

# Buone Pratiche Agricole per la mitigazione della contaminazione da agrofarmaci delle acque superficiali





# **Buone Pratiche Agricole per la mitigazione della contaminazione da agrofarmaci delle acque superficiali**

Aldo Ferrero, Francesco Vidotto, Fernando De Palo



Università degli Studi di Torino  
Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari  
Largo Paolo Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO)

Aldo Ferrero, Francesco Vidotto, Fernando De Palo

Buone Pratiche Agricole per la mitigazione della contaminazione da agrofarmaci delle acque superficiali

ISBN 978-88-991080-4-5

Stampato presso FIORDO srl. Via Guzzafame n. 35/37 - 28068 Romentino (Novara, Italy)

Ottobre 2015

Fotografie: tutte le fotografie sono di TOPPS (distribuite con Licenza Creative Commons Attribuzione-Non commerciale 4.0 Internazionale) tranne pagina 64 (Jane Thomas, IAN Image Library).

Il primo progetto TOPPS è stato avviato nel 2005 con un finanziamento triennale da parte di Life e di ECPA (European Crop Protection Association), ed ha avuto l'obiettivo di sviluppare e divulgare linee guida necessarie a prevenire la contaminazione puntiforme dei corpi idrici da prodotti fitosanitari. Il successivo progetto TOPPS-eos (2010) ha fornito ulteriori informazioni circa le soluzioni tecniche disponibili per aumentare la compatibilità ambientale degli irroratori.

Il progetto triennale TOPPS-Prowadis, finanziato dall'ECPA e avviato nel 2011, si pone l'obiettivo di individuare linee guida (Buone Pratiche Agricole) utili a prevenire la contaminazione diffusa dei corpi idrici da prodotti fitosanitari. Al progetto partecipano 14 istituzioni di ricerca appartenenti a 7 paesi dell'Unione Europea. Il progetto si pone l'obiettivo fondamentale di favorire la conoscenza e l'applicazione di queste misure mediante la diffusione di documentazione tecnica, l'allestimento di corsi di formazione e di incontri di addestramento rivolti ai diversi operatori del sistema produttivo agricolo.

**[www.TOPPS-life.org](http://www.TOPPS-life.org)**

**[www.topps.unito.it](http://www.topps.unito.it)**

Questo documento è stato prodotto da A. Ferrero, F. Vidotto e F. De Palo (DISAFA - Università di Torino), ed è basato sul documento "Best Management Practices to reduce water pollution with plant protection products from run-off and erosion" creato nell'ambito del progetto TOPPS-Prowadis.

#### Team di supporto tecnico

Folkert Bauer (BASF), Jeremy Dyson (Syngenta), Guy Le Henaff (Irstea), Volker Laabs (BASF), David Lembrich (Bayer CropScience), Julie Maillat Mezeray (Arvalis), Benoit Real (Arvalis), Manfred Roettele (BetterDecisions).

#### Partners locali sul ruscellamento

Magdalena Bielasik-Rosinska (Inst. Env. Protection), Aldo Ferrero (Univ. di Torino), Klaus Gehring (Bavarian State Res. Centre LfL), Emilio Gonzalez Sanchez (Univ. Cordoba), Ellen Pauwelyn (InAgro), Rolf Thorstrup Poulsen (Danish Ag. Advisory Service).

#### Partners del progetto

- InAgro, Rumbek, (BE)
- Bavarian State Res. Centre LfL, Freising, (DE)
- Danish Ag. Advisory Service, Aarhus (DK)
- University of Cordoba, Cordoba (ES)
- IRSTEA (Cemagref), Lyon, (FR)
- ARVALIS Institut du végétal, Boigneville, (FR)
- DISAFA, Università di Torino, Torino (IT)
- Institute of Environmental Protection (IEP), Warsaw (PL)



DISAFA  
Università degli Studi di Torino  
Largo Paolo Braccini, 2  
10095 Grugliasco (TO), Italy



FEDERCHIMICA

AGROFARMA

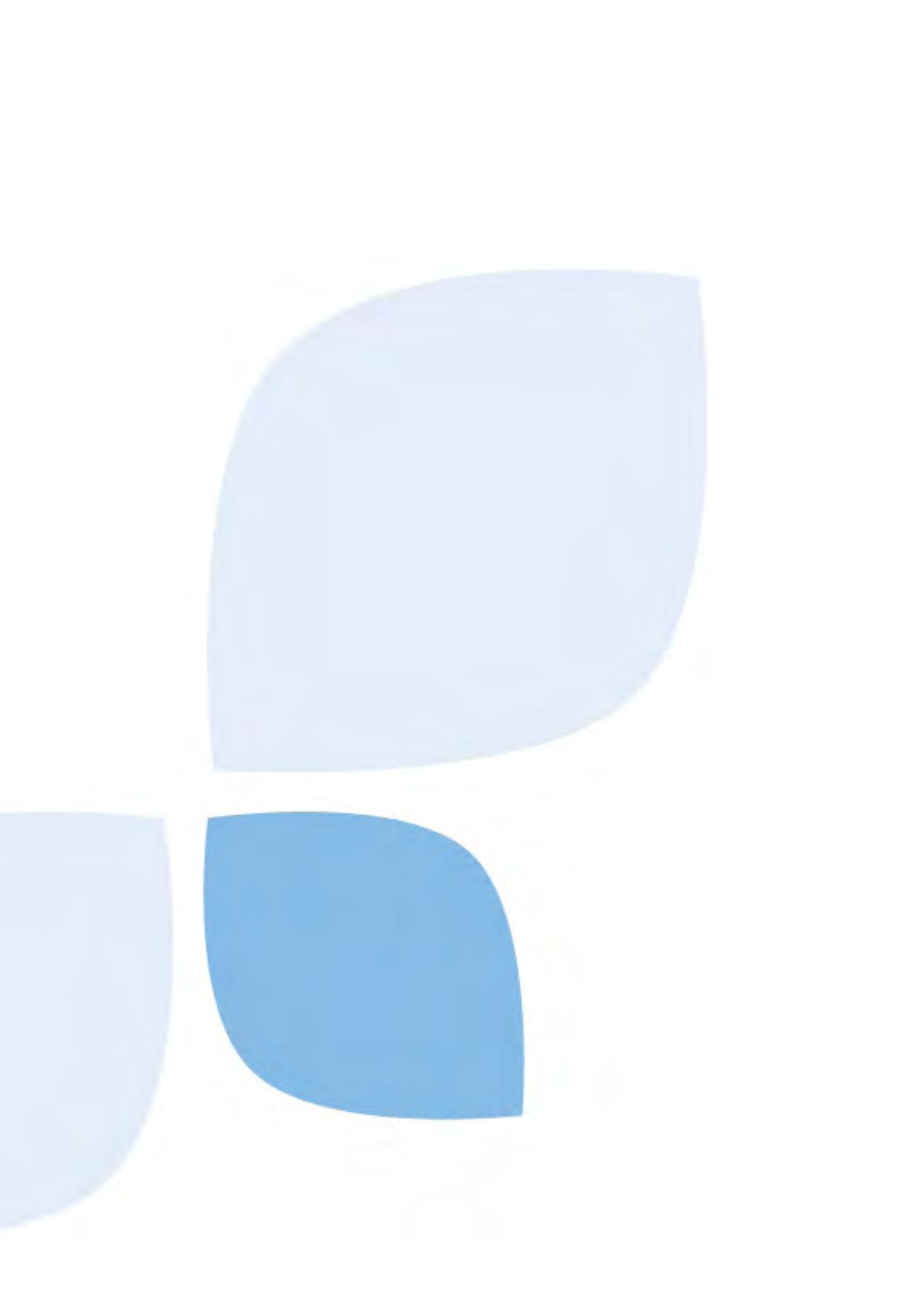
Associazione nazionale imprese agrofarmaci

Agrofarma - Federchimica  
Associazione nazionale imprese agrofarmaci  
Via Giovanni da Procida, 11  
20149 Milano (MI), Italy



European  
Crop Protection

European Crop Protection Association  
E.C.P.A.  
6 Avenue E. Van Nieuwenhuysse  
B-1160 Brussels, Belgium.



## INDICE

Premessa .....	v
Introduzione .....	1
Sorgenti di contaminazione delle acque .....	1
Tipologie di ruscellamento .....	3
Fattori che determinano il rischio di trasferimento dei prodotti fitosanitari tramite ruscellamento .....	5
Diagnosi e mitigazione del rischio di ruscellamento.....	9
Diagnosi di bacino .....	9
Diagnosi di campo .....	10
Schemi decisionali.....	13
Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione.....	15
Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per saturazione del suolo .....	19
Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per flusso concentrato.....	23
Misure di mitigazione .....	27
A. GESTIONE DEL SUOLO .....	28
1. Minima lavorazione .....	29
2. Preparazione del letto di semina .....	31
3. Riduzione compattamento superficiale (crosta) .....	32
4. Riduzione del compattamento sottosuperficiale .....	34
5. Carreggiate.....	35
6. Arginature trasversali.....	37
7. Lavorazione lungo le curve di livello .....	38

B. PRATICHE COLTURALI.....	39
8. Rotazione colturale .....	40
9. Coltivazione a strisce interrotte/alternate .....	42
10. Colture di copertura annuali .....	43
11. Doppia semina .....	45
12. Inerbimento in frutteti e vigneti.....	46
13. Ampliamento delle capezzagne .....	48
C. FASCE TAMPONE VEGETATE.....	49
14. Fasce tampone all'interno del campo .....	56
15. Fasce tampone ai margini del campo.....	58
16. Fasce tampone ripariali.....	60
17. Fasce tampone nei talweg (linee di impluvio) .....	63
18. Siepi .....	65
19. Aree boschive.....	67
20. Aree di accesso ai campi .....	68
D. STRUTTURE DI RITENZIONE E DISPERSIONE .....	69
21. Canali e fossi vegetati .....	69
22. Bacini di ritenzione/aree umide artificiali .....	71
23. Barriere protettive all'interno o ai margini del campo .....	74
24. Strutture di dispersione .....	75
E. PRODOTTI FITOSANITARI .....	77
25. Ottimizzazione delle condizioni di applicazione dei prodotti fitosanitari .....	77
26. Ottimizzazione della distribuzione stagionale dei prodotti fitosanitari .....	78
27. Scelta del prodotto fitosanitario più adatto .....	78

F. IRRIGAZIONE.....	81
28. Scelta delle tecnologie di irrigazione più appropriate .....	81
29. Ottimizzazione dei tempi e dei volumi di irrigazione .....	82
Glossario .....	85
Allegati .....	91
Scheda di campo 1 - Lista di controllo .....	91
Scheda di campo 2 - Determinazione tessitura .....	92
Scheda di campo 3 - Determinazione WHC.....	93



# Premessa

**L**a salvaguardia degli ambienti acquatici è una delle principali preoccupazioni dell'opinione pubblica internazionale ed è riconosciuta come elemento base per la vita di tutto il pianeta. L'ECPA (Associazione Europea dei Produttori di Agrofarmaci) considera la protezione delle acque un pilastro portante del proprio lavoro ed è ben consapevole della necessità di lavorare continuamente per incentivare l'uso corretto dei prodotti fitosanitari nell'ambito di un'agricoltura sostenibile e produttiva. Ci siamo pertanto assegnati il compito di lavorare insieme con le nostre Associazioni Nazionali e con un vasto gruppo di partners internazionali per mettere a punto e divulgare appropriate misure, indicazioni e materiali illustrativi mirati ad assicurare che tutti gli aspetti più importanti per la protezione delle acque siano trattati e che sia raggiunto il più ampio consenso circa le Buone Pratiche (BMP = Best Management Practices) raccomandate.

Questo sforzo collaborativo per realizzare e migliorare gli strumenti disponibili per garantire la salvaguardia delle acque sono anche in stretto accordo con gli obiettivi contenuti in importanti provvedimenti legislativi europei quali la Direttiva Quadro sulle Acque (60/2000/CE) e quella sull'Uso Sostenibile degli Agrofarmaci (128/2009/CE). Il nostro lavoro si è concretizzato nei progetti internazionali multidisciplinari TOPPS che sono stati promossi a partire dal 2005 in diversi Paesi europei, finanziati dall'ECPA e, per i primi tre anni, anche dalla Commissione Europea (come progetto Life).

I progetti TOPPS hanno riguardato inizialmente la prevenzione e mitigazione dei rischi di inquinamento puntiforme da agrofarmaci, che sono soprattutto legati alle fasi di svuotamento e di pulizia delle macchine irroratrici oppure a sversamenti accidentali di prodotto durante il riempimento del serbatoio di tali macchine. Dal 2011 ci stiamo concentrando sul più complesso aspetto della prevenzione e mitigazione dell'inquinamento diffuso (principalmente legato ai fenomeni di ruscellamento e di deriva dei prodotti fitosanitari). L'obiettivo finale è fornire un impianto completo di linee guida (BMP) per la protezione delle acque. Quest'ultima fase dei progetti TOPPS è stata denominata TOPPS-Prowadis (Train Operators to Promote Practices and Sustainability - to protect water from diffuse sources). È nostro auspicio che tali BMP siano utilizzate come base per informare, istruire e formare gli agricoltori, i tecnici divulgatori e gli operatori del settore attraverso diverse modalità (nelle aule, in campo, con apposite dimostrazioni pratiche). ECPA ha il compito di promuovere l'adozione di queste Buone Pratiche TOPPS su vasta scala.

Vorrei ringraziare sentitamente tutti i partners e gli esperti per i loro notevoli sforzi e per i contributi che hanno fornito ai progetti TOPPS, sia in termini di “know-how” tecnico, sia per la volontà di lavorare insieme, nell'ottica di raggiungere obiettivi condivisi. Auspico fortemente inoltre che queste Buone Pratiche TOPPS possano accendere l'entusiasmo necessario a metterle in pratica e possano contribuire a divulgare le conoscenze necessarie per un uso sostenibile dei prodotti fitosanitari in grado di garantire un elevato livello di protezione delle acque.

**Friedhelm Schmider**

Direttore Generale ECPA



## **Il progetto TOPPS-Prowadis in Italia**

**L**'impiego dei prodotti fitosanitari può dar luogo ad un rischio di contaminazione dei corpi idrici superficiali e profondi con possibili effetti sugli equilibri degli ecosistemi acquatici e sulla qualità delle acque destinate all'uso umano.

Le cause della contaminazione delle acque sono attribuibili a sorgenti puntiformi e diffuse. Le prime sono riconducibili alle operazioni di riempimento, lavaggio e svuotamento della macchina irroratrice e sono state oggetto di studio e valutazione nell'ambito del progetto Life TOPPS allo scopo di elaborare metodi pratici in grado di contenerle ([www.topps-life.org](http://www.topps-life.org)). Le seconde derivano da fenomeni quali il ruscellamento superficiale, causato dall'azione di trasporto dell'acqua sulla superficie del suolo e nello strato sottosuperficiale, e la deriva, generata al momento della distribuzione in campo del prodotto fitosanitario.

TOPPS-Prowadis (Train Operators to Promote Practices and Sustainability - to protect water from diffuse sources) è un progetto triennale finanziato dall'ECPA, l'Associazione Europea dei produttori di agrofarmaci, che si inserisce nel solco del progetto TOPPS (inquinamento puntiforme) con l'obiettivo di individuare le linee guida gestionali (Buone Pratiche Agricole) necessarie a prevenire la contaminazione diffusa dei corpi idrici superficiali da prodotti fitosanitari.

Al progetto partecipano istituzioni di ricerca appartenenti a 7 Paesi dell'Unione Europea (Italia, Spagna, Francia, Belgio, Germania, Danimarca e Polonia). Nel caso dell'Italia sono presenti due unità operative del Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari dell'Università degli Studi di Torino. Le due unità hanno il comune compito di sviluppare e divulgare le linee guida per la protezione delle acque dalla contaminazione da prodotti fitosanitari da sorgenti diffuse, operando nei rispettivi ambiti specifici del ruscellamento e della deriva.

La fase iniziale del progetto riguarda l'acquisizione di informazioni sullo stato dell'inquinamento diffuso delle acque da prodotti fitosanitari, del quadro normativo di riferimento e del grado di sensibilità degli operatori del settore nei confronti di questo fenomeno, nonché delle tecniche già adottate per il suo contenimento.

TOPPS-Prowadis prevede inoltre di studiare e sviluppare strumenti utili a diagnosticare l'entità del rischio di inquinamento diffuso da prodotti fitosanitari nelle specifiche condizioni operative. Per quanto riguarda la deriva, viene ad esempio proposto un software in grado di caratterizzare l'entità del rischio di deriva del prodotto fitosanitario in relazione alle specifiche condizioni ambientali presenti al momento della distribuzione ed ai parametri operativi dell'irroratrice, e di fornire suggerimenti sulle misure da adottare per prevenire e/o mitigare il fenomeno.

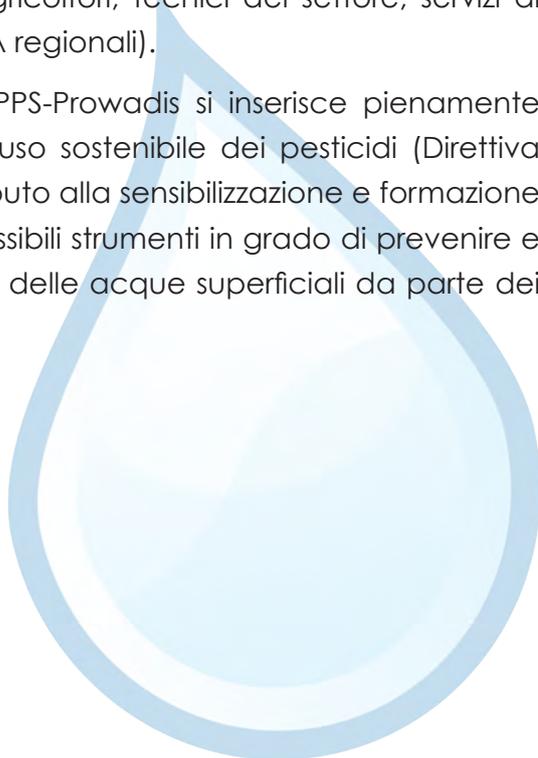
Nel caso del rischio di contaminazione da ruscellamento, il progetto prevede l'individuazione, in ciascun Paese partner, di un territorio a scala di bacino, nel quale effettuare un'analisi approfondita del potenziale rischio di ruscellamento e delle più appropriate misure di mitigazione da adottare a livello di singolo appezzamento, facendo anche ricorso a sistemi informativi geografici e territoriali (GIS/SIT). In Italia tale bacino è stato localizzato in Piemonte, in un areale collinare posto tra le province di Alessandria ed Asti, e corrispondente al bacino idrografico del Torrente Tiglione, affluente del fiume Tanaro.

Lo sviluppo di questi strumenti di diagnosi è principalmente finalizzato alla definizione delle Buone Pratiche Agricole, cioè delle misure tecniche, operative ed agronomiche più efficaci per la prevenzione e mitigazione del rischio di contaminazione delle acque. Il progetto si pone, inoltre, il fondamentale obiettivo di favorire la conoscenza e l'applicazione di queste misure, mediante la diffusione di documentazione tecnica, l'allestimento di corsi di formazione e di incontri di addestramento rivolti ai diversi operatori del sistema produttivo agricolo (agricoltori, tecnici del settore, servizi di assistenza agli agricoltori, enti regionali e ARPA regionali).

In relazione a questi aspetti, l'attività di TOPPS-Prowadis si inserisce pienamente nel quadro degli obiettivi della direttiva sull'uso sostenibile dei pesticidi (Direttiva 2009/128/CE), fornendo un importante contributo alla sensibilizzazione e formazione degli operatori agricoli nella adozione dei possibili strumenti in grado di prevenire e contenere il rischio di contaminazione diffusa delle acque superficiali da parte dei prodotti fitosanitari.

**Aldo Ferrero**

DISAFA - Università di Torino



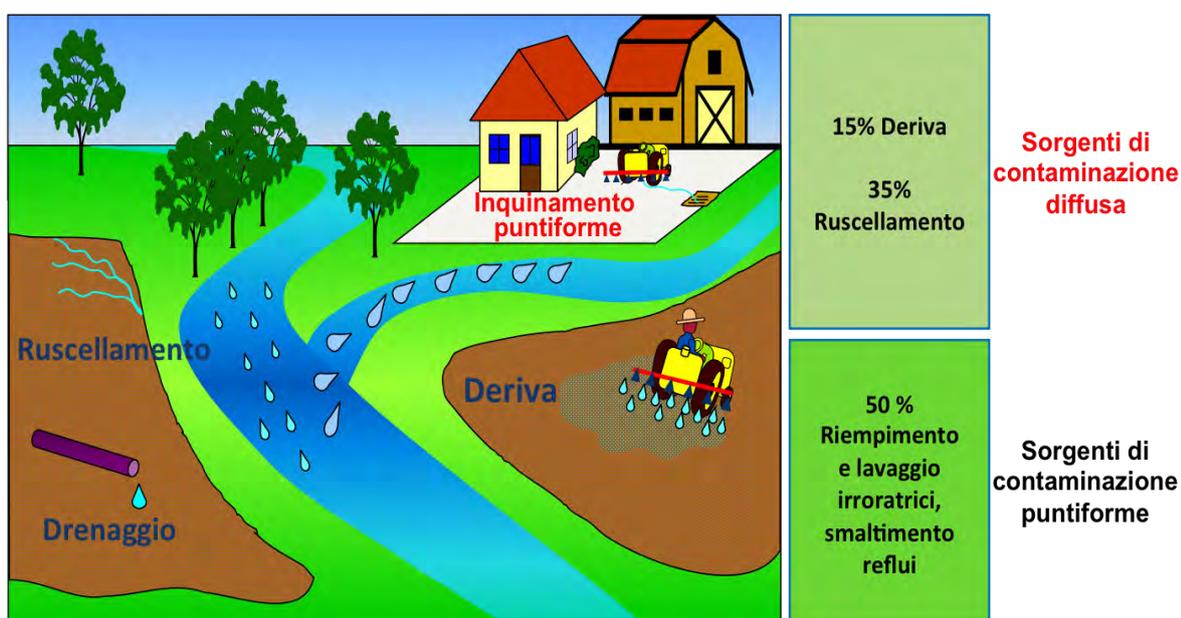


# Introduzione

## Sorgenti di contaminazione delle acque

I prodotti fitosanitari possono raggiungere i corpi idrici superficiali principalmente a seguito del loro rilascio nell'ambiente di tipo puntiforme o di tipo diffuso. Il rilascio puntiforme avviene su superfici limitate ed è principalmente dovuto al riempimento e alla pulizia delle irroratrici, allo smaltimento dei residui contenenti i prodotti fitosanitari derivanti dalla pulizia e dalla manutenzione delle irroratrici.

