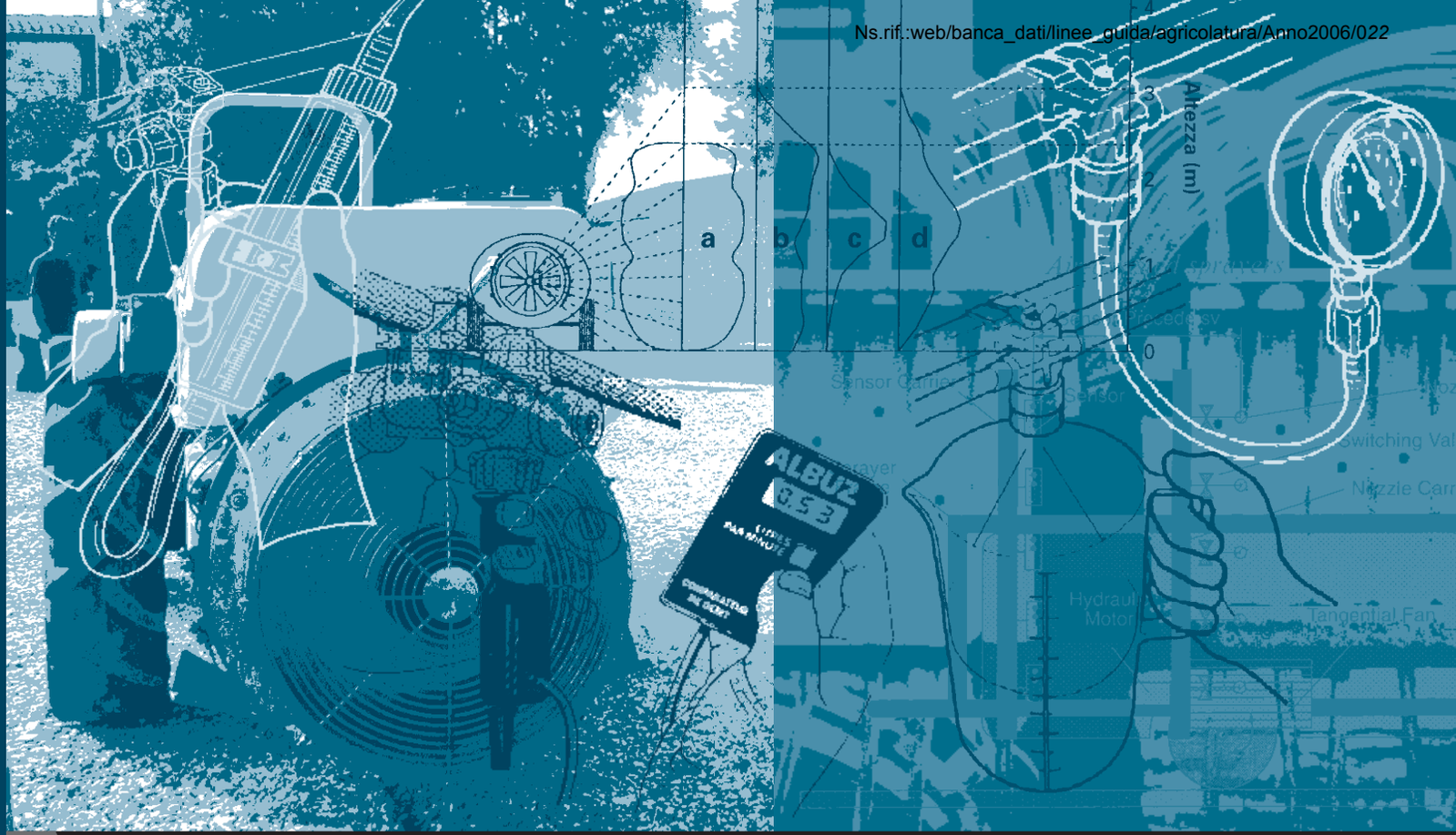
Ns.rif.:web/banca_dati/linee_guida/agricolatura/Anno2006/022



Macchine irroratrici agricole: controlli e tarature per una maggiore efficienza e sicurezza di impiego

REGIONE TOSCANA

• Quaderno ARSIA 5/2003

• Quaderno ARSIA 5/2003

ARSIA - Agenzia Regionale per lo Sviluppo
e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale
via Pietrapiana, 30 - 50121 Firenze
tel. 055 27551 - fax 055 2755216/2755231
www.arsia.toscana.it
email: posta@arsia.toscana.it

DIAF - Dipartimento di Ingegneria agraria e forestale
Università di Firenze, Sezione di Meccanica
p.le delle Cascine, 15 - 50144 Firenze

A cura di: Giovanni Vettori, Massimo Cecconi,
Sabina Palchetti - *ARSIA*

Cura redazionale, grafica e impaginazione:
LCD srl, Firenze

Stampa: EFFEEMME LITO srl, Firenze

ISBN 88-8295-046-8
Fuori commercio, vietata la vendita
© Copyright 2003 *ARSIA Regione Toscana*

Macchine irroratrici agricole: controlli e tarature per una maggiore efficienza e sicurezza di impiego

Riccardo Russu, *ARSIA* • Marco Vieri, *DIAF*

ARSIA • Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione
nel settore Agricolo-forestale, Firenze

Sommario

Presentazione 7
Maria Grazia Mammuccini

Premessa 9

MACCHINE IRRORATRICI AGRICOLE: METODI DI CONTROLLO E TARATURA
Marco Vieri, Riccardo Russu, Stefano Guidi 11

Introduzione 13

1. Importanza della difesa 15
1.1 Introduzione al concetto di "difesa" 15
1.2 L'utilizzo dei fitofarmaci in agricoltura 15
1.3 Modalità di applicazione dei fitofarmaci 16
1.4 Nuovi orientamenti della difesa 17

2. Controllo dell'irrorazione 19
2.1 L'irrorazione 19
2.2 L'efficienza dell'irrorazione 19
2.3 Il controllo integrato, obiettivi sulla riduzione degli agrochimici 24
2.4 L'irrorazione intelligente, obiettivi ed innovazioni per la sicurezza 26
2.5 Lo stato d'uso delle irroratrici agricole in Italia 28

3. Le tipologie di irroratrici 33
3.1 La classificazione delle macchine irroratrici 33
3.2 Le irroratrici classiche: barre irroratrici, lance, pompe 33
3.3 Le irroratrici per trattamenti ai frutteti (atomizzatori e nebulizzatori) 34

4. La certificazione delle irroratrici 37
4.1 Certificazione delle macchine nuove 37
4.2 La procedura della certificazione 38
4.3 Le normative europee 41

5. Il controllo periodico in ambito europeo, nazionale e regionale 43
5.1 Esperienze in ambito europeo 43
5.2 La situazione in Italia 46
5.3 Un nuovo quadro normativo 48
5.4 L'esperienza della Regione Toscana 49

6. Il controllo diagnostico periodico 55
6.1 Finalità e fasi del controllo periodico 55
6.2 Componenti soggetti al controllo periodico 55
6.3 Strumenti e parametri controllati 57
6.4 Tipologie di organizzazione del servizio 63

7. Metodi e strumentazioni di controllo delle irroratrici da frutteto 65
7.1 Premessa sullo studio condotto 65
7.2 Le tipologie di captatori verticali 65
7.3 Correlazione tra controllo e distribuzione sulla chioma 70

Bibliografia 72

IL PROGETTO ARSIA
Riccardo Russu, Marco Vieri, Roberto D'Alonzo 75

1. Realizzazione e gestione di un servizio di verifica dell'efficienza funzionale delle macchine irroratrici in agricoltura. Programma 1999 77
2. Cantiere mobile di controllo diagnostico delle irroratrici agricole 81
3. Metodologia di controllo per barre e atomizzatori per la Regione Toscana 89
4. Obiettivi dell'azione di controllo e taratura delle irroratrici agricole 93

IL CANTIERE MOBILE DI CONTROLLO FORNITO DALL'ISMA ALLA REGIONE TOSCANA
Marcello Biocca, Daniele Vannucci 95

a) Banco verticale (controllo della distribuzione in verticale degli atomizzatori) 97
b) Banco prova orizzontale 98
c) Sistema elettronico per l'acquisizione dei dati 98
d) Banco per il controllo della precisione del manometro 99
e) Attrezzatura per il controllo della portata degli ugelli 99
Bibliografia 100

I BANCHI PROVA SONO UTILI PER LA TARATURA DELLE MACCHINE IRRORATRICI IMPIEGATE NEI VIGNETI?
Paolo Balsari, Gianfranco Pergher, Marco Vieri, Giorgio Ade, Pasquale Garella, Gennaro Giametta, Giacomo Blandini 101

1. Introduzione 103
2. Miglioramento dei metodi di regolazione delle irroratrici 103
3. Il programma di ricerca MIUR 104
4. Correlazione fra i profili di distribuzione verticale e i depositi sulla vegetazione. Le prove del primo anno 105
5. Verifica in campo dei profili di distribuzione ottimizzati. Le prove del secondo anno 108
6. Prove di laboratorio su diversi tipi di pareti artificiali 112
7. Conclusioni 117
Bibliografia 118

Appendice 119

Presentazione

Il Quaderno ARSIA 5/2003 *Macchine irroratrici agricole: controlli e tarature per una maggiore efficienza e sicurezza di impiego* rappresenta uno dei risultati finali di un percorso iniziato nel 1998 con il progetto pluriennale relativo al Programma Interregionale "Agricoltura e Qualità" - Misura 4, che prevedeva la realizzazione sul territorio regionale toscano di un servizio per la taratura e la verifica dell'efficienza distributiva delle macchine irroratrici operanti in agricoltura allo scopo di perseguire, con sempre più incisività, programmi di agricoltura eco-compatibile, mirati a ottenere prodotti di qualità sempre più elevata nell'ottica della difesa dell'ambiente e dei consumatori.

Questa pubblicazione presenta in modo puntuale le conoscenze tecniche maturate ad oggi sulla taratura e il controllo dell'efficienza distributiva delle macchine irroratrici. Le informazioni tecniche presenti costituiscono anche la base su cui sta operando la Regione Toscana per attivare sul proprio territorio questo servizio. Alcune peculiarità dell'agricoltura toscana, come la struttura fondiaria e le relative diversificazioni produttive che impongono numerosi interventi di difesa fitosanitaria, il parco macchine irroratrici regionale che presenta un alto indice di vetustà, sono fattori che richiedono urgentemente la realizzazione sul territorio regionale di un servizio per il controllo e la taratura dell'efficienza distributiva delle macchine irroratrici.

