

Documento di orientamento

Prodotti fitosanitari

Misure di mitigazione del rischio per la riduzione della contaminazione dei corpi idrici superficiali da deriva e ruscellamento

Versione finale

**Gruppo di lavoro *ad hoc*
della Commissione Consultiva per i Prodotti Fitosanitari**

Luglio 2009

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	DEFINIZIONI	4
2.1	Corpi idrici superficiali da considerarsi rilevanti per l'applicazione di misure di mitigazione del rischio per la vita acquatica in relazione all'uso di prodotti fitosanitari	4
2.2	Aree di rispetto, fasce di rispetto, fasce tampone vegetate	4
2.2.1	<i>Fascia di rispetto non trattata</i>	5
2.2.2	<i>Fascia vegetata non trattata</i>	5
2.2.3	<i>Ampiezza della Fascia</i>	5
3	MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUSCELLAMENTO SUPERFICIALE NEI TERRENI IN PIANO (PENDENZA < 4%)	7
3.1	Fasce vegetate non trattate	7
3.2	Solco (S).....	8
3.3	Misure specifiche di mitigazione per prodotti fitosanitari applicati al suolo	8
3.3.1	<i>Interramento (INT)</i>	8
3.3.2	<i>Tecnica delle dosi molto ridotte</i>	9
3.3.3	<i>Localizzazione del trattamento</i>	9
3.4	Combinazione di più misure di mitigazione	9
4	MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUSCELLAMENTO SUPERFICIALE NEI TERRENI IN PENDIO (> 4%) 10	
4.1	Fasce vegetate non trattate nei terreni con pendenze > 4%	11
4.2	Coltivazioni conservative	12
4.3	Colture di copertura	12
5	MISURE DI MITIGAZIONE NEI CONFRONTI DELLA DERIVA	13
5.1	Fasce di rispetto non trattate	13
5.2	Realizzazione di siepi (barriere vegetate).....	13
5.3	Altre misure di mitigazione della deriva	15
5.3.1	<i>Ugelli antideriva</i>	15
5.3.2	<i>Ugelli antideriva sulle irroratrici per colture erbacee</i>	15
5.4	Applicazione sull'ultima fila dall'esterno verso l'interno	16
6	RACCOMANDAZIONI	17
6.1	Raccomandazione 1 (classificazione delle macchine irroratrici).....	17
6.2	Raccomandazione 2 (formazione e informazione)	17
6.3	Raccomandazione 3 (attività di ricerca).....	17
6.4	Raccomandazione 4 (aggiornamento).....	17
7	BIBLIOGRAFIA.....	18
	APPENDICE.....	21

1 INTRODUZIONE

Questo “documento di orientamento” è rivolto a tutti coloro che sono impegnati nelle attività di valutazione del rischio dei prodotti fitosanitari nonché agli operatori cui è demandata l’attuazione delle misure di mitigazione del rischio nei casi previsti.

Il processo di autorizzazione dei prodotti fitosanitari prevede, come è noto, che l’uso di ciascun prodotto sia valutato anche in relazione al rischio di contaminazione delle acque superficiali.

La contaminazione dei corpi idrici superficiali a seguito dell’uso di prodotti fitosanitari può verificarsi attraverso tre vie principali: per ruscellamento, per deriva e per drenaggio.

Nelle condizioni operative e ambientali italiane si considera prioritario il rischio di contaminazione per ruscellamento e per deriva. Tuttavia, i necessari e successivi aggiornamenti di questo documento di orientamento, potranno tenere in considerazione anche la via di esposizione drenaggio.

Per deriva (*drift*) si intende lo spostamento fisico di una parte delle gocce che compongono il getto irrorato, trasportate come particelle sospese dalla massa d’aria in movimento. La deriva non comprende quindi il trasporto del prodotto fitosanitario attraverso l’atmosfera in forma gassosa, definito generalmente come *volatilizzazione*, né l’allontanamento a causa del vento di particelle di suolo contenenti il prodotto stesso.

Molti fattori possono influenzare la deriva, anche se il più importante è rappresentato dalle dimensioni iniziali delle gocce. Quelle più piccole cadono a terra lentamente e sono più soggette a fenomeni di deriva a seguito del movimento dell’aria.

Il ruscellamento (*runoff*) consiste nel movimento sulla superficie del suolo dell’acqua e dei materiali in essa disciolti e sospesi. Si tratta di un fenomeno piuttosto comune nelle aree agricole, la cui frequenza dipende da molteplici fattori. Dagli areali agricoli, tramite ruscellamento, possono essere allontanati insieme all’acqua, ai sedimenti ed alle particelle sospese e disciolte presenti, quantitativi significativi di prodotti fitosanitari. Tali sostanze possono raggiungere i corpi idrici superficiali, attraverso i quali possono pervenire ad altri ecosistemi e comparti ambientali. Il ruscellamento si verifica a seguito di eventi piovosi od interventi irrigui e pertanto nel corso dell’anno il fenomeno può eventi ripetersi più volte.

La valutazione del rischio di contaminazione delle acque superficiali ha lo scopo di garantire, da una parte, che l’uso di ciascun prodotto fitosanitario non comprometta lo stato di qualità delle acque superficiali e, dall’altra parte, la salvaguardia degli ecosistemi acquatici.

Qualora gli esiti della valutazione conducano alla conclusione che nelle normali condizioni d’impiego l’uso di uno specifico prodotto fitosanitario comporti un rischio “inaccettabile” per l’ambiente acquatico, si devono mettere in atto *misure di mitigazione del rischio* capaci di ridurre gli apporti di prodotto fitosanitario nelle acque superficiali e, conseguentemente, l’esposizione degli organismi acquatici.

Il ricorso a misure di mitigazione del rischio, qualora efficaci e attuabili a costi sostenibili, permette l’utilizzo di prodotti fitosanitari che, pur presentando aspetti critici sotto il profilo ambientale, sono talora necessari per raggiungere gli obiettivi di protezione delle colture.

Inoltre, l’adozione su larga scala di misure di mitigazione del rischio può favorire il mantenimento di uno stato di elevata qualità delle risorse naturali, con indubbi vantaggi sociali ed economici per lo stesso settore agricolo.

L’adozione di misure di mitigazione del rischio è previsto non solo nell’ambito del processo di valutazione dei prodotti fitosanitari, ma anche nel contesto della direttiva, recentemente approvata dal Parlamento Europeo e dal Consiglio, che istituisce un quadro per l’azione comunitaria ai fini dell’utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari.

La necessità di mettere in atto misure di mitigazione deve essere vista dal mondo agricolo non come un ulteriore aggravio gestionale, ma come un'opportunità per riorganizzare il territorio agricolo, utilizzando a fini di protezione ambientale una serie di strutture ecologiche già presenti, purtroppo considerate alla stregua di “tare” senza alcun valore, quali capezzagne inerbite, siepi, aree a vegetazione naturale o semi-naturale, etc.

Queste strutture se opportunamente gestite possono inoltre svolgere un'importante funzione di salvaguardia dell'artropodofauna utile e della biodiversità.

Il presente “documento di orientamento” dovrà essere oggetto di frequenti aggiornamenti, per tenere conto sia delle nuove acquisizioni scientifiche che delle informazioni derivanti dall'applicazione delle misure individuate.

2 DEFINIZIONI

2.1 Corpi idrici superficiali da considerarsi rilevanti per l'applicazione di misure di mitigazione del rischio per la vita acquatica in relazione all'uso di prodotti fitosanitari

Sono da considerarsi rilevanti per l'applicazione di misure di mitigazione del rischio, allo scopo di proteggere la vita acquatica, tutti i corpi idrici superficiali, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, ad eccezione di:

- Scoline (fossi situati lungo i campi coltivati per la raccolta dell'acqua in eccesso) ed altre strutture idrauliche artificiali, prive di acqua propria e destinate alla raccolta e al convogliamento di acque meteoriche, presenti temporaneamente.
- Adduttori d'acqua per l'irrigazione: rappresentati dai corpi idrici, le cui acque sono destinate soltanto ai campi coltivati.
- Pensili: corpi idrici in cui la quota del fondo risulta superiore di almeno 1 metro rispetto alla coltura trattata.

Non rientrano tra questi corpi idrici le risaie, soggette ad un altro tipo di valutazione e protezione ambientale.

2.2 Aree di rispetto, fasce di rispetto, fasce tampone vegetate

Un'area di rispetto è “una superficie di terreno che separa fisicamente l'area trattata da un corpo idrico o da un'area sensibile da proteggere”. Essa svolge più funzioni, con efficacia differenziata in relazione alla tipologia e localizzazione all'interno del biotopo agricolo.

In letteratura, esistono vari termini (*no spray zone, buffer zone, buffer strips, vegetative buffer strips, conservation buffer strips, etc.*) per indicare un'area di terreno non trattata interposta tra il campo trattato e un corso d'acqua o una qualsiasi area da proteggere.

Sono possibili molti tipi di aree di rispetto, classificabili utilizzando 4 chiavi dicotomiche: coltivata (sì/no), vegetata (sì/no), durata (permanente/temporanea), origine (artificiale/spontanea).

La condizione necessaria e sufficiente perché un'area sia di rispetto è che essa sia non trattata. Un'area di rispetto è tale perché mette sempre “spazio” tra la sorgente inquinante (la barra, l'atomizzatore, il terreno trattato) e l'oggetto da proteggere (es. il corpo idrico); se in tale spazio si introduce anche una “barriera” (es. una siepe) si incrementa la sua capacità mitigatrice.

