crollo in roccia alterata, è in corso di realizzazione un intervento di consolidamento dell'ammasso roccioso mediante allineamenti di pali trivellati, paralleli alla direzione del versante. Si propone, a completamento dell'opera, un'adeguata regimazione delle acque superficiali.

Intervento Ip 9: località Tuvo

L'intervento consiste nel riassetto e nel ripristino dell'efficienza di un tratto di alveo di un rio secondario che, in prossimità di un attraversamento, risulta intasato da detriti vari i quali, in caso di franamento, potrebbero intasare l'alveo.

L'intervento consiste sostanzialmente nel consolidamento delle scarpate con metodi di ingegneria naturalistica (sistemazioni a siepe – cespuglio, idrosemina, protezione dei versanti mediante geojuta) e nella realizzazione di briglie in legname e pietrame trasversalmente al rio, allo scopo di stabilizzarlo e ridurre la capacità erosiva e di trasporto solido.

Intervento Gp10: località Meree

In sponda destra del rio Meree, nella parte alta del bacino, è presente una frana di notevoli proporzioni, che, a differenza della maggior parte delle altre frane presenti nel bacino, non coinvolge solo la coltre sciolta superficiale, ma direttamente il basamento roccioso, che in questa zona presenta a franapoggio. Il meccanismo è stato inizialmente di scivolamento planare, ma ha poi portato, su un lato della frana, alla rottura per compressione della roccia scivolante, fino a dar luogo, nella parte bassa del versante, ad un ammasso di blocchi rocciosi informi, della dimensione del metro cubo.

L'intervento proposto consiste in opere di risagomatura del versante e di pulizia dell'alveo, per evitare interferenze dell'accumulo di frana sul corso d'acqua. Al piede del versante è prevista una scogliera di protezione.

Nella parte alta del dissesto si prevede di intervenire con opere di risagomatura mediante scoronamento della nicchia di distacco (onde evitare l'estensione verso monte del dissesto) e protezione della stessa con geojuta e con interventi di idrosemina.

Intervento Hs 11: località Strada Provinciale di Pietrabruna

Sul lato di monte della strada provinciale di Pietrabruna, poco oltre l'ultimo tornante prima dell'abitato, si segnalano piccoli franamenti corticali in roccia alterata.

L'intervento proposto consiste in opere di disgaggio e risagomatura, nel consolidamento superficiale con idrosemina ed eventuale protezione con geojuta.

Intervento Gp 12: località Pietrabruna

L'intervento è ubicato nella parte nordorientale dell'abitato di Pietrabruna, in corrispondenza dell'attraversamento di un piccolo rio con alveo molto inciso.

Per consolidare la strada, parzialmente erosa, si prevede la realizzazione di opere di sostegno fondate su pali o su micropali, in modo da ancorare il manufatto al basamento stabile sottostante.

Intervento Gp 13: località San Rocco di Pietrabruna

A ovest dell'abitato di Pietrabruna, poco dopo l'attraversamento del rio Resto, la strada è parzialmente franata, perché costruita sulla coltre superficiale instabile.

L'intervento proposto consiste nella ricostruzione del rilevato stradale mediante la tecnica della terra rinforzata; il rilevato in terra rinforzata poggerà a sua volta su un basamento in cls. fondato su pali o micropali, in modo da scaricare il peso dell'opera sul basamento roccioso sottostante.

Intervento Gs-Hs- 14: località San Rocco di Pietrabruna

L'intervento è ubicato sulla stessa strada del precedente intervento, alcune centinaia di metri oltre la cappella di San Rocco. In tale tratto la strada è già fondata su pali, e pertanto non è stata direttamente danneggiata dal franamento della coltre di terreno superficiale, che tuttavia ha messo a nudo i pali di fondazione.

L'intervento proposto consiste prevalentemente in opere di risagomatura e consolidamento della coltre superficiale con metodi di ingegneria naturalistica, e nella regimazione delle acque meteoriche, con razionalizzazione e ripristino dell'efficienza delle numerose tombature esistenti nella zona, in gran parte intasate e inefficienti.

Intervento Hs 15: località Ca' Sottane

L'intervento riguarda una frana (SS-SC/A/15/41) in sponda destra del rio Ca' Sottane.

Poiché il versante risulta molto acclive, l'intervento (peraltro non prioritario, trattandosi di zona quasi disabitata) potrà consistere in grate vive, poggianti al piede su una scogliera in blocchi. Esso sarà accompagnato da modesti interventi di risagomatura e da protezioni superficiali con geojute e idrosemina.

Intervento Gp-H-16: località Strada provinciale di Boscomare

L'intervento è ubicato sulla scarpata a monte della strada provinciale di Boscomare, in prossimità dell'attraversamento del rio del Passo. Si tratta, anche in questo caso, del franamento della coltre superficiale e della roccia alterata, innescato dalla circolazione d'acqua e dall'elevata acclività.

È già in corso di esecuzione un intervento di protezione della strada con tratti di muraglione in c.a.. Per le parti restanti e, più in generale, per il consolidamento del versante, si propone la realizzazione di una grata viva appoggiata al versante, poggiate al piede su una palificata viva (o, in alternativa, su una scogliera). Tali interventi richiedono ovviamente, come operazioni complementari, opere di risagomatura della frana e della nicchia di distacco, e protezione superficiale con idrosemina e geojuta.

Intervento Gs 17: località Strada per frantoio Pantai

Anche questo intervento interessa un versante piuttosto acclive in roccia alterata in roccia alterata, su un tratto di versante piuttosto acclive. I fenomeni erosivi hanno coinvolto una strada secondaria che corre parallela alla strada di Pietrabruna, ma a quota più bassa, consentendo il raggiungimento di serre, frantoi ed altri insediamenti agricoli.