A tale scopo l'ARSIA ha realizzato, attraverso il supporto scientifico dell'Università di Firenze-Facoltà di Scienze Agrarie e l'Istituto sperimentale di Meccanizzazione agricola di Roma, 7 cantieri mobili per il controllo e la taratura delle macchine agricole, affidandone la gestione sul territorio a soggetti professionalmente preparati e selezionati attraverso un bando pubblico, quale primo nucleo di operatori a servizio delle imprese agricole. Le finalità di tale controllo sono volte a rispondere ai requisiti previsti dal Piano di sviluppo rurale della Regione Toscana e ai disciplinari di produzione per le aziende che aderiscono alle misure agroambientali e al marchio regionale "Agriqualità".

Le indicazioni presenti in questa pubblicazione si propongono lo scopo di guidare l'operatore agricolo a un corretto uso delle macchine irroratrici, consapevoli che ciò ha riflessi positivi sia per l'azienda stessa, che ottiene una migliore distribuzione del prodotto con il risultato di una maggiore efficacia del trattamento, sia per l'ambiente in quanto consente una minore dispersione di prodotti chimici.

Maria Grazia Mammuccini
Amministratore ARSIA

Premessa

L'ARSIA si è occupata fino dagli anni della sua costituzione dei problemi connessi con la riduzione dell'impatto ambientale, della sicurezza e dell'aumento dell'efficienza nell'applicazione dei prodotti chimici nella difesa delle produzioni agricole. Il mezzo di applicazione assume in tal senso una importanza fondamentale nell'efficiente utilizzo delle risorse chimiche immesse nell'ambiente colturale. Gli sforzi compiuti in questi 10 anni dall'Agenzia e dai ricercatori hanno portato ad un notevole incremento qualitativo sia per quanto riguarda i mezzi impiegati, come nella specializzazione degli operatori.

L'ARSIA ha promosso negli ultimi anni, in accordo con gli orientamenti della Regione Toscana e dell'Unione Europea, la costituzione di centri di controllo di cui possono avvalersi le aziende agricole per verificare le proprie macchine irroratrici.

Il controllo, cui è associata una taratura dell'apparecchiatura per le specifiche condizioni di impiego, consente di certificare il corretto funzionamento dei gruppi funzionali ed è un momento di formazione per gli operatori che utilizzano tali macchine.

La presente pubblicazione è una raccolta di 4 documenti che costituiscono la sintesi del lavoro che ARSIA e DIAF hanno condotto in tal senso negli ultimi anni:

1. Macchine irroratrici agricole: metodi di controllo e taratura (1999).
   Marco Vieri, Riccardo Russu, Stefano Guidi.
   [Tesi di Laurea].

2. Il Progetto ARSIA (2000)
   Riccardo Russu, Marco Vieri, Roberto D'Alonzo.

3. Il cantiere mobile di controllo fornito dall'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola - ISMA alla Regione Toscana (2002)
   Marcello Biocca, Daniele Vannucci.

4. I banchi prova sono utili per la taratura delle macchine irroratrici impiegate nei vigneti? I risultati di un programma di ricerca cofinanziato MIUR 40% (2002)
   Paolo Balsari, Gianfranco Pergher, Marco Vieri, Giorgio Ade, Pasquale Guarella, Gennaro Giametta, Giacomo Blandini.

Macchine irroratrici agricole: metodi di controllo e taratura

Marco Vieri, Riccardo Russu, Stefano Guidi

arsia

Introduzione

Le tematiche relative alla salvaguardia ambientale e alla tutela della salute umana hanno da tempo investito anche le produzioni agricole.

È da molto tempo che si stanno non solo pensando, ma anche applicando nuove metodologie, anche alternative ai prodotti chimici, cui per ora non è possibile rinunciare completamente, per frenare l'azione dei parassiti delle piante coltivate.

I trattamenti antiparassitari rappresentano uno dei momenti più delicati ma, nello stesso tempo, meno efficienti dell'intero processo produttivo agricolo. Essi comportano infatti perdite di prodotto a terra e per deriva al di fuori dell'appezzamento che possono risultare anche dell'ordine del 60% (Endrizzi, 1990). Dati espressi dalla letteratura indicano una dispersione di prodotto nell'ordine del 30-60% fino a punte del 70-90% nei trattamenti invernali alle colture arboree. In alcuni casi, poi, la quota che giunge effettivamente sul bersaglio è pari solamente all'1-3% di quella distribuita (Brown, 1960).

Queste perdite possono essere notevolmente ridotte tarando le macchine adibite alla distribuzione dei prodotti, dopo i necessari controlli alle sue parti componenti, in modo che la distribuzione della miscela antiparassitaria sia conforme alle esigenze della pianta.

Inoltre l'aggravarsi della situazione ambientale e l'accresciuta sensibilità ai problemi sanitari derivanti dall'impiego dei fitofarmaci ha determinato una notevole spinta alla ricerca di soluzioni adeguate: con la produzione di molecole cosiddette "ecologiche"; il recupero di vecchi metodi agronomici e la sperimentazione di mezzi alternativi, fisici e biologici.

In questo quadro si comprende la sempre più attenta valutazione delle procedure di distribuzione dei citati prodotti chimici antiparassitari in modo da consentirne "un uso ridotto" nella scia dell'orientamento individuato dalla cosiddetta "difesa integrata".

È importante quindi porre nuovamente l'attenzione su alcuni aspetti fondamentali quali il controllo periodico e la taratura delle irroratrici, nell'ottica di una sempre maggiore qualità di distribuzione.

Il controllo funzionale e la taratura riguardano la messa a punto della macchina dal punto di vista meccanico, funzionale e applicativo (cioè riferito ad una o più colture specifiche). Viene effettuata da personale specializzato con l'ausilio di opportune attrezzature. Il controllo diagnostico può considerarsi un intervento di manutenzione straordinaria. Per qualità di distribuzione invece si intende far giungere sul bersaglio la giusta dose di prodotto distribuito, contenendo entro valori minimi le perdite per gocciolamento e per deriva. Il principale elemento in grado di influire sulla riuscita del trattamento è proprio la qualità della distribuzione, con il fine di garantire la maggiore precisione possibile che, oltre ai positivi risvolti tecnici, possa dare economia di prodotto e di energia spesa e, al tempo stesso, sicurezza per l'operatore, il consumatore e l'ambiente.

Con lo studio condotto sul controllo della distribuzione, soprattutto di quella verticale, si è fatto luce su alcuni importanti scenari, come ad esempio l'obsolescenza esistente per alcuni tipi di macchine presenti sul mercato, ed una certa arretratezza a livello della preparazione per gli operatori agricoli.

Tuttavia, l'altro scenario che si è presentato, riguarda una categoria di macchine sempre più mirate ad una agricoltura di precisione. Questo si traduce in controlli di funzionalità sempre maggiori e più precisi; in meccanismi che aumentano la sicurezza dell'operatore e la precisione del dosag-

gio come le vasche ed i sistemi di premiscelazione; in dispositivi studiati per limitare al minimo le perdite per deriva, che irrorano solo le aree occupate dalla vegetazione (distribuzione spazialmente variabile).

Nel presente lavoro si prendono in esame i vari metodi di certificazione per le macchine nuove e i metodi di controllo periodico delle macchine già in uso.

Per certificazione oggi si intende un'attestazione che sancisca l'idoneità della macchina ad effettuare determinati trattamenti in base ad una precisa normativa di riferimento.

Per i metodi di controllo diagnostico periodico invece si fa riferimento ad una serie di attrezzature che, nella maggior parte dei casi, riproducono le condizioni operative per verificare la funzionalità dei vari organi e la corretta distribuzione, nel caso degli atomizzatori viene simulata l'ipotetica superficie vegetale da irrorare, avvalendosi appunto dei più svariati dispositivi atti a raccogliere il liquido distribuito. Una volta intercettata la quantità di liquido irrorata, questa viene misurata e rappresentata graficamente, con lo scopo di quantificare eventuali asimmetrie e disomogeneità di distribuzione. Dopo questa fase si procede alla messa a punto della macchina.

La presentazione effettuata nel presente lavoro, dei metodi di controllo periodico delle macchine in uso, si suddivide in una fase sperimentale, una fase di studio in Europa ed una a livello nazionale, con riferimento al programma interregionale "Agricoltura e qualità" (meglio nota come misura 4), in relazione della metodologia di riferimento per il controllo meccanico-funzionale delle irroratrici usate.

Nelle colture arboree, l'irregolarità del bersaglio, determinata dai molteplici tipi d'impianto e dalle fasi di sviluppo vegetativo, rende difficile fissare le caratteristiche ottimali della distribuzione degli antiparassitari. Diventa importante quindi stabilire le relazioni che legano le caratteristiche dell'irrorazione (direzione dei getti, diametro delle gocce, portata e velocità del vettore aria) e quelle dell'area del trattamento (forma, dimensioni, spaziatura fra le piante), cercando di avvicinare le prime alle seconde per garantire una distribuzione ottimale alle differenti quote.

Per realizzare condizioni operative standard ripetibili nel tempo vengono utilizzati dei banchi verticali a parete che simulano la vegetazione tramite organi recettori posti a diverse quote.

Questi banchi devono consentire frequenti e veloci operazioni di taratura e regolazione degli atomizzatori, e fornire agli agricoltori rapide indicazioni sulle regolazioni da apportare alla macchina. Le pareti verticali, se impiegate per scopi sperimentali e di certificazione, devono anche garantire un elevato grado di accuratezza e precisione sia per quanto riguarda i valori di una singola prova, sia la ripetitività della stessa.

Con l'ampio parco macchine attualmente disponibile, un trattamento può essere effettuato nelle più svariate condizioni; quindi la parete ottimale dovrebbe sviluppare capacità recettive verso nebulizzazioni con le più differenti caratteristiche.

Tra gli obiettivi e gli scopi di questa trattazione si vogliono presentare i diversi metodi di controllo utilizzati fino ad oggi, per la taratura delle irroratrici da frutteto, con nuove soluzioni capaci di avvalersi di tutta una serie di accorgimenti tecnologici che solo negli ultimi anni sono stati resi disponibili. L'obiettivo è quello di arrivare ad un sistema di controllo dotato di una attrezzatura semplice, facilmente trasportabile e soprattutto utilizzabile senza particolari modifiche su tutte le tipologie di macchine in commercio. Importante risulta infatti l'esigenza di definire una metodologia di prova adeguata all'effettuazione di controlli su un numero di macchine molto elevato.

