

## **D.1.4.1 Akcijski načrt za preventivne ukrepe in ukrepe za sanacije erozije**

FEBRUAR 2026

## ***D.1.4.1 Piano d'azione transfrontaliero per azioni preventive e interventi di riparazione delle erosioni***

FEBBRAIO 2026

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 Descrizione dell'area

### *Slovenia – Colline di Vipava*

Come area pilota in Slovenia è stata scelta la parte centrale e collinare della valle di Vipava, nel comune di Ajdovščina, chiamate anche **colline del Vipacco/Vipava**. Le colline del Vipacco si estendono da est a ovest, gravitando sui Comuni di Nova Gorica e Vipava. Nel comune di Ajdovščina, l'area pilota comprende i seguenti villaggi e frazioni: Brje, Dolenje, Gaberje, Planina, Šmarje, Tevče, Velike Žablje, Vrtovče e Zavino. L'area pilota rappresenta un insieme compatto all'interno della valle di Vipava, delimitata in gran parte dal fiume Vipava a nord e dal fiume Branica a sud.

Il substrato roccioso dell'area pilota è costituito da **rocce sedimentarie** del flysch eocenico. Il flysch, caratterizzato da un rapido alternarsi di strati di arenaria siliceo-calcareo e scisto, è chiamato dagli abitanti del luogo "**soudan**". Il flysch costituito prevalentemente da scisto è invece denominato "**opoka**". Nell'area del flysch si sono sviluppati tipi di suolo caratteristici: rendzina, suolo bruno saturo, suolo bruno lavato, suolo pseudo-argilloso e suolo bruno carbonatico, molto simili tra loro per caratteristiche chimiche e fisiche.

Nel flysch compaiono occasionalmente anche strati carbonatici piuttosto spessi, chiamati megaplasti, costituiti da calcare o breccia calcarea. Una tale megastrato costituisce una cresta dal rilievo pronunciato nei dintorni del villaggio di Planine e si estende anche oltre Vrtovč e Šmarij fino alla zona nord-orientale dei vigneti di Zavino, chiamata **breccia di Planina** (Božič, 2021). Nei dintorni di Planina, la breccia carbonatica forma un altopiano con doline, tipico fenomeno carsico.

Secondo una classificazione geologica ingegneristica semplificata, il flysch appartiene alla classe delle rocce di media durezza (rocce) e su di esso può svilupparsi uno strato di suolo relativamente spesso, che a seconda della quantità di arenaria raggiunge una profondità da circa 0,5 m a 2 o 3 m. Maggiore è la quantità di arenaria, minore è la decomposizione ed il territorio è meno soggetto all'erosione.

Le percentuali di arenaria e scisto possono variare notevolmente a livello locale nella zona della valle di Vipava e dipendono dal modo o dall'ambiente in cui si è formata la stratificazione. Sulla mappa geologica di base (OGK, disponibile sul portale eGeologija) queste percentuali non sono riportate ma sono indicate solo le aree di breccia montana all'interno del flysch. Allo stesso modo variano anche le inclinazioni degli strati, da inclinazioni molto lievi o quasi orizzontali a inclinazioni verticali. Le diverse inclinazioni sono il risultato dell'attività tettonica e variano notevolmente a livello locale.

In generale, tuttavia, gli strati sul versante meridionale della valle di Vipava hanno un'inclinazione verso nord-est con angoli compresi tra 30 e 50 gradi, poiché gli strati di flysch sono più recenti dei calcari del Carso e l'età degli strati passa gradualmente dal Carso alla valle di Vipava. Nella zona dei vigneti di Plače e Velike Žablje, che si trovano più a nord o al centro della valle di Vipava, le inclinazioni sono minori, circa 15-20 gradi, mentre a sud, nei dintorni di Zavino, sono maggiori, da 40 a 50 gradi. La situazione tettonica si complica nel punto di contatto tra il Trnovski gozd e la valle di Vipava, poiché i carbonati del Trnovski gozd e del Nanos sono incastrati nel flysch, quindi le inclinazioni degli strati intorno alle superfici di scorrimento sono molto irregolari. Una conseguenza del danneggiamento tettonico delle rocce è anche la grande quantità di detriti carbonatici che si formano sui pendii e che, sotto forma di grandi e profondi smottamenti, si spostano insieme al fango flyschico nella valle. Le frane si formano anche sul flysch, come frane superficiali di alterazione e anche come scivolamenti pianeggianti che si spostano lungo gli strati rocciosi.

Di conseguenza, anche la geomorfologia della zona è variegata, poiché nel centro della valle di Vipava predominano le colline più basse sul flysch e le pianure intorno al fiume Vipava, mentre i carbonati del Trnovski gozd e del Nanos hanno pendenze molto più ripide. Le pendenze del terreno sui pendii flyschici nella zona delle colline di Vipava sono di circa 10-30 gradi, mentre sui pendii meridionali dei carbonati della Planinska breča sono maggiori, fino a 40 gradi. Nella zona dei vigneti, le pendenze sono in media di circa 20-30 gradi a Zavino e Velike Žablje, mentre a Plače sono inferiori, circa 10-15 gradi.

Le rocce flyschiche rappresentano acquiferi minori non caratteristici con risorse idriche sotterranee locali e limitate a bassa portata (le quantità d'acqua sono molto ridotte). Le rocce flyschiche sono molto poco permeabili, soprattutto i lapilli. L'acqua può scorrere attraverso strati più spessi di arenaria fessurata, ma la quantità dipende anche dallo spessore dello strato. Il fango flyschico può essere più permeabile del flysch stesso, a seconda della percentuale di arenaria. Le brecce calcaree fessurate sono più permeabili e costituiscono acquiferi fessurati locali. A contatto con le rocce flyschiche si formano delle sorgenti.

Le colline di Vipava hanno un **clima submediterraneo** con inverni miti ed estati secche e calde (la temperatura media annuale è di 12 °C, quella di luglio è di 21,2 °C e quella di gennaio è di 3,1 °C). La somma media delle temperature effettive ( $T > 10$  °C) durante il periodo vegetativo (dal 1° aprile al 31 ottobre) è di 1.436. La somma delle ore di irraggiamento solare all'anno è di 1.998, ovvero una media di 4.276 MJ/m<sup>2</sup>, il 6,6% in più rispetto alla media slovena. La quantità media totale di precipitazioni annuali è di 1.506 mm, mentre durante il periodo vegetativo è di 910 mm.

La maggior parte delle precipitazioni durante la stagione vegetativa cade in **acquazzoni torrenziali**, e una tale quantità di pioggia in un periodo di tempo estremamente breve può portare a forti processi di erosione, soprattutto sui pendii ripidi incolti. Secondo i dati ARSO per le stazioni pluviometriche di Podkraj, Lokve, Nova Gorica e Bilje, le precipitazioni giornaliere estreme con un periodo di ritorno di 10 anni possono essere previste tra 166 e 230

mm. L'area è anche esposta a forti venti (tempesta) sui versanti settentrionali, soprattutto in inverno, che causano l'erosione eolica sulle aree incolte. L'impatto dell'erosione eolica è molto minore nell'area pilota rispetto alle aree aperte coltivabili della parte pianeggiante del Comune di Ajdovščina (ad esempio Ajdovsko polje).

Sebbene le precipitazioni medie annue siano elevate, non si verificano nei momenti opportuni e la durata delle piogge e la quantità d'acqua per evento non sono ottimali per la crescita di tutte le colture agricole. Stiamo affrontando il cambiamento climatico, che si manifesta sotto forma delle già citate precipitazioni estreme e grandinate, oltre che con l'aumento dei periodi di siccità con temperature elevate, scottature e, d'altro canto, gelate primaverili.

Durante la stagione vegetativa, le alte temperature portano ad una elevata evapotraspirazione, con conseguente bilancio idrico per lo più negativo (P-ET) (Dolinšek, 2020).

La compenetrazione delle aree terrazzate e di altre aree agricole con le comunità forestali e arbustive contribuisce positivamente alla biodiversità, alla ritenzione idrica in caso di forti precipitazioni e alla riduzione dell'erosione idrica ed eolica.

Le Colline del Vipacco coprono un'area di 6.862 ettari e la parte nel comune di Ajdovščina, che è l'area pilota, copre **2.900 ettari**. Considerando l'intera area, quasi la metà della superficie è coperta da foreste (51,1%), con prati e pascoli estensivi che rappresentano il 17% e terreni in sovrannumero il 2,1%. Solo il 21% è costituito da terreni coltivati - seminativi, vigneti, frutteti e frutti di bosco; il resto è costituito da terreni edificati (4,4%) e altri usi (4,4%).



**Figura 1:** Uso attuale del suolo - Colline di Vipava (Locus d.o.o., 2024). Base di esperti paesaggisti per il comune di Ajdovščina

I terreni agricoli in uso coprono 3.166 ettari. Un buon quinto delle Colline del Vipacco è terrazzato. I vigneti coprono il 39,1% di tutti i terrazzamenti esistenti.

I restanti terrazzamenti sono occupati da prati estensivi (25,4%), frutteti (5,8%), seminativi (4%), aree edificate (2,8%) e altro (6,4%). Il 16,5% dei terrazzamenti ha perso la sua funzione agricola - il 12,4% è già coperto da foreste e il 4,1% è ancora in fase di sovrascorrimento. Il 46,1% dell'area è protetto da Natura 2000 (Fonte: Progetto Interreg Adrion Ecovinegoals, 2022). Il 16,5% dei terrazzamenti ha perso la sua funzione agricola - il 12,4% dei terrazzamenti è già coperto da foreste e il 4,1% è ancora in fase di sovrascorrimento.

Nella parte delle Colline del Vipacco che ricade nel comune di Ajdovščina, 1.285 ettari su un totale di **2.900 ettari** sono coperti da Natura 2000, ovvero il 44,3%.

Nell'area pilota, la maggior parte dei terreni agricoli è costituita da prati e pascoli estensivi, vigneti e frutteti. I campi coltivati sono pochi e per lo più situati nelle immediate vicinanze di villaggi o case. L'area pilota è caratterizzata da un paesaggio a terrazze su terreni in pendenza, con terrazze prevalentemente doppie ancora sviluppate sui pendii.



**Figura 2:** Colline del Vipacco - Mappa del paesaggio (Locus d.o.o., 2024). Base di esperti paesaggisti per il comune di Ajdovščina

## Italia - Veneto Orientale

Per l'area pilota in Veneto Orientale è stata scelta una porzione rappresentativa della pianura agro-urbana tra le province di Venezia e Treviso, che coincide con l'ambito del Gruppo di Azione Locale VeGAL - Venezia Orientale. Quest'area comprende 22 comuni, tra cui San Donà di Piave, Portogruaro, Jesolo, Cavallino-Treporti, Caorle, Eraclea, e San Michele al Tagliamento, per una popolazione complessiva di circa 157.775 abitanti. L'area copre una superficie di circa 914 km<sup>2</sup> ed è caratterizzata da una pianura alluvionale costiera compresa tra il litorale adriatico e la valle del Piave.

È un territorio fortemente antropizzato lungo l'arco costiero, ma poco densamente popolato nelle aree rurali, con una prevalenza di aree agricole a seminativo, integrate da zone umide, canali irrigui e infrastrutture. L'area è strategicamente organizzata per la gestione del rischio idraulico e idrogeologico, con arginature, canalizzazioni e sistemi di drenaggio diffusi.

Il suolo della pianura è tipicamente formato da depositi alluvionali recenti – sabbia, limo, argilla – con alta fertilità, buona profondità e capacità idrica. Tuttavia, in alcune aree si osservano fenomeni di compattazione, ristagno idrico e salinizzazione. Le porzioni marginali includono formazioni lagunari sabbiose e fangose, particolarmente sensibili all'erosione e all'ingresso del cuneo salino.

Nelle aree interne, dalla zona pedemontana retrostante e la pianura orientale, il substrato mostra la tipica transizione dalle alture pedemontane verso la pianura alluvionale. Il settore occidentale di questa area è influenzato da successioni di flysch e depositi più antichi, ma nella parte immediatamente retrostante la laguna prevalgono depositi quaternari alluvionali: ghiaie, sabbie, limi e argille disposti in lenti eterogenee. L'acquifero principale è costituito da pacchetti ghiaioso-sabbiosi continui ma intrecciati con lenti argillose che modellano la circolazione idrica e la profondità della falda. Tra le caratteristiche locali più significative si evidenzia come la presenza di paleovalvei del Piave e dei suoi affluenti determinino zone con sabbie più grossolane (vie preferenziali per le acque sotterranee) e aree paludose originarie con sedimenti organici. In alcune aree compresse sia da subsidenza naturale sia antropica si osservano livelli torbosi e compressibili.

La fascia lagunare costiera (litorale e laguna orientale: foce del Piave, litorale tra Eraclea-Jesolo-Cavallino-Caorle) è caratterizzata da successioni recenti di sabbie, fanghi e torbe, con forte influenza delle maree e dei processi di deriva litoranea. Le barene della laguna orientale e le isole minori, insieme agli ambienti a canneto e prateria salina, sono costituite da sedimenti fini e materiali organici sovrapposti a sabbie di canale. Qui i fenomeni di compattazione dei sedimenti alluvionali e torbosi, estrazione idrica storica e modifiche antropiche del sistema di drenaggio hanno comportato aree con abbassamento del livello del suolo, accentuando la vulnerabilità ai fenomeni di intrusioni saline e allagamenti.

Per quanto riguarda clima e precipitazioni si evidenziano valori medi annuali analoghi alla media regionale (pianura 700–900 mm, pedemontana superiore fino a ~1.200 mm nelle isole morfologiche), con picchi autunnali e primaverili e temporali estivi intensi, talvolta associati a fenomeni convettivi che interessano il bacino del Piave e i reticoli secondari. Gli eventi intensi producono rapide colmate dei canali di bonifica e innalzamenti locali della falda.

Il reticolo idraulico di bonifica (consorzi di bonifica attivi) determina tempi di corrivazione rapidi verso i canali principali (Piave, Sile a sud-ovest del target), con gestione difforme tra bacini che può portare a congestione idrica in punti critici (es. zone di saldatura tra canali e canali di laminazione insufficienti). Nella fascia lagunare costiera la combinazione di piogge intense e marea alta (in condizioni di acqua alta o scirocco) nella laguna orientale favorisce ritorni d'acqua verso i canali minori e allagamenti delle aree basse, specialmente nelle zone di bassa quota dietro la linea di argini. La salinizzazione della falda può aumentare durante periodi di siccità alternati a mareggiate (innalzamento del cuneo salino).

Per quanto riguarda l'uso del suolo nelle aree non urbane, l'area mostra una spiccata tipicità. Nelle aree interne è presente un'agricoltura intensiva di pianura: il territorio agricolo a est di Venezia è dominato da colture cerealicole (mais, grano), ortaggi e colture foraggere; presenza di pratiche irrigue gestite da consorzi e utilizzo di reti di drenaggio sotterraneo. Zone di produzione vivaistica e orticoltura specializzata sono presenti in prossimità dei centri urbani e lungo i corridoi infrastrutturali.

Verso le aree più alte e lungo i residui di cordoni dunari paleogeografici si trovano prati, boschetti e coltivazioni perenni; la frammentazione dell'habitat è accentuata da infrastrutture e bonifiche storiche.

Nella fascia lagunare costiera sono presenti ampie aree bonificate e caratterizzate anche da agricoltura salmastra: molte aree costiere sono state bonificate e utilizzate per coltivazioni ortive stagionali o pascoli; alcune parti mantengono praterie salmastre e zone coltivate con tecniche adatte a suoli salini. Nelle zone lagunari orientali (es. aree vicino alla foce del Piave e nella laguna di Caorle) si conservano barene e fasce vegetate (Spartina, Salicornia, cannuccia), che svolgono ruolo fondamentale per la biodiversità e per la protezione dall'erosione.

Proprio sul fenomeno dell'erosione delle barene nella laguna orientale abbiamo riservato un focus speciale. Qui, con il tempo, l'assetto delle opere idrauliche sul fiume Piave (arginature, briglie, opere di regolazione) ha diminuito il trasporto solido verso la laguna orientale rispetto ai livelli storici, riducendo la capacità naturale di accrescere e mantenere le barene. Inoltre la subsidenza localizzata (contributo antropico + consolidamento naturale) combinata con l'innalzamento globale del mare riduce la quota relativa delle barene, aumentando la frequenza di immersione. La regione costiera orientale è infine esposta a moto ondoso e correnti che, soprattutto durante eventi di scirocco e libeccio, erodono i margini delle barene e favoriscono l'apertura di canali di scorrimento.

I processi osservabili mostrano arretramenti della linea di costa barenale, formazione di scarpate perimetrali, aumento del trasporto di sedimenti fini in sospensione e trasformazione di barene emergenti in superfici sommerse o mudflat. L'aumento della salinità e delle immersioni prolungate, inoltre, porta alla perdita di specie pioniere e di coperture vegetali che trattenevano sedimenti, accelerando l'erosione. Il fenomeno dell'erosione, seppur spesso non particolarmente evidente, riveste un ruolo importantissimo sia in termini di perdita di biodiversità che di patrimonio culturale.

### **Italia - Duino-Aurisina, Friuli Venezia-Giulia**

Il Comune di Duino-Aurisina è situato nel settore nord-occidentale dell'altopiano carsico triestino, in prossimità del confine tra Italia e Slovenia. Il territorio comunale si estende su una superficie di circa 45 km<sup>2</sup>, affacciandosi a ovest sul Golfo di Trieste e confinando a est con il territorio carsico di Sgonico e con il territorio costiero del comune capoluogo, Trieste. L'area è suddivisa in numerose frazioni, tra cui Duino, Aurisina, Sistiana, Visogliano, Ceroglie, Malchina e Slivia, con un'estesa presenza di borgate rurali e nuclei storici.