L'intervento proposto è finalizzato prevalentemente al ripristino della funzionalità e della sicurezza della strada. Si prevede pertanto la ricostruzione della base di appoggio della strada con la costruzione di una platea in cls. fondata su pali ancorati nella roccia compatta sottostante, ed il rifacimento del corpo stradale, sopra tale platea, mediante la tecnica della terra rinforzata, con paramento esterno rinverdito.

Interventi Hs 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24: località fondovalle del torrente San Lorenzo

Gli interventi proposti consistono nelle opere di protezione contro l'erosione spondale nei tratti in cui l'alveo del torrente San Lorenzo lambisce il piede dei versanti, con fenomeni di scalzamento che hanno innescato o possono innescare franamenti del versante sovrastante.

Gli interventi consistono nella realizzazione di scogliere di protezione sull'estradosso dei meandri, poggianti su taglioni in cls. in subalveo aventi lo scopo di evitare lo scalzamento alla base dell'opera di difesa.

In corrispondenza del ciglio superiore delle scogliere si dovrà inoltre intervenire con opere di risagomatura e con inerbimenti mediante idrosemina e rivestimento con geojuta.

Interventi Ip 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 38: torrente San Lorenzo all'ingresso e in corrispondenza del centro abitato omonimo

Gli interventi proposti sono finalizzati alla salvaguardia dell'abitato di San Lorenzo, mediante protezione dalle esondazioni del torrente San Lorenzo e del suo tributario di destra rio S. Lorenzo (indicato anche rio Fossarelli).

Gli interventi previsti (dettagliati nella planimetria allegata alla TAV. 13) consistono principalmente in opere di difesa spondale e interventi di adeguamento della sezione di deflusso soprattutto in corrispondenza

delle opere di attraversamento (ponti e tombinature). La maggior parte degli interventi è stata realizzata, come di seguito riepilogato procedendo dalla foce verso monte.

Tra le sezioni 44 e 38 (tratto focivo a valle dell'ex ferrovia) è stata demolita la copertura realizzata negli anni '70 e ripristinata la sezione di deflusso realizzando nuove arginature in cemento armato su entrambe le sponde.

Nella sezione 38 è stato adeguato l'attraversamento mediante la realizzazione di un nuovo ponte (Via Orti) per mantenere il collegamento tra le due parti del centro abitato poste a levante ed a ponente dell'asta torrentizia.

Tale area di intervento è interessata dal tratto finale della rete di smaltimento delle acque bianche realizzata per ovviare alle problematiche dell'area depressa in sponda destra a monte della via Aurelia (cosiddetta zona Vignasse). Per mitigare le problematiche citate, inoltre, è stato realizzato uno scolmatore al di sotto della medesima via Aurelia.

Tra le sezioni 37 e 33 (tratto a monte del ponte della Via Aurelia) è stato ampliato in sponda destra l'alveo del torrente (con l'eliminazione di un tratto di strada comunale) realizzando una nuova difesa spondale in calcestruzzo armato.

Tra le sezioni 33 e 26 (tratto dalla zona Vignasse alla confluenza con il rio S. Lorenzo, indicato anche rio Fossarelli) sono state realizzate le difese spondali su entrambe le sponde con interventi sia da parte del Comune di S. Lorenzo al Mare che da parte della Provincia di Imperia. In sponda destra le difese sono in calcestruzzo armato mentre in sponda sinistra sono con gabbionate, in alcuni tratti sormontate da rilevati arginali in terra rinforzata.

Tra le sezioni 26 e 16 (tratto dalla confluenza con il rio Fossarelli o rio S. Lorenzo e la linea ferroviaria), in sponda destra sono state realizzate difese spondali in calcestruzzo armato, tranne nel tratto compreso tra le sezioni 23 e 21 in cui sono state realizzate con scogliera. Nello stesso tratto, in sponda sinistra sono state realizzate difese spondali:

- con gabbionate tra le sezioni 26 e 25;
- con scogliera tra le sezioni 25 e 18, realizzata in due fasi successive nel tratto tra le sezioni 20 e 18, interessate da adeguamento della sezione per la realizzazione della nuova struttura in attraversamento;
- con gabbionate tra le sezioni 18 e 16 (intervento in parte realizzato da RFI S.p.A. nell'ambito dello spostamento a monte della linea ferroviaria).

Tra le sezioni 16 e 13 (tratto a monte dalla linea ferroviaria in corrispondenza del campo sportivo) sono state realizzate difese spondali:

- in calcestruzzo armato sormontate da scogliere arretrate in sponda destra (sez. 15-13);
- con scogliere in sponda sinistra (sez. 16-13).

In corrispondenza della sezione 6 (a monte del viadotto autostradale) sono state realizzate difese spondali con scogliere (intervento a cura di Autostrada dei Fiori S.p.A.).

Per quanto riguarda l'affluente di destra rio S. Lorenzo (indicato anche rio Fossarelli), dalla confluenza con il torrente San Lorenzo alla nuova sede ferroviaria:

- in sponda destra sono state realizzate difese spondali in calcestruzzo armato in parte dalla Provincia di Imperia ed in parte da RFI S.p.A. (nell'ambito dello spostamento a monte della linea ferroviaria);
- in sponda sinistra sono state realizzate difese spondali in calcestruzzo armato.

Inoltre, è stata adeguata la struttura in attraversamento posta subito a monte della confluenza con il torrente San Lorenzo.

Dalla nuova sede ferroviaria al viadotto autostradale su entrambe le sponde sono state realizzate difese spondali in calcestruzzo armato in parte dalla Provincia di Imperia ed in parte da RFI S.p.A. (nell'ambito dello spostamento a monte della linea ferroviaria).