Per le finalità specifiche del presente lavoro si è ritenuto di utilizzare unicamente i seguenti termini: *fascia di rispetto non trattata* e *fascia vegetata non trattata*. Poiché le fasce di rispetto possono essere riferite non solo alle acque superficiali ma anche ad aree sensibili, si è utilizzata una

definizione ampia, in modo da includere tutte le possibili situazioni di rischio che possono essere mitigate con l'introduzione di una fascia.

2.2.1 Fascia di rispetto non trattata

E' una porzione di biotopo agricolo che separa fisicamente l'area trattata da un corpo idrico o da un'area sensibile da proteggere. Rappresenta pertanto una fascia di sicurezza nella quale non può essere effettuato il trattamento con il prodotto fitosanitario. Ha lo scopo di contenere la deriva e il ruscellamento del prodotto stesso rispetto ai corpi idrici superficiali (salvaguardia degli organismi acquatici) oppure rispetto ad aree esterne alla coltura (salvaguardia di artropodi o piante non bersaglio).

Le fasce di rispetto non trattate possono comprendere:

- a) un'area non coltivata (bordo, capezzagna etc.) che si interpone fra la coltura sulla quale viene eseguito il trattamento ed il corpo idrico superficiale o un'area sensibile da proteggere; Solo se inerbiti il bordo o la capezzagna possono avere una funzione antiruscellamento, mentre mantengono la loro funzione antideriva anche se non sono inerbiti.
- b) una porzione di campo coltivato non trattato confinante con il corpo idrico o con l'area sensibile da proteggere;
- c) una zona mista che nel suo insieme comprende sia una porzione di campo coltivato non trattato sia un'area non coltivata.

2.2.2 Fascia vegetata non trattata

E' una fascia ricoperta da un manto erboso che si interpone fra il bordo campo e il corpo idrico superficiale. Ha lo scopo principale di contenere il ruscellamento per salvaguardare gli organismi acquatici e:

- a) non può essere un'area al bordo del campo dove transitano le macchine agricole (per evitare il compattamento del terreno che ostacolerebbe l'infiltrazione dell'acqua) altrimenti rientrerebbe nella tipologia "fascia di rispetto non trattata";
- b) deve avere una copertura vegetale uniforme ed ininterrotta, senza solchi.

2.2.3 Ampiezza della Fascia

L'ampiezza della fascia di rispetto non trattata e della fascia vegetata non trattata è rappresentata dalla distanza fra l'area trattata e l'area da proteggere. L'ampiezza di tali fasce si misura nel modo seguente:

- dal bordo del campo trattato (o dall'inizio della porzione di campo non trattata) al punto in cui il pelo dell'acqua, abitualmente presente nel corpo idrico, incontra l'argine verso il campo trattato.

Per meglio comprendere questa definizione si veda lo schema di Figura 1, e le foto che rappresentano casi concreti di applicazione della fascia in Figura 2 e Figura 3.

Nel caso di aree da proteggere esterne alla coltura si dovrà misurare dal bordo del campo all'area da salvaguardare.

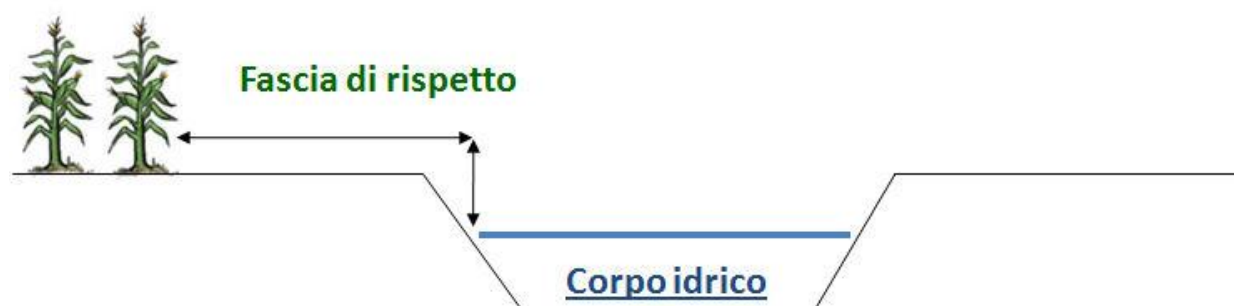


Figura 1: Ampiezza della fascia di rispetto. Si deve considerare il punto raggiunto abitualmente dall'acqua presente nel corpo idrico.



Figura 2: Misurazione della fascia di rispetto non trattata e della fascia vegetata non trattata.



Figura 3: La misurazione della fascia effettuata considerando l'altezza raggiunta abitualmente dall'acqua all'interno del corpo idrico superficiale

Per rendere realmente applicabili le misure di mitigazione, nel processo di valutazione la definizione dell'ampiezza delle fasce dovrà rispettare la seguente condizione:

- attraverso l'adozione delle misure di mitigazione del rischio disponibili, e verosimilmente applicabili, deve risultare possibile una riduzione della deriva e del ruscellamento tale da permettere di raggiungere un'ampiezza di tale fascia pari a 5 metri.

Per quanto riguarda l'ampiezza delle fasce indicate sulle etichette dei prodotti fitosanitari, non potrà comunque essere prevista un'ampiezza superiore a 30 metri.

3 Misure di mitigazione del ruscellamento superficiale nei terreni in piano (pendenza < 4%)

3.1 Fasce vegetate non trattate

Quando l'area di rispetto è costituita da un'area non coltivata ma vegetata (fascia vegetata non trattata) aumenta l'efficacia anti-ruscellamento: grazie alla presenza della vegetazione, in particolare quando densa e permanente, essa è in grado di rimuovere sedimenti, sostanza organica e altri contaminanti dall'acqua di ruscellamento. La mitigazione è dovuta all'azione combinata delle comunità batteriche dei suoli e della vegetazione. La vegetazione agisce sia direttamente (assorbimento dei contaminanti e rallentamento del flusso) sia indirettamente grazie ad alcune modifiche indotte al terreno (aumento della porosità e della sostanza organica) che favoriscono l'infiltrazione e l'adsorbimento dei contaminanti ai colloidali. Il termine fascia lascia intendere che si tratta solitamente, almeno nei terreni di pianura, di bande lunghe e strette al bordo del campo coltivato.

Interessante è la fascia tampone riparia, dove il termine riparia indica che la fascia è permanente e occupa un'area generalmente a disposizione del corpo idrico, a volte interessata dall'esercizio agricolo, che presenta un'efficacia di mitigazione solo nel caso sia interessata da una copertura vegetale uniforme ed ininterrotta o dalla coltura agraria.

Per quanto riguarda l'efficacia delle fasce vegetate non trattate, un ruolo importante è rivestito non solo dalle caratteristiche della fascia ma anche da altri fattori ambientali, in particolare dall'intensità degli eventi piovosi.

In funzione della pendenza, nel processo di valutazione dovranno essere prese in considerazione le possibili misure di mitigazione per i terreni in piano (pendenza inferiore al 4%) e per quelli collinari (pendenza superiore al 4%).

In Germania si usano valori di riferimento (*benchmark*) che sostanzialmente rispecchiano il modello EXPOSIT (Winkler, 2001) che contiene un'equazione empirica che permette di calcolare la riduzione percentuale del runoff (*RE*) in presenza di fasce tampone vegetate di diversa larghezza (FOCUS, 2007):

$$RE (\%) = 100 - 10^{(-0,083 \times \text{larghezza buffer} + 2,00)}$$

I valori adottati dalla Germania sulla base sia di dati sperimentali che della modellistica appaiono più cautelativi dei valori teorici ottenuti con il modello EXPOSIT e in sostanziale accordo con i dati sperimentali disponibili in Italia per aree con pendenza < 4%. Pertanto, nel processo di valutazione saranno utilizzate tali % di riduzione (Tabella 1).

Tabella 1 Riduzioni percentuali di contaminazione in funzione dell'ampiezza della fascia vegetata non trattata e della fascia di rispetto non trattata (terreni in piano: pendenze < 4%)

Larghezza buffer (m)	Riduzione %	
	Fascia vegetata non trattata	Fascia di rispetto non trattata*
0	0	0
3	40	20
5	50,0	25
10	90,0	45

* tipologia a,b,c (si veda paragrafo 2.2.1.)

Nel caso dei diserbanti, per le colture erbacee e arboree, è possibile che la fascia sia costituita da una fascia della coltura non diserbata (tipologia b) e quindi non trattata. Nel processo di valutazione, l'applicazione di tale misura dovrà essere considerata anche in relazione alla sua praticabilità, previa consultazione tra gli esperti ambientali e gli esperti di efficacia; in particolare si deve escludere che il trattamento possa essere fatto su terreno nudo. Per trattamenti insetticidi e fungicidi, la fascia può essere costituita da una parte della coltura non trattata, soprattutto per colture industriali, ma in questo caso gli esperti ambientali e gli esperti di efficacia devono valutare attentamente l'accettabilità del rischio che questa possa costituire fonte di infestazione o di inoculo per l'intera coltura.

3.2 Solco (S)

Si tratta di un solco interposto tra il bordo del campo coltivato e il corpo idrico da proteggere aperto parallelamente a quest'ultimo. La corretta localizzazione del solco è decisiva per la sua funzionalità e in ogni caso deve essere ortogonale al flusso di ruscellamento. Deve essere aperto prima o subito dopo il trattamento, avere una profondità di almeno 40 cm ed essere mantenuto in efficienza almeno per 45 giorni dall'ultimo trattamento. Se viene abbinato alla fascia tampone vegetata deve essere posto tra il campo e la fascia stessa in modo che l'acqua di ruscellamento investa la fascia con flusso laminare, lento e verosimilmente meno concentrato.

La realizzazione del solco non costituisce solitamente un grosso problema operativo e può garantire una mitigazione discreta degli eventi di ruscellamento più consistenti e molto buona di quelli di minore intensità.