1. Importanza della difesa

1.1 Introduzione al concetto di "difesa"

Nel corso degli ultimi decenni, le esigenze alimentari nel mondo, hanno spinto l'agricoltore ad incrementare e migliorare, oltre alle tecniche agronomiche e colturali, l'uso dei mezzi chimici.

Dal momento che più del 25% della produzione agricola mondiale, si calcola venga distrutta, inquinata o subisca la concorrenza di parassiti animali o vegetali, risulta evidente l'importanza preponderante della difesa, visto e considerato che dalla sua buona riuscita dipendono in massima parte la qualità e la quantità delle produzioni (Savi 1996).

Se questi organismi, una volta raggiunta la soglia di "tolleranza economica", non vengono fermati o limitati nella loro azione, le conseguenze influirebbero sull'aspetto qualitativo e quantitativo delle produzioni, traducendosi così in una perdita di guadagno per l'imprenditore agricolo.

La difesa fitosanitaria si è affermata quale pratica colturale necessaria alla salvaguardia delle produzioni e dei redditi agricoli già da molti decenni. Sino a non molto tempo fa essa veniva però identificata esclusivamente con la lotta chimica, sovente di tipo indiscriminato ed aveva come obiettivo la "eradicazione" degli agenti di danno. Questo tipo di logica ha provocato l'insorgere della cosiddetta "sindrome da pesticidi" che è costituita sostanzialmente dalla creazione di uno squilibrio nei rapporti tra i componenti di ciascun ambiente, in genere in favore delle specie dannose alle colture. Questo tradotto in termini economici, ha significato per gli agricoltori una diminuzione dei redditi dovuta sia alla crescita dei costi, connessa ad un impiego maggiore dei fitofarmaci, che alla diminuzione dei ricavi, causata dalla contrazione delle quantità prodotte; accanto a questi effetti negativi vanno considerati i danni procurati all'ambiente che si sono tradotti sia in costi privati, sia in costi sociali.

Tutto ciò ha fatto sorgere la necessità di impostare la difesa fitosanitaria su nuove basi che prevedano un sistema di "controllo" (e non "eradicazione") degli agenti di danno non più di tipo solo chimico, ma basato sulla combinazione di varie metodologie di lotta (lotta integrata). Tali situazioni sono tipiche delle aree ad agricoltura avanzata, che purtroppo costituiscono una parte modesta delle zone rurali. Nelle zone ad agricoltura meno sviluppata non si è verificata una evoluzione dello stesso tipo e si è instaurato un uso del mezzo chimico eccessivo ed improprio, che non conduce a migliori risultati economici e può destabilizzare l'equilibrio di ecosistemi ancora complessi.

1.2 L'utilizzo dei fitofarmaci in agricoltura

Fino ad oggi i prodotti per la difesa fitosanitaria rimangono uno dei mezzi più importanti per l'ottenimento di una produzione agricola funzionalmente corrispondente alle esigenze del mercato attuale.

Parlare di fitofarmaci, o meglio "prodotti fitosanitari" (DL 194/95), significa prendere in considerazione il loro meccanismo di azione, confrontarlo con la fisiologia della pianta e dei parassiti, con il microclima colturale e le loro condizioni del terreno, per identificarne i corretti parametri di azione e di applicazione. In altre parole significa prendere in considerazione le loro caratteristiche biologiche (efficacia), il corretto quantitativo di "sostanza attiva", la concentrazione più efficace e le ottimali condizioni di deposizione; oltre a ciò è importante conoscere lo spettro di azione della

sostanza attiva, la persistenza, il momento più propizio, le loro caratteristiche tossicologiche, il loro impatto ambientale potenziale e ovviamente il razionale impiego.

Con quest'ultima espressione si intendono le modalità di esecuzione del trattamento, in particolare l'attrezzatura utilizzata, la quantità di acqua irrorata e in definitiva la quantità della distribuzione e dei depositi.

L'attrezzatura per l'esecuzione rapida degli interventi antiparassitari è molto importante, perché soltanto un razionale utilizzo di un fitofarmaco, si possono raggiungere dei risultati biologici soddisfacenti, con l'ottenimento di produzioni di qualità, rispondenti alle esigenze di una moderna agricoltura. Oggi infatti si richiedono produzioni sane e di qualità, che implicano assenza di residui o comunque rispetto dei limiti previsti dalle leggi vigenti, limiti che sono ampiamente sicuri per la salute dei consumatori.

Tutto questo può essere ottenuto anche attraverso l'attrezzatura irrorante che, quindi, deve essere inserita nel processo produttivo, alla stessa stregua degli altri mezzi di produzione, fitofarmaci, concimi e così via.

Il successo della difesa antiparassitaria si può ottenere selezionando il fitofarmaco con le giuste caratteristiche, scegliendo la dose appropriata, la quantità di miscela da utilizzare sulla unità di superficie, e ovviamente l'attrezzatura irroratrice idonea al trattamento, al sesto e forma di allevamento, ben funzionante, ben tarata e utilizzata.

Nonostante che la moderna fitoiatria abbia messo a disposizione degli agricoltori dei sistemi di difesa che non danneggiano l'ambiente, la lotta chimica rimane ancora oggi il metodo di difesa al quale maggiormente si ricorre in agricoltura (Vieri & Baldi, 1988) ed i preparati chimici impiegati vengono classificati dalle attuali normative in due categorie: se utilizzati come antiparassitari o diserbanti o sulle derrate alimentari prendono la denominazione di "Prodotti fitosanitari" (PF), viceversa se utilizzati nell'ambiente (aperto o indoor), sugli animali o sull'uomo, vengono registrati come "Presidi medico-chirurgici" (PMC).

1.3 Modalità di applicazione dei fitofarmaci

Le *sostanze attive* (DL 194/95), presenti nei prodotti fitosanitari si dividono in *esofarmaci* ed *endofarmaci*, considerando il luogo della loro azione rispetto alla pianta.

Gli *esofarmaci* vengono applicati all'esterno della pianta e agiscono in tale sede in quanto non sono capaci di attraversare la cuticola e di penetrare nei tessuti. Potranno pertanto controllare il patogeno solo prima che questo sia penetrato all'interno della pianta; esercitano quindi solo azione profilattica ed il trattamento dovrà essere effettuato preventivamente e tempestivamente essendo, per molti patogeni, la penetrazione assai rapida. Risulta altresì evidente che la vegetazione protetta sarà solo quella che ha direttamente ricevuto il trattamento. Gli esofarmaci quindi potranno esercitare un'azione curativa, cioè agire ad infezione già in atto, solo contro i patogeni *ectofiti*, cioè quelli che hanno sviluppo esterno alla pianta.

Gli *endofarmaci*, invece, pur applicati anche essi all'esterno della pianta penetrano nei tessuti ed hanno quindi una azione propriamente curativa essendo in grado di raggiungere e bloccare il patogeno già insediatosi in essi anche da alcuni giorni. Più in dettaglio gli endofarmaci si distinguono a seconda del tipo di traslocabilità in:

- *translarninari*, se sono capaci di traslocare dall'una all'altra pagina fogliare
- *citotropici*, se possono compiere percorsi inter o intracellulari limitati alla zona circostante il luogo di penetrazione
- *sistemici*, se, dopo essere stati assorbiti dalle foglie o dalle radici vengono trasferiti in ogni organo della pianta mediante la circolazione della linfa.

Naturalmente l'assente potere di penetrazione che caratterizza gli esofarmaci oppure il diverso grado di mobilità tipico degli endofarmaci hanno una rilevante influenza sul tipo di utilizzo che può essere fatto dei vari prodotti fitosanitari nella difesa antiparassitaria. Se gli esofarmaci come abbiamo avuto modo di dire in precedenza, sono prodotti tipicamente preventivi e da impiegare tempestivamente, gli endofarmaci hanno determinato un notevole progresso degli interventi fitoiatrici rendendo possibile la difesa di piante già infette e svincolando l'operatore dall'esigenza di tempestività (D'Anibra & Rui, 1986). Un altro vantaggio degli endofarmaci è rappresentato dal fatto che la loro penetrazione è generalmente rapida per cui si evitano perdite di prodotto per dilavamento, anche se piove poco dopo il trattamento. È altresì evidente che i prodotti sistemici a differenza degli altri esercitano la loro azione non solo sulla parte di vegetazione trattata bensì anche su parti della pianta non direttamente trattate o non ancora presenti all'anno dell'intervento.

1.4 Nuovi orientamenti della difesa

In tutta l'Europa si sta sviluppando sempre di più un nuovo concetto di difesa, accompagnato da un maggiore rispetto per l'ambiente e l'agro-ecosistema, da tutta una serie di progetti di cambiamento sia a livello politico, sia sul piano della ricerca.

Gli addetti ai lavori si sono impegnati moltissimo in questi ultimi anni, proprio per modificare il modo di pensare e agire nella gestione della difesa. Per fare un esempio, non molto tempo fa, nella lotta cosiddetta "a calendario", ovvero a scadenze fisse, per una carenza dell'informazione e delle conoscenze tecniche la decisione del trattamento era affidata per lo più al caso, era un atto ripetitivo, un riflesso condizionato e le attrezzature e la loro utilizzazione rappresentavano l'anello più debole dell'operazione. Oggi la scelta del momento adatto per il trattamento antiparassitario non è più dettato dal caso, ma nasce da una azione di coordinamento di tutta una serie di azioni di varia natura quali quelle:

- agronomica
- fisica
- biologica
- legislativa
- biotecnologica.

Le *esigenze di natura agronomica* riguardano la necessità di rendere l'ambiente pedoclimatico il più vicino possibile alle condizioni di vita ideale per la pianta; le tecniche colturali oggi, oltre a favorire la pianta stessa, che acquista robustezza e dominanza, spesso creano condizioni ambientali avverse al patogeno. Le tecniche agronomiche sono conosciute ormai da molto tempo ma le nuove acquisizioni sui cicli biologici dei vari parassiti hanno portato notevoli cambiamenti nella tecnica stessa che è divenuta più efficace nel controllo degli agenti eziologici. Essenzialmente questi interventi fanno parte delle operazioni di tecnica colturale normalmente adottate nella pratica agricola e precisamente: la scelta colturale, la rotazione, le lavorazioni di coltivazione (sarchiature, erpicature, irrigazioni ecc.) le sistemazioni idraulico-agrarie, le potature ecc.

