



PREVENIRE L'INQUINAMENTO PUNTIFORME DELLE ACQUE DA AGROFARMACI

IL LAVAGGIO INTERNO ED ESTERNO DELLE MACCHINE IRRORATRICI

*(LE INDICAZIONI PER EFFETTUARLO RISPETTANDO L'AMBIENTE
ED EVITANDO FENOMENI DI FITOTOSSICITÀ EMERSE DAL
PROGETTO TOPPS)*



A cura di Paolo Balsari e Paolo Marucco
DEIAFA Sez. Meccanica – Facoltà di Agraria – Università di Torino

IL LAVAGGIO INTERNO ED ESTERNO DELLE MACCHINE IRRORATRICI

*(LE INDICAZIONI PER EFFETTUARLO RISPETTANDO L'AMBIENTE
ED EVITANDO FENOMENI DI FITOTOSSICITÀ EMERSE DAL
PROGETTO TOPPS)*

A cura di
Paolo Balsari, Paolo Marucco

Stampa e diffusione a cura del DEIAFA – Grugliasco (TO)

Tipo-litografia FIORDO – Galliate (NO)
Marzo 2010

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. Il Progetto TOPPS | 4 |
| 2. Scopo della brochure | 4 |
| 3. Introduzione al contesto della gestione delle operazioni di lavaggio delle macchine irroratrici | 6 |
| 3.1. Vie di contaminazione delle acque con agrofarmaci | 6 |
| 3.2. Il nuovo quadro normativo europeo e le sue implicazioni sulla corretta gestione del lavaggio delle irroratrici | 9 |
| 4. Perché è importante effettuare il lavaggio delle irroratrici | 13 |
| 5. La scelta del luogo dove effettuare il lavaggio dell'irroratrice | 15 |
| 5.1. Pulizia dell'irroratrice in campo | 15 |
| 5.2. Pulizia dell'irroratrice presso il centro aziendale..... | 16 |
| 6. Livelli di pulizia dell'irroratrice richiesti..... | 19 |
| 6.1. Pulizia interna..... | 22 |
| 6.2. Pulizia esterna | 26 |
| 7. Parametri che influenzano la contaminazione delle irroratrici | 27 |
| 7.1. Contaminazione interna | 27 |
| 7.2. Contaminazione esterna..... | 31 |
| 8. Dispositivi per la pulizia delle irroratrici | 36 |
| 8.1. Considerazioni generali..... | 36 |
| 8.2. Pulizia interna..... | 37 |
| 8.3. Pulizia esterna | 40 |
| 8.4. Prodotti per la pulizia delle irroratrici | 41 |
| 9. Procedure per effettuare la pulizia delle irroratrici..... | 42 |
| 9.1. Pulizia dell'irroratrice effettuata in campo | 42 |
| 9.2. Pulizia dell'irroratrice effettuata in azienda | 45 |
| 10. Prospettive per l'evoluzione dei sistemi di pulizia per le irroratrici | 47 |
| 11. Appendice: esempi pratici di come gestire la pulizia delle irroratrici..... | 49 |
| 11.1. Irroratrici prive di sistema lava impianto..... | 49 |
| 11.2. Irroratrici con serbatoio lava impianto | 51 |
| 11.3. Irroratrici dotate di serbatoio lava impianto e di ugello/i lava serbatoio..... | 53 |
| Glossario | 55 |
| Norme | 58 |
| Riferimenti bibliografici..... | 60 |

1. IL PROGETTO TOPPS

TOPPS (Training the Operators to prevent Pollution from Point Sources) è un progetto triennale, iniziato nel Novembre 2005 e terminato nell'Ottobre 2008 che ha visto coinvolti 15 Paesi Europei. Il progetto è stato finanziato dalla Commissione Europea attraverso il programma Life e dall'Associazione Europea dei Produttori di Agrofarmaci (ECPA).

Scopo di TOPPS è stato quello di identificare le buone pratiche per la corretta gestione dei prodotti fitosanitari nelle aziende agricole (Best Management Practises) e di divulgarle attraverso i servizi di assistenza tecnica sul territorio europeo, con appositi corsi di formazione e dimostrazioni pratiche, al fine di ridurre la contaminazione delle acque da prodotti fitosanitari.

Nell'ambito del progetto TOPPS sono stati prodotti brochures e documenti divulgativi che sono accessibili dal sito internet **www.topps-life.org**.

In questo volumetto vengono riportate le indicazioni tecniche, costruttive ed operative inerenti il lavaggio interno ed esterno delle macchine irroratrici.

2. SCOPO DELLA BROCHURE

Questa brochure si propone di informare gli agricoltori, i tecnici e le Autorità competenti sulle possibili strategie per la prevenzione dell'inquinamento puntiforme da agrofarmaci legato alle **operazioni di pulizia della macchina irroratrice** al termine del trattamento. Il Progetto TOPPS ha definito un elenco di Buone Pratiche (Best Management Practices) mirate a contenere l'inquinamento puntiforme da prodotti fitosanitari (vedi www.topps-life.org e la brochure di questa stessa collana intitolata "Uso sicuro e sostenibile degli agrofarmaci: le linee guida TOPPS per la prevenzione dell'inquinamento puntiforme da agrofarmaci") ed ha individuato la fase di pulizia dell'irroratrice, oltre a quella di gestione dei liquidi contenenti agrofarmaci (prodotti reflui del trattamento, vedi la brochure di questa stessa collana intitolata "Sistemi per la gestione dei prodotti reflui del trattamento fitoiatrico"), come una fra le più critiche nell'ambito della manipolazione dei prodotti fitosanitari nell'azienda agricola.



Figura 1: Lavaggio di una macchina irroratrice su un'area attrezzata.

Le modalità di esecuzione del lavaggio interno ed esterno dell'irroratrice devono essere considerate attentamente al fine di garantire la massima efficienza di decontaminazione della macchina e di evitare la contaminazione dell'ambiente con le acque di lavaggio dell'irroratrice, che ancora contengono agrofarmaci.

In questa pubblicazione si è cercato di indicare in modo chiaro ed esaustivo le possibili strategie che si possono adottare per effettuare il lavaggio interno ed esterno dell'irroratrice e fornire indicazioni sulle scelte più opportune da compiere in funzione del contesto aziendale nel quale si opera.

Queste informazioni fornite da TOPPS intendono integrare e completare le istruzioni fornite dai Costruttori di macchine irroratrici, dai produttori di agrofarmaci e quanto previsto dalle norme e dai regolamenti che vigono a livello nazionale ed internazionale. Devono, pertanto, essere considerate come una fonte di informazione tecnica complementare, piuttosto che alternativa.

3. INTRODUZIONE AL CONTESTO DELLA GESTIONE DELLE OPERAZIONI DI LAVAGGIO DELLE MACCHINE IRRORATRICI

3.1. Vie di contaminazione delle acque con agrofarmaci

La contaminazione delle acque con i prodotti fitosanitari può avvenire attraverso forme di inquinamento **puntiforme** oppure **diffuso** (Figura 2).

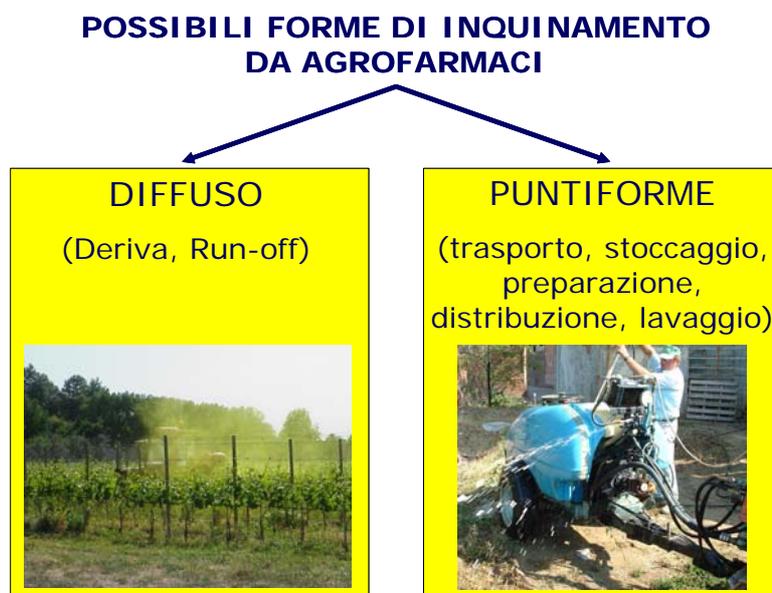


Figura 2: *Modalità di contaminazione ambientale da agrofarmaci.*

I) Inquinamento puntiforme

Si verifica quando si contamina con i prodotti fitosanitari una superficie limitata e tale contaminazione si ripete sistematicamente nel tempo. L'inquinamento puntiforme da agrofarmaci è potenzialmente più elevato tanto più il prodotto manipolato è concentrato (Figura 3) e/o i quantitativi dispersi sono considerevoli.



Figura 3: *Fase di introduzione del prodotto fitoiatrico concentrato nella macchina irroratrice.*

Le operazioni chiave da questo punto di vista sono le **fasi di riempimento** e di **pulizia della macchina irroratrice** e la **gestione dei prodotti reflui** del

trattamento. Questi ultimi sono rappresentati essenzialmente dai liquidi contenenti agrofarmaci che possono rimanere all'interno dell'irroratrice se quest'ultima non viene pulita completamente in campo (Figura 4), dagli eventuali sversamenti di prodotto generati durante le operazioni di riempimento dell'irroratrice effettuate nel cortile aziendale, e dalle acque di lavaggio interno ed esterno dell'irroratrice quando questa operazione è effettuata in azienda. Diversi studi (Seel *et al.*, 1996; Kreuger, 1998; Mason *et al.*, 1999; Muller *et al.*, 2002; Maillet-Mazeray *et al.*, 2004; Bach *et al.*, 2005; Neal *et al.*, 2006) hanno indicato che le sorgenti di inquinamento puntiforme costituiscono dal 40 al 90% della contaminazione delle acque da agrofarmaci e rappresentano pertanto il più importante veicolo di inquinamento delle acque da prodotti fitosanitari.

Le operazioni di riempimento della macchina irroratrice e di lavaggio della stessa a fine trattamento, infatti, di solito vengono condotte sempre nello stesso punto del centro aziendale, in prossimità della presa d'acqua, senza adottare particolari precauzioni riguardo al destino delle acque di lavaggio contaminate con gli agrofarmaci, che vengono scaricate nel terreno o direttamente in fognatura, come ha rilevato un'indagine condotta dal DEIAFA dell'Università di Torino alcuni anni or sono (Figura 5).



Figura 4: *Esempio di inquinamento puntiforme generato dallo sversamento in campo del residuo di miscela fitoiatrica ancora presente nel serbatoio a fine trattamento.*

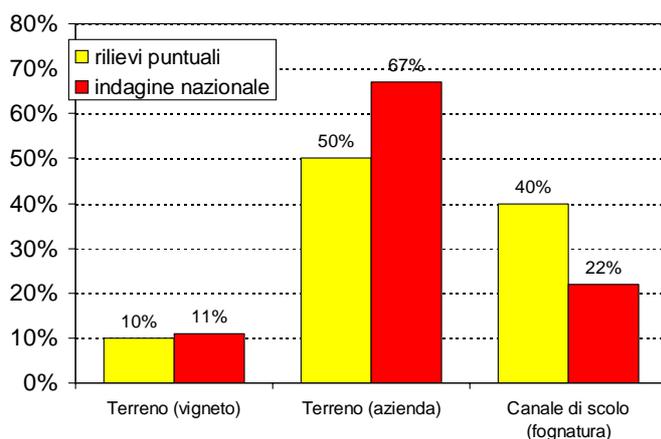


Figura 5: Destino delle acque di lavaggio della macchina irroratrice (dati rilevati dal DEIAFA attraverso un'indagine condotta direttamente presso un campione di 30 aziende viticole piemontesi e, attraverso questionari, in oltre 100 aziende viticole sull'intero territorio nazionale).

Sempre da tale indagine è emerso che in un'azienda viticola di medie dimensioni i volumi complessivi delle acque di lavaggio prodotti nell'arco di una stagione raggiungono, in media, i 1500 l/anno (Tabella 1). Pur assumendo che si tratti di liquidi caratterizzati da una concentrazione di agrofarmaci pari solo all'1%, ciò si traduce in 1,5 kg di formulato commerciale che ogni anno viene sistematicamente immesso su una superficie di ridotte dimensioni, con conseguenti fenomeni di contaminazione ambientale, legati all'accumulo di sostanze xenobiotiche sia nel terreno che nelle acque superficiali e sotterranee.

| | |
|---|------|
| Volume medio di miscela residua nel serbatoio (l) | 24 |
| Consumo medio di acqua per lavaggio interno (l) | 60 |
| Consumo medio di acqua per lavaggio esterno (l) | 61 |
| Numero lavaggi / anno | 11 |
| Volume totale acqua di lavaggio (l/anno) | 1331 |
| Volume complessivo di acque contaminate con agrofarmaci (l) | 1595 |

Tabella 1: Valori medi dei volumi di reflui contaminati con agrofarmaci prodotti nelle operazioni di lavaggio di un'irroratrice per il vigneto nell'arco di una stagione (dati rilevati dal DEIAFA attraverso un'indagine condotta direttamente presso un campione di 30 aziende viticole piemontesi).

II) Inquinamento diffuso

L'inquinamento diffuso da agrofarmaci è, invece, legato essenzialmente alla fase di distribuzione dei prodotti fitosanitari in campo (Figura 6). Le forme di inquinamento diffuso sono riconducibili al **ruscellamento** della miscela fitoiatrice che raggiunge il suolo ed i sistemi di drenaggio dei campi a seguito di elevate precipitazioni e quando si opera su terreni caratterizzati da considerevoli pendenze ed alla **deriva** del prodotto fitoiatrice, ossia al movimento di parte della miscela erogata dall'irroratrice verso l'esterno dell'area trattata, dovuto al moto delle correnti d'aria ambientali.



Figura 6: Fase di distribuzione della miscela fitoiatrica in un frutteto.

3.2. Il nuovo quadro normativo europeo e le sue implicazioni sulla corretta gestione del lavaggio delle irroratrici

Nell'ultimo periodo la Commissione Europea ha emanato una serie di Direttive specificamente indirizzate a contenere le forme di inquinamento delle acque da agrofarmaci: la Direttiva sull'Uso Sostenibile degli Agrofarmaci, la Direttiva Quadro sulle Acque e l'emendamento alla Direttiva Macchine.

3.2.1 Direttiva sull'Uso Sostenibile degli Agrofarmaci

La Direttiva Europea sull'Uso Sostenibile degli Agrofarmaci (2009/128/CE), emanata alla fine del 2009, prevede che gli Stati membri dell'Unione Europea adottino una serie di misure utili a mitigare i rischi di inquinamento ambientale legati all'impiego dei prodotti fitosanitari. Tra le misure che si dovranno a breve intraprendere vi sono anche quelle necessarie per prevenire l'inquinamento puntiforme da agrofarmaci.

In particolare, la Direttiva sull'Uso Sostenibile degli Agrofarmaci raccomanda che le misure atte a prevenire questa forma di inquinamento siano indicate in maniera dettagliata nei Piani d'Azione Nazionali, strumenti attraverso i quali ciascuno Stato membro dovrà rendere operativa la Direttiva in oggetto. Per quanto riguarda la gestione dei lavaggi delle macchine irroratrici, sono suggerite due azioni: 1) l'implementazione di aree attrezzate, pavimentate e dotate di sistemi per la raccolta differenziata delle acque contaminate con agrofarmaci, da allestire presso il centro aziendale (Figura 7); 2) la promozione dell'impiego dei sistemi per il lavaggio interno ed esterno dell'irroratrice direttamente in campo (Figura 8), al fine di minimizzare i quantitativi di miscela fitoiatrica (diluata o non) da dover gestire presso il centro aziendale.



Figura 7: Esempio di area attrezzata per il riempimento ed il lavaggio delle irroratrici, pavimentata e dotata di sistema per la raccolta delle acque contaminate con agrofarmaci.



Figura 8: Esecuzione del lavaggio esterno dell'irroratrice direttamente in campo grazie all'impiego di una lancia a mano collegata con il serbatoio lava impianto dell'irroratrice (foto VISAVI).

3.2.2 Direttiva quadro sulle acque (Water Framework Directive)

La maggior parte dei Paesi UE ha già recepito la Direttiva Quadro sulla gestione delle Acque (2000/60/EC) all'interno della propria legislazione nazionale. L'obiettivo generale di questa direttiva è quello di migliorare e proteggere lo stato di tutte le acque. L'obiettivo finale è quello che tutti gli Stati Membri dell'Unione Europea raggiungano entro il 2027 una classificazione per la qualità delle proprie acque almeno pari a quella del "buono stato".

Dalla sua entrata in vigore nel Dicembre 2003, la Direttiva Quadro prevede un calendario di obiettivi che devono essere soddisfatti nel tempo. Dall'identificazione dei soggetti competenti (istituzioni, autorità, ecc.) all'individuazione dei bacini idrici da monitorare, alla predisposizione dei piani di gestione dei bacini idrici per ciascun distretto, alla definizione di misure per migliorare la qualità delle acque e per controllarla periodicamente (ogni 6 anni).

La Direttiva Quadro sulla gestione delle acque comprende delle "direttive figlie" sulle acque sotterranee (2006/118/EC) e sulle acque superficiali (Direttiva EQS – Environmental Quality Standards – la cui entrata in vigore è prevista per la metà del 2010). Questi documenti stabiliscono gli obiettivi da raggiungere per quanto riguarda il livello di qualità delle acque superficiali e di falda. Entrambe le

tipologie di acque (sotterranee o superficiali) vengono utilizzate in Europa per la produzione di acqua potabile. La concentrazione massima di agrofarmaci ammessa nelle acque potabili è di 0,1 µg/l (98/88/EC). Ciò equivale ad un solo grammo di sostanza attiva in 10 milioni di litri d'acqua (Figura 9).