Per quanto riguarda gli interventi non ancora realizzati, si evidenzia che è stato già elaborato il progetto definitivo dell'intervento di sistemazione idraulica relativo al ponte di via Trucchi (sez. 28) e connessa sopraelevazione arginale in sponda sinistra (sez. 31-29), che ha già ottenuto il favorevole parere di compatibilità al Piano di Bacino espresso con D.D. della Regione Liguria – Settore Assetto del Territorio n. 5312 del 15/09/2020. Nello specifico, l'intervento sul ponte prevede la demolizione dell'impalcato e della pila centrale, con successiva ricostruzione a campata unica a quota superiore.

Risulta inoltre ancora da realizzare l'importante intervento di adeguamento della sezione di deflusso nel tratto compreso tra le sezioni 37 e 38, caratterizzato da tre manufatti in successione: ponte pista ciclabile (ex linea ferroviaria), copertura Piazzale L. Lagorio, ponte Via Aurelia.

Interventi Is 33 e 34: loc. San Rocco e Passo della Chiesa

Si tratta di fenomeni causati da erosioni incanalate di fondo di corsi d'acqua minori, di cui, nel primo caso, si ha concausa con altre tipologie di dissesto per erosione al piede di versanti in frana.

Gli interventi proposti consistono nella messa in opera di una serie di briglie in pietrame e legname, finalizzate a stabilizzare l'alveo ed a interrompere il processo erosivo.

Interventi Is 35, 36 e 37: asta Torrente San Lorenzo

La tipologia dei fenomeni consiste in alcune erosioni spondali non particolarmente critiche, cioè non la piede di versanti in frana, poste in corrispondenza di meandri o variazioni di sezione d'alveo.

Gli interventi proposti consistono nella messa in opera di mantellate di rivestimento spondale in massi, abbinate all'infissione di talee di salice o tamerice tra gli interstizi dei massi.

Intervento Ip 39: rio Fossarelli

Per tale tratto del rio le problematiche sono collegate alla presenza di una tombinatura di inadeguata sezione che in seguito ad intasamento ha dato luogo a fenomeni esondativi con erosione spondale e deposizione di grandi quantità di materiale in alveo.

Gli interventi proposti sono finalizzati al ripristino del naturale deflusso mediante eliminazione della tombinatura, pulizia dell'alveo e formazione di opere di difesa spondale con massi cementati o eventualmente con gabbionate.

Intervento Is 40: strada interpoderale a valle di Lingueglietta

La presenza anche in questo caso di una tombinatura di sezione insufficiente ha determinato l'esondazione lungo la strada interpoderale con instaurarsi di marcati fenomeni erosivi a valle della stessa. In questo caso è necessario procedere alla messa in posa di ulteriori tubazioni per lo smaltimento delle acque provenienti da monte e realizzare delle opere di difesa dall'erosione in caso di tracimazione da parte delle acque con razionale incanalamento lungo il rio sottostante.

Intervento Gs 41: strada comunale di Porto Maurizio

L'erosione spondale unitamente alla presenza di un ciglio di arretramento morfologico in fase evolutiva interessano la sede viaria (di tipo minore) con erosione regressiva lungo il piede del versante e crollo di materiale lungo la strada stessa.

Gli interventi proposti sono finalizzati all'eliminazione dell'erosione spondale mediante massi cementati e la ricostruzione del versante partendo con gabbionate per al protezione del piede e grate vive in legname atte all'instaurarsi, con l'aiuto dell'idrosemina, di un nuovo manto vegetativo resistente all'erosione superficiale.

Intervento Hs 42: rilevato autostradale

Si tratta di un piccolo fenomeno di crollo che ha interessato il piede del rilevato autostradale nei pressi di una strada interpoderale. Anche in tal caso l'adozione di una gabbionata di protezione al piede e di grate vive con idrosemina e rete in geojuta antierosiva garantisce buon margine di successo al blocco dell'evoluzione del fenomeno

Intervento Is 43: rio Fossarelli a valle del tracciato autostradale

Esistono in tale tratto due aree in cui l'erosione spondale richiama materiale dal versante ponendo problematiche di stabilità.

Appare opportuno realizzare opere di difesa spondale mediante massi cementati e ripristinare la protezione del piede del versante mediante gabbionate con l'utilizzo di talee di salice atte al rinverdimento dell'opera.

Intervento Gs 44: frana in località Costa Croce

La frana in esame ha interessato una serie di terrazzamenti abbandonati a monte dei quali esistono delle coltivazioni in uso; si tratta di un fenomeno di colata abbastanza superficiale per il cui ripristino sarà necessario riedificare i muri "a secco" o eventualmente in calcestruzzo rivestito. Dovrà essere eseguita una rete di smaltimento delle acque provenienti da monte.

Intervento Is 45: Fosso Sant'Antonio

In tale tratto il rio ha determinato marcati fenomeni di scalzamento delle sponde e locali esondazioni pertanto sarà necessario dopo un'adeguata pulizia dell'alveo il ripristino dei muri a secco crollati e la formazione ove necessario di rilavati di difesa spondale.

Intervento Gs 46: frana a valle del cimitero di Costarainera

Si tratta di fenomeni localizzati di erosione che hanno coinvolto alcuni terrazzamenti a valle della sede stradale, per il ripristino di tali situazioni sarà necessario ricostruire i muri a secco e realizzare una rete di razionale smaltimento delle acque provenienti da monte.

Intervento Gs 47: piccoli fenomeni erosivi

Si tratta di fenomeni localizzati di erosione con crollo delle strutture di contenimento della coltre detritica e coinvolgimento della strada interpodereale; per tali fenomeni l'intervento dovrà prevedere il ripristino dei muri con la possibile adozione di gabbionate integrate con palizzate vive.

Intervento Hs 48: frana ad Sud Ovest di Torre Paponi (SS/A/04/41)

Il movimento franoso di scivolamento ha interessato un versante in stato di abbandono raggiungendo con il piede la sede del rio sottostante. Per la bonifica sarà necessario procedere alla messa in posa di una gabbionata di protezione al piede e di grate vive con idrosemina e rete in geojuta antierosiva lungo il versante.