Con il solco si può ipotizzare un'efficacia nell'abbattimento del ruscellamento pari a circa il 20%.

3.3 Misure specifiche di mitigazione per prodotti fitosanitari applicati al suolo

3.3.1 Interramento (INT)

Si attua con l'incorporamento dei prodotti fitosanitari nel suolo mediante una fresatura leggera o con un intervento irriguo per aspersione di 5-10 mm.

Si tratta di una tecnica usata prevalentemente nel settore orticolo, anche se maggiormente onerosa rispetto ad altri tipi di applicazione.

Secondo le esperienze acquisite in diversi paesi europei l'interramento consente di ridurre tra il 25 e il 50% le quantità trasportate per ruscellamento nel caso di prodotti poco adsorbiti ai colloidali e tra il 35 e il 70% nel caso invece di quelli fortemente adsorbiti.

Si considera che l'interramento possa verosimilmente contribuire alla riduzione della quantità di prodotto trasportato per ruscellamento di circa il 40%.

3.3.2 Tecnica delle dosi molto ridotte

E' una pratica adottata nel diserbo della barbabietola da zucchero e della soia basata sul ricorso a miscele di diserbanti impiegati ciascuno ad una dose compresa tra 1/5e 1/10 di quella indicata in etichetta. Con l'adozione di tale tecnica si ottiene una riduzione di prodotti complessivamente impiegati pari a circa il 25%.

Il successo di questa pratica è fondamentalmente legato al rispetto delle seguenti condizioni:

- 1) esecuzione di uno scrupoloso monitoraggio della flora infestante;
- 2) tempestività di intervento su malerbe nei primi stadi di sviluppo (cotiledonare o 2-3 foglie vere);
- 3) Utilizzazione di miscele di più prodotti con azione complementare o sinergica.

Si tratta di una misura applicabile ai soli erbicidi e il valore di abbattimento va definito caso per caso.

3.3.3 Localizzazione del trattamento

Consiste nell'applicazione dei prodotti su una striscia di terreno (larga circa 20-25 cm) lungo la fila della coltura di larghezza inferiore a quella dell'interfila. Con tale tecnica si può ritenere che la percentuale di abbattimento della quantità di prodotto trasportato per ruscellamento sia proporzionale alla riduzione della dose di impiego ottenibile. La localizzazione lungo la fila nei trattamenti di pre-emergenza comporta una riduzione di prodotto compresa tra il 40% (come nella soia con delle interfila di 45-50 cm) e il 70% (come nel mais seminato con un'interfila di 75 cm). L'entità di tale riduzione verrà stabilita caso per caso in accordo con gli esperti di efficacia. Questa tecnica richiede un'integrazione efficace tra il mezzo chimico e quello meccanico (sarchiatura tra le file) e non è applicabile nelle colture ad interfila ravvicinata (meno di 40 cm).

3.4 Combinazione di più misure di mitigazione

La mitigazione del rischio risulta molto efficace quando si combinano insieme più misure di mitigazione; tale strategia presenta il vantaggio di ridurre fortemente gli eventi di ruscellamento di minore importanza e di attenuare quelli più rilevanti. Nella Tabella 2, a titolo esemplificativo, sono indicate le misure ritenute più facilmente integrabili nella normale pratica agronomica. Risulta chiara l'importanza della sinergia, ottenibile anche con fasce di ampiezza limitata (3-5 m).

Tabella 2: Esempi di mitigazione del ruscellamento in presenza di fasce vegetate non trattate di diversa ampiezza e di misure di mitigazione aggiuntive

Larghezza (m)	Riduzione %			
	Applicazione di dosi molto ridotte (almeno del 25%)	Inserimento solco	Inserimento fascia vegetata non trattata	Mitigazione complessiva* (%)
0	25	20	0	40
3	25	20	40	64
5	25	20	50	70

(*) il valore della mitigazione complessiva in % non corrisponde alla somma della riduzione % di ciascuna misura, ma deriva dal prodotto delle % di abbattimento per i livelli di contaminazione rimanenti dopo le varie misure di mitigazione (si veda l'appendice)

Deve essere sottolineato che il metodo di calcolo della "mitigazione complessiva", così come proposto nella tabella 2, dovrà essere oggetto a breve di un riesame e di un'approfondita valutazione, possibilmente alla luce di nuovi dati sperimentali. Come evidenziato nel capitolo introduttivo e come richiamato nella quarta raccomandazione (cfr successivo Cap.6.4), la natura

degli argomenti affrontati in questo documento di orientamento è tale da rendere necessari costanti e periodici aggiornamenti, specie nel breve-medio periodo, per tenere conto delle nuove acquisizioni scientifiche e di ulteriori informazioni derivanti dall'applicazione pratica delle misure di mitigazione del rischio.

Resta infine da sottolineare che la fascia vegetata non trattata, eventualmente integrata con il solco, rappresenta una combinazione efficace contro la contaminazione da ruscellamento; perché la sua efficacia risulti massima deve essere ben costruita, ben posizionata, ben mantenuta e ben abbinata alle “buone pratiche agricole” di gestione del terreno. Si tratta di evitare la compattazione del suolo, di utilizzare le pratiche di *conservation tillage* quando possibile, di migliorare la porosità e la struttura del terreno e di prevenire la formazione della crosta.

In Appendice sono riportate tabelle di calcolo per le possibili combinazioni delle misure, le indicazioni pratiche per la corretta gestione della fascia vegetata non trattata e indicazioni esemplificative per le etichette dei prodotti.

4 Misure di mitigazione del ruscellamento superficiale nei terreni in pendio (> 4%)

Il fenomeno del ruscellamento è particolarmente rilevante e si manifesta frequentemente nei terreni collinari o più in generale caratterizzati da forte pendenza. Il controllo dei fenomeni erosivi e di ruscellamento nei terreni in pendio rappresenta una pratica nella quale l'Italia vanta una lunga tradizione. Le peculiari caratteristiche orografiche di buona parte del territorio italiano hanno, infatti, determinato lo sviluppo e l'adozione di numerose sistemazioni idraulico agrarie. Le sistemazioni dei terreni in pendio rappresentano già di per sé delle significative misure di mitigazione, grazie alla disposizione sapiente di fossi, collettori, strade, siepi, terrazze, bande intra-appezzamento ai bordi delle vie di circolazione.

La più antica e ancora diffusa sistemazione per i terreni in pendio in Italia è quella a “rittochino” che prevede, secondo Giardini (2002) che “...il pendio sia suddiviso in unità colturali da scoline parallele, distanti 15-30 metri l'una dall'altra, ed aventi un andamento rettilineo, il più possibile vicino alla linea di massima pendenza. Le scoline sono spesso fiancheggiate da filari di vite. La lunghezza degli appezzamenti è molto variabile: da poche decine di metri per pendenze del 20-30% a 100-150 metri per pendenze del 5-10%; in media è di 60-80 metri. Anche le arature sono eseguite a rittochino, solo dall'alto verso il basso e con ritorno a vuoto allorché la pendenza è troppo elevata. L'acqua scende a valle sia attraverso le scoline che lungo i solchi di aratura; la massa fluida è quindi finemente frazionata in tanti rivoli per cui la velocità e (quindi l'azione erosiva) risulta frenata. Con pendenze elevate è tuttavia necessario interrompere la discesa dell'acqua con capofossi a girapoggio non troppo distanziati”.

Agli effetti della mitigazione, in presenza a valle di un corso d'acqua da proteggere diventa sostanziale far sì che l'acqua delle scoline non venga subito immessa nel sistema idrico principale ma rimanga bloccata per un certo numero di ore. In questo contesto l'inerbimento dei canali sarebbe molto utile.

Altre sistemazioni che vantano ancora una discreta diffusione sono quella a “cavalcapoggio” e quella a “girapoggio”. La prima, ancora adottata nel Monferrato, nel Pesarese e nell'Appennino Tosco-Emiliano, adatta a pendenze anche del 30%, è caratterizzata da unità colturali di forma regolare delimitate da scoline parallele realizzate a cavalcapoggio. Ciascun filare è solitamente delimitato a valle da un muretto a secco e presenta una distanza da quello successivo variabile tra gli 8 ed i 16 m. La sistemazione a “girapoggio” idonea per pendici regolari, prevede: “...unità colturali delimitate da scoline il cui andamento si discosta leggermente (1-2%) da quello delle

curve di livello. In tal modo, se le condizioni lo permettono, la scolina scende a elica attorno al rilievo delimitando fasce di terreno la cui larghezza varia in funzione della pendenza del pendio (in genere 4-5m)”.

Secondo i risultati della sperimentazione esiste, di fatto, una relazione diretta tra pendenza del suolo e quantità di erbicida riscontrata nelle acque di ruscellamento.

Tenendo conto delle non numerose sperimentazioni realizzate in Italia e delle esperienze acquisite in altri paesi, le misure di contenimento del ruscellamento più efficaci sono rappresentate dalle fasce tampone, dalle coltivazioni conservative e dalle colture di copertura.

4.1 Fasce vegetate non trattate nei terreni con pendenze > 4%

Nei terreni in piano, il ruscellamento avviene generalmente per mezzo di una lama d'acqua che si sposta uniformemente lungo il profilo del suolo. In ambienti declivi, invece, i flussi di ruscellamento tendono spesso a concentrarsi in rivoli più o meno intensi, e ad interessare quindi una superficie limitata. Il concentrazione dei flussi di ruscellamento può ridurre, in certe condizioni, l'efficacia delle fasce vegetate non trattate. Inoltre, in caso di precipitazioni intense i flussi di ruscellamento possono causare profonde incisioni del suolo determinando la comparsa di fenomeni erosivi. In queste condizioni fasce tampone (boscate o inerbite) prossime al corso d'acqua possono non espletare appieno la loro funzione ed essere meno efficaci delle fasce tampone vegetate poste ai margini del campo.