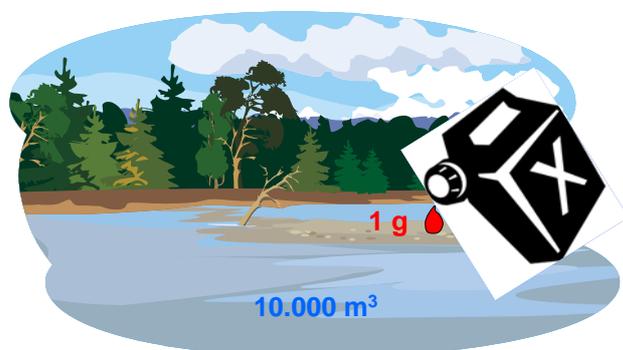


Figura 9: Livello massimo di contaminazione delle acque da agrofarmaci ammesso dalla Direttiva europea sulle acque (Water Framework Directive).

Il limite di 0,1 µg/l rappresenta di fatto una “tolleranza zero” per gli agrofarmaci nell’acqua potabile. Al fine di raggiungere questi obiettivi molto severi, è necessario adottare misure di mitigazione del rischio a livello locale e promuovere su larga scala l’adozione delle linee guida TOPPS (BMP), in particolare di quelle legate alla corretta gestione delle operazioni di lavaggio delle macchine irroratrici. **Se la concentrazione di agrofarmaci nelle acque supererà il limite di 0,1 µg/l, anche prima che venga effettuato alcun trattamento di depurazione, gli Stati Membri potranno decidere di restringere o addirittura bandire l’impiego degli agrofarmaci riscontrati nelle acque, e ciò comporterà, per l’agricoltore, una limitazione delle alternative possibili per la difesa delle proprie colture.**

3.2.3 Emendamento alla “Direttiva Macchine”

L’emendamento alla “Direttiva Macchine” 2009/127/CE prevede che le irroratrici nuove di fabbrica, a partire dall’ottobre 2011, per poter essere immesse sul mercato europeo e quindi dotarsi del marchio CE, dispongano di una serie di dispositivi tecnici atti a prevenire l’inquinamento ambientale. In particolare, tale emendamento richiede che le irroratrici siano: 1) progettate e costruite in modo da poter essere utilizzate, regolate e sottoposte a manutenzione senza causare danni all’ambiente; 2) provviste di dispositivi di comando e controllo dell’erogazione azionabili direttamente dal posto guida; 3) progettate e costruite in modo da facilitare **il riempimento preciso e lo svuotamento completo e da evitare ogni dispersione accidentale di agrofarmaci nel corso di tali operazioni** (Figura 10); 4) munite di dispositivi che permettano di regolare in modo facile, preciso e affidabile la dose di applicazione; 5) progettate e costruite in modo da assicurare una distribuzione uniforme e un deposito omogeneo dei prodotti fitosanitari nelle zone bersaglio e da ridurre al minimo la dispersione al di fuori di tali zone; 6) equipaggiate con ugelli e filtri opportunamente contrassegnati in modo che il loro tipo e la loro dimensione possano essere identificati direttamente o in base alle informazioni fornite nel manuale di

istruzioni; 7) **progettate e costruite in modo da facilitarne la pulizia, in particolare del serbatoio** (Figure 11 e 12); 8) fornite di un manuale di istruzioni che riporti le indicazioni circa: a) le precauzioni da prendere durante il riempimento, lo svuotamento e la pulitura per evitare la contaminazione dell'ambiente; b) le condizioni d'uso e le corrispondenti predisposizioni e regolazioni che assicurino la distribuzione uniforme e la deposizione omogenea degli antiparassitari per evitarne la dispersione; c) il tipo e la dimensione degli ugelli e delle maglie dei cestelli e dei filtri; e) la frequenza di verifica e i criteri per la sostituzione degli ugelli, dei cestelli e dei filtri; f) le restrizioni d'uso di determinati agrofarmaci; g) il collegamento e l'uso di attrezzature e di accessori speciali; h) i controlli da effettuare sulle macchine, secondo le disposizioni pertinenti della Direttiva.

Con tale Direttiva, in sintesi, si richiede che tutti i costruttori producano irroratrici che rispettino i requisiti indicati nella norma EN 12761, come oggi già avviene per quei modelli che hanno ottenuto la certificazione ENAMA (vedi www.enama.it).



Figura 10: *Valvola per lo svuotamento del serbatoio principale posizionata in maniera tale da poter raccogliere tutto il liquido residuo nella cisterna in condizioni di sicurezza per l'operatore e per l'ambiente.*

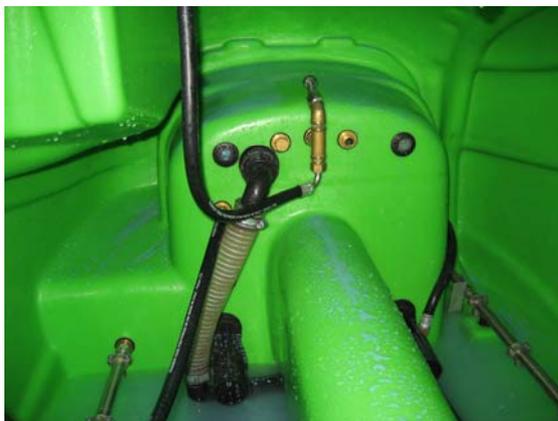


Figura 11: *Interno del serbatoio di un'irroratrice: ridurre all'essenziale la presenza di elementi interni (raccordi, tubazioni, sistemi di agitazione) ed evitare angoli morti nella conformazione della cisterna è fondamentale per facilitarne la pulizia.*



Figura 12: *Esterno del serbatoio di un'irroratrice: l'assenza di rugosità e di superfici schermate dagli altri componenti (es. gruppo di regolazione, pompa, ventilatore) agevola una pulizia più rapida e completa.*

4. PERCHÈ È IMPORTANTE EFFETTUARE IL LAVAGGIO DELLE IRRORATRICI

Risciacquare la macchina irroratrice ogni volta che si conclude o che si interrompe un trattamento è utile a preservare i componenti della macchina irroratrice (tubazioni, raccordi, sistemi di regolazione, valvole, ugelli, pareti interne ed esterne dei serbatoi, telaio) dal contatto con gli agenti chimici che, soprattutto in alcuni casi, possono essere particolarmente aggressivi e danneggiare i componenti stessi. Si tratta quindi, in primo luogo, di un'operazione di corretta manutenzione (Figura 13).



Figura 13: *Effettuare la pulizia dell'irroratrice a fine trattamento è, anzitutto, un'operazione di corretta manutenzione della macchina.*

Inoltre, nel caso in cui il trattamento con un certo tipo di agrofarmaco sia stato completato e si preveda un successivo utilizzo dell'attrezzatura impiegando un altro tipo di agrofarmaco è molto importante garantire un'adeguata pulizia

interna dell'irroratrice, affinché non si verifichino fenomeni di incompatibilità fisica e chimica fra prodotti diversi, anche se presenti in piccole quantità, che vengono miscelati insieme. Ancora, l'impiego della macchina irroratrice su una coltura diversa da quella trattata in precedenza, se effettuato senza prevedere un adeguato risciacquo dell'attrezzatura, può determinare pericolosi fenomeni di fitotossicità e procurare seri danni (si pensi, ad esempio, al caso in cui si passi da un trattamento con un erbicida selettivo su una coltura erbacea ad un trattamento insetticida effettuato su un'altra specie erbacea sensibile all'erbicida utilizzato in precedenza).

Infine, la contaminazione esterna della macchina irroratrice, inevitabile e più evidente nel caso delle irroratrici per colture arboree, se non rimossa sistematicamente alla fine di ogni applicazione, oltre a produrre facilmente fenomeni di intasamento degli ugelli dovuti all'accumulo e all'essiccazione di materiale contenente agrofarmaci in prossimità degli orifizi di uscita del liquido, aumenta i rischi di contaminazione dell'ambiente (per esempio a causa delle piogge che possono dilavare i residui accumulatisi sulle parti esterne della macchina) e l'esposizione a prodotti tossici e nocivi sia per l'operatore che per chiunque venga accidentalmente a contatto con la macchina contaminata (Figura 14).



Figura 14: *I depositi di miscela fitoiatrica sulle superfici esterne della macchina irroratrice, se non rimossi, possono rappresentare una fonte di contaminazione per l'operatore e per l'ambiente.*

5. LA SCELTA DEL LUOGO DOVE EFFETTUARE IL LAVAGGIO DELL'IRRORATRICE

5.1. Pulizia dell'irroratrice in campo

I residui ed i depositi di miscela fitoiatrica – presenti all'interno ed all'esterno dell'irroratrice alla fine del trattamento – vanno rimossi preferibilmente risciacquando e/o pulendo l'attrezzatura nell'ultimo appezzamento dove si è eseguito il trattamento (Figura 15). La pulizia dell'irroratrice deve essere effettuata in aree del campo dove non vi sia il rischio di inquinare le acque superficiali o di falda ed occorre sempre considerare che la procedura di pulizia dell'irroratrice non deve provocare, nemmeno localmente, il superamento del livello massimo di dosaggio dell'agrofarmaco ammesso in etichetta.



Figura 15: *Esecuzione delle operazioni di lavaggio dell'irroratrice direttamente in campo: a sinistra, dopo aver attivato il sistema lava impianto, la miscela fitoiatrica diluita viene irrorata sulla coltura; a destra, il risciacquo delle parti esterne della macchina viene effettuato in prossimità dell'appezzamento trattato.*

Effettuare la pulizia dell'irroratrice in campo consente di ottenere una serie di benefici poichè:

- Lo smaltimento delle acque di lavaggio contenenti residui di agrofarmaci avviene in un'area dove ne è già autorizzato l'impiego.
- Vi sono minori rischi legati al trasferimento dell'attrezzatura contaminata dal luogo dove è stata utilizzata per eseguire i trattamenti.
- Vi sono minori preoccupazioni per contenere, trasportare e smaltire i residui contenenti agrofarmaci dal campo al centro aziendale.

Per poter operare in campo, è tuttavia indispensabile che l'irroratrice disponga di un serbatoio ausiliario per l'acqua pulita di adeguata capacità e di efficienti dispositivi per il lavaggio sia interno che esterno (Figura 16 e Figura 17).

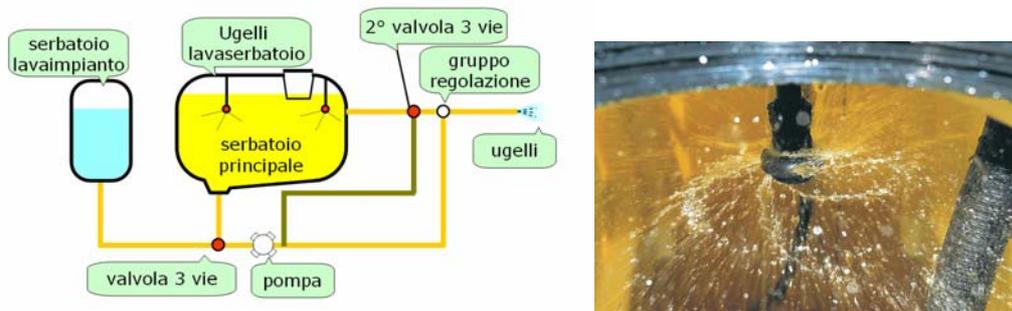


Figura 16: *Schema del circuito idraulico di un'irroratrice dotata di serbatoio lava impianto e di un sistema per il lavaggio interno del serbatoio; a destra, ugello lava serbatoio in funzione.*

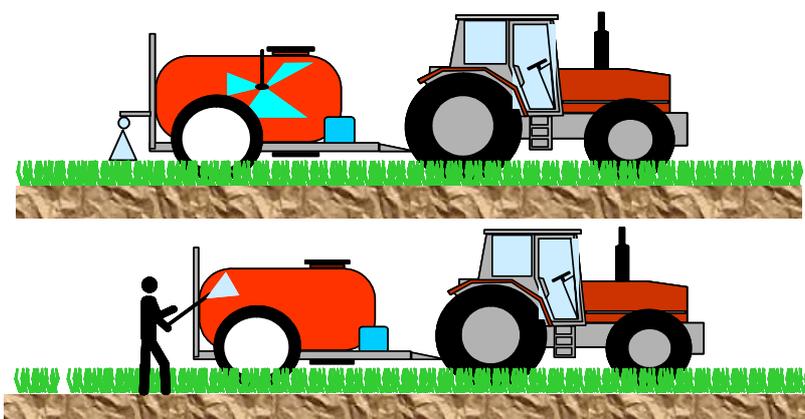


Figura 17: *Schema dell'impiego dei dispositivi per il lavaggio interno (in alto) ed esterno (in basso) collegati al serbatoio lava impianto ed azionabili direttamente in campo.*

5.2. Pulizia dell'irroratrice presso il centro aziendale

Quando non si possa effettuare la pulizia dell'irroratrice in campo, è necessario prevedere l'installazione di un'area appositamente attrezzata per svolgere questa operazione in azienda. Al fine di prevenire i fenomeni di inquinamento puntiforme è indispensabile che l'area sulla quale si opera il lavaggio delle attrezzature (Figure 18, 19 e 20) sia pavimentata e possibilmente dotata di un sistema per la raccolta delle acque contaminate con gli agrofarmaci in un apposito serbatoio per poterle poi avviare al corretto smaltimento (attraverso sistemi di depurazione presenti in azienda quali biofiltri, biobed, ecc. oppure tramite conferimento a ditte specializzate). La superficie dell'area attrezzata deve essere proporzionata alle dimensioni delle macchine irroratrici utilizzate ed il sistema di raccolta deve possibilmente prevedere un circuito dedicato per le acque piovane non contaminate, in maniera tale che queste ultime non contribuiscano al riempimento del serbatoio per i prodotti reflui del trattamento. Dotarsi di un'area attrezzata per il lavaggio delle irroratrici comporta necessariamente dei costi più elevati rispetto alla scelta di operare direttamente in campo, tuttavia questa infrastruttura può essere impiegata utilmente anche nella fase di preparazione della miscela e di riempimento dell'irroratrice,

contribuendo a prevenire la contaminazione del suolo dovuta a sversamenti di prodotto fitosanitario concentrato o a traccimazioni della miscela fitoiatrice dal serbatoio che possono accidentalmente verificarsi.



Figura 18: Area attrezzata per il riempimento ed il lavaggio delle macchine irroratrici, pavimentata e dotata di sistema di raccolta delle acque contaminate; a destra, particolare della griglia che immette al serbatoio di raccolta dei prodotti reflui.

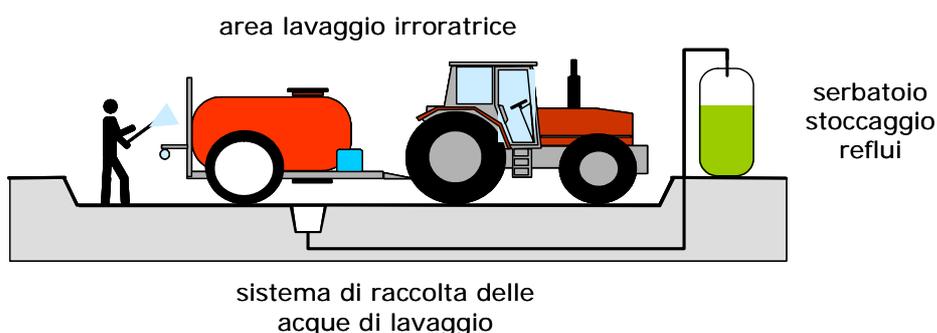


Figura 19: Schema di un'area attrezzata per il riempimento ed il lavaggio delle irroratrici con sistema di raccolta delle acque reflue e relativo serbatoio di stoccaggio.

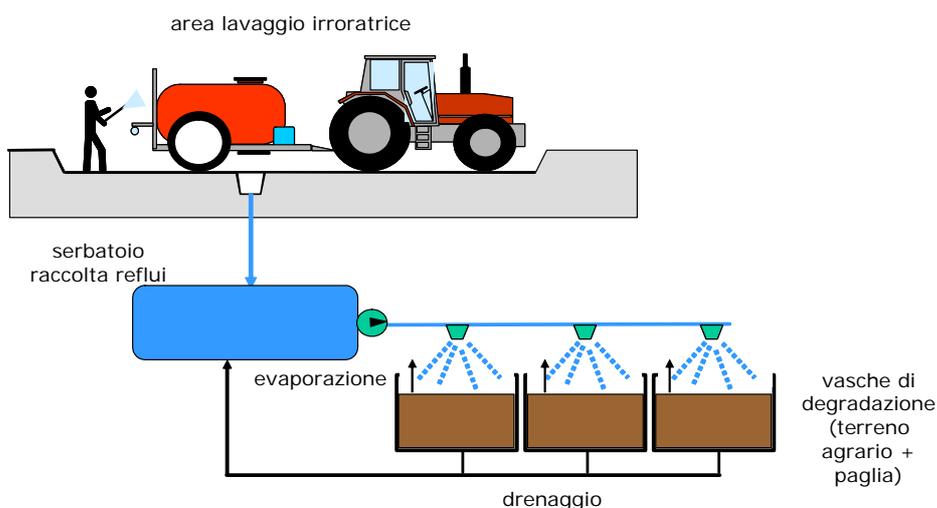


Figura 20: Schema di un'area attrezzata per il riempimento ed il lavaggio delle irroratrici con sistema di raccolta delle acque reflue e relativo serbatoio di stoccaggio collegato direttamente ad un dispositivo (biofiltro) per la loro depurazione.

Nel caso si operi su aree attrezzate in azienda, non è indispensabile che siano presenti dispositivi per il lavaggio interno ed esterno dell'irroratrice montati sulla macchina, poichè si può operare con lance a mano o idropultrici alimentate direttamente dalla rete idrica aziendale (Figura 21). Occorre però cercare sempre di minimizzare i quantitativi d'acqua utilizzati per effettuare i lavaggi, in maniera tale da contenere il più possibile i volumi di prodotti reflui da avviare allo smaltimento. Il dimensionamento del serbatoio di raccolta di questi ultimi deve essere fatto tenendo conto del numero di attrezzature presenti in azienda, della frequenza dei trattamenti e della capacità operativa dei sistemi di depurazione e/o smaltimento adottati in azienda. In ogni caso, dovrà essere sempre possibile verificare il livello di riempimento di tale serbatoio al fine di prevenirne la saturazione.