Intervento Gp 49 fenomeni di crollo (SCr/A/03/41) lungo la strada Provinciale per Pietrabruna nei pressi del bivio per l'abitato di Boscomare

Ci troviamo di fronte ad un piccolo fronte roccioso da cui si sono staccate alcune porzioni litoidi andando ad interessare la sede della strada Provinciale per Pietrabruna. In questo caso si dovrà prevedere il disgiungimento dal fronte roccioso con la realizzazione di chiodature e messa in posa di reti in acciaio con sottostanti reti antierosive.

Intervento Hs 50: frana lungo il rio di San Lorenzo SC/A*/13/41

In relazione a fenomeni di erosione spondale si è sviluppato in destra orografica un movimento franoso che ha interessato la coltre con parziale ostruzione dell'alveo attivo.

L'intervento necessario alla soluzione delle locali problematiche dovrà prevedere opere di difesa spondale mediante gabbionate e la ricostruzione del versante mediante palificate vive con idrosemina lungo i terrazzamenti da realizzare.

Intervento Gp 51: ciglio di arretramento morfologico con crolli di materiale lungo la strada Provinciale per Pietrabruna

Ci troviamo di fronte ad un lungo ciglio di arretramento morfologico che ha coinvolto i muri a secco esistenti scaricando materiale lungo la sede stradale. L'intervento dovrà prevedere il ripristino delle strutture murarie, la messa in posa di reti in geojuta antierosive abbinate all'idrosemina e ove possibile la realizzazione di chiodature con reti in acciaio.

Intervento Gs 52: piccolo fenomeno di crollo all'ingresso dell'abitato di Boscomare

Si tratta di un piccolo movimento franoso che ha interessato un riparto in destra orografica del rio San Siro a causa dell'erosione spondale. Al fine di evitare l'evoluzione di tale movimento che potrebbe creare pericolosi ostacoli al deflusso appare necessario procedere alla pulizia dell'alveo ed alla riprofilatura del

rilevato creando una difesa alla base mediante gabbionate e la protezione del rilevato con l'utilizzo delle terre rinforzate.

Intervento Gr 53 - Intervento già eseguito: frana lungo la strada Provinciale a valle del cimitero di Pietrabruna

Si tratta di un piccolo crollo con svuotamento della sede viaria in fase evolutiva. L'intervento, che dovrà prevedere il ripristino della carreggiata unitamente alla razionalizzazione dello smaltimento delle acque superficiali, e la riedificazione dei muri a secco al di sotto della sede stradale dovrà essere valutato in base ad una fase di approfondimento geognostico da realizzare sul sito.

Intervento Ip 54-55-56: attraversamenti lungo la strada Pietrabruna – San Rocco - Boscomare

Gli interventi per tale area sono collegati alla presenza di attraversamenti con sezione insufficiente di rii che hanno dato luogo a rigurgiti ed a fenomeni esondativi con parziali crolli; saranno da prevedersi la sostituzione delle tubazioni con altre di dimensioni adeguate, la pulizia lungo il lato di monte dei rii con regimazione del trasporto solido mediante briglie in legname o in pietrame.

Intervento Gp 57: ciglio in arretramento attivo lungo la strada Pietrabruna – San Rocco - Boscomare

Si tratta di un alto fronte roccioso da cui si distacca materiale lapideo. L'intervento dovrà prevedere la realizzazione di un muro di protezione in c.a. con messa in posa di reti paramassi e chiodature.

Intervento Is 58-59: strada interpoderale per Frantoio Pantai

Tali interventi sono destinati al ripristino della sede viaria nei pressi dell'attraversamento di due rii che hanno scalzato le sponde e determinando locali fenomeni esondativi, pertanto saranno da prevedersi opere di difesa sponde mediante gabbioni e realizzazione di briglie atte ad eliminare l'erosione spondale regolarizzando il flusso delle acque ed il trasporto solido.

Intervento Gp 60: crolli lungo una strada interpoderale in località Costa Terre Bianche

Si tratta di crolli delle strutture murarie imputabili alla cattiva regimazione delle acque pertanto saranno da prevedersi il ripristino dei muri anche mediante l'utilizzo di palificate vive e la realizzazione di un razionale sistema di smaltimento delle acque superficiali

Intervento Gs 61

L'area è caratterizzata dal contatto fra una zona di deformazione gravitativa profonda e la roccia in posto; al fine di ottenere un'adeguata conoscenza dell'area dovrà essere attuata una campagna di approfondimenti geognostici con la messa in posa di strumentazioni atte al monitoraggio dell'area (inclinometri – fessurimetri).

Intervento Gp 62: piccolo crollo lungo la strada Provinciale all'ingresso dell'abitato di Torre Paponi

Il piccolo fenomeno di crollo ha coinvolto la sede stradale lungo il lato valle determinando un leggero restringimento della carreggiata. L'intervento, che dovrà prevedere il ripristino della carreggiata unitamente alla razionalizzazione dello smaltimento delle acque superficiali dovrà essere valutato in base ad una fase di approfondimento geognostico da realizzare sul sito. Saranno comunque probabilmente da prevedersi opere di fondazione profonde quali micropali e tiranti.

Intervento Hs 63: crolli a Sud Ovest dell'abitato di Civezza

L'intero versante in oggetto è caratterizzato da dissesto generalizzato con crollo delle strutture murarie. Per tale sito è consigliabile prima di procedere alle opere di bonifica procedere ad una campagna di approfondimento geologico – geomeccanico ed eventualmente geognostico. Saranno da prevedersi comunque il ripristino dei muri a secco e la possibile utilizzazione delle palificate vive con necessarie opere di regimazione delle acque superficiali e di protezione dall'erosione superficiale.