La contaminazione diffusa da prodotti fitosanitari è invece dovuta a fenomeni di ruscellamento e di erosione, causati dall'acqua dopo la loro applicazione, alla perdita dai sistemi di drenaggio e alla deriva generata durante la distribuzione dei prodotti (trasporto delle gocce all'esterno dell'area da trattare, spesso dovuto alla presenza di vento).



(da M. Roettele, 2012)

Per una migliore comprensione di questi fenomeni, è necessario considerare le differenze chiave tra le misure di mitigazione dell'inquinamento puntiforme e di quello diffuso.

La mitigazione dell'inquinamento puntiforme riguarda specificamente l'azienda e gli operatori che eseguono gli interventi di distribuzione dei prodotti fitosanitari, e mira a ottimizzare le pratiche di manipolazione dei prodotti e dei suoi reflui. In questo caso i vari fattori di rischio possono essere totalmente controllati. La mitigazione dell'inquinamento di tipo diffuso è specifica di ogni sito ed è influenzata da fattori non controllabili, come le condizioni meteorologiche e le sue interazioni con il suolo, e le caratteristiche del territorio (pendenza, tipo di vegetazione, tipo di suolo, ecc.).



La contaminazione di origine puntiforme e da deriva è fortemente influenzata dall'intervento del singolo operatore (es. regolazione delle irroratrici, scelta del momento di intervento, lavaggio delle macchine).



Poiché il ruscellamento può determinare la contaminazione dei corpi idrici anche a notevole distanza dal punto di origine, la scelta delle misure di mitigazione deve avvenire secondo un approccio a livello territoriale, di bacino idrografico (aziende e appezzamenti diversi) oltre che a livello di campo. L'obiettivo è quello di individuare e mettere in atto le misure di mitigazione più idonee alle specifiche condizioni ambientali e in relazione alle condizioni meteorologiche ordinarie, non considerando eventi meteorologici estremi (ad es. con un tempo di ritorno di 50 anni).



In condizioni ordinarie la contaminazione da ruscellamento ed erosione può essere notevolmente ridotta, mentre in condizioni atmosferiche eccezionali (precipitazioni straordinarie) è in genere di difficile controllo con i normali strumenti di mitigazione.

## Tipologie di ruscellamento

Il ruscellamento è il movimento dell'acqua sulla superficie o negli strati sottosuperficiali del terreno. Il ruscellamento determina il trasporto di sostanze disciolte nell'acqua o di particelle solide di suolo. Nel secondo caso si parla più specificamente di erosione. Il ruscellamento può determinare il trasferimento di prodotti fitosanitari ed elementi nutritivi ai corpi idrici superficiali.



Si distinguono tre principali tipologie di ruscellamento:

### 1. Ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione nel suolo

Si ha ruscellamento per ridotta infiltrazione quando l'intensità della pioggia è maggiore della capacità di infiltrazione del suolo. Questo tipo di ruscellamento è, talvolta, dovuto alla formazione di uno strato a ridotta permeabilità sulla superficie del terreno (crosta).

### 2. Ruscellamento per saturazione del suolo

Si ha ruscellamento per saturazione quando il suolo si trova in condizioni di saturazione. In questo caso l'acqua in eccesso ristagna sulla superficie del suolo e può dar luogo a un flusso di ruscellamento. Può inoltre verificarsi anche un movimento laterale di acqua lungo il profilo del suolo (ruscellamento sottosuperficiale). Rientra in questa tipologia anche il movimento di acqua favorito dalla presenza di sistemi di drenaggio sottosuperficiali.

In questa tipologia di ruscellamento rientrano anche il movimento dell'acqua nel sottosuolo per infiltrazione laterale e per flusso di drenaggio.

- **Infiltrazione laterale o ruscellamento sottosuperficiale**

Questo fenomeno si verifica quando l'acqua, infiltrandosi negli strati sottosuperficiali del suolo, raggiunge uno strato impermeabile (es. roccia, argilla) e si sposta lateralmente su di esso seguendo il senso della pendenza. Rispetto al ruscellamento superficiale, questa situazione presenta un rischio più basso di trasporto di prodotti fitosanitari nei corpi idrici superficiali, a causa del lento movimento dell'acqua che favorisce la degradazione e l'adsorbimento delle sostanze. L'infiltrazione laterale può essere spesso osservata sulle sponde dei corsi d'acqua o nelle zone esposte (terrazze) in cui sia visibile una parte del profilo del suolo.

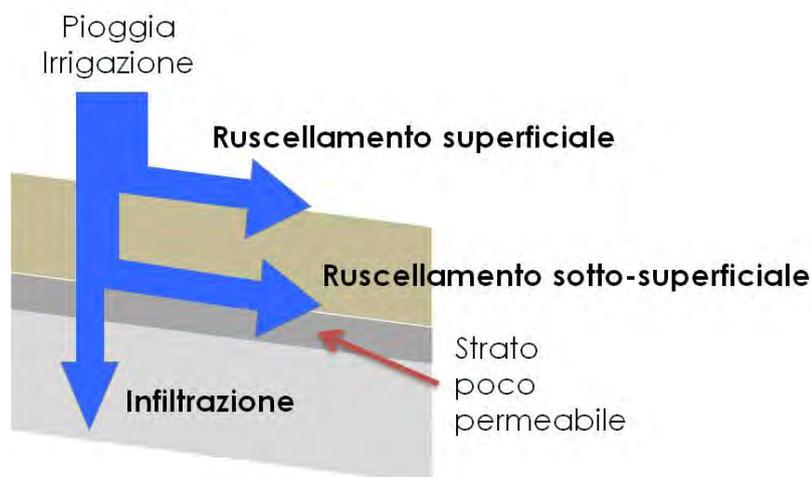
- **Drenaggio**

Un caso particolare di ruscellamento sottosuperficiale è il drenaggio artificiale, in cui un sistema di tubi drenanti interrati consente di intercettare l'acqua in eccesso nel terreno e di trasportarla, mediante collettori di scarico, all'interno di corpi idrici posti a valle. Questa soluzione garantisce l'infiltrazione e il drenaggio dell'acqua in eccesso, permettendo di ridurre l'entità del ruscellamento superficiale. Nelle acque di drenaggio è spesso possibile trovare quantità anche rilevanti di prodotti fitosanitari, oltre a nutrienti, soprattutto nei casi di suoli particolarmente drenanti, secchi e con tendenza alla formazione di crepe (formazione di flussi preferenziali).

### 3. Flusso di ruscellamento concentrato

Si ha ruscellamento concentrato quando l'acqua si accumula e si concentra in flussi chiaramente visibili. Il flusso concentrato è facilmente identificabile, in quanto lascia spesso segni sulla superficie del terreno, essendo in genere associato all'erosione.

A seguito di fenomeni di ruscellamento concentrato sono frequentemente visibili segni quali solchi e deposito di sedimenti nelle zone poste a valle del campo. Il ruscellamento concentrato riguarda in particolare le linee di impluvio, o talweg, nelle quali, in presenza di particolari condizioni del suolo e con pendenze tali da incrementare notevolmente la velocità del flusso di ruscellamento, possono determinarsi fenomeni di erosione per solchi (gully erosion).



## Fattori che determinano il rischio di trasferimento dei prodotti fitosanitari tramite ruscellamento

Il ruscellamento e il conseguente rischio di trasferimento di prodotti fitosanitari ai corpi idrici superficiali è condizionato da numerosi fattori legati alle caratteristiche ambientali e meteorologiche del territorio in cui si opera, della natura dei prodotti fitosanitari impiegati e dall'epoca in cui avviene il ruscellamento rispetto all'applicazione dei prodotti fitosanitari.

### 1. Fattori ambientali e meteorologici

- **Distanza dai corpi idrici superficiali**

Maggiore è la distanza del corpo idrico dal punto di applicazione del prodotto (campo trattato), minore è il rischio di trasferimento dei prodotti fitosanitari per ruscellamento. Oltre alla distanza dai corsi d'acqua, è necessario considerare anche la velocità di deflusso delle acque che si allontanano dal campo, e i potenziali percorsi creati dal flusso d'acqua (ad es. strade, linee di impluvio, percorsi preferenziali).

- **Caratteristiche del suolo**

Le proprietà del suolo influenzano l'infiltrazione dell'acqua e l'adsorbimento e la dissipazione dei prodotti fitosanitari. L'infiltrazione dell'acqua nel suolo è in grado di ridurre o eliminare il rischio di ruscellamento alla sorgente. Maggiore è il contatto diretto tra i prodotti fitosanitari, il terreno e i microrganismi del suolo, più elevata è la degradazione dei prodotti distribuiti.

- **Distribuzione delle piogge (frequenza, intensità)**

Il ruscellamento è in genere associato a piogge di elevata intensità, o comunque di intensità superiori alla velocità di infiltrazione dell'acqua nel terreno. Tuttavia, piogge di bassa intensità ma di lunga durata possono dare origine a ruscellamento per saturazione.

- **Pendenza e forma del campo**

I campi caratterizzati da pendii ripidi e lunghi sono maggiormente soggetti a fenomeni di ruscellamento ed erosione. Risulta pertanto necessario provvedere all'applicazione di misure (fasce inerbite, argini, ecc.), allo scopo di interrompere i lunghi pendii e le pendenze elevate, ridurre la dimensione dei campi e favorire l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.

- **Copertura del suolo**

I suoli coperti da vegetazione presentano un basso rischio di ruscellamento, mentre i seminativi, nelle prime fasi di sviluppo della coltura, non proteggono in modo adeguato dal ruscellamento in quanto lasciano il suolo molto esposto agli eventi atmosferici. L'impatto delle gocce di pioggia sul terreno aumenta il rischio di ruscellamento ed erosione, a seguito dell'effetto disgregante delle gocce

stesse (effetto splash). A seconda delle caratteristiche del suolo, la mancanza di una copertura vegetale sulla superficie può originare:

- compattazione della superficie del suolo ad opera delle gocce di pioggia, in particolare in suoli con elevato contenuto di limo, e formazione di uno strato di terreno poco permeabile (crostosità del suolo);
- dilavamento delle particelle più fini del terreno, in seguito alla distruzione degli aggregati del suolo operata dalla pioggia.

## 2. Caratteristiche dei prodotti fitosanitari

Il rischio di trasferimento ai corpi idrici per ruscellamento è fortemente legato alle proprietà chimico-fisiche dei prodotti impiegati in grado di influenzare la mobilità dei prodotti fitosanitari nel suolo, quali le caratteristiche di solubilità e adsorbimento.

### • **Persistenza nel suolo**

La persistenza nel suolo dipende dalla velocità di dissipazione del prodotto in campo, ed è generalmente espressa come emivita (DT50), che fornisce il periodo di tempo necessario per avere il 50% della dissipazione della sostanza attiva nel suolo. La velocità di dissipazione è influenzata dal contenuto di sostanza organica del suolo, dal contenuto di argilla, dal pH e dalle condizioni meteorologiche (temperatura e umidità). Le sostanze caratterizzate da elevata persistenza sono destinate a rimanere nel suolo per un lungo periodo di tempo e a mantenere elevata la loro concentrazione, risultando, quindi, maggiormente soggette al trasporto per ruscellamento verso i corpi idrici superficiali. Le sostanze caratterizzate da una bassa persistenza, invece, sono allontanate velocemente dal flusso d'acqua, sia attraverso percolazione sia ruscellamento.

### • **Mobilità nel suolo**

Il movimento dei prodotti fitosanitari per fenomeni di ruscellamento è condizionato, in modo particolare, da modalità e momento di distribuzione del prodotto sul suolo e dall'adsorbimento e degradazione del prodotto. I prodotti fitosanitari fortemente adsorbiti dalle particelle di suolo vengono trasportati verso le acque superficiali soprattutto attraverso l'erosione del suolo. All'opposto, i prodotti fitosanitari debolmente adsorbiti dal suolo vengono più facilmente trasportati a seguito di fenomeni di ruscellamento.

### 3. Tempo intercorrente tra applicazione di prodotti fitosanitari e precipitazioni

Per tutte le tipologie di prodotti fitosanitari, la quantità di prodotto che raggiunge il corpo idrico è condizionato dal momento in cui avviene il trasporto per ruscellamento o erosione, e in particolare dal tempo che intercorre tra distribuzione del prodotto e il primo evento piovoso in grado di causare ruscellamento. Maggiore è l'intervallo di tempo tra l'applicazione del prodotto e il primo evento piovoso significativo che genera ruscellamento, minore è la quantità di prodotto fitosanitario che raggiunge i corpi idrici attraverso il flusso d'acqua superficiale, in particolare se il prodotto non è molto persistente nel primo strato di suolo (pochi mm) e viene degradato o allontanato per lisciviazione.

Le misure di mitigazione per la riduzione della contaminazione delle acque superficiali da prodotti fitosanitari rivestono un ruolo importante anche per la riduzione delle sostanze nutritive comunemente impiegate, come azoto e fosforo.

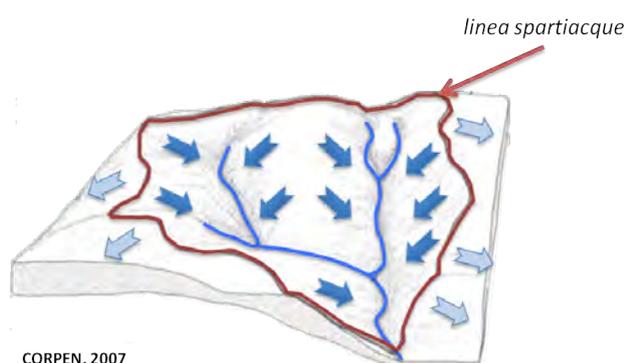
L'approccio seguito da TOPPS Prowadis per la valutazione del rischio di trasferimento tramite ruscellamento non prende in considerazione le caratteristiche dei prodotti fitosanitari, data l'ampia variabilità delle proprietà chimico-fisiche dei prodotti che possono essere impiegati in un determinato territorio e per la natura di stabilità e di lunga durata delle più efficaci misure di mitigazione (fasce tampone, arginature, ecc.).





# Diagnosi e mitigazione del rischio di ruscellamento

La mitigazione del rischio di ruscellamento può essere ottenuta attraverso l'adozione di specifiche **misure di mitigazione**, che devono essere scelte e applicate in funzione della tipologia di ruscellamento presente e del livello di rischio a questo associato. Solo dopo una preliminare **analisi del rischio di ruscellamento** è possibile definire le misure più idonee allo specifico contesto in cui si opera. L'analisi del rischio di ruscellamento viene eseguita attraverso una **diagnosi** dei fattori che influenzano il ruscellamento. La diagnosi deve essere condotta sia a scala territoriale (bacino idrografico) sia a scala di singolo appezzamento (campo). L'approccio a livello di bacino idrografico è fondamentale, in quanto il ruscellamento è un fenomeno che può determinare conseguenze anche a notevole distanza rispetto al luogo in cui si genera. Inoltre, le misure di mitigazione adottabili risultano pienamente efficaci solo se applicate secondo un approccio territoriale.



CORPEN, 2007

Schema rappresentativo di un bacino idrografico.

## Diagnosi di bacino

La diagnosi di bacino consiste nell'identificazione dei flussi dell'acqua di ruscellamento nell'ambito dell'intero bacino idrografico, utilizzando prevalentemente informazioni di tipo cartografico. Per lo sviluppo di questa diagnosi è utile raccogliere tutte le informazioni territoriali disponibili, come ad esempio la Carta Tecnica Regionale, la carta geologica, la carta dei suoli, la carta delle pendenze, la carta della rete idrografica, le caratteristiche climatiche, le caratteristiche dei suoli (capacità di ritenzione idrica, permeabilità superficiale del suolo), oltre ad informazioni sulle tecniche e pratiche agricole adottate. Le informazioni cartografiche acquisite devono essere successivamente analizzate mediante l'impiego di software GIS al fine di redigere la mappa del rischio di trasferimento, contenente la classificazione delle singole unità di suolo secondo il rischio di ruscellamento ed erosione ad esse associato.

## Diagnosi di campo

La diagnosi di campo ha lo scopo di validare le informazioni raccolte nella diagnosi di bacino e verificare l'effettivo rischio di ruscellamento. Essa consiste nella validazione, per ogni campo, delle informazioni relative alle caratteristiche del suolo e idrografiche ottenute dai documenti cartografici. Tale diagnosi, da eseguirsi mediante sopralluoghi nelle aree in studio, consente anche di reperire le informazioni mancanti (ad esempio presenza/funzionalità di misure di mitigazione già adottate, colture presenti) e di evidenziare le specifiche situazioni di rischio (presenza di segni evidenti di erosione o ruscellamento).



Esempio di mappa di campo con l'indicazione degli appezzamenti, dei corpi idrici superficiali con la direzione dei flussi d'acqua (frecche blu), delle strutture di mitigazione esistenti (verde) e delle misure di mitigazione proposte (rosso).

## Principali fenomeni di ruscellamento ed erosione riscontrabili in campo



**Ruscellamento superficiale.**



**Ruscellamento per flusso concentrato.**



**Deposito di sedimenti a valle di un campo.**



**Saturazione del suolo al termine di un'intensa precipitazione.**



**Ristagno idrico causato da eccessiva compattazione.**



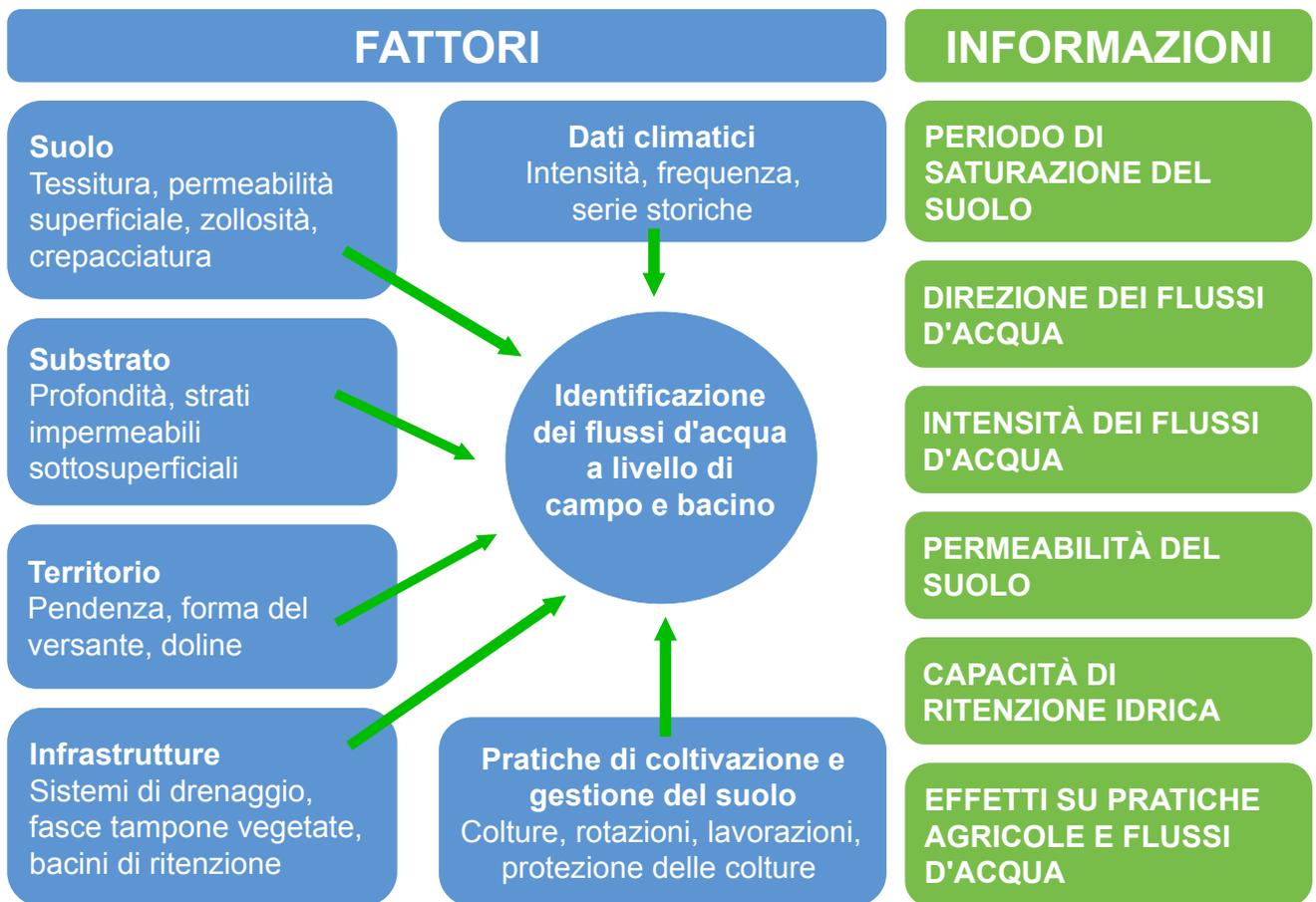
**Depressioni originate da flussi di ruscellamento sottosuperficiale.**

In particolare, è necessario considerare alcuni importanti fattori utili alla valutazione del rischio di ruscellamento:

- vicinanza del campo al corpo idrico;
- capacità di ritenzione idrica del suolo (stimabile in campo dalla tessitura del suolo);
- pendenza e lunghezza del versante (stimata in campo o dalla cartografia);
- permeabilità superficiale del suolo (stimabile in campo dalla tessitura);
- strati sottosuperficiali impermeabili (presenza suola di aratura o strati impermeabili);
- caratteristiche del territorio (forma della valle, sistemi di drenaggio);
- ruscellamento verso campi o corpi idrici posti a valle;
- segni evidenti di ruscellamento concentrato in campo;
- presenza di ruscellamento concentrato nelle carreggiate delle macchine agricole, negli angoli degli appezzamenti e nelle aree di accesso ai campi;
- presenza di ruscellamento concentrato di grado moderato in rivoli, ruscelli, talweg;
- presenza di ruscellamento concentrato di livello molto accentuato in solchi, all'interno o all'esterno di talweg;
- caratteristiche di idromorfia del suolo;

- capacità di infiltrazione nel suolo nelle fasce tampone vegetate;
- segni di crostosità sulla superficie del suolo;
- presenza di sistemi di drenaggio, fasce vegetate, strutture di ritenzione;
- pratiche di coltivazione e di gestione del suolo (tipo di coltura, copertura del suolo, rotazione colturale, intensità di lavorazione e scabrezza superficiale).