Figura 21: *Lavaggio dell'irroratrice su area attrezzata con impiego di una lancia a mano alimentata dalla rete idrica aziendale.*

Dal punto di vista economico, è evidente che operare in campo consente di limitare gli investimenti ai soli dispositivi per il lavaggio interno ed esterno montati direttamente sull'irroratrice, con una spesa valutabile nell'ordine di qualche centinaio di Euro, mentre operare in azienda comporta necessariamente l'allestimento di un'area attrezzata per il lavaggio delle macchine con un sistema di raccolta e di appropriato smaltimento delle acque di lavaggio, e pertanto una spesa decisamente maggiore, almeno dell'ordine di qualche migliaio di Euro.

Al fine di ridurre quest'ultima spesa è possibile attrezzare delle aree per il lavaggio dell'irroratrice "portatili", ossia delle piscinette (Figura 22), che possono essere allestite in prossimità delle prese d'acqua, sia in campo che in azienda. Esse consentono di proteggere il suolo dalla contaminazione con le acque di lavaggio e di raccoglierele opportunamente in appositi serbatoi di stoccaggio, per esempio attraverso l'impiego di dispositivi aspira liquidi, oppure, quando non vi sono problemi di incompatibilità fra agrofarmaci, aspirandole nuovamente nel serbatoio principale dell'irroratrice ed utilizzandole come eluente per le successive miscele fitoiatriche.



Figura 22: *Lavaggio dell'irroratrice su piscinetta con impiego di una lancia a mano alimentata dalla rete idrica aziendale.*

6. LIVELLI DI PULIZIA DELL'IRROTRICE RICHIESTI

La norma ISO 22368, suddivisa in tre parti, descrive le metodologie di prova che devono essere seguite per valutare l'efficienza dei sistemi di lavaggio rispettivamente per quanto riguarda: a) la pulizia interna completa dell'irroratrice (serbatoio + circuito idraulico, ISO 22368-1); b) la pulizia esterna dell'irroratrice (ISO 22368-2); c) la pulizia interna del solo serbatoio (ISO 22368-3). Al momento non sono ancora stati definiti ufficialmente dei limiti di accettabilità per il livello di pulizia ottenuto, tuttavia alcune proposte in tal senso sono state avanzate, per quanto riguarda la pulizia interna, e sono le seguenti:

- a) pulizia interna completa dell'irroratrice: la quantità di prodotto residuo (materiale di prova = ossicloruro di rame) nella macchina dopo aver completato il lavaggio interno completo deve essere non superiore allo 0,3% di quella presente prima di iniziare la procedura di lavaggio (Figura 23);
- b) pulizia interna del solo serbatoio: gli ugelli lava serbatoio devono garantire che almeno il 50% del prodotto residuo (materiale di prova = ossicloruro di rame) presente nel serbatoio, prima dell'azionamento del sistema di lavaggio interno, sia stato rimosso (Figura 24).

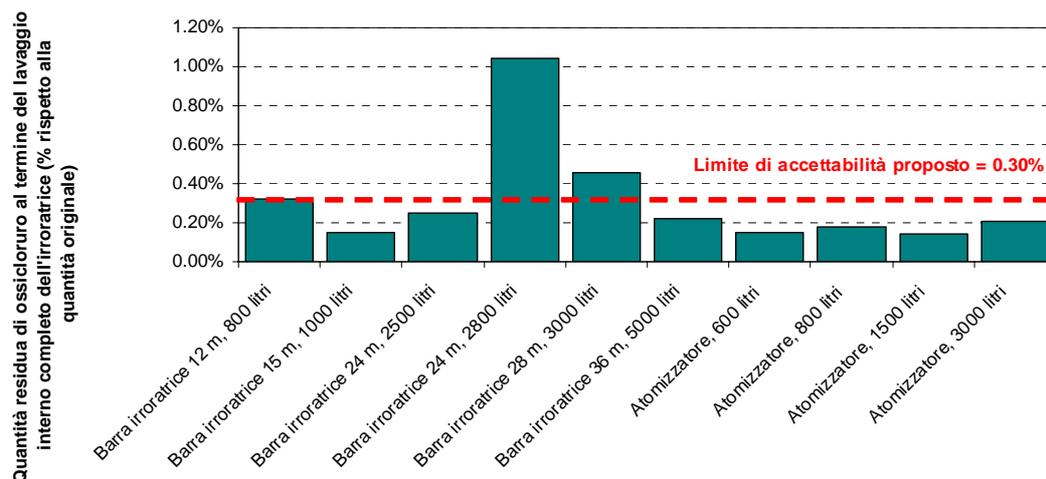


Figura 23: Quantità di ossicloruro di rame residua rilevata in alcuni modelli di macchine irroratrici dopo aver effettuato il lavaggio interno completo (prove condotte da JKI, DEIAFA e VISAVI secondo la ISO 22368-1) e confronto con il limite di accettabilità proposto.

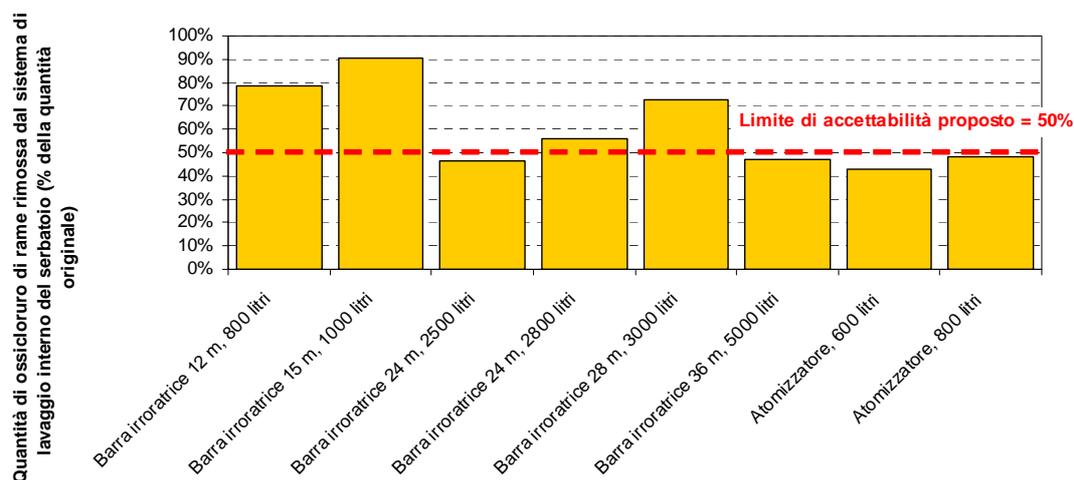


Figura 24: Quantità di ossicloruro di rame nel serbatoio rimosso dopo la procedura di lavaggio interno del solo serbatoio in alcuni modelli di macchine irroratrici (prove condotte da JKI, DEIAFA e VISAVI secondo la ISO 22368-3) e confronto con il limite di accettabilità proposto.

Occorre tenere presente che, già oggi, in alcuni Paesi Europei (Francia e Danimarca in particolare) è possibile versare nel campo la miscela fitoiatrica diluita che rimane nel serbatoio dell'irroratrice al termine delle operazioni di lavaggio interno, ma solo se la concentrazione dell'agrofarmaco, rispetto alla miscela originale distribuita sulla coltura, è stata abbattuta al 2%, ovvero è stato applicato un fattore di diluizione di 1 a 50 (in Danimarca), o all'1%, ovvero è stato applicato un fattore di diluizione di 1 a 100 (in Francia).

Per quanto concerne la capacità del serbatoio lava impianto, la norma EN 12761, sia nella parte 2, relativa alle barre irroratrici, sia nella parte 3, inerente le irroratrici per le colture arboree, prevede che il volume del serbatoio lava impianto sia pari almeno al 10% della capacità nominale del serbatoio principale

dell'irroratrice ovvero a 10 volte l'entità del volume residuo diluibile, misurato secondo i criteri definiti nella norma ISO 13440.

Risulta evidente che tanto maggiore è la quantità di miscela residua nel serbatoio, tanto più grande dovrà essere il volume d'acqua pulita da utilizzare per ottenere una sua adeguata diluizione e quindi consentire la sua distribuzione in campo senza creare danni ambientali o fenomeni di fitotossicità.

La norma ISO 13440 definisce che cosa si intende per volume residuo totale, volume residuo non diluibile e volume residuo diluibile (vedi glossario).

Sempre con l'obiettivo di ottenere il desiderato livello di diluizione senza eccedere con la capacità del serbatoio lava impianto, che comporterebbe problemi anche di carattere operativo, nella norma EN 12761-2 è indicato che il volume residuo totale nelle barre irroratrici non deve eccedere lo 0,5% della capacità nominale del serbatoio principale più 2 litri per ogni metro di barra. Nella EN 12761-3, invece, è riportato che nelle irroratrici per le colture arboree il volume residuo totale non deve superare: a) il 4% della capacità nominale del serbatoio principale quando quest'ultima è inferiore a 400 litri; b) il 3% della capacità nominale del serbatoio principale quando quest'ultima è compresa tra 400 e 1000 litri; c) il 2% della capacità nominale del serbatoio principale quando quest'ultima supera i 1000 litri. Nella Tabella 2 sono riportati alcuni esempi in merito al massimo volume diluibile e alla capacità minima del serbatoio lava impianto.

| Tipo di macchina | Capacità nominale serbatoio principale | Larghezza barra | Massimo volume residuo totale ammesso | Volume residuo diluibile misurato | Capacità minima serbatoio lava impianto |
|---------------------------------|--|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Barra irroratrice | 600 litri | 12 metri | 27 litri | 15 litri | 60 litri |
| Barra irroratrice | 4000 litri | 24 metri | 68 litri | 35 litri | 350 litri |
| Irroratrice per colture arboree | 300 litri | - | 12 litri | 8 litri | 30 litri |
| Irroratrice per colture arboree | 3000 litri | - | 60 litri | 24 litri | 240 litri |

Tabella 2: Esempi di dimensionamento della capacità del serbatoio lava impianto per alcuni modelli di barre irroratrici ed irroratrici per colture arboree in funzione della capacità del serbatoio principale e del volume residuo diluibile secondo le norme EN 12761 e ISO 13440.

6.1. Pulizia interna

I requisiti minimi per il livello di pulizia interna dell'irroratrice possono variare in funzione di specifiche esigenze o possono essere stabiliti in etichetta.

In termini generali, si raccomanda il 'risciacquo interno' delle irroratrici quando si deve proseguire con i trattamenti sulla stessa coltura o nell'uso quotidiano della macchina (anche nel caso si interrompa l'esecuzione del trattamento a causa di un imprevisto e lo si riprenda il giorno successivo).

Si raccomanda invece sempre la 'pulizia interna completa' delle irroratrici quando ci si prepara a trattare una coltura diversa dalla precedente con un diverso agrofarmaco (ad esempio spostandosi da erbicida su frumento a fungicida su barbabietola) oppure quando si prevede che l'irroratrice rimanga ferma per un certo periodo di tempo o debba essere sottoposta ad interventi di manutenzione.

I requisiti minimi per il livello di pulizia esterna dell'irroratrice devono garantire che le irroratrici (e le relative macchine motrici accoppiate) possano essere impiegate, mantenute e ricoverate in condizioni di sicurezza ed è pertanto raccomandabile che, dopo ogni utilizzo, la macchina irroratrice sia risciacquata esternamente.

6.1.1 Risciacquo interno

Questa operazione è raccomandabile quando si prevede di riutilizzare l'irroratrice in tempi brevi e/o per il trattamento della stessa/e coltura/e utilizzando lo stesso tipo di miscela fitoiatrica.

Il risciacquo è un'operazione più semplice e veloce della pulizia completa (decontaminazione). Questa procedura più semplice può ridurre i rischi di inquinamento ambientale anche grazie all'impiego di minori volumi di acqua pulita ed alla maggiore propensione dell'agricoltore ad eseguirla abitualmente. Il solo risciacquo, tuttavia, è appropriato soltanto quando viene fatto subito dopo l'irrorazione, e non per tutti i tipi di trattamento. Queste situazioni particolari, per le quali il solo risciacquo non è sufficiente, devono essere conosciute. Dopo il risciacquo interno, il successivo impiego dell'irroratrice deve avvenire sulla medesima coltura oppure su una coltura che tolleri il prodotto fitosanitario utilizzato in precedenza o che non sia danneggiata/inquinata dallo stesso.

Il risciacquo diluisce il volume residuo di miscela fitoiatrica nell'irroratrice ed evita così che quest'ultimo formi pellicole adesive di prodotto concentrato sulle pareti interne del serbatoio, delle tubazioni e degli ugelli. Si ricorda che le pareti interne del serbatoio dell'irroratrice possono raggiungere temperature elevate quando la macchina è lasciata esposta al sole (Figura 25) e questo calore può provocare l'evaporazione dei solventi contenuti nella miscela, generando quindi, sia una maggiore concentrazione del principio attivo, sia una sua maggiore adesività alle superfici con le quali è a contatto.



Figura 25: *Irroratrice non risciacquata e lasciata esposta al sole al termine del trattamento.*

L'efficienza del risciacquo risulta ottimale solo se i residui di miscela sono di minima entità. Quando il serbatoio dell'irroratrice è provvisto di un ben definito pozzetto di aspirazione e se il sistema di agitazione e di ricircolo della miscela può essere opportunamente disattivato nel momento in cui il contenuto del serbatoio si sta esaurendo (Figura 26), bastano dei volumi ridotti di acqua pulita per ottenere una buona efficienza di risciacquo. Analogamente, mantenere gli ugelli attivati fino a che i getti si esauriscono (e viene emessa aria dagli ugelli stessi) assicura ulteriormente che la maggior parte del residuo sia espulso dalla macchina.

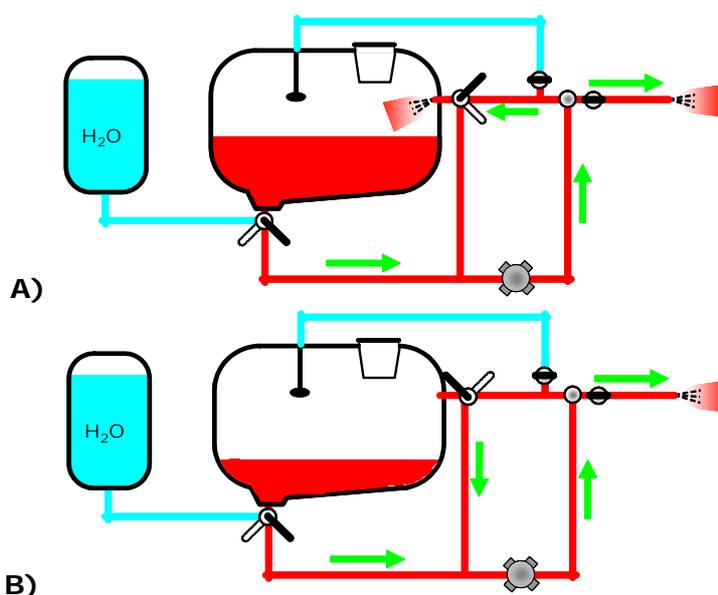


Figura 26: *Gestione del sistema di ricircolo e/o agitazione della miscela fitoiatrica durante l'esecuzione del trattamento: A) quando il contenuto del serbatoio principale è consistente, il ricircolo è attivo; B) quando il contenuto del serbatoio è prossimo ad esaurirsi il ricircolo viene chiuso. Per poter effettuare questa operazione è necessario che il circuito idraulico dell'irroratrice sia provvisto di valvole dedicate per la chiusura del sistema di agitazione e ricircolo della miscela.*

Lo smaltimento delle acque di lavaggio deve essere eseguito in condizioni di sicurezza. Quando si distribuisce il residuo di miscela fitoiatrica diluita sulla coltura/campo trattata/o, al fine di evitare ogni rischio di sovradosaggio, è necessario ridurre la pressione di esercizio ed impiegare velocità di avanzamento più elevate (Figura 27).

Per prevenire l'accumulo di depositi di prodotto fitoiatrico sulle pareti interne del serbatoio si raccomanda di immettere nel serbatoio dell'acqua pulita e di lasciarvela fino all'esecuzione del trattamento successivo.

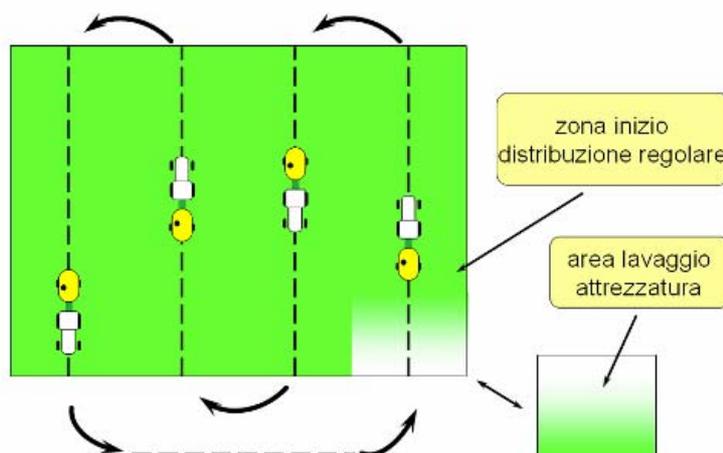


Figura 27: Smaltimento dell'acqua di lavaggio interno dell'irroratrice in campo: è raccomandabile distribuire la miscela fitoiatrica diluita sulla coltura, a partire dalla porzione dell'appezzamento dove si è iniziato il trattamento e quindi dove la concentrazione della miscela fitoiatrica non era ancora piena, avendo comunque l'avvertenza di ridurre il volume di applicazione rispetto a quello utilizzato con la miscela concentrata. Ciò permette di evitare sovradosaggi di prodotto.