Per quanto concerne i *mezzi fisici* e *meccanici* questi agiscono sia direttamente sul patogeno, sia indirettamente creando condizioni favorevoli alla non diffusione degli agenti patologici. Fanno parte di questi interventi la sterilizzazione dei terricci di coltivazione col calore; la distruzione di focolai di inoculo e/o infezione; la dendrochirurgia su organi legnosi; la protezione delle ferite di grossa potatura con mastici adatti; la tecnica della solarizzazione. Gli obblighi legislativi sono norme, da sempre presenti negli ordinamenti legislativi dei vari Paesi, che hanno lo scopo di regolamentare sia il comportamento agronomico (lotta obbligatoria contro alcuni patogeni), sia gli scambi commerciali, introducendo norme doganali, con relativi controlli, per evitare il propagarsi di eventuali agenti eziologici.

Passando ad analizzare gli interventi con *mezzi biologici* è facile capire come questi comprendano interventi diretti sull'ospite (miglioramento genetico) e interventi diretti sui parassiti, utilizzando i loro naturali antagonisti. In questo caso si parla di lotta biologica vera e propria; essa è oggi particolarmente sfruttata nei confronti di insetti fitofagi contro i quali si usano altri insetti (parassitoidi o predatori) oppure agenti di malattia quali i batteri, i protozoi, i funghi, i nematodi, i virus e i viroidi. La lotta biologica contro i microrganismi fitopatogeni è ancora in fase sperimentale.

Infine ci sono gli *interventi biotecnologici* che hanno avuto negli utimi tempi una grande evoluzione permettendo di affiancarli, con risultati soddisfacenti, in casi di lotta contro insetti fitofagi. La lotta biotecnologica consiste essenzialmente nell'uso di determinate sostanze (ad esempio i ferormoni) che consentono sia di monitorare gli insetti potenzialmente pericolosi, sia di attuare nei loro confronti una difesa più mirata ed efficace, con l'uso delle trappole sessuali (monitoraggio della popolazione) oppure della cattura massiva, della tecnica del maschio sterile e dell'uso dei regolatori di sviluppo.

Tutti i metodi di difesa possono essere riuniti nel concetto di *lotta integrata* che oggi è la risposta più efficiente che gli agricoltori hanno a disposizione per attuare la protezione delle colture dai parassiti; essa è intesa come unione di tutti i mezzi di lotta (compresi quelli chimici ed in particolare quelli di terza generazione) compatibili con le esigenze ecologiche che danno priorità ai fattori naturali di limitazione e alle soglie economiche di danno. Questo modo di pensare si sta giustamente diffondendo, grazie anche all'evoluzione della gestione della difesa e dell'informazione. Come linea guida generale, questo nuovo modo di concepire la difesa prevede un più scrupoloso impiego dei preparati chimici, una maggiore efficacia nella irrorazione e minori perdite di prodotto. Questo si verifica quando: l'intervento è tempestivo; si ha la maggiore copertura possibile della superficie da trattare; è interessato tutto lo spessore vegetale; il metodo operativo è scrupoloso e le attrezzature sono perfettamente tarate. Nonostante un conti-

nuo e costante impegno di tutti i mezzi e di tutte le strategie per una difesa sempre più affine a tutta una serie di esigenze di natura ecologica, rimane abbastanza utopistico pensare, in tempi brevi, ad una agricoltura capace di produrre alimenti e soprattutto redditi senza l'uso dei prodotti chimici.

Purtroppo, se da un lato l'impiego di prodotti ha permesso un notevole aumento di reddito delle coltivazioni favorendo la competitività di questo sistema nei confronti di altri metodi produttivi, dall'altro ha creato numerosi problemi ecologici e di sanità pubblica per la contaminazione operata sull'ambiente e sui vegetali da parte degli stessi fitofarmaci. È per questo che la moderna fitoiatria ha assunto nuove metodologie di intervento che si sono aggiunte a quelle esistenti.

2. Il controllo dell'irrorazione

2.1 L'irrorazione

Irrorare significa applicare il prodotto fitosanitario, sotto forma di una miscela omogenea tra sostanza attiva ed acqua, in goccioline di dimensioni differenti da distribuire uniformemente. L'irrorazione ha sostituito la vecchia tecnica di bagnatura e di lavaggio della pianta e delle superfici da proteggere. Le irroratrici sono le attrezzature che hanno come scopo principale il trasporto di queste miscele sul bersaglio, suddividendole appropriatamente, prima della deposizione, in sospensioni o emulsioni.

Nell'irrorazione l'acqua è un veicolo che, oltre al compito di disperdere, ha anche quello di permettere di distribuire, il più uniformemente possibile, una piccola quantità di formulato su una superficie grande come l'ettaro. Fino a qualche anno fa il volume utilizzato era sicuramente esagerato, con conseguenti riflessi negativi; da un po' di tempo è in atto una giusta e sensibile riduzione, non solo in frutticoltura e in viticoltura, ma anche sulle colture erbacee, con positivi risvolti sia tecnici che economico-ambientali.

È necessario quindi individuare con precisione i vari elementi caratterizzanti l'irrorazione e quali siano oggi le nuove tendenze e i possibili accorgimenti adottabili per migliorarne l'efficacia.

2.2 L'efficienza dell'irrorazione

Un efficace trattamento anti-parassitario è tale se vengono controllati alcuni specifici fattori tecnico-economici. Fra quelli tecnici i più importanti sono: tempestività, massima copertura, massima uniformità, buona penetrazione, corretto deposito, minimizzazione delle perdite e delle dispersioni. Quelli economici comprendono la tempestività, i tempi brevi di intervento, i costi ridotti. Tutti sono condizionati dalla macchina di distribuzione o meglio dal cantiere e dalla organizzazione aziendale.

Il prodotto irrorato viene così distribuito:

- una parte viene applicata sul "bersaglio" in maniera corretta;
- una parte viene sovrapposta alla precedente e risulta inutile o addirittura dannosa per la coltura;
- una parte viene persa a terra;
- una parte viene persa per deriva (trasporto delle gocce fuori bersaglio) o per evaporazione prima di arrivare sul bersaglio (*fig.* 1).

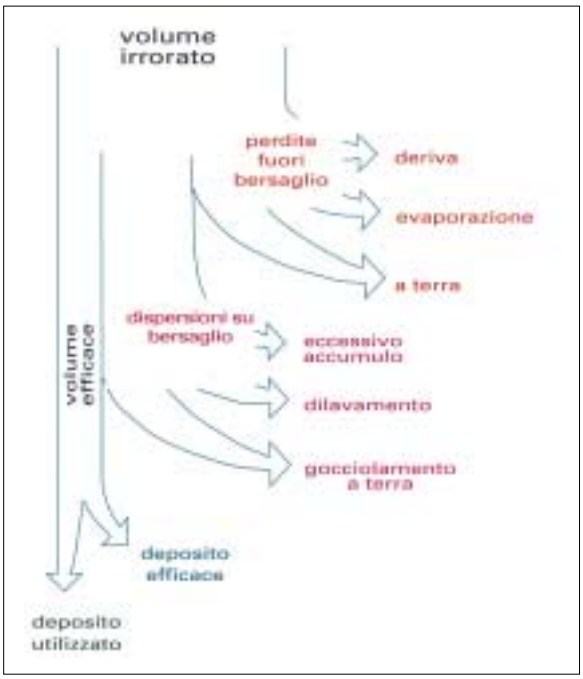


Fig. 1 - Ripartizione nell'ambiente dei prodotti chimici irrorati

Pertanto se consideriamo che le dosi consigliate sono stabilite considerando il quantitativo necessario più le dispersioni dovute a cattiva distribuzione sul bersaglio, più le perdite fuori bersaglio, si può affermare che ad una riduzione delle dosi perse e disperse può corrispondere una riduzione della dose totale impiegata. Considerando la riduzione delle perdite a terra e la migliore qualità di distribuzione sulla vegetazione ottenibile nel passaggio da "alti volumi" a quelli "bassi", la "dose" di formulato può essere ridotta fino ad un 20% (Cesari, 1987).

2.2.1 La qualità della deposizione

Prioritaria rimane sicuramente la scelta del momento agronomicamente più indicato per l'intervento; non meno importante è però la qualità di deposizione. È ormai appurato che una fine polverizzazione migliora l'applicazione nelle camere vegetali interne e riduce le dispersioni dovute a ruscellamento e perdite a terra. Gocce grossolane sono sinonimo di alti volumi e varie esperienze hanno evidenziato come l'efficacia fitoiatrica abbia un aumento del 100% passando da gocce di 500 a 200 mm e del 18-20% con gocce di 100 mm (*fig.* 2): oltre i 700 l/ha si hanno elevate perdite per ruscellamento e percolazione a terra e con 1.500 l/ha circa il 50% della miscela viene dispersa (Raisgl *et al.*, 1991).

Operare con bassi volumi comporta, d'altronde, uno stretto controllo delle perdite per deriva ed evaporazione. In pratica ciò significa non produrre gocce più fini di 100 mm e quindi adottare volumi inferiori ai 100 l/ha solamente con impiego di polverizzatori a goccia controllata, cioè ugelli rotativi. Poiché questi, nella maggioranza dei casi, non risultano ancora idonei nella pratica agricola rimane come punto di riferimento il più basso volume efficace ottenibile con punte di spruzzo (ugelli), cioè 150-200 l/ha. In tale situazione il risparmio sul costo operativo raggiunge il 50% rispetto ad una irrorazione fatta con 1.500 l/ha.

A questo si aggiunge la maggiore tempestività ed una migliore scelta del tempo di intervento. Inoltre apparecchi ben tarati hanno meno perdite per deriva anche a 150 l/ha rispetto a quelli mal tarati con 1.500 l/ha (Lind, 1989a).

Una riduzione della dose, ovvero del quantitativo ad ettaro di formulato, richiede inoltre una perfetta qualità applicativa ed una distribuzione regolare. Purtroppo la quasi totalità delle dispersioni operative in frutticoltura appartiene alle cosiddette perdite occulte che solo con analisi accurate si riesce a isolare ed evidenziare.