**Rappresentazione schematica degli elementi necessari per la diagnosi (Fonte: Arvalis Institut du Végétal).**



## Schemi decisionali

Per guidare il processo di diagnosi del rischio di ruscellamento e facilitare la scelta delle soluzioni più adatte alla riduzione del rischio, sono stati sviluppati 3 **schemi decisionali** (*dashboard*), che consentono di individuare diverse **classi di rischio** di ruscellamento. Queste sono identificate da una specifica scala colorimetrica: rischio molto basso o trascurabile (verde), rischio basso (grigio), rischio medio (arancione) e rischio alto (rosso).

Ad ogni categoria sono associate delle indicazioni per la mitigazione del rischio, selezionate in funzione dei diversi fattori considerati negli schemi decisionali, che rappresentano l'insieme delle **Buone Pratiche Agricole** per la mitigazione del rischio di ruscellamento in un determinato contesto. Queste indicazioni fanno riferimento a una serie di possibili misure di mitigazione, la cui descrizione viene riportata nella sezione "Misure di mitigazione", e devono essere utilizzate per definire, sulla base delle condizioni locali (pratiche di coltivazione, condizioni climatiche, ecc.), le azioni più efficaci per la mitigazione del ruscellamento. La combinazione della diagnosi e delle misure da adottare definisce quindi l'insieme delle Buone Pratiche Agricole per la mitigazione del rischio di ruscellamento.

**Processo di sviluppo delle Buone Pratiche Agricole - BMP (Best Management Practices).**



L'applicazione di questi schemi decisionali presuppone l'applicazione di **misure di mitigazione di base** ovunque vengano impiegati prodotti fitosanitari per la difesa delle colture. Tra queste, sono da ricordare: l'adozione di pratiche atte a evitare il compattamento del terreno e ad incrementare il contenuto di sostanza organica del suolo, l'adozione delle rotazioni colturali, l'utilizzazione di prodotti fitosanitari adeguati, la riduzione delle dosi di impiego, l'ottimizzazione del calendario di applicazione e di tempi e volumi di irrigazione, l'impiego di tecnologie di irrigazione che permettono un basso consumo idrico.

Sono stati messi a punto tre schemi decisionali distinti, relativi ad altrettante tipologie di ruscellamento.

**Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione;**

**Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per saturazione del suolo;**

**Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per flusso concentrato.**

Per definire correttamente il rischio di ruscellamento occorre sempre utilizzare i primi due schemi decisionali. Il terzo schema decisionale va invece applicato solo nel caso in cui vi siano visibili segni di ruscellamento concentrato.

Per facilitare le operazioni di diagnosi in campo, può essere utile utilizzare le schede di campo riportate in allegato:

**Scheda di campo 1 - Lista di controllo** delle informazioni necessarie per l'utilizzo degli schemi decisionali.

**Scheda di campo 2 - Determinazione tessitura**, per la stima della tessitura con analisi tattile.

**Scheda di campo 3 - Determinazione WHC**, per la stima della capacità di ritenzione idrica del suolo (WHC) a partire dalla tessitura del suolo.



## Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione



### UTILIZZO DELLO SCHEMA DECISIONALE

Questo schema richiede informazioni relative alla vicinanza al corpo idrico, alla permeabilità del suolo e alla pendenza.

Vicinanza al corpo idrico: allo scopo di stimare, nel caso in cui il campo non sia adiacente a un corpo idrico, se l'eventuale ruscellamento è in grado, o meno, di raggiungere i campi posti a valle ed eventualmente i corpi idrici (ad esempio per la presenza di scoline che collegano direttamente il campo con un corso d'acqua). Se il campo è adiacente, per la valutazione del rischio occorre considerare la permeabilità del suolo e la pendenza.

Permeabilità del suolo: allo scopo di stimare la permeabilità dei primi 60-100 cm di suolo secondo le tre classi proposte. Permeabilità bassa: suoli crostosi, oppure argillosi o con tessitura franca (>30% argilla, <30% sabbia), oppure suoli contenenti argille espandibili (>25% argilla). Permeabilità media: suoli non crostosi e con altri tipi di tessiture. Permeabilità alta: suoli non crostosi con tessitura sabbiosa e franco sabbiosa (<20% argilla, >65% sabbia), suoli franchi e suoli limosi (sabbia + limo >65%) con buona struttura ed alto contenuto di sostanza organica (>3%), suoli contenenti argille non espandibili (<25% argilla).

Pendenza del versante: allo scopo di stimare il livello della pendenza che meglio rappresenta la parte di territorio considerato: alta (>5%), media (2-5%) o bassa (<2%).

## Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione

Vicinanza al corpo idrico	Permeabilità del suolo	Pendenza	Classe di rischio		
Campo adiacente al corpo idrico	BASSA	ALTA (>5%)	I4		
		MEDIA (2-5%)	I4		
		BASSA (<2%)	I3		
	MEDIA	ALTA (>5%)	I4		
		MEDIA (2-5%)	I3		
		BASSA (<2%)	I2		
	ALTA	ALTA (>5%)	I3		
		MEDIA (2-5%)	I2		
		BASSA (<2%)	I1		
Campo non adiacente al corpo idrico	Trasferi- mento verso i campi a valle	SI	Il ruscella- mento raggiunge i corpi idrici?	SI	T3
			NO	T2	
	NO		T1		
RISCHIO MOLTO BASSO		RISCHIO BASSO	RISCHIO MEDIO	RISCHIO ALTO	

Condizione: I = Ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione; T = Ruscellamento per trasferimento.

Per le misure di mitigazione associate alla classe di rischio, si veda il paragrafo Buone Pratiche Agricole di seguito riportato.

### Buone Pratiche Agricole

I1

Preparare il letto di semina non affinando eccessivamente il terreno (favorire la rugosità in superficie); adottare colture di copertura; aumentare la copertura del suolo con materiali organici e gestire correttamente le aree di accesso ai campi.

I2

Gestire correttamente le carreggiate e le aree di accesso ai campi e adottare colture di copertura. Adottare misure di mitigazione nelle zone in cui si origina il ruscellamento, oppure realizzare fasce tampone vegetate in campo e a bordo campo.

I3

Realizzare arginature trasversali; praticare la minima lavorazione; ampliare le capezzagne; adottare la doppia semina nelle aree a maggior rischio; realizzare fasce tampone vegetate ai bordi degli appezzamenti; ridurre la lunghezza del campo con fasce tampone all'interno del campo e realizzare talweg vegetati e strutture di ritenzione, in particolare nelle colture estive. Adottare misure di mitigazione nelle zone in cui si origina il ruscellamento.

I4

Praticare la minima lavorazione; eseguire le lavorazioni lungo le curve di livello; eseguire la coltivazione a strisce interrotte o alternate; realizzare le fasce tampone vegetate all'interno dei talweg; inserire siepi e fasce boschive; costruire strutture di ritenzione e dispersione (bacini e aree umide artificiali) e realizzare canali e fossi vegetati. Combinare differenti misure per massimizzare l'azione di mitigazione.

*Nei suoli ghiacciati a rischio di erosione durante il disgelo o lo scioglimento della neve, ridurre la lunghezza del versante (es. colture a strisce e fasce tampone e siepi all'interno del campo).*

T1

Preparare il letto di semina non affinando eccessivamente il terreno (favorire la rugosità in superficie); adottare colture di copertura; aumentare la copertura del suolo con materiali organici e gestire correttamente le aree di accesso ai campi.

T2

Preparare il letto di semina non affinando eccessivamente il terreno (favorire la rugosità in superficie); adottare colture di copertura; aumentare la copertura del suolo con materiali organici e gestire correttamente le aree di accesso ai campi. Con elevati volumi di acqua, adottare misure di mitigazione nelle zone in cui si origina il ruscellamento, per evitare il trasferimento di acqua ai campi posti a valle. Se le misure non sono sufficienti a mitigare il rischio, considerare le azioni previste per la misura T3.

T3

Praticare la minima lavorazione; eseguire le lavorazioni lungo le curve di livello; eseguire la coltivazione a strisce interrotte o alternate; realizzare le fasce tampone vegetate all'interno dei talweg; inserire siepi e fasce boschive; costruire strutture di ritenzione e dispersione (bacini e aree umide artificiali) e realizzare canali e fossi vegetati. Con elevati volumi di acqua, adottare misure di mitigazione nelle zone in cui si origina il ruscellamento, per evitare il trasferimento di acqua ai campi posti a valle, o garantire l'infiltrazione dell'acqua nei campi a valle. Nel caso di suoli ghiacciati, realizzare fasce tampone e/o aree umide nel senso opposto alla pendenza o lungo le sponde del corso d'acqua.

## IDENTIFICAZIONE DELLA CROSTOSITA' DEL SUOLO

1. Sottile strato di sedimenti visibile sulla superficie del suolo.
2. Elevate quantità di sabbia fine e limo favoriscono la formazione della crosta.
3. La scarsa stabilità della struttura del suolo non protegge adeguatamente dall'azione erosiva delle gocce di pioggia.



## Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per saturazione del suolo



### UTILIZZO DELLO SCHEMA DECISIONALE

Questo schema richiede informazioni relative alla vicinanza al corpo idrico, alla presenza di drenaggio artificiale, alla posizione topografica, alla presenza di strati sottosuperficiali impermeabili (o comunque a ridotta permeabilità) e alla capacità di ritenzione idrica.

Vicinanza al corpo idrico: vedi schema decisionale 1.

Drenaggio: si verifica la eventuale presenza di drenaggio sottosuperficiale.

Posizione topografica: allo scopo di distinguere, nel caso di assenza di drenaggio artificiale, i campi collocati in fondo valle da quelli collocati lungo il pendio.

Strati impermeabili: allo scopo di stimare la permeabilità dei primi 100 cm di suolo per presenza di strati impermeabili sottosuperficiali, secondo le tre classi proposte.

Assenti: assenza di strati che impediscono la percolazione dell'acqua; suola aratura o altro: presenza di suola di aratura o di altro strato impermeabile; suola di aratura e altro: presenza contemporanea di suola di aratura e altro strato impermeabile.

WHC: capacità di ritenzione idrica del suolo, stimabile in campo (vedere Allegati).

## Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per saturazione del suolo

Vicinanza al corpo idrico	Drenaggio	Posizione topografica	Strati impermeabili	WHC*	Classe di rischio	
Campo adiacente al corpo idrico	Assenza di drenaggio artificiale	Fondo valle	Suola aratura + interruzione permeabilità	Tutti i valori	S4	
			Suola aratura o interruzione permeabilità	<120 mm	S4	
				>120 mm	S3	
		Assenti	<120 mm	S3		
			>120 mm	S2		
		Pendio	Suola aratura + interruzione permeabilità	Tutti i valori	S4	
	Suola aratura o interruzione permeabilità			<120 mm	S3	
				>120 mm	S2	
	Assenti		<120 mm	S2		
			>120 mm	S1		
	Drenaggio artificiale		Tutte le posizioni	Suola aratura + interruzione permeabilità	Tutti i valori	SD3
		Suola aratura o interruzione permeabilità		<120 mm	SD3	
>120 mm				SD2		
Assenti		<120 mm	SD2			
		>120 mm	SD1			
Campo non adiacente al corpo idrico		Drenaggio artificiale	Trasporto verso i campi a valle	SI	Il ruscellamento raggiunge i corpi idrici?	SI
					NO	T2
	NO			T1		

RISCHIO MOLTO BASSO

RISCHIO BASSO

RISCHIO MEDIO

RISCHIO ALTO

\* WHC: capacità di ritenzione idrica del suolo (*water holding capacity*).

Condizione: S = Ruscellamento per saturazione del suolo; SD = Ruscellamento in presenza di drenaggio artificiale; T = Ruscellamento per trasferimento.

Per le misure di mitigazione associate alla classe di rischio, si veda il paragrafo Buone Pratiche Agricole di seguito riportato.

## Buone Pratiche Agricole

**S1 / SD1\***

Preparare il letto di semina non affinando eccessivamente il terreno (favorire la rugosità in superficie); adottare colture di copertura; aumentare la copertura del suolo con materiali organici e gestire correttamente le aree di accesso ai campi.

**S2 / SD2\***

Gestire correttamente le carreggiate e le aree di accesso ai campi, e adottare colture di copertura. Adottare misure di mitigazione nelle zone in cui si origina il ruscellamento, oppure realizzare fasce tampone vegetate in campo e a bordo campo.

**S3 / SD3\***

Realizzare arginature trasversali; praticare la minima lavorazione; ampliare le capezzagne; adottare la doppia semina nelle aree a maggior rischio; realizzare fasce tampone vegetate ai bordi degli appezzamenti; ridurre la lunghezza del campo con fasce tampone all'interno del campo e realizzare strutture di ritenzione e talweg vegetati, in particolare quando le misure adottate in campo non sono sufficienti a contenere il ruscellamento; adottare misure di mitigazione nelle zone in cui si origina il ruscellamento.

**S4**

Praticare la minima lavorazione; eseguire le lavorazioni lungo le curve di livello; eseguire la coltivazione a strisce interrotte o alternate; realizzare le fasce tampone vegetate all'interno dei talweg; inserire siepi e fasce boschive; costruire strutture di ritenzione e dispersione (bacini e aree umide artificiali) e realizzare canali e fossi vegetati. Combinare opportunamente differenti misure, in modo da massimizzare l'azione di mitigazione. Nei fondovalle e nelle pianure alluvionali, seguire le indicazioni specifiche per ogni prodotto impiegato, al fine di ridurre al minimo il rischio di contaminazione delle acque nelle aree vulnerabili (falde poco profonde, terreni sabbiosi con basso contenuto di sostanza organica).

**T1**

Preparare il letto di semina non affinando eccessivamente il terreno (favorire la rugosità in superficie); adottare colture di copertura; aumentare la copertura del suolo con materiali organici e gestire correttamente le aree di accesso ai campi.

**T2**

Preparare il letto di semina non affinando eccessivamente il terreno (favorire la rugosità in superficie); adottare colture di copertura; aumentare la copertura del suolo con materiali organici e gestire correttamente le aree di accesso ai campi. Con elevati volumi di acqua, adottare misure di mitigazione nelle zone in cui si origina il ruscellamento, per evitare il trasferimento di acqua ai campi posti a valle. Se le misure non sono sufficienti a mitigare il rischio, considerare le azioni previste per la misura T3.

T3

Praticare la minima lavorazione; eseguire le lavorazioni lungo le curve di livello; eseguire la coltivazione a strisce interrotte o alternate; realizzare le fasce tampone vegetate all'interno dei talweg; inserire siepi e fasce boschive; costruire strutture di ritenzione e dispersione (bacini e aree umide artificiali) e realizzare canali e fossi vegetati. Con elevati volumi di acqua, adottare misure di mitigazione nelle zone in cui si origina il ruscellamento, per evitare il trasferimento di acqua ai campi posti a valle, o garantire l'infiltrazione dell'acqua nei campi a valle. Nel caso di suoli ghiacciati, realizzare fasce tampone e/o aree umide nel senso opposto alla pendenza o lungo le sponde del corso d'acqua.

\* SD: categorie con rischio di drenaggio

Evitare l'applicazione di prodotti fitosanitari facilmente lisciviabili durante la stagione di maggiore attività dei dreni (dal tardo autunno a inizio primavera) e su suoli crepacciati (primavera/estate). Se possibile, convogliare le acque di drenaggio in aree umide o bacini di ritenzione.

Seguire le indicazioni specifiche per ogni prodotto impiegato, al fine di ridurre al minimo il rischio di contaminazione delle acque nelle aree vulnerabili (falde poco profonde, terreni sabbiosi con basso contenuto di sostanza organica).

## Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per flusso concentrato



### UTILIZZO DELLO SCHEMA DECISIONALE

Questo schema si applica quando sono visibili flussi di ruscellamento concentrato. Nell'applicazione dello schema occorre anzitutto stabilire se il ruscellamento concentrato in un dato campo deriva da campi posti a monte o se si genera all'interno del campo stesso.

Occorre altresì valutare l'entità e la localizzazione del ruscellamento. Si considera moderatamente concentrato il ruscellamento nel quale l'acqua scorre all'interno di rigagnoli o rivoli poco profondi (alcuni centimetri) e molto concentrato quello in cui l'acqua scorre all'interno di solchi originati per erosione, con profondità superiore a 30 cm.

## Schema decisionale per la valutazione del rischio di ruscellamento per flusso concentrato

Provenienza del ruscellamento	Caratteristiche del ruscellamento concentrato		Classe di rischio	
Ruscellamento da campi posti a monte	Ruscellamento proveniente dalle aree poste a monte del bacino		C1	
Ruscellamento originato nel campo	Ruscellamento concentrato nelle carreggiate		C2	
	Ruscellamento concentrato negli angoli del campo		C3	
	Ruscellamento concentrato nelle aree di accesso ai campi		C4	
	Ruscellamento moderatamente concentrato in rivoli	Suolo non idromorfo		C5
		Suolo idromorfo		C6
	Ruscellamento moderatamente concentrato nei talweg	Suolo non idromorfo		C7
		Suolo idromorfo		C8
	Ruscellamento molto concentrato	Solchi non all'interno dei talweg		C9
		Solchi entro i talweg	Alta infiltrazione nel suolo nelle fasce tampone	C10
			Bassa infiltrazione nel suolo nelle fasce tampone	C11

<b>RISCHIO MOLTO BASSO</b>	RISCHIO BASSO	RISCHIO MEDIO	<b>RISCHIO ALTO</b>
----------------------------	---------------	---------------	---------------------

Condizione: C = Ruscellamento concentrato.

Per le misure di mitigazione associate alla classe di rischio, si veda il paragrafo Buone Pratiche Agricole di seguito riportato.

## Buone Pratiche Agricole

La presenza di flussi concentrati all'interno del campo evidenzia sempre un elevato rischio di trasporto dei prodotti fitosanitari, rendendo necessaria l'applicazione di adeguate misure di mitigazione. Tra queste, sono da ricordare: l'adozione della minima lavorazione, delle lavorazioni lungo le curve di livello, della coltivazione a strisce interrotte o alternate e la realizzazione di fasce tampone vegetate all'interno dei talweg, oltre che di siepi, fasce boschive, strutture di ritenzione e dispersione (bacini e aree umide artificiali) e canali e fossi vegetati. Più in dettaglio, a questo riguardo è opportuno mettere in atto interventi adeguati in relazione al tipo di ruscellamento.

**C1**

Prevenire il ruscellamento concentrato nei campi posti a monte del bacino e valutare il rischio di trasferimento nei campi posti a valle. Realizzare fasce tampone e strutture di ritenzione per intercettare i flussi di ruscellamento concentrato.

**C2**

Orientare le carreggiate in modo appropriato. Realizzare la doppia semina nelle aree marginali del campo. Ampliare la superficie destinata alle capezzagne.

**C3**

Con suolo non idromorfo: realizzare fasce tampone vegetate agli angoli degli appezzamenti. Con suolo idromorfo: realizzare fasce tampone ai margini degli appezzamenti e realizzare bacini di ritenzione.

**C4**

Nelle aree di accesso ai campi, ridurre il compattamento del suolo e realizzare fasce tampone vegetate per aumentare la capacità di infiltrazione del suolo.

**C5**

Realizzare fasce tampone vegetate ai bordi del campo, o ampliare la loro superficie; costruire strutture di ritenzione a mezzo di fascine o siepi; realizzare fasce tampone all'interno del campo per ridurre la lunghezza dell'appezzamento.

**C6**

Realizzare un'ampia fascia tampone ai bordi del campo e/o aree umide (ad es. prati umidi). Realizzare fasce tampone all'interno del campo per ridurre la lunghezza dell'appezzamento.

**C7**

Adottare la doppia semina e realizzare o ampliare fasce tampone all'interno del talweg (nell'estremità posta a valle) o all'interno dei canali. Costruire strutture di ritenzione (bacini di ritenzione e aree umide artificiali). Ridurre la lunghezza del pendio nelle aree in cui si origina il ruscellamento concentrato, adottando la coltivazione a strisce, e realizzare fasce tampone all'interno del campo (verificare il trasferimento da campi a monte).

**C8**

Adottare pratiche di minima lavorazione e misure per ridurre la velocità dei flussi d'acqua, al fine di migliorare la capacità di infiltrazione del suolo. Realizzare fasce tampone all'interno dei talweg (es. prati umidi) e/o strutture di ritenzione (aree umide artificiali).

**C9**

Riempire i solchi creati dall'erosione, realizzare o ampliare fasce tampone vegetate, adottare la doppia semina, costruire strutture di ritenzione a mezzo di fascine e siepi. Ridurre la lunghezza degli appezzamenti con fasce tampone all'interno dei campi. Verificare la presenza di ruscellamento nei campi posti a monte, in cui eventualmente applicare misure di mitigazione. Esaminare le pratiche colturali adottate e, se possibile, considerare altri usi del suolo.

**C10**

Riempire i solchi creati dall'erosione, realizzare o ampliare fasce tampone vegetate all'interno dei talweg e realizzare canali e fossi vegetati, bacini di ritenzione e aree umide. Ridurre la lunghezza degli appezzamenti con fasce tampone all'interno dei campi. Verificare la presenza di ruscellamento nei campi posti a monte, in cui eventualmente applicare misure di mitigazione.