6.1.2 Pulizia interna completa (decontaminazione)

Si rende necessario operare la decontaminazione dell'irroratrice quando vi sono rischi per la coltura che si tratta successivamente, quando si prevede di utilizzare successivamente una miscela fitoiatrica incompatibile con quella impiegata in precedenza (per esempio quando possono verificarsi reazioni chimiche indesiderate che influenzano l'efficacia dei principi attivi) o quando si prevede di ricoverare l'irroratrice (es. per il periodo invernale) o di effettuare interventi di manutenzione dell'attrezzatura.

Si ricorda che residui di agrofarmaci possono essere trattieneuti nelle irroratrici anche a seguito di fenomeni fisici e chimici (Figura 28). La quantità di miscela residua presente nell'irroratrice a fine trattamento può essere resa minima grazie ad un'adeguata configurazione del circuito idraulico e del serbatoio e ad un appropriato impiego dell'attrezzatura (vedi Figura 11). I serbatoi delle irroratrici più evolute dispongono di pozzetti per facilitare il più possibile l'aspirazione della miscela da parte della pompa, di pareti interne molto lisce e non presentano "angoli morti" dove possano rimanere dei residui di miscela. Alcuni prodotti fitosanitari possono aderire e combinarsi chimicamente con i materiali delle strutture dell'irroratrice e, nonostante l'utilizzo frequente dell'attrezzatura,

possono essere rilasciati in tempi successivi, in presenza di solventi adeguati. Per evitare danni alle colture dovuti a questo fenomeno, e come condizione per la loro registrazione, sulle etichette dei prodotti fitosanitari viene specificato come deve essere effettuata la pulizia dell'irroratrice dopo il trattamento.



Figura 28: Residui di miscela fitoiatrice sulle pareti interne di un serbatoio.

La pulizia completa più minuziosa, invece che il solo risciacquo, si rende necessaria, ad esempio, quando con la medesima barra irroratrice si intende passare da un trattamento erbicida a base di solfonilurea su cereali all'applicazione di un fungicida su una coltura a foglia larga. Anche nelle irroratrici per le colture arboree si impiegano prodotti insetticidi e fungicidi, i cui residui possono contaminare in misura non accettabile le colture trattate successivamente. Sebbene oggi si conoscano meglio i metodi per evitare le incompatibilità tra prodotti diversi, le indicazioni in etichetta devono essere sempre seguite rigorosamente.

La pulizia completa è anche necessaria quando le irroratrici devono essere sottoposte ad interventi di manutenzione oppure devono essere ricoverate nei locali di rimessaggio e devono, quindi, essere resi minimi i rischi di contaminazione per le persone, gli animali e l'ambiente (Figura 29).



Figura 29: Irroratrice ricoverata in un'apposita rimessa.

6.2. Pulizia esterna

Nel corso del trattamento, depositi di miscela si accumulano sulle superfici esterne dell'irroratrice e della trattrice (Figura 30).

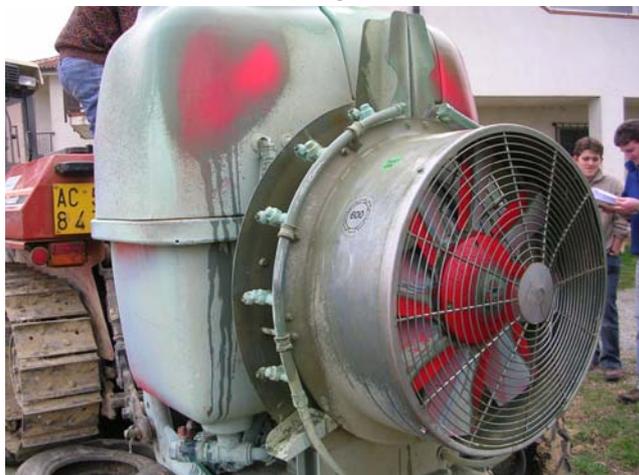


Figura 30: *Depositi di miscela fitofarmacologica sulle superfici esterne di un'irroratrice per colture arboree.*

Tali depositi devono essere rimossi per garantire che la macchina non costituisca una possibile fonte di inquinamento dell'ambiente e di contaminazione per l'operatore e per chiunque venga a contatto con l'irroratrice quando non è in uso. La migliore pratica da seguire è quella di effettuare la pulizia esterna dell'attrezzatura nel campo dove si finisce il trattamento e comunque al termine di ogni giornata di lavoro. Inoltre, è buona norma non ricoverare mai la macchina irroratrice, soprattutto se contaminata esternamente, in luoghi esposti alla pioggia dove si potrebbero verificare fenomeni di dilavamento dei residui e quindi di contaminazione dell'ambiente circostante.

7. PARAMETRI CHE INFLUENZANO LA CONTAMINAZIONE DELLE IRRORATRICI

7.1. Contaminazione interna

Diversi fattori possono influenzare il livello di contaminazione interna della macchina irroratrice e, di conseguenza, l'efficacia della pulizia. Innanzitutto occorre considerare **il quantitativo di miscela fitoiatrica residua nel serbatoio** nel momento in cui si avvia l'operazione di pulizia interna. L'entità di tale volume è funzione sia delle caratteristiche costruttive della macchina, in particolare della conformazione del serbatoio e della disposizione del condotto di aspirazione della pompa al suo interno, sia della capacità dell'operatore di distribuire sulla coltura tutta la miscela fitoiatrica aspirabile dalla pompa prima di effettuare la pulizia (Figura 31).

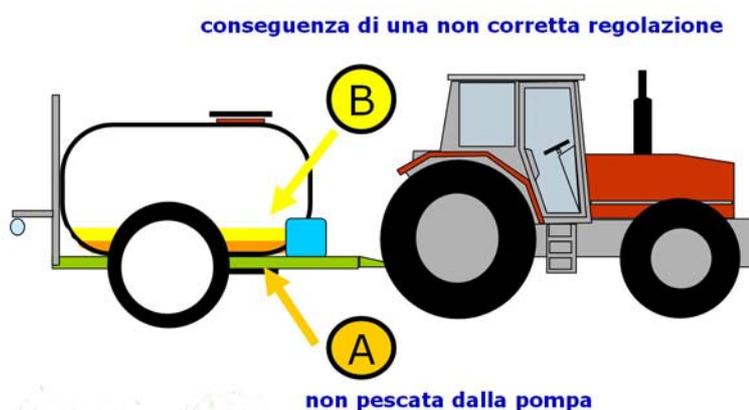


Figura 31: Le frazioni che costituiscono la miscela fitoiatrica residua a fine trattamento.

Per quanto riguarda il primo aspetto, si tratta di una questione prettamente tecnica: l'obiettivo del costruttore di irroratrici dovrebbe essere quello di minimizzare il volume di miscela nel serbatoio non aspirabile dalla pompa. Il secondo aspetto, invece, dipende dall'abilità dell'operatore nell'inserire nel serbatoio soltanto la quantità di miscela fitoiatrica effettivamente necessaria per trattare la superficie desiderata e nel completare quindi il trattamento con l'irroratrice vuota, ossia con la sola quantità di miscela non aspirabile dalla pompa ancora presente nel serbatoio. Ciò presuppone un'accurata taratura della macchina prima di iniziare il trattamento (impostazione del volume di distribuzione, livello di riempimento del serbatoio), ed un controllo preciso dei parametri operativi (velocità di avanzamento, distanza percorsa, pressione di esercizio, contenuto di miscela fitoiatrica nel serbatoio) durante la fase di distribuzione.

Occorre in ogni caso ricordare che l'entità del volume non aspirabile dalla pompa dell'irroratrice può essere anche dell'ordine di qualche decina di litri (Figura 32), soprattutto per alcune tipologie di macchine meno evolute tecnicamente e quando i trattamenti vengono eseguiti in aree declivi. È pertanto raccomandabile impiegare macchine irroratrici certificate ENAMA (Figura 33), che soddisfano i

requisiti normativi per rendere minimi i volumi di miscela fitoiatrica non aspirabili dalla pompa.

In particolare non essendoci, attualmente, l'obbligo da parte del costruttore di macchine irroratrici di rispettare i limiti previsti dalla norma EN 12761 (vedi capitolo 6) per quanto riguarda il volume massimo residuo nel serbatoio (quello non aspirabile dalla pompa), l'agricoltore può avere la sicurezza di disporre di una irroratrice che rientra in tali limiti solo acquistando una macchina certificata ENAMA (www.enama.it), per la quale tale quantitativo viene definito ed indicato nei dati tecnici della macchina, consentendo così all'acquirente di operare la scelta dell'irroratrice anche in base a tale parametro funzionale.

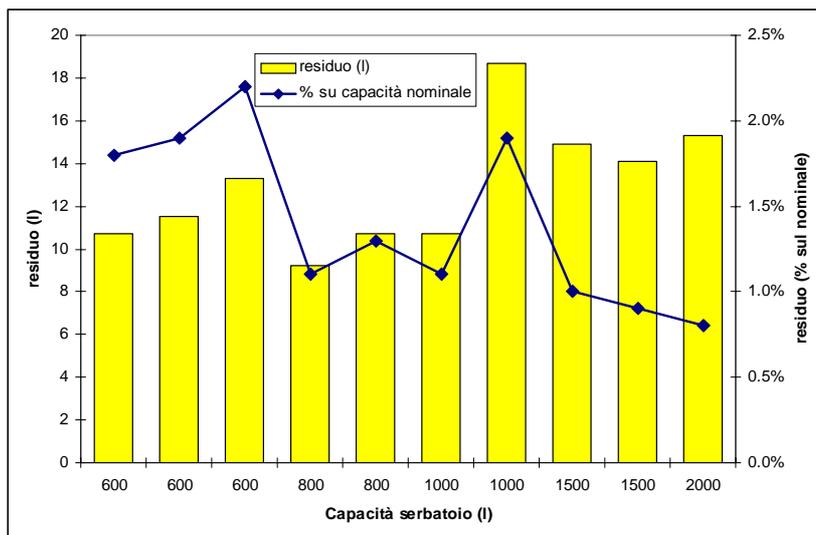


Figura 32: Entità dei volumi residui totali non aspirabili dalla pompa rilevati in alcuni modelli di macchine irroratrici per colture arboree (prove DEIAFA).



Figura 33: Esempio di certificato ENAMA (www.enama.it) che garantisce la rispondenza dell'irroratrice ai requisiti funzionali previsti dalle principali norme internazionali ISO ed EN.

Sempre per quanto concerne gli aspetti tecnici, è importante tenere in considerazione la lunghezza delle tubazioni che compongono il circuito idraulico e la presenza di elementi (es. filtri, raccordi, guarnizioni, ecc.) dove è più facile si accumulino residui di miscela fitoiatrica, specialmente quando si utilizzano formulati in sospensione (Figura 34). Infatti, tanto più lunghe sono le tubazioni, e tanto più sono presenti componenti il circuito in grado di favorire l'accumulo di prodotto, tanto maggiore è la quantità di miscela fitoiatrica che deve essere rimossa a fine trattamento. Anche in questo caso, pertanto, uno degli obiettivi del costruttore di macchine irroratrici dovrebbe essere quello di limitare al minimo indispensabile la lunghezza delle tubazioni del circuito idraulico e la presenza di elementi dove possono più facilmente accumularsi residui.



Figura 34: Esempio di circuito idraulico caratterizzato da elevata lunghezza delle tubazioni e dalla presenza di numerose curve delle tubazioni stesse.

Ancora più importante è garantire una buona agitazione della miscela fitoiatrica all'interno del serbatoio e far sì che al suo interno i depositi residui alla fine del trattamento siano quanto più possibile ridotti. Ciò si ottiene, innanzi tutto, adottando conformazioni del serbatoio appropriate, prive di "angoli morti" e limitando all'indispensabile la presenza di elementi (tubazioni, sistemi Venturi, raccordi, ecc.) all'interno del serbatoio che aumentano le superfici esposte alla contaminazione e che riducono l'efficacia dei dispositivi di lavaggio interno (Figura 35). Il sistema di agitazione deve essere efficiente indipendentemente dalla quantità di miscela presente nel serbatoio e deve garantire, in particolare, che quando il contenuto del serbatoio va esaurendosi non si accumulino sedimenti sul fondo del serbatoio stesso.



Figura 35: Serbatoio caratterizzato dalla presenza di aree con evidente accumulo di residui a fine trattamento.

In particolare secondo la norma ISO 5682-2 il sistema di agitazione di un'irroratrice è considerato efficiente quando è in grado di mantenere la concentrazione della sospensione di ossicloruro di rame, che è il materiale utilizzato per la prova (Figura 36), entro un range compreso fra l'85% e il 115% - dopo che il serbatoio è stato riempito completamente con la sospensione, quest'ultima è stata lasciata sedimentare per 16 ore e quindi si è provveduto ad attivare il sistema di agitazione per 10 minuti -. La concentrazione di ossicloruro di rame deve rimanere entro il range previsto (85%÷115%) nel liquido erogato dagli ugelli, indipendentemente dal livello di riempimento del serbatoio (Figura 37).



Figura 36: Esecuzione di una prova di agitazione della miscela contenuta in un serbatoio impiegando una sospensione all'1% di ossicloruro di rame come materiale di prova.

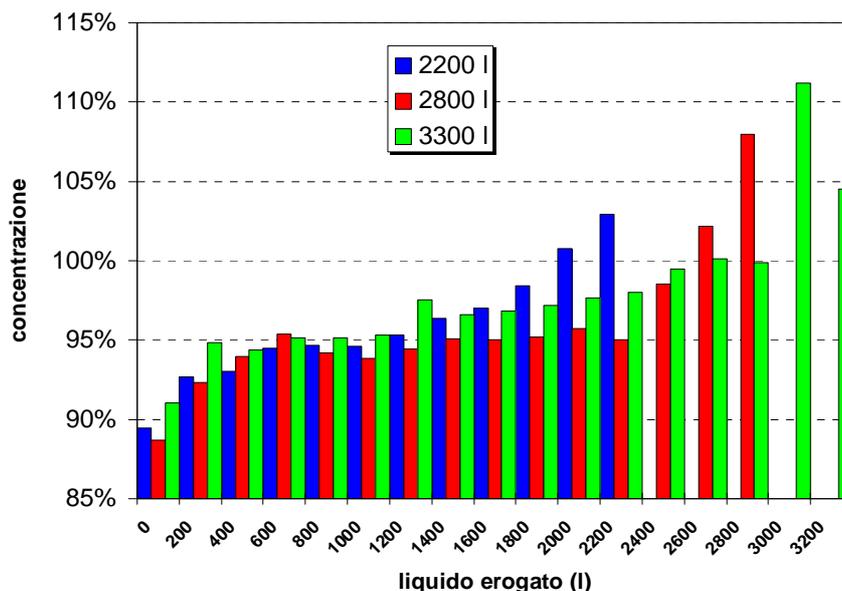


Figura 37: Concentrazione della sospensione di ossicloruro di rame misurata nel corso di una prova di agitazione condotta secondo la metodologia indicata nella norma ISO 5682-2 con tre serbatoi caratterizzati da una diversa capacità.

Infine, la formulazione dell'agrofarmaco, la presenza di additivi, ed il tempo che intercorre dal momento in cui si esaurisce il contenuto del serbatoio a quello in cui si effettua la pulizia contribuiscono a rendere più o meno difficoltosa la rimozione dei residui dall'interno della macchina irroratrice.

7.2. Contaminazione esterna

Come già ricordato, durante la fase di distribuzione, una frazione non trascurabile della miscela fitoiatrice si deposita sulle superfici esterne dell'irroratrice e della trattrice.

Sulle **barre irroratrici** impiegate nelle colture erbacee i depositi più consistenti si riscontrano in prossimità degli ugelli e risultano generalmente più abbondanti quando vengono utilizzate gocce fini (Figura 38). La maggior parte dei depositi si accumula sugli ugelli e sulla barra (Figura 39), in particolare verso il centro del corpo macchina. Le goccioline più fini erogate dagli ugelli sono soggette alla turbolenza dell'aria generata dall'avanzamento dell'irroratrice e ciò fa sì che la parte centrale della barra e la parte posteriore del serbatoio risultino quelle più contaminate. Il fenomeno si accentua in presenza di barre di maggiore larghezza, che operano con velocità di avanzamento ed altezze di lavoro generalmente più elevate e soprattutto quando la barra è dotata di manica d'aria. Si ricorda che anche la parte frontale della trattrice/irroratrice può venire contaminata dalle goccioline disperse nell'atmosfera durante le fasi di svolta in capezzagna. I residui di miscela, una volta essiccati sulla superficie esterna dell'irroratrice, facilitano successivamente l'accumulo di ulteriori depositi di prodotto fitoiatrice.

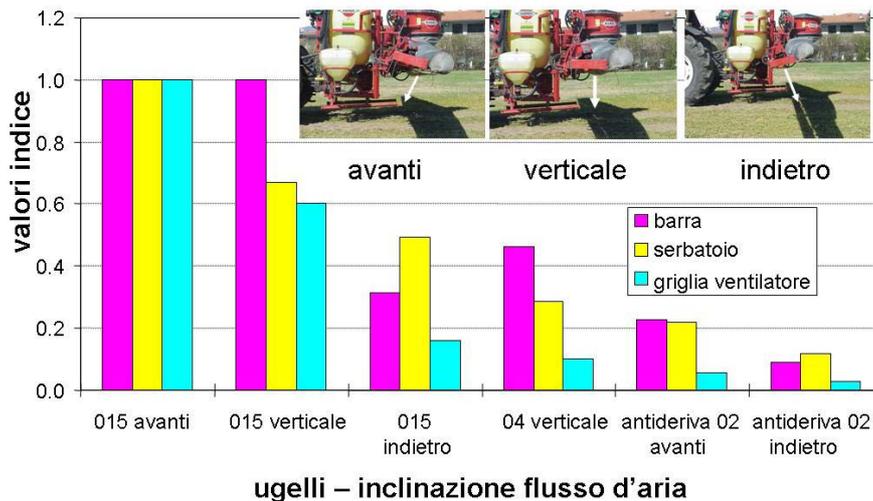


Figura 38: Entità dei depositi di miscela rilevati sulla superficie esterna di una barra irroratrice da 12 m equipaggiata con manica d'aria, in funzione della tipologia di ugelli impiegata e dell'orientamento del flusso d'aria: appare evidente come utilizzando gocce più fini (ugelli convenzionali 015) la contaminazione esterna risulti più elevata (dati DEIAFA).