Il paesaggio è dominato da un ambiente carsico tipico, con terreni pietrosi, doline, altopiani e fenditure, in cui si alternano mosaici agricoli, boscati e prativi, inseriti in un contesto morfologico irregolare e geologicamente attivo. Il territorio è modellato da rocce calcaree del Cretacico superiore, intensamente fratturate, con presenza diffusa di forme carsiche superficiali e sotterranee. Le doline costituiscono l'unità morfologica più visibile, spesso utilizzate a fini agricoli per via della maggiore profondità del suolo. Accanto a queste si trovano karren (lapiès), campi carreggiati, grotte e cavità ipogee, tra cui la Grotta del Mitreo e le falesie del Duino, di alto valore paesaggistico e naturalistico. L'uso del suolo nel Comune è fortemente influenzato dalla presenza di aree naturali e seminaturali, che occupano una quota importante del territorio: i boschi a prevalenza di roverella e carpino nero, le praterie aride e le aree agricole marginali si intrecciano in un mosaico eterogeneo.

Le superfici agricole, seppur ridotte, sono concentrate soprattutto nelle conche doliniche e nelle aree meno rocciose, dove si praticano colture foraggere, orticole, viticoltura e frutticoltura, spesso con gestione estensiva. La viticoltura locale, legata a vitigni autoctoni come il Vitovska, rappresenta una delle vocazioni principali dell'agricoltura carsica, anche se soggetta a vincoli pedologici e idrici. Una parte significativa del territorio comunale rientra nella Rete Natura 2000, con la presenza di SIC e ZPS (Siti di Interesse Comunitario e Zone di Protezione Speciale), tra cui il SIC "Carso triestino e goriziano" e la ZPS "Falesie di Duino", che proteggono habitat di steppa carsica, gariga, formazioni forestali e ambienti costieri. Questi elementi contribuiscono alla ricca biodiversità floristica e faunistica, caratteristica dell'ecotono tra aree mediterranee, alpine e balcaniche.

Il substrato roccioso è costituito da calcari massicci, con elevata permeabilità e solubilità, che rendono il territorio privo di una rete idrografica superficiale. I suoli, spesso poco profondi e scheletrici, sono classificabili come rendzine, suoli bruni calcarei e terra rossa carsica. La disponibilità idrica è limitata, e le acque meteoriche si infiltrano rapidamente nel sottosuolo, alimentando sistemi carsici profondi. Questo comporta una vulnerabilità particolare ai cambiamenti climatici, alla siccità prolungata e alla difficoltà di gestione agronomica delle colture, soprattutto nei mesi estivi.

Duino-Aurisina gode di un clima submediterraneo con influenze continentali. Le temperature medie annuali si aggirano intorno ai 12–13 °C, con estati calde e secche e inverni relativamente miti ma ventosi. Le precipitazioni medie annue oscillano tra 1.200 e 1.400 mm, concentrate principalmente in primavera e autunno. La zona è esposta ai venti di bora, che soprattutto nei mesi freddi possono accentuare la perdita di umidità dal suolo e favorire l'erosione eolica nelle aree non protette da vegetazione. L'agricoltura del Carso è soggetta a forti limitazioni pedoclimatiche, tra cui suoli poveri, scarsità idrica, forte pendenza in alcune aree e frequenti eventi meteorologici estremi. Sebbene l'erosione superficiale sia inferiore rispetto ad aree collinari alluvionali, l'erosione localizzata in presenza di copertura vegetale discontinua e l'abbassamento della fertilità dei suoli sono problemi rilevanti.

La ridotta copertura arborea in alcune zone, legata anche all'abbandono delle pratiche agricole tradizionali, ha favorito in certi casi l'espansione incontrollata di arbusti e il degrado del paesaggio.

Pur non essendo tale Comune un'area pilota del progetto, le indicazioni prodotte per l'area delle colline del Vipacco possono essere in molti casi traslate anche per questo contesto. Infatti, tali aree, pur appartenendo a contesti nazionali e storici diversi (Italia e Slovenia), presentano sorprendenti analogie geomorfologiche, soprattutto per quanto riguarda la natura carsica del paesaggio, l'origine geologica e le dinamiche erosive.

## 1.2 Tipi di processi erosivi e fattori di influenza dell'erosione

I processi di erosione causati dalle precipitazioni sono una combinazione di diversi processi. Pertanto, l'erosione non può essere controllata da una singola misura, ma è necessaria una combinazione di diverse misure per mitigare efficacemente gli effetti dei processi erosivi. Queste devono affrontare i meccanismi sottostanti ai processi erosivi dovuti all'impatto delle precipitazioni (Zupanc e Mikoš, 2000). Petan (2010) divide i processi erosivi sui terreni agricoli in erosione superficiale e profonda. I processi di erosione superficiale comprendono:

- erosione **da impatto** (causata dall'urto delle singole gocce d'acqua o da un intenso getto di pioggia);
- erosione **intersolcata** (causata dagli spruzzi delle gocce di pioggia e da un deflusso superficiale poco profondo e debole);
- erosione **a solchi** (causata dal deflusso superficiale concentrato dell'acqua piovana, sotto forma di rivoletti o piccoli ruscelli all'interno dei solchi).

I due processi di erosione profonda sono:

- erosione **a solchi profondi** (causata dal distacco e trasporto delle particelle del suolo dovuto al deflusso di piccoli ruscelli, che generano erosione a solchi);
- erosione **a burroni** (risultato dell'intensificazione dei flussi d'acqua concentrati, ovvero di un'evoluzione incontrollata dell'erosione a solchi o a solchi profondi).

L'erosione profonda provoca un'erosione del suolo più profonda, caratterizzata dal fatto che non può essere appianata con gli strumenti di lavorazione convenzionali, come invece si può fare nel caso dell'erosione superficiale.

I fenomeni di erosione nello spazio dipendono da caratteristiche naturali e da influenze antropiche. Le caratteristiche naturali possono essere suddivise in quattro gruppi (Mikoš e Zupanc, 2000, Petan, 2010):

- (i) proprietà del suolo,
- (ii) le forme del terreno
- (iii) le caratteristiche climatiche o idrologiche del sito e
- (iv) la copertura del suolo.

La *Tabella 1* elenca e descrive i fattori e i parametri rilevanti per la valutazione della suscettibilità del suolo all'erosione superficiale.

**Tabella 1:** Gruppi di fattori e parametri e descrizione della loro influenza sui processi erosivi (adattata da Rivas, 2006 e Petan, 2010).

Fattore / Parametro		Descrizione
(I) CARATTERISTI- CHE DEL TERRENO	Composizione del grano, contenuto di sostanza organica, permeabilità all'acqua, saturazione dell'acqua, densità	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I terreni sabbiosi insaturi o parzialmente saturi hanno un'elevata capacità di infiltrazione dell'acqua. Un'elevata infiltrazione d'acqua significa un minore deflusso superficiale.</li> <li>- I terreni con una predominanza di particelle argillose o un elevato contenuto organico (umico) sono caratterizzati dal legame dei grani in aggregati strutturali stabili, con una maggiore resistenza agli schizzi delle gocce d'acqua.</li> <li>- Nel caso di terreni saturi, l'infiltrazione non è possibile, con conseguente aumento del deflusso superficiale.</li> <li>- I suoli scarsamente compattati e i suoli con struttura naturale disturbata (ad esempio, da macchinari edili) sono più suscettibili all'erosione.</li> </ul>
	Umidità del suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La capacità di ritenzione idrica è una proprietà importante del suolo per fornire una protezione a lungo termine contro l'erosione.</li> <li>- In generale, è auspicabile un'elevata capacità di ritenzione idrica del suolo, ma una capacità di ritenzione troppo elevata può rendere difficile la crescita della vegetazione.</li> <li>- Le misure dovrebbero garantire un'adeguata umidità del suolo per la crescita della vegetazione, soprattutto nelle aree aride.</li> </ul>
	Nutrienti del suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Influenzano l'insediamento della vegetazione (scarsa crescita dovuta al basso contenuto di humus, alla mancanza di nutrienti, ma anche al pH inadeguato).</li> </ul>
(II) MORFOLOGIA DEL TERRENO	Gradiente della pendenza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con l'aumento della pendenza, aumentano la velocità e la turbolenza del deflusso superficiale (la sua capacità di rilasciare e trasportare particelle di suolo aumenta quindi più rapidamente dell'aumento del deflusso superficiale ad alte pendenze).</li> <li>- Il costo delle misure antierosione aumenta, mentre la loro efficacia diminuisce con l'aumentare della pendenza.</li> </ul>
	Lunghezza della pendenza (continua)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'idoneità e l'applicabilità di una misura antierosiva possono essere limitate dalla lunghezza del pendio.</li> <li>- Il tasso di erosione generalmente aumenta con la lunghezza del pendio continuo.</li> </ul>

	Orientamento della pendenza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I versanti meridionali sono significativamente più esposti ai processi erosivi rispetto a quelli settentrionali.</li> <li>- Le precipitazioni sui versanti ventosi possono causare un'erosione significativamente maggiore rispetto ai versanti sottovento.</li> <li>- I versanti meridionali sono più esposti all'evapotraspirazione rispetto a quelli settentrionali, il che può avere un impatto negativo sulla vegetazione dei versanti.</li> <li>- Il contenuto di umidità e lo sviluppo della vegetazione che protegge il suolo dall'erosione dipendono dall'insolazione, dall'umidità dell'aria, dalla temperatura e dalla forza e direzione prevalente del vento.</li> </ul>
(III) CLIMA E IDROLOGIA	Precipitazioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I temporali ripetuti e intensi sono (potenzialmente) la causa principale dell'erosione.</li> <li>- La distribuzione spaziale e temporale delle precipitazioni estreme ha un impatto significativo sull'erosione.</li> <li>- Alcune misure di controllo dell'erosione sono più efficaci in caso di tempeste più forti o più durature rispetto ad altre.</li> <li>- La quantità e la frequenza delle precipitazioni hanno un'influenza diretta sulle condizioni di crescita della vegetazione.</li> <li>- Per le misure di controllo dell'erosione a lungo termine, la tempistica delle precipitazioni può essere più importante delle precipitazioni annuali totali (soprattutto nelle aree aride).</li> <li>- I periodi di siccità più lunghi causano un significativo inaridimento del suolo, con conseguente riduzione della capacità di infiltrazione dell'acqua piovana e, di conseguenza, un maggiore deflusso superficiale e volumi più elevati di materiale rilasciato.</li> </ul>
	Temperatura e insolazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La temperatura del suolo influisce sull'insediamento della vegetazione. Stagioni di crescita più lunghe e cicli di gelo/disgelo poco frequenti hanno generalmente un effetto positivo sulla crescita della vegetazione.</li> <li>- Il gelo/disgelo può ridurre significativamente l'efficacia delle misure antierosione.</li> <li>- L'elevata umidità e le alte temperature possono aumentare il tasso di erosione dei materiali naturali. Anche il gelo può influire negativamente sugli agenti atmosferici.</li> </ul>
	Neve	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'aumento dell'umidità del suolo dovuto allo scioglimento della neve può stimolare la crescita delle piante.</li> <li>- Lo stress da neve può ridurre l'efficacia o danneggiare gli elementi della protezione antierosiva. L'innevamento aumenta il deflusso superficiale e l'erosione.</li> </ul>
	Vento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il vento può danneggiare la protezione superficiale contro l'erosione.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'erosione eolica, sebbene non sia l'oggetto di questo progetto, è particolarmente problematica sui terreni privi di copertura verde.</li> </ul>
(IV) VEGETAZIONE / COPERTURA DEL SUOLO	Copertura vegetale, arbusti e alberi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La copertura vegetale protegge (parzialmente) il suolo dagli effetti dannosi delle precipitazioni e del ruscellamento superficiale. Ha anche effetti positivi sulle proprietà fisiche del suolo, aumentando la capacità di infiltrazione e consolidando il suolo superficiale.</li> <li>- Le chiome di alberi e arbusti riducono l'energia cinetica delle gocce di pioggia prima che raggiungano il suolo, ma non proteggono il suolo dall'erosività del ruscellamento superficiale.</li> <li>- Le misure di protezione dall'erosione non devono inibire la crescita delle piante autoctone presenti in natura, necessarie per garantire una protezione dall'erosione a lungo termine.</li> <li>- La crescita della vegetazione è rapida nei climi umidi, a condizione che vi siano terreni favorevoli e una topografia adeguata.</li> <li>- L'aumento del deflusso superficiale è sfavorevole durante la fase di costituzione della copertura vegetale, poiché riduce il tasso di germinazione dei semi (di erba).</li> </ul>
(V) ATTIVITÀ UMANE	Uso e/o trattamento del suolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La trasformazione della geometria del pendio può avere un effetto negativo o favorevole sulla suscettibilità all'erosione.</li> <li>- Le sponde esposte appena formate (senza vegetazione) sono più suscettibili all'erosione.</li> <li>- La compattazione del suolo ne modifica le proprietà, riduce la capacità di infiltrazione e aumenta il deflusso superficiale, aumentando la suscettibilità all'erosione.</li> <li>- I processi erosivi possono essere mitigati, innescati o intensificati anche da diverse pratiche di lavorazione del terreno.</li> </ul>

## 2. RISCHIO DI EROSIONE DEL SUOLO E DI DISSESTO DEL TERRITORIO

### 2.1 Slovenia - Colline del Vipacco

Nell'area pilota delle Colline di Vipava, soprattutto sui terreni in pendenza, l'**erosione da pioggia** è prevalente. Questo fenomeno aumenta in modo significativo in occasione di interventi importanti come interventi di sistemazione agraria (ad esempio i terrazzamenti) e la costruzione o l'ampliamento di sentieri e strade, soprattutto quando coincidono con forti precipitazioni. In passato, la combinazione di pratiche agricole inadeguate e precipitazioni intense ha portato a un aumento dei processi di erosione, causando danni al paesaggio sui terreni agricoli scoscesi quando i vigneti e l'ambiente edificato si insediano nella zona di impatto dei vigneti di nuova realizzazione.





**Figura 3:** Esempi di processi erosivi sul pendio ripido e indisturbato di Zavino  
(foto: archivio del Comune di Ajdovščina)

L'invasione dei terreni in pendenza avviene sia in agricoltura sia in altre attività della zona, come la costruzione e l'ampliamento di infrastrutture. Nell'area pilota, gli interventi agricoli più frequenti riguardano il ripristino di vecchie colture permanenti o la creazione di nuove colture (vigneti, frutteti, oliveti). Le aree sensibili all'erosione sono principalmente quelle in cui si effettuano lavorazioni o allentamenti del suolo, cioè la semina di campi e colture permanenti non vegetate. I terreni vengono scoperti anche durante i terrazzamenti e sono quindi particolarmente vulnerabili. Gli approcci alla gestione del suolo variano da un coltivatore all'altro: alcuni rinverdiscono il suolo nel primo anno dopo la semina, altri negli anni successivi, altri ancora lo coltivano per tutta la durata della piantagione. Le aree prive di copertura vegetale sono più vulnerabili all'erosione, poiché non sono protette dagli effetti dannosi delle precipitazioni e del ruscellamento superficiale.

Anche i sentieri e le strade non mantenuti o mal mantenuti e privi di adeguati sistemi di drenaggio, così come i prati e i boschi in cui la copertura vegetale è danneggiata da operazioni agricole o forestali, piste ciclabili, pascolo eccessivo, ecc. contribuiscono negativamente alla suscettibilità all'erosione. Una copertura vegetale danneggiata riduce gli effetti benefici dell'apparato radicale e allenta lo strato superficiale del terreno, aumentando l'umidità del suolo durante le precipitazioni e riducendo la resistenza del suolo e l'erosione. I danni alla copertura vegetale aumentano la velocità del flusso d'acqua, con conseguente deriva del suolo e danni alla superficie del terreno.

Sulla base dello studio dell'area pilota e in collaborazione con esperti, membri del gruppo transfrontaliero di esperti sull'erosione e altri professionisti che partecipano al progetto Ero-STOP, è stata sviluppata una serie di misure per prevenire e/o mitigare l'erosione, al fine di migliorare le pratiche agricole e altri interventi territoriali sui pendii agricoli ripidi (cfr. Capitolo 3). Un'analisi SWOT, che rappresenta un importante punto di partenza per la formulazione di queste misure, è stata effettuata il 17 aprile 2025, in occasione di un

workshop transfrontaliero di focus group tenutosi presso la sede della Camera di Commercio e Industria regionale di Ajdovščina (D.3.2.1). L'evento ha riunito diverse parti interessate, in particolare proprietari di terreni agricoli, rappresentanti della protezione civile, membri del gruppo di esperti transfrontalieri, esperti, consulenti e membri del pubblico in generale, contribuendo a una visione olistica delle sfide e delle opportunità nella gestione dell'erosione. Tali misure possono essere replicate e successivamente introdotte in terreni simili in tutta l'area transfrontaliera e oltre.

### ***Sfruttare i benefici***

L'area pilota delle Colline del Vipacco ha una forte tradizione nell'uso dei terrazzamenti in agricoltura, che rappresenta uno dei vantaggi principali nella gestione del rischio di erosione. I terrazzamenti consentono un uso sostenibile dei terreni agricoli su pendii ripidi e prevengono il ruscellamento superficiale e la conseguente erosione del suolo.

La legislazione esistente fornisce la base per la protezione del suolo, mentre l'identificazione precoce delle condizioni ambientali consente di intervenire tempestivamente. Tra le pratiche antierosione efficaci, spicca l'uso dell'inverdimento, che contribuisce sia alla riduzione dell'erosione sia al miglioramento della biodiversità. Oltre ai benefici funzionali, le misure antierosione come l'inverdimento e i terrazzamenti contribuiscono anche a migliorare l'aspetto del paesaggio culturale, aumentando il valore estetico e turistico dell'area.