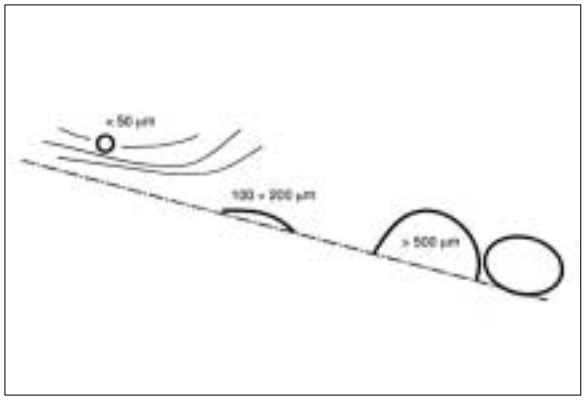


Fig. 2 - Comportamento delle gocce su di una superficie (influenza del diametro)

Gli agricoltori sanno di non commettere errori rilevanti nella determinazione del volume ad ettaro (elemento sul quale spesso si punta tutta l'attenzione); ma solo una minima parte di loro è a conoscenza delle dispersioni dovute a deriva, evaporazione, perdite a terra, disformità di applicazione. Ciò ha determinato la necessità di stabilire delle normative che possano indirizzare le scelte operative in conformità con gli scopi prefissati.

Una delle iniziative più significative è quella della Commissione europea sulla unificazione dei disciplinari di produzione frutticola integrata (PFI) composta da membri IOBC (Organizzazione internazionale controllo biologico piante e animali nocivi) e ISHS (Società internazionale scienze ortoflorofrutticole). È stata presentata una proposta dove si richiede di non permettere l'uso di ugelli che producono uno spettro molto fine di gocce (VMD < 90 micron): da evitare quindi l'impiego in ambiente esterno dell'ultra basso volume (UBV) e di ugelli usurati, difettosi, o privi di specifiche di controllo del grado di polverizzazione e della qualità dello spruzzo. Con il termine "ugello" si deve intendere in questo caso l'organo di polverizzazione, sia esso del tipo a pressione, centrifugo o pneumatico.

La proposta dice anche che "le tradizionali attrezzature per la distribuzione dei fitofarmaci a flusso di aria radiale, impiegate per i trattamenti alla parte superiore della chioma, sono inefficienti e causano alti livelli di deriva. La dimensione e la forma del flusso generato dagli atomizzatori dovrebbero essere adattati alla pianta-obiettivo. Nell'acquisto delle irroratrici sono da preferire i modelli a tunnel o a flusso trasversale.

Il getto vettore della miscela antiparassitaria polverizzata sulla massa vegetale è stato ultimamente oggetto di numerosi studi che ne hanno messo in evidenza le positive applicazioni anche

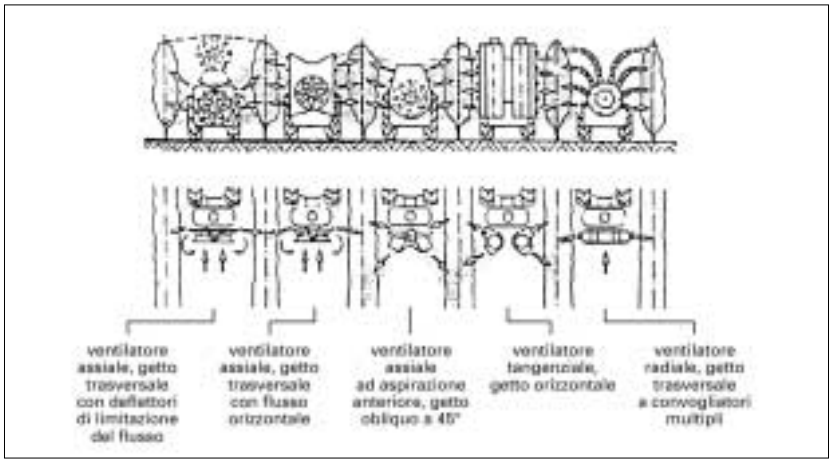


Fig. 3 - Schemi di atomizzatori a flusso radiale e trasversale (Moser *et al.*, 1985)

sulle colture erbacee (Taylor *et al.*, 1990). Gli impianti arborei in particolare, rappresentano uno dei bersagli di più difficile trattamento in quanto lo spessore della chioma è variabile sul piano trasversale, così come variabile risulta l'altezza e la conformazione della vegetazione. A ciò si aggiungono le diversità specifiche sulle differenti colture e forme di allevamento.

Come abbiamo detto l'orientamento futuro per l'irrorazione dei frutteti è quello di adottare flussi trasversali e non radiali (*fig.* 3). Sono ormai noti i vantaggi di un avvicinamento del getto alla pianta-obiettivo (Baraldi & Ade, 1986) ed è dimostrato che ciò comporta una migliore distribuzione delle gocce con un aumento del 20% nella quantità depositata ed una riduzione di potenza al ventilatore del 60%.

È doveroso precisare che in questo caso il flusso di aria radiale di riferisce alle caratteristiche di efflusso del getto vettore dai convogliatori, detti anche diffusori, e non al tipo di ventilatore adottato.

Una soluzione migliorativa già diffusa nei paesi mitteleuropei è quella dei ventilatori ad aspirazione anteriore (*fig.* 4) e con impiego di convogliatori che assicurino il minor angolo di variazione nella direzione del getto. In alcuni atomizzatori il ventilatore è posizionato davanti al serbatoio e quest'ultimo è caratterizzato dalla presenza di un tunnel la cui particolare conformazione conoidale sembra eliminare il caratteristico "avvitamento del getto" proprio dei ventilatori assiali.

In definitiva i ricercatori sono concordi nel precisare le caratteristiche attualmente richieste da una moderna irroratrice ad aeroconvezione:

a) controllo della polverizzazione (grado di frantumazione);

b) controllo del getto vettore (quantità e velocità dell'aria; direzione o "getto mirato": il flusso di aria deve arrivare solamente dove si vuole distribuire la miscela antiparassitaria);

c) *possibilità di regolare separatamente le funzioni a) e b).*

La qualità della irrorazione dipende dalla omogeneità dello spruzzo e dalla stabilità dell'erogatore; per quanto riguarda lo spruzzo si dovrà ricercare uniformità delle dimensioni delle gocce e del quantitativo totale distribuito a terra. La stabilità

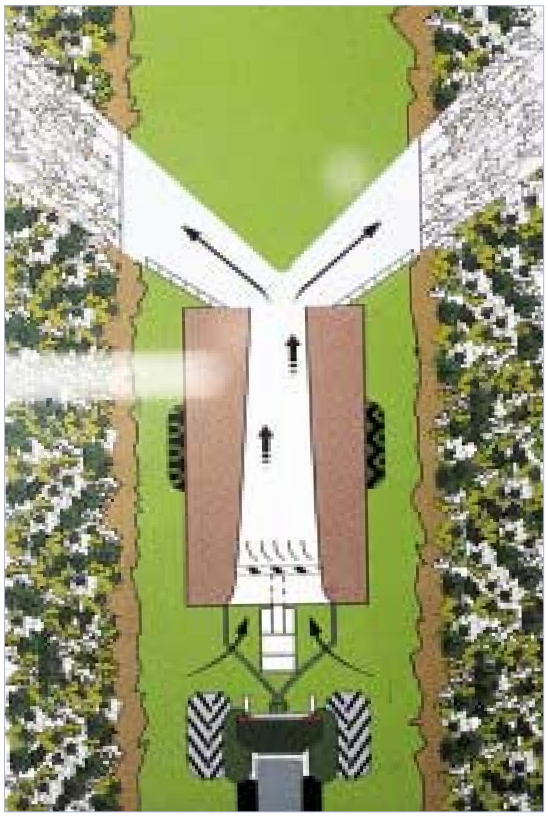


Fig. 4 - Atomizzatore con ventilatore anteriore al serbatoio ed emissione posteriore

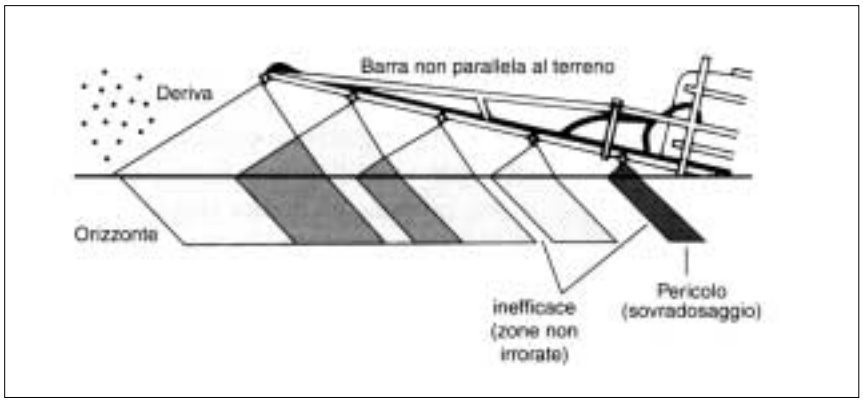


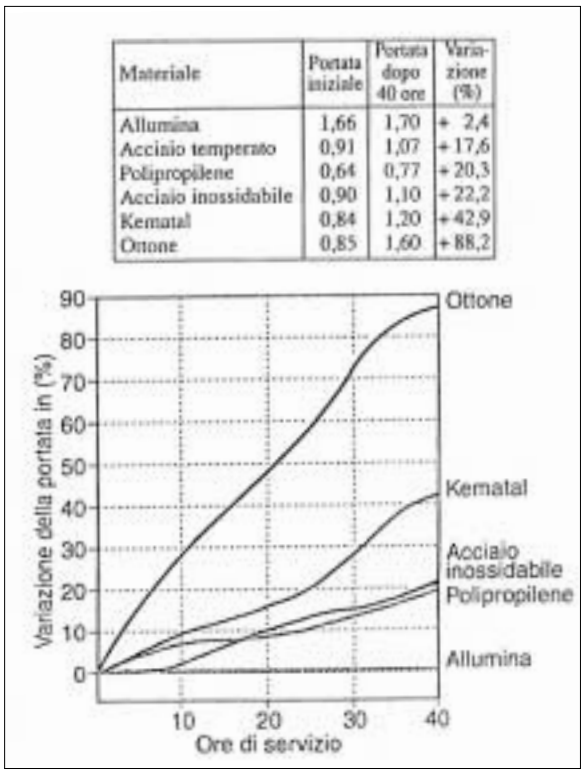
Fig. 5 - La barra non parallela al terreno è causa di deriva, di sovradosaggio e di zone irrorate in modo insufficiente o non irrorate

dell'erogatore è legata al comportamento della barra e del trattore: è necessario infatti mantenere la corretta altezza (*fig.* 5), limitare le oscillazioni e mantenere una velocità costante e comunque sempre proporzionale alla portata agli ugelli.