Figura 39: Esempio della contaminazione di captatori posizionati sul telaio di una barra irroratrice. Risulta evidente la presenza di depositi consistenti sulla superficie esterna della barra che supporta gli ugelli.

Le irroratrici ad aeroconvezione per le colture arboree sono soggette ad una maggiore contaminazione esterna, talvolta anche dell'ordine del 2-3% rispetto alla quantità complessivamente erogata dalla macchina, poichè parte delle goccioline erogate dagli ugelli può essere risucchiata dall'aspirazione del ventilatore e contaminare quest'ultimo e le superfici esterne ad esso adiacenti (Figura 40), e poichè la disposizione degli ugelli lungo un piano verticale facilita una maggiore dispersione delle gocce erogate nell'atmosfera e la loro successiva ricaduta, in parte anche sulla macchina (Figura 41). Anche in questo caso all'impiego di gocce più fini, così come osservato per le barre, corrisponde generalmente un aumento della contaminazione esterna (Figura 42). Occorre inoltre tenere presente che anche l'orientamento degli ugelli è molto importante, poichè è necessario evitare che parti dei getti erogati dagli ugelli colpiscano direttamente le superfici esterne dell'irroratrice e che la posizione dell'aspirazione del ventilatore riveste un ruolo non trascurabile ai fini della contaminazione esterna delle macchine (quando l'aspirazione della ventola è posizionata

anteriormente si osserva un minore imbrattamento dell'irroratrice). Infine va tenuto presente che con questa tipologia di macchine irroratrici si distribuiscono, principalmente, prodotti insetticidi e fungicidi, più tossici rispetto ad altri agrofarmaci. Ne segue che i depositi di miscela fitoiatrica sulla superficie esterna degli atomizzatori costituiscono un pericolo per la salute delle persone e per l'ambiente.



Figura 40: Contaminazione esterna di un'irroratrice ad aeroconvezione per colture arboree, particolarmente evidente sulle parti adiacenti al ventilatore.



Figura 41: Ripartizione dei depositi di miscela fitoiatrica sulle superfici esterne dell'irroratrice: la maggior parte sono concentrati in prossimità del ventilatore (prove DEIAFA).

Contaminazione esterna
dell'irroratrice (prove DEIAFA
in vigneto)

| | |
|----|---|
| T1 | ATR arancio / 14000 m ³ /h |
| T2 | antideriva 02 / 14000 m ³ /h |
| T3 | ATR arancio / 18000 m ³ /h |
| T4 | antideriva 02 / 18000 m ³ /h |

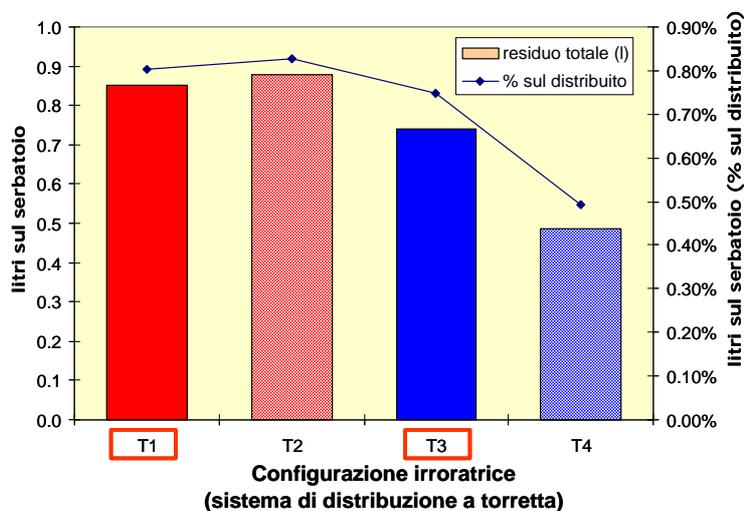


Figura 42: Contaminazione esterna di un'irroratrice ad aeroconvezione per colture arboree, equipaggiata con convogliatore dell'aria a torretta, in funzione del livello di polverizzazione degli ugelli e della portata del ventilatore. Impiegando gocce più fini (T1 e T3), la contaminazione esterna risulta maggiore.

Le condizioni ambientali giocano un ruolo importante sulla dinamica dell'accumulo dei depositi sulle parti esterne dell'irroratrice. In presenza di temperature elevate e di bassa umidità dell'aria l'evaporazione delle goccioline avviene più rapidamente e pertanto strati successivi di prodotto fitosanitario si sovrappongono più rapidamente sulla superficie delle macchine; ciò renderà più difficile la loro rimozione a fine trattamento. In condizioni di bassa temperatura ed elevata umidità dell'aria, invece, possono verificarsi più facilmente fenomeni di saturazione delle superfici esterne con i depositi di miscela fitoiatrica e quindi si possono registrare gocciolamenti verso terra; in questo caso occorrerà pulire più accuratamente la parte inferiore del corpo dell'attrezzatura.

Per quanto riguarda le irroratrici che operano nelle colture arboree può avere influenza sulla contaminazione esterna dell'irroratrice anche l'epoca vegetativa nella quale avviene il trattamento (Figura 43).

Contaminazione esterna dell'irroratrice (prove DEIAFA in vigneto)

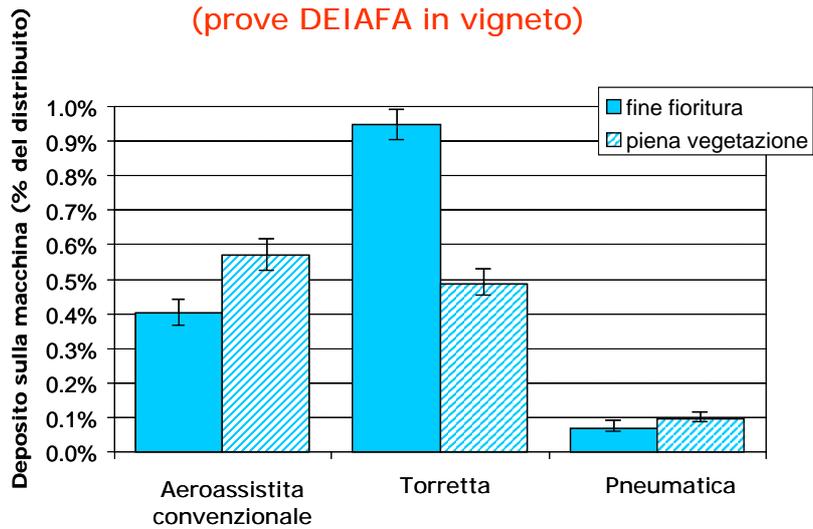


Figura 43: Deposito di miscela rilevato sulle parti esterne di tre diverse tipologie di macchine irroratrici impiegate in vigneto in funzione dell'epoca di intervento.

Analogamente a quanto detto per i residui all'interno dell'irroratrice, infine, anche per quanto riguarda la contaminazione esterna delle macchine, la formulazione dell'agrofarmaco, la presenza di additivi, e la tempestività nell'eseguire la pulizia contribuiscono a rendere quest'ultima operazione più o meno difficoltosa.

8. DISPOSITIVI PER LA PULIZIA DELLE IRRORATRICI

8.1. Considerazioni generali

Tutti i dispositivi per la pulizia interna ed esterna della macchina irroratrice devono essere alimentati con acqua pulita. Quest'ultima può essere contenuta in un serbatoio ausiliario montato sulla macchina irroratrice, generalmente di capacità pari al 10% del volume del serbatoio principale (vedi capitolo 6) - collegato direttamente alla pompa principale della macchina o eventualmente ad una pompa ausiliaria dedicata, sempre montata sull'irroratrice - oppure può essere prelevata dalla rete idrica. Nel primo caso è più semplice effettuare le operazioni di pulizia dell'irroratrice direttamente in campo, nel secondo ciò è possibile solo se si dispone di una presa d'acqua in prossimità del campo stesso e, pertanto, è più frequente che il lavaggio dell'irroratrice venga eseguito presso il centro aziendale.

Occorre ricordare che, ad oggi, la presenza del serbatoio lava impianto non è obbligatoria per la messa in vendita delle macchine irroratrici, ma lo è solo per quelle certificate ENAMA con capacità del serbatoio superiore a 400 litri, in quanto esse per ottenere la certificazione devono rispondere ai requisiti della EN 12761. Con l'entrata in vigore dell'emendamento alla Direttiva Macchine (2009/129/CE), prevista per la fine del 2011, la presenza del serbatoio lava impianto sarà obbligatoria per tutte le macchine che verranno immesse sul mercato.

Si ricorda che anche le macchine già in uso e prive di serbatoio lava impianto possono essere facilmente dotate dello stesso. Sono oggi infatti in commercio dei kit di serbatoi ausiliari da applicare in prossimità del serbatoio principale e collegabili alla pompa principale dell'irroratrice (Figura 44).



Figura 44: Esempio di serbatoio ausiliario per il lavaggio dell'irroratrice applicato sul corpo del serbatoio principale in una macchina originalmente priva di serbatoio lava impianto.

8.2. Pulizia interna

8.2.1 Dispositivi montati sull'irroratrice

Per risciacquare internamente il serbatoio delle macchine irroratrici vengono generalmente utilizzati uno o più ugelli di tipo rotativo, in grado di erogare un getto in volume a 360° (Figura 45). L'obiettivo è quello di colpire con il getto tutte le superfici interne del serbatoio e di facilitare quindi la rimozione dei residui presenti al termine del trattamento (Figura 46). In funzione della conformazione e delle dimensioni del serbatoio ed in funzione della presenza e della disposizione di elementi quali tubazioni, sistemi di agitazione della miscela, ecc. all'interno del serbatoio, possono essere installati uno o più ugelli lava serbatoio, posizionati opportunamente (Figura 47). Generalmente, tali ugelli operano a pressioni comprese tra 4 e 15 bar con portate dell'ordine di qualche decina di litri al minuto (Figura 45).



Figura 45: Esempi di ugelli rotativi impiegati per il lavaggio interno dei serbatoi delle macchine irroratrici e relativi parametri operativi.

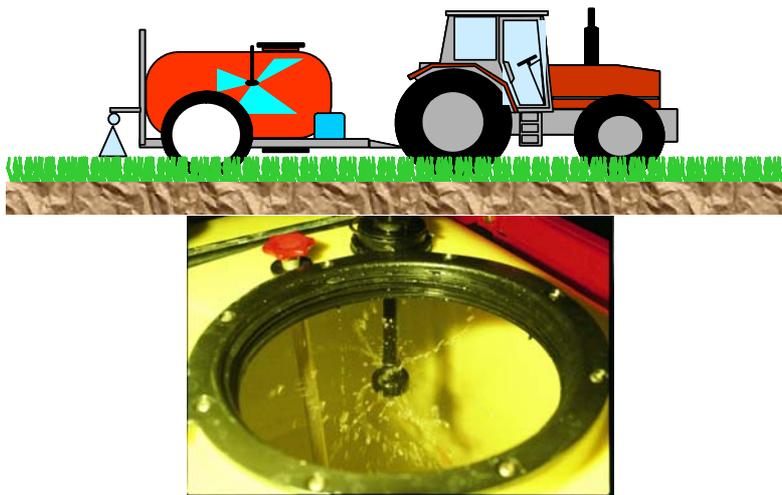


Figura 46: Schema di funzionamento degli ugelli lava serbatoio e illustrazione di un ugello lava serbatoio al lavoro.



Figura 47: Coppia di ugelli rotativi posizionati all'interno di un serbatoio con un limitata presenza di elementi interni.

Va ricordato che un componente particolarmente critico per il lavaggio interno dell'irroratrice è costituito dal filtro a cestello posto nell'apertura principale del serbatoio (Figura 48); quest'ultimo solitamente, infatti, non viene raggiunto efficacemente dai getti degli ugelli lava serbatoio e pertanto è preferibile rimuoverlo prima di iniziare la procedura di lavaggio interno della macchina e risciacquarlo separatamente.

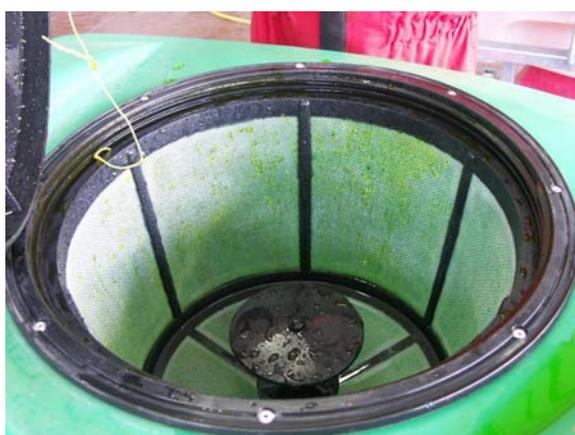


Figura 48: Filtro a cestello sull'apertura principale del serbatoio, ancora contaminato con residui di miscela fitoiatrice dopo l'esecuzione del lavaggio interno dell'irroratrice.

Per ripulire le tubazioni, invece, si fa semplicemente circolare acqua pulita all'interno del circuito idraulico dell'irroratrice. È bene che quest'ultimo sia provvisto di una valvola a tre vie in grado di escludere il ricircolo del liquido dalla pompa nel serbatoio (Figura 49): ciò permette di risciacquare in modo più efficiente il circuito idraulico, con un minor consumo di acqua pulita. Occorre comunque tenere presente che alcune tubazioni e raccordi non possono essere risciacquati completamente se non smontandoli, svuotandoli e risciacquandoli separatamente. Queste operazioni dovrebbero essere svolte almeno una volta all'anno quando è necessario effettuare la più accurata decontaminazione interna dell'irroratrice prima del ricovero invernale ed il costruttore dovrebbe progettare il circuito idraulico in modo da renderle il più possibile semplici e sicure per l'operatore.

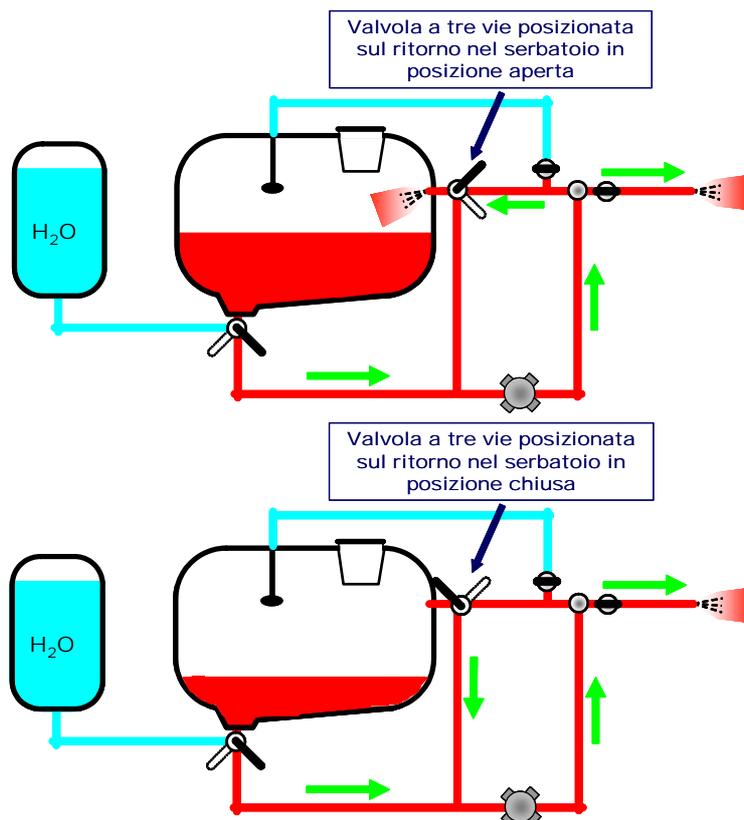


Figura 49: In una irroratrice, il liquido aspirato dalla pompa viene inviato al regolatore di pressione, che ne invia una parte agli ugelli e indirizza la parte rimanente verso il serbatoio (ritorno). Grazie ad una valvola a tre vie opportunamente posizionata, è possibile escludere il ritorno del liquido nel serbatoio, facendo così ricircolare il liquido direttamente sulla pompa.

8.2.2 Dispositivi indipendenti

Se l'irroratrice non è provvista di ugelli lava serbatoio si può impiegare una lancia a mano a bassa oppure ad alta pressione (idropulitrice) (Figura 50) per rimuovere i residui di miscela fitoiatrica dalle superfici interne del serbatoio e, una volta risciacquato quest'ultimo, lo si può riempire parzialmente con acqua pulita per poi procedere al risciacquo del circuito azionando la pompa principale della macchina.



Figura 50: Utilizzo di un'idropulitrice per effettuare il lavaggio interno del serbatoio di un'irroratrice.

8.3. Pulizia esterna

Per effettuare la pulizia esterna dell'irroratrice i dispositivi sono sostanzialmente gli stessi (Figura 51), sia che siano montati sull'irroratrice ed alimentati dal serbatoio lava impianto, sia che vengano collegati alla rete idrica aziendale. Si tratta, nella maggior parte dei casi, di lance a mano, che operano a bassa pressione, talvolta combinate con spazzole per facilitare la rimozione dei depositi di miscela fitoiatrica dalle superfici esterne delle macchine (Figura 52).



Figura 51: Utilizzo di un'idropulitrice per effettuare il lavaggio esterno dell'irroratrice.



Figura 52: Esempi di dispositivi per il lavaggio esterno delle irroratrici: dall'alto idropulitrice, lancia a mano, lancia a mano con spazzola (foto JKI).