Oltre a quanto sopra, anche un adeguato drenaggio è fondamentale. La presenza di sistemi di drenaggio delle acque piovane e sotterranee contribuisce ulteriormente alla stabilità dei pendii e alla riduzione degli effetti negativi di eventi meteorologici estremi.

Un importante sostegno agli agricoltori viene dai servizi di consulenza agricola, che forniscono il trasferimento di conoscenze e consigli sulle buone pratiche.

Un ulteriore vantaggio è il forte legame tra pratica e scienza, che si riflette nello sviluppo di metodi innovativi di controllo dell'erosione. La cooperazione transfrontaliera e lo scambio di conoscenze tra esperti di diversi settori (agricoltura, geologia, ingegneria civile, ecc.) rafforzano la resilienza regionale e creano opportunità per una più ampia applicazione di approcci di successo.

Anche la disponibilità di dati pubblici, come mappe geologiche di base, LIDAR, immagini DOF in tempi diversi, mappe del rischio di erosione e dati pluviometrici, è un vantaggio importante, che consente una migliore pianificazione e attuazione di misure di protezione del suolo mirate. Anche le immagini di archivio di altri progetti non disponibili pubblicamente (ad esempio IN4SAFETY) sono importanti per l'identificazione dell'erosione, la valutazione della progressione nel tempo dei processi erosivi e la modellazione dell'erosione.

## ***Affrontare le carenze***

Nell'area delle Colline del Vipacco, nonostante gli sforzi per implementare misure anti-erosione, ci troviamo di fronte a una serie di carenze sistemiche e di attuazione. Spesso i piani di bonifica agraria e gli studi geomeccanici non vengono seguiti, portando a interventi sul territorio inappropriati e dannosi a lungo termine. La Direzione in materia acqua è lenta a rispondere alle esigenze e alle iniziative, cosa che ostacola ulteriormente un'azione efficace.

A causa di vincoli di tempo e finanziari, alcuni interventi sono eccessivi o affrettati, senza una base di esperti completa. Le parti interessate sono spesso poco formate (ad esempio gli ispettori agricoli) e ciò contribuisce a una scarsa attuazione e a un monitoraggio inefficace. Inoltre, le scadenze per la stesura dei rapporti degli esperti sono spesso irrealisticamente brevi, il che influisce sulla loro qualità.

Una governance efficace è ulteriormente ostacolata da una legislazione debole e non coordinata, da procedure opache e da una terminologia tecnica non unificata. La complessità delle misure, la difficoltà di finanziare e la mancanza di coordinamento intersettoriale riducono ulteriormente l'efficacia attuativa. Manca inoltre la supervisione dell'attuazione delle opere, il che consente anche l'effettuazione di opere di ripristino agricolo informali, senza una supervisione professionale. Vale la pena notare che la supervisione viene spesso effettuata solo dopo il completamento delle opere, ma non durante la loro attuazione, quando le sfide legate alle condizioni ambientali (ad esempio le caratteristiche geologiche e idrogeologiche) potrebbero essere identificate e prese in considerazione in tempo per prendere provvedimenti adeguati.

I potenziali impatti delle condizioni ambientali, da un lato, e gli impatti dell'attuazione degli interventi di ripristino dell'area di impatto più ristretta (che può includere anche l'ambiente edificato), dall'altro, sono spesso sottovalutati e gli agricoltori e le altre parti interessate non sono sufficientemente informati sull'importanza della prevenzione dell'erosione. L'ordine inappropriato in cui viene preparata la documentazione e il modo in cui i risultati vengono elaborati e riportati contribuiscono ulteriormente all'opacità del processo e ad errori potenziali.

Per superare queste debolezze, è fondamentale migliorare la cooperazione istituzionale, la formazione delle parti interessate e rafforzare il monitoraggio e la sensibilizzazione, semplificando e armonizzando al contempo i quadri legislativi.

## ***Cogliere le opportunità***

Nell'area delle Colline del Vipacco esistono diverse opportunità per sfruttare le pratiche esistenti e migliorare la gestione dei rischi di erosione a lungo termine. La chiave è la sensibilizzazione degli agricoltori sull'importanza della prevenzione dell'erosione, che

incoraggerebbe una gestione responsabile del territorio. Anche la formazione integrata di tutte le parti interessate, compresi gli appaltatori, rappresenta un'opportunità importante, ad esempio attraverso la collaborazione con la Camera dell'Artigianato.

Esistono opportunità di finanziamento continuo e mirato, nonché risorse dedicate per la preparazione di documentazione tecnica di alta qualità, che consenta una migliore pianificazione e attuazione degli interventi sul territorio. I progressi tecnologici consentono di utilizzare il telerilevamento per monitorare l'erosione e i cambiamenti della superficie, contribuendo a individuare precocemente i rischi e a reagire rapidamente.

L'introduzione di pratiche agricole sostenibili, come ad esempio l'inverdimento interfilare, rappresentano un'opportunità per la protezione del suolo a lungo termine e per una migliore produzione di colture. Una delle possibili soluzioni pratiche a livello comunale consiste nello stabilire un elenco di terreni in cui è consentito introdurre i residui di bonifica per migliorare le condizioni del suolo. In questo modo si ridurrebbe il rischio di smaltimento non regolamentato di questi materiali geologici e di impatti negativi sul paesaggio.

Anche il rafforzamento della collaborazione sul campo tra agricoltori, consulenti agricoli e geologi, geotecnici e/o idrogeologi è molto importante, in quanto comporta un trasferimento diretto di conoscenze ed una più rapida identificazione dei rischi. Esiste anche l'opportunità di includere la supervisione professionale come costo obbligatorio, soprattutto nelle prime fasi dei lavori, per garantire che si possa intervenire nei casi in cui la situazione reale si discosti in modo sfavorevole da quanto previsto e per aumentare la professionalità e la responsabilità nell'attuazione delle misure.

Sfruttando queste opportunità, possiamo dare un importante contributo all'uso sostenibile del territorio, riducendo l'erosione, evitando impatti sull'ambiente edificato e preservando il valore paesaggistico e agricolo dell'area.

### ***Gestione delle minacce***

Le Colline del Vipacco, in quanto area di progetto pilota nello studio della suscettibilità e della gestione dell'erosione, devono affrontare una serie di minacce che incidono sull'uso sostenibile del territorio e sull'efficacia delle misure antierosione. Una delle sfide principali è la crescente pressione del capitale sull'uso del territorio, che incoraggia interventi territoriali inappropriati e sconsiderati che spesso riducono la stabilità del suolo a lungo termine.

Anche l'aumento di eventi meteorologici estremi, come forti piogge e siccità, rappresenta una minaccia, aumentando la vulnerabilità di un'area già fragile. Lo sconfinamento illegale senza permessi, soprattutto su terreni scoscesi, avviene senza supervisione o valutazione di esperti, aumentando notevolmente il rischio di erosione e degrado del suolo.

La pratica comune di coltivare grandi aree su terreni in forte pendenza senza tenere conto delle misure tampone contribuisce ulteriormente alla perdita di suolo fertile. Inoltre, le aree ricoperte di vegetazione, i terreni agricoli abbandonati e lo sviluppo disperso costituiscono un problema, che porta al degrado del paesaggio e alla perdita di terreni agricoli.

Cambiamenti sconsiderati nella legislazione o nelle linee guida degli esperti possono minare i meccanismi di protezione del suolo esistenti, soprattutto se si riduce il sostegno alle pratiche sostenibili. La composizione geologica sfavorevole dei suoli e la loro suscettibilità ai movimenti laterali di massa (frane, ecc.) aumentano ulteriormente la necessità di un'attenta pianificazione e di un'attuazione controllata delle misure.

Gli impatti negativi di interventi inappropriati possono colpire anche aree o insediamenti limitrofi, aumentando i conflitti sociali e ambientali e riducendo il sostegno della popolazione locale all'attuazione di misure di emergenza. Tutte queste minacce richiedono un approccio globale e a lungo termine e il rafforzamento del monitoraggio, della cooperazione e dell'adattamento delle politiche e delle azioni alla situazione sul campo.

## 2.2 Italia - Veneto Orientale

Nell'area pilota del Veneto Orientale, caratterizzata da un paesaggio prevalentemente pianeggiante e solo a tratti lievemente ondulato, il rischio di erosione del suolo assume forme e dinamiche differenti rispetto a quelle tipiche dei versanti ripidi delle colline del Vipava. In particolare, l'erosione diffusa superficiale — spesso invisibile a occhio nudo — è associata principalmente alla lavorazione intensiva dei suoli agricoli, alla scarsa presenza di copertura vegetale nei periodi invernali e all'azione combinata di piogge intense su terreni non protetti da copertura vegetale.

In questo territorio, fortemente vocato all'agricoltura industrializzata e con alcuni episodi di monocoltura (in particolare mais e colture orticole), il fenomeno erosivo è meno evidente ma tuttavia non da banalizzare, perché porta a una progressiva perdita della fertilità superficiale, all'impaccamento e alla diminuzione della capacità di infiltrazione dei suoli. L'erosione da ruscellamento superficiale può manifestarsi anche in campi apparentemente planari, soprattutto in presenza di micro-dislivelli o canalizzazioni artificiali mal gestite, che concentrano il deflusso idrico durante gli eventi meteorici estremi.

Anche nei contesti di pianura, le lavorazioni del terreno che lasciano il suolo nudo per lunghi periodi, come l'aratura autunnale seguita da una semina primaverile (come nel caso del mais), espongono il suolo all'azione diretta della pioggia battente, favorendo la disaggregazione degli aggregati superficiali e il loro trascinarsi. La mancanza di copertura vegetale — spontanea o artificiale — rappresenta dunque il principale fattore di vulnerabilità all'erosione anche nei

campi pianeggianti. Un altro elemento critico è rappresentato dalla compattazione dei suoli, causata dal passaggio ripetuto di mezzi meccanici pesanti (trattori, irroratrici, mietitrebbie), soprattutto in condizioni di umidità del terreno elevata. Questo processo è particolarmente problematico perché riduce la porosità del suolo e ostacola l'infiltrazione dell'acqua, aumentando il deflusso superficiale e, di conseguenza, il rischio di erosione. Le aree più sensibili a questo tipo di degrado sono spesso i margini dei campi, le capezzagne, i solchi di scolo non regimati e le aree in cui mancano siepi, fasce tampone o inerbimenti permanenti.

Nel territorio del Veneto Orientale, inoltre, la progressiva scomparsa di infrastrutture ecologiche come siepi, filari e fossati inerbiti (comune a tutta la Pianura Padana) ha contribuito alla semplificazione del paesaggio agrario e alla perdita di elementi in grado di rallentare i flussi idrici e trattenere il suolo. La canalizzazione artificiale delle acque senza adeguati sistemi di rallentamento del deflusso ha aggravato il rischio locale di fenomeni erosivi puntuali (erosione a solchi) e il trasporto di sedimenti verso la rete idraulica minore.

Anche per l'area pilota del Veneto Orientale, nell'ambito del progetto Ero-STOP, è stato avviato un processo partecipativo che coinvolgerà agricoltori, tecnici agronomi, consorzi di bonifica e amministrazioni comunali. L'obiettivo è stato quello di identificare misure di mitigazione replicabili, basate sulla promozione di pratiche agricole conservative, come:

- l'introduzione di colture di copertura invernali (cover crops);
- la riduzione delle lavorazioni profonde;
- l'adozione dell'agricoltura a strip o a file alternate;
- l'inserimento di fasce tampone inerbite e siepi lungo i confini poderali;
- la regimazione sostenibile delle acque meteoriche.

Queste misure, anche se meno scenografiche rispetto alle sistemazioni dei versanti collinari, sono fondamentali per la salvaguardia del capitale naturale dei suoli pianeggianti, spesso dato per scontato ma altrettanto vulnerabile ai cambiamenti climatici e alle pressioni dell'agricoltura intensiva.

Il percorso di analisi è supportato dai risultati ottenuti da un focus group territoriale tenutosi nella sede del Gruppo di Azione Locale VeGAL il 23.09.2025. La metodologia utilizzata si è ispirata all'analisi SWOT, al fine di permettere un parallelismo con i risultati del focus group organizzato in Slovenia.

I risultati principali della SWOT analisi sono riassunti di seguito:

### **Vantaggi**

- o Settore pubblico:
  - Presenza di importanti attori territoriali che fanno networking e creano delle reti di formazione e informazione locali

- Cooperazione con esperti, anche a livello locale
- o Settore privato:
  - Aumento dell'attenzione degli operatori verso una produzione sempre più biologica e sostenibile, e un approccio produttivo attento all'ambiente
- o Popolazione:
  - Conoscenze locali forti: una storia del territorio e una produzione con un focus al locale
  - Importanza delle attività di volontariato e no profit
  - Crescente importanza dell'educazione ambientale ed educazione civica, già a partire dall'ambito scolastico

### Svantaggi

- o Settore pubblico:
  - Mancanza di pianificazione duratura ed efficace
  - Erosione del suolo dovuta ad attività di urbanizzazione (tombinamento dei fossi, assenza di bacini di laminazione, etc.)
  - Mancata pianificazione a livello locale-comunale
  - Mancanza di manodopera nei consorzi di bonifica
  - Attività e proposte di green policy spesso non veritiere, e quindi non applicate a medio e lungo termine
- o Settore privato:
  - Business as usual nelle aziende per mancanza di consapevolezza
  - Sfruttamento del terreno senza una visione a lungo termine
  - Green policy di facciata come scelta di marketing
  - Vocazioni tipiche (e più sostenibili) dell'agricoltura che vengono abbandonate
- o Popolazione:
  - Manca una conoscenza culturale
  - Globalizzazione nelle scelte dei consumatori
  - Pressione antropica
- o Natura:
  - Sostanza organica sempre minore nel terreno con conseguente impoverimento

### Opportunità

- o Settore pubblico:
  - Azioni singole della Politica Agricola Comune (PAC)
  - Responsabilizzazione grazie a politiche sovra-locali

- Legislazione che dà valore tramite attività del terzo settore
- o Settore privato:
  - L'importanza del 'Benchmarking', copiare dai modelli migliori
- o Popolazione:
  - Condivisione di pratiche, ora possibile grazie alla digitalizzazione
  - Globalizzazione che dà consapevolezza a quello che sta accadendo a livello internazionale.

## Minacce

- o Settore pubblico:
  - Meno fondi e meno persone per effettuare controlli
- o Settore privato:
  - Delocalizzazione della produzione
  - Il mercato chiede una produzione eccessiva, portando a delle scelte di produzione a volte non etiche (produzione>ambiente)
- o Popolazione:
  - Nuovi paradigmi di consumo, che impattano l'ambiente
  - Urbanizzazione: il sistema chiede di espandersi
- o Natura:
  - Fenomeni estremi e Imprevedibilità della natura (es. alluvioni)
  - Temperature in aumento

Il lavoro condotto nell'area del Veneto Orientale rappresenta un modello replicabile per altri territori pianeggianti dell'area transfrontaliera, dove l'erosione "silenziosa" del suolo rischia di passare inosservata, ma ha effetti cumulativi significativi sulla sostenibilità del sistema agricolo.

## 3. MISURE E SOLUZIONI PER PREVENIRE E CONTRASTARE L'EROSIONE

### 3.1 Informazioni generali sulle misure di controllo dell'erosione del suolo

In generale, le misure di controllo dell'erosione sono suddivise in 7 categorie (Rivas, 2006) e sono riportate nella *Tabella 2*. Inoltre, sono elencati i parametri del suolo che devono essere conosciuti per un'efficace pianificazione e attuazione della misura. Tutte le categorie elencate possono essere considerate come misure preventive per evitare che si verifichi l'erosione o che le particelle di terreno si spostino, oppure come misure correttive nelle aree erose.