**C11**

Riempire i solchi creati dall'erosione, realizzare o ampliare fasce tampone vegetate all'interno dei talweg (es. prati umidi); realizzare aree umide o bacini di ritenzione. Disporre fascine per disperdere e ridurre la velocità dei flussi d'acqua.



# Misure di mitigazione

Le possibili misure di mitigazione del rischio di ruscellamento sono raggruppate in 6 categorie:

- A. Gestione del suolo**
- B. Pratiche colturali**
- C. Fasce tampone vegetate**
- D. Strutture di ritenzione e dispersione**
- E. Corretto uso dei prodotti fitosanitari**
- F. Irrigazione**

Prima di proporre e realizzare tali misure, è necessario verificare che esse siano appropriate ai metodi di protezione delle colture e di lavorazione impiegati in azienda, considerando l'attività agricola nel suo complesso e considerando i fattori ad essa associati: suolo, clima, tecnologie impiegate, infestanti, parassiti, rese produttive, qualità delle produzioni e fattori economici.

Le misure di mitigazione elaborate nell'ambito di TOPPS-Prowadis tengono conto delle molteplicità delle condizioni ambientali ed operative presenti nel territorio Europeo. Alcune misure possono pertanto risultare di limitato interesse per il nostro paese, ma vengono riportate in questo documento per completezza.

Per favorire la scelta delle misure di mitigazione più adatte, viene riportata, per ciascuna misura, l'efficacia di mitigazione del rischio di ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione (INF), per saturazione (SAT) e per ruscellamento concentrato (CONC) e la scala alla quale è necessario fare riferimento per l'applicazione della misura (scala di bacino o scala di campo). I valori di efficacia sono stati definiti prendendo in considerazione risultati di ricerche relative al ruscellamento e all'erosione e conoscenze di esperti di settore.

	<b>Efficacia</b>	<b>INF</b>	<b>SAT</b>	<b>CONC</b>	<b>SCALA</b>
	<b>Bassa</b>	Ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione	Ruscellamento per saturazione del suolo	Ruscellamento per flussi concentrati	Bacino Campo Bacino + Campo
	<b>Media</b>				
	<b>Alta</b>				

## A. GESTIONE DEL SUOLO

Le differenti modalità di gestione del suolo possono avere una diversa azione sulla scabrezza superficiale e sulla porosità del terreno, influenzando in modo differenziato il ruscellamento superficiale e sotto-superficiale. Gli elementi chiave che agiscono direttamente sull'infiltrazione del suolo sono la riduzione del compattamento del suolo (crosta superficiale) e del sottosuolo, e l'aumento della porosità del suolo (macroporosità, aggregati).

L'obiettivo principale di queste misure è quello di trattenere l'acqua all'interno del campo al fine di contenere i fenomeni di ruscellamento ed erosione diretti verso l'esterno. La diagnosi condotta a livello di campo e di bacino fornisce gli elementi necessari per la scelta delle misure più adatte alla mitigazione del rischio di ruscellamento nelle aree maggiormente sensibili.



**Per la mitigazione del rischio di ruscellamento è utile ridurre l'intensità delle lavorazioni (ad esempio applicando tecniche di minima lavorazione), limitare l'affinamento del terreno e, dove possibile, ridurre la compattazione del suolo.**

**In linea generale, è necessario ridurre al minimo il passaggio di macchine agricole all'interno degli appezzamenti ed evitare il calpestamento delle fasce tampone.**



## 1. Minima lavorazione

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	Campo

La minima lavorazione del terreno consente di ridurre il ruscellamento a seguito di una serie di azioni dirette ed indirette legate alle specifiche caratteristiche fisico-chimiche che si determinano nel suolo. Essa infatti consente di migliorare la continuità dei pori nello strato superficiale del suolo, favorendo l'infiltrazione dell'acqua in profondità; aumenta la quantità di residui colturali lasciati sulla superficie del suolo, rallentando i flussi d'acqua superficiali e riducendo l'impatto delle gocce di pioggia sul suolo (formazione di crosta superficiale); favorisce l'attività biologica nei primi orizzonti di suolo (numero di lombrichi, attività microbica), garantendo la creazione di macropori e aggregati stabili; agisce favorevolmente sulla struttura e sul pH del suolo. Per una più efficace mitigazione, è consigliabile eseguire le lavorazioni all'inizio della stagione colturale (lavorazione primaverile).

**Le operazioni meccaniche che non prevedono il rovesciamento degli orizzonti del terreno tendono a ridurre il ruscellamento in conseguenza delle più favorevoli caratteristiche chimico-fisiche che si vengono a determinare nel terreno.**



### Come intervenire

Sostituire l'aratura con altre operazioni meccaniche che non prevedono il rovesciamento degli orizzonti del terreno. Utilizzare attrezzature in grado di operare superficialmente o che richiedono un minor numero di passaggi. Impiegare preferibilmente attrezzature non collegate alla presa di potenza.

In terreni con elevato contenuto di argilla può essere necessario eseguire lavorazioni superficiali al fine di evitare la compattazione del suolo e ridurre la formazione di crepe nel suolo durante la stagione estiva. Nel caso di suoli contenenti argille espandibili, la minima lavorazione può invece essere causa di fenomeni di bassa capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo.

L'adozione della minima lavorazione è sconsigliata in suoli dotati di rete di drenaggio artificiale. Questa scelta deriva dalla necessità di limitare il più possibile la formazione, durante il periodo estivo, di crepe nel suolo, in grado di originare flussi d'acqua preferenziali tra la superficie del suolo ed i tubi di drenaggio.

La modifica del tipo di gestione colturale e delle tecniche di coltivazione impiegate in azienda ha significative implicazioni tecniche (tempi) ed economiche (costi). Risulta pertanto necessario valutare attentamente le azioni proposte al fine di ottimizzare il sistema di coltivazione.

Il maggiore impiego di prodotti fitosanitari nella gestione con minima lavorazione, derivante da una maggiore pressione esercitata dalle avversità biotiche, può rappresentare talvolta un fattore critico nell'adozione di questa tecnica di coltivazione.

**Le lavorazioni ridotte mantengono i residui colturali sulla superficie del terreno, riducono l'impatto delle gocce di pioggia e favoriscono l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.**



### **Efficacia e criticità**

La ricerca ha evidenziato che possono essere necessari da 3 a 5 anni di gestione del suolo con tecniche di minima lavorazione o semina su sodo affinché si possano rilevare effetti positivi di tali misure sul movimento superficiale delle acque.

L'efficacia di tali tecniche è elevata, soprattutto nei casi in cui il ruscellamento è principalmente causato da una non appropriata lavorazione del terreno (es. con formazione di crosta superficiale). Una corretta gestione del suolo può ridurre il ruscellamento di circa il 50% e l'erosione fino al 90%.

Le pratiche di minima lavorazione e di semina su sodo tendono, inoltre, a ridurre la mineralizzazione dell'azoto organico e ad aumentare la denitrificazione, riducendo in tal modo la quota di azoto lisciviato nel suolo.

Le pratiche di minima lavorazione hanno un'azione favorevole sulla biodiversità del suolo e consentono un risparmio energetico derivante dalla minore energia richiesta per le lavorazioni.

## 2. Preparazione del letto di semina

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓	✓✓	Campo

Il non eccessivo affinamento del terreno per la preparazione del letto di semina rallenta il movimento dell'acqua e ne favorisce l'infiltrazione nel suolo, grazie alla presenza di zolle che ostacolano il flusso dell'acqua.

La scabrezza del suolo e la presenza di zolle sulla sua superficie permette, inoltre, di preservare gli aggregati di limo dall'azione disgregante delle gocce di pioggia (effetto splash), e la conseguente formazione di crosta superficiale, principale responsabile della minore capacità di infiltrazione del suolo.



**Un ridotto affinamento del terreno per la semina limita il ruscellamento e favorisce l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.**

### Come intervenire

È necessario mantenere il più possibile la zollosità del terreno, riducendo al minimo gli interventi di sminuzzamento degli aggregati terrosi, evitando anche le operazioni di rullatura. È inoltre preferibile ridurre al minimo la velocità di rotazione degli utensili, mantenendo una velocità di avanzamento adeguata alle condizioni del terreno. In suoli caratterizzati da tessitura limosa è consigliabile adottare una lavorazione leggera (erpicatura, zappatura), al fine di prevenire un letto di semina eccessivamente fine.

### 3. Riduzione del compattamento superficiale (crosta)

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓✓	Campo

I terreni con una presenza di limo superiore al 30% sono fortemente soggetti a fenomeni di ruscellamento a seguito di formazione di crostosità della superficie del suolo. In queste condizioni si rendono necessari interventi per aumentare la capacità di infiltrazione dell'acqua nel terreno.



**Anche un suolo non particolarmente compatto può dare origine a ruscellamento per riduzione dell'infiltrazione a causa della formazione di una crosta superficiale.**

#### Come intervenire

La riduzione della crostosità del terreno può essere ottenuta mediante interventi preventivi volti a ridurre il compattamento e ad aumentare la presenza dei residui organici nel terreno. Il maggior contenuto di sostanza organica negli strati superficiali favorisce l'aggregazione delle particelle, riducendo in tal modo la tendenza a formare crosta. Inoltre, la presenza di residui colturali sulla superficie del suolo riduce l'effetto disgregante delle gocce di pioggia a carico degli aggregati di suolo. Per garantire una costante copertura del suolo, è necessario provvedere all'interramento delle stoppie subito dopo la raccolta della coltura e, se l'intervallo di tempo tra la raccolta e la semina successiva è eccessivamente lungo, è consigliabile l'impiego di idonee colture di copertura.

Molto efficaci sono le diverse operazioni meccaniche volte a rompere la crosta del terreno. A questo scopo sono da considerare alcuni utili accorgimenti:

- eseguire la lavorazione quando il suolo non è eccessivamente umido;
- impiegare pneumatici a bassa pressione;
- nei cereali autunno-vernini, intervenire nelle fasi iniziali di sviluppo della coltura;
- nel mais, intervenire fino allo stadio massimo di 8-10 foglie;
- provvedere alla rottura della crosta appena si forma.

## Efficacia e criticità

Tutte le operazioni che consentono di ridurre la compattazione della superficie del suolo rappresentano delle efficaci misure per la mitigazione del ruscellamento e dell'erosione, a seguito di una migliore infiltrazione dell'acqua negli strati profondi del suolo. Secondo alcuni studi, il non interrimento dei residui colturali riduce di oltre 10 volte il ruscellamento superficiale che si registra a seguito dell'interrimento degli stessi.



In presenza di crosta superficiale è necessario intervenire appena possibile con attrezzature in grado di interrompere la continuità dello strato impermeabile (ad es. sarchiatrici rompicrosta, ripuntatori).



## 4. Riduzione del compattamento sottosuperficiale

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓✓	✓✓	Campo

Il compattamento del terreno negli strati sottosuperficiali (ad es. suola d'aratura) costituisce una barriera all'infiltrazione dell'acqua negli strati profondi, favorendo il ruscellamento sottosuperficiale e il ruscellamento da saturazione. Le condizioni di compattamento del suolo sono facilmente osservabili in campo durante la stagione invernale, in particolare nelle aree caratterizzate da condizioni di ristagno idrico. La presenza di alcune specie spontanee (ad es. *Plantago* spp., *Polygonum aviculare*, *Equisetum* spp.), rappresenta inoltre un utile indicatore per l'identificazione delle aree caratterizzate da compattamento del sottosuolo.

**Il compattamento sottosuperficiale si determina a seguito della formazione della suola di aratura o anche per il transito con le macchine su terreni umidi, non coperti da vegetazione.**



### Come intervenire

È preferibile non effettuare lavorazioni o transitare sui terreni umidi, in particolare quando non coperti da vegetazione. È altresì necessario ridurre il rischio di compattamento ricorrendo, ove possibile, a pneumatici a bassa pressione o ruote gemellate, ed eliminare gli strati sottosuperficiali compatti con interventi di ripuntatura.

### Efficacia e criticità

L'efficacia è legata alla possibilità di aumentare la capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo.



## 5. Carreggiate

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓	✓	✓✓✓	Campo

Le carreggiate destinate al passaggio delle macchine agricole durante le operazioni di diserbo e concimazione sono soggette a forte compattazione del suolo, e possono per questo motivo favorire l'accumulo dell'acqua sulla superficie del terreno, con conseguente rischio di ruscellamento superficiale e trasporto di particelle di suolo.

Questa tecnica è impiegata soprattutto nei paesi del nord Europa e prevede il transito delle macchine lungo apposite carreggiate adeguatamente dimensionate in funzione delle macchine impiegate e disposte in modo da assicurare una precisa e corretta distribuzione dei prodotti.

Il passaggio ripetuto delle macchine agricole all'interno delle carreggiate durante l'intero ciclo colturale favorisce la compattazione del suolo nell'area di calpestamento delle ruote, dando origine a vie preferenziali di deflusso dell'acqua, con evidenti effetti sfavorevoli nel caso delle carreggiate disposte nel senso della pendenza. Un indice evidente della compattazione del suolo per ridotta infiltrazione dell'acqua negli strati profondi è rappresentato dalla permanenza prolungata di acqua nelle carreggiate durante il periodo invernale.



**Le ormaie create dal passaggio delle macchine agricole possono dare origine a ruscellamento per riduzione di infiltrazione, oltre a costituire vie preferenziali per la formazione di flussi concentrati.**

### Come intervenire

Compatibilmente con la sicurezza operativa, è necessario orientare le carreggiate in senso perpendicolare alla pendenza (evitare l'effetto canale). Questa soluzione può essere difficile da raggiungere se vi è più di una direzione della pendenza, o se la pendenza crea un rischio di ribaltamento per le macchine agricole. È altresì necessario modificare la posizione delle carreggiate ad ogni ciclo colturale, ridurre il compattamento del suolo utilizzando pneumatici a bassa pressione o ruote gemellate, ed evitare l'aratura, la preparazione del letto di semina e la raccolta quando il suolo è eccessivamente umido, in particolare dopo la raccolta tardiva (es. barbabietola da zucchero, mais).

Nelle situazioni a maggior rischio di compattamento, si rende necessario intervenire con lavorazioni in grado di rompere meccanicamente lo strato superficiale poco permeabile, al fine di favorire lo sviluppo di una copertura vegetale e creare argini e superfici ruvide, per rallentare i flussi d'acqua superficiali ed aumentare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.

**Le carreggiate per il transito delle macchine all'interno delle colture opportunamente disposte (in senso trasversale alla pendenza), consentono di mitigare sensibilmente il rischio di ruscellamento in terreni declivi.**



### **Efficacia e criticità**

La corretta gestione delle carreggiate per il passaggio delle macchine agricole può rappresentare un'efficace misura di mitigazione, in modo particolare nelle aree declivi e nei campi localizzati in prossimità dei corsi d'acqua.

## 6. Arginature trasversali

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓	✓	✓✓✓	Campo

L'arginatura trasversale è rappresentata da una serie di piccole barriere in terra, realizzate immediatamente dopo la semina. Sono costituite da piccoli argini disposti trasversalmente rispetto alla pendenza o da arginelli collocati a distanze regolari nello spazio interfila. Viene adottata in particolare in centro-nord Europa in colture per le quali lo spazio interfila è costituito da un solco, realizzato già al momento della semina o trapianto (es. patata). In questo caso si utilizzano apposite macchine. L'arginatura trasversale riveste un ruolo importante quando la coltura non è in grado di coprire completamente la superficie del suolo e trova applicazione ideale in campi con pendenze ridotte.

**Le arginature trasversali realizzate al momento della semina costituiscono un'efficace misura di mitigazione nelle prime fasi delle colture a file distanziate (es. patata), soprattutto nei suoli con limitata pendenza.**



### Come intervenire

È necessario posizionare gli argini attraverso il pendio seguendo le curve di livello, o creando piccoli argini tra le file della coltura. La distanza e l'altezza dell'argine devono essere definite in funzione del volume del flusso d'acqua previsto all'interno del solco.

### Efficacia e criticità

Gli argini rappresentano un'efficace misura di mitigazione del ruscellamento, in modo particolare nelle colture seminate a file, come ad esempio la patata, e con pendenze non eccessive, per evitare che il volume e la pressione dell'acqua possa causare la rottura degli arginelli.

## 7. Lavorazione lungo le curve di livello

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓	✓	✓✓✓	Campo

La lavorazione lungo le curve di livello consiste nel coltivare il suolo seguendo le curve di livello. Adottando questa pratica, la superficie del terreno oppone maggiore resistenza allo scorrimento dell'acqua, garantendo sia il rallentamento del flusso d'acqua sia l'aumento dell'infiltrazione nel suolo e sfavorendo la formazione di flussi di ruscellamento concentrato. La lavorazione lungo le curve di livello è una pratica molto diffusa in Nord America, mentre nell'agricoltura europea è attualmente poco adottata, principalmente a causa della ridotta dimensione dei campi.

### Come intervenire

È necessario esaminare attentamente l'idoneità del campo a questo tipo di lavorazione, preferendo condizioni di pendenza uniforme di bassa o media entità e garantendo la sicurezza degli operatori durante le operazioni. Per eseguire questo tipo di lavorazione sono preferibili le macchine agricole con ruote gemellate o cingoli e con sistemi di posizionamento GPS.

### Efficacia e criticità

La lavorazione lungo le curve di livello rappresenta un'efficace misura di mitigazione, soprattutto in aree con pendenze uniformi di bassa e media entità (valori compresi tra il 2% e il 10%) e lunghezze del pendio comprese tra 35m e 120m. L'efficacia di tale misura nei confronti del tasso di erosione è compresa tra il 10 e il 50% rispetto alla sistemazione a rittochino, e raggiunge valori prossimi al 95% quando ad essa vengono abbinate ulteriori misure di mitigazione (es. lavorazioni conservative).

Una modalità estrema, ma molto efficace, della lavorazione secondo le curve di livello è rappresentata dalla costruzione di terrazzamenti per la riduzione delle pendenze, allo scopo di favorire l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e ridurre, quindi, il flusso d'acqua diretto verso valle. Tali misure, che necessitano di un'applicazione a livello territoriale, richiedono però grandi investimenti.

**Le lavorazioni lungo le curve di livello, principalmente impiegate su appezzamenti di grandi dimensioni, rappresentano delle valide misure di mitigazione soprattutto con pendenze uniformi e di bassa o media entità.**



## B. PRATICHE COLTURALI

Le pratiche colturali sono in grado di ridurre il rischio di ruscellamento ed erosione in quanto agiscono direttamente o indirettamente sulle diverse proprietà chimico-fisiche del suolo.

Sono a questo scopo da considerare:

- idonee rotazioni colturali, preferibilmente con l'impiego di colture con apparato radicale profondo, che migliorano la porosità e la permeabilità del suolo;
- coltivazione di colture di copertura e apporto di materiale organico per la protezione della superficie del suolo (riduzione dell'effetto erosivo delle gocce di pioggia);
- riduzione della dimensione dei campi. Le colture possono svolgere, nella coltivazione a strisce, la funzione di fascia tampone, favorendo la riduzione della velocità del flusso di ruscellamento, aumentando allo stesso tempo l'infiltrazione dell'acqua nel suolo;
- distribuzione delle colture nell'ambito del bacino idrografico. La distribuzione equilibrata delle colture a livello di bacino idrografico permette di ridurre il rischio di contaminazione delle acque superficiali in termini di singolo prodotto fitosanitario, come conseguenza del suo uso meno intensivo a scala di intero bacino (in genere su colture differenti vengono impiegati prodotti fitosanitari diversi).



## 8. Rotazione colturale

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓✓	✓	Bacino + Campo

La rotazione colturale rappresenta la successione delle colture su uno stesso campo, e ha lo scopo di conservare la fertilità del suolo e la produttività delle colture nel tempo. La rotazione colturale influenza in maniera importante il contenuto di sostanza organica del suolo, con conseguenti benefici effetti sulla struttura e sugli aggregati del suolo, sulla capacità di ritenzione idrica e sull'adsorbimento e degradazione dei prodotti fitosanitari, per una più intensa attività microbiologica nel suolo.

Colture come la barbabietola da zucchero, la patata e il mais da insilato sono definite come colture in grado di depauperare il contenuto di sostanza organica del suolo, mentre le colture come i cereali a paglia, il colza, il mais da granella e le colture intercalari, o i fertilizzanti organici, permettono di incrementarla.

Le rotazioni colturali di lungo periodo (alternanza di colture invernali e primaverili) costituiscono una misura adatta alla riduzione della pressione esercitata da parassiti e malattie, e rappresentano l'elemento fondamentale per l'applicazione della gestione integrata delle avversità (Integrated Pest Management). Per una maggiore efficacia, la rotazione colturale dovrebbe essere applicata, oltre che a livello di campo, anche a scala di bacino, in particolare nelle aree che presentano un maggior rischio di ruscellamento.

La scelta delle rotazioni colturali più adeguate in un determinato ambiente è legata alle condizioni meteorologiche, alle caratteristiche del suolo, alla durata della stagione di crescita delle colture, agli aspetti commerciali e alle caratteristiche organizzative ed operative delle aziende. La scelta della rotazione colturale richiede anche una attenta considerazione della sostanza organica, grazie al ruolo che questa riveste nella mitigazione del ruscellamento e dell'erosione.

**La rotazione colturale permette di contenere il ruscellamento in modo diretto e indiretto, mediante l'aumento della sostanza organica e della ritenzione idrica del suolo.**



### **Come intervenire**

Si rende necessario ottimizzare la rotazione colturale attraverso l'alternanza di specie a ciclo primaverile - estivo con specie autunno - primaverili, tenendo presente che colture quali cereali e colza danno luogo ad una densa copertura del suolo nei periodi di maggior rischio di ruscellamento. È altresì necessario lasciare i residui colturali sulla superficie del suolo dopo la raccolta. Nelle aree vulnerabili è inoltre utile definire, quando possibile, le rotazioni a scala di bacino idrografico.