Per la pulizia esterna dell'irroratrice si ricorda che è consigliabile privilegiare la produzione di gocce non troppo fini ed evitare di rimuovere il grasso dai punti di articolazione della macchina. Nella Figura 53 sono riportati alcuni dati relativi ai consumi di acqua pulita ed all'efficienza di lavaggio dei dispositivi per il lavaggio esterno illustrati in Figura 52.

| Acqua e tempo impiegati | | residuo rimosso |
|-------------------------|---------------|-----------------|
| Spazzola | 160 l, 15 min | 64,0 % |
| Lancia | 70 l, 30 min | 69,3 % |
| Idropulitrice | 70 l, 20 min | 75,5 % |

Figura 53: Confronto fra le differenti attrezzature per il lavaggio esterno dell'irroratrice in termini di volume d'acqua impiegato e residuo rimosso (fonte JKI).

8.4. Prodotti per la pulizia delle irroratrici

Negli ultimi anni sono comparsi sul mercato alcuni prodotti specifici per agevolare la pulizia delle macchine irroratrici. Si tratta, generalmente, di tensioattivi che, addizionati all'acqua pulita del lava impianto, possono facilitare la decontaminazione della macchina. Alcune prove condotte recentemente dal DEIAFA (Marucco *et al.*, 2010) hanno evidenziato le potenzialità di questi prodotti (Figura 54), tuttavia, prima dell'uso, è sempre raccomandabile verificarne sull'etichetta la compatibilità con i principi attivi contenuti negli agrofarmaci utilizzati.

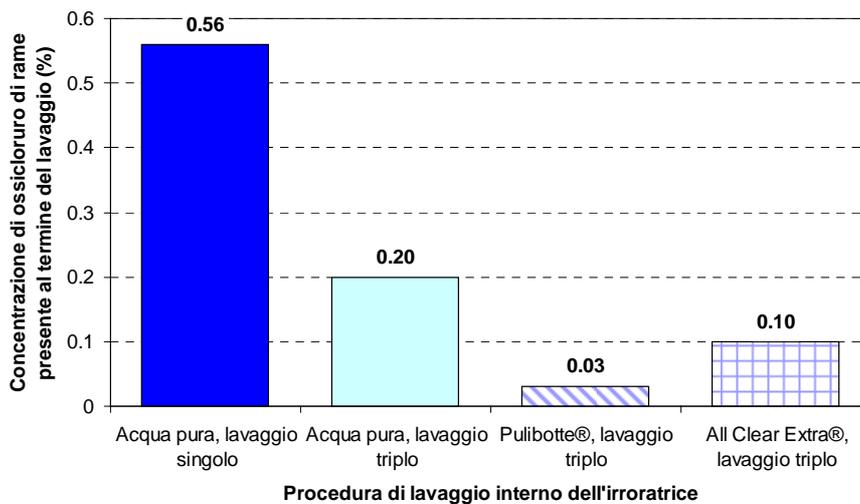


Figura 54: Confronto tra l'efficacia di lavaggio interno di un'irroratrice in funzione della procedura seguita. Il residuo di materiale di prova (ossicloruro di rame) risulta essere più basso quando all'acqua pura viene aggiunto un prodotto specifico per la pulizia (cleaning agent). Prove DEIAFA 2009.

9. PROCEDURE PER EFFETTUARE LA PULIZIA DELLE IRRORATRICI

9.1. Pulizia dell'irroratrice effettuata in campo

Per effettuare la pulizia della macchina direttamente in campo è preferibile disporre di un'irroratrice equipaggiata con serbatoio lava impianto, ugello/i lava serbatoi, valvola a tre vie per escludere il ricircolo dalla pompa al serbatoio e lancia per il lavaggio esterno collegata al lava impianto.

Per ottimizzarne l'efficacia, la pulizia interna dovrà essere svolta in più fasi, avendo l'accortezza di gestire opportunamente la durata di ciascuna di esse per completare con successo il lavaggio pur avendo una limitata riserva d'acqua disponibile.

Fase 1: Innanzi tutto è necessario verificare che il residuo di miscela fitoiatrica sia ridotto (possibilmente solo quello non aspirabile dalla pompa, Figura 55), quindi si può procedere ad effettuare il risciacquo interno del serbatoio, alimentando la pompa con l'acqua pulita del serbatoio lava impianto ed attivando gli ugelli lava serbatoio; in questa fase è bene lasciare la valvola a tre vie del circuito idraulico in posizione tale che il liquido ricircoli verso il serbatoio stesso (Figura 56). La miscela ancora presente nel serbatoio verrà così diluita (in parte dal liquido erogato dagli ugelli lava serbatoio, in parte dal flusso di ricircolo in cisterna).

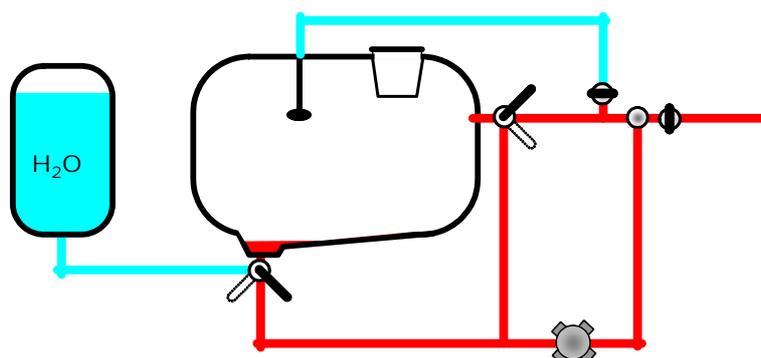


Figura 55: Condizione ottimale di partenza per l'esecuzione del lavaggio interno dell'irroratrice: il residuo di miscela fitoiatrica presente nel serbatoio deve essere minimo, possibilmente solo quello non aspirabile dalla pompa.

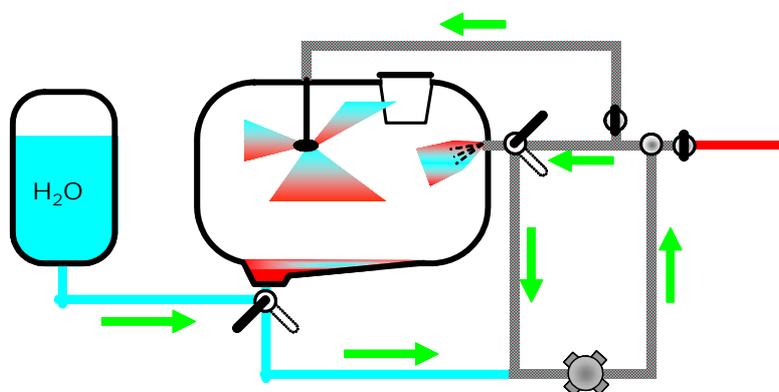


Figura 56: La pompa, alimentata dal serbatoio lava impianto, aspira acqua pulita ed alimenta gli ugelli lava serbatoio; la valvola sul ritorno in cisterna rimane aperta e la miscela residua nel serbatoio viene diluita.

Fase 2 (Figura 57): Dopo aver chiuso il ricircolo nel serbatoio e riattivato l'alimentazione della pompa dal serbatoio principale, procedere all'erogazione della miscela diluita attraverso gli ugelli, distribuendola direttamente sulla coltura (vedi paragrafo 5.1.1), fino a che non cali sensibilmente la pressione di esercizio. Rimarrà nel serbatoio un residuo di miscela diluita pari al volume non aspirabile dalla pompa.

Fase 3 (Figura 58): Mantenere chiuso il ricircolo nel serbatoio, alimentare la pompa con il serbatoio lava impianto, fare circolare acqua pulita nel circuito idraulico ed attivare gli ugelli, distribuendo sempre il liquido di lavaggio sulla coltura. Concludere l'operazione quando dagli ugelli esce acqua pulita.

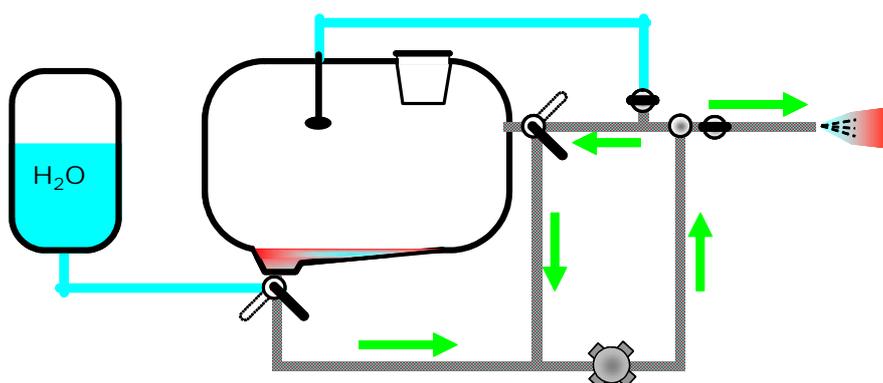


Figura 57: La pompa, alimentata dal serbatoio principale, aspira la miscela diluita e la invia agli ugelli; la valvola sul ritorno in cisterna rimane chiusa e il liquido viene fatto ricircolare direttamente sulla pompa.

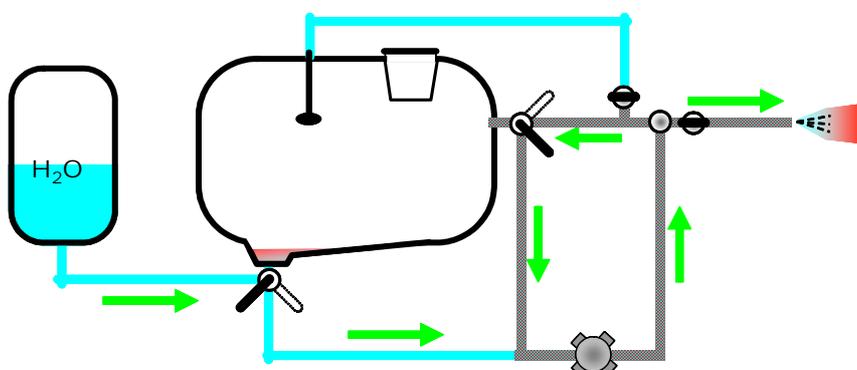


Figura 58: La pompa, alimentata dal serbatoio lava impianto, aspira acqua pulita e la invia agli ugelli; la valvola sul ritorno in cisterna rimane chiusa e il liquido viene fatto ricircolare direttamente sulla pompa; in tal modo il circuito viene risciacquato completamente.

Fase 4 (Figura 59): Dopo aver concluso le tre fasi precedenti, nel serbatoio lava impianto deve essere ancora presente una quantità d'acqua sufficiente a risciacquare esternamente l'irroratrice con la lancia a mano. Quest'ultima operazione può essere eseguita in campo, avendo cura di evitare le aree in prossimità di corsi d'acqua o di zone sensibili all'inquinamento (es. aree protette) e di non ripetere durante l'anno tale operazione sistematicamente nello stesso luogo.

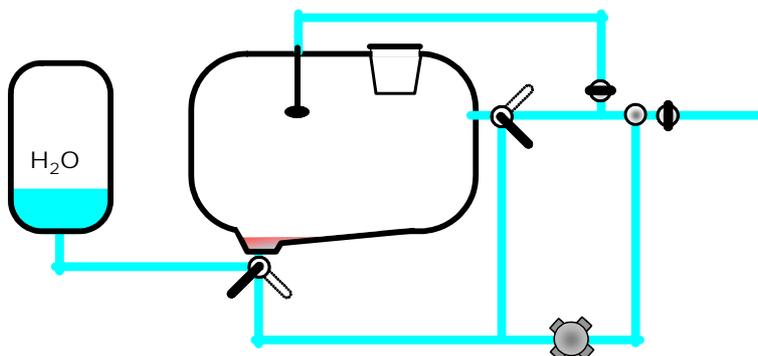


Figura 59: Dopo aver completato il lavaggio interno, nel serbatoio lava impianto deve rimanere ancora una quantità sufficiente di acqua pulita per effettuare il risciacquo esterno dell'irroratrice utilizzando un dispositivo (es. lancia a mano) collegato al lava impianto stesso.

Se eseguita correttamente, tutta questa procedura consente di riportare la macchina irroratrice in azienda sostanzialmente pulita, e di non doverla sottoporre ad un'ulteriore pulizia in azienda, se non in casi particolari o prima del ricovero invernale.

Per aumentare l'efficacia del lavaggio interno è utile però ripetere le operazioni descritte nelle fasi 1, 2 e 3 più volte (tipicamente tre, vedi Figura 54). Ciò permette di aumentare considerevolmente il fattore di diluizione della miscela fitoiatrica residua e pertanto di limitare ulteriormente la concentrazione di agrofarmaco nel residuo finale (Figura 60), così che quest'ultimo può essere gestito più facilmente.

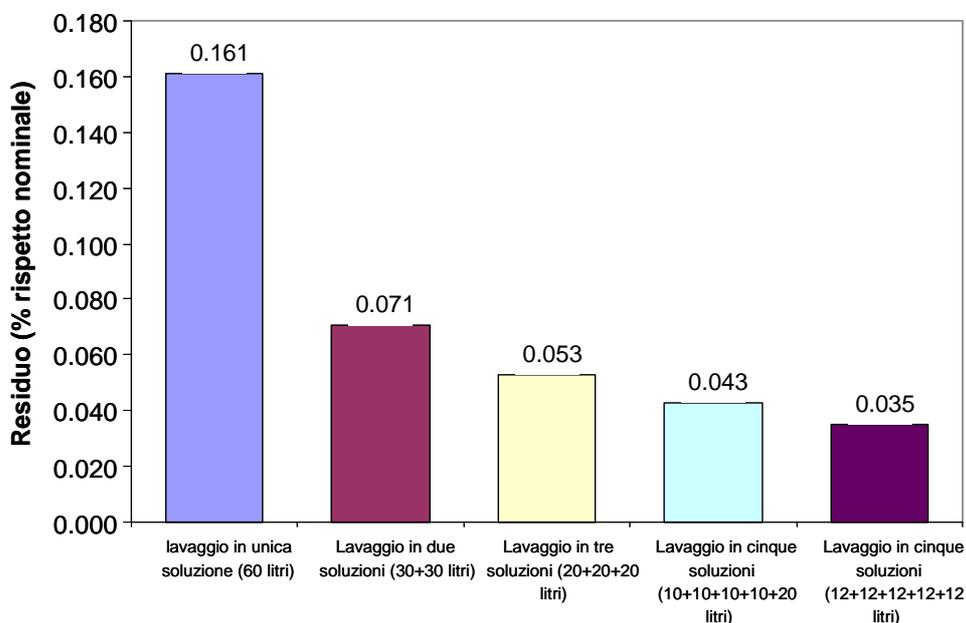


Figura 60: Andamento della quantità di prodotto residuo nell'irroratrice in funzione del numero di cicli di lavaggio effettuati sulla stessa irroratrice, utilizzando sempre complessivamente 60 litri di acqua pulita.

9.2. Pulizia dell'irroratrice effettuata in azienda

La pulizia dell'irroratrice effettuata in azienda comporta minori problemi legati alla disponibilità dell'acqua pulita, tuttavia è sempre bene ridurre quanto più possibile i volumi d'acqua pulita impiegata. Le acque di lavaggio, infatti, in questo caso, non possono essere distribuite sulla coltura ma devono essere opportunamente raccolte e smaltite correttamente (vedi brochure TOPPS "Sistemi per la gestione dei prodotti reflui del trattamento fitoiatrico"). Condizione necessaria per poter operare in modo corretto è che presso il centro aziendale sia presente un'area attrezzata per il lavaggio delle irroratrici, dotata di pavimentazione impermeabile e di un sistema per la raccolta dei prodotti reflui. Analogamente a quanto descritto per la procedura di campo, anche in questo caso si procederà per fasi, risciacquando prima l'interno del serbatoio e diluendo la miscela residua (Figura 61); dopo aver svuotato il serbatoio e raccolto la miscela diluita si procederà a riempire nuovamente l'irroratrice con acqua pulita e ad effettuare il risciacquo del circuito idraulico. L'erogazione degli ugelli potrà essere attivata sull'area attrezzata (Figura 61), con l'avvertenza però di prevenire la dispersione nell'ambiente delle goccioline (per esempio prevedendo la costruzione di un tunnel al di sopra dell'area attrezzata, Figura 62). Al termine si effettuerà il lavaggio esterno della macchina, sempre raccogliendo ed avviando al corretto smaltimento le acque di risulta.



Figura 61: Dopo aver risciacquato l'interno del serbatoio con una lancia a mano o con un'idropulitrice, ed aver diluito il residuo di miscela fitoiatrica, quest'ultimo può essere raccolto attraverso la valvola di scarico del serbatoio. Quindi il serbatoio può essere nuovamente riempito con acqua pulita per risciacquare il circuito, attivando gli ugelli sull'area attrezzata.



Figura 62: Area attrezzata per il riempimento ed il lavaggio dell'irroratrice dotata di tettoia e pareti lavabili per poter attivare l'erogazione degli ugelli evitando la dispersione dell'acqua di lavaggio nell'ambiente.

10. PROSPETTIVE PER L'EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI PULIZIA PER LE IRRORATRICI

Alla luce di quanto raccomandato nella Direttiva Europea sull'Uso Sostenibile degli Agrofarmaci (2009/128/CE), vi è da attendersi nel prossimo futuro una maggiore diffusione delle attrezzature che consentono di effettuare il lavaggio interno ed esterno delle macchine direttamente in campo. Come è stato precedentemente ricordato (paragrafo 9.1), per ottimizzare l'uso della poca acqua pulita disponibile nel serbatoio lava impianto è necessario adottare opportuni accorgimenti e suddividere il risciacquo della macchina in più fasi. Attualmente, ciò comporta che l'operatore sia perfettamente a conoscenza di come operare sulle valvole presenti nel circuito idraulico e sia disposto a dedicare qualche decina di minuti all'esecuzione del lavaggio dell'irroratrice. L'adozione di sistemi automatizzati e temporizzati per il lavaggio interno dell'irroratrice costituisce una semplificazione considerevole, e certamente consente all'operatore di effettuare più rapidamente ed in maniera più efficace la pulizia dell'irroratrice. Tuttavia la diffusione di questi sistemi "automatici" (Figura 62) è attualmente ancora limitata a seguito della loro complessità costruttiva e soprattutto del loro considerevole costo.