**Tabella 2:** *Categorie di misure di controllo dell'erosione (adattate da Rivas, 2006) e informazioni necessarie sulle proprietà dello strato superficiale del suolo.*

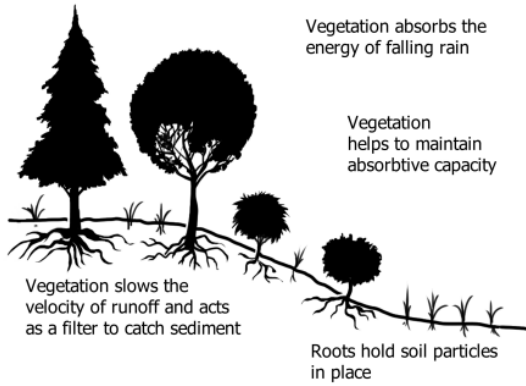
Azione	Informazioni indicative necessarie sulle proprietà dello strato superficiale del suolo e raccomandazioni
Modifica della geometria del pendio (terrazzamento, modifica della pendenza del pendio, ecc.)	Classificazione (ad es. USCS), composizione granulometrica (argilla, limo, sabbia), resistenza al taglio, coefficiente di permeabilità all'acqua È inoltre consigliabile verificare la sicurezza globale del pendio in base ai risultati delle indagini e fornire indicazioni sulle modifiche alla geometria e sulle altre misure necessarie in base ai risultati dei calcoli.
Semina, concimazione e additivi per il terreno (modifica del pH, ecc.)	Classificazione (ad esempio USCS), composizione granulometrica (contenuto di argilla, limo, sabbia), umidità e densità naturali, contenuto organico, contenuto di nutrienti, coefficiente di permeabilità all'acqua, capacità di assorbimento e ritenzione idrica (SWRC), pH. L'uso di fertilizzanti e additivi per il suolo deve essere conforme alla legislazione e alle linee guida settoriali applicabili. Anche le colture adatte alle condizioni ambientali e allo scopo (protezione dall'erosione) devono essere selezionate in consultazione con un esperto.
Trattamento superficiale del suolo (materiali organici o inorganici per il trattamento superficiale)	Classificazione del suolo (ad es. USCS), composizione granulometrica (argilla, limo, sabbia), umidità naturale, contenuto organico, coefficiente di permeabilità all'acqua, capacità di assorbimento e ritenzione idrica, pH. Si raccomanda di verificare e dimostrare l'idoneità dei materiali di trattamento in laboratorio e/o in un campo di prova (piccola area). Nel campo sperimentale, deve essere determinato anche il processo tecnologico di trattamento (strofinamento, incorporazione...)
Materiale di copertura (paglia, legno, trucioli, ecc.)	Non sono necessarie informazioni specifiche sul suolo. Si raccomanda di effettuare test di identificazione del suolo (ad esempio, classificazione) per determinare la suscettibilità all'erosione. Spesso la copertura come unica misura non è sufficiente a garantire un'efficace protezione dall'erosione. È necessario considerare anche il tempo

	<p>di azione (biodegradabilità) e l'impatto della copertura sulle proprietà del suolo e sulla crescita della vegetazione.</p>
<p>Geosintetici per la protezione dall'erosione</p>	<p>Classificazione del suolo (ad esempio USCS), composizione granulometrica (argilla, limo, sabbia), contenuto organico, umidità naturale e densità, resistenza al taglio, coefficiente di permeabilità all'acqua.</p> <p>La resistenza al taglio del terreno e la densità (densità apparente) non sono parametri necessari per la determinazione della funzione di protezione dall'erosione, ma sono indispensabili per eventuali calcoli di stabilità delle sponde con il geosintetico della protezione dall'erosione e per il calcolo delle trincee di ancoraggio necessarie.</p> <p>Il metodo RUSLE può essere utilizzato per determinare le prestazioni di un geosintetico per il controllo dell'erosione in conformità alla norma tecnica ISO/TR 128228-8, tenendo conto delle proprietà nominali del geosintetico per il controllo dell'erosione. I calcoli possono anche essere eseguiti utilizzando un software dedicato disponibile gratuitamente sui siti web di alcuni produttori di geosintetici per la protezione dall'erosione (ad esempio Naue, Maccaferri, ecc.). Il geosintetico per la protezione dall'erosione temporanea o permanente appropriato deve essere scelto da un esperto sulla base della scheda tecnica del prodotto e/o in consultazione con il produttore del geosintetico.</p>
<p>Rivestimenti e strutture (pietra o cemento, gabbioni, ecc.)</p>	<p>Classificazione del terreno, composizione granulometrica (percentuale di argilla, limo, sabbia), resistenza al taglio, rigidità o deformabilità.</p> <p>Questo tipo di protezione dall'erosione viene utilizzato principalmente per la protezione di sponde e alvei, nelle zone costiere, per la protezione di infrastrutture (ad esempio per prevenire lo scostamento e l'erosione delle fondazioni dei pilastri), in caso di torrenti e altrove dove sono richieste protezione dall'erosione e sollecitazioni meccaniche. Nei terreni agricoli (vigneti), è probabile che tali sistemi vengano utilizzati solo eccezionalmente o solo nel caso di grandi fossi di drenaggio per raccogliere le acque superficiali e/o per regolare potenziali sorgenti e sponde ripide.</p>
<p>Bioingegneria (piante, materiali biodegradabili come le reti di cocco, le reti di juta, ecc.)</p>	<p>Classificazione del suolo, composizione granulometrica (argilla, limo, sabbia), umidità e densità naturali, contenuto di sostanza organica, contenuto di nutrienti, coefficiente di permeabilità all'acqua, capacità di assorbimento e ritenzione idrica (SWRC), pH.</p> <p>A seconda della misura antierosiva prevista, è necessario selezionare un insieme significativo di parametri del suolo. Ad esempio, nel caso dell'uso di reti di cocco, il contenuto di nutrienti, la capacità di assorbimento e ritenzione idrica (SWRC) e il pH non sono fondamentali se non si prevede anche la vegetazione.</p> <p>Va tenuto presente che nel caso della protezione antierosiva biodegradabile, si tratta di una misura temporanea, che in linea di principio funziona fino all'insediamento della vegetazione. I prodotti biodegradabili hanno anche una durata funzionale diversa nei vari ambienti di utilizzo, che per le condizioni "standard" è specificata nella scheda tecnica del prodotto.</p> <p>Quando si pianifica l'impianto, è necessario selezionare le piante appropriate in collaborazione con esperti in base all'ambiente di utilizzo e ai cambiamenti climatici previsti.</p>

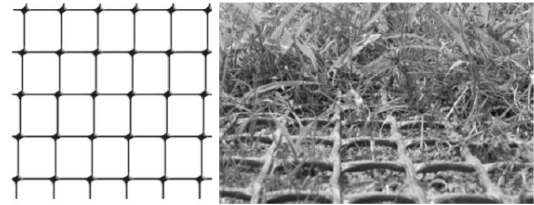
Le singole misure di controllo dell'erosione in agricoltura devono soddisfare una serie di requisiti, come la protezione della superficie del suolo dagli impatti delle gocce di pioggia, il controllo dell'erosione dei canali e dei ruscelli, la raccolta del suolo lavato e dilavato e la predisposizione di un sistema di drenaggio superficiale per garantire un flusso controllato delle acque meteoriche dalle aree agricole nei canali di drenaggio (Zupanc e Mikoš, 2000). La scelta di una misura di controllo dell'erosione si basa anche sul tipo di erosione individuato. La *Tabella 3* elenca le misure raccomandate in base a ciascun tipo di erosione e le *Figure 4-12* mostrano le misure di protezione dall'erosione e i prodotti tipici elencati nella *Tabella 3*. La *Tabella 4* elenca i criteri per valutare l'idoneità delle potenziali misure di resistenza all'erosione del suolo e la loro fattibilità economica.

**Tabella 3:** Misure per prevenire i diversi tipi di erosione superficiale.

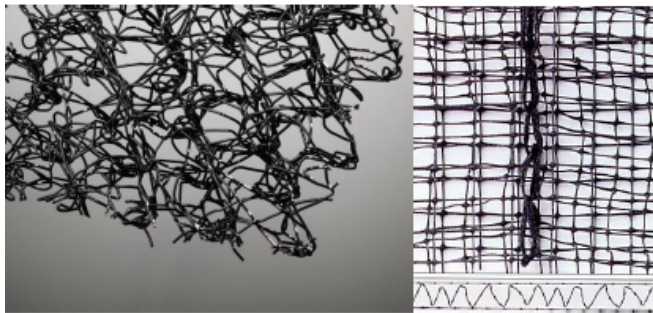
Tipo di erosione superficiale	Possibili azioni
Erosione della placca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inverdimento delle aree (Figura 4) e spargimento di pacciamatura o altri rivestimenti</li> <li>- pacciamatura per incanalare l'acqua</li> <li>- protezione delle superfici con geosintetici antierosione (Figure 5 - 11)</li> <li>- altre misure per ridurre l'energia cinetica dovuta all'impatto delle gocce di pioggia e per stabilizzare lo strato superficiale del suolo</li> </ul>
Erosione dei canali e dei canali di scolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rimozione dei solchi risultanti, livellamento della superficie</li> <li>- rinverdimento delle aree solitamente sufficienti: semina, uso di fertilizzanti e schermi, impianto di fasce di vegetazione</li> <li>- migliorare l'infiltrazione scavando e aggiungendo materia organica</li> <li>- riduzione della velocità di deflusso della superficie (gradonatura...)</li> <li>- gestione del drenaggio (previene la creazione e la diffusione di punti caldi di erosione)</li> <li>- protezione delle superfici con geosintetici antierosione (Figg. 5-11)</li> <li>- riduzione della pendenza e della lunghezza dei pendii: metodi efficaci sono la costruzione di barriere di rami (Figura 12), il diserbo, l'applicazione di materiale per coperture, georol (Figura 10) o altri prodotti ingombranti per la ritenzione dei sedimenti (Figura 11)</li> <li>- suoli poveri di sostanze nutritive e con scarsa struttura: utilizzo di additivi appropriati per il suolo</li> </ul>
Erosione di fossi e canalette	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rimozione dei solchi e dei fossati risultanti, livellamento del terreno.</li> <li>- limitare l'aratura profonda sui terreni in pendenza.</li> <li>- costruzione di barriere in pietra o legno per ridurre la velocità del flusso d'acqua e impedire l'approfondimento di fossi e solchi.</li> <li>- costruzione di sistemi di drenaggio per la cattura e lo scarico controllato dell'acqua.</li> <li>- geosintetici per proteggere solchi e fossi (per consentire il drenaggio e prevenire la progressione dell'erosione, per rinforzare le sponde, ecc.)</li> </ul>



**Figura 4:** Inverdimento delle superfici (ISO 18228-8:2019).



**Figura 5:** Esempio di geosintetici-geogriglia (ISO 18228-8:2019).



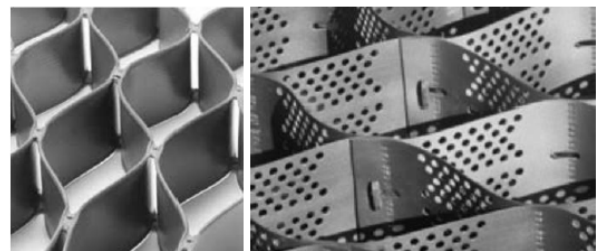
**Figura 6:** Esempio di geosintetico - geogriglia (ISO 18228-8:2019).



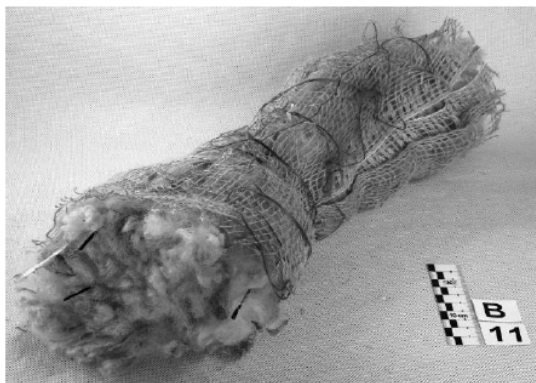
**Figura 7:** Screening (Fonte: sanjacsupply.com)



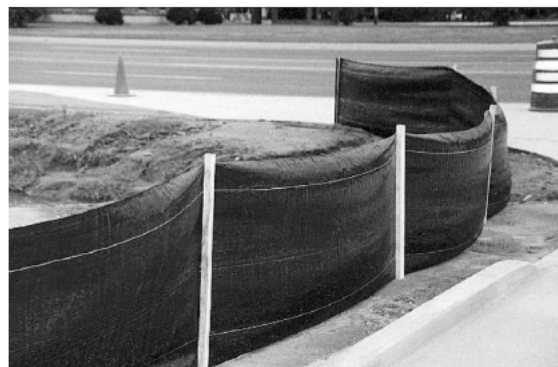
**Figura 8:** Esempio di geosintetico - geofabbrica (ISO 18228-8:2019).



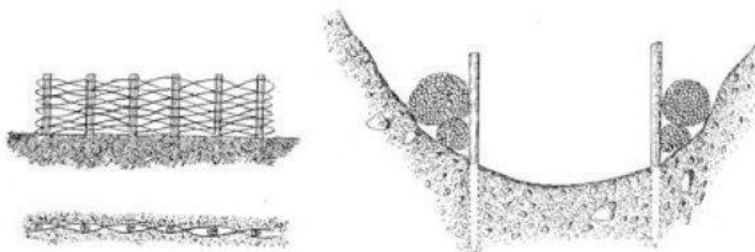
**Figura 9:** Esempio di geosintetici - geocelle (ISO 18228-8:2019).



**Figura 10:** Esempio di geosintetici - georelle (ISO 18228-8:2019).



**Figura 11:** Esempio di geosintetici per la ritenzione dei sedimenti (ISO 18228-8:2019).



**Figura 12:** Esempio di barriera di rami (Fonte: Bresci e Preti, 2010).

**Tabella 4:** Criteri per la valutazione dell'adeguatezza e del rapporto costo-efficacia delle misure di resistenza all'erosione del suolo.

Parametro		Impatto del parametro
ECONOMIA	Costi del materiale	- Ai fini del confronto tra i prodotti, è necessario valutare il costo per unità di superficie di questi prodotti, compresa la consegna del materiale al sito di installazione. Lo stesso vale per il costo dei materiali di fissaggio, degli adesivi e di altri materiali.
	Costi di implementazione	- Dipendono dal numero di lavoratori, dalle attrezzature tecniche necessarie e dalla tecnologia di implementazione. - I costi si basano su unità di ore uomo.
	Costi di manutenzione	- La manutenzione inadeguata è la causa più comune del fallimento della protezione anticorrosione, - Per tutti i tipi di protezione anticorrosione, è necessario garantire un'adeguata ispezione regolare, la manutenzione ed eventuali modifiche/rifacimenti.
PARAMETRI DI INSTALLAZIONE	Resistenza ai danni da consegna, stoccaggio e manipolazione	- L'immagazzinamento, la manipolazione e il danneggiamento del prodotto durante l'installazione possono ridurre le prestazioni. -

	Complessità della protezione	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una progettazione più semplice con un minor numero di passaggi riduce le possibilità di un'installazione inadeguata della protezione anticorrosione.</li> <li>- Strumenti dedicati per l'installazione degli elementi di protezione aumentano la qualità della realizzazione.</li> <li>- La consegna dei materiali al sito di installazione e i tempi di indurimento/essiccazione associati ai metodi idraulici aumentano la complessità dell'implementazione delle misure di protezione dall'erosione.</li> </ul>
PARAMETRI DI PRESTAZIONE DELLA PROTEZIONE	Quantità di sedimenti erosi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizzando metodi di calcolo (USLE/RUSLE/SIMWE...), possiamo stimare la quantità totale di sedimenti erosi in un'area.</li> </ul>
	Percentuale di area con protezione dall'erosione (densità spaziale o percentuale di area coperta)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il metodo RUSLE può essere utilizzato anche per calcolare l'efficacia della protezione dall'erosione con geosintetici e materiali di copertura, in conformità alla norma tecnica ISO/TR 128228-8. In questo caso, il calcolo della quantità di sedimenti erosi in un'area viene effettuato senza e con le misure di protezione dall'erosione adottate. In questo caso, il calcolo della quantità di sedimenti erosi in un'area viene effettuato in assenza e in presenza di misure di protezione dall'erosione. Il fattore chiave è il fattore di copertura e uso del suolo (C nel modello (R)USLE).</li> <li>- Una maggiore densità spaziale di misure di protezione riduce gli effetti dell'erosione da pioggia, aumenta l'infiltrazione delle precipitazioni e riduce il tasso di deflusso superficiale.</li> <li>- Una densità spaziale troppo elevata di misure inibisce la crescita delle piante.</li> </ul>
	Deflusso superficiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- È una misura dell'efficacia della protezione dall'erosione o della capacità di ritenzione idrica.</li> <li>- La riduzione del deflusso superficiale è essenziale per ridurre la quantità di sedimenti erosi.</li> </ul>
	Infiltrazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le misure che aumentano l'infiltrazione dell'acqua sono generalmente più efficaci, soprattutto nelle zone aride.</li> </ul>
	Sostenibilità	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le soluzioni a lungo termine per la protezione dall'erosione possono essere ottenute attraverso la vegetazione o l'uso di materiali non degradabili.</li> <li>- Una degradazione troppo lenta dei materiali di protezione dall'erosione può ostacolare la crescita delle piante.</li> <li>- Le aree aride, dove la crescita della vegetazione è lenta o scarsa, necessitano di una protezione dall'erosione più duratura.</li> </ul>

La scelta di un intervento appropriato ed efficace si basa sulle seguenti fasi (Rivas, 2006):

1) Valutazione della situazione sul terreno (localizzazione, estensione e gravità dei processi erosivi esistenti), che deve tenere conto dei seguenti fattori:

- a. La suscettibilità all'erosione e le possibili conseguenze dell'erosione del sito,
- b. Le normative e le politiche esistenti relative all'area in esame,
- c. Impatto ambientale,
- d. Rischi e responsabilità in caso di cancellazione/abbandono della misura/azione,
- e. Aspetto economico, costi di implementazione e manutenzione, piano di finanziamento,
- f. Il calendario di attuazione dell'intervento deve tenere conto dei periodi di maggiore potenziale erosivo,

- 2) Identificazione degli obiettivi prioritari dell'intervento, che devono essere definiti in termini molto specifici.
- 3) Ottenere informazioni sulla localizzazione dell'intervento. L'entità dei dati dipende dalla complessità dell'intervento/misura.
- 4) Valutazione della suscettibilità all'erosione. Di solito è sufficiente una valutazione qualitativa che comprenda le caratteristiche topografiche, climatiche e vegetazionali dell'area. Tuttavia, a seconda della complessità della situazione e degli interventi nell'area in esame, può essere necessaria anche una valutazione quantitativa del potenziale erosivo. Ciò viene fatto sulla base di diversi modelli per l'analisi della perdita di suolo dovuta ai processi erosivi.
- 5) Valutazione delle misure alternative: questa fase dipende dal tipo di erosione o dalla forma di instabilità. Nel caso dell'erosione superficiale, occorre innanzitutto determinare il tipo di erosione superficiale, da cui dipendono le misure consigliate, come elencato nella *Tabella 3*.
- 6) La misura appropriata deve essere selezionata sulla base di un confronto tra le misure alternative della fase precedente. Le misure di controllo dell'erosione devono essere a lungo termine, tenendo conto dei parametri specifici dell'area in esame.

Inoltre, si raccomanda di verificare la stabilità globale del pendio e il potenziale di movimenti più ampi (più profondi) della massa del pendio durante la fase di pianificazione dell'intervento. Una prima identificazione sul campo dei potenziali movimenti di massa del versante può essere effettuata controllando gli indicatori elencati nella *Tabella 5*.