Sicuramente il mantenimento della qualità dello spruzzo è un fattore fondamentale: pertanto è molto importante sostituire gli ugelli quando hanno raggiunto un livello di usura tale da far aumentare la portata del 10% rispetto al nuovo; nella *fig.* 6 sono riportati i valori di usura di alcuni materiali. Un ulteriore problema non sempre considerato è dato dalle cristallizzazioni che si formano e si depositano sulle piastrine di polverizzazione e in particolare sulla luce di uscita del liquido; i migliori materiali sono quelli ceramici e sintetici che hanno un grado di scabrosità molto basso, tale da "scaricare" con facilità le incrostazioni.

Una corretta polverizzazione non è inoltre possibile senza la dotazione di un efficiente sistema di agitazione e di adeguati filtri che hanno la funzione di bloccare quelle particelle che possono otturare o comunque modificare la luce di uscita dei polverizzatori.

Tutti i filtri ai diversi stadi (ingresso al serbatoio, in aspirazione, in mandata) devono possibil-



Materiale	Portata iniziale	Portata dopo 40 ore	Variazione (%)
Allumina	1,66	1,70	+ 2,4
Acciaio temperato	0,91	1,07	+ 17,6
Polipropilene	0,64	0,77	+ 20,3
Acciaio inossidabile	0,90	1,10	+ 22,2
Kematal	0,84	1,20	+ 42,9
Ottone	0,85	1,60	+ 88,2

Fig. 6 - Effetti dell'usura su ugelli di vari materiali

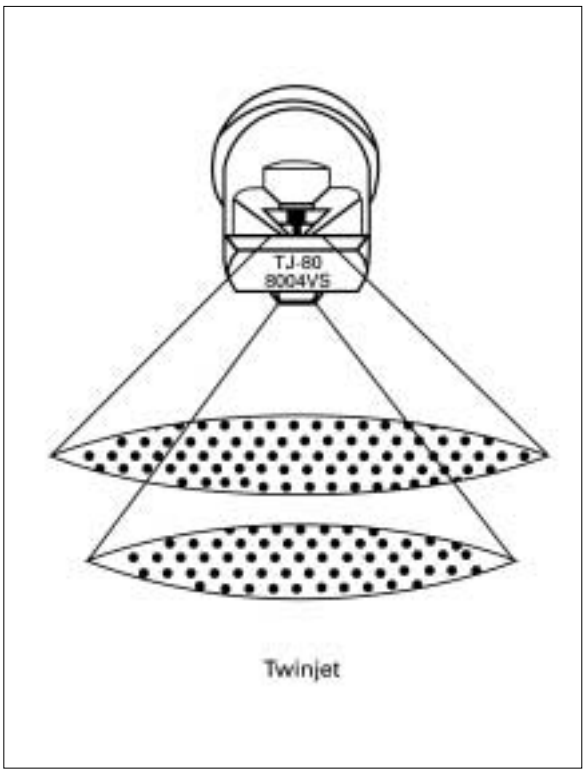


Fig. 7 - Ugello a doppia lama (tipo Twinjet)

mente essere ispezionabili anche con serbatoio pieno o autopulenti, devono avere una notevole superficie filtrante e maglie via via più fini. La dimensione dell'ultimo filtro deve avere fori di luce inferiori al calibro degli ugelli.

Un altro aspetto legato alla corretta deposizione riguarda la penetrazione del prodotto nella massa vegetale.

In piena vegetazione quando dobbiamo inserire il prodotto all'interno della massa vegetale sono risultati molto efficaci gli ugelli a doppia lama (*fig.* 7); la prima rivolta in avanti flette delicatamente la pianta in avanti e la seconda, rivolta indietro, la sposta e la flette posteriormente. In tal modo si ha una doppia apertura della coltura che favorisce la qualità della deposizione su tutta la profondità della vegetazione.

Ben diverso e il caso di colture come il tabacco dove i trattamenti non possono essere fatti efficacemente con la stessa conformazione di barra degli interventi in preemergenza. Quando la coltura è alta gli ugelli devono essere sostituiti con calate dotate di 2 o 3 coppie di ugelli a turbolenza poste alle diverse altezze. Solamente con questa disposizione sì può essere certi di trattare anche le pagine inferiori delle foglie basali senza dover impiegare volumi molto elevati con i quali si tende a "lavare" la pianta.

Un caso ulteriore è rappresentato da quelle colture industriali come il pomodoro che in piena vegetazione sviluppano una massa vegetale molto ampia e compatta. La soluzione normalmente adottata è quella di usare getti di notevole portata e ad elevatissima pressione (20 bar) con i quali penetrare la vegetazione e "lavare" anche le parti più interne. Mentre fino a qualche anno fa la soluzione più praticabile era appunto quella di aumentare il volume per ottenere un gocciolamento sui palchi vegetali più bassi, oggi è possibile utilizzare i vantaggi delle piccole gocce che però devono essere introdotte nella vegetazione con un flusso vettore costituito dalla lama di aria creata dalle maniche delle barre aeroassitite o da veri e propri diffusori a getto conico schiacciato. Il mercato offre in tal senso le barre pneumatiche, a manica d'aria o a bocchette, e le barre a moduli di irrorazione che permettono di orientare il getto così da "aprire" la massa vegetale.

Un aspetto interessante nella disposizione di tali apparati è l'orientamento del getto. In relazione alle caratteristiche della coltura è possibile ottenere risultati ottimali orientando il getto con inclinazione anteriore, verso il basso o posteriore.

2.2.2 Le perdite

Le maggiori dispersioni derivanti da errori di varia natura sono imputabili ai seguenti fattori (*fig.* 8):

1) perdite nell'atmosfera per "deriva" ed "evaporazione" di gocce inferiori a 100 mm di diametro (spray fini o finissimi);
2) perdite al suolo per gocciolamento, eccessivo volume ecc.;
3) eccessivo uso di prodotto per:
   - difformità "trasversali" (o sulla barra), imputabili a cattivo funzionamento o posizionamento dei polverizzatori o a cattiva regolazione dei convogliatori e delle barre
   - difformità "longitudinali" relative alla mancata proporzionalità fra la velocità di avanzamento e la portata degli erogatori, oppure al fenomeno della variazione di concentrazione durante lo svuotamento del serbatoio, quando si usano paste o prodotti polverulenti bagnabili
   - errori di dosaggio nella preparazione della miscela;
4) dispersioni varie nelle fasi ausiliari e dovute a:
   - eccessivo volume di miscela preparata
   - lavaggio della irroratrice dopo il trattamento
   - residui parzialmente utilizzati in magazzino

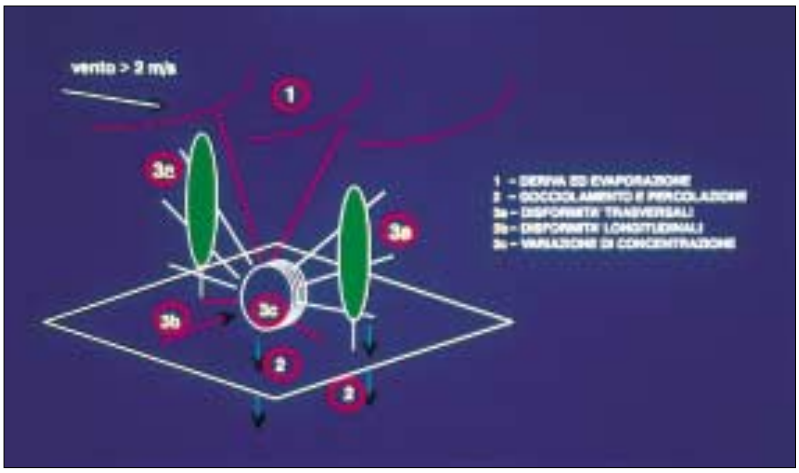


Fig. 8 - Perdite operative

Caratteristiche delle gocce	Dimensioni delle gocce in µ (VMD)	Ritenzione su superfici fogliari	Impiego	Potenziale rischio di deriva
Molto fini	Inferiori a 100	Buona	Solo in casi particolari	Molto elevato
Fini	100-200	Buona	Quando richiesta buona copertura (esempio acaricidi, insetticidi, fungicidi)	Elevato
Medie	200-300	Buona	Per la maggior parte di insetticidi e erbicidi	Medio
Grosse	300-450	Mediocre	Erbicidi da incorporare nel terreno	Ridotto
Molto grosse	Superiori a 450	Scadente	Concimi liquidi	Molto ridotto

Fig. 9 - Comportamento delle gocce

• dispersione dei contenitori vuoti e delle acque di lavaggio.

2.3 Il controllo integrato, obiettivi sulla riduzione degli agrochimici

La tempestività di intervento è ottenibile attraverso 4 fattori:

- un servizio agrometeorologico previsionale veloce ed attendibile;
- una logistica tecnologico-colturale che consenta di ridurre i tempi di rientro in campo;
- tecnologie che consentano di operare anche in condizioni avverse;
- una perfetta organizzazione strutturale e gestionale.

Questi cardini costituiscono oggi un patrimonio fondamentale tipico delle aziende ad elevato livello di imprenditorialità.

La previsione degli eventi meteorologici, ormai attuata dai servizi delle singole regioni, abbinata a software di correlazione alle risposte dei terreni e delle colture, consente di pianificare in anticipo i trattamenti da effettuare o di non attuare quei trattamenti che si renderebbero inutili con la variazione delle condizioni ambientali.

L'altro elemento è la possibilità di dilatare i periodi utili aumentando le condizioni di transitabilità in campo. Ciò può essere ottenuto attuando scelte logistiche sugli appezzamenti e soluzioni tecnologiche sulle macchine. Per quanto riguarda gli appezzamenti è ovvio che il primo requisito è la perfetta condizione agronomica della struttura del terreno, con efficienti drenaggi ed il mantenimento di una corretta porosità; è possibile d'altronde migliorare la sua portanza, creando "corsie di transito" sulle quali non viene attuata la coltura.

D'altra parte anche la configurazione delle macchine impiegate può influire molto, nella misura in cui si riesce a ripartire i pesi su più punti di appoggio o su basi di appoggio di maggiore estensione e quindi ad avere un maggiore galleggiamento, ovvero una minore richiesta di portanza del terreno. Nei trattamenti di pieno campo con irroratrici di grande capacità sono sicuramente da preferire le macchine trainate poiché non si aggiunge peso al trattore e quest'ultimo può essere di più contenute dimensioni e quindi di peso ridotto. Inoltre è suggeribile l'impiego di pneumatici a bassissima pressione che distribuiscono il peso su una superficie anche 4 volte maggiore con una corrispondente riduzione della pressione specifica sul terreno.