Figura 63: Pannello di controllo di una barra irroratrice equipaggiata con un sistema automatico per il lavaggio interno. È possibile selezionare la parte della macchina (solo serbatoio, solo tubazioni, intero circuito idraulico) che si intende risciacquare con l'acqua pulita del serbatoio lava impianto.

Più semplice e più economica può essere invece l'adozione di un sistema di lavaggio alternativo (detto anche "in continuo") che prevede l'impiego di una pompa ausiliaria dedicata per l'utilizzo dell'acqua pulita del serbatoio lava impianto (Figura 63). In pratica, si tratta di immettere nelle diverse parti dell'irroratrice (circuito e serbatoio) acqua pulita e di attivare nel contempo la pompa principale dell'irroratrice per espellere la miscela diluita attraverso gli ugelli. La diluizione della miscela residua all'interno della macchina irroratrice, in questo caso, avviene in modo più rapido rispetto al metodo di lavaggio tradizionale (Figura 64).



Figura 63: Kit portatile per il lavaggio dell'irroratrice dotato di una pompa elettrica ausiliaria e di un serbatoio per l'acqua pulita. Questo sistema consente di operare il lavaggio "in continuo", immettendo nell'irroratrice acqua pulita ed al contempo mantenendo in funzione la pompa principale dell'irroratrice, in modo tale da erogare la miscela fitoiatrice diluita attraverso gli ugelli.



Figura 64: Pompando continuamente acqua pulita nell'irroratrice, ed al contempo spruzzando la miscela residua attraverso gli ugelli, si ottiene rapidamente un'elevata diluizione di quest'ultima. I campioni raffigurati qui sopra [da sinistra a destra, dall'inizio alla fine della procedura] testimoniano visivamente questo beneficio. (Foto: Harald Kramer. Prove di lavaggio svolte nell'ambito del Progetto TOPPS.)

Condizione necessaria per il corretto funzionamento di questo sistema di lavaggio in continuo è però che la portata della pompa ausiliaria sia almeno pari a quella che viene erogata dall'irroratrice attraverso gli ugelli mentre un fattore limitante può essere rappresentato dalla quantità di acqua pulita necessaria per completare la pulizia interna, che talvolta può risultare superiore a quella disponibile nel serbatoio lava impianto. Inoltre, per poter distribuire correttamente la miscela diluita sulla coltura, occorre che la pompa ausiliaria sia montata sulla macchina e sia collegata ai dispositivi per il lavaggio interno ed esterno presenti sulla macchina. Attualmente sono in corso diversi studi per ottimizzare il funzionamento di questi sistemi di lavaggio "in continuo" (Andersen *et al.*, 2010).

11. APPENDICE: ESEMPI PRATICI DI COME GESTIRE LA PULIZIA DELLE IRRORATRICI

11.1. Irroratrici prive di sistema lava impianto

Risciacquo Interno: Consigliato quando si prevede di riutilizzare entro breve l'irroratrice per lo stesso tipo di trattamento o su una coltura simile a quella appena trattata.

A) Ridurre al minimo il residuo di miscela nel serbatoio. Quando il contenuto del serbatoio sta per esaurirsi (es. ultimi 50-100 litri) chiudere l'agitazione e proseguire il trattamento fino a quando l'irroratrice è vuota.

B) Diluire il residuo di miscela e risciacquare le pareti interne del serbatoio con circa 100 litri di acqua pulita (che dovrà essere resa disponibile in campo, ad esempio portandola in un serbatoio a parte).

C) Smaltire correttamente il residuo di miscela diluito nell'area oggetto del trattamento. Distribuire la miscela fitoiatrica diluita su un'area non ancora trattata o dove non è stata applicata la dose piena di agrofarmaco (es. dove si è iniziato il trattamento).

D) Diluire ulteriormente i residui. Ripetere il risciacquo delle pareti interne del serbatoio con altri 50-100 litri d'acqua pulita.

E) Ricoverare l'irroratrice in un luogo sicuro. Lasciare dell'acqua pulita nell'irroratrice e ricoverare quest'ultima in un luogo sicuro, al riparo dal gelo.

Pulizia Interna Completa: Necessaria quando si prevede di riutilizzare l'irroratrice su una coltura diversa da quella appena trattata, si cambia tipo di agrofarmaco o quando ci si appresta a ricoverare l'irroratrice per un lungo periodo (es. pausa invernale) o per effettuare interventi di manutenzione.

A) Ridurre al minimo il residuo di miscela nel serbatoio. Quando il contenuto del serbatoio sta per esaurirsi (es. ultimi 50-100 litri) chiudere l'agitazione e proseguire il trattamento fino a quando l'irroratrice è vuota.

B) Diluire il residuo di miscela. Risciacquare le pareti interne del serbatoio con circa 100 litri di acqua pulita.

C) Pulire accuratamente le pareti interne del circuito idraulico (valvole e tubazioni). Attivare tutte le valvole affinché l'acqua di lavaggio in pressione circoli nel circuito idraulico.

D) Smaltire correttamente il residuo di miscela diluito nell'area oggetto del trattamento. Distribuire la miscela fitoiatrica diluita su un'area non ancora trattata o dove non è stata applicata la dose piena di agrofarmaco (es. dove si è iniziato il trattamento).

E) Ripetere questa procedura di pulizia e smaltimento. Ulteriori diluizioni riducono la concentrazione della miscela e consentono, ad esempio, di effettuare la pulizia di filtri ed ugelli in condizioni di maggiore sicurezza.

F) Svuotare il serbatoio attraverso il rubinetto di scarico all'interno o in prossimità dell'area oggetto del trattamento. Effettuare questa operazione su

un'area lontana da corpi idrici e zone sensibili all'inquinamento, ed avere l'avvertenza di cambiare posto ad ogni trattamento.

G) Ripetere questa procedura di pulizia e smaltimento per la terza volta. Seguire le indicazioni riportate sulle etichette degli agrofarmaci.

Nota bene: L'impiego di specifici prodotti per la pulizia dell'irroratrice può essere raccomandato in etichetta. In questo caso, riempire per metà il serbatoio principale dell'irroratrice con acqua pulita, aggiungere il prodotto per la pulizia, mettere in agitazione la soluzione ed attivare tutti i dispositivi del circuito idraulico affinché valvole e tubazioni siano ripulite.

Riempire il serbatoio con acqua pulita e farla circolare nell'irroratrice per 10-15 minuti.

Le miscele diluite devono essere smaltite correttamente: devono essere distribuite su un'area non trattata o trattata con una dose di agrofarmaco inferiore alla dose piena oppure possono essere raccolte in appositi serbatoi di stoccaggio o su "Biobed", se autorizzati.

H) Svuotare il serbatoio attraverso il rubinetto di scarico all'interno o in prossimità dell'area oggetto del trattamento. Effettuare questa operazione su un'area lontana da corpi idrici e zone sensibili all'inquinamento, ed avere l'avvertenza di cambiare posto ad ogni trattamento.

I) Smontare ugelli e filtri. Pulirli utilizzando una soluzione contenente un detergente e/o un prodotto che inattivi l'agrofarmaco.

L) Risciacquare il serbatoio con acqua pulita, impiegando almeno un decimo della capacità del serbatoio, e far fluire l'acqua di lavaggio attraverso le tubazioni in mandata. Asciugare il serbatoio completamente.

Pulizia esterna: da effettuarsi sempre alla fine di ogni utilizzo dell'irroratrice

A) Rendere minimi i depositi di miscela sulle macchine irroratrici. Prevenire l'accumulo di depositi di prodotto sulle superfici esterne delle irroratrici e delle attrezzature abbinata ad esse (es. trattatrici).

B) Pulire esternamente le irroratrici regolarmente subito dopo l'uso.

C) Pulire le superfici esterne dell'irroratrice nel campo dove si finisce il trattamento oppure su un "Biobed" o su un'area inerbita o su un'area attrezzata per la raccolta delle acque di lavaggio. Se possibile utilizzare idropulitrici e/o spazzole e adattare opportunamente l'attrezzatura per poter effettuare la pulizia nel modo più efficiente possibile.

Nota bene: Non pulire mai le irroratrici dove vi sono rischi di inquinare il suolo o le acque superficiali.

Per coloro che dispongono di irroratrici prive di sistemi lava impianto si ricorda che serbatoi ausiliari per l'acqua pulita di adeguata capacità sono necessari per poter diluire la miscela residua in campo, subito dopo il trattamento. Gli ugelli lava serbatoio posti all'interno del serbatoio principale consentono di effettuare la pulizia delle pareti interne in maniera più efficiente. La pompa principale dell'irroratrice – oppure una pompa ausiliaria dedicata – mette in pressione l'acqua pulita affinché quest'ultima possa alimentare gli ugelli lava serbatoio e le tubazioni del circuito idraulico.

11.2. Irroratrici con serbatoio lava impianto

Risciacquo Interno: Consigliato quando si prevede di riutilizzare entro breve l'irroratrice per lo stesso tipo di trattamento o su una coltura simile a quella appena trattata.

A) Ridurre al minimo il residuo di miscela nel serbatoio. Quando il contenuto del serbatoio sta per esaurirsi (es. ultimi 50-100 litri) chiudere l'agitazione e proseguire il trattamento fino a quando l'irroratrice è vuota.

B) Pulire la pompa e le tubazioni che alimentano gli ugelli. Regolare le valvole in modo che l'acqua pulita sia indirizzata alle tubazioni in mandata ed agli ugelli.

C) Smaltire correttamente i residui di miscela diluiti nell'area oggetto del trattamento. Distribuire l'acqua di lavaggio su un'area non ancora trattata o dove non è stata applicata la dose piena di agrofarmaco (es. dove si è iniziato il trattamento).

D) Ricoverare l'irroratrice in un luogo sicuro. Aggiungere acqua pulita nel serbatoio principale e ricoverare l'irroratrice in un luogo sicuro, al riparo dal gelo.

Pulizia Interna Completa: Necessaria quando si prevede di riutilizzare l'irroratrice su una coltura diversa da quella appena trattata, si cambia tipo di agrofarmaco o quando ci si appresta a ricoverare l'irroratrice per un lungo periodo (es. pausa invernale) o per effettuare interventi di manutenzione.

A) Seguire la procedura per il risciacquo interno sopra descritta, quindi utilizzare ulteriore acqua pulita per:

B) Diluire i residui. Risciacquare le pareti interne del serbatoio con circa 100 litri d'acqua pulita.

C) Pulire accuratamente le pareti interne del circuito idraulico (valvole e tubazioni). Attivare tutte le valvole affinché l'acqua di lavaggio in pressione circoli nel circuito idraulico.

D) Smaltire correttamente i residui di miscela diluiti nell'area oggetto del trattamento. Distribuire l'acqua di lavaggio su un'area non ancora trattata o dove non è stata applicata la dose piena di agrofarmaco (es. dove si è iniziato il trattamento).

E) Ripetere questa procedura di pulizia e smaltimento. Ulteriori diluizioni riducono la concentrazione della miscela e consentono, ad esempio, di effettuare la pulizia di filtri ed ugelli in condizioni di maggiore sicurezza.

F) Svuotare il serbatoio attraverso il rubinetto di scarico all'interno o in prossimità dell'area oggetto del trattamento. Effettuare questa operazione su un'area lontana da corpi idrici e zone sensibili all'inquinamento, ed avere l'avvertenza di cambiare posto ad ogni trattamento.

G) Ripetere questa procedura di pulizia e smaltimento per la terza volta.

Nota bene: Seguire le indicazioni riportate sulle etichette degli agrofarmaci. L'impiego di specifici prodotti per la pulizia dell'irroratrice può essere raccomandato in etichetta. In questo caso, riempire per metà il serbatoio principale dell'irroratrice con acqua pulita, aggiungere il prodotto per la pulizia, agitare la soluzione ed attivare tutti i dispositivi del circuito idraulico affinché valvole e tubazioni siano ripulite.

Riempire il serbatoio con acqua pulita e farla circolare nell'irroratrice per 10-15 minuti.

Le miscele diluite devono essere smaltite correttamente. Le miscele diluite devono essere distribuite su un'area non trattata o trattata con una dose di agrofarmaco inferiore alla dose piena oppure possono essere raccolte in appositi serbatoi di stoccaggio o su "Biobed", se autorizzati.

H) Svuotare il serbatoio attraverso il rubinetto di scarico all'interno o in prossimità dell'area oggetto del trattamento. Effettuare questa operazione su un'area lontana da corpi idrici e zone sensibili all'inquinamento, ed avere l'avvertenza di cambiare posto ad ogni trattamento.

I) Smontare ugelli e filtri. Pulirli utilizzando una soluzione contenente un detergente e/o un prodotto che inattivi l'agrofarmaco.

L) Risciacquare il serbatoio con acqua pulita, impiegando almeno un decimo della capacità del serbatoio, e far fluire l'acqua di lavaggio attraverso le tubazioni in mandata. Asciugare il serbatoio completamente.

Pulizia esterna: da effettuarsi sempre alla fine di ogni utilizzo dell'irroratrice

A) Rendere minimi i depositi di miscela sulle macchine irroratrici. Prevenire l'accumulo di depositi di prodotto sulle superfici esterne delle irroratrici e delle attrezzature abbinata ad esse (es. trattatrici).

B) Pulire esternamente le irroratrici regolarmente subito dopo l'uso.

C) Pulire le superfici esterne dell'irroratrice nel campo dove si finisce il trattamento oppure su un "Biobed" o su un'area inerbita o su un'area attrezzata per la raccolta delle acque di lavaggio. Se possibile utilizzare idropulitrici e/o spazzole e adattare opportunamente l'attrezzatura per poter effettuare la pulizia nel modo più efficiente possibile.

Nota bene: Non pulire mai le irroratrici dove vi sono rischi di inquinare il suolo o le acque superficiali.

Per coloro che dispongono di irroratrici equipaggiate con un serbatoio lava impianto si raccomanda di montare uno più ugelli lava serbatoio.

Un ugello lava serbatoio permette di effettuare una più efficace pulizia in campo. L'acqua pulita può essere fatta passare attraverso questi ugelli al fine di lavare le pareti interne del serbatoio. Considerare – al momento del montaggio – la migliore posizione per l'ugello all'interno del serbatoio; i serbatoi di grandi dimensioni possono richiedere il montaggio di più ugelli lava serbatoio al loro interno e si ricordi che occorre garantire anche il lavaggio del filtro a cestello posto al di sotto dell'apertura di riempimento.

11.3. Irroratrici dotate di serbatoio lava impianto e di ugello/i lava serbatoio

Risciacquo Interno: Consigliato quando si prevede di riutilizzare entro breve l'irroratrice per lo stesso tipo di trattamento o su una coltura simile a quella appena trattata

A) Ridurre al minimo il residuo di miscela nel serbatoio. Quando il contenuto del serbatoio sta per esaurirsi (es. ultimi 50-100 litri) chiudere l'agitazione e proseguire il trattamento fino a quando l'irroratrice è vuota.

B) Pulire la pompa e tutte le tubazioni. Regolare le valvole in modo da impiegare un terzo dell'acqua pulita disponibile nel serbatoio lava impianto per il risciacquo delle tubazioni e per alimentare l'ugello lava serbatoio deputato al risciacquo delle pareti interne.

C) Smaltire correttamente i residui di miscela diluiti nell'area oggetto del trattamento. Distribuire l'acqua di lavaggio su un'area non ancora trattata o dove non è stata applicata la dose piena di agrofarmaco (es. dove si è iniziato il trattamento).

D) Ripetere questa procedura di pulizia per altre due volte.

E) Ricoverare l'irroratrice in un luogo sicuro. Aggiungere acqua pulita nel serbatoio principale e ricoverare l'irroratrice in un luogo sicuro, al riparo dal gelo.

Pulizia Interna Completa: Necessaria quando si prevede di riutilizzare l'irroratrice su una coltura diversa da quella appena trattata, si cambia tipo di agrofarmaco o quando ci si appresta a ricoverare l'irroratrice per un lungo periodo (es. pausa invernale) o per effettuare interventi di manutenzione.

A) Seguire la procedura per il risciacquo interno sopra descritta.

B) Svuotare il serbatoio attraverso il rubinetto di scarico all'interno o in prossimità dell'area oggetto del trattamento. Effettuare questa operazione su un'area lontana da corpi idrici e zone sensibili all'inquinamento, ed avere l'avvertenza di cambiare posto ad ogni trattamento.

Nota bene: Seguire le prescrizioni riportate in etichetta. Seguire le indicazioni riportate sulle etichette degli agrofarmaci. L'impiego di specifici prodotti per la pulizia dell'irroratrice può essere raccomandato in etichetta. In questo caso, riempire per metà il serbatoio principale dell'irroratrice con acqua pulita, aggiungere il prodotto per la pulizia, agitare la soluzione ed attivare tutti i dispositivi del circuito idraulico affinché valvole e tubazioni siano ripulite.

Riempire il serbatoio con acqua pulita e farla circolare in tutta l'irroratrice (compreso il pre-miscelatore, se presente) per 10-15 minuti.

Le miscele diluite devono essere smaltite correttamente. Le miscele diluite devono essere distribuite su un'area non trattata o trattata con una dose di agrofarmaco inferiore alla dose piena oppure possono essere raccolte in appositi serbatoi di stoccaggio o su "Biobed", se autorizzati.

C) Svuotare il serbatoio attraverso il rubinetto di scarico all'interno o in prossimità dell'area oggetto del trattamento. Effettuare questa operazione su un'area lontana da corpi idrici e zone sensibili all'inquinamento, ed avere l'avvertenza di cambiare posto ad ogni trattamento.

D) Smontare ugelli e filtri. Pulirli utilizzando una soluzione contenente un detergente e/o un prodotto che de-attivi il principio attivo contenuto nell'agrofarmaco.