### **Efficacia e criticità**

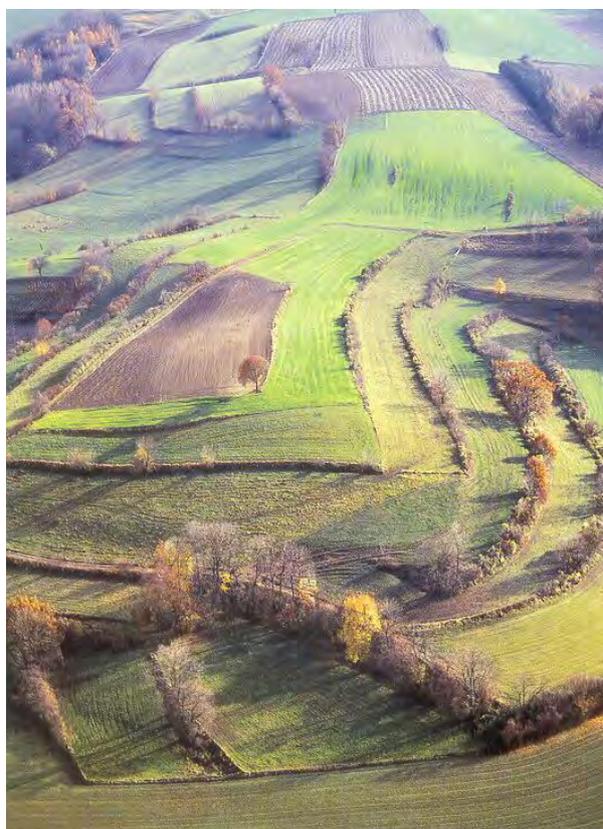
Le colture in grado di garantire la copertura del suolo nei periodi di maggiori precipitazioni possono ridurre il ruscellamento e l'erosione dal 50% al 90% in funzione della successione colturale impiegata. La rotazione risulta particolarmente efficace nel caso in cui i prati sono coltivati nelle aree a valle dei pendii.

## 9. Coltivazione a strisce interrotte/alternate

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓	Bacino + Campo

La coltivazione a strisce interrotte o alternate viene realizzata disponendo strisce di colture differenti lungo le curve di livello, al fine di ridurre il flusso di ruscellamento e bloccare i sedimenti trasportati con l'acqua. Tipici esempi sono strisce di patate, barbabietola da zucchero e mais alternate a colture quali cereali autunnali e colza. Nelle aree semiaride le strisce coltivate vengono talvolta alternate a strisce di terra incolta, al fine di raccogliere e conservare l'acqua nel terreno. La coltivazione a strisce svolge un ruolo simile alle fasce tampone vegetate all'interno dei campi.

Negli ultimi anni in Europa si è osservato un generale aumento delle dimensioni dei campi coltivati, rendendo possibile l'applicazione di questa misura nei campi caratterizzati da elevati rischi di ruscellamento ed erosione.



**La presenza di colture diverse, disposte su appezzamenti orientati lungo le curve di livello, sfavorisce il ruscellamento. I migliori risultati si ottengono utilizzando colture a ciclo differenziato, così da ottenere un mosaico di appezzamenti a diverso grado di copertura vegetale.**

### Come intervenire

È necessario ridurre le dimensioni di campi molto estesi soggetti a fenomeni di ruscellamento ed erosione, impiegando la coltivazione a strisce lungo le curve di livello. I requisiti e i limiti di applicazione di questa pratica sono paragonabili a quelli indicati per le lavorazioni lungo le curve di livello.

## 10. Colture di copertura annuali

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	Campo

La semina di una coltura intercalare, dopo la raccolta e prima della semina di colture da reddito principali, rappresenta un'efficace misura di mitigazione del rischio di ruscellamento ed erosione, in grado di fornire un'adeguata copertura vegetale del suolo durante i periodi in cui il suolo rimane nudo.

L'impiego di colture di copertura permette, in particolare, di ridurre l'impatto della pioggia sulla superficie del suolo e di aumentare il contenuto di sostanza organica nel terreno; viene in tal modo incrementata anche la stabilità degli aggregati e la resistenza alla compattazione del suolo, con un conseguente miglioramento dell'infiltrazione dell'acqua e una riduzione del volume di acqua ruscellato. Le colture di copertura hanno anche un effetto benefico sulla riduzione delle perdite di nutrienti nelle acque, poiché trattengono i nitrati e i fosfati disponibili.

La scelta della coltura di copertura più adatta dipende dal tempo disponibile per la sua crescita, dalle condizioni e dall'umidità del suolo, e dalle esigenze della coltura che dovrà essere seminata in seguito. Le regioni climatiche maggiormente adatte all'impiego delle colture di copertura sono quelle umide e sub-umide, in cui le precipitazioni sono sufficienti ai fabbisogni della coltura e sono distribuite in maniera uniforme.

I tecnici aziendali possono consigliare le colture di copertura più adatte alla rotazione colturale e alle condizioni pedo-climatiche dell'area, tenendo conto, anche, dell'eventuale disponibilità di aiuti finanziari e delle disposizioni legislative.



**Le colture di copertura rappresentano un valido strumento per garantire la copertura del terreno nei periodi tra la raccolta e la semina di due colture principali e limitare il rischio di ruscellamento ed erosione.**

### Come intervenire

Si rende necessario adattare il tipo di coltura di copertura alla durata della stagione di crescita e delle esigenze della coltura in successione, preferendo lunghi periodi vegetativi. È inoltre indispensabile favorire un rapido insediamento della coltura di copertura, seminando, quando possibile, in senso trasversale rispetto alla pendenza del terreno. È altresì necessario considerare il momento più idoneo alla semina al fine di ottenere un buono sviluppo della coltura, e lasciare i residui colturali in campo allo scopo di proteggere la superficie del suolo.

Se la coltura che segue necessita di un letto di semina finemente preparato, è opportuno selezionare una coltura di copertura con un breve periodo vegetativo in grado di disseccare facilmente, ad esempio, con il gelo (*Phacelia* spp.). In questo caso l'effetto di mitigazione della copertura vegetale durante la primavera sarà limitato, e sarà quindi principalmente legato al materiale organico che è presente sulla superficie del terreno.

### Efficacia e criticità

L'efficacia di questa misura è legata alla capacità di insediamento della coltura di copertura, al momento degli eventi piovosi in grado di generare ruscellamento. Una copertura vegetale fitta e ben insediata è, infatti, in grado di eliminare quasi completamente il rischio di ruscellamento ed erosione.

L'adozione di colture intercalari di copertura può interferire con la crescita della coltura successiva a causa di:

- presenza di residui della coltura di copertura in grado di ostacolare le operazioni di semina, con rallentamento e irregolarità nell'emergenza a causa di un ridotto contatto tra suolo e seme;
- consumo delle risorse idriche del suolo;
- effetti allelopatici dei residui colturali della coltura di copertura;
- aumento del numero di patogeni fungini, insetti, lumache, malattie e altri parassiti nel terreno.

## 11. Doppia semina

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓	✓	✓✓✓	Campo

L'adozione della doppia semina permette di ridurre il volume di acqua ruscellata e la perdita di suolo per erosione, senza l'impiego di fasce tampone aggiuntive. Si realizza ripassando con la seminatrice nelle aree a rischio di ruscellamento, in modo da alternare zone nelle quali la densità della coltura è maggiore rispetto a quella nel resto del campo.

Un esempio è rappresentato dalla semina di cereali autunno-vernini con una densità maggiore in corrispondenza delle linee di impluvio, nelle quali si concentrano i flussi di ruscellamento superficiale. Adottando tale misura il flusso d'acqua superficiale sarà notevolmente ridotto e il suolo sarà meno esposto ai fenomeni erosivi.

### Come intervenire

È opportuno effettuare la doppia semina in strisce perpendicolari al senso della pendenza o lungo le linee di impluvio. Seguire lo stesso metodo utilizzato per le fasce tampone vegetate all'interno del campo.

**Una variante della doppia semina consiste nell'impiegare una specie diversa per la realizzazione delle strisce. Nell'esempio si riportano due casi di semina di strisce di orzo all'interno di appezzamenti seminati a mais.**



## 12. Inerbimento in frutteti e vigneti

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓	✓✓✓	Campo

L'inerbimento nelle colture arboree (vigneti, frutteti, agrumeti, ecc.) permette di ridurre il flusso d'acqua superficiale, di aumentare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e di trattenere i sedimenti trasportati, riducendo quindi in modo efficace il ruscellamento e l'erosione. Le colture di copertura perenni sono generalmente realizzate qualche anno (3-4) dopo l'impianto della coltura arborea e sono mantenute per tutta l'esistenza dell'impianto.

**Nel vigneto come nel frutteto l'inerbimento consente di ridurre la formazione del ruscellamento all'origine e di mitigare eventuali fenomeni di ruscellamento generati a monte.**



### Come intervenire

È opportuno realizzare l'inerbimento delle colture arboree favorendo lo sviluppo di vegetazione spontanea o ricorrendo alla semina di essenze poliennali. È altresì necessario effettuare sfalci regolari (10-15 cm di altezza) per garantire la copertura continua del suolo, mantenere l'azione di mitigazione del ruscellamento e limitare gli effetti sfavorevoli sulle colture. Se la coltura di copertura non è in grado di garantire una completa copertura del terreno, si rende utile l'apporto di materiali organici sulla superficie del suolo. Nella fase di scelta della specie, è necessario considerare anche gli aspetti legati alla biodiversità delle colture e ai potenziali rischi per gli insetti pronubi derivanti dall'applicazione dei prodotti fitosanitari.

## Efficacia e criticità

Negli impianti arborei localizzati in aree con pendenza ridotta, l'efficacia dell'impiego di colture di copertura nella mitigazione del ruscellamento può raggiungere valori prossimi al 100%. In aree declivi tale efficacia risulta invece inferiore (fino al 50%), rendendo necessaria l'applicazione di ulteriori misure di mitigazione per ridurre i rischi di ruscellamento ed erosione.

Elementi determinanti per l'efficacia delle colture di copertura nella mitigazione del ruscellamento sono l'altezza della copertura vegetale (non dovrebbe superare i 25cm), e la resistenza degli steli delle piante all'azione esercitata dal flusso dell'acqua superficiale.

Nelle aree in cui l'acqua è un fattore limitante, la copertura vegetale può creare problemi competitivi alla coltura arborea. In tali situazioni è necessario scegliere la coltura di copertura più adatta alle caratteristiche pedoclimatiche dell'area, ricorrendo, quando necessario, a specie annuali, o all'utilizzo di materiale organico (ad es. paglia, compost) da disporre sulla superficie del terreno.



**Per limitare la competizione nei confronti della coltura è necessario realizzare una copertura vegetale, ricorrendo a specie adatte alle condizioni pedoclimatiche dell'area e poco esigenti in acqua.**



### 13. Ampliamento delle capezzagne

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓	Campo

Le capezzagne poste perpendicolarmente rispetto al campo possono agire come barriera al flusso di acqua proveniente dalle zone del campo localizzate a monte. Talvolta l'orientamento della coltivazione in un campo, e quindi la disposizione delle capezzagne, è vincolata dalla topografia e dalla pendenza del versante.

**Le capezzagne sufficientemente ampie poste perpendicolarmente al flusso idrico forniscono un contributo alla mitigazione del ruscellamento.**



#### Come intervenire

È necessario ampliare la superficie destinata alle capezzagne dei campi per i quali la diagnosi ha stimato un più elevato rischio di ruscellamento. È altresì indispensabile che le capezzagne siano mantenute ricoperte da vegetazione uniforme ottenuta ad esempio con una semina fitta della coltura (doppia semina).

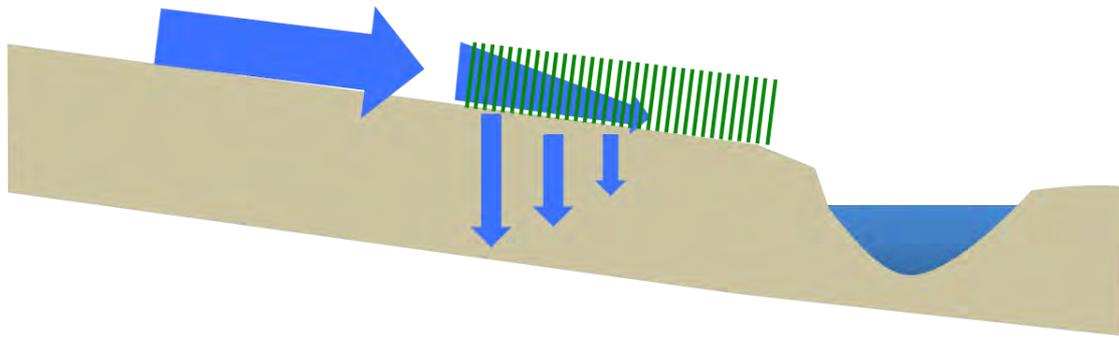
## C. FASCE TAMPONE VEGETATE

Le fasce tampone vegetate sono misure infrastrutturali, rappresentate da fasce erbacee poliennali, siepi e fasce boschive, in grado di favorire l'infiltrazione delle acque di ruscellamento, di rallentare il flusso delle acque superficiali attraverso un'adeguata vegetazione, di trattenere i sedimenti erosi con il flusso d'acqua e di incrementare la biodiversità. L'azione delle fasce tampone è strettamente dipendente dal loro posizionamento e dimensionamento oltreché dalla loro gestione.

Le fasce tampone devono essere preferibilmente localizzate vicino all'origine dei flussi di ruscellamento e dimensionate sulla base del regime idrico delle acque superficiali, della permeabilità e saturazione del suolo, della lunghezza del pendio e della pendenza del versante. Le fasce impiegate per trattenere le particelle di suolo erose possono avere dimensioni ridotte rispetto a quelle destinate ad intercettare acque di ruscellamento e contaminanti.

Più di altre misure di mitigazione, la scelta e il posizionamento delle fasce tampone devono essere effettuati dopo aver eseguito un'attenta diagnosi per determinare il rischio di ruscellamento.





Rappresentazione schematica di una fascia tampone.

### a) Posizionamento e dimensionamento delle fasce tampone vegetate

Il corretto posizionamento e il dimensionamento delle fasce tampone all'interno delle aree coltivate, nell'ambito del bacino idrografico assumono, in genere, un'importanza fondamentale per garantire la loro funzionalità ed efficienza.

Il principale aspetto da tenere in considerazione durante la fase di posizionamento delle fasce tampone è il regime idrico delle acque superficiali, rappresentato dalle principali vie di deflusso dell'acqua, dalle vie preferenziali di scorrimento, dai volumi e dalla frequenza di ruscellamento, dalla velocità dell'acqua, oltre che dalle caratteristiche pedo-climatiche dell'area. Poiché il ruscellamento si origina da flussi diffusi nei campi posti a monte del bacino, e tende a divenire via via più concentrato durante il suo scorrimento verso valle, accumulandosi spesso lungo le linee di impluvio, si rende necessario applicare le misure di mitigazione in prossimità dell'origine dei flussi concentrati, dove le stesse misure sono più efficaci. Idealmente, le fasce tampone devono essere collocate prima di qualsiasi formazione di ruscellamento concentrato, nella parte a monte del versante.

**L'efficienza di una fascia tampone dipende dal suo posizionamento e dimensionamento. E' in particolare indispensabile che questa sia posta in senso trasversale alla pendenza.**



Il dimensionamento delle fasce tampone deve essere impostato in relazione agli obiettivi per cui esse devono essere realizzate, delle caratteristiche del suolo e del bacino idrografico, e della loro possibile interazione con le altre misure di

mitigazione adottate. Le fasce impiegate per trattenere le particelle di suolo erose possono avere dimensioni ridotte rispetto a quelle destinate ad intercettare acque di ruscellamento ed i contaminanti in esse contenute.

Per rendere massima l'efficacia delle fasce tampone devono essere considerati anche parametri quali la permeabilità e la saturazione del suolo, la lunghezza e la pendenza del versante. Nelle aree e nei periodi dell'anno in cui il suolo si trova in condizioni di saturazione, l'efficacia delle fasce tampone è generalmente bassa, in quanto il suolo saturo ostacola l'infiltrazione dell'acqua in eccesso. Questo aspetto deve essere preso in considerazione soprattutto nelle fasce tampone localizzate lungo le aree ripariali, potenzialmente più soggette a condizioni di saturazione rispetto alla fasce poste a monte.

### **b) Scelta e tipologie di fasce tampone vegetate**

La scelta della tipologia di fascia tampone più adatta dipende sia dall'entità e dal tipo di ruscellamento, sia dalle caratteristiche idrologiche del suolo. In linea generale, per intercettare e ridurre i flussi di ruscellamento è necessario l'impiego di fasce tampone vegetate posizionate all'interno degli appezzamenti o ai bordi dei campi. Per prevenire il rischio di ruscellamento delle acque all'interno dei corpi idrici superficiali, è invece richiesto l'inserimento di adeguate fasce tampone poste lungo le aree ripariali dei corsi d'acqua (fasce tampone ripariali).

La protezione dei corpi idrici superficiali mediante l'impiego di fasce tampone vegetate è importante ed efficace anche nelle zone a monte del bacino in cui si originano i flussi di ruscellamento. Le fasce tampone sono necessarie anche per favorire l'infiltrazione dell'acqua nelle aree con vie di deflusso naturale, quali le strade di accesso ai campi e le linee di impluvio (talweg). Nelle aree carsiche (ad es. valli aride, doline) in cui è possibile un contatto diretto tra le acque di superficie e quelle profonde, è necessario proteggere le zone di naturale infiltrazione dell'acqua dal ruscellamento, nello stesso modo in cui sono protetti i corpi idrici superficiali.

Le tipologie di fasce tampone adottabili sono principalmente rappresentate da fasce erbacee, siepi, combinazione di fasce erbacee e siepi, boschi e prati, ognuna delle quali presenta vantaggi specifici.

Le aree boschive e le zone ripariali, caratterizzate spesso da una vegetazione arbustiva e/o arborea, presentano le migliori condizioni di infiltrazione dell'acqua nel suolo, a seguito del notevole sviluppo degli apparati radicali della vegetazione legnosa. La presenza di una fitta vegetazione erbacea garantisce invece, oltre l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, anche un efficace rallentamento del flusso d'acqua superficiale e la trattenuta delle particelle erose di suolo.

**La scelta delle specie vegetali da impiegare nelle fasce non può essere generalizzata. Può ad esempio essere necessario ricorrere ad essenze adatte alla creazione di habitat in grado di favorire la biodiversità.**



### **c) Gestione e cura delle fasce tampone vegetate**

Per garantire un'elevata efficacia delle fasce, l'altezza del manto erboso dovrebbe essere mantenuta a circa 10 cm con regolari operazioni di sfalcio (uno o più sfalci ogni anno), in relazione ai periodi di semina e fioritura delle piante, evitando in ogni caso di superare i 25 cm. Con l'eccessivo sviluppo, infatti, le foglie delle piante erbacee sono maggiormente soggette a ripiegamento e la fascia risulta meno efficace nel rallentare il flusso d'acqua e nel trattenere i sedimenti di suolo.

Per garantire le migliori condizioni di funzionamento delle fasce tampone è necessario eliminare, o almeno limitare, tutte le condizioni che interferiscono con l'infiltrazione dell'acqua negli strati profondi del suolo. Sono pertanto da evitare fenomeni di compattazione del suolo e del sottosuolo, riducendo il più possibile il passaggio delle macchine operatrici sui campi coltivati ed evitando il transito delle stesse nelle fasce tampone.

Le fasce tampone possono in alcuni casi essere impiegate come aree di pascolo per gli animali. In questo caso è necessario considerare il rischio di eccessivo compattamento del suolo, derivante dal passaggio di animali di grandi dimensioni, e la possibile contaminazione delle acque superficiali da sostanze nutritive e patogeni derivanti dal pascolamento.

La capacità di infiltrazione delle fasce tampone può essere ridotta, inoltre, dalla presenza di sedimenti trasportati dalle aree poste a monte delle fasce, che potrebbero determinare l'occlusione dei pori del suolo con conseguente formazione di uno strato poco permeabile in superficie. In queste condizioni si rende necessario provvedere al regolare allontanamento dei sedimenti dalle fasce tampone, e ad effettuare lavorazioni superficiali per il livellamento della superficie del terreno.

Le fasce tampone non devono essere sottoposte né all'applicazione di fertilizzanti, né alla distribuzione di prodotti fitosanitari. Questo aspetto è particolarmente importante nelle aree ripariali, dove esiste un potenziale rischio di trasferimento diretto delle acque di ruscellamento dal campo al corpo idrico.



**La scabrezza superficiale e lo sfalcio regolare della vegetazione nelle fasce tampone rivestono un ruolo molto importante nella trattenuta delle particelle di suolo erose e nella riduzione dell'intensità del flusso di ruscellamento superficiale.**

#### d) Efficacia e limiti delle fasce tampone vegetate

I numerosi studi scientifici disponibili sull'argomento evidenziano una grande variabilità nell'efficacia delle fasce tampone, suggerendo l'implicazione di numerosi fattori fisici, chimici e biologici nel funzionamento di queste strutture di mitigazione.

L'efficacia delle fasce tampone è stimata in valori compresi tra il 50 e il 100%, in funzione di numerosi fattori quali la capacità di infiltrazione del manto erboso (tessitura e struttura del suolo), il contenuto idrico del suolo, la capacità di trattenuta dei sedimenti, le caratteristiche degli eventi piovosi e la larghezza delle fasce stesse.

Come già osservato, i fattori che riducono l'efficacia delle fasce tampone possono essere così sintetizzati:

- saturazione del suolo : il suolo in condizioni di saturazione ha una bassa capacità di infiltrazione, nonostante l'effetto positivo di trattenuta delle particelle di suolo erose, risultando quindi poco efficace nella mitigazione del trasferimento dei prodotti fitosanitari nelle acque superficiali;
- compattazione del suolo : l'azione meccanica esercitata dal passaggio delle macchine o degli animali sopra la fascia tampone può spesso causare la riduzione della capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo, riducendo quindi l'efficacia della fascia;
- deposito di sedimenti : il deposito di sedimenti erosi nelle fasce tampone può ridurre sensibilmente l'efficacia della misura durante le precipitazioni, in seguito all'occlusione dei pori del suolo e alla formazione di flussi d'acqua concentrati al di sopra di uno strato poco permeabile di suolo.