**Tabella 5:** Indicatori di potenziali movimenti di massa verso il basso.

Indicatore	Spiegazione
Vegetazione scarsa o disomogenea	Le aree con vegetazione prosperante in ambienti diversi (ad esempio, piante amanti dell'acqua, piante pioniere) possono indicare recenti movimenti laterali di massa.
Crepe, interruzioni, fessure o terrazze	Indicatore di un movimento di massa del pendio (recentemente) attivo o potenzialmente attivo. L'attività può essere valutata monitorando i cambiamenti nella geometria e nell'andamento degli indicatori elencati. Durante l'ispezione sul campo, occorre prestare attenzione anche a eventuali afflussi d'acqua in fessure, faglie e crepe.
Pendii ondulati	Spesso si verificano in aree soggette a movimenti di massa lenti e inclinati, intermittenti e ricorrenti.
Alberi pendenti	Suggeriscono la possibilità di passati movimenti di massa del versante. Tuttavia, la pendenza degli alberi può anche essere il risultato di carichi più elevati, ad esempio dovuti alla neve o ai forti venti.
Zone umide	Spesso possono essere collegati alla presenza di piante acquatiche. Si consiglia di effettuare una visita sul campo e di valutare l'abbondanza di sorgenti in diverse condizioni meteorologiche (ad esempio, siccità, pioggia).
Massa rocciosa visibile in superficie	Rocce stratificate e/o contatti tra diversi tipi di suolo visibili in superficie o banchi naturali esposti, intrusione di strati sfavorevoli.

## 3.1 Una serie di misure e soluzioni per prevenire l'erosione sui pendii agricoli ripidi

A seconda dei fattori e dei parametri che influenzano la suscettibilità dell'area all'erosione (*Tabella 1*), è necessario pianificare misure di controllo dell'erosione appropriate e sostenibili. Una prima valutazione della suscettibilità del suolo all'erosione e delle condizioni per la crescita delle piante è possibile sulla base di una visita in campo. L'Allegato 1 mostra un modello (adattato da Rivas, 2006) per identificare la suscettibilità del suolo all'erosione in campo.

È quindi essenziale implementare misure di controllo dell'erosione quando si effettuano interventi di miglioramento agrario ed altri interventi sui pendii, come il terrazzamento o l'allargamento dei sentieri. Queste misure aumentano la stabilità del suolo, prevengono il trasporto di particelle di terreno e nutrienti e proteggono le fonti di acqua superficiale e sotterranea dall'inquinamento. Lo studio di questi processi nell'area pilota aiuta a progettare le misure appropriate per ridurre e prevenire l'erosione in futuro.

Nell'area pilota delle Colline del Vipacco sono presenti molti vecchi terrazzamenti abbandonati e ricoperti da alberi e arbusti. Quando si ripristinano le vecchie piantagioni o se ne creano di nuove, la vegetazione viene rimossa e il terreno viene preparato "terrazzando" o riparando le vecchie terrazze o creandone di nuove. I terrazzamenti consentono un moderno trattamento meccanico delle piantagioni permanenti, evitando che l'acqua scorra lungo i pendii e prevenendo così l'erosione.

Il successo della prevenzione dell'erosione richiede solitamente una combinazione di misure diverse.

### 3.1.1 Misure tecniche di controllo dell'erosione

Il terrazzamento è una delle misure più efficaci per prevenire l'erosione sui terreni in pendenza. I terrazzamenti riducono la velocità del deflusso superficiale, trattengono l'acqua e favoriscono la deposizione dei sedimenti, contribuendo a migliorare la qualità del suolo e la capacità di ritenzione idrica. Contestualmente al terrazzamento è necessario predisporre anche il deflusso delle acque meteoriche e il drenaggio delle acque sotterranee.

## a) La progettazione di terrazze

La letteratura sottolinea la significativa riduzione dell'erosione e la migliore ritenzione idrica di esempi di terreni agricoli terrazzati. Ad esempio, uno studio di Dorren e Rey (2004) ha riportato una riduzione dell'erosione del suolo in due casi sperimentali, rispettivamente da 20 tonnellate/ha/anno a 1 tonnellata/ha/anno e da 63 tonnellate/ha/anno a 1,4 tonnellate/ha/anno. Lo stesso studio ha documentato una riduzione del 25 % del deflusso superficiale nelle stesse condizioni di pioggia dopo il terrazzamento. Inoltre, un caso di studio di terrazzamento a Valdagno (VI), coordinato dall'Università di Padova nell'ambito del progetto "Adotta un terrazzo", ha mostrato un aumento del 50 % della capacità di ritenzione idrica del suolo rispetto ai casi in cui non erano presenti terrazze.

Le terrazze intercettano il naturale deflusso superficiale, trattenendo l'acqua e permettendo così la sedimentazione del materiale terroso lavato. Gli autori forniscono alcuni principi di base da tenere in considerazione in questo tipo di misure: *"Le precipitazioni sono determinanti per la progettazione delle terrazze, ad esempio per il dimensionamento dei canali di drenaggio per le terrazze, una pioggia di quattro giorni con una frequenza di occorrenza di due o cinque anni. Se sotto il manto nevoso si verifica un'erosione dovuta allo scioglimento della neve, si deve tenere conto anche di questo deflusso. I terrazzamenti dovrebbero essere disposti idealmente lungo la topografia. Sui pendii ripidi, si possono costruire dei canali di drenaggio longitudinali - terrazze - che confluiscono in un canale di drenaggio a cascata (a gradini). **È consigliabile terrazzare i pendii solo su terreni profondamente stabili**, poiché su terreni condizionatamente stabili un aumento dell'infiltrazione dell'acqua piovana può innescare frane. I bacini di ritenzione idrica catturano parte del deflusso delle acque superficiali. L'acqua trattenuta nel deposito può essere successivamente deviata lentamente e senza pericolo, ad esempio nei flussi di acqua superficiale. Il percolato nel bacino di stoccaggio deve essere sedimentato e non deve depositarsi sulle aree coltivate e sulle strade adiacenti. Il materiale sedimentato deve essere restituito all'area coltivata erosa durante la regolare manutenzione (pulizia) dei bacini di ritenzione"*.

Comino et al. (2015) sottolineano inoltre che l'età dei terrazzamenti ha un impatto significativo sulla resistenza all'erosione superficiale (un vigneto di 2 anni ha registrato una perdita di suolo 18 volte superiore rispetto a un vigneto di 35 anni). Ciò è direttamente correlato al contenuto di materia organica del suolo, alla densità del suolo in superficie, all'assorbimento dell'acqua, ecc. Particolare attenzione deve essere prestata anche ai sentieri solcati, che in genere rappresentano una fonte significativa di erosione. Il trattamento dei sentieri accidentati o l'uso di geosintetici protettivi può migliorare significativamente l'esposizione all'erosione superficiale (Comino et al, 2015; Meden, 2017).

I terrazzamenti con pendenze adeguatamente gestite sono essenziali anche di fronte ai cambiamenti climatici, che stanno portando ad una alterazione dei regimi pluviometrici. La vulnerabilità delle aree durante e subito dopo il terrazzamento per l'insediamento della

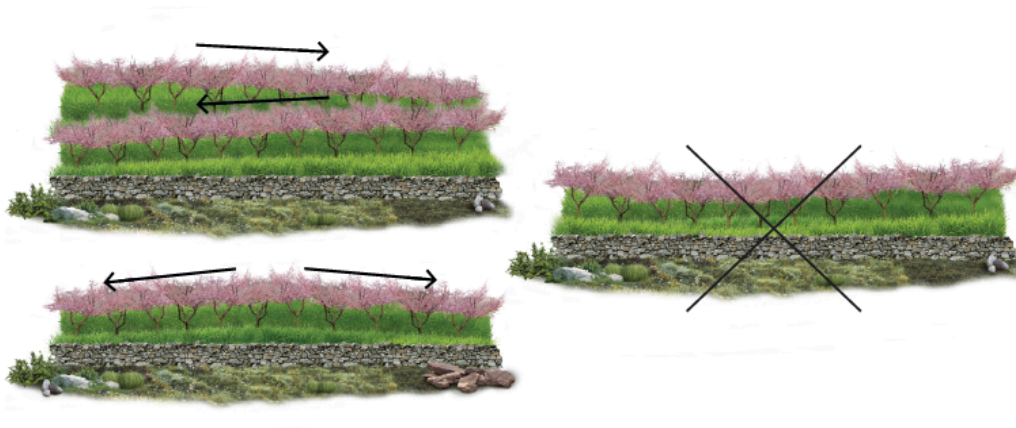
copertura vegetale sarà esacerbata dagli eventi di pioggia intensa, che si prevede diventeranno più frequenti e intensi a causa delle temperature più calde.

Oltre all'erosione superficiale, è necessario controllare la stabilità globale del terreno dopo il terrazzamento, o qualsiasi trasformazione del terreno in aree soggette a frane, per assicurarsi che il terreno non si smuova.

In caso di pendenze superiori al 12% circa, il terreno dovrebbe essere terrazzato per le colture permanenti. Prima di procedere al terrazzamento, il terreno deve essere accuratamente rilevato e misurato, tenendo conto dell'impatto di eventuali sorgenti e altre acque superficiali nelle vicinanze, che possono influire sull'aumento dell'afflusso d'acqua in superficie in caso di forti precipitazioni.

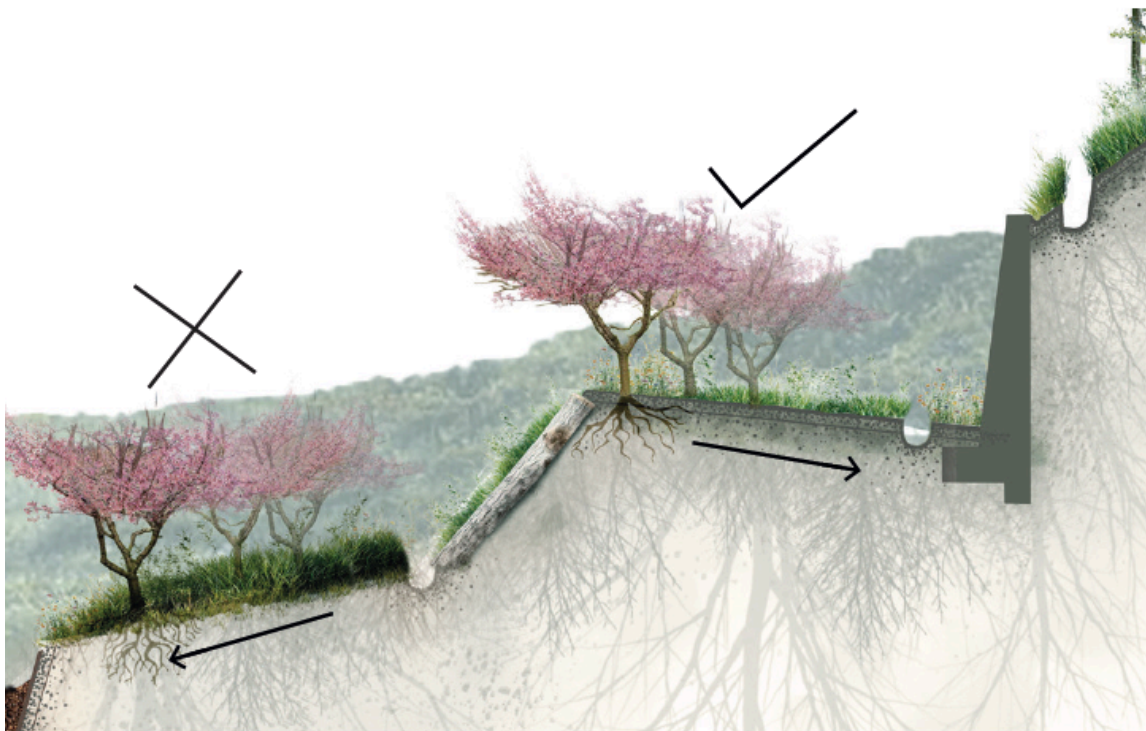
#### a) Istruzioni per l'esecuzione

- Le operazioni di scavo e modellamento del terreno devono essere effettuate in condizioni di tempo asciutto, sempre dall'alto verso il basso del terreno.
- Pendenza longitudinale: i terrazzamenti devono avere una pendenza compresa tra lo 0,5% e il 5 %, priva di avvallamenti (Schema 1).
  - Per i terrazzamenti di lunghezza fino a 200 m è ammessa una pendenza longitudinale diretta verso un'estremità del terrazzamento.
  - Per i terrazzamenti di lunghezza superiore a 200 m è obbligatorio prevedere una pendenza longitudinale in entrambe le direzioni della terrazza; qualora ciò non sia possibile, le terrazze devono essere interrotte e deve essere realizzato un sistema di drenaggio anche nella parte centrale del terreno.



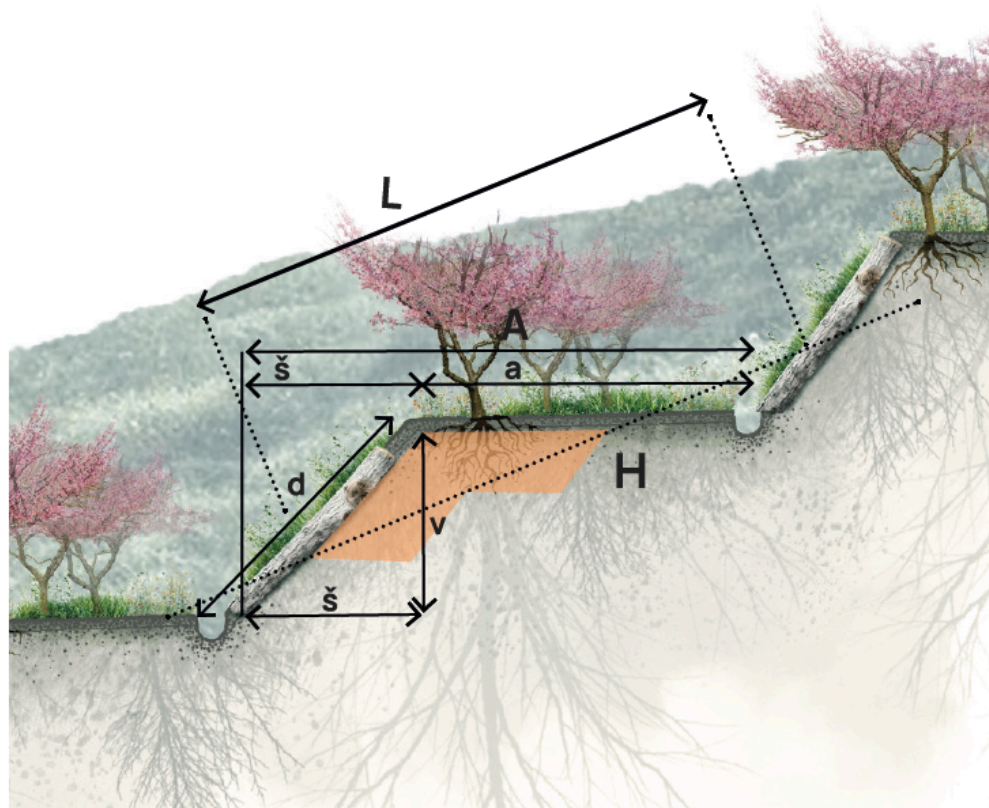
**Schema 1:** Pendenza longitudinale dei terrazzamenti (Studio Podobarna)

- Pendenza trasversale: la superficie del terrazzamento deve essere piana o lievemente inclinata verso l'interno, in direzione della scarpata superiore, senza avvallamenti (Schema 2).



**Schema 2:** *Pendenza longitudinale dei terrazzamenti (Studio Podobarna)*

- Occorre assicurare il mantenimento nel tempo della pendenza longitudinale dei terrazzamenti lungo tutto il ciclo di vita della coltura permanente. È indispensabile considerare l'assestamento del terreno conseguente alle operazioni di scavo e modellamento.
- Occorre assicurare il mantenimento nel tempo della pendenza longitudinale dei terrazzamenti lungo tutto il ciclo di vita della coltura permanente. È indispensabile considerare l'assestamento del terreno conseguente alle operazioni di scavo e modellamento.



<b>A</b>	larghezza del terrazzamento	<b>a</b>	larghezza della superficie terrazzata	<b>š</b>	larghezza della scarpata	<b>v</b>	altezza della scarpata
<b>d</b>	lunghezza della scarpata	<b>H</b>	inclinazione del terreno	<b>L</b>	lunghezza della picchettazione		

**Schema 3:** Geometria del terrazzamento (adattato da Ažman Momirski, 2008)

- In caso di forti pendenze e di bonifiche agrarie di maggiore estensione, i terrazzamenti vanno eseguiti progressivamente, permettendo la stabilizzazione dei singoli settori dell'impianto e l'inerbimento naturale delle scarpate mediante specie vegetali coprenti.

## b) Le strade di accesso e spazi di manovra

- Le strade di accesso devono avere una larghezza minima di 3-4 m, mentre le aree di manovra almeno 5 m; non devono presentare pendenze trasversali verso l'esterno, ma possono essere piane o lievemente inclinate verso l'interno (figura 03).
- Le strade a doppio senso di marcia devono mantenere una pendenza non superiore al 15%, mentre i percorsi destinati al solo traffico in discesa possono presentare pendenze fino al 25%.