E) Risciacquare il serbatoio con acqua pulita, impiegando almeno un decimo della capacità del serbatoio, e far fluire l'acqua di lavaggio attraverso le tubazioni in mandata. Asciugare il serbatoio completamente.

Pulizia esterna: da effettuarsi sempre alla fine di ogni utilizzo dell'irroratrice

A) Rendere minimi i depositi di miscela sulle macchine irroratrici. Prevenire l'accumulo di depositi di prodotto sulle superfici esterne delle irroratrici e delle attrezzature abbinata ad esse (es. trattatrici).

B) Pulire esternamente le irroratrici regolarmente subito dopo l'uso.

C) Pulire le superfici esterne dell'irroratrice nel campo dove si finisce il trattamento oppure su un "Biobed" o su un'area inerbita o su un'area attrezzata per la raccolta delle acque di lavaggio. Se possibile utilizzare pistole, lance, o idropulitrici ad alta pressione e/o spazzole e adattare opportunamente l'attrezzatura per poter effettuare la pulizia nel modo più efficiente possibile.

Se non già disponibile sulla macchina, considerare il montaggio di un sistema dedicato per il lavaggio esterno dell'irroratrice (es. lancia e spazzola).

Nota bene: Non pulire mai le irroratrici dove vi sono rischi di inquinare il suolo o le acque superficiali.

GLOSSARIO

Aree sensibili all'inquinamento delle acque = la definizione di area sensibile è legata al contesto del Progetto TOPPS. A livello di ciascun Stato Membro possono esserci differenze, tuttavia si è ritenuto di dare un riferimento che consentisse di formulare delle specifiche tecniche coerenti.

Sono state indicate tre tipologie di aree sensibili all'inquinamento delle acque da agrofarmaci:

1) aree molto sensibili: pozzi non coperti e fontane; falde acquifere situate al di sotto di suoli molto permeabili; aree limitrofi a pozzi o sorgenti da dove viene prelevata acqua potabile; corpi idrici superficiali soggetti alla contaminazione da ruscellamento (es. situati al fondo di aree coltivate declivi).

2) aree mediamente sensibili: pozzi protetti naturalmente, fontane e sorgenti, stagni (es. situati in aree forestali); falde acquifere situate al di sotto di suoli semi-permeabili; aree circostanti pozzi e fontane; corpi idrici superficiali (esclusi quelli presenti all'interno dell'azienda agricola ed isolati dalla rete idrica superficiale).

3) aree poco sensibili: pozzi coperti, fontane protette (es. racchiuse in strutture di cemento), falde acquifere situate al di sotto di terreni impermeabili; tutte le aree non direttamente collegate a quelle mediamente o molto sensibili all'inquinamento.

CE - marchio = Il marchio di Conformità Europea (CE) si riferisce alla sicurezza del prodotto. Indica che il prodotto marchiato con questa etichetta rispetta i requisiti essenziali di sicurezza e salvaguardia della salute, previsti a livello europeo; tuttavia non si riferisce a norme inerenti la qualità del prodotto. Per ottenere il marchio CE un prodotto deve essere sottoposto ad un processo di autocertificazione oppure a valutazioni della sua sicurezza effettuate da enti terzi noti come "Enti Notificatori" o "Enti Competenti". In assenza di marchiatura CE un prodotto può non essere ammesso sul mercato europeo.

CEN = Comité Européen de Normalisation – Comitato Europeo di Normazione. Si occupa della produzione di Norme Europee (EN).

Controllo funzionale = nell'ambito di TOPPS si intende una verifica della funzionalità dell'irroratrice eseguita da un Ente terzo; essa può essere obbligatoria oppure effettuata su base volontaria, ufficiale o non ufficiale, ma adeguatamente registrata e documentata. Il controllo funzionale delle irroratrici viene solitamente eseguito sulla base di quanto previsto nella Norma EN 13790. In Italia l'Enama ha prodotto una serie di documenti circa le modalità secondo le quali effettuare tale controllo funzionale (<http://www.enama.it/it/irroratrici.php>)

Direttiva UE = una Direttiva UE è la definizione di leggi, regolamenti e provvedimenti amministrativi da parte dell'Unione Europea. Coinvolge tutti gli Stati Membri ed è vincolante negli obiettivi da raggiungere. Concede tuttavia a

ciascun Stato Membro la libertà di scegliere COME raggiungere tali obiettivi, applicando il così detto principio di sussidiarietà. Ciò tiene conto delle differenze naturali e socio-economiche esistenti tra le diverse regioni dell'unione. Significa che per molte direttive possono essere necessarie delle modifiche a livello locale, regionale o nazionale al fine di renderne possibile l'applicazione; tali modifiche non dovranno tuttavia esulare dagli obiettivi della Direttiva stessa.

EN = vedi CEN

Frazioni di miscela fitoiatrica diluita = soluzioni contenenti una concentrazione ignota di agrofarmaci; ad esempio, quelle che derivano dalla raccolta in azienda del liquido di lavaggio delle macchine irroratrici.

Inquinamento diffuso = nell'ambito di TOPPS si intende il movimento indesiderato degli agrofarmaci nel suolo, nell'acqua e nell'aria a seguito del trattamento fitoiatrico eseguito correttamente sulla coltura.

Esempi di inquinamento diffuso comprendono fenomeni di percolazione, erosione del suolo e/o ruscellamento che si verifichino a seguito di trattamenti autorizzati ed eseguiti correttamente, dovuti al manifestarsi di condizioni meteorologiche particolarmente avverse.

Inquinamento puntiforme = nell'ambito di TOPPS si intendono i gocciolamenti ed i versamenti accidentali di prodotto fitosanitario (concentrato o diluito) durante le fasi di trasporto, stoccaggio, preparazione della miscela e riempimento dell'irroratrice, distribuzione della miscela, pulizia e manutenzione dell'attrezzatura e smaltimento dei prodotti reflui del trattamento. Si intende inoltre la distribuzione di quantitativi eccessivi di agrofarmaco per unità di superficie nel corso del trattamento (sovradosaggi).

ISO = International Organisation for Standardisation – Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione. Si occupa della redazione di Norme Internazionali (ISO).

Prodotti reflui del trattamento = tutti i residui del trattamento in fase liquida contenenti agrofarmaci. Comprendono le frazioni di miscela fitoiatrica avanzate, i residui di miscela presenti nell'irroratrice al termine del trattamento, le acque di lavaggio delle macchine irroratrici.

Regolazione = la regolazione dell'irroratrice in funzione di uno specifico trattamento viene spesso indicata anche con il termine di "taratura". Si intende il settaggio dei parametri operativi della macchina al fine di adattare la distribuzione della miscela (in termini di volume di miscela per ettaro, livello di polverizzazione delle gocce, profilo di distribuzione, entità della portata del ventilatore, ecc.) alle specifiche caratteristiche agronomiche ed ambientali per ciascun singolo trattamento.

UE = Unione Europea

Volume residuo totale = volume di miscela residuo nell'irroratrice che non può essere distribuito alla pressione di esercizio desiderata e/o applicando il volume di distribuzione desiderato; tale volume è pari alla somma del volume residuo diluibile e del volume residuo non diluibile.

Volume residuo non diluibile = porzione del volume residuo totale nell'irroratrice che non può ritornare nel serbatoio principale durante il normale funzionamento dell'irroratrice (definizione tratta dalla Norma ISO 13440 (1996)). Detto anche "volume morto"; tipicamente, si tratta del volume presente nelle tubazioni in mandata, a valle del regolatore di pressione (Figura 65).

Volume residuo diluibile = somma del volume residuo nel serbatoio e di quello presente nelle tubazioni che può tornare nel serbatoio principale (Figura 65).

Volume residuo nel serbatoio = porzione del volume residuo diluibile che rimane nel serbatoio dell'irroratrice. Può essere raccolto attraverso la valvola di scarico del serbatoio stesso.

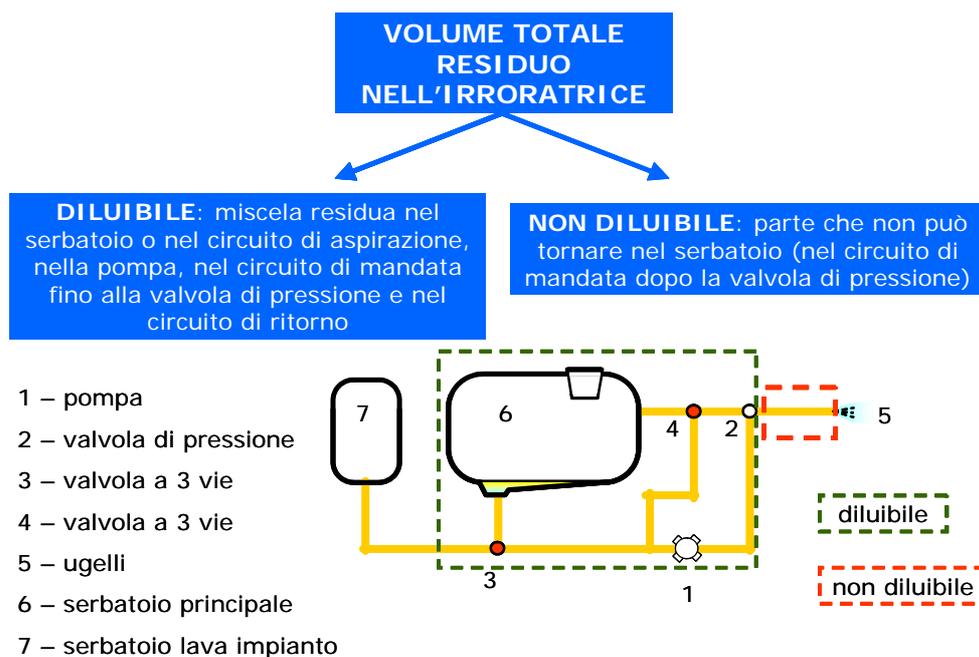


Figura 65: Schema del volume residuo nell'irroratrice a fine trattamento: distinzione tra volume diluibile e volume non diluibile.

NORME

Norme EN (più rilevanti)

EN 13790-1 : Macchine agricole - Irroratrici – Controllo di irroratrici usate -
Parte 1: Barre irroratrici

EN 13790-2: Macchine agricole - Irroratrici – Controllo di irroratrici usate -
Parte 2: Irroratrici aeroassistite per arbusti e coltivazioni arboree

EN 907: Macchine agricole e forestali- Irroratrici e macchine per la distribuzione
di fertilizzanti liquidi - Sicurezza

EN 12761-1: Macchine agricole e forestali- Irroratrici e macchine per la
distribuzione di fertilizzanti liquidi – Protezione dell'ambiente – Parte 1: Generale

EN 12761-2: Macchine agricole e forestali- Irroratrici e macchine per la
distribuzione di fertilizzanti liquidi – Protezione dell'ambiente – Parte 2: Barre
irroratrici

EN 12761-3: Macchine agricole e forestali- Irroratrici e macchine per la
distribuzione di fertilizzanti liquidi – Protezione dell'ambiente – Parte 3: Irroratrici
aeroassistite per arbusti e coltivazioni arboree

EN/ISO 4254-6rev: Macchine agricole e forestali- Irroratrici e macchine per la
distribuzione di fertilizzanti liquidi - Sicurezza

Norme ISO (più rilevanti)

ISO 22368-1: Macchine per la protezione delle colture – Metodologie di prova
per la valutazione dei sistemi di pulizia – Parte 1: Pulizia interna dell'intera
macchina irroratrice

ISO 22368-2: Macchine per la protezione delle colture - Metodologie di prova
per la valutazione dei sistemi di pulizia – Parte 2: Pulizia esterna dell'irroratrice

ISO 22368-3: Macchine per la protezione delle colture - Metodologie di prova
per la valutazione dei sistemi di pulizia – Parte 3: Pulizia interna del serbatoio
dell'irroratrice

ISO/DIS 4254-6: Trattori e macchine per l'agricoltura e foreste – Dispositivi
tecnici per garantire la sicurezza – parte 6: macchine per la protezione delle
colture.

ISO 22866: Macchine per la protezione delle colture – Metodi di misura della deriva in campo

ISO 5682/2: Macchine per la protezione delle colture Irroratrici – Parte 2: Metodologie di prova per le macchine irroratrici impiegate in agricoltura

ISO 22369-1.3: Macchine per la protezione delle colture – Classificazione delle irroratrici in funzione della deriva. Parte 1: Classificazione

ISO 13440: Macchine per la protezione delle colture – Irroratrici – Determinazione del volume residuo totale

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Andersen, P., Jorgensen, M., Nilsson, E., Wehmann, H. J. (2010). Towards efficient sprayer cleaning in the field and minimum point source pollution. *Aspects of Applied Biology* 99: 49-53.

Andersen, P., Jorgensen, M., Langenakens, J. (2010). Continuous cleaning – time efficient sprayer cleaning with minimum water usage. *Aspects of Applied Biology* 99: 55-60.

Bach, M., Röpke, B. and Frede, H-G. (2005). Pesticides in rivers – Assessment of source apportionment in the Pesticides in rivers – Assessment of source apportionment in the context of WFD; European Water Management Online, Official Publication of the European Water Association (EWA).

Balsari, P., Marucco, P., Oggero, G. (2006). External contamination of sprayers in vineyards. *Aspects of Applied Biology* 77: 215-221.

Balsari, P., Marucco, P., Oggero, G. (2008). Uso sicuro e sostenibile degli agrofarmaci: le linee guida TOPPS per la prevenzione dell'inquinamento puntiforme da agrofarmaci. Pubblicazione del DEIAFA – Università di Torino, ISBN 978-88-88854-27-4.

Balsari, P., Marucco, P., Nilsson, E., Wehmann, H. J., Ganzelmeier, H. (2008). Assessment of the efficiency of systems and procedures for the internal cleaning of sprayers. *Aspects of Applied Biology* 84: 209-216.

Balsari, P., Marucco, P. (2010). Sistemi per la gestione dei prodotti reflui del trattamento fitoiatrico". Pubblicazione del DEIAFA – Università di Torino. In stampa.

Cooper, S., Taylor, W., Ramwell C. (2006). Appraisal of sprayer washings techniques and guidance for optimal use. *Aspects of Applied Biology* 77: 223-228.

Cooper, S., Taylor, W. (2008). Techniques and hardware to reduce point source pollution of water with pesticides; a UK TOPPS perspective on predicted current practice and where future training may need emphasis. *Aspects of Applied Biology* 84: 385-394.

Kreuger, J., (1998). Pesticides in stream water within an agricultural catchment in southern Sweden, 1990-1996. *The Science of the Total Environment* 216, 227-251.

Jensen, P., Spliid, N. (2004). External deposits of different pesticides on field sprayers. *Aspects of Applied Biology* 71: 365-370.

Maillet-Mezeray J., Thierry J., Marquet N., Guyot C., Cambon N. (2004). Bassin versant de la Fontaine du Theil – Produire et reconquérir la qualité de l'eau: actions et résultats sur la période 1998-2003. *Perspectives Agricoles* 301:4.

Marucco, P., Balsari, P., Tamagnone, M., Nillson, E. (2010). Internal cleaning of sprayers: assessment of cleaning agents use and development of a test bench to evaluate tank cleaning nozzles performance. *Aspects of Applied Biology* 99: 61-67.

Mason, P.J., Foster, I.D.L., Carter, A.D., Walker, S., Higginbotham, S., Jones, R.L., Hardy, I.A.J. (1999). Relative importance of point source contamination of surface waters: River Cherwell catchment monitoring study. *Proceedings XI Symp. Pest. Chem. Cremona, Italy*, 405-412.

Müller, K., Bach, M., Hartmann, H., Spittler, M., Frede, H.G. (2002). Point and non-point source pesticide contamination in the Zwesten Ohm Catchment (Germany). *J. Environm. Quality*, 31(1), 309-318.

Neal C., Neal M., Hill L., Wickham H. (2006). River water quality of the River Cherwell: An agricultural clay-dominated catchment in the upper Thames Basin, south eastern England. *The Science of the Total Environment* 360 (1-3), 272-289.

Ramwell C., Johnson, P., Corns. H. (2004). An investigation into methods for sprayer decontamination. *Aspects of Applied Biology* 71: 371-376.

Ramwell, C., Cooper, S., Taylor, W. (2006). The environmental impact of cleaning the external surfaces of sprayers. *Aspects of Applied Biology* 77: 229-234.

Ramwell, C., Taylor, W., Cooper, S. (2008). The cleaning of sprayers after pesticide use; a European perspective. *Aspects of Applied Biology* 84: 377-384.

Roettele, M. (2008). Strategies to reduce point source losses of PPP to water focussed on "behaviour, technique and infrastructure": results and lessons from the TOPPS project. *Aspects of Applied Biology* 84: 357-368.

Seel, P., Knepper, T.P., Gabriel, S., Weber, A. and Haberer, K. 1996. Kläranlagen als Haupteintragspfad von Pflanzenschutzmitteln in ein Fließgewässer – Bilanzierung der Einträge. *Vom Wasser*, 86, 247-262.

Wehmann, H. J. (2006). "Cleaning of sprayers; an emerging ISO standard that is critical to environmental interests." *Aspects of Applied Biology* 77: 31-38.

Oltre al DEIAFA dell'Università degli Studi di Torino, al Progetto TOPPS hanno partecipato i seguenti Enti di ricerca Europei:

- 1 PCF-Diensten aan bedrijven vzw/npv & POVL (Belgio)
- 2 Landwirtschaftskammer Nordrhein - Westfalen (Germania)
- 3 Danish Agricultural Advisory Service & Hardi International (Danimarca)
- 4 Universitat Politècnica de Catalunya CEIB. (Spagna)
- 5 Cemagref & Arvalis (Francia)
- 6 Research Institute of Pomology and Floriculture & Institute Land Reclamation and Grassland Farming (Polonia)
- 7 Harper Adams University College (Gran Bretagna)

CONTATTI



Prof. Paolo Balsari, Dott. Paolo Marucco
e- mail: progetto.topps@unito.it



Dott. Marco Rosso
e-mail: m.rosso@federchimica.it


www.topps-life.org