In presenza di flussi di ruscellamento concentrati appare quindi ottimale realizzare un sistema che associ fasce tampone vegetate di modesta larghezza lungo il corpo idrico a fasce di maggiore ampiezza lungo i versanti in modo da intercettare e ridistribuire i flussi concentrati (Figura 1). In sostanza, nei terreni in pendio ai cui piedi si trovano dei corpi idrici da proteggere non si dovrebbe parlare di fascia tampone unica, ma di un “sistema di fasce vegetate di versante” per rallentare ed intercettare a vari livelli il flusso di runoff.

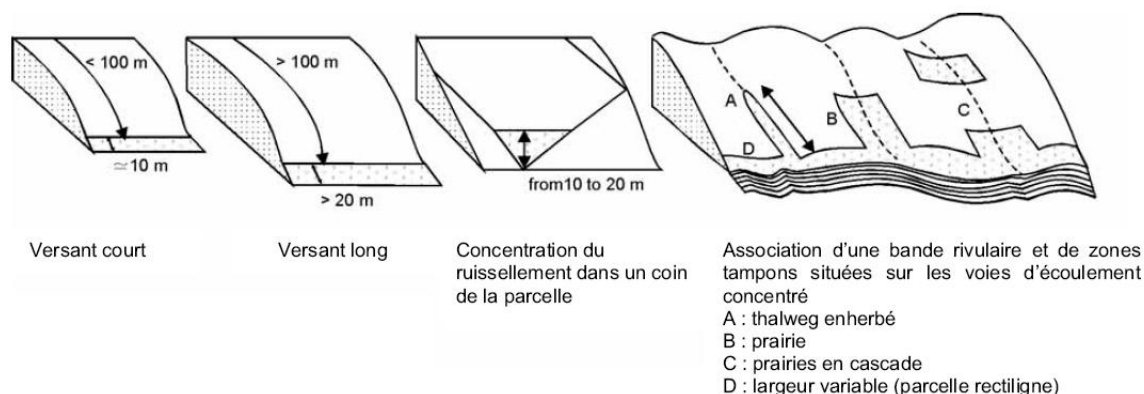


Figura 4: Dimensionamento delle fasce tampone vegetate (da CORPEN, 2007).

Va ricordato che le fasce vegetate non trattate non dovrebbero essere considerate come capezzagne o aree di manovra per le macchine aziendali, soprattutto nel caso di aree declivi, in quanto il continuativo transito dei mezzi agricoli può comportare la formazione di zone di compattamento che ostacolano la crescita della vegetazione e trasformare tali aree in canali preferenziali di scorrimento delle acque.

Nei terreni in pendio il problema del ruscellamento e dell'erosione deve essere affrontato in maniera più articolata rispetto alle condizioni dei terreni di piano. Diventa cioè essenziale un approccio ancora più integrato al problema, che permetta di adottare un insieme di misure di contrasto in grado di garantire un efficace abbattimento dei rischi di inquinamento dei corpi idrici e di perdita di

suolo. Tali misure non dovranno perciò riguardare il singolo appezzamento, ma l'intero sistema collinare nel quale esso è inserito.

Nel processo di valutazione è opportuno e prioritario verificare, con gli esperti che si occupano della valutazione dell'efficacia dei prodotti, la possibilità di vietare l'utilizzo del prodotto fitosanitario in aree con pendenza superiore al 4 %.

4.2 Coltivazioni conservative

Le coltivazioni conservative sono principalmente rappresentate dalla preparazione del letto di semina mediante operazioni diverse di disciura in luogo della tradizionale aratura. I risultati della sperimentazione di lungo periodo realizzata in Italia hanno fatto registrare nel caso delle colture erbacee riduzioni di perdite di diserbanti di almeno il 20% a seconda dei prodotti impiegati e delle intensità delle precipitazioni.

4.3 Colture di copertura

La copertura del suolo con colture seminate dentro la coltura da reddito (es. orzo dentro il mais) ha dimostrato di contenere efficacemente le perdite per ruscellamento sia di prodotti fitosanitari che di terreno. Come detto per i terreni in piano, questa è una pratica di difficile gestione e poco utilizzata. Nei terreni in pendio molto più interessante è la semina di colture intercalari tra la raccolta di una coltura da reddito e la semina della successiva. Questa pratica diviene importante soprattutto in quei periodi dell'anno nei quali il suolo non è occupato dalla coltura ed è quindi maggiormente esposto ai fenomeni di ruscellamento ed erosione. Nel caso di prodotti fitosanitari ad elevata persistenza od anche di elementi nutritivi quali azoto e fosforo, nel periodo autunno-vernino possono essere allontanate grandi quantità di prodotto. Da qui deriva che le azioni di mitigazione hanno una validità tutt'altro che stagionale, ma al contrario sono determinanti durante tutto l'arco dell'anno.

L'inerbimento degli interfilari nelle colture arboree o nei vigneti può essere visto come una variante delle colture di copertura, quindi come una validissima misura di mitigazione, frapponendo un ostacolo fisico ai fenomeni erosivi e di ruscellamento, con ovvi riflessi positivi in termini di riduzione del trasporto di sedimenti, nutrienti e prodotti fitosanitari.

Nella tabella sottostante sono riportate i livelli di mitigazione stimati per i terreni collinari in relazione alla sistemazione del frutteto o vigneto.

Tabella 3: Riduzioni percentuali di contaminazione rispetto al trattamento con agrofarmaco (diserbante) a pieno campo, in funzione delle modalità di gestione dell'interfila dei frutteti e dei vigneti, negli ambienti collinari

Disposizione del frutteto o del vigneto	Riduzione %	
	Inerbimento permanente nell'interfila e trattamento con agrofarmaco sulla fila	lavorazione dell'interfila e trattamento con agrofarmaco sulla fila
Filari secondo la massima pendenza (rittochino)	40	30
Filari secondo le curve di livello (cavalcapoggio, girapoggio)	50	40

La presenza di un cotico erboso tra i filari dei frutteti o dei vigneti assolve contemporaneamente molteplici funzioni. Tra queste, fondamentali sono la creazione di un habitat per l'entomofauna utile e l'apporto periodico di sostanza organica al suolo a seguito degli sfalci.

5 Misure di mitigazione nei confronti della deriva

Correntemente, parlando di deriva (*drift*) ci si riferisce esclusivamente allo spostamento fisico di una parte delle gocce che compongono il getto irrorato, che, trasportate come particelle sospese dalla massa d'aria in movimento, possono raggiungere i corpi idrici superficiali.

Le misure di mitigazione della deriva possono essere di diverso tipo a seconda che siano finalizzate a ridurre la formazione della deriva o che siano volte ad impedirne gli effetti. Se si scompone il fenomeno della deriva primaria nei suoi elementi principali, è possibile distinguere fondamentalmente tre ambiti di intervento per ridurla:

1. *Intercettazione della deriva*: rientrano in questo ambito le pratiche finalizzate a minimizzare l'entità del deposito di gocce alla deriva nell'atmosfera su superfici non bersaglio (mediante fasce di rispetto, siepi, etc.)
2. *Produzione delle gocce*: caratteristiche del getto irrorato e aspetti fluidodinamici e aerodinamici connessi (mediante ugelli antideriva, etc.)
3. *Trasporto delle gocce*: caratteristiche degli elementi climatici nell'atmosfera presente fra punto di irrorazione e bersaglio (es. temperatura, umidità relativa dell'aria, presenza di vento, turbolenze, inversione termica).

5.1 Fasce di rispetto non trattate

L'obbligo di una fascia di rispetto non trattata (cfr. definizione di “fascia di rispetto non trattata”, paragrafo 1.2.1), viene indicato sull'etichetta del prodotto fitosanitario quando è necessario ridurre a livelli accettabili il rischio per gli organismi che si trovano all'esterno dell'area trattata. Gli organismi nell'area esterna alla coltura sono esposti alla sostanza attiva a causa della deriva della miscela fitoiatrica, in forma di aerosol, durante l'applicazione.

L'ampiezza della fascia di rispetto corrisponderà quindi alla distanza alla quale l'intensità della deriva non produce rischi inaccettabili per gli organismi non bersaglio. Nella maggior parte dei casi la fascia di rispetto non trattata è necessaria per proteggere gli organismi acquatici, ma in certi casi questa deve essere applicata anche per la protezione di altri organismi non bersaglio, quali le piante spontanee e gli artropodi utili. Gli organismi acquatici sono esposti alla sostanza attiva trasportata anche per ruscellamento (*runoff*), a seguito di eventi piovosi. Per ridurre l'intensità del ruscellamento sono più efficaci fasce di rispetto specifiche (fasce tampone vegetate), come descritto in precedenza.

Per quanto riguarda il processo di valutazione, le ampiezze delle fasce di rispetto saranno definite facendo riferimento alle % di riduzione della deriva utilizzate dal modello FOCUS (Step 4) per il calcolo delle PEC_{sw} nei diversi scenari.

5.2 Realizzazione di siepi (barriere vegetate)

In presenza di deriva dovuta a trattamenti alle colture arboree, un accorgimento efficace, per evitare che una parte delle gocce contenenti il prodotto fitosanitario vada a depositarsi fuori dal bersaglio e possa contaminare corpi idrici superficiali, consiste nell'inserimento di barriere (siepi, alberature) in grado di intercettare le gocce sottoposte alla deriva.