Intervento Hs 64: frana a monte della sede autostradale A10

Il fenomeno gravitativo ha coinvolto alcuni terreni coltivati intensivamente ed alcune serre sottostanti a causa della copiosa venuta d'acqua da monte. Gli interventi necessari dovranno prevedere la realizzazione di un sistema di razionale raccolta e smaltimento delle acque proventienti da monte e la sistemazione dell'area in frana mediante edificazione di muri integrati con l'utilizzo di palificate vive.

Intervento Gs 65: piccoli crolli a valle della sede autostradale A10

Si tratta di crolli delle strutture murarie imputabili alla cattiva regimazione delle acque pertanto saranno da prevedersi il ripristino dei muri con la realizzazione di un razionale sistema di smaltimento delle acque superficiali

Intervento Gp 66: cattiva regimazione delle acque superficiali in località Costa Terre Bianche

In relazione alla recente edificazione dell'area non sempre le acque raccolte dai pluviali e dalle nuove superfici impermeabilizzate sono smaltite razionalmente pertanto è necessario procedere ad una regolare canalizzazione delle acque ed al suo smaltimento.

Intervento Gs 67-68-69: aree urbanizzate interessate da movimenti corticali

Si tratta di aree in cui gli edifici registrano movimenti corticali del suolo con generazione di piccoli sistemi fessurativi. Appare necessario procedere ad un monitoraggio di tali aree in maniera tale da valutare l'origine e l'entità di tali movimenti mediante approfondimenti geognostici ed installazione di sistemi di acquisizione dei parametri.

Interventi di ingegneria naturalistica e risanamento versanti. Sistemazioni idraulico-agrarie

Sulla carta degli interventi sono state indicate con l'indice HS.

Trattasi in generale di interventi di tipo areale, aventi diffusione dispersa sul territorio. Per tale caratteristica, ne viene fatta una descrizione di tipo più discorsivo, non inquadrata negli schemi in precedenza utilizzati degli interventi di tipo puntuale

Nelle aree agricole si prevede la sistemazione ed il ripristino delle murature di sostegno, privilegiando la tipologia del muro a secco in funzione della maggiore elasticità dell'opera e della sua capacità drenante. Inoltre, dovranno essere ripristinate o realizzate le opere di regimazione delle acque superficiali, con particolare riguardo nelle aree agricole di versante non terrazzate o gradonate.

Per tutta la viabilità minore esistente (strade vicinali, interpoderali, ecc.) dovrà essere garantita la stabilità delle scarpate da erosioni e smottamenti e realizzate e/o mantenute tutte le opere di governo delle acque (cunette laterali, piccole opere trasversali, ecc.).

Opere anti - erosione

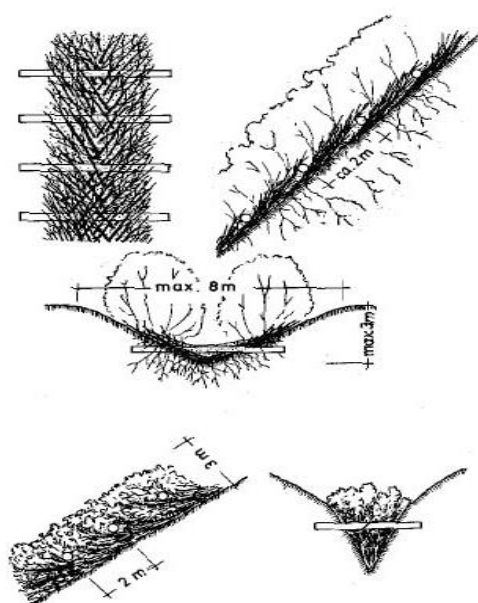
Si tratta di interventi di mitigazione dell'erosione superficiale dei versanti, da eseguire nelle aree caratterizzate da fenomeni erosivi di tipo areale e/o incanalato.

Vantaggi

I vantaggi attesi dagli interventi consistono nella riduzione delle perdite di suolo fertile, con conseguente maggiore possibilità di insediamento della copertura vegetale protettiva e nell'attenuazione dell'apporto solido nei bacini torrentizi e fluviali.

Tipologia delle opere:

- erosione incanalata: consolidamenti con ramaglia; rivestimento vegetale di fossi, palizzate vive (Schiechl-Stern, 1994) - costo medio euro 10,00 /mq, briglie in legname - costo medio euro 155,00 /mc
- erosione areale: graticciate e viminate- costo euro 15,00 /ml, palizzate semplice - costo euro 20,00 /ml.



Consolidamento di
erosione lineare con ramaglia
viva o morta

Tutte le opere indicate sono abbinate a interventi di rivegetazione mediante semina potenziata, posa di bioreti e biostuoie, piantagione di specie arbustive e/o arboree autoctone appartenenti alla vegetazione potenziale del luogo.

Intervento Fp Ccol1: Cure colturali Area boschiva Loc.tà Torre.

Nei cedui di età superiore ai 30 anni si prevede la conversione con taglio di avviamento a selezione massale di debole intensità a favorire la roverella su circa 250 ha (2.000 €/ha).

Intervento Fp-Ccol 2 : Cure colturali Area boschiva Loc.tà M.te della Costa.

Nelle fustaie di resinose eliminazione dei soggetti morti o deperienti (Taglio fitosanitario), spalcatore, e diradamenti dal basso per gruppi densi di rinnovazione con incidenza del 20% senza mai isolare completamente le piante ed in particolare i soggetti snelli su circa 100 ha (2.300 €/ha).

Interventi Fs : queste tipologie di intervento hanno carattere areale e distribuiti sul territorio in base alle classi vegetazionali, all'interno di queste classe di interventi si prevedono:

Fs Rim : Interventi di rimboschimento (costo a pianta = 5 €)

Fs Rter : Ripristino di terrazzamenti (costo a mc. = 120 €)

Fs Mpas : Interventi di miglioramento di pascoli degradati (costo ad ettaro = 930 €)

Gli interventi sono ampiamente descritti nel capitolo 5.4.