Una ulteriore possibilità offerta dalle nuove tec-

Fig. 10 - Codice di irrorazione in presenza di vento

Velocità approssimativa del vento all'altezza della barra	Scala di Beaufort	Descrizione	Segni visibili	Irrorazione
Inferiore a 2 km/h	forza 0	calma	Il fumo sale verticalmente	Non irrorare in giornate calde
2 - 3,2 km/h	forza 1	leggero soffio d'aria	Direzione evidenziata dalla deriva del fumo	Non irrorare in giornate calde
3,2 - 6,5 km/h	forza 2	brezza leggera	Tremolio delle foglie. Senzazione di fresco sul viso	Condizioni ideali per irrorare
6,5 - 9,6 km/h	forza 3	brezza mite	Foglie e piccioli costantemente in movimento	Non irrorare erbicidi
9,6 - 14,5 km/h	forza 4	vento moderato	Piccole branche in movimento. Polvere e carta sollevate	Irrorazione sconsigliata

nologie è quella di poter operare anche in condizioni meteorologiche avverse, recuperando tempi utili e aumentando conseguentemente tempestività e superficie dominabile. Due sono le soluzioni impiegabili nel controllo degli effetti del vento e delle alte temperature: gli ugelli antideriva e la barra aeroassistita.

È molto importante valutare il limite di polverizzazione (*fig.* 9) derivante dalla forte sensibilità all'evaporazione ed al vento (*fig.* 10), propria di goccioline fini (quelle che d'altronde meglio penetrano nella vegetazione e che consentono di ridurre il volume). In ambienti mediterranei, quando la temperatura aumenta oltre i 30°C e l'umidità relativa scende sotto il 50%, si possono avere perdite fino al 10% per la sola evaporazione. Per evitare queste perdite è necessario compensare la diminuzione dimensionale delle gocce per evaporazione come prima soluzione aumentando le dimensioni all'origine adottando ugelli che producano gocce più grandi di circa il 20%.

Molte novità sono state presentate in questi anni per quanto riguarda gli ugelli. Se il classico ugello a ventaglio largo (110°), che permette di abbassare l'altezza da terra della barra irroratrice, può andare ancora bene per i primi interventi (in genere diserbi), è opportuno prendere in considerazione i vantaggi di una migliore applicazione e di minori dispersioni ottenibili dagli ugelli antideriva con i quali si può aumentare la velocità di avanzamento o si può continuare a irrorare con sufficiente sicurezza anche con vento atmosferico apprezzabile. I produttori hanno realizzato testine di spruzzo sempre più rispondenti allo scopo, così, oltre agli ugelli LP *low pressure* (1,5 bar) sono stati progettati anche gli ugelli a ventaglio Drift Guard, antideriva che con basse pressioni 1-5 bar producono spruzzi omogenei con gocce più grandi del 20% e con una riduzione del 50% delle gocce di 100 micron. Il primo esempio di tali ugelli è costituito dal TurboDrop (*fig.* 11), che lavora a pressioni elevate 5-8 bar (ugelli a ventaglio) e 9-15 bar (ugelli a cono), produce gocce di grandi dimensioni piene di microbolle di aria la cui tensione superficiale ne provoca l'esplosione al momento dell'urto con il terreno o con la pianta. Ciò dà origine ad una seconda polverizzazione di gocce piccole che si distribuiscono intorno al punto di impatto. Oggi tale tecnologia si è molto evoluta con ugelli molto contenuti nelle dimensioni e semplici da montare sulle tradizionali staffe.

Una importante novità degli ultimi anni, per i trattamenti alle colture di pieno campo, è stata sicuramente la realizzazione delle barre aeroassistite (*fig.* 12). Tali barre sono abbinate ad un ventilatore con diffusore a doppia manica d'aria che crea una lamina parallela agli spruzzi degli ugelli ed ha lo scopo di spingere le gocce verso il terreno.

I vantaggi in termini di riduzione del rischio deriva sono molto evidenti (*fig.* 13). Le ricerche condotte soprattutto dai ricercatori del Nord-Europa, dove tale problema è molto grave per la quasi costante presenza di vento, hanno dimostrato come nel confronto con una barra convenzionale la deriva, ovvero lo spostamento laterale delle gocce, rimane sempre inferiore; anzi anche il trattamento fatto con la barra aeroassistita ad 8,5 m/s (oltre 30 km/h) risulta inferiore a quello fatto a 1,5 m/s con la barra convenzionale.

Infine e soprattutto, è doveroso sottolineare come la tempestività di intervento sia fortemente condizionata dall'efficienza logistica ed organizzativa nella gestione dell'uso delle macchine e nel mantenimento della loro piena funzionalità.

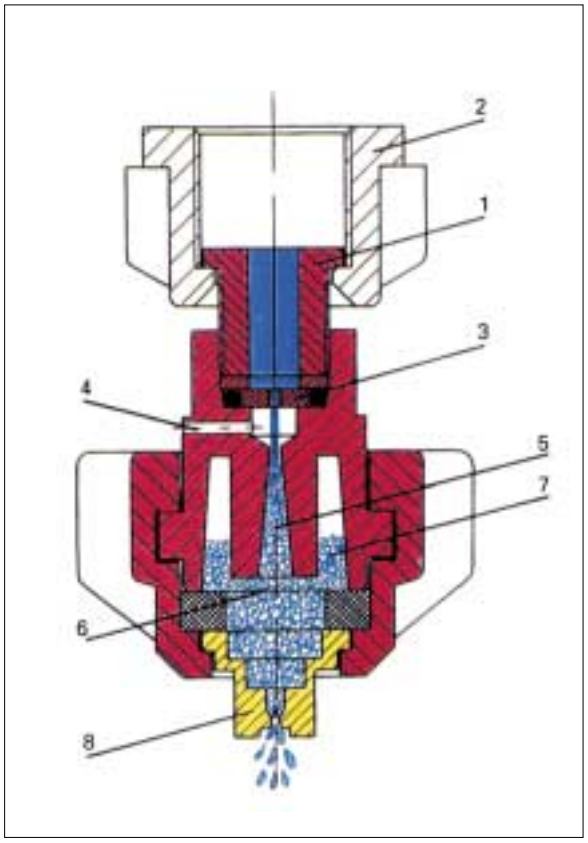


Fig. 11 - Funzionamento del TurboDrop.
Al posto del tradizionale ugello, viene inserito un adattatore, filettato (2) che trattiene un raccordo (1) su cui viene avvitato il corpo getto nebulizzatore TurboDrop. All'interno viene inserita la piastrina dosatrice (3) che determina la quantità di liquido erogata, inviandola all'iniettore nel quale si convoglia per effetto Venturi tramite il foro d'aspirazione (4), l'aria da miscelare. Aria e liquido vengono finemente miscelati nella camera (5) e le turbolenze che si formano nel corso di questo processo vengono ridotte nella zona di attenuazione (6), mentre le pulsazioni dell'iniettore vengono raccolte nel polmone compensatore di forma circolare (7). La miscela altamente omogenea di liquido-aria viene distribuita attraverso l'ugello terminale di distribuzione del prodotto (8) (ugello a ventaglio o a cono vuoto).

Fig. 12 - Barre con polverizzazione meccanica (tramite pressione) e trasporto per mezzo dell'aria

2.4 L'irrorazione intelligente, obiettivi sulla sicurezza

Uno dei concetti fondamentali che si stanno affermando soprattutto nelle macchine irroratrici agricole, è la identificazione della operatrice come complesso funzionale multiplo allestito e tarato in maniera specifica in relazione al tipo di coltura, al tipo di trattamento ed alle condizioni operative. La tipologia di macchina più idonea sarà diversa se si devono fare trattamenti di copertura (come i diserbi); interventi "in volume" come la disinfestazione di un magazzino o di una serra; l'irrorazione ad una massa vegetale. Nel primo caso si adotteranno attrezzature capaci di applicare il prodotto con una elevata precisione nella uniformità e nella sovrapposizione dei getti e nel controllo della deriva; nel secondo caso si dovranno adottare mezzi in grado di produrre finissime particelle e di diffonderle uniformemente nell'ambiente; il terzo caso, quello più diffuso e il più difficile da realizzare e da controllare, comprende i trattamenti a vigneti, oliveti e frutteti ed altre colture che presentano masse vegetali espanse (colture industriali, vivai).

Oggi le macchine per l'applicazione dei prodotti fitosanitari, ovvero quelle irroratrici che ormai comunemente vengono denominate atomizzatori e barre, costituiscono l'esempio più evidente di innovazione tecnologica proprio in termini di capacità di adottare allestimenti di componenti funzionali diversificati in relazione all'obiettivo di una sempre maggiore precisione applicativa. Una evoluzione così rapida, e con una differenziazione così ampia e qualificata nelle configurazioni impiantistiche e nella scelta dei materiali, non trova paragone in nessun altro settore della produzione di macchine agricole.

Volendo fare una analisi sintetica delle più importanti innovazioni disponibili si possono mettere in evidenza:

- gli allestimenti ed i materiali per una più precisa polverizzazione e deposizione;
- gli accessori e gli automatismi per una maggiore sicurezza nelle fasi accessorie;
- i sistemi di controllo della irrorazione in tempo reale e con variabilità spaziale.

Una innovazione di notevole importanza è rappresentata da tutta la serie di dispositivi che permettono un migliore controllo operativo nelle fasi accessorie all'irrorazione ovvero nella preparazione della miscela e nella bonifica dell'impianto. La vasca di premiscelazione è sicuramente un buon investimento; i vantaggi in termini di facilità di immissione dei formulati commerciali, di omoge-

neità della miscela e di sicurezza per l'operatore sono veramente apprezzabili. I dispositivi di lavaggio delle confezioni (bottiglie, taniche, sacchetti) consentono di recuperare quell'1-3% di formulato commerciale che normalmente rimane in essi. Inoltre la premiscelazione avviene in modo più accurato con minori residui solidi e con conseguenti benefici per la funzionalità di tutto l'impianto. La disposizione ergonomica delle vasche di premiscelazione consente all'operatore di lavorare in piena sicurezza, senza dover salire al boccaporto e con minori rischi derivanti da schizzi o inalazioni di vapori di sostanza attiva. Per quanto riguarda le operazioni di lavaggio dell'impianto è opportuno ricordare che le irroratrici, oltre al serbatoio principale ed a quello per l'acqua di soccorso per l'operatore, devono avere anche un serbatoio supplementare di capacità almeno pari al 10% del serbatoio principale per il lavaggio in campo dell'impianto. È molto importante controllare sempre lo smaltimento di queste acque di lavaggio ed è importante anche neutralizzare in parte le sostanze attive effettuando lavaggi con una soluzione ammoniacale al 20% seguiti da ripetuti risciacqui nel caso di prodotti ormonici o con prodotti acidi (aceto) in soluzione 10% con residui di rame. Molte ditte di agrochimici forniscono prodotti detergenti specifici che è sicuramente opportuno impiegare. Anche l'esterno della macchina deve essere pulito. Una indagine condotta in Gran Bretagna ha dimostrato che tra i più frequenti incidenti in azienda a carico dei familiari vi è l'intossicazione da prodotti chimici dei bambini che giocando nei piazzali di ricovero si contaminano le mani toccando le irroratrici. Il fenomeno è già noto in Nord-Europa tanto che la BCPC (*British Crop Protection Council*) nei suoi opuscoli indica con chiarezza la necessità di lavare con cura l'esterno della irroratrice e famose ditte di barre irroratrici già montano lance idropulitrici dotate anche di spazzole montate di serie sulla macchina.