- In presenza di forti pendenze del terreno, le strade devono essere tracciate in diagonale o a tornanti, in modo da ridurre



**Figura 13:** Area di manovra con drenaggio sistemato (foto: archivio KGZ Nova Gorica)

### c) Drenaggio delle acque meteoriche

- Le acque meteoriche eccedenti devono essere gestite in modo da non determinare processi erosivi. È possibile predisporre una rete di drenaggio con pozzetti posti a una distanza di 10-20 m, dotati di griglie di copertura. Un'altra possibilità è convogliare l'acqua dai terrazzamenti tramite canalette di deflusso, che devono essere installate con un angolo acuto nella direzione della pendenza, in modo da garantire l'autopulizia. Le canalette di deflusso confluiscono quindi in un fosso di drenaggio o in un impluvio naturale lungo il margine del terreno (figura 04).
- È vietato convogliare le acque meteoriche in eccesso direttamente verso aree a quota più bassa o verso fondi agricoli confinanti.
- Le strade e i percorsi che servono anche per il drenaggio devono avere una pendenza trasversale verso l'interno di circa il 3%, con un fossato di scolo poco profondo, ma sufficientemente ampio lungo il bordo interno.
- Se necessario, possono essere realizzati bacini di ritenzione che rallentano il deflusso e consentono un successivo utilizzo dell'acqua per l'irrigazione.



**Figura 14:** Drenaggio mediante canalette di deflusso verso un impluvio naturale (foto: archivio KGZ Nova Gorica)

#### d) Drenaggio delle acque sotterranee e manutenzione dei sistemi di drenaggio

- Le acque sotterranee vengono convogliate attraverso tubazioni drenanti in materiale plastico, con diametro compreso tra 6 e 8 cm, disposte secondo uno schema a lisca di pesce e con pendenza regolare tra 0,5 e 2%, senza punti di ristagno. Nel caso di emergenze di falda particolarmente attive, è consigliabile impiegare tubazioni drenanti di diametro superiore.
- Le tubazioni drenanti devono essere collocate a una profondità leggermente maggiore rispetto a quella del rigonamento, raggiungendo la zona della sorgente o comunque un livello tale da non subire danni in occasione delle lavorazioni meccaniche del terreno. Sopra le tubazioni viene steso uno strato di ghiaia di almeno 50 cm, ricoperto con geotessile filtrante, per evitare l'intasamento della rete drenante (schema 05).
- Tutti i sistemi di drenaggio delle acque meteoriche e sotterranee richiedono una manutenzione regolare (pulizia o lavaggio delle condotte).



**Schema 4:** Corretta realizzazione del sistema di drenaggio (Studio Podobarna)

#### e) Inerbimento del terreno

- L'inerbimento del terreno va realizzato entro lo stesso anno degli interventi di modellamento, preferibilmente non oltre l'autunno, impiegando miscele adatte per una copertura erbosa di breve o lunga durata.

#### f) Interventi di consolidamento aggiuntivo delle scarpate

Il consolidamento aggiuntivo delle scarpate aumenta la stabilità dei versanti ripidi. In passato, nei paesaggi agricoli, a tale scopo venivano costruiti i muri a secco, soprattutto nelle zone dove la pietra era facilmente reperibile e il lavoro poteva essere eseguito autonomamente. Attualmente i versanti più ripidi o instabili possono essere consolidati con l'utilizzo di georeti e geotessili (schema 06); è fondamentale una progettazione accurata della loro geometria per prevenire danneggiamenti durante le operazioni di rigolatura. Nella pratica agricola l'impiego di tali tecniche è limitato, soprattutto per i costi aggiuntivi dei materiali e la maggiore difficoltà operativa; tuttavia, esse possono costituire una valida alternativa nei casi in cui la realizzazione di muri a secco non sia tecnicamente fattibile.



**Schema 5:** *Rappresentazione schematica del terreno rinforzato (Studio Podobarna)*

A tale scopo si ricorre più spesso a misure biotecniche, come la semina tempestiva di colture di copertura protettive, in particolare di miscele di graminacee e leguminose. L'integrazione di specie leguminose come i trifogli offre il vantaggio di un apparato radicale più profondo, capace di migliorare la stabilità del suolo e di ridurre l'erosione; tali miscele presentano anche una maggiore tolleranza alla siccità (ad esempio, ginestrino, trifoglio bianco o lupulina). Nel settore agricolo si ricorre raramente a metodi combinati che prevedono l'uso di materiali di copertura insieme alla piantumazione di specie vegetali. I materiali di copertura a funzione permanente non sono sempre adatti all'impiego in agricoltura oppure devono essere utilizzati con cautela, dal momento che durante la lavorazione del terreno possono danneggiarsi e perdere la loro funzionalità.

### 3.1.2 Misure biotecnologiche di controllo dell'erosione

Le misure biotecnologiche combinano:

- a) l'uso di piante per prevenire l'erosione,
- b) un'adeguata pianificazione gestionale,
- c) la piantumazione di fasce tampone e agroforestali,
- d) uso di microrganismi.

### a) Uso delle piante per prevenire l'erosione

Per limitare l'erosione sia idrica che eolica, si raccomanda **l'inverdimento permanente delle piantagioni permanenti o l'inverdimento autunnale a breve termine**, che dovrebbe essere effettuato nell'anno di impianto. È importante che, dopo la posa dei terrazzamenti e l'impianto della piantagione, l'area venga coperta con colture invernali o con un mix di erba e leguminose già dal primo inverno, per prevenire l'azione erosiva delle piogge durante l'inverno, dato che le precipitazioni nell'area pilota sono massime tra ottobre e aprile.

Le colture di copertura sono definite "colture intercalari" per il loro duplice effetto di proteggere il suolo dall'erosione e di prevenire la perdita e la lisciviazione dei nutrienti. I terreni nudi sono suscettibili all'erosione causata da piogge intense e forti venti, fenomeni sempre più importanti nella regione a clima mediterraneo (CNR, 2007). Sebbene questo fenomeno sia intuitivamente associato soprattutto ai terreni in pendenza, le pianure non sono immuni dall'erosione. Anche piccole pendenze naturali dei terreni per il drenaggio possono causare un'erosione significativa. Ad esempio, in caso di forti precipitazioni (30 mm/ora), sono state registrate perdite di suolo fino a 10 tonnellate per ettaro su appezzamenti con una pendenza di circa il 2% in caso di copertura vegetale inadeguata (Benvenuti, 2013).

D'altra parte, le valutazioni delle misure agroambientali nel periodo di programmazione 2000-2006 in Belgio hanno dimostrato che l'introduzione di coperture vegetali, come le colture di copertura, ha portato benefici significativi nella lotta all'erosione, con una riduzione media del 50% rispetto ai campi senza copertura vegetale.

Studi successivi (Gooday, 2014) confermano che nelle regioni temperate con precipitazioni annue tra 700 e 900 mm, le colture di copertura possono ridurre fino al 30% il suolo eroso. Questo effetto benefico è stato osservato anche in aree meno piovose con suoli sabbiosi. In Spagna, ad esempio, alcuni studi hanno riportato riduzioni della perdita di suolo del 40-60% su pendenze comprese tra il 9 -12% (Sastre et al., 2017) o addirittura superiori al 70% in condizioni simili (Gomez et al., 2009).

Le colture di copertura aiutano a ridurre il ruscellamento superficiale durante i periodi che intercorrono tra l'attuazione di interventi di ripristino e l'impianto di colture permanenti. La letteratura scientifica fa riferimento alla riduzione del ruscellamento superficiale nel contesto dell'agricoltura estensiva (ad esempio i campi di cereali) e nel contesto delle colture permanenti come gli oliveti (Gomez et al., 2009). Nell'ambito dell'olivicoltura, l'importanza della copertura vegetale nel ridurre il rischio di erosione e di ruscellamento è costantemente menzionata (Repullo-Ruibérriz de Torres et al., 2018).

Dopo la preparazione del terreno ed il terrazzamento, è importante proteggere temporaneamente il suolo fino all'insediamento o all'impianto di colture permanenti, seminando una varietà di colture invernali e non, e piante a crescita rapida su terrazze e argini per ridurre il ruscellamento superficiale, la lisciviazione dei nutrienti e i processi di erosione e i

danni che causano al suolo. Sulle sponde, di solito, la semina di miscele di erbe perenni resistenti e di leguminose, insieme ad una coltura tampone, consente una rapida emersione e copertura del terreno per proteggere la superficie dalla deriva del suolo.

Le **colture annuali di copertura** vengono solitamente seminate sulla superficie delle terrazze per coprire il terreno fino alla semina della coltura permanente e per fornire una fonte gradita di materia organica da incorporare nel terreno, migliorando così la fertilità e la capacità di ritenzione idrica del suolo. Le colture di copertura invernali, come la colza da foraggio, il loglio incarnato, la veccia invernale, il loglio millefiori, i cereali invernali, i lupini o miscele di queste piante, vengono seminate in autunno. In primavera, le colture di copertura devono essere interrare e lo spazio interfilare deve essere riseminato dopo il periodo di raccolta della piantagione. Nelle aree agricole di pianura, in particolar modo all'interno dei sistemi colturali intensivi, l'impiego delle colture di copertura riveste comunque un ruolo fondamentale. Sebbene il rischio di erosione sia generalmente inferiore rispetto alle zone collinari o montane, la presenza costante di una copertura vegetale consente di ridurre significativamente la compattazione del suolo causata dai macchinari agricoli, di contenere le perdite di nutrienti per lisciviazione – in particolare di azoto – e di migliorare la struttura del suolo nel tempo. Inoltre, le colture di copertura in pianura contribuiscono al sequestro del carbonio, al contrasto della perdita di biodiversità agraria e alla regolazione del microclima del suolo, rappresentando una pratica strategica di agricoltura conservativa, anche in contesti produttivi ad alta intensità. Per queste ragioni, il loro utilizzo è sempre più promosso anche nei Piani di Sviluppo Rurale e nei programmi agroambientali della Politica Agricola Comune (PAC), con incentivi specifici rivolti agli agricoltori che adottano rotazioni e pratiche ecologiche sostenibili.



**Figura 15:** *Inerbimento autunnale di copertura in un giovane vigneto (foto: archivio KGZ Nova Gorica)*

**Le colture di copertura nello spazio interfilare** presentano tutti i vantaggi menzionati per la semina autunnale. Nelle zone in cui il suolo è carente di sostanza organica, è consigliabile, in conformità con le buone pratiche agricole, incorporare nel terreno la maggior quantità possibile di sostanza organica per aumentare l'humus e gli elementi nutritivi presenti nel terreno e migliorare così la fertilità duratura del suolo. Anche la stabilità del suolo e la resistenza all'erosione e al ruscellamento superficiale vengono migliorate.

Anche nelle aree agricole di pianura, seppur con declivi meno significativi o nulli, le colture legnose pluriennali come i vigneti o i frutteti possono beneficiare di un contributo cruciale da parte delle colture di copertura nello spazio interfilare. Infatti, in tali contesti spesso avviene un processo di erosione del suolo legata all'azione meccanica del calpestio delle trattrici agricole, che compattano il terreno e ne degradano progressivamente la struttura. L'impiego di specie erbacee a rapido accrescimento e apparato radicale sviluppato, seminate tra i filari, consente non solo di proteggere il suolo dagli effetti diretti delle piogge e dal compattamento, ma anche di migliorare la porosità, la capacità di drenaggio e la biodiversità microbica.

Le colture di copertura si distinguono in **non svernanti**, che gelano durante l'inverno, e **svernanti**, in grado di resistere a temperature inferiori a 0 °C. Le specie svernanti rivestono un ruolo particolarmente importante nel mantenimento della copertura del suolo durante la stagione invernale, considerato che riducono l'impatto delle precipitazioni e prevengono l'erosione idrica e quella eolica. Per l'inerbimento permanente delle scarpate e degli spazi interfilari degli impianti permanenti, si utilizzano quindi principalmente specie perenni svernanti.

Negli ultimi anni si privilegiano le **miscele di specie vegetali diverse**, dato che consentono di sfruttare i molteplici effetti delle piante sul suolo: la diversa profondità e densità dell'apparato radicale contribuiscono alla fertilità duratura del terreno. In autunno, per l'impiego svernante, si combinano solitamente graminacee (cereali), leguminose e crucifere, mentre in primavera si seminano specie non svernanti.

Gruppi di piante e i loro effetti:

- **leguminose**: coprono il suolo, prevengono l'erosione e arricchiscono il terreno di azoto, migliorandone il valore nutritivo;
- **graminacee (cereali)**: proteggono il suolo e riducono l'erosione (l'avena presenta l'apparato radicale più profondo);
- **brassicacee** (incluso il sorgo sudanese) (ad esempio, rafano oleifero, senape bianca): migliorano lo stato fitosanitario del terreno e lo decompattano in profondità;
- **altre specie: facelia, grano saraceno, girasole, calendula**: attraggono api e insetti utili, migliorano la struttura del suolo e riducono l'erosione.



**Figura 16:** *Inerbimento temporaneo delle fasce interfilari in oliveto (foto: archivio KGZ Nova Gorica)*

Inoltre, le colture di copertura possono svolgere un ruolo fondamentale nella gestione integrata delle infestanti, riducendo lo sviluppo di specie indesiderate grazie alla competizione per luce, spazio e nutrienti. Alcune leguminose, in particolare, arricchiscono il terreno di azoto atmosferico attraverso la simbiosi con batteri azotofissatori, contribuendo a ridurre l'uso di fertilizzanti di sintesi. Dal punto di vista agronomico e ambientale, l'adozione sistematica di colture di copertura in vigneti e frutteti di pianura rappresenta dunque una strategia multifunzionale: tutela la risorsa suolo, migliora l'efficienza ecologica dei sistemi colturali e può contribuire a una maggiore resilienza aziendale nei confronti dei cambiamenti climatici. Anche per questi motivi, tali pratiche sono sempre più incoraggiate all'interno delle misure agroambientali dei Programmi di Sviluppo Rurale (PSR), nonché nei percorsi di certificazione legati all'agricoltura sostenibile e biologica.

Sarebbe utile utilizzare semi di **specie vegetali autoctone** adattate alle condizioni climatiche locali, con apparati radicali profondi, per la semina o la messa a dimora degli argini. Purtroppo, tali semi e piante sono molto scarsi sul mercato, dove è disponibile solo una modesta selezione di erbe e trifogli non autoctoni.

#### **b) Pianificazione gestionale adeguata**

Sui terrazzamenti e sui seminativi dell'area pilota si raccomanda una **lavorazione minima** (pacciamatura delle colture di copertura, incorporazione superficiale della materia organica nel terreno, semina diretta).

La lavorazione minima del terreno contribuisce a ridurre il ruscellamento superficiale migliorando la ritenzione idrica del suolo. Lo studio della Commissione europea "*Study on Soil and Water in a Changing Environment*" ha dimostrato una riduzione del 32 % del deflusso e un aumento dell'8,8% della ritenzione idrica nei primi 20 cm del suolo in Ungheria, e un aumento dell'1,7% a profondità maggiori. In Austria, test pilota hanno mostrato una significativa riduzione del ruscellamento sui terreni coltivabili (Kilk e Rosner, 2020). Sebbene alcuni studi (ad esempio Bescansa et al., 2006) riportino risultati più limitati, i benefici della ritenzione idrica e dell'aumento della sostanza organica nello strato superficiale del terreno (0 - 30 cm) sono costantemente documentati.

**Nell'inerbimento permanente** la concimazione viene adattata alle esigenze delle miscele a lunga durata e della coltura permanente, al fine di mantenere una struttura stabile del suolo e una crescita ottimale delle piante negli spazi interfilari o sulle scarpate. Nella pratica la concimazione dell'inerbimento permanente viene effettuata contemporaneamente a quella delle colture permanenti, tenendo conto dell'asportazione complessiva dei nutrienti da parte del frutteto e della copertura erbosa. In primavera le piante presenti negli spazi interfilari possono essere falciate o trinciate, lasciando una parte come pacciamatura per proteggere il suolo dall'erosione e preservare la sostanza organica. La trinciatura o l'interramento superficiale della vegetazione favorisce la mineralizzazione della sostanza organica, mentre la rullatura contribuisce a un'equa copertura del suolo. La trinciatura anticipata è consigliata soprattutto nelle aree sensibili alle gelate.

Per una concimazione precisa e scientificamente fondata, si raccomanda di eseguire un'analisi chimica del suolo prima dell'impianto della coltura. In funzione dei risultati analitici è consigliabile predisporre un **piano di fertilizzazione**, utilizzato come riferimento per la concimazione di fondo e per la gestione dei successivi interventi nutrizionali, assicurando così un apporto ottimale delle piante e la conservazione della qualità del suolo.

### c) Fasce tampone e sistemi agroforestali

Nelle aree pianeggianti e aperte senza confini naturali, come Ajdovsko polje, dove i confini naturali sono pochi o inesistenti, l'erosione (erosione eolica) viene impedita **piantando fasce tampone**. Le fasce piantumate di alberi e arbusti possono essere utilizzate come frangivento, che possono anche fornire protezione contro l'erosione idrica.

In termini adattativi le fasce tampone forniscono un grande contributo nel contenimento dell'erosione del suolo legato ad eventi meteorici estremi, riducendo inoltre una parte del deflusso superficiale. Diversi studi in letteratura attestano il ruolo positivo di tali infrastrutture verdi nella riduzione del runoff; l'esempio di Borin et al. 2010, in un caso studio nella provincia di Padova, ha testimoniato infatti come una buffer strip della larghezza di 6 metri con una piantumazione mista arboreo-arbustiva, abbia portato alla riduzione del 78% del deflusso superficiale rispetto ad un'altra area pilota non provvista di tale infrastruttura verde.

Essendo entità estremamente variabili tra loro per caratteristiche (come, ad esempio, il tipo di vegetazione, o le dimensioni) altri studi riportano esiti sensibilmente diversi in termini di riduzione del runoff; tuttavia, in tutti i casi viene osservata una riduzione del deflusso idrico.

Lo studio precedentemente menzionato di Borin et al. evidenzia inoltre il grande contributo in termini di contrasto all'erosione del suolo, si pensi infatti che la stessa infrastruttura sopra descritta, ha evidenziato una riduzione della perdita di sedimento pari al 94% rispetto all'assenza della stessa in altre aree campione; inoltre anche studi del Joint Research Center (JRC) della Commissione Europea testimoniano su buffer strips trial di 5 metri, ubicate in area collinare riduzioni delle perdite di sedimento comprese tra il 55 e il 97% rispetto ad appezzamenti privi di tali fasce.