Le criticità idrauliche e i relativi interventi finalizzati all'efficienza idraulica sono evidenziati negli allegati

- sezione S1: adeguamento sezione di deflusso mediante sbancamento di materiale alluvionale in sponda sinistra;
- sezione S3: adeguamento sezione di deflusso mediante sbancamento di materiale alluvionale in sponda destra;
- sezione S4: adeguamento sezione di deflusso mediante sbancamento di materiale alluvionale in sponda sinistra;
- sezione S5: adeguamento sezione di deflusso mediante sbancamento di materiale alluvionale in alveo;
- sezione S8: adeguamento sezione di deflusso mediante sbancamento di materiale alluvionale in sponda destra e sinistra;
- sezioni S9÷S11: adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda destra con difesa spondale naturalistica a scogliera;
- sezione B12: adeguamento attraversamento S.P. di Pietrabruna;
- sezione S13: adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda destra con difesa spondale in c.a.;

- sezioni S14 e S15: adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda sinistra con difesa spondale naturalistica e parte superiore in terra rinforzata e sopraelevazione in sponda destra mediante rilevato tipo terra - Mesh;
- sezioni S16÷S19: adeguamento sezione di deflusso mediante sopraelevazione difese spondali esistenti;
- sezioni S20 e S21: adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda destra con difesa spondale in c.a.;
- sezioni S22÷S26: adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda destra con difesa spondale naturalistica e parte superiore in terra armata per il tratto fino alla sezione S24 e con difesa spondale in c.a. per il tratto fino alla sezione S26 ed in sponda sinistra con difesa spondale naturalistica per il tratto fino alla sezione S23 e con difesa spondale in c.a. fino alla sezione S26;
- sezioni Fossarelli 4 - 8: adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda destra e sinistra con difesa spondale in c.a.;
- confluenza torrente S. Lorenzo - rio Fossarelli: adeguamento attraversi esistenti;
- sezione S27: protezione sottofondazione di difese spondali esistenti mediante scogliera con massi di grandi dimensioni in sponda destra e sinistra;
- sezione B28: adeguamento attraversamento ponte strada comunale di via Trucchi con struttura a campata unica;
- sezioni S29 e S30: protezione sottofondazione di difese spondali esistenti mediante scogliera con massi di grandi dimensioni in sponda destra e sinistra;
- sezione S31: protezione sottofondazione di difese spondali esistenti mediante scogliera con massi di grandi dimensioni in sponda destra ed adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda sinistra con difesa spondale naturalistica e parte superiore in terra armata tipo terra - Mesh;
- sezioni S32÷S35: adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda destra e sinistra con difesa spondale in c.a.;
- sezioni S36: adeguamento sezione di deflusso mediante allargamento in sponda destra con difesa spondale in c.a.;
- sezioni B37÷S39: adeguamento ponte su S.S. n.1 Aurelia.

Il pressoché totale annullamento della criticità idraulica risulta particolarmente evidente lungo il tratto terminale del torrente S. Lorenzo, in corrispondenza del centro urbano limitrofo, in cui risulta essere contenuta anche la portata cinquecentennale.

5.6 Definizione di ulteriori indagini e monitoraggi

Tra le misure di monitoraggio, si suggeriscono le seguenti azioni:

- implementazione dell'attuale rete di misura pluviometrica con predisposizione razionalmente distribuita a scala di ambito e misuratori di portata per i principali corsi d'acqua
- realizzazione di un sistema di monitoraggio del trasporto solido (sia in sospensione che di fondo) per valutazioni quantitative circa l'effetto dei fenomeni erosivi superficiali e di perdita di suolo, soprattutto in relazione anche alle interconnessioni con le criticità idrauliche

- messa in atto di una campagna geognostica e di monitoraggio, comprensiva di approfonditi rilevamenti geologico strutturali per una più accurata definizione delle condizioni giaciture e dello stato di fratturazione della roccia, dei fenomeni franosi di particolare rilevanza o rappresentatività (es. R4 e R3 ai sensi della D.G.R. 1444/99), al fine di approfondire il livello di determinazione della pericolosità e del rischio geomorfologico;
- organizzazione di un piano di previsione della cartografia e delle banche dati che preveda in particolare un periodico aggiornamento della franosità reale anche attraverso appositi voli a seguito di eventi alluvionali di particolare intensità.

5.7 Rischio idraulico residuale

La pianificazione di bacino, non potendo porsi come obiettivo quello della completa eliminazione del rischio, si pone l'obiettivo di individuare l'insieme di interventi che consentano la riduzione del rischio idraulico ed idrogeologico a livelli prefissati, ritenuti socialmente ed economicamente compatibili.

Ovviamente, anche qualora si realizzassero tutti gli interventi di mitigazione che riportino il rischio al livello prefissato, rimangono dei rischi residui.

Per quanto il rischio idraulico, si ricorda che l'obiettivo generale a medio - lungo termine della pianificazione di bacino è quello della riduzione del rischio di inondazione ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Il rischio idraulico residuale, che permane necessariamente anche a seguito della realizzazione degli interventi previsti dal piano, è legato a diversi fattori e presenta una diversa rilevanza in funzione della diversa vulnerabilità delle zone circostanti la criticità in oggetto.

Va ricordato infatti che la mitigazione del rischio idraulico di un corso d'acqua, nei riguardi della portata di massima piena ad un dato tempo di ritorno, non esclude la possibilità che si verifichino eventi di entità superiore con probabilità che possono risultare non trascurabili.