**Durante la definizione della tipologia di fascia tampone da inserire, è necessario valutare il rischio legato alla saturazione del suolo, originato ad esempio da livelli elevati delle falde.**



### e) Altri effetti positivi

Le fasce tampone vegetate possono esercitare ulteriori funzioni secondarie, oltre a quelle precedentemente esposte, quali:

- ridurre l'erosione complessiva e la conseguente riduzione dell'accumulo di detriti nell'alveo dei corsi d'acqua;
- ridurre la contaminazione da nutrienti (fosforo, azoto) responsabili dell'eutrofizzazione delle acque, nei corpi idrici superficiali;
- fornire un habitat favorevole allo sviluppo di specie vegetali ed animali, aumentando la biodiversità dell'ambiente agricolo;
- contribuire all'eterogeneità e alla diversità del territorio, e alle azioni per lo sviluppo del turismo.

**La combinazione della vegetazione erbacea e legnosa consente di sfruttare i vantaggi di entrambi i componenti vegetativi e di migliorare la capacità di degradazione dei prodotti fitosanitari del suolo, a seguito dell'aumento dell'attività microbica dovuta all'accumulo di sostanza organica.**



## 14. Fasce tampone all'interno del campo

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓✓	Bacino + Campo

Le fasce tampone vegetate all'interno dei campi coltivati favoriscono l'infiltrazione dell'acqua proveniente dalle aree poste a monte, soprattutto nel caso di volumi di ruscellamento di ridotta entità. Rispetto alle fasce tampone ripariali, spesso soggette a fenomeni di saturazione del suolo e a ruscellamento concentrato, le fasce tampone all'interno del campo presentano una capacità di infiltrazione nel suolo potenzialmente maggiore, e possono risultare molto efficaci nel contenere il ruscellamento diffuso direttamente alla sorgente. Queste tipologie di fasce sono rappresentate, in genere, da prati permanenti o siepi.

Per l'insediamento di fasce tampone all'interno dei campi si realizza un fitto manto erboso e, se necessario, una siepe, a seconda delle azioni aggiuntive che possono essere richieste (barriera frangivento, biodiversità).



### Come intervenire

È necessario posizionare le fasce tampone seguendo il più possibile le curve di livello e impedendo la formazione di flussi concentrati o preferenziali, realizzando una pendenza uniforme ed evitando la formazione di linee di impluvio).

In fase di progettazione è consigliabile dare la preferenza a specie vegetali naturalmente presenti nell'area (non invasive), in grado di adattarsi alle condizioni

locali (ad es. condizioni di siccità o inondazioni frequenti), con foglie sufficientemente rigide da resistere al flusso di ruscellamento e capaci di garantire una densa copertura della superficie del suolo.



**Le fasce tampone all'interno del campo possono essere rappresentate da essenze arboree.**

### **Efficacia e criticità**

Tali tipologie di fasce tampone trattengono efficacemente i flussi diffusi dell'acqua (ruscellamento laminare), ma non contengono in maniera altrettanto efficace i flussi concentrati. Per questo motivo è necessario prevenire il ruscellamento concentrato mediante l'applicazione di misure di mitigazione quali, ad esempio, la gestione delle carreggiate e la lavorazione lungo le curve di livello. Nelle situazioni in cui non risulti possibile evitare la formazione di flussi concentrati all'interno del campo, l'impiego di una struttura di dispersione delle acque in uscita dal campo, costituita ad esempio da un solco profondo tra la superficie coltivata e la fascia tampone, potrebbe rappresentare una valida soluzione per limitare gli effetti negativi legati a questo tipo di ruscellamento.

L'adozione di fasce tampone all'interno del campo, in terreni lavorati a rittochino, può richiedere, in alcuni casi, maggiori tempi di lavorazione a seguito di un più elevato numero di voltate e manovre richieste.

## 15. Fasce tampone ai margini del campo

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓	Bacino + Campo

Le fasce tampone ai margini del campo sono localizzate a valle degli appezzamenti in pendio e sono spesso utilizzate per separarli l'uno dall'altro o da una strada. La funzione di queste fasce tampone è quella di favorire l'infiltrazione dell'acqua di ruscellamento nel suolo e di trattenere le particelle di suolo erose, prima che l'acqua raggiunga la strada o entri nel campo posto a valle. Le fasce tampone ai margini del campo presentano un'elevata efficacia di mitigazione, soprattutto nel caso di fenomeni di ruscellamento limitati, caratterizzati da ridotti volumi di acqua. Rispetto alle fasce tampone ripariali, spesso interessate da flussi concentrati e talvolta in condizioni di saturazione, le fasce tampone ai bordi dei campi presentano spesso una capacità di infiltrazione maggiore, e possono risultare più efficaci nella riduzione del ruscellamento. Questo tipo di fasce è generalmente realizzato ricorrendo a vegetazione erbacea permanente o a siepi, a seconda delle funzioni accessorie richieste (barriera frangivento, biodiversità).

**Le fasce tampone ai margini del campo hanno lo scopo di impedire il trasferimento di flussi di ruscellamento da un appezzamento all'altro.**



## Come intervenire

È necessario posizionare le fasce tampone seguendo il più possibile le curve di livello ed evitare la creazione di flussi concentrati o vie di scorrimento preferenziali a monte di tali aree, realizzando pendenze uniformi ed evitando la formazione di linee di impluvio. È inoltre utile favorire l'insediamento di una copertura vegetale naturale sufficientemente densa da resistere al flusso d'acqua e in grado di garantire una sufficiente copertura della fascia.

In fase di progettazione è preferibile scegliere specie vegetali naturalmente presenti nell'area (non invasive), in grado di adattarsi alle condizioni locali (ad es. condizioni di siccità regolari o inondazioni frequenti), con foglie sufficientemente rigide da resistere al flusso di ruscellamento e capaci di garantire una fitta copertura della superficie del suolo. Si rende altresì necessario provvedere alla rimozione o alla dispersione dei sedimenti accumulati sulle fasce tampone per evitare la limitazione dell'efficacia mitigativa della misura.

## Efficacia e criticità

Le fasce tampone ai bordi del campo sono molto efficaci nel trattenere il ruscellamento diffuso proveniente dai campi posti a monte; non possono però garantire un'efficace mitigazione dei flussi concentrati, in grado di attraversare anche rapidamente la fascia. Per questo motivo, la prevenzione dei flussi concentrati rappresenta l'aspetto fondamentale da tenere in considerazione nell'applicazione di questa misura e, più in generale, di tutte le altre misure di mitigazione del ruscellamento. In caso di inevitabili flussi di ruscellamento concentrato, è necessario adottare misure di dispersione o intervenire nelle zone a monte.

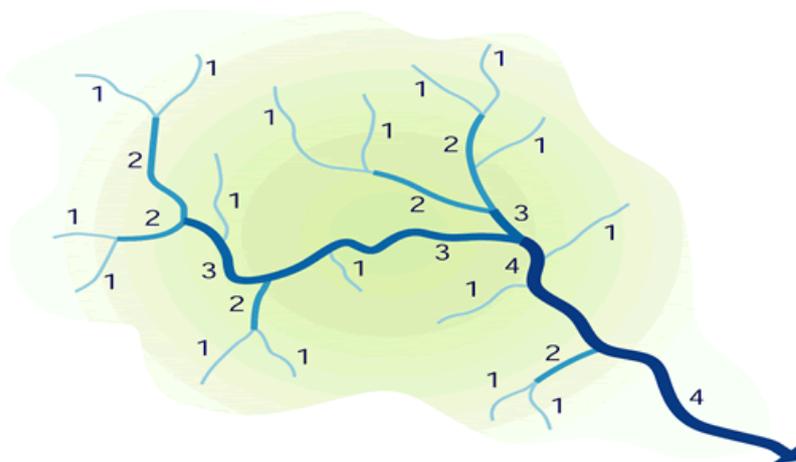


## 16. Fasce tampone ripariali

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓	Bacino + Campo

Le fasce tampone ripariali sono aree ricoperte da vegetazione, spontanea o seminata, situate lungo i corsi d'acqua. Queste strutture riducono efficacemente il ruscellamento favorendo l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, trattenendo i sedimenti di suolo eroso e rallentando la velocità dell'acqua in superficie. Le fasce tampone proteggono, inoltre, le sponde dei fiumi dagli smottamenti (rinforzamento delle sponde), migliorano le condizioni ecologiche dei corsi d'acqua, aumentano la biodiversità dell'ecosistema e contribuiscono alla connessione dell'ecosistema (corridoi di passaggio per gli animali). Tali tipologie di fasce tampone sono, inoltre, efficaci nel trattenere le sostanze trasportate con il vento (ad es. deriva dei prodotti fitosanitari) potenzialmente in grado di raggiungere le acque superficiali. L'efficacia di questa misura risulta maggiore se vengono adottate associazioni di fasce tampone erbacee e siepi o strutture arboree (cespugli, alberi). Le fasce tampone ripariali permettono di raggiungere differenti obiettivi ambientali, proteggendo i corpi idrici superficiali dalla contaminazione di prodotti fitosanitari, dal trasporto di sedimenti erosi, di elementi nutritivi (azoto e fosforo) e di patogeni.

L'adozione delle fasce tampone ripariali è regolamentato in molti paesi europei, ciascuno dei quali prevede differenti obblighi in termini di larghezza minima. I numerosi studi condotti su questo tema dimostrano come la maggior parte dell'acqua di ruscellamento che raggiunge il corpo idrico principale proviene da piccoli corsi d'acqua del bacino (livello gerarchico dei corpi idrici 1 e 2, come definito dal metodo Horton-Strahler). Per questo motivo è necessario dare la massima priorità alla tutela di questi corsi d'acqua, ad esempio attraverso l'impiego di adeguate fasce ripariali. La protezione dei livelli superiori della rete idrografica (livello 3, livello 4, ecc.) mediante l'impiego di fasce tampone ripariali ha un effetto limitato sulla prevenzione del rischio di contaminazione, pur risultando di grande utilità per il raggiungimento di altri obiettivi (es. stabilità degli argini).



Classificazione dei corpi idrici di un bacino idrografico secondo il metodo Horton-Strahler.

**Il tipo di vegetazione della fascia tampone deve essere scelto in relazione agli obiettivi di protezione della fascia stessa.**



### **Come intervenire**

La scelta della vegetazione della fascia nell'ambito delle specie annuali, perenni, o loro associazioni (prati, cespugli, siepi e alberi), dovrebbe essere effettuata in relazione alla finalità di protezione (ruscellamento o ruscellamento e deriva). È consigliabile realizzare fasce tampone con vegetazione erbacea lungo canali e torrenti di piccole dimensioni (permanenti e non permanenti), e con vegetazione boschiva nei grandi corsi d'acqua (grandi torrenti, fiumi), evitando, in tutti i casi, la formazione di flussi preferenziali di scorrimento dell'acqua.

È necessario sempre fare ricorso a specie autoctone non invasive, in grado di adattarsi alle condizioni locali (ad es. inondazioni ripetute), con apparato fogliare sufficientemente rigido per resistere al flusso d'acqua superficiale (per ridurre la velocità del flusso) e in grado di garantire una densa copertura della fascia.

Inoltre, le fasce non devono essere concimate o interessate da trattamenti con prodotti fitosanitari e non utilizzarle come area di passaggio delle macchine agricole. Con presenza di accumulo di sedimenti erosi al di sopra della fascia, è necessario provvedere alla loro dispersione o rimozione.

### **Efficacia e criticità**

L'efficacia delle fasce tampone ripariali è fortemente influenzata dal livello della falda del corso d'acqua. Con suolo saturo e falda prossima alla superficie del terreno, infatti, l'efficacia della fascia è notevolmente ridotta e risulta quindi necessario ricorrere all'impiego di ulteriori misure di mitigazione, sia in prossimità del corso d'acqua (ad es. associazione di fasce tampone, argini, ecc.) sia nelle aree a monte del versante.

**Le fasce tampone ripariali costituite da associazioni di specie erbacee, arbustive ed arboree svolgono una azione mitigatrice nei confronti sia del ruscellamento, sia della deriva.**



## 17. Fasce tampone nei talweg (linee di impluvio)

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓	✓	✓✓✓	Bacino + Campo

Il talweg rappresenta la linea di impluvio, nella quale possono determinarsi fenomeni di erosione lineare. I talweg sono in grado di raccogliere acqua dai versanti adiacenti durante gli eventi piovosi, originando flussi concentrati di acqua e rappresentando spesso il punto di partenza di importanti fenomeni di ruscellamento e di erosione (erosione per solchi). Una misura efficace per la mitigazione del ruscellamento e dell'erosione all'interno dei talweg è rappresentata dall'inserimento lungo tali aree di una copertura erbacea (ad es. prato), o da associazioni di specie erbacee ed arbustive/arboree nel caso di elevati rischi di contaminazione dei corpi idrici.



**Le linee di impluvio (talweg) costituiscono delle aree nelle quali si possono determinare fenomeni di ruscellamento concentrato.**

### Come intervenire

In queste aree è opportuno insediare una copertura vegetale erbacea. In situazioni di elevato rischio di ruscellamento/erosione e condizioni climatiche in grado di originare flussi molto elevati di ruscellamento lungo i talweg, è necessario realizzare fasce tampone erbacee di grandi dimensioni o introdurre siepi. L'inserimento di fasce tampone con tali caratteristiche favorisce la dispersione del flusso di ruscellamento concentrato, e favorisce l'infiltrazione di elevate quantità di acqua.

Il dimensionamento e la localizzazione delle fasce tampone dovranno essere stabiliti in relazione alla valutazione del rischio effettuata con la diagnosi territoriale; andranno scelte le specie più adatte alle condizioni pedo-climatiche, adottando una densità di semina ottimale per la coltura, e definendo le operazioni necessarie al loro mantenimento (sfalcio regolare, potatura delle siepi).



### **Efficacia e criticità**

L'adozione di fasce tampone vegetate lungo i talweg può comportare la creazione di ostacoli alla circolazione dei mezzi meccanici all'interno del campo, dando luogo alla formazione di appezzamenti con forme irregolari difficili da lavorare, limitando l'efficienza delle operazioni colturali.

## 18. Siepi

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓	Bacino + Campo

Le siepi localizzate lungo i corsi d'acqua o lungo i pendii favoriscono efficacemente l'infiltrazione dell'acqua ruscellata, trattengono le particelle di suolo erose e sono in grado di intercettare la deriva. Svolgono, inoltre, un'efficace azione frangivento, migliorano il microclima, rinforzano le sponde degli argini e forniscono un habitat per la fauna selvatica.

**Le fasce tampone caratterizzate da vegetazione arbustiva sviluppano, in generale, un apparato radicale più profondo rispetto alla vegetazione erbacea, migliorando l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.**



L'insediamento delle siepi è comunemente suggerito dagli indirizzi di gestione ambientale delle autorità regionali o statali, e sono talvolta oggetto di forme di finanziamento. Per un'ottimale applicazione della misura è necessario utilizzare specie che meglio si adattano alle condizioni locali, adottando le dimensioni (larghezza ed estensione) più idonee allo specifico livello di rischio di ruscellamento. Tali scelte derivano da una accurata diagnosi a livello di bacino e di campo, durante la quale vengono esaminati tutti i principali aspetti che consentono di definire il grado di rischio di ruscellamento e le caratteristiche delle misure da adottare.



**Le siepi risultano particolarmente efficaci in presenza di flussi di ruscellamento diffuso (bassa efficacia nei confronti del ruscellamento concentrato), in aree declivi e in suoli sabbiosi e limosi.**



**Al fine di massimizzare l'efficacia delle siepi, è opportuno anche definire la densità di impianto in relazione alla specie messa a dimora e alla sua capacità di occupare gli spazi vuoti.**

### **Come intervenire**

Le siepi devono essere localizzate lungo le curve di livello ed essere preferibilmente inserite al centro di una stretta striscia erbacea (minimo 2 m) allo scopo di aumentare l'azione di mitigazione del ruscellamento. L'impianto delle siepi dovrebbe essere realizzato disponendo le piante sfalsate tra di loro su due o tre file parallele, con spazio interfila di 0.5 - 1 m e spazio tra i ceppi di 0.5 - 1 m.

Prima dell'impianto è necessario preparare accuratamente il terreno per favorire lo sviluppo radicale; dovranno essere utilizzate preferibilmente specie autoctone con caratteri di robustezza e con limitate esigenze colturali e di manutenzione.

Nella scelta della specie da utilizzare si dovrà altresì tener conto del loro possibile impatto sullo stato sanitario delle colture poste nelle vicinanze (possibilità di ospitare malattie e parassiti). È necessario inoltre proteggere le giovani piante dai danni causati dalla fauna selvatica, impiegando per esempio recinzioni di protezione. Può essere opportuno anche tenere in considerazione la necessità che la fascia tampone fornisca alimenti adeguati alla fauna selvatica, per evitare che questa possa utilizzare le colture agrarie. Sono inoltre richieste potature regolari, in particolare nei primi anni successivi all'impianto, curando di controllare il volume dei rami e la larghezza della vegetazione negli anni successivi. La potatura a piramide è considerata quella più favorevole.

### **Efficacia e criticità**

La realizzazione e la gestione delle siepi a livello aziendale richiedono in genere interventi impegnativi, più facilmente adottabili se realizzati in modo graduale, per renderli compatibili con l'organizzazione aziendale ed evitare investimenti eccessivamente onerosi.

## 19. Aree boschive

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓	Bacino + Campo

Le aree boschive favoriscono l'infiltrazione dell'acqua ruscellata proveniente dagli appezzamenti a monte, trattengono le particelle di suolo erose e intercettano la deriva. Esse sono quindi in grado di ridurre il trasporto e la perdita di prodotti fitosanitari e nutrienti e di intercettare gli inquinanti portati dall'aria (ad es. deriva ed erosione eolica del suolo). Agiscono, inoltre, come barriere frangivento, migliorano il microclima, stabilizzano le sponde dei corsi d'acqua e creano un habitat favorevole alla fauna selvatica.

**La selezione delle specie più adatte all'impianto delle aree boschive dipende dagli obiettivi che si vogliono raggiungere (miglioramento della biodiversità, produzione di legno pregiato, produzione di legno di bassa qualità e basso costo).**



Le aree boschive possono derivare da boschi naturali o possono essere specificamente realizzate per scopi ecologici o economici. L'applicazione di questa misura permette, in generale, di accedere a finanziamenti nell'ambito dei programmi di sviluppo rurale.

### Come intervenire

Le aree boschive dovrebbero preferibilmente essere realizzate lungo i pendii ripidi ed i terreni declivi prossimi ai corsi d'acqua. È opportuno evitare che le strade e i sentieri all'interno dell'area boschiva possano costituire percorsi preferenziali per l'acqua (*shortcuts*). Prima di procedere all'insediamento delle aree boschive si consiglia di rivolgersi ai servizi forestali locali e regionali per ottenere informazioni sulla scelta delle specie, sulla realizzazione e sulla manutenzione degli impianti boschivi.

### Efficacia e criticità

L'efficacia di mitigazione delle aree boschive è comunemente legata alle loro dimensioni e alla loro elevata capacità di favorire l'infiltrazione dell'acqua nel suolo rispetto al normale suolo coltivato. Va però considerato che l'insediamento di aree boschive richiede un elevato investimento iniziale per la messa a dimora dell'impianto e investimenti periodici per il mantenimento della vegetazione durante il suo ciclo di crescita, recuperati al momento del taglio degli alberi.

## 20. Aree di accesso ai campi

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓✓	Bacino

Le aree di accesso ai campi rappresentano dei potenziali percorsi preferenziali per lo scorrimento dell'acqua, in particolare nelle strade di accesso poste in pendenza e nelle aree del bacino in cui si originano i flussi di ruscellamento concentrato. Per evitare fenomeni di ruscellamento concentrato ed erosione per solchi nelle aree di passaggio delle macchine, è importante garantire la presenza di una copertura vegetale permanente e ridurre la compattazione del suolo generata dalla pressione delle ruote.

**Le strade di accesso possono rappresentare pericolose vie preferenziali in grado di favorire la formazione di ruscellamento concentrato; in queste condizioni si possono determinare, soprattutto negli ambienti declivi, importanti fenomeni erosivi.**



### Come intervenire

Si suggerisce di ridurre il compattamento del suolo generato dalla pressione delle ruote nelle aree di passaggio delle macchine e di consolidare il fondo delle carreggiate apportando su di esso uno strato di ghiaia grossa ed insediando una copertura erbacea robusta, con radici profonde, in grado di tollerare i sedimenti e di resistere al calpestamento delle macchine.



**Una copertura erbacea in grado di tollerare il transito delle macchine consente di limitare sensibilmente il rischio di ruscellamento e di erosione nelle strade di accesso ai campi, soprattutto nei terreni declivi.**

## D. STRUTTURE DI RITENZIONE E DISPERSIONE

Le strutture di ritenzione e dispersione hanno l'obiettivo di rallentare la velocità del flusso di ruscellamento concentrato, disperdere e favorire la penetrazione dell'acqua nel terreno, limitando il trasporto di residui di prodotti fitosanitari nei corpi idrici superficiali. Tali strutture sono di particolare interesse nei casi in cui risulti difficile e di limitata efficacia la mitigazione del ruscellamento nel luogo di origine. Prima di applicare queste strutture è necessario valutare i costi richiesti per la loro realizzazione, in rapporto ai costi derivanti dalle possibili modifiche nella gestione colturale necessarie per contenere gli effetti dannosi della contaminazione delle acque dovuta al ruscellamento.

### 21. Canali e fossi vegetati

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓	✓✓✓	Bacino

I canali e i fossi vegetati hanno lo scopo di allontanare l'acqua in eccesso dai campi veicolandola nei corpi idrici superficiali. Per limitare il rischio di contaminazione delle acque superficiali, devono essere realizzati e gestiti in modo da trattenere le particelle e favorire l'evaporazione delle acque di ruscellamento o di drenaggio, permettendo la degradazione dei prodotti fitosanitari in esse contenuti. Queste strutture, solitamente, non contengono acqua per l'intera stagione colturale, ma sono impiegate esclusivamente per convogliare l'acqua di ruscellamento o di drenaggio in seguito a eventi piovosi. Sono comunemente disposti lungo il bordo delle strade o lungo la linea di confine di campi adiacenti.