La presenza di barriere a sviluppo verticale all'interno delle aree di rispetto rappresentate da vegetazione arbustiva e arborea costituisce un efficace sistema di intercettazione della deriva. In questo caso, il livello di abbattimento della deriva può superare il 50 % anche a distanza di pochi metri. Una caratteristica particolarmente importante della barriera vegetata è rappresentata dalla sua porosità ottica, che condiziona la capacità “filtrante” della barriera nei confronti della deriva. Valori ottimali di porosità si collocano tra il 40 e il 50%.

Va ricordato comunque che le funzioni ecologiche svolte dalla siepe sono numerose.

Se la siepe va impostata *ex novo* allora la progettazione deve essere funzionale all'obiettivo principale che si vuol raggiungere.

Se deve servire principalmente da schermo allora si deve puntare su una buona porosità ottica che dovrebbe essere tale già all'epoca dei primi trattamenti, per cui la precocità di emissione delle foglie all'inizio della primavera può essere un importante fattore di scelta delle essenze da utilizzare. E' rilevante anche l'altezza delle stesse in relazione all'altezza delle colture da trattare.

Se deve funzionare anche contro il ruscellamento superficiale allora è importante soprattutto la composizione botanica delle essenze in relazione all'ombreggiamento della siepe stessa verso la copertura erbacea sottostante. Con poca luce la vegetazione erbacea tende rapidamente a scomparire e questo riduce la mitigazione, anche se viene surrogata quasi completamente dalla lettiera e dall'aumento della sostanza organica in superficie. Con una copertura fogliare meno chiusa la luce filtra più facilmente e quindi può restare attivo anche lo strato sottostante di vegetazione. Da questo punto di vista per esempio le robinie sarebbero preferibili al platano, anche se le robinie grazie al loro habitus cespitoso, tendono a invadere i terreni limitrofi con difficoltà di contenimento.

Se la siepe deve avere la funzione di salvaguardia della biodiversità animale e servire come area rifugio per gli artropodi utili (predatori e parassitoidi), fornendo loro fonti di nutrimento e favorendone lo sviluppo, la programmazione della siepe è più complessa. Infatti, la scelta delle specie deve permettere la sopravvivenza degli artropodi utili, senza peraltro favorire focolai d'infestazione di specie nocive. Una siepe con queste funzioni deve essere costituita da un numero alto di specie sia arboree che arbustive e da un importante strato di erbe più o meno alte che possono favorire il trasferimento dei nemici naturali dei fitofagi dal bordo del campo al campo stesso e quindi innescare la colonizzazione dopo i trattamenti.

La funzione di rifugio durante i trattamenti può essere svolta, comunque, anche da siepi generiche non specificatamente programmate.

La presenza nel biotopo agricolo di siepi protegge, come si è detto, i corsi d'acqua dagli effetti della deriva.

La riduzione della deriva dipende dall'altezza della siepe e dallo stadio di sviluppo dell'apparato fogliare. I valori di riduzione della deriva raccomandati a livello europeo (FOCUS), per una siepe alta almeno 1 metro sopra la coltura, sono:

- il 25% quando la siepe è spoglia;
- il 50% quando la siepe è in uno stadio di sviluppo intermedio;
- il 75% quando l'apparato fogliare è completamente sviluppato.

Nell'ambito del processo di valutazione, si propone di adottare uno dei due valori di riferimento di seguito indicati: 25% e 75% (in funzione dell'epoca in cui si eseguono i trattamenti con il prodotto fitosanitario oggetto di valutazione).

Qualora il prodotto oggetto di valutazione sia utilizzato in epoche diverse, corrispondenti sia all'epoca in cui la siepe è spoglia sia a quella in cui l'apparato fogliare è completamente sviluppato, nell'ambito del processo di valutazione dovrà essere adottato il valore di riduzione corrispondente all'epoca nella quale l'utilizzo del prodotto è più consistente (fine inverno/inizio primavera oppure fine primavera/inizio estate).

Per l'applicazione di questa misura (siepe) è necessario che la barriera vegetata rispetti alcuni specifici parametri di base:

- altezza superiore di 1 metro alla coltura su cui viene effettuato il trattamento;
- lunghezza (tutto il lato dell'appezzamento che confina con il corpo idrico, senza interruzioni);
- specie da non utilizzare (conifere e biancospino).

5.3 Altre misure di mitigazione della deriva

Una riduzione della fascia di rispetto può essere ottenuta facendo uso di mezzi tecnici di riduzione della deriva, in particolare macchine irroratrici dotate di dispositivi atti allo scopo (es. ugelli antideriva) o ricorrendo a particolari accorgimenti tecnici (applicazione specifica sull'ultima fila) di seguito descritti. Il successivo paragrafo 5.3.2 è stato elaborato grazie al contributo del Prof. Paolo Balsari dell'Università degli Studi di Torino.

5.3.1 Ugelli antideriva

L'utilizzo di ugelli antideriva nelle macchine irroratrici appare attualmente praticabile e capace di garantire riduzioni dei fenomeni di deriva.

L'utilizzo di ugelli antideriva, già disponibili sul mercato italiano ed a costi relativamente contenuti, deve comunque essere accompagnato da un controllo della pressione di esercizio delle macchine irroratrici. L'impiego di elevate pressioni di esercizio comporta un sensibile aumento della deriva ed attenua fortemente le riduzioni ottenibili con l'impiego di ugelli antideriva.

Tenuto conto delle diverse condizioni di funzionalità e manutenzione delle macchine operatrici in uso, nelle procedure di valutazione del rischio si può considerare l'uso di un coefficiente di riduzione della deriva pari al 30%, in relazione all'utilizzo di ugelli antideriva ad iniezione d'aria ed al controllo della pressione di esercizio entro i limiti massimi di 8 bar.

L'uso di tale coefficiente di riduzione della deriva potrebbe essere adottato in sede di valutazione qualora esplicitamente richiesto dalle imprese interessate all'autorizzazione dei prodotti fitosanitari e dovrebbe comportare l'indicazione sull'etichetta del prodotto di una frase o avvertenza di questo genere: *“è obbligatorio l'uso di ugelli antideriva ad iniezione d'aria. La pressione di esercizio della macchina irroratrice durante la distribuzione del prodotto non deve superare il limite massimo di 8 bar”*.

L'uso del coefficiente di riduzione nel corso delle attività di valutazione del prodotto dovrà comunque essere vincolato alla presentazione da parte dell'impresa di adeguato/i studio/i sperimentale/i volto/i a dimostrare la comparabilità dell'efficacia fitosanitaria del prodotto distribuito con ugelli antideriva, alle pressioni di esercizio precedentemente indicate, con quella ottenibile mediante l'impiego di ugelli convenzionali.

5.3.2 Ugelli antideriva sulle irroratrici per colture erbacee

A seguito dell'evoluzione tecnologica nella costruzione degli ugelli in generale e degli ugelli antideriva in particolare, che si è manifestata nel corso degli ultimi anni, e delle esperienze condotte a livello sia nazionale che internazionale sulla reale capacità mitigatrice della deriva di questi nuovi tipi di ugelli, si propone di modificare, per il solo impiego degli ugelli antideriva sulle irroratrici per colture erbacee (barre irroratrici), il valore del coefficiente di riduzione della deriva (30%) precedentemente considerato.

La scelta di non estendere alle irroratrici per colture arboree (atomizzatori) la revisione di tale coefficiente è legata ai numerosi parametri operativi di queste macchine che sono in grado di interagire sul fenomeno della deriva (portata del ventilatore, direzione dello spray, velocità dell'aria prodotta dal ventilatore, sviluppo vegetativo della coltura, distanza dello spray dal bersaglio, ecc.) e che, se non correttamente scelti, possono considerevolmente ridurre od addirittura inficiare i benefici degli ugelli antideriva.

A seguito della evoluzione tecnologica precedentemente ricordata, sono oggi presenti sul mercato diverse tipologie di ugelli antideriva, costruite da differenti Ditte e che presentano delle capacità mitigatorie del fenomeno fra loro alquanto diverse.

In termini generali, tuttavia, le maggiori riduzioni della deriva, grazie all'impiego degli ugelli antideriva, si ottengono quando si impiegano volumi ridotti (minori di 250 l/ha) e soprattutto

quando gli ugelli antideriva sostituiscono ugelli normali caratterizzati da portate nominali (rilevate a 3 bar) ridotte.

In tali condizioni operative si ritiene che tutti gli ugelli antideriva ad inclusione d'aria (AI) oggi disponibili sul mercato, se impiegati alle pressioni di esercizio consigliate dal costruttore (che sono generalmente comprese fra 2 e 8 bar) siano in grado di ridurre la deriva di almeno il 60% rispetto agli ugelli tradizionali.

Sicuramente minore è la mitigazione ottenibile dagli ugelli antideriva caratterizzati da portate più elevate (sempre confrontandoli con ugelli tradizionali di uguale portata), che pur essendo meno diffusi a livello nazionale, possono trovare un impiego nei trattamenti fungicidi ed insetticidi nelle colture orticole di pieno campo (patate, pomodori, ecc) per le quali sono, generalmente, consigliati volumi ad ettaro maggiori e anche dell'ordine dei 600-800 l/ha.

Per questa tipologia di ugelli antideriva, sempre ad inclusione d'aria (AI), caratterizzata da portate nominali superiori a 1,5 l/min, in via cautelativa si ritiene possa essere considerato un coefficiente di riduzione della deriva del 45%.

Infine, nel caso dell'impiego degli ugelli di fine barra (a getto asimmetrico) per la distribuzione dei fitofarmaci in capezzagna, in sostituzione dell'ugello tradizionale, l'entità della mitigazione suggerita da adottare è compresa fra il 30% (ugelli con portata superiore a 1,5 L/min) e il 50% (ugelli con portata inferiore a 1,5 l/min) (Tabella 4).