Una funzione simile può essere svolta anche dal nuovo modo di gestire lo spazio agricolo - **l'agroforestazione**, che è una combinazione di colture agricole (terreni coltivabili) e alberature (anche da frutto) che riduce l'impatto dell'erosione e, soprattutto, aumenta la biodiversità.

#### d) Uso di microrganismi

L'uso di microrganismi per prevenire l'erosione è un metodo biotecnologico innovativo che sfrutta le proprietà naturali dei microrganismi per stabilizzare lo strato superficiale del suolo e ridurre i processi erosivi. Microrganismi come batteri, funghi e alghe possono migliorare la struttura del suolo, aumentarne la resistenza all'erosione e contribuire a migliorare l'equilibrio dell'umidità del suolo.

In particolare, alcuni batteri del genere *Bacillus*, *Pseudomonas* o *Azospirillum* producono sostanze extracellulari viscosi (EPS – extracellular polymeric substances) che agiscono da collanti naturali, legando tra loro le particelle di sabbia, limo e argilla e contribuendo alla formazione di aggregati stabili. Questi aggregati riducono la disgregazione del suolo causata dall'impatto delle gocce di pioggia e limitano la formazione di croste superficiali, che normalmente favoriscono il ruscellamento e l'erosione.

Anche i funghi micorrizici arbuscolari (AMF) svolgono un ruolo cruciale: le loro ife formano una rete biologica nel terreno che stabilizza la struttura del suolo e ne migliora la porosità, favorendo al contempo la penetrazione e il trattenimento dell'acqua. Inoltre, l'interazione simbiotica tra micorrize e piante migliora lo stato di salute vegetale e la copertura vegetativa, elementi fondamentali per il controllo naturale dell'erosione.

Un'altra tecnologia emergente riguarda l'impiego di microalghe e cianobatteri, in particolare nei suoli aridi e degradati. Questi microrganismi, attraverso il processo di bio crostificazione (*biological soil crusts*), formano una pellicola vivente sulla superficie del suolo che riduce l'evaporazione, aumenta la capacità di trattenere l'umidità e contrasta l'azione del vento e della pioggia.

## 4. OBIETTIVI E AZIONI DEL PIANO D'AZIONE

Il Piano d'azione affronta un approccio globale all'identificazione, alla prevenzione e al risanamento dei processi erosivi in aree con diversi usi del suolo. Gli obiettivi e le attività (4.1 - 4.5) si concentrano sulla generazione e sull'analisi dei dati per valutare la suscettibilità all'erosione, sullo sviluppo di strumenti e linee guida per una pianificazione efficace degli interventi, sul miglioramento della pianificazione territoriale e sul monitoraggio a lungo termine. L'accento è posto anche sulla cooperazione transfrontaliera, sullo scambio di conoscenze ed esperienze e sulla creazione di un gruppo permanente di esperti per sostenere il processo decisionale strategico e la risposta ai fenomeni di erosione a livello locale, regionale e nazionale.

Attività	4.1 Generazione di nuovi dati e mappatura della suscettibilità all'erosione		
<b>Breve descrizione delle attività progettuali svolte</b>	Nei tre vigneti pilota sono state svolte le seguenti attività: mappatura ingegneristico-geologica e idrogeologica, immagini ad alta risoluzione da drone e misure di infiltrazione sul campo. Sono stati inoltre prelevati campioni di terreno in superficie in vari punti dei vigneti per effettuare test di laboratorio su granulometria, rotazione matriciale e coefficiente di permeabilità all'acqua. Sulla base dei dati ottenuti e delle immagini d'archivio disponibili, è stata effettuata una modellazione dei processi erosivi utilizzando il metodo SIMWE (Mitas e Mitasova, 1998; Neteler e Mitasova, 2008, Pijl et al., 2020; Fernandes et al., 2017). In questo modo, sono state identificate le aree a maggiore suscettibilità all'erosione, che rappresentano un punto di partenza per la pianificazione mirata di misure preventive anti-erosione in un'area più ampia caratterizzata da condizioni di margine simili. Per le aree pilota considerate, è stata effettuata anche un'analisi dell'impatto dell'integrazione di nuovi dati di campo e di laboratorio nei database esistenti, al fine di migliorare l'accuratezza della valutazione della suscettibilità all'erosione.		
<b>Tempistica</b>	<b>BREVE TERMINE</b>	<b>MEDIO TERMINE</b>	<b>LUNGO TERMINE</b>
Obiettivo	Testare l'applicabilità di metodi avanzati per identificare la suscettibilità all'erosione, ottenere dati e analizzarli di conseguenza.	Integrare i risultati nella pianificazione dell'azione in un'area più ampia con caratteristiche naturali e condizioni al contorno simili	Stabilire un monitoraggio sistematico dei rischi di erosione per il risanamento agrario (e altri terreni agricoli) e ridurre il degrado del suolo a lungo termine.
Risultati attesi	Integrazione dei nuovi dati acquisiti nei database cartografici esistenti. agricoltori.	Sviluppo di scenari prototipali per l'azione, utilizzo dei dati acquisiti per la consulenza agli	Aggiornamento regolare dei database cartografici, riduzione delle aree degradate, miglioramento dell'uso del suolo.
Le principali parti interessate	Ero-STOP: LP, PP, agricoltori, gestori dei database cartografici del comune di Ajdovščina	Ero-STOP: LP, PP, comune, consulenti agricoli, esperti, gruppo di esperti transfrontalieri	MKGP, ARSO, KGZS, gestori dei dati territoriali e di altri dati necessari, istituti di ricerca

Fornitura di fondi	Ero-STOP	Ero-STOP (parte), progetti nazionali o europei, risorse comunali	Risorse di bilancio, integrazione in strategie di sviluppo a lungo termine
Fattibilità (rischi e ostacoli)	Adattamento del lavoro sul campo alle attività degli agricoltori e al clima, elaborazione complessa dei dati, tempo necessario per il lavoro sul campo, il lavoro di laboratorio e la modellazione.	Necessità di ulteriore convalida dei modelli, coordinamento con i piani territoriali e di utilizzo del territorio, fornitura di personale e risorse.	Mantenimento del sistema di finanziamento, cooperazione a lungo termine tra istituzioni, necessità di continuità del personale e trasferimento delle conoscenze.

Attività	4.2 Misure per ridurre la probabilità e rimediare alle conseguenze dei processi erosivi		
<b>Breve descrizione delle attività progettuali svolte</b>	La valutazione precoce del potenziale erosivo di un'area è fondamentale per prevenire o ridurre la probabilità di processi erosivi. A tal fine, nell'ambito del progetto è stato preparato un modulo di valutazione qualitativa del potenziale erosivo, allegato al presente Piano d'azione. Il modulo è stato concepito per aiutare i consulenti agricoli e gli agricoltori a identificare i potenziali rischi derivanti dalle condizioni ambientali prima di pianificare gli interventi di bonifica. Sulla base di una revisione dei dati esistenti e di quelli recentemente acquisiti, è stata preparata e presentata nel presente Piano d'azione una serie di misure per ridurre la probabilità che si verifichino e per rimediare alle conseguenze dei processi erosivi; in pratica, verranno adottate singole misure o azioni per ridurre il rischio di erosione e per rimediare alle conseguenze dell'erosione. Per quanto riguarda la valutazione della suscettibilità all'erosione e ad altri movimenti di massa laterali, è stata analizzata anche la legislazione in base alla quale si ottiene la documentazione per l'attuazione di un miglioramento agrario complesso. Sono state identificate le carenze e sono state avanzate proposte di modifica.		
<b>Tempistica</b>	<b>BREVE TERMINE</b>	<b>MEDIO TERMINE</b>	<b>LUNGO TERMINE</b>
Obiettivo	Aiutare i consulenti agricoli e gli agricoltori a identificare tempestivamente la suscettibilità all'erosione delle aree pilota. Identificare le possibili misure per prevenire e rimediare alle conseguenze dei processi erosivi.	Sviluppare linee guida e raccomandazioni. Evidenziare l'importanza dei dati sulla composizione e sulle proprietà del suolo nella valutazione della suscettibilità all'erosione e nella progettazione efficace delle misure.	Ridurre l'entità e la frequenza degli eventi erosivi in aree più ampie. Stabilire un sistema di monitoraggio a lungo termine della situazione e dell'efficacia delle misure. Aggiornare la legislazione e le procedure di autorizzazione per l'agro-risanamento complesso.
Risultati attesi	Ridurre i problemi di erosione e adottare misure tempestive e appropriate nelle aree pilota.	Inclusione delle misure proposte nei documenti di sviluppo locale e nella documentazione per l'attuazione dei singoli progetti di bonifica	Accesso e conoscenza dell'uso di strumenti per valutare il rischio di erosione e per ridurre o gestire meglio l'erosione dei terreni agricoli.

	Produzione di documentazione sulla bonifica dell'erosione. Preparazione di materiale informativo sulle buone pratiche per la prevenzione dell'erosione.	agricola, definizione più precisa del contenuto della relazione sulla composizione e sulle proprietà del suolo e sulle condizioni idrogeologiche (+ drenaggio).	Cambiamento della legislazione.
Le principali parti interessate	Ero-STOP: VP, PP, agricoltori, gestori delle collezioni cartografiche del Comune di Ajdovščina	Ero-STOP: VP, PP; servizi di consulenza agricola, comunità locali, comuni, Ministero dell'Agricoltura, Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale,	Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale, ARSO, comuni, istituti di ricerca, KGZS, DRSV
Fornitura di fondi	Ero-STOP	Ero-STOP (parte), progetti nazionali o europei, risorse comunali	Risorse di bilancio, integrazione in strategie di sviluppo a lungo termine
Fattibilità (rischi e ostacoli)	Costi di preparazione della documentazione, disponibilità limitata di tempo e personale dei servizi di consulenza per compiti aggiuntivi, motivazione degli agricoltori a partecipare all'identificazione precoce dei rischi e all'attuazione delle misure.	Necessità di sostegno da parte dei comuni, mancanza di personale e di competenze a livello locale. Necessità di collaborazione con consulenti agricoli ed esperti in geologia, idrogeologia e geotecnica, Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale. Mancanza di supervisione dell'attuazione delle misure.	Mancanza di personale adeguatamente formato, manutenzione e aggiornamento dei database e dei sistemi di supporto finanziariamente sostenibili, lungaggini nelle procedure e nei cambiamenti (sia nella pratica che nella legislazione).

<b>Attività</b>	<b>4.3 Creazione di un gruppo di esperti transfrontalieri</b>		
<b>Breve descrizione delle attività progettuali svolte</b>	Lo scopo principale del Gruppo di esperti transfrontaliero è quello di trovare soluzioni sostenibili, moderne e rispettose dell'ambiente per la riabilitazione delle aree erose. Il Gruppo opererà a livello locale, regionale e nazionale come organo consultivo a lungo termine, anche dopo la fine del progetto, garantendo la sostenibilità e il trasferimento delle conoscenze acquisite. È aperto a tutti i soggetti interessati, anche al di fuori dell'area del programma. Oltre al CdR e al CdP, i membri del Gruppo di esperti CBC sono attivamente coinvolti nell'attuazione di workshop di approfondimento e di sensibilizzazione.		
<b>Tempistica</b>	<b>BREVE TERMINE</b>	<b>MEDIO TERMINE</b>	<b>LUNGO TERMINE</b>
Obiettivo	Stabilire un meccanismo di consulenza e di risposta rapida ai grandi eventi di erosione.	Stabilire una struttura organizzativa stabile per il gruppo di esperti, ampliandone la	Istituire una piattaforma permanente per lo scambio di conoscenze e buone pratiche. Stabilire il ruolo

		composizione con esperti di diversi settori. Definire un ruolo consultivo formale per il gruppo nella valutazione del rischio di erosione. Stabilire il gruppo come fonte di riferimento per le competenze nella regione.	del gruppo di esperti transfrontalieri nella pianificazione strategica, nella consulenza e nella risposta agli eventi di erosione. Fornire un supporto di esperti nella preparazione di linee guida tecniche e modifiche legislative.
Risultati attesi	Applicazione e trasferimento delle conoscenze dei membri del gruppo di esperti alle attività del progetto. Identificazione dei modi principali in cui il gruppo può lavorare nella pratica. Aumentare il profilo dei problemi di erosione a livello locale, regionale e nazionale.	La conoscenza sviluppata nel progetto viene conservata e sviluppata. Coinvolgimento del gruppo nell'elaborazione di raccomandazioni e linee guida di esperti. Preparazione di contributi sostanziali a documenti strategici, piani territoriali e altri atti di sviluppo. Estensione della base di esperti a settori correlati (ad esempio, la silvicoltura).	Una rete di esperti funzionante e visibile al di là del progetto. Coinvolgimento del gruppo di esperti nel processo di formulazione di azioni e politiche di sviluppo. Creazione di una piattaforma di riferimento per consulenze e azioni a lungo termine.
Le principali parti interessate	Ero-STOP: VP, PP, Gruppo di esperti, agricoltori, comuni	Ero-STOP, VP, PP, gruppo di esperti, comunità locali, comuni, Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale, DRSV, esperti di istituzioni accademiche e di ricerca, Istituti Agroforestali.	Istituzioni nazionali (MKGP, ARSO, DRSV), comuni, istituti di ricerca, agenzie di sviluppo regionale, istituti agroforestali.
Fornitura di fondi	Ero-STOP	Ero-STOP (parte), progetti nazionali o europei, risorse comunali	Risorse di bilancio, integrazione in strategie di sviluppo a lungo termine
Fattibilità (rischi e ostacoli)	Un gruppo di esperti relativamente limitato nel gruppo di esperti transfrontalieri.	Senza sostegno istituzionale e incentivi, la dinamica della cooperazione può diminuire. Capacità limitata del personale per il coordinamento. Necessità di supporto amministrativo e di	Rischio di perdita di interesse se non ci sono benefici diretti o un ruolo formale per il gruppo. Necessità di sostegno politico e finanziamenti a lungo termine.

		finanziamenti per le operazioni regolari.	
--	--	---	--

Attività	4.4 Educazione e sensibilizzazione delle parti interessate e del pubblico in generale		
<b>Breve descrizione delle attività progettuali svolte</b>	<p>Sono stati organizzati due workshop transfrontalieri - uno in Slovenia e l'altro in Italia - nell'ambito della preparazione del Piano d'azione per le misure di prevenzione e bonifica dell'erosione. I workshop hanno riunito esperti, membri del gruppo di esperti transfrontalieri, rappresentanti dei comuni, dell'agricoltura, della silvicoltura, della protezione civile, nonché agricoltori e proprietari terrieri direttamente colpiti dall'erosione. L'obiettivo principale era quello di scambiare esperienze, identificare le sfide transfrontaliere e rafforzare la cooperazione nella pianificazione di misure per ridurre i rischi di erosione. Uno dei risultati principali dei workshop è stata un'analisi SWOT (punti di forza, debolezza, opportunità e minacce) sulla gestione dell'erosione nell'area transfrontaliera, i cui risultati sono stati inseriti direttamente nel Piano d'azione. Al workshop in Slovenia è stato presentato anche un modulo di valutazione qualitativa del potenziale erosivo. Durante l'attuazione del progetto FP&amp;E, le opinioni e le informazioni vengono regolarmente scambiate con gli agricoltori (interviste, visite sul campo) e con il pubblico interessato (pubblicazioni sui media, sui social network e sul sito web del progetto). Uno dei risultati principali del progetto è un materiale informativo sulle buone pratiche per la prevenzione dell'erosione, che serve come strumento per sensibilizzare e sostenere gli agricoltori nella gestione sostenibile dei terreni agricoli. Oltre che agli agricoltori, il materiale si rivolge anche al pubblico in generale e ai decisori politici, in quanto promuove la comprensione dell'importanza di suoli sani per l'ambiente, la sicurezza alimentare e la resilienza climatica, e supporta la progettazione di politiche e misure di protezione del suolo consapevoli.</p>		
Tempistica	BREVE TERMINE	MEDIO TERMINE	LUNGO TERMINE
Obiettivo	Sensibilizzare gli agricoltori sul tema dell'erosione e sull'importanza di un'identificazione precoce dei rischi. Incoraggiare l'interesse per l'azione e la partecipazione alle attività pilota.	Estendere l'uso dei materiali. Rafforzare la cooperazione tra gli attori locali e i servizi di consulenza. Stabilire canali di comunicazione più sostenibili per trasferire conoscenze e buone pratiche tra professionisti e utenti.	Rafforzare la comprensione dell'importanza dell'identificazione precoce dei rischi e dell'azione tempestiva. Sostenere l'integrazione della strategia. Sviluppare strumenti che utilizzino l'intelligenza artificiale per identificare l'erosione.
Risultati attesi	Maggiore reattività e disponibilità degli agricoltori a partecipare alle attività del progetto. Il feedback delle analisi SWOT è stato incorporato nel Piano d'azione.	Utilizzo del materiale e del modulo per supportare gli agricoltori e i consulenti. Miglioramento della cooperazione nella pianificazione e nell'attuazione delle misure preventive.	Miglioramento della comprensione del problema dell'erosione tra gli agricoltori, i consulenti, il pubblico e i responsabili delle decisioni. Aumento della disponibilità di informazioni spaziali sull'erosione attraverso piattaforme accessibili al pubblico.