Poiché la portata caratterizzata da un tempo di ritorno T_r ha una probabilità di essere superata almeno una volta in un intervallo temporale di x anni pari a $1-(1-1/T_r)^x$, si desume che alla portata massima relativa a $T_r = 200$ anni corrisponde una modesta probabilità di superamento in un dato anno pari allo 0,5 % ma la stessa portata ha una probabilità di essere superata almeno una volta nei prossimi dieci anni pari a circa il 5 % e nei prossimi cento anni pari al 40 %.

Risulta quindi evidente che tali probabilità, relative a periodi più consoni agli obiettivi di pianificazione, possono diventare tutt'altro che trascurabili in particolari condizioni di vulnerabilità del territorio.

Tali condizioni di vulnerabilità possono portare infatti a rilevanti valori del danno atteso, sia in termini di vite umane che di beni compromessi, e quindi ad un rilevante rischio totale connesso all'evento in oggetto.

Pur nell'ipotesi che siano realizzate tutte le opere che consentano il deflusso delle portate di progetto senza esondazioni, esiste quindi una probabilità che si realizzino portate a queste superiori in grado di provocare fenomeni di esondazione con conseguenze non sempre trascurabili in termini di rischio.

Sulla base delle considerazioni esposte si ritiene che le considerazioni esposte sul rischio residuo siano particolarmente importanti in relazione alle misure non strutturali di mitigazione (normative ed azioni di protezione civile), la cui attuazione deve, nel breve periodo, minimizzare l'impatto delle esondazioni sulle

persone e sui beni soggetti al rischio alluvionale e, nel medio – lungo periodo, garantire il controllo del rischio residuale attraverso la diminuzione della vulnerabilità idraulica del sito.

5.8 Programmazione degli interventi

Nell'ottica di una pianificazione orientata alla minimizzazione del rischio, la programmazione degli interventi deve essere basata, oltre che sulle caratteristiche intrinseche delle diverse criticità individuate, soprattutto sul grado di rischio nei confronti degli abitati e delle infrastrutture.

Non deve tuttavia essere trascurata l'interferenza reciproca fra i diversi interventi: occorre infatti evitare che lo sfasamento temporale fra in singoli interventi strutturali si traduca nel trasferimento della criticità da un'area oggetto di intervento prioritario ad un'area ove l'intervento era stato, in origine, ritenuto meno urgente. Tipico è, ad esempio, il caso delle protezioni spondali in corrispondenza dell'abitato: un eccessivo sfasamento nella realizzazione degli interventi su lotti contigui può far sì che il tratto non ancora protetto risenta di aggravamenti indotti dal tratto già interessato dai lavori (ad esempio per cambio di sezione, cambio di scabrezza dell'alveo, ecc.)

L'ordine di priorità adottato nella realizzazione della carta degli interventi è basato sui due criteri descritti. Si sono pertanto indicati come prioritari gli interventi destinati direttamente alla protezione ed alla salvaguardia dei centri abitati o delle principali vie di comunicazione, e quelli ad essi connessi sulla base di una visione unitaria del bacino. Alcuni di tali interventi sono già in corso, mentre per altri si prevede la realizzazione nel giro di un paio di anni.

Con priorità via via decrescente si sono invece indicati gli interventi strutturali che incidono solo indirettamente sugli abitati e sulle infrastrutture primarie, oppure che incidono su viabilità secondaria, ed infine quelli che appaiono necessari per un corretto riequilibrio idrogeologico del bacino, ma che non comportano rischi a breve termine per le aree antropizzate. Indicativamente si prevede, comunque, che anche questi ultimi interventi siano realizzati nei prossimi 6 ÷ 7 anni.

Occorre infatti ricordare che esiste l'assenza di effetti a breve termine su abitati ed infrastrutture non è affatto dell'assenza di interventi anche nel medio – lungo termine: il caso tipico è quello degli accumuli in alveo di materiale franato, come nel caso dell'intervento n. 10. In occasione di nuovi eventi alluvionali tale materiale può venire rimobilizzato dal corso d'acqua, e contribuire in misura determinante a nuovi dissesti più a valle. In questo caso la valutazione della priorità è pertanto connessa con la stima del "tempo di ritorno" di un evento di tale gravità. Nella presente pianificazione, sulla base di quanto osservato in sito, si è ritenuto che il margine di rischio connesso con un periodo di 6 ÷ 7 anni possa ritenersi accettabile, se raffrontato con altre situazioni a rischio immediato riscontrate nel bacino.

Ogni intervento strutturale dovrà essere accompagnato dai monitoraggi e dai controlli indicati nel paragrafo relativo agli indicatori di successo. In particolare si prevede, contestualmente alla realizzazione degli interventi in alveo, la predisposizione di sistemi di misura idrometrica per la valutazione dei tiranti idrici all'interno del torrente.

Per quanto riguarda infine le opere di manutenzione generale e gli interventi strutturali areali, esse devono essere considerate comprese nelle classi intermedie di priorità, da realizzarsi, indicativamente, nel giro di 3 ÷ 5 anni. Tenuto conto, tuttavia, che tali interventi sono solitamente estesi e necessitano perciò di una

realizzazione per lotti successivi, è opportuno non ritardarne eccessivamente la realizzazione, ed avviarle, quantomeno, subito dopo la risoluzione dei problemi di massima urgenza connessi con i dissesti che coinvolgono abitati ed infrastrutture.

Occorre, inoltre, tenere nella debita considerazione nella scelta degli interventi, e soprattutto nella loro realizzazione e progettazione il complesso delle problematiche che vengono interessate dall'intervento.