Va, infine, sottolineato che i coefficienti di riduzione della deriva sono applicabili solo se si opera con altezze della barra contenute e mai superiori ad un metro. Altezze di lavoro superiori ad un metro, infatti, si traducono in una notevole riduzione dell'effetto mitigatore degli ugelli antideriva.

Tabella 4: Mitigazione della deriva in funzione della tipologia di ugello impiegata sulle barre irroratrici, ipotizzando di operare con altezza di lavoro di 80 cm.

Tipo di ugello	Portata nominale a 3 bar (L/min)	Volume (L/ha) corrispondente*	Entità mitigazione deriva**
AI 01 – AI 015 – AI 02 – AI 025 – AI 03	0.4 ÷ 1.2	100 ÷ 300	60%
AI 04 – AI 05 – AI 06 – AI 08	1.6 ÷ 3.2	400 ÷ 800	45%
Fine barra 01÷03	0.4 ÷ 1.2	100 ÷ 300	50%
Fine barra 04÷08	1.6 ÷ 3.2	400 ÷ 800	30%

* Calcolato nell'ipotesi di una velocità di avanzamento di 6 km/h e di una distanza fra gli ugelli di 0,5 m

** Rispetto ad applicazione con ugelli a fessura convenzionali della medesima dimensione e nel caso di impiego di pressioni di esercizio non superiori a 8 bar e di altezze della barra non superiori ad 1 metro

5.4 Applicazione sull'ultima fila dall'esterno verso l'interno

Un sistema facilmente praticabile di riduzione della deriva per i fruttiferi consiste nel trattare la fila a bordo campo solo dall'esterno verso l'interno. In questo modo oltre a limitare la deriva si evita un evidente spreco di prodotto fitosanitario. Qualora il filare di bordo campo sia parallelo al corpo idrico superficiale il trattamento deve essere eseguito tenendo aperti solo gli ugelli che dirigono la miscela verso il frutteto, quando i filari sono perpendicolari al corpo idrico superficiale occorre chiudere gli ugelli quando si esce da ogni filare per rientrare in quello successivo. La riduzione della deriva da considerare nel processo di valutazione in relazione all'uso di questa misura di mitigazione è pari al 35%.

6 RACCOMANDAZIONI

6.1 Raccomandazione 1 (classificazione delle macchine irroratrici)

E' necessario, analogamente a quanto realizzato da altri Stati membri, adottare un sistema nazionale di classificazione delle macchine irroratrici, sia per le colture erbacee che per le colture arboree, che tenga conto delle prestazioni di ciascuna macchina in relazione alla riduzione della deriva. Risulta pertanto necessario prevedere specifiche attività di ricerca e sperimentazione finalizzate alla definizione di sistemi di classificazione obbligatori per:

1. le irroratrici nuove (definizione della specifica % riduzione della deriva);
2. le irroratrici in uso, attraverso il controllo funzionale periodico (la % di riduzione sarà indicata nel certificato rilasciato dall'Ente che effettua il controllo e la taratura);
3. gli ugelli antideriva delle irroratrici utilizzate per le colture arboree in funzione di altri parametri rilevanti (cfr. paragrafo 5.3.2).

6.2 Raccomandazione 2 (formazione e informazione)

E' necessaria la formazione degli utilizzatori di prodotti fitosanitari per favorire l'acquisizione di conoscenze sulle misure di mitigazione del rischio e sulla loro applicazione, sia attraverso appositi corsi che attraverso note informative da rendere disponibili al momento dell'acquisto dei prodotti.

6.3 Raccomandazione 3 (attività di ricerca)

Considerando la crescente importanza delle misure di mitigazione del rischio nell'uso dei prodotti fitosanitari nonché la relativa scarsa disponibilità di dati di letteratura riferiti al territorio italiano, è necessario lo sviluppo di attività di ricerca volte ad individuare misure di mitigazione del rischio adeguate alle condizioni ambientali e agricole nazionali. E' inoltre auspicabile lo sviluppo di attività sperimentali che consentano di affinare la valutazione del grado di efficacia delle misure stesse.

6.4 Raccomandazione 4 (aggiornamento)

Questo documento di orientamento affronta per la prima volta il tema delle misure di mitigazione del rischio nell'ambito del processo di valutazione dei prodotti fitosanitari. Pertanto, esso necessita di periodici aggiornamenti, specie nel breve-medio periodo, per tenere conto di nuove acquisizioni tecniche e scientifiche e di ulteriori informazioni derivanti dall'applicazione pratica delle misure individuate.

7 BIBLIOGRAFIA

- Arnold JG, Srinivasan R, Muttiah RS, Ewilliams JR (1998). Large area hydrologic modelling and assessment part I: Model development. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 34 (1): 73-89.
- Asman W, Jørgensen A, Jensen PK (2003). Dry deposition and spray drift of pesticides to nearby water bodies. *Pesticide research* 66: 171.
- Balsari P (2008). L'importanza della deriva del prodotto fitosanitario e le misure per prevenirla previste dalla direttiva sull'uso sostenibile degli agrofarmaci. Presentazione svolta all'incontro *La classificazione delle macchine irroratrici in funzione della deriva generata*. Roma, Italy, 2 Ottobre 2008.
- Balsari P, Marucco P (2009). Il ruolo delle macchine irroratrici nel contenimento della deriva. In: *Atti del XVII convegno S.I.R.F.I. "Protezione dei corpi idrici superficiali dall'inquinamento da agrofarmaci"*. Bologna, Italy, 19 Maggio 2009, pp 87-103.
- Balestra L, Roggero PP, Rastelli R, Rossi N (1996). Presence of herbicides in drainage water from agricultural fields treated with different agronomic inputs. *Proceeding of the X Symposium on pesticide chemistry*. Piacenza, Italy, 30 September-2 October 1996. pp 465-472.
- Berenzen N, Lentzen-Godding A, Probst M, Schulz H, Schulz R, Liess M (2005). A comparison of predicted and measured levels of runoff-related pesticide concentrations in small lowland streams on a landscape level. *Chemosphere* 58: 683-691.
- Bren LJ (1998). The geometry of a constant buffer-loading design method for humid watersheds. *Forest ecology and management* 110: 113-125.
- Campanini L, Rossi Pisa P, Catizone P (1992). La presenza di erbicidi nelle acque di ruscellamento superficiale e nel terreno eroso da zone declivi. In: *Atti del convegno "Controllo delle piante infestanti"*. Bologna, Italy, 21-22 gennaio 1992. pp 189-214.
- Cardinali A, Loddo D, Marotta E, Otto S, Zanin G (2008). Monitoring of three maize herbicides in water runoff using liquid chromatography-mass spectrometry. *Proceedings Book "Chemicals and their residues in food and water. New scenarios of the modern sustainable agricultural production"*. Piacenza 13-14 November. Annual Conference of the Mediterranean Group of Pesticide Residue, 61-62.
- Carlsen SCK, Spliid NH, Svensmark B (2006a). Drift of 10 herbicides after tractor spray application. 1. Secondary drift (evaporation). *Chemosphere* 64: 787-794.
- Carlsen SCK, Spliid NH, Svensmark B (2006b). Drift of 10 herbicides after tractor spray application. 2. Primary drift (droplet drift). *Chemosphere* 64: 778-786.
- Chapple A.C., Downer R.A., Hall F.R., (1993). Effects of spray adjuvants on swath patterns and droplet spectra for a flat-fan hydraulic nozzle. *Crop Protection*, 12, 579-590.
- CORPEN (2007). Les fonctions environnementales des zones tampons. Iere Edition. www.developpement-durable.gouv.fr.
- DEFRA (2001). Local Environment Risk Assessment for Pesticides (LERAP). Horizontal boom sprayers. A step by step guide to reducing aquatic buffer zones in the arable sector. UK.
- FOCUS (2007). Landscape and mitigation factors in aquatic risk assessment. Volume 2. Detailed Technical Reviews Report of the FOCUS Working Group on Landscape and Mitigation Factors in Ecological Risk Assessment, EC Document Reference SANCO/10422/2005v2.0., 436 pp.
- Ganzelmeier H, Rautmann D, Spangenberg R, Streloke M, Hermann M, Wenzelburger HJ, Walter HF (1995). Studies on the spray drift of plant protection products. Results of a test program carried

out throughout the Federal Republic of Germany. Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H305. ISBN: 3-8263-3039-2.

Garratt J, Kennedy A (2006). Use of models to assess the reduction in contamination of water body by agricultural pesticides through the implementation of policy instruments: a case study of the Voluntary Initiative in the UK. *Pest Management Science* 62: 1138-1149.

Giardini L (2002). *Agromonia generale, ambientale e aziendale*. Patron, Bologna. 744 pp.

Hobson PA, Miller PCH, Walklate PJ, Tuck CR, Western NM (1993). Spray drift from hydraulic spray nozzles: the use of a computer simulation model to examine factors influencing drift. *Journal of Agricultural Engineering Research* 54: 293-305.

Huber A, Bach M, Frede HG (2000). Pollution of surface waters with pesticides in Germany: modeling non-point source inputs. *Agriculture Ecosystems & Environment* 80: 191-204.

ISO (2005). Equipment for crop protection – Methods for field measurement of spray drift. International Standard 22866, 22 pp.

Klein RN, Ogg CL (2007). Spray drift of pesticides. *NebGuide, University of Nebraska, Lincoln. Documento G1773*.

Lazzaro L, Otto S, Zanin G (2008). Role of hedgerows in intercepting spray drift: Evaluation and modelling of the effects. *Agriculture Ecosystems and Environment* 123: 317-327.

Matthews GA (2006). *Pesticides: health, safety, and the environment*. 235 pp. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

Melcher CP, Skagen SK (2005). Grass buffers for playas in agricultural landscapes: A literature synthesis. U.S Geological Survey, Biological Resources Discipline, Open-File Report 2005-1220, 35 p.