Poiché la loro funzione principale è quella di trattenere l'acqua all'interno del bacino, è necessario che non esistano collegamenti diretti tra queste strutture e i corpi idrici superficiali. L'inserimento e il posizionamento dei canali e dei fossi vegetati dovrà preferibilmente essere definito a livello di bacino nella fase di diagnosi del campo.

**Il mantenimento della copertura vegetale all'interno dei fossi e dei canali favorisce l'infiltrazione dell'acqua, riducendo il rischio di trasporto dei residui dei prodotti fitosanitari nelle acque superficiali.**



## Come intervenire

È necessario:

- dimensionare i canali e i fossi per garantire la trattenuta dell'acqua di ruscellamento e dei sedimenti di suolo con essa trasportati, in relazione agli eventi piovosi tipici dell'area;
- progettare queste strutture con profondità comprese tra 0.5 e 1 m, sponde non eccessivamente ripide per consentire il passaggio dei piccoli animali, e larghezze e lunghezze variabili in funzione dello spazio disponibile e dei volumi attesi, garantendo comunque la trattenuta dei primi 2-3 mm di ruscellamento;
- posizionare i canali e i fossi vegetati nei punti in cui la mitigazione del ruscellamento alla sorgente è di difficile attuazione, e dove è necessario trattenere o limitare il ruscellamento verso un campo adiacente o un corso d'acqua;
- rimuovere periodicamente i sedimenti trasportati dalle acque, limitare lo scambio idrico con la falda acquifera e insediare una copertura vegetale in grado di tollerare le condizioni di sommersione;
- limitare lo scambio idrico con la falda acquifera, rivestendo il fondo e le sponde dei canali con terreno proveniente dall'orizzonte organico (es. terriccio con alto contenuto di sostanza organica), se possibile con tessitura limosa o argillosa;
- insediare una specie vegetale comunemente diffusa nell'areale (non invasiva).

**I fossi per lo sgrondo delle acque in eccesso dai campi necessitano della presenza di una copertura vegetale per favorire l'infiltrazione dell'acqua nel terreno e trattenere i sedimenti terrosi.**



## Efficacia e criticità

I canali e i fossi vegetati, essendo di natura temporanea, rappresentano una speciale forma di area umida artificiale e, come dimostrato da alcuni studi, sono in grado di facilitare la degradazione dei prodotti fitosanitari nelle acque di ruscellamento. La capacità di ritenzione di tale struttura è variabile, poiché dipende della quantità di acqua ruscellata che viene trattenuta per ciascun evento piovoso. L'efficacia di queste strutture è maggiore nei confronti dei prodotti fitosanitari poco solubili in acqua, che entrano nell'ecosistema acquatico legati alle particelle di suolo erose, che possono venire più facilmente trattenute dalla vegetazione presente nei canali e nei fossi. Nella realizzazione di canali vegetati è necessario tenere in considerazione la normativa esistente in materia di protezione degli ecosistemi e degli habitat, rivolgendosi ai servizi di tutela ambientale. Va altresì valutata la possibilità di favorire l'insediamento di specie in via di estinzione all'interno dei canali e dei fossi vegetati.

## 22. Bacini di ritenzione/aree umide artificiali

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓	✓✓✓	Bacino

Le strutture di ritenzione naturali e artificiali hanno l'obiettivo di trattenere e accumulare l'acqua e i sedimenti ruscellati o provenienti dagli impianti di drenaggio artificiale nei campi posti a monte, favorendo la successiva evaporazione e infiltrazione. In relazione a questa funzione, essi non contengono solitamente acqua durante tutto l'anno, ma sono sommersi solo durante eventi di ruscellamento e drenaggio. Anche le aree umide naturali (termine comunemente utilizzato per le aree protette), rappresentate da prati e foreste ripariali, regolarmente soggette a inondazione, possono essere adatte alla raccolta delle acque di ruscellamento e drenaggio.



**I bacini di ritenzione svolgono una importante funzione di ritenzione delle acque di ruscellamento e delle particelle di suolo eroso, favorendo la degradazione dei prodotti fitosanitari in esse contenute.**

I bacini di ritenzione sono solitamente caratterizzati da un fondo impermeabile (ad es. cementato) senza vegetazione o con una presenza di vegetazione erbacea sviluppata su un sottile strato di suolo disposto sul fondo. Le aree umide artificiali sono in genere realizzate su suoli poco permeabili, per limitare l'infiltrazione verso la falda acquifera sottostante, e sono spesso interessate dallo sviluppo di una vegetazione naturale costituita da specie macrofite.

I bacini di ritenzione e le aree umide artificiali vengono spesso proposti dalle autorità ambientali locali e dai gestori dei sistemi idrici, allo scopo di migliorare la qualità delle acque all'interno dei bacini idrografici e per limitare l'ingresso di sedimenti e nutrienti nei corsi d'acqua. Poiché queste strutture di mitigazione permettono di trattenere e accumulare l'acqua di ruscellamento e di drenaggio provenienti da numerosi appezzamenti, è opportuno adottare un programma gestionale a livello territoriale (più aziende coinvolte), per una maggiore efficienza economica nella costruzione e nella manutenzione di queste strutture.

## Come intervenire

Prima della loro realizzazione è necessario definire gli scopi per cui queste strutture vengono realizzate: mitigare esclusivamente il trasferimento di contaminanti derivanti dall'attività agricola ai corpi idrici, oppure fornire una protezione dalle inondazioni, in ambito agricolo o urbano.

In relazione a questi aspetti è necessario:

- dimensionare l'area di accumulo in modo che essa sia almeno sufficiente a trattenere l'acqua di ruscellamento e i sedimenti erosi derivanti da un evento piovoso tipico dell'area considerata;
- dimensionare la struttura di ritenzione in modo da garantire la ritenzione di almeno 2-5 mm di acqua ruscellata, corrispondente ad un'area di circa 0.4-1% rispetto alla superficie del bacino di raccolta delle acque; tale dimensionamento dovrà comunque tenere conto delle specifiche condizioni locali, in particolare nei casi in cui si rende necessario anche prevenire il rischio di inondazioni o in presenza di periodici eventi di ruscellamento di notevole intensità (>5 mm). In tutti questi casi è opportuno progettare una struttura di ritenzione con una capacità di accumulo più elevata;
- regolare la profondità dell'acqua del bacino/area umida a valori compresi tra 0.2 e 1 m, modificando il flusso in uscita mediante opportuni sbarramenti. Rallentare, ove possibile, la velocità del flusso idrico aumentando la lunghezza del percorso compiuto dall'acqua e mediante l'installazione di sbarramenti;
- favorire lo sviluppo di un'idonea vegetazione acquatica all'interno di tali strutture;
- regolare opportunamente il tempo di permanenza dell'acqua all'interno delle strutture di accumulo mediante stramazzi e barriere al fine di trattenere l'acqua all'interno di tali aree per un lungo periodo; in tal modo sarà favorita la degradazione dei prodotti fitosanitari e la sedimentazione delle particelle di suolo e dei nutrienti;



**Alcuni bacini di ritenzione hanno la funzione di trattenere le acque ruscellate e di favorire la decantazione dei sedimenti sospesi, permettendo l'allontanamento di quelle in eccesso nel caso di intensi eventi piovosi.**

- provvedere alla rimozione dei sedimenti e dei materiali organici trasportati e accumulati sul fondo dei bacini di accumulo o delle aree umide, allo scopo di garantire un'adeguata capacità di ritenzione dell'acqua;
- nel caso di bacini e aree umide vegetate, selezionare specie autoctone (non invasive) in grado di tollerare condizioni di inondazione periodica;
- ricorrere, se necessario, ai servizi locali di protezione dell'ambiente.

### Efficacia e criticità

L'efficacia delle aree umide vegetate e dei bacini di ritenzione nella degradazione dei prodotti fitosanitari contenuti nelle acque di ruscellamento varia in relazione al tempo di permanenza delle acque all'interno delle strutture stesse. L'efficacia risulta piuttosto bassa (circa 50%) nei confronti dei composti debolmente e moderatamente adsorbiti, mentre può raggiungere valori dell'ordine del 90% nei composti fortemente adsorbiti. I prodotti fitosanitari maggiormente trattenuti sono quelli poco solubili in acqua, che entrano nell'ecosistema acquatico legati alle particelle di suolo erose e sono quindi trattenuti in modo abbastanza efficace dalla vegetazione presente nei canali e nei fossi.

**Le strutture di ritenzione offrono anche la possibilità di favorire, in alcune situazioni, l'insediamento di specie di interesse ambientale.**



Nel predisporre le strutture di ritenzione è opportuno tenere in considerazione la normativa esistente in materia di protezione degli ecosistemi e degli habitat, ricorrendo all'assistenza dei servizi per la tutela dell'ambiente. Va esaminata anche la possibilità di inserire, all'interno di queste strutture, specie in via di estinzione.

## 23. Barriere protettive all'interno o ai margini del campo

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓	✓✓✓	Bacino + Campo

Le barriere protettive a bordo campo sono rappresentate da piccoli argini o altri sbarramenti in terra posti all'interno del campo o in prossimità del bordo a valle del campo e hanno lo scopo di trattenere l'acqua di ruscellamento e i sedimenti erosi provenienti dal campo sovrastante. Queste strutture possono essere realizzate sul modello degli argini utilizzati nelle risaie per la gestione delle acque. L'utilizzo di queste strutture presuppone la realizzazione alle testate di aree di deposito del ruscellamento per evitare la formazione di flussi concentrati.



**Le barriere protettive poste a valle dei campi consentono di interrompere il flusso di ruscellamento riducendo la velocità di scorrimento dell'acqua e trattenendo le particelle di terra erosa.**

Tali strutture di mitigazione trovano le migliori condizioni di applicazione soprattutto nei suoli pesanti (argillosi) caratterizzati da un elevato potenziale di deflusso. La durata operativa di queste barriere dipende dalla resistenza offerta dal terreno e dalla capacità di trattenuta delle acque di ruscellamento e meteoriche, rendendo quindi necessario il loro periodico controllo.

### Come intervenire

Le barriere protettive a bordo campo devono essere disposte in senso trasversale alla direzione del flusso idrico e sono costituite da piccoli argini o sbarramenti di circa 30-50 cm di larghezza e una lunghezza sufficiente a raggiungere i bordi laterali del campo. A questo scopo è necessario dimensionare l'altezza e la base dell'argine in relazione all'entità del volume stimato di ruscellamento.

**Le barriere protettive all'interno del campo trovano facile applicazione nelle colture arboree (es. frutteti e vigneti) con filari disposti in senso perpendicolare a quello del flusso idrico.**



## 24. Strutture di dispersione

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓	✓✓✓	Bacino + Campo

Le strutture di dispersione sono barriere artificiali costituite da fascine e mini dighe realizzate con tronchi, rami e pietre allo scopo di rallentare e disperdere l'acqua di ruscellamento e di trattenere le particelle di suolo trasportate dall'acqua.

Le fascine sono realizzate con fasci di rami inseriti tra tronchi di legno fissati al terreno in modo da formare una struttura porosa posta perpendicolarmente alla pendenza, in grado di interrompere i flussi di ruscellamento concentrato. Le fascine realizzate impiegando legno vivo rimangono funzionali a lungo e richiedono la sostituzione dei fasci di rami ogni 3-4 anni, mentre l'impiego di legno morto assicura una protezione efficace per periodi di circa 2-3 anni.



**Le fascine di sarmenti opportunamente posizionate possono costituire delle valide strutture di dispersione in grado di mantenere elevata la propria efficacia per numerosi anni.**



Le mini dighe sono costruite alla foce di canali di modeste dimensioni impiegando pietre e tronchi di legno. Come per le fascine, anche le mini-dighe devono essere permeabili all'acqua e garantire sia la dispersione dei flussi di ruscellamento sia la sedimentazione delle particelle in sospensione. Queste strutture devono essere realizzate sull'intera sezione del corso d'acqua, ancorando saldamente i tronchi di legno con gli argini e con il fondo del canale. Le mini-dighe possono essere temporanee o permanenti, e richiedono una manutenzione regolare ogni 2-3 anni.



**Le mini dighe sono delle efficaci strutture protettive in grado di rallentare e disperdere il flusso idrico tratteneendo i materiali trasportati dall'acqua. Possono essere realizzate con materiali reperibili localmente (rami e sassi) ma richiedono spesso un significativo impegno di lavoro.**



### Come intervenire

È necessario disporre le fascine in senso perpendicolare alla pendenza, sistemandole tra tronchi di legno fissati al terreno in modo da formare strutture simili ad argini permeabili ed interrando parzialmente. Le modalità e le tecniche di realizzazione sono disparate, dovendo ricorrere a materiali economici e facilmente reperibili in loco. Si riportano a titolo di esempio alcune indicazioni generiche adattabili a diverse situazioni:

- provvedere allo scavo di un fossato profondo circa 30 cm e largo circa 50 cm, lungo l'intero lato del campo;
- posizionare verticalmente, all'interno del fosso, tronchi di legno lunghi circa 1-1.5m disposti su due file ai lati del fossato, alla distanza di circa 1-1.5 m l'uno dall'altro, ed interrando per almeno 50 cm;
- disporre le fascine contro i tronchi fino alla loro sommità e riempire gli spazi tra le fascine all'interno del fosso con il terreno precedentemente estratto, ristabilendo la continuità della superficie del terreno adiacente;
- se possibile, associare tale misura con le fasce tampone vegetate, disponendo le fascine nella zona centrale delle strisce erbose.

### Efficacia e criticità

Le strutture di dispersione richiedono un significativo impegno finanziario e di lavoro, che deve essere attentamente valutato prima del loro allestimento.

## E. PRODOTTI FITOSANITARI

I prodotti fitosanitari sono sottoposti ad autorizzazione ministeriale basata sulla valutazione dei rischi per l'uomo e l'ambiente. Con riferimento alla protezione delle acque, il processo autorizzativo dei prodotti fitosanitari può comportare la prescrizione di limitazioni nelle condizioni di impiego, quali ad esempio l'adozione di distanze dei trattamenti dai corsi d'acqua. Per un corretto uso dei prodotti fitosanitari è indispensabile utilizzare attrezzature di distribuzione efficienti e accuratamente tarate, come previsto dalle normative derivanti dalla Direttiva sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari. Tali attrezzature devono essere sottoposte ad una verifica periodica della loro funzionalità.

### 25. Ottimizzazione delle condizioni di applicazione dei prodotti fitosanitari

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓	✓✓	✓✓	Campo

Per ridurre il rischio di contaminazione delle acque è necessario evitare l'applicazione dei prodotti fitosanitari su terreni saturi o quando sono previste abbondanti precipitazioni. È inoltre necessario attenersi scrupolosamente alle condizioni e alle dosi di impiego riportate in etichetta, contenendo nel limite del possibile il numero di applicazioni.

#### Come intervenire

Nell'applicazione dei prodotti fitosanitari è necessario:

- rispettare le condizioni di applicazione e le prescrizioni riportate sulle etichette dei prodotti fitosanitari;
- rispettare le prescrizioni sull'applicazione dei prodotti a calendario e tenere conto delle condizioni di umidità del suolo e delle previsioni meteorologiche, ricordandosi che il primo evento piovoso dopo l'applicazione è quello più pericoloso;
- non distribuire i prodotti fitosanitari in caso di elevata saturazione idrica del suolo;
- non distribuire i prodotti fitosanitari durante il drenaggio dell'acqua in suoli drenati artificialmente.

**I prodotti fitosanitari devono essere utilizzati rispettando scrupolosamente le indicazioni riportate sulle etichette, evitandone l'applicazione sui terreni saturi d'acqua o in prossimità di importanti precipitazioni.**



## 26. Ottimizzazione della distribuzione stagionale dei prodotti fitosanitari

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓	✓✓	✓✓	Bacino + Campo

Per ridurre il rischio di contaminazione delle acque è necessario impiegare i prodotti fitosanitari nel periodo stagionale ottimale e nel momento più idoneo per l'avversità da combattere. Evitare, possibilmente, i trattamenti nella stagione in cui si verificano la ricarica della falda e il flusso di drenaggio.

### Come intervenire

È necessario limitare, per quanto possibile, gli interventi durante il tardo autunno e l'inizio della primavera, periodi nei quali i suoli si possono frequentemente trovare in stato di saturazione.

## 27. Scelta del prodotto fitosanitario più adatto

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓	✓✓	✓✓	Campo

La scelta del prodotto fitosanitario più adatto alle specifiche condizioni fitosanitarie e operative offre una significativa opportunità per contenere il rischio di contaminazione delle acque. A questo riguardo è, in particolare, necessario:

- selezionare prodotti fitosanitari in grado di proteggere adeguatamente le colture;
- impiegare i prodotti fitosanitari alle condizioni riportate sulle etichette;
- se il prodotto fitosanitario richiede l'adozione di specifiche misure di mitigazione di difficile applicazione, verificare la possibilità di ricorrere a soluzioni alternative rivolgendosi ai tecnici di riferimento. In alcune situazioni può ad esempio essere opportuno ricorrere a miscele di prodotti differenti o effettuare i trattamenti solo su superfici limitate degli appezzamenti coltivati (trattamenti lungo la fila);
- adottare misure per eliminare eventuali fonti di inquinamento puntiforme;
- se persistono problemi di contaminazione delle acque da specifici prodotti fitosanitari, valutare l'opportunità di ricorrere a strategie di difesa alternative rivolgendosi ai tecnici di riferimento.



**Nella scelta del prodotto fitosanitario deve essere data la preferenza ai prodotti caratterizzati da specifica ed elevata efficacia nei confronti delle avversità da combattere e da un favorevole profilo ambientale (basse dosi di impiego, ridotta solubilità in acqua e limitata persistenza).**



### Come intervenire

Nella scelta del prodotto fitosanitario è necessario:

- tenere in considerazione eventuali condizioni (es. natura dei suoli) che comportino limitazioni nell'applicazione dei prodotti fitosanitari. Evitare ogni possibile contaminazione di tipo puntiforme, ricorrendo anche ad una lista di controllo, tenendo in particolare presente di:
  - applicare le necessarie misure precauzionali durante le operazioni di riempimento e pulizia delle attrezzature di distribuzione;
  - fornire l'irroratore di un serbatoio per il risciacquo e di un sistema di pulizia interna/risciacquo;
  - informare/formare tutti gli agricoltori afferenti alla stessa area di bacino sulla necessità di limitare la contaminazione dei corpi idrici da sorgenti puntiformi (uso delle BMP);
  - eseguire un controllo a livello di bacino e di campo ed adottare idonee misure di mitigazione per ridurre fenomeni di ruscellamento, erosione e deriva dai campi coltivati;
  - ottimizzare i calendari di applicazione dei prodotti per ridurre il rischio di trasferimento con le acque;
  - utilizzare dosi di applicazione appropriate utilizzando, ove necessario, miscele di prodotti, ricorrendo a trattamenti localizzati o a tecniche di applicazione utili a ridurre l'area trattata (ad es. trattamento a strisce alternate, direzione degli ugelli, sensori di spruzzo);

- consultare i servizi di assistenza tecnica per valutare l'applicazione di ulteriori misure di mitigazione in grado di garantire una adeguata protezione delle colture attraverso l'impiego di pratiche alternative che non prevedono l'uso di prodotti fitosanitari e la scelta di prodotti con più favorevoli proprietà chemiodinamiche (tempo di degradazione - emivita, mobilità nel suolo, tossicità acquatica);
- se non è possibile adottare soluzioni adeguate, considerare la possibilità di seminare una coltura diversa.

**Per evitare rischi di contaminazione ambientale è necessario conservare e manipolare con cura i prodotti fitosanitari, evitando la dispersione nel suolo e nell'acqua delle rimanenze dei trattamenti e delle acque di lavaggio delle attrezzature ricorrendo anche ad idonei sistemi di biodepurazione.**



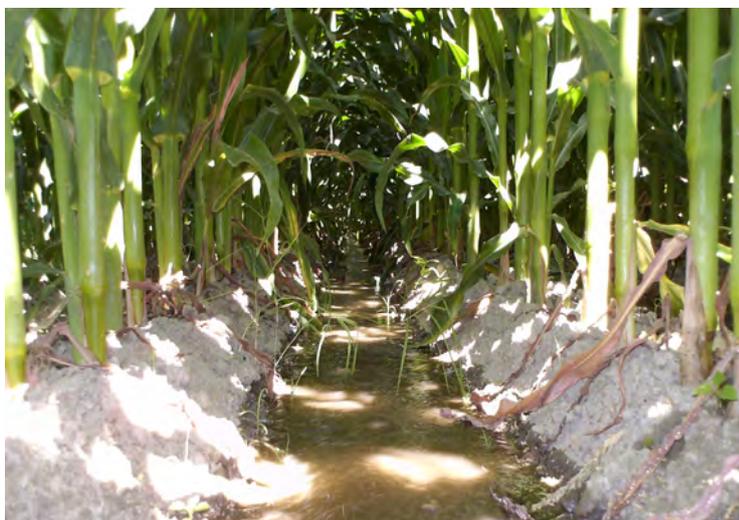
## F. IRRIGAZIONE

L'adozione di tecniche di irrigazione e di volumi di acqua adatti alle esigenze delle colture e delle caratteristiche dei suoli sono aspetti fondamentali nella prevenzione del rischio di ruscellamento e di drenaggio dell'acqua.

### 28. Scelta delle tecnologie di irrigazione più appropriate

INF	SAT	CONC	SCALA
✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	Campo

I metodi di irrigazione si differenziano tra loro per i volumi di acqua impiegati, che possono variare da 300 - 500 m<sup>3</sup>/ha, negli interventi di irrigazione a pioggia, a 800 - 1200 m<sup>3</sup>/ha in quelli a scorrimento o infiltrazione laterale. L'irrigazione a pioggia può determinare la compattazione superficiale del suolo e la formazione di crosta superficiale, a seguito dell'azione disgregante delle gocce di pioggia.