A questo fine si sottolinea la presenza all'interno del territorio in esame del sito di importanza comunitaria (SIC) riconosciuti da Natura 2000 indicati con il codice:

IT1315671 Fondali Porto Maurizio - S.Lorenzo al Mare - Torre dei Marmi

INTERVENTI PRIMARI

CODICE INTERVENTO	DESCRIZIONE	COSTO STIMATO (€uro)
Gp-H-4	Consolidamento ed interventi di ingegneria naturalistica. Rif. Frana SS-SC/A*/11/21. Com. di Cipressa	130.000,00
Gp 7	Muro di sostegno in cls fondato su micropali per stabilizzazione della strada. Regimazione delle acque superficiali. Rif. Frana CLA/2/41. Com. di Pietrabruna	50.000,00
Gp 8	Consolidamento in corso con file di pali trasversali al pendio. Regimazione delle acque superficiali. Rif. Frana SC/A*/21/41. Comune di Pietrabruna	40.000,00
Ip 9	Consolidamento delle scarpate in materiale sciolto con opere di ingegneria naturalistica, briglie in pietrame e legname.	26.000,00
Gp 12	Opera di sostegno della strada in cls fondata su pali o micropali. Comune di Pietrabruna	40.000,00
Gp 13	Rifacimento del rilevato stradale mediante terra rinforzata poggiate su basamento in cls fondato su pali o micropali. Comune di Pietrabruna, Loc. San Rocco	52.000,00
Gp – H- 16	Grate vive in legname, con scogliera di appoggio al piede, risagomatura, inerbimento con idrosemina e protezione superficiale con geojuta. Realizzazione opere di contenimento. Rif. Frana CLA/14/41. Comune di Pietrabruna, Loc. Boscomare	92.000,00
Ip 25	Difese spondali in massi cementati con argine sopraelevato in terra rinforzata. Mantellate di protezione in massi. Com. San Lorenzo al Mare, ingresso centro abitato	414.000,00
Ip 26	Difese spondali in massi cementati con argine sopraelevato in terra rinforzata. Mantellate di protezione in massi. Com. San Lorenzo al Mare, ingresso centro abitato	414.000,00

CODICE INTERVENTO	DESCRIZIONE	COSTO STIMATO (€uro)
Ip 27	Difese spondali in massi cementati con argine sopraelevato in terra rinforzata. Difese spondali in c.a.. Adeguamento sezione degli attraversamenti. Torr. San Lorenzo, ingresso centro abitato	207.000,00
Ip 28	Difese spondali in massi cementati con argine sopraelevato in terra rinforzata. Difese spondali in c.a.. Adeguamento sezione degli attraversamenti. Rio Fossarelli a monte confluenza S. Lorenzo	Già finanziato e in parte già eseguito e in parte in corso di esecuzione (Comune -Provincia)
Ip 29	Difese spondali in massi cementati con argine sopraelevato in terra rinforzata. Difese spondali in c.a.. Adeguamento sezione degli attraversamenti. Torrente S. Lorenzo a monte confluenza Rio Fossarelli	414.000,00
Ip 30	Difese spondali in massi cementati con argine sopraelevato in terra rinforzata. Difese spondali in c.a.. Adeguamento sezione degli attraversamenti. Torrente S. Lorenzo a valle confluenza Rio Fossarelli	470.000,00
Ip 31	Difese spondali in massi cementati con argine sopraelevato in terra rinforzata. Difese spondali in c.a.. Adeguamento sezione degli attraversamenti. Abitato di S. Lorenzo	470.000,00
Ip 32	Difese spondali in massi cementati con argine sopraelevato in terra rinforzata. Difese spondali in c.a.. Adeguamento sezione degli attraversamenti.	470.000,00
Ip 38	Fossi di gronda. Abitato di S. Lorenzo	207.000,00
Ip 39	Pulizia e risagomatura alveo, eliminazione tombintaura presente e realizzazione difese spondali. Rio Fossarelli	31.000,00
Gp 49	Messa in sicurezza mediante disaggancio, chiodature e messa in posa di reti paramassi. Rif. Frana ScrA/03/41. Comune di Pietrabruna, Loc. Costa Boazzo	50.000,00
Gp 51	Ricostruzione di muri a secco in abbinamento a palificate vive e messa in posa di geojute con idrosemina. Comune di Pietrabruna, Str, Provinciale n. 45	30.000,00
Ip 54	Pulizia e risagomatura alveo e sistemazione mediante adeguamento della sezione di deflusso. Attraversamento di corso d'acqua lungo la Strada Pietrabruna	21.000,00

CODICE INTERVENTO	DESCRIZIONE	COSTO STIMATO (€uro)
Ip 55	Pulizia e risagomatura alveo e sistemazione mediante adeguamento della sezione di deflusso. Attraversamento di corso d'acqua lungo la S. Rocco	21.000,00
Ip 56	Pulizia e risagomatura alveo e sistemazione mediante adeguamento della sezione di deflusso. Attraversamento di corso d'acqua lungo la Strada Boscomare	21.000,00
Gp 57	Realizzazione muretto in ca. con riprofilatura del versante mediante scoronamento, messa in posa di rete paramassi ed eventuali chiodature. Comune di Pietrabruna, Loc. Rio Brala	35.000,00
Gp60	Ripristino muri e realizzazione di regimazione delle acque Loc. Costa Terre bianche	30.000,00
Gp 62	Approfondimenti geognostici e realizzazione muro in ca. su micropali e regimazione delle acque superficiali. Comune di Pietrabruna, Loc. Torre Paponi	35.000,00
Gp 66	Ripristino muri esistenti e realizzazione rete smaltimento acque. Comune di San Lorenzo Al Mare, Loc. Monte Cianbelin	47.000,00
Fp Ccol1	Avviamento ad alto fusto nei cedui invecchiati (oltre i 30 anni di Roverella)	500.000,00
Fp Ccol2	Taglio fitosanitario e diradamento dal basso sulle pinete a Pinus pinaster e Pinus Halepensis	230.000,00
Gp 66 - 67	Ripristino muri esistenti e realizzazione rete smaltimento acque. Comune di San Lorenzo Al Mare, Loc. Monte Cianbelin	47.000,00
Nota: le righe barrate si riferiscono a tratti di corso d'acqua con interventi già realizzati.		