Meriggi P, Wohlhauser R, Anderau V, Marchetti C (2007). Studio sulla deriva da trattamenti in post-emergenza del mais. Effetti di alcune misure di mitigazione (velocità di avanzamento combinato al tipo di ugelli, manica d'aria e additivo a base di lecitina di soia) nel contenimento del fenomeno della deriva. Anno 2007. www.gemmagrofarmaci.org

Milan M, Vidotto F, Tesio F, Negre M, Ferrero A (2008). Buffer strip effect on terbuthylazine runoff in light level soil. *International Weed Science Conference, Vancouver, 23-27 June, 2008*.

Otto S, Vianello M, Infantino A, Zanin G, Di Guardo A (2007). Effect of a full-grown vegetative filter strip on herbicide runoff: Maintaining of filter capacity over time. *Chemosphere* 71: 74-82.

Otto S, Lazzaro L, Finizio A, Zanin G (2009). Estimating effects of pesticide drift on nontarget arthropods in field hedgerows. *Environmental Toxicology and Chemistry* 28: 853-863.

Reichenberger S, Bach M, Skitschak A, Frede HG (2006). State of the art review on mitigation strategies and their effectiveness. Report DL#7 of the FP6 EU-funded FOOTPRINT project (www.eu-footprint.org), 76.

Rautmann D, Streloke M, Winkler R (2001). New basic drift values in the authorization procedure for plant protection products. In: Forster R, Streloke M, editors. *Workshop on Risk Assessment and Risk Mitigation Measures in the Context of Authorization of Plant Protection (WORMM): 27-29 September 1999*. Berlin, Parey. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., vol. 383, pp 133-141.

Reichenberger S, Bach M, Skitschak A, Frede HG (2006). State of the art review on mitigation strategies and their effectiveness. Report DL#7 of the FP6 EU-funded FOOTPRINT project (www.eu-footprint.org), 76 pp.

- Reichenberger S, Bach M, Skitschak A, Frede HG (2007). Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground-and surface water and their effectiveness; a review. *Science of the Total Environment* 384: 1-35.
- Rogers MR, Stringfellow WT (2009). Partitioning of chlorpyrifos to soil and plants in vegetated agricultural drainage ditches. *Chemosphere* 75: 109-114.
- Schulz R, Peall S (2001). Effectiveness of a constructed wetland for retention of non point-source pesticide pollution in the Lourens River catchment, South Africa. *Environ. Sci. Technol.* 35: 422-426.
- Shaw W (1982). Integrated weed management systems. *Weed Science*, 30 (suppl.2): 1-12.
- Smith M (1999). Vegetative filter strip for improved water quality. Iowa State University, University Extension, pp 2-4.
- USDA, 2000. Conservation buffers to reduce pesticide losses. United States Department of Agriculture- Natural Conservation Services (USDA-NRCS), pp 1-21.
- Van de Zande JC, Michielsen JMGP, Stallinga H, De Jong A (2000). The effect of windbreak height and air assistance on exposure of surface water via spray drift. In: *Proceedings of the British Crop Protection Conference-Pests and Diseases 2000*, Brighton, UK, pp 91-96.
- Vianello M, Vischetti C, Scarponi L, Zanin G (2005). Herbicide losses in runoff events from a field with a low slope: role of a vegetative filter strip. *Chemosphere* 61: 717-725.
- Vicari A, Catizone P (2007). Studi di lungo periodo sull'inquinamento diffuso da diserbanti. In: *Atti del XVI convegno S.I.R.F.I. "Uso sostenibile degli agrofarmaci: la nuova direttiva comunitaria, problematiche applicative e ruolo della ricerca"*. Bologna, Italy, 5 Aprile 2007, pp 145-157.
- Winkler R (2001). Konzept zur Bewertung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächen- und Grundwasser unter besonderer Berücksichtigung des Oberflächenabflusses (Dokumentation zum Modell EXPOSIT). Umweltbundesamt, Berlin, Germany, 27.09.2001.
- Wolf R (2000). Strategies to reduce spray drift. *Kansas State University*. Documento MF-2444.
- Wolf TM, Cessna AJ (2004). Protecting aquatic and riparian areas from pesticide drift. In: *Proceedings of International conference on pesticide application for drift management*. Waikoloa, Hawaii, 27-29 ottobre 2004, pp 59-71.
- Zanin G, Catizone P (2003). La Malerbologia. In Giornata di studio: "Evoluzione dei mezzi di difesa fitosanitaria". Estratto da " *I Georgofili - Quaderni - 2003*, 195-269

APPENDICE

In fase di valutazione, si può prevedere l'indicazione di una o più misure di mitigazione alternative, quali solco, interrimento del formulato, riduzione della dose d'impiego etc., per consentire all'utilizzatore la realizzazione di una fascia di rispetto non trattata o vegetata non superiore ai 5 metri. Si tratta di valutazioni che vanno decise di volta in volta in funzione delle caratteristiche applicative del formulato in accordo con l'esperto di efficacia.

Come si misura la distanza della fascia di rispetto

L'ampiezza della fascia di rispetto si misura dal bordo del campo trattato (o dall'inizio della porzione di campo non trattata) al punto in cui, **abitualmente**, il pelo dell'acqua del corpo idrico incontra l'argine verso il campo trattato, come riportato nello schema sottostante.



Nel caso di aree da proteggere esterne alla coltura si dovrà misurare dal bordo del campo all'area da salvaguardare.

Misure di mitigazione ruscellamento

Nella Tabella A.1 e Tabella A.2 sono riportate tutte le combinazioni possibili tra le seguenti misure di mitigazione per la riduzione della contaminazione derivante dal fenomeno del ruscellamento:

- **interramento** (2 livelli, si/no),
- **riduzione delle dosi** (3 livelli: 0, 25, 50%),
- **solco** (2 livelli si/no),
- **fasce di rispetto** (2 livelli vegetata /non vegetata),
- **ampiezza della fascia** (3 livelli, 0, 3, 5 m)

per un totale di $2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 3 = 72$ combinazioni.

Si considerano sia le fasce di rispetto non trattate (Tabella A.1), sia le fasce di rispetto vegetate (Tabella A.2).

COME SI LEGGONO ED INTERPRETANO LE TABELLE?

Se per rendere sicuro l'impiego di un prodotto fitosanitario è necessario ridurre del 50% il ruscellamento, le combinazioni possono essere numerose: es. R50 (riduzione del 50% della dose); R25+Ssi+F3 (riduzione del 25% della dose + solco + fascia di rispetto non trattata di 3 metri); FV50 (fascia vegetata non trattata di 5 metri).

L'agricoltore potrà scegliere sulla base della sua specifica situazione: coltura, presenza di infrastrutture ecologiche già in essere (capezzagne, capezzagne inerbite), tipo di trattamento in relazione alla possibilità di ridurre le dosi o di interrimento dei prodotti....In fase di valutazione, è utile riferirsi a tabelle che riportino la percentuale di abbattimento di più misure di mitigazione in

sequenza. In Tabella A.1 e Tabella A.2 sono riportati gli abbattimenti percentuali relativi alle fasce di rispetto non trattate e alle fasce vegetate associate ad altre misure di mitigazione .

Tabella A.1: Fascia di rispetto non trattata. Legenda: INT NO, INT Si = no interrimento/si interrimento; R0, R25, R50: riduzione dosi di 0, 25, 50%; S no, si = solco assente, presente; F0, F3, F5 = fascia di rispetto non trattata di ampiezza pari a 0, 3 e 5 m

Tipo misura	Mitigazione %	Tipo misura	Mitigazione %	Tipo misura	Mitigazione %	Tipo misura	Mitigazione complessiva
INT NO	0	R0	0	S no	0	F0	0,0
						F3	20,0
						F5	25,0
				S si	20	F0	20,0
						F3	36,0
						F5	40,0
		R25	25	S no	25	F0	25,0
						F3	40,0
						F5	43,8
				S si	40	F0	40,0
						F3	52,0
						F5	55,0
		R50	50	S no	50	F0	50,0
						F3	60,0
						F5	62,5
				S si	60	F0	60,0
						F3	68,0
						F5	70,0
INT SI	40	R0	40	S no	40	F0	40,0
						F3	52,0
						F5	55,0
				S si	52	F0	52,0
						F3	61,6
						F5	64,0
		R25	55	S no	55	F0	55,0
						F3	64,0
						F5	66,3
				S si	64	F0	64,0
						F3	71,2
						F5	73,0
		R50	70	S no	70	F0	70,0
						F3	76,0
						F5	77,5
				S si	76	F0	76,0
						F3	80,8
						F5	82,0

Tabella A.2: Fascia vegetata non trattata. Legenda: INT NO, INT Si = no interrimento/si interrimento; R0, R25, R50: riduzione dosi di 0, 25, 50%; S no, si = solco assente, presente; FV0, FV3, FV5 = fascia vegetata non trattata di ampiezza pari a 0, 3 e 5 m

Tipo misura	Mitigazione %	Tipo misura	Mitigazione %	Tipo misura	Mitigazione %	Tipo misura	Mitigazione complessiva
INT NO	0	R0	0	S no	0	FV0	0,0
						FV3	40,0
						FV5	50,0
				S si	20	FV0	20,0
						FV3	52,0
						FV5	60,0
		R25	25	S no	25	FV0	25,0
						FV3	55,0
						FV5	62,5
				S si	40	FV0	40,0
						FV3	64,0
						FV5	70,0
		R50	50	S no	50	FV0	50,0
						FV3	70,0
						FV5	75,0
				S si	60	FV0	60,0
						FV3	76,0
						FV5	80,0
INT SI	40	R0	40	S no	40	FV0	40,0
						FV3	64,0
						FV5	70,0
				S si	52	FV0	52,0
						FV3	71,2
						FV5	76,0
		R25	55	S no	55	FV0	55,0
						FV3	73,0
						FV5	77,5
				S si	64	FV0	64,0
						FV3	78,4
						FV5	82,0
		R50	70	S no	70	FV0	70,0
						FV3	82,0
						FV5	85,0
				S si	76	FV0	76,0
						FV3	85,6
						FV5	88,0

L'indicazione delle possibili misure di mitigazione necessarie a garantire l'uso sicuro potranno essere riportate in etichetta come proposto nel paragrafo successivo.