**Il tradizionale sistema di irrigazione per scorrimento utilizza elevati volumi di acqua con conseguenti rischi di ruscellamento e lisciviazione dei prodotti fitosanitari distribuiti sul terreno irrigato.**

**Il sistema di irrigazione a pioggia opportunamente gestito consente di soddisfare le esigenze idriche delle colture, evitando rischi di ruscellamento dell'acqua.**



L'impianto di irrigazione a goccia utilizza invece bassi volumi di acqua, ed è principalmente impiegato nelle colture a reddito elevato, a causa degli alti investimenti richiesti per la sua installazione. I fattori chiave per una corretta gestione dell'irrigazione sono l'umidità, la capacità di ritenzione idrica del suolo e il fabbisogno idrico delle colture.



**I sistemi di irrigazione a goccia consentono di utilizzare portate d'acqua adatte alle esigenze delle colture, evitando la formazione di ruscellamento durante l'intervento irriguo.**

In sud Europa la tecnica di irrigazione più diffusa è quella per scorrimento, nonostante richieda un'elevata quantità di acqua e non permetta un controllo preciso dei volumi per impedire un eccessivo apporto di acqua.

### Come intervenire

Per le ragioni precedentemente esposte, sono preferibili tecniche di irrigazione che permettono un basso consumo idrico: a pioggia (sprinkler, micro-sprinkler) o a goccia.

## 29. Ottimizzazione dei tempi e dei volumi di irrigazione

INF	SAT	CONC	SCALA
✓	✓	✓	Campo

I fattori chiave per una corretta gestione dell'irrigazione sono l'umidità, la capacità di ritenzione idrica del suolo e il fabbisogno idrico delle colture.

### Come intervenire

È necessario:

- progettare accuratamente gli impianti di irrigazione e valutare la corretta quantità di acqua necessaria alla coltura in funzione dell'umidità e delle caratteristiche idrologiche del suolo (potenziale matriciale), tenendo conto delle eventuali precipitazioni previste;

- programmare gli impianti di irrigazione ricorrendo anche a sistemi di supporto alle decisioni informatizzati. Per ridurre i volumi d'acqua distribuiti, migliorare l'infiltrazione dell'acqua durante le piogge e ridurre i fenomeni di ruscellamento ed erosione, può essere utile ricorrere a canali di irrigazione all'interno degli appezzamenti, in particolare in sistemi di irrigazione a limitata efficienza e basso grado di controllo.

Nella maggior parte dei casi, i sistemi di irrigazione che richiedono minori volumi idrici (pioggia, goccia) presentano dei costi di impianto superiori a quelli per scorrimento.



# Glossario

**Argine** Piccola diga costruita allo scopo di ridurre il flusso di acqua e di trattenere il più possibile l'acqua e i sedimenti con essa trasportati all'interno del campo, al fine di prevenire il ruscellamento e di aumentare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.

**Bacino idrografico** La Direttiva 2000/60/CE definisce il bacino idrografico come: "il territorio nel quale scorrono tutte le acque superficiali attraverso una serie di torrenti, fiumi ed eventualmente laghi per sfociare al mare in un'unica foce, a estuario o delta".

**Buone Pratiche Agricole** Nel contesto di questo documento, linee guida, operazioni o strumenti per prevenire la contaminazione da prodotti fitosanitari delle acque superficiali e delle aree sensibili.

**Capezagna** Area dell'appezzamento, al margine del campo, utilizzata per le operazioni di voltata; la lavorazione avviene spesso in senso perpendicolare rispetto al resto del campo. Può agire come barriera al flusso di acqua di ruscellamento proveniente dal campo, ma può anche rappresentare una via di flusso preferenziale, se non gestita correttamente.

**Carreggiata** Area non coltivata utilizzata per il passaggio dei macchinari agricoli durante le operazioni di coltivazione. A causa dell'elevato compattamento, possono comportarsi da canali per lo scorrimento di flussi di ruscellamento concentrato.

**Coltura di copertura**

Coltura intercalare seminata dopo la raccolta della coltura principale e prima della semina della coltura successiva. L'obiettivo delle colture di copertura è di proteggere la struttura del suolo (riduzione impatto della pioggia sul suolo nudo, ombreggiatura) e di trattenere l'acqua di ruscellamento. Una coltura di copertura è un'efficace misura di mitigazione che garantisce la riduzione del trasferimento dei contaminanti disciolti nelle acque (prodotti fitosanitari, nutrienti) verso i corpi idrici.

**Corpo idrico sotterraneo**

La Direttiva 2000/60/CE definisce il corpo idrico sotterraneo come: "un volume distinto di acque sotterranee contenute da una o più falde acquifere".

**Corpo idrico superficiale**

La Direttiva 2000/60/CE definisce il corpo idrico superficiale come: "un elemento distinto e significativo di acque superficiali, quale un lago, un bacino artificiale, un torrente, fiume o canale, parte di un torrente, fiume o canale, acque di transizione o un tratto di acque costiere".

**Crostosità del suolo**

Strato superficiale del suolo a ridotta porosità originato a seguito di fenomeni di degradazione della struttura. Si manifesta in modo particolare in suoli con un alto contenuto in limo (> 30%). I suoli caratterizzati da elevata crostosità sono particolarmente vulnerabili a fenomeni di ruscellamento ed erosione.

**Drenaggio**

Smaltimento delle acque in eccesso mediante un sistema di condotti di raccolta sotterranei e canali superficiali, al fine di ridurre il ristagno superficiale e sottosuperficiale. L'acqua di drenaggio viene generalmente riversata in canali o aree umide.

**Dreno/tubo di drenaggio**

Canale di drenaggio artificiale interrato per lo smaltimento dell'acqua in eccesso del terreno.

**Erosione**

Asportazione e trasporto delle particelle di suolo ad opera di elementi quali acqua, vento e ghiaccio.

<b>Erosione diffusa o laminare</b>	Trasporto di sedimenti di suolo erosi lungo le linee di massima pendenza, ad opera del sottile strato d'acqua che ricopre il suolo. Questo tipo di erosione è spesso sottovalutata, ma può essere ritenuta responsabile di un'ampia perdita di suolo sia in ambienti coltivati che in aree non coltivate.
<b>Erosione per rigagnoli o rivoli</b>	Processo intermedio tra erosione laminare ed erosione per solchi. Essa si origina da sottili correnti d'acqua che si concentrano sulla superficie del suolo e si canalizzano entro incisioni già esistenti o aperte dalla stessa corrente, originando solchi profondi pochi centimetri.
<b>Erosione per solchi</b>	Erosione molto accentuata del suolo. Il passaggio di elevati volumi di acqua sulla superficie del suolo (flussi temporanei) genera un canale di drenaggio ripido e profondo, trasportando grandi quantità di sedimenti erosi.
<b>Evento piovoso</b>	Intervallo di tempo tra l'inizio e la fine di una pioggia. L'intensità di precipitazione (tempo e volume) riveste un ruolo molto importante nei fenomeni di ruscellamento ed erosione.
<b>Fascia tampone vegetata</b>	Zona non coltivata e non trattata, progettata allo scopo di proteggere le aree sensibili adiacenti dalla contaminazione diffusa (ruscellamento e deriva) dei prodotti fitosanitari.
<b>Fascine</b>	Strutture legnose, costituite da fasci di rami fissati al terreno, che hanno lo scopo di interrompere e disperdere i flussi di ruscellamento superficiale concentrato e di trattenere le particelle di suolo erose.
<b>Infiltrazione</b>	Fenomeno per cui l'acqua si introduce nel sistema suolo-sottosuolo per forza gravitazionale e capillare, consentendo al suolo di accumulare l'acqua necessaria alla crescita delle colture e ad alimentare la falda.
<b>Infiltrazione laterale</b>	Fenomeno per cui l'acqua, infiltrandosi in un suolo, raggiunge uno strato a ridotta permeabilità e si sposta lateralmente su di esso seguendo il senso della pendenza.

**Lavorazione  
del terreno**

Termine generale usato per indicare tutte le operazioni meccaniche che riguardano la coltivazione del terreno. Le lavorazioni superficiali permettono di preservare la struttura del suolo migliorando la continuità dei pori e favorendo in tal modo l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.

**Pacciamatura**

In questo documento è da intendersi come materiale organico derivante dai residui colturali o dalle colture di copertura, disposto sulla superficie del suolo allo scopo di contenere il flusso d'acqua superficiale, ridurre l'impatto delle gocce di pioggia sul suolo e migliorare la capacità di infiltrazione del suolo.

**Permeabilità  
del suolo**

Capacità del suolo di agevolare la percolazione dell'acqua rispetto all'unità di superficie e di tempo impiegato per attraversare lo strato di suolo.

**Pesticida**

Secondo la legislazione comunitaria (Direttiva 2009/128/CE), i 'pesticidi' includono i prodotti fitosanitari (secondo la definizione del Regolamento (CE) n. 1107/2009) e i biocidi (secondo la definizione della Direttiva 98/8/CE). In questo documento il termine si riferisce esclusivamente ai prodotti fitosanitari.

**Pratica  
agricola**

Pratica generica finalizzata al raggiungimento degli obiettivi colturali. Spesso dipende dalle principali operazioni agricole realizzate in un territorio (principalmente determinato dai fattori commerciali, dal clima, dal suolo, dall'organizzazione agricola e dalle altre condizioni agronomiche).

**Prodotto fitosanitario  
o prodotto per la difesa  
delle colture**

Secondo la definizione della legislazione comunitaria (Regolamento (CE) n. 1107/2009), i prodotti fitosanitari sono prodotti contenenti o costituiti da sostanze attive, antidoti agronomici o sinergizzanti, destinati ad uno dei seguenti impieghi: a) proteggere i vegetali o i prodotti vegetali da tutti gli organismi nocivi o prevenire gli effetti di questi ultimi; b) influire sui processi vitali dei vegetali, ad esempio nel caso di sostanze, diverse dai nutrienti, che influiscono sulla loro crescita; c) conservare i prodotti vegetali; d) distruggere vegetali o parti di vegetali indesiderati; e) controllare o evitare una crescita indesiderata dei vegetali.

**Rotazione  
colturale**

Sequenza di colture sullo stesso campo. La rotazione colturale presenta molteplici effetti positivi sulla coltivazione, come ad esempio il contenimento di parassiti e piante infestanti, il miglioramento della fertilità del suolo e il rallentamento dei flussi d'acqua superficiali.

**Ruscellamento**

Movimento dell'acqua sulla superficie del suolo, che si origina a seguito di fenomeni di ridotta capacità di infiltrazione del suolo (crostosità del suolo, suola di aratura) o di eccesso di acqua derivante da piogge e irrigazioni (eventi di elevata intensità).

**Ruscellamento  
concentrato**

Fenomeno per cui l'acqua si concentra e si accumula in rigagnoli o solchi all'interno del campo. Rappresenta uno dei principali fattori responsabili del ruscellamento e dell'erosione.

**Ruscellamento diffuso o  
flusso laminare**

Il ruscellamento diffuso è il flusso d'acqua laminare che scorre sulla superficie del suolo, formando un sottile velo d'acqua, senza che ci sia concentrazione dei flussi.

**Schema  
decisionale**

Nel contesto di questo documento, lo schema decisionale, o *dashboard*, è uno strumento sviluppato al fine di supportare l'azione decisionale, prendendo in considerazione tutti i fattori chiave. Esso permette all'utente di scegliere in modo rapido e intuitivo la soluzione migliore senza la necessità di conoscere nel dettaglio tutti i parametri che possono influenzare il processo decisionale.

**Sorgente  
diffusa**

Intesa nel contesto di inquinamento derivante da fonti agricole, è definita come la causa di possibile contaminazione di aree diverse da quella target, originata in campo durante e successivamente alla distribuzione dei prodotti fitosanitari. Le principali componenti sono ruscellamento e deriva.

**Sorgente  
puntiforme**

Intesa nel contesto di inquinamento da fonti agricole, è definita come la contaminazione originata dalle operazioni di trasporto e stoccaggio dei prodotti, riempimento e pulizia dei macchinari per la distribuzione dei prodotti fitosanitari e lo smaltimento dei residui contenenti queste sostanze.

**Struttura  
di ritenzione**

Strutture naturali o artificiali in grado di trattenere acque di ruscellamento e sedimenti erosi (aree umide, bacini e stagni di ritenzione).

**Substrato**

Nel contesto delle scienze agrarie, il substrato è la roccia madre dalla quale si origina il suolo in seguito a fenomeni di pedogenesi.

**Talweg, impluvio**

Il talweg o impluvio rappresenta la sede dell'erosione lineare e descrive la situazione in cui due versanti diversi si incontrano per definire una struttura lineare in un bacino (valle secca, cava). Esso è in grado di raccogliere acqua dai versanti adiacenti durante gli eventi piovosi, originando flussi concentrati di acqua. Il termine deriva dal Tedesco Tal (=valle) e Weg (via).

**Tessitura del suolo  
o granulometria**

Ripartizione percentuale delle particelle che compongono la frazione fine del terreno (sabbia, limo e argilla).

# Allegati

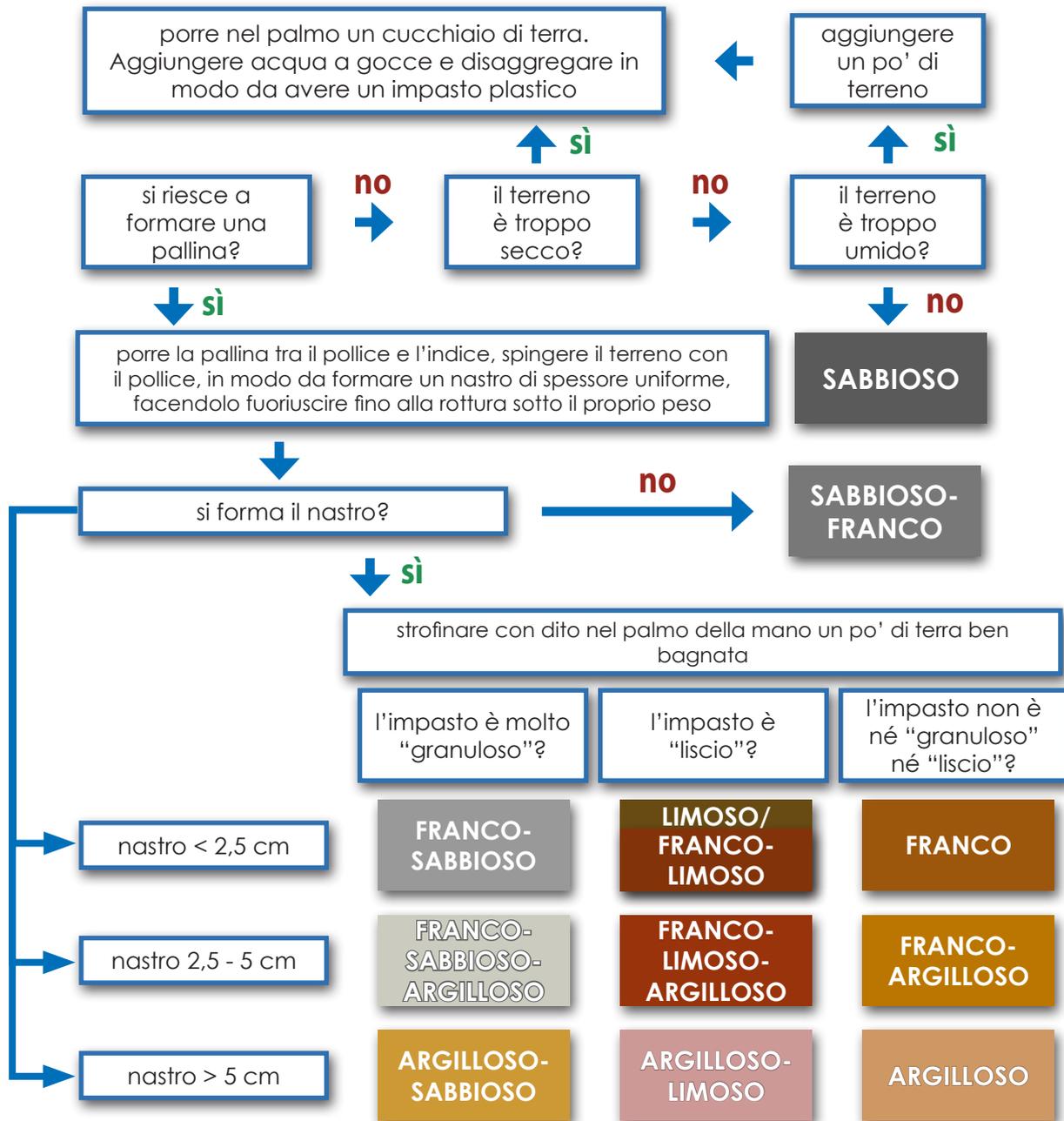
## Scheda di campo 1 - Lista di controllo

Lista di controllo delle informazioni necessarie per l'utilizzo degli schemi decisionali per la valutazione del rischio di ruscellamento.

1	Vicinanza del campo al corpo idrico	Adiacente <input type="checkbox"/>	Non adiacente <input type="checkbox"/>	
2	Tessitura del suolo Dalla carta dei suoli o stimabile in campo	Classe di tessitura <input type="checkbox"/>		
3	Capacità di ritenzione idrica del suolo Stimabile in campo dalla tessitura, utilizzando le tavole per la WHC	<120mm <input type="checkbox"/>	>120mm <input type="checkbox"/>	
4	Pendenza del versante Utilizzo della carta DTM o stimabile in campo	Bassa <2% <input type="checkbox"/>	Media 2-5% <input type="checkbox"/>	Alta >5% <input type="checkbox"/>
5	Permeabilità del suolo superficiale Stimabile in campo dalla tessitura e dalla presenza di crostosità superficiale	Bassa <input type="checkbox"/>	Media <input type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/>
6	Strati sottosuperficiali a ridotta permeabilità Presenza di suola di aratura o strati sottosuperficiali impermeabili	No <input type="checkbox"/>	Suola aratura o altro <input type="checkbox"/>	Suola aratura + altro <input type="checkbox"/>
7	Caratteristiche del territorio	Fondo valle <input type="checkbox"/>	Pendio <input type="checkbox"/>	Sistemi di drenaggio <input type="checkbox"/>
8	Trasferimento dell'acqua di ruscellamento nei campi posti a valle e nei corpi idrici	Trasferimento a valle poco probabile <input type="checkbox"/>	Trasferimento probabile ma non ai corpi idrici <input type="checkbox"/>	Trasferimento probabile ai corpi idrici <input type="checkbox"/>
9	Segni di ruscellamento concentrato in campo Se No, ignorare i punti dal 10 al 14	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
10	Presenza di ruscellamento concentrato in:	Carreggiate <input type="checkbox"/>	Angoli del campo <input type="checkbox"/>	Aree di accesso <input type="checkbox"/>
11	Presenza di ruscellamento moderatamente concentrato in:	Rivoli ruscelli <input type="checkbox"/>	Talweg <input type="checkbox"/>	
12	Presenza di ruscellamento molto concentrato in:	Erosione per fossi non nei talweg <input type="checkbox"/>	Erosione per fossi nei talweg <input type="checkbox"/>	
13	Caratteristiche di idromorfia del suolo Verificare la presenza di colorazioni del suolo verde/grigio, con concrezioni di ferro e manganese di colore rossastro e nero, o presenza di uno strato a bassa permeabilità nel profilo del suolo (utilizzare una trivella).	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
14	Capacità di infiltrazione del suolo nelle fasce tampone	Alta <input type="checkbox"/>	Bassa <input type="checkbox"/>	

## Scheda di campo 2 - Determinazione tessitura

Stima della tessitura del suolo con determinazione tattile.



## Scheda di campo 3 - Determinazione WHC

Stima della capacità di ritenzione idrica del suolo (WHC) dalla tessitura del suolo.

Esempio:

- Tessitura del suolo: Franco

- Profondità del suolo: 100 cm

Capacità di ritenzione idrica media stimata = 1.7 mm per cm di suolo

Capacità di ritenzione idrica: 1.7 mm x 100 cm = 170 mm

Tessitura del suolo	Capacità di ritenzione idrica del suolo WHC (mm acqua / cm suolo)	
	Valori medi	Range di valori
Sabbioso	0.4	0.1-1.2
Sabbioso franco (sabbia grossolana)	0.8	0.4-1.4
Sabbioso franco (sabbia molto fine)	1.0	0.6-1.8
Franco sabbioso	1.3	0.8-1.8
Franco Franco limoso Limoso	1.7	1.2-2.2
Franco argilloso Franco sabbioso agrilloso Franco limoso argilloso	1.8	1.2-2.4
Argilloso sabbioso Argilloso limoso Argilloso	1.7	1.0-2.2





TOPPS-Prowadis (Train Operators to Promote Practices and Sustainability - to protect water from diffuse sources) è un progetto triennale finanziato dall'Associazione Europea dei produttori di agrofarmaci (ECPA), e avviato nel 2011 in 7 Paesi Europei, con l'obiettivo di individuare le linee guida gestionali (Buone Pratiche Agricole) necessarie a prevenire la contaminazione diffusa dei corpi idrici superficiali da prodotti fitosanitari.



**Aldo Ferrero, Francesco Vidotto, Fernando De Palo**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari  
DISAFA - Università degli Studi di Torino  
Largo Paolo Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO)  
Tel. +39 011 6708780; Fax +39 011 6708789  
aldo.ferrero@unito.it



**Agrofarma  
Federchimica**

Associazione nazionale imprese agrofarmaci  
Via Giovanni da Procida, 11 - 20149 Milano (MI)  
Tel. +39 02 3456 5334; Fax +39 02 3456 5456  
agrofarma@federchimica.it



**E.C.P.A.  
European Crop Protection Association**

6 Avenue E. Van Nieuwenhuyse  
B-1160 Brussels, Belgium  
Tel. +32 2 663 15 50; Fax +32 2 663 15 60  
ecpa@ecpa.eu



www.topps-life.org

ISBN 9788899108045



9 788899 108045