Le principali parti interessate	Ero-STOP: VP, PP, gruppo di esperti, agricoltori, pubblico interessato, comuni, protezione civile.	Ero-STOP, gruppo di esperti, servizi di consulenza, agricoltori, comuni, Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale	Agricoltori, proprietari terrieri, servizi di consulenza, comuni, Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale, ARSO, DRSV, istituti di formazione, sviluppatori di applicazioni, gruppo di esperti
Fornitura di fondi	Ero-STOP	Ero-STOP (parte), progetti nazionali o europei, risorse comunali	Risorse di bilancio, integrazione nelle strategie di sviluppo a lungo termine
Fattibilità (rischi e ostacoli)	Diversa comprensione dei problemi e tempo limitato per la partecipazione degli agricoltori. È necessaria una comunicazione chiara e mirata.	Distribuzione disomogenea delle informazioni. Mancanza di un supporto sistematico per l'integrazione dei contenuti nella pratica di consulenza. Possibilità di un calo di interesse senza benefici visibili (rapidi). Costo dell'implementazione di misure preventive.	La complessità tecnica e organizzativa dello sviluppo e della manutenzione degli strumenti digitali. Potenziale scarsa diffusione senza un'adeguata promozione e collegamento alle pratiche esistenti.

Attività	4.5 Incontri con rappresentanti delle autorità governative e delle istituzioni settoriali (ITA?)		
<b>Breve descrizione delle attività progettuali svolte</b>	<p>Il LP e i partner sloveni hanno incontrato i rappresentanti del Ministero dell'Agricoltura, delle Foreste e dell'Alimentazione (MKGP) e della Direzione delle Acque della Repubblica di Slovenia (DRSV).</p> <p>Il Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale (MKGP) è fondamentale per la preparazione del quadro legislativo e per il finanziamento dei progetti di agro-risanamento attraverso il Programma di Sviluppo Rurale (PRP) e svolge un ruolo politico nello sviluppo agricolo e rurale e nella gestione del territorio.</p> <p>La Direzione delle Acque della Repubblica di Slovenia (DRSV) è responsabile della gestione delle acque e delle infrastrutture idriche. Nell'ambito dell'agro-risanamento, è coinvolta in progetti in cui vengono attuate misure di gestione delle acque per prevenire l'erosione e migliorare corsi d'acqua, canali, scarichi e bacini di ritenzione.</p>		
<b>Tempistica</b>	<b>BREVE TERMINE</b>	<b>MEDIO TERMINE</b>	<b>LUNGO TERMINE</b>
Obiettivo	Informare i rappresentanti delle autorità nazionali sulle attività svolte e sui principali risultati del progetto.	Fornire supporto al Ministero dell'Agricoltura e dello Sviluppo Rurale per un processo decisionale più preciso per l'attuazione di un miglioramento agrario complesso (con inventario dei lavori).	Armonizzare il contenuto dei documenti e delle procedure di esperti tra le autorità competenti e consentire un processo decisionale più efficiente nel processo di pianificazione territoriale.

		Stabilire un dialogo tra i settori interessati (agricoltura, acqua, ambiente) e redigere linee guida coordinate a livello settoriale per la pianificazione e l'attuazione di un miglioramento agrario complesso.	Garantire un'adeguata supervisione dell'attuazione di progetti complessi di bonifica agraria.
Risultati attesi	Comunicazione iniziale con le istituzioni responsabili a livello nazionale. Reazioni iniziali sulla possibilità di integrare i risultati e i suggerimenti nella preparazione della base tecnica e legislativa.	Inclusione dei risultati del progetto e del coordinamento intersettoriale nelle bozze dei documenti tecnici e legislativi. Una più chiara demarcazione dei contenuti e delle responsabilità per la pianificazione, l'attuazione e la supervisione di interventi complessi sull'uso del suolo (agro-risanamento).	Responsabilità chiare tra i settori per l'attuazione di misure complesse e ruolo della supervisione.
Le principali parti interessate	Ero-STOP: VP, PP, rappresentanti del MKGP, DRSV	Ero-STOP, Gruppo di esperti, Servizi di consulenza, MKGP, DRSV	Agricoltori, proprietari terrieri, servizi di consulenza, comuni, MKGP, ARSO, DRSV, istituti di istruzione e ricerca, sviluppatori di applicazioni, gruppo di esperti
Fornitura di fondi	Ero-STOP	Ero-STOP (parte), progetti nazionali o europei, risorse comunali, risorse di bilancio, integrazione in strategie di sviluppo a lungo termine	Risorse di bilancio, integrazione nelle strategie di sviluppo a lungo termine
Fattibilità (rischi e ostacoli)	Limitata reattività dei rappresentanti a causa del sovraccarico.	Disallineamento delle priorità e dei processi tra i settori. Mancanza di meccanismi formali per integrare le proposte dei progetti. Disconnessione dei database tra i ministeri.	Lungaggini nelle procedure di modifica della legislazione. Frammentazione delle responsabilità tra i dipartimenti. Cambiamenti nelle priorità politiche. Imposizione di costi aggiuntivi agli agricoltori, aumentando il livello di competenza e di supervisione richiesto.

## 5. CONCLUSIONE

La problematica dell'erosione del suolo nelle aree pilota della Slovenia e dell'Italia rappresenta un fenomeno complesso e multidimensionale, in quanto coinvolge fattori geologici, pedologici, idrologici, climatici e antropici. I rilievi collinari della Valle del Vipacco in Slovenia e le aree costiere e carsiche in Italia (Venezia, Duino-Aurisina) differiscono per morfologia e uso del suolo, tuttavia in entrambe le aree si riscontrano problemi di erosione pluviale che, nel contesto dei cambiamenti climatici, risultano sempre più accentuati e richiedono strategie di adattamento. Un approccio integrato consente lo scambio e il trasferimento di buone pratiche tra i due Paesi, nel rispetto delle specificità locali.

L'analisi dei processi erosivi evidenzia che l'erosione superficiale, come quella da impatto delle gocce di pioggia (splash), diffusa (interrill) e incanalata (rill), nonché l'erosione profonda, come quella a solchi (gully) e a incisioni più marcate, influiscono direttamente sulla qualità del suolo e sulla produttività agricola. Le trasformazioni del territorio, inclusi gli interventi edilizi, le pratiche agricole e la gestione della viabilità rurale, contribuiscono ulteriormente alla definizione dei livelli di rischio; risultano particolarmente vulnerabili i versanti ripidi e le superfici prive di copertura vegetale, dove il manto vegetale è degradato o assente. L'implementazione di adeguate misure antierosive richiede un approccio combinato che integri soluzioni tecniche, uso sostenibile del suolo e promozione della vegetazione naturale per una stabilizzazione a lungo termine.

Inoltre, i cambiamenti climatici, manifestati attraverso precipitazioni estreme, periodi di siccità e ondate di calore, hanno ulteriormente incrementato la vulnerabilità dei suoli. Di conseguenza, risultano essenziali il monitoraggio sistematico, l'adattamento delle pratiche agricole e la pianificazione di paesaggi resistenti all'erosione, capaci di garantire un uso sostenibile del territorio agricolo, preservare la biodiversità e tutelare il patrimonio culturale. In conclusione, una gestione efficace dell'erosione del suolo dipende da una comprensione integrata delle interazioni tra fattori naturali e antropici, dal loro adattamento alle condizioni locali e dalla collaborazione tra esperti e comunità locali nella gestione sostenibile del territorio e nella conservazione dell'ambiente naturale.

## 6. ALLEGATI

- Allegato 1: Scheda di valutazione qualitativa del potenziale erosivo.

## 7. FONTI

- ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- Ažman – Momirski, L. et al. 2008. Primer ureditve vinograda v Goriških brdih. Ljubljana: Univerza v Ljubljani: Fakulteta za arhitekturo. str. 19
- Benvenuti, L. 2013, Con le colture "a perdere" chi ci guadagna ? il terreno, Terra e Vita, 5 Aprile 2013
- Bescansa et al. 2006. Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain
- Borin, M., Passoni, M., Thiene, M., & Tempesta, T. (2010). Multiple functions of buffer strips in farming areas. European journal of agronomy, 32(1), 103-111.
- Buendia, C., Vericat, D., Batalla, R. J., & Sabater, S. (2016). Forest expansion and runoff reduction in Mediterranean landscapes.
- Božič, M. 2021: Sedimentologija in geomorfologija eocenske Planinske breče v Vipavski dolini. Raziskovalna naloga. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, oddelek za geologijo. 39 str.
- Bresci, E., Preti, F. 2010. An historical survey on the evolution of some forest watershed management techniques (Part II: Stream channel works) <https://www.agroengineering.org/jae/article/view/jae.2010.3.13/46> (Pridobljeno 18.2.2025)
- CNR. Erosive processes and related hazards in the Coastal Zone. 'Landslides and Climate Change - Challenges and Solutions', Ventnor, Isle of Wight, UK, 21-24 maggio 2007
- Comino, J., Brings, C., Lassu, T., Iserloh, T., Senciales, J.M., Martinez Murillo, J.F., Ruiz Sinoga, J.D., Seeger, M., Ries, J.B. 2015. Rainfall and human activity impacts on soil losses and rill erosion in vineyards (Ruwer Valley, Germany). Solid Earth 6: 823-837. DOI: 10.5194/se-6-823-2015
- Dolinšek, K. 2020. Meteorološka vodna bilanca v vegetacijskem obdobju 1961–2018 za izbrane meteorološke postaje v Sloveniji. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 34p.

- Dorren, L. K. A., Rey, F., 2004. A review of the effect of terracing on erosion. Soil Conservation And Protection for Europe.
- Ecovinegoals - Lokalni akcijski načrt za agroekološki prehod vinogradniškega območja "Vipavsko gričevje". 2022. Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica
- eGeologija, <https://ogk100.geo-zs.si/> (Pridobljeno 3.3.2025)
- Fernandes, J., Bateira, C., Soares, L., Faria, A., Oliveira, A., Hermenegildo, C., Moura, R., Gonçalves, J. 2017. SIMWE model application on susceptibility analysis to bank gully erosion in Alto Douro Wine Region agricultural terraces. Catena 153, 39-49. Elsevier.
- Gomez, J., Sobrinho, T., Giraldez, J. in Fereres, E. 2009. Soil management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain. Soil and Tillage Research, 102(1), 5-13.
- Gooday, R. 2014. Modelling the cost-effectiveness of mitigation methods for multiple pollutants at farm scale  
[https://www.kis.si/f/docs/Druge\\_publicacije/EROZIJA\\_KIS-2020.pdf](https://www.kis.si/f/docs/Druge_publicacije/EROZIJA_KIS-2020.pdf) (Pridobljeno 18.2.2025)
- ISO/DTR 18228-8 (Under development) Design using geosynthetics Part 8: Surface erosion control
- Kilk, A., Rosner, J. 2020. Dolgoročne izkušnje s praksami ohranitvene obdelave tal v Avstriji.
- Kuhlman, T., Reinhard, S. in Gaaff, A. 2010. Estimating the costs and benefits of soil conservation in Europe. Land Use Policy, 27(1), 22-32.
- lespatex.si  
<https://www.lespatex.si/gradbenistvo/geosintetiki/armirane-zemljine-geomreze-armirani-geotekstili/> (Pridobljeno 18.2.2025)
- Meden, J. 2017. Modeliranje erozije prsti z modelom RUSLE v katastrski občini Neblo. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo: 150 f.
- Mitas, L., Mitasova, H. 1998. Distributed soil erosion simulation for effective erosion prevention. Water Resources Research, 34 (3, 505-516)
- Neteler, M., Mitasova, H. 2008. Open source GIS: A GRASS GIS Approach, Third Edition. Springer
- O'Connell, E., Ewen, J., O'Donnell, G., Quinn, P. 2007. Rainfall impacts on erosion in agricultural landscapes
- OPTAIN (projekt), <https://www.optain.eu/> (Pridobljeno 3.3.2025).
- Petan, S. 2010. Meritve in prostorsko načrtovanje erozivnosti padavin kot parametra erozije tal. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, UPŠVO: 258 f.
- Pijl, A., Reuter, L. E. H., Quarella, E., Vogel, T. A., Tarolli, P. 2020. GIS-based soil erosion modelling under various steep-slope vineyard practices. Catena 193

- Repullo-Ruibérriz de Torres, M. A., Ordóñez-Fernández, R., Giráldez, J. V., Márquez-García, J., Laguna, A., & Carbonell-Bojollo, R. 2018. Efficiency of four different seeded plants and native vegetation as cover crops in the control of soil and carbon losses by water erosion in olive orchards. *Land Degradation & Development*, 29(8), 2278-2290.
- Rivas, T. 2006. Erosion control treatment selection guide. United States Department of Agriculture, Forestry Service.
- sanjacsupply.com  
<https://sanjacsupply.com/product/straw-wattles/> (Pridobljeno 18.2.2025)
- savel-hobi.net  
<https://www.savel-hobi.net/leksikon/htm/trta/htmlt/ureditev.htm> (Pridobljeno 18.2.2025)
- Science of The Total Environment
- Spremembe in dopolnitve občinskega prostorskega načrta občine Ajdovščina, Strokovne podlage za urejanje krajine za občino Ajdovščina, LOCUS prostorske informacijske rešitve d.o.o., 2024
- TSPI PG.05.201:2023 Razvrščanje geoloških materialov razvrščanje zemljin, <https://www.gov.si teme/informacije-in-usmeritve-strokovni-javnosti-na-podrocju-cestne-infrastrukture/> (Pridobljeno 3.3.2025)
- Univertita di Padova. Terrace Archaeology and Culture in Europe. | [TerrACE](#) | [Projekt](#) | [Fact Sheet](#) | [H2020](#) | [CORDIS](#) | [European Commission](#)
- Vrščaj, B., Bergant, J., Kastelic, P. in Šinkovec, M., 2020. *Erozija v Sloveniji: kratka predstavitev in ocena pomembne degradacije tal*. [na spletu] Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije.
- Vrščaj, B., Kastelic, P., Bergant, J., 2022. Modeliranje vodne erozije tal v Sloveniji. *GIS v Sloveniji* 16, Preteklost in prihodnost, 55–70, Založba ZRC, Ljubljana. <https://omp.zrc-sazu.si/zalozba/catalog/download/2022/8306/1774?inline=1> (Pridobljeno 18.2.2025)
- Zupanc, V. 2018. Urejanje povirij kot ukrep za zmanjšanje erozijske in poplavne ogroženosti. 29. Mišičev vodarski dan 2018
- Zupanc, V., Mikoš, M. 2000. Protierozijski ukrepi na kmetijskih površinah. *Sodobno kmetijstvo* 33, 11-12, str: 489-493

**ALLEGATO 1: Modulo di valutazione qualitativa del potenziale erosivo (adattato da Rivas, 2006)**

OSSERVAZIONI SUL TERRENO DAL PUNTO DI VISTA DELL'EROSIONE (si registrano i dati validi al giorno dell'osservazione)			
Scheda compilata da		Data	
Località (n. particella e c.c., GERK)		Proprietari o	
Condizioni meteorologiche		Altitudine	
Scopo (preparazione per agroameliorazione o fenomeni erosivi osservati, ecc.)			
Lo stato osservato si riferisce a:			
Stato naturale del terreno prima del miglioramento fondiario	Terreno agricolo in abbandono o incolto	Stato durante o dopo il miglioramento fondiario - vegetazione non ancora stabilita	Terreno agricolo in uso da lungo tempo con copertura vegetativa
Pendenza del terreno (indicare quella caratteristica della zona "problematica")			
0 do 5 %	5 do 15 %	15 do 25 %	Več kot 25 %
Terreno terrazzato	Altezza terrazze: _____ m	Lunghezza terrazze: _____ m	
Tipo di suolo			
Ghiaia, ciottoli	Sabbia, limo	Argilla	Altro: (es. suoli marnosi)
Umidità del suolo			
Secco	Umido	Saturato	Altro: _____
Vegetazione			
Spoglio Percentuale: _____	Prato Percentuale: _____	Bosco o cespugli Percentuale: _____	Altro Descrizione: _____
OSSERVAZIONI AGGIUNTIVE (indicare quelle pertinenti)			
Recenti disboscamenti o pulizie su larga scala			
Segni di erosione superficiale lieve (solchi, canalette, parte del terreno non si ricopre di vegetazione)			
Sorgenti d'acqua appaiono in caso di pioggia			
Vicinanza di insediamenti, strade o altri terreni agricoli su cui può defluire l'acqua			
Presenza di strade, piste forestali o superfici impermeabili da cui defluisce acqua			
Presenza di corsi d'acqua o tombini che possono far defluire acqua sul terreno agricolo			
Segni di forte erosione (canali o fossati; materiale depositato dall'acqua)			
Segni di frane (fessure, alberi inclinati, spostamenti visibili del terreno)			
Presenza di sorgenti anche in tempo secco; vegetazione tipica di suoli umidi			
Presenza di strati marnosi inclinati nella stessa direzione del pendio			

Altro (descrivere):						
Indicare le affermazioni valide se si prevede un'agroameliorazione						
Dimensioni previste dell'agroameliorazione			lunghezza: _____m (in discesa)		larghezza: _____ m	
Inclinazione generale del terreno cambierà:			Aumenterà		Diminuirà	Rimarrà invariata
È prevista la terrazzatura			Sì No		Orizzontale	Verticale
Uso previsto del suolo			Camp o	Uliveto	Frutteto	Vigneto Prato Altro: _____
Ai bordi dell'intervento si formeranno:			Scarpate scavate (pendenza ca: _____%)		Scarpate riempite (pendenza ca: _____%)	
Preparazione del suolo (scavo completo o puntuale)						
Profondità prevista dello scavo o aratura						
Periodo previsto dei lavori						

**Legenda dei colori:**

Colore	Spiegazione
	È necessario monitorare eventuali cambiamenti nel terreno (dopo forti piogge...). Non è un indicatore diretto del rischio.
	È necessario prestare attenzione e monitorare i cambiamenti, i sistemi di drenaggio e le opere di manutenzione per prevenire ulteriori processi di erosione.
	È richiesta la partecipazione di esperti - geologo, ingegnere geotecnico