Indicazioni esemplificative per le etichette dei prodotti

Sulla base dei parametri definiti nelle tabelle precedenti e delle caratteristiche specifiche del singolo formulato oggetto di valutazione, in etichetta dovranno essere riportate indicazioni specifiche e chiaramente interpretabili dagli utilizzatori come gli esempi teorici sotto riportati.

ESEMPIO 1

Ampiezza della fascia tampone vegetata (m)	Ulteriori misure di mitigazione
10	-
5	Solco

ESEMPIO 2

Ampiezza della fascia tampone vegetata (m)	Ulteriori misure di mitigazione	
10	-	-
5	Solco	Localizzazione del formulato per riduzione della dose pari al 40%

ESEMPIO 3

Ampiezza della fascia tampone vegetata (m)	Ulteriori misure di mitigazione	
10	-	-
5	Solco *	Interramento del formulato ad una profondità di almeno 10 cm

Se per avere un uso sicuro la mitigazione per un dato agrofarmaco deve essere superiore al 60% allora la tabella potrebbe essere la seguente:

ESEMPIO DI ETICHETTA

Ampiezza della fascia tampone vegetata (m)	Ulteriori misure di mitigazione	
10	-	
5	solco	
3	solco	riduzione dose del 25 %
3	fascia di rispetto non trattata di 3 m*	riduzione dose del 25 %

* in questo caso l'agricoltore sfrutta la capezzagna inerbita

Misure di mitigazione deriva

Per quanto riguarda la riduzione della contaminazione da deriva, l'ampiezza della fascia di rispetto è la chiave per la riduzione della contaminazione. Di seguito è riportata una tabella che associa all'ampiezza della fascia la percentuale di riduzione per la deriva.

Tabella A.3: Fascia di rispetto per la deriva: riduzione % della contaminazione dipendente dalla distanza del corpo idrico (dalle tabelle di Rautmann usate nei modelli FOCUS)

Distanza (m)	Colture erbacee in pieno campo	Frutteto		Vigneto		Ortaggi, ornamentali, piccola frutta	
		trattamento sul bruno	trattamento sul verde	trattamento sul bruno	trattamento sul verde	<50 cm	>50 cm
5	79,4	31,9	46,5	56,3	54,9	79,4	54,9
10	89,5	59,6	77,1	85,6	84,7	89,5	84,7
15	92,8	81,0	88,5	92,6	91,9	92,8	91,9
20	94,6	90,5	93,1	95,2	94,8	94,6	94,8
30	96,4	96,4	96,6	97,4	97,3	96,4	97,3
40	97,5	98,2	98,0	98,5	98,3	97,5	98,3
50	97,8	99,0	98,6	98,9	98,8	97,8	98,8

Un'ulteriori possibilità per la riduzione della deriva è l'utilizzo di ugelli antideriva come già descritto nel paragrafo 5.3. In sede di valutazione del singolo formulato dovrà essere considerato il contributo derivante dall'applicazione di altre misure di mitigazione realisticamente applicabili in funzione della tipologia del prodotto (erbicida, fungicida, insetticida ecc..) e delle colture sulle quali può essere distribuito (vite, colture arboree, industriali, estensive ecc..). Dovranno essere considerati i parametri attribuiti a ciascuna misura di mitigazione sinteticamente riportati nella Tabella A.4.

Tabella A.4: Riduzione % della contaminazione da deriva relativa a diverse misure di mitigazione

Misura di mitigazione	Riduzione % della deriva
Siepe:	
- trattamenti al bruno o di fine inverno	25
- trattamenti primaverili - estivi	75
Ugello antideriva:	
- colture arboree	30
- colture erbacee	45
Applicazione del prodotto sul bordo dell'appezzamento solo dall'esterno verso l'interno	25

L'associazione di più misure di mitigazione porta anche per la deriva alla riduzione complessiva della contaminazione, come riportato di seguito

Tabella A.5: Effetto di mitigazione della deriva ottenibile con l'attivazione di più misure

Misure di riduzione della deriva			Mitigazione complessiva %
Siepe	Ultima fila	Ugelli	
nessuna (0%)	nessun accorgimento (0%)	standard (0%)	0
		antideriva (30%)	30
		antider. Al (50%)	50
	verso interno (35%)	standard (0%)	35
		antideriva (30%)	54,5
		antider. Al (50%)	67,5
trattamenti al bruno (25%)	nessun accorgimento (0%)	standard (0%)	30
		antideriva (30%)	47,5
		antider. Al (50%)	62,5
	verso interno (35%)	standard (0%)	51,3
		antideriva (30%)	65,9
		antider. Al (50%)	75,6
trattamenti al verde (75%)	nessun accorgimento (0%)	standard (0%)	75
		antideriva (30%)	82,5
		antider. Al (50%)	87,5
	verso interno (35%)	standard (0%)	83,8
		antideriva (30%)	88,6
		antider. Al (50%)	91,9

Anche in questo caso in etichetta dovranno essere riportate indicazioni specifiche e chiaramente interpretabili come negli esempi teorici sotto riportato.

Tabella A.6: Esempio teorico di tabella da riportare in etichetta

	Attrezzatura standard	Irroratrice con ugelli antideriva	Applicazione sull'ultima fila dall'esterno verso l'interno	Irroratrice con ugelli antideriva + applicazione sull'ultima fila dall'esterno verso l'interno	Siepe
Ampiezza fascia di rispetto (m)	10	7	7	5	3

In questa prima fase, per evidenziare in etichetta le misure di mitigazione del ruscellamento e della deriva, si è ritenuto di inserire come esempio riferito ad un “formulato teorico” una tabella semplificata (Tabella A6) che indica “ quali distanze devono essere rispettate in funzione delle misure, singole o in associazione, che possono essere applicate nella specifica realtà operativa. Tale impostazione, che in questa fase ha uno scopo prevalentemente formativo e illustrativo, potrà in prospettiva essere modificata in relazione all’acquisizione di nuovi dati derivanti sia dalla sperimentazione sia dalla classificazione delle irroratrici e degli ugelli in funzione della specifica capacità di ridurre la deriva. Qualora le informazioni da inserire nelle tabelle risultino eccessivamente numerose, le tabelle semplificate potranno essere sostituite dall’indicazione di una % di riduzione, del ruscellamento o della deriva, che sarà necessario raggiungere per ottenere un uso sicuro del prodotto fitosanitario. L’utente dovrà consultare specifiche tabelle che riporteranno la % di riduzione del ruscellamento o della deriva ottenibile con le diverse misure di mitigazione disponibili ed applicabili.

Consigli per la gestione delle fasce di rispetto

COME REALIZZARE E GESTIRE LA FASCIA:

- **Fascia di rispetto non trattata:**

Tipologia a: trattasi di una capezzagna o di un bordo di campo inerbiti. La sua funzione antiruscellamento è legata soprattutto al rallentamento e sedimentazione dell’acqua di scorrimento e limitatamente all’infiltrazione. Il taglio dell’erba deve essere eseguito qualche settimana dopo i trattamenti e l’erba lasciata alla superficie del terreno. E’ opportuno periodicamente eliminare i solchi prodotti dal passaggio delle macchine.

Tipologia b: trattasi di una porzione di campo coltivato con la stessa coltura presente nel resto del campo non sottoposta a trattamento. La sua azione antideriva è legata all’ampiezza. La sua funzione di mitigazione del ruscellamento è dovuta alla ritenzione dell’agrofarmaco da parte della vegetazione (qualora presente) e della matrice solida del suolo, nonché all’infiltrazione ed al rallentamento dello scorrimento superficiale del flusso idrico: Per favorire l’azione di mitigazione è necessario mantenere la naturale rugosità della superficie del terreno, evitando quindi di rullare e di compattare il terreno, aumentando il contenuto di sostanza organica e, dove possibile, la presenza di residui vegetali. La vegetazione spontanea che si sviluppa nella fascia non trattata potrà essere eliminata mediante interventi meccanici.

- **Fascia di rispetto vegetata:** trattasi di una fascia inerbita artificialmente o naturalmente con cotico fitto e continuo. L’erba va sfalciata possibilmente dopo alcune settimane dai trattamenti lasciandola alla superficie del suolo per arricchire il terreno in sostanza organica e per aumentare la sua rugosità. Evitare che si creino flussi preferenziali, chiudendo gli eventuali piccoli solchi che si formano. Dovrà essere favorita la presenza di graminacee poliennali cespitose (ad. es. *Dactylis* spp., *Festuca* spp., *Lolium perenne*, ecc.) rispetto alle dicotiledoni a rosetta. La gestione della vegetazione deve essere eseguita tramite gli sfalci e una concimazione minimale per favorire lo sviluppo delle graminacee perennanti.

La gestione della fascia vegetata deve essere tanto più attenta quanto più questa è di larghezza limitata.

Se la fascia presenta anche un filare di siepe, questo deve essere gestito semplicemente con un taglio di ceduzione con un turno di 6-8 anni. Eventualmente dopo la ceduzione si può procedere a riseminare il cotico erboso se l’ombreggiamento della siepe ne ha compromesso la presenza.