Infine la più recente novità in ordine di tempo riguarda i sistemi di controllo della irrorazione in tempo reale e con variabilità spaziale del trattamento ed è questa "fase di automazione" la nuova frontiera della meccanizzazione. I sistemi più importanti riguardano:

- i misuratori di flusso abbinati ad un controllo attivo della portata;
- i dispositivi sperimentali per il dosaggio e la miscelazione automatici;
- i sistemi attivi di distribuzione con variabilità spaziale controllati da sensori in tempo reale (*real time sensor*) o da un sistema di analisi attiva archiviata su supporto informatico (*remote sensor*) e da un sistema di posizionamento satellitare (GPS).

Le "centraline" computerizzate sono ormai una realtà commerciale da diversi anni e costituiscono un notevole aiuto soprattutto per le operazioni di grandi superfici. L'affidabilità raggiunta da tali dispositivi consente di tarare il dosaggio con estrema precisione, tanto che per molti contoterzisti e in alcune aziende di grosse dimensioni con il computer di bordo è possibile contare gli ettari trattati. È ovvio che con macchine dotare di tali predisposizioni l'efficacia del trattamento viene garantita pur riducendo al massimo quella parte del dosaggio che normalmente viene dispersa con gli evidenti vantaggi inimmaginabili.

I sistemi di dosaggio e miscelazione sono una realtà commerciale anche in Italia. Il sistema Dosasystem, compatibile con tutte le irroratrici, permette di utilizzare l'acqua pulita del serbatoio

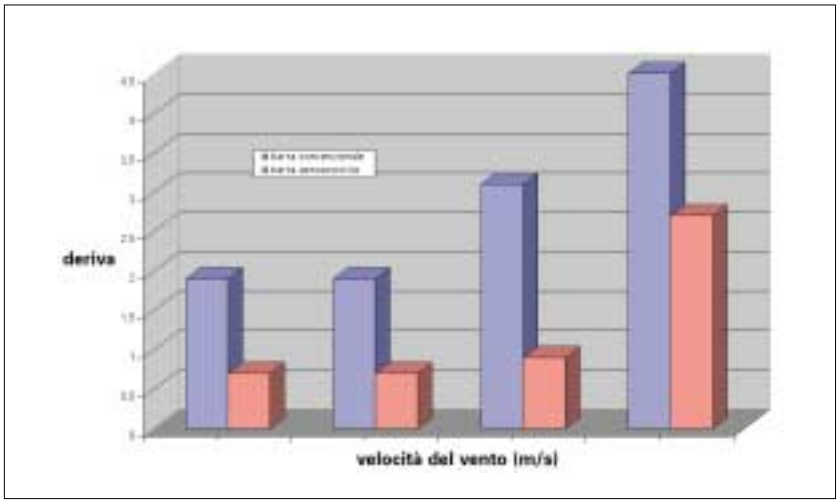


Fig. 13 - Confronto tra una barra convenzionale e una aeroassistita in diverse condizioni di vento (Hardi)

principale, iniettando e miscelando i prodotti chimici solamente nella parte terminale dell'impianto, vicino agli ugelli.

I vantaggi maggiori riguardano la sicurezza per l'operatore, che non deve preparare la miscela e pulire l'intera irroratrice, e per l'ambiente. È possibile inoltre effettuare nella stessa uscita diversi tipi di trattamento semplicemente sostituendo le cartucce di carico. La quantità iniettata viene mantenuta costante rispetto alla concentrazione impostata e proporzionale alla quantità di acqua che arriva agli ugelli. Per mezzo di un controllo computerizzato è possibile scegliere quale prodotto iniettare e quale concentrazione adottare. La gestione computerizzata consente inoltre di variare durante il lavoro la concentrazione. Questa possibilità rende il sistema particolarmente appropriato per le nuove esigenze dettate dalla cosiddetta "agricoltura di precisione", il Dosasystem è un componente modulare della irroratrice che si inserisce nell'impianto fra il regolatore di pressione-portata ed il gruppo di distribuzione; per ognuna delle pompe di iniezione (ovvero per ogni tipo di prodotto chimico fluido) è possibile impostare una diversa gamma di concentrazione e l'insieme delle pompe viene comandato dal computer sulla base della portata di acqua agli ugelli o della velocità di avanzamento o di altri *input* (come l'applicazione spaziale variabile: *spot spray* e *GPS control*) (*fig.* 14).

Si può ad esempio controllare l'iniezione sulla base della velocità o, secondo i nuovi concetti di applicazione localizzata e differenziata, avvalersi di un altro computer di bordo, collegato con sensori o con il sistema di posizionamento satellitare (GPS), che confronta il *data base* interno contenente la mappatura delle infestazioni con la posizione attuale della macchina e decide quale prodotto distribuire (ovvero quale pompa di iniezione attivare) e con quale concentrazione (ovvero quale frequenza di iniezione adottare).

Ogni iniettore è attivabile e regolabile indipendentemente dagli altri, ciò che permette di effettuare applicazioni differenziate; questo risulta particolarmente utile ad esempio nel vivaismo dove si hanno parcelle non estese ed ogni specie necessita di un trattamento diversificato.

Per quanto riguarda i sistemi attivi di distribuzione con variabilità spaziale controllati da sensori in tempo reale o da un sistema di analisi attiva archiviata su supporto informatico e da un sistema di posizionamento satellitare (GPS), l'obiettivo da questi perseguito è quello di effettuare "applicazioni a dose variabile" e vengono definiti "sistemi di gestione spazialmente selettiva".

Già un notevole sviluppo hanno avuto i sistemi di "spot spraying" ovvero i dispositivi che permettono di interrompere l'erogazione dello spray in quei settori dove non vi è presente la vegetazione e che quindi sarebbero causa di inutili dispersioni. (*figg.* 15-16)

Un'altra prospettiva futura è rappresentata dalle irroratrici con *recycling* (*fig.* 17), quest'ultime innovazioni sono suddivisibili in:

1) *irroratrici con tunnel*: l'attrezzo lavora senza corrente d'aria vettrice. Dall'altra parte del bersaglio il liquido antiparassitario rimbalza su una parete e viene ripompato, mediante un motore elettrico, nel serbatoio;
2) *collettore delle gocce*: secondo questa variante l'attrezzo viene dotato di un collettore, portato la parte opposta della parete fogliare, attraversata dalla corrente d'aria. Le gocce vengono separate dall'aria in corrispondenza delle lamelle separatrici ed il liquido così raccolto ritorna nel serbatoio;
3) *ventola aspiratrice*: secondo questa idea la barra irroratrice si trova sul filare adiacente e la ventola posta sull'attrezzo aspira l'aria con le gocce non depositatesi sulle foglie, che vengono separate da particolari lamelle;
4) *reflettore*: con questo attrezzo la corrente d'aria viene deviata di 90° da un deflettore a volta sulla parte posteriore della parete fogliare e poi diretta verso la stessa. Le gocce non depositate cadono sulla parete reflettrice e il liquido antiparassitario così raccolto viene riportato nel serbatoio.

I vantaggi di queste attrezzature sono notevoli in quanto con il recupero del liquido antiparassitario non depositatosi sulle foglie si può risparmiare e ridurre al minimo la pressione sull'ambiente.

Gli svantaggi sono il maggior prezzo, l'altezza degli impianti deve essere esattamente mantenuta, per voltare con la trattrice è necessaria una capezzagna più larga e quindi impiegabile solo in modo limitato.

2.5 Lo stato d'uso delle irroratrici agricole in Italia

Nel nostro Paese vi sono più di 540.000 irroratrici, di cui il 57% sono atomizzatori, con una anzianità superiore a 15 anni e conseguentemente con un alto livello di obsolescenza ed inefficienza.

Una stima della produzione e delle vendite nazionali può essere rilevata dalle indagini su aziende campione fatta in ambito UNACOMA. Nell'ultimo anno le vendite nazionali dei costruttori sono di circa 3.000 barre verticali da frutteto/vigneto,

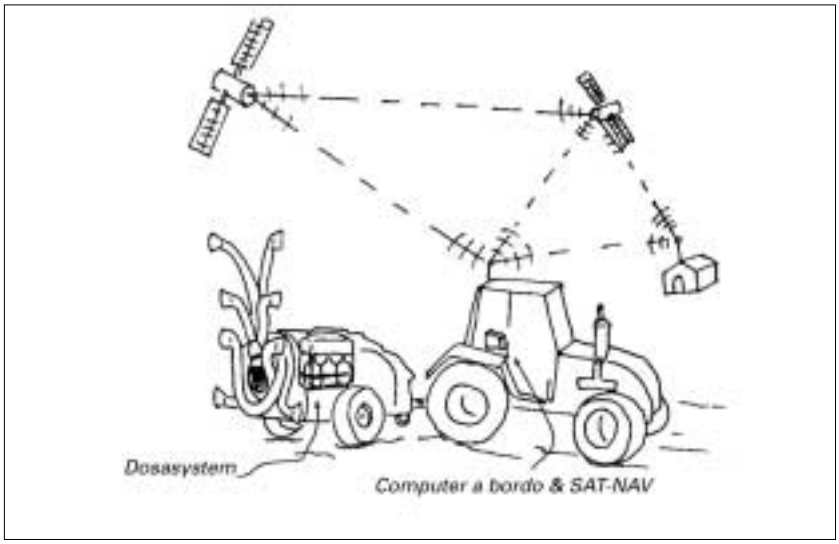


Fig. 14 - DOSASYSTEM per applicazioni localizzate con posizionamento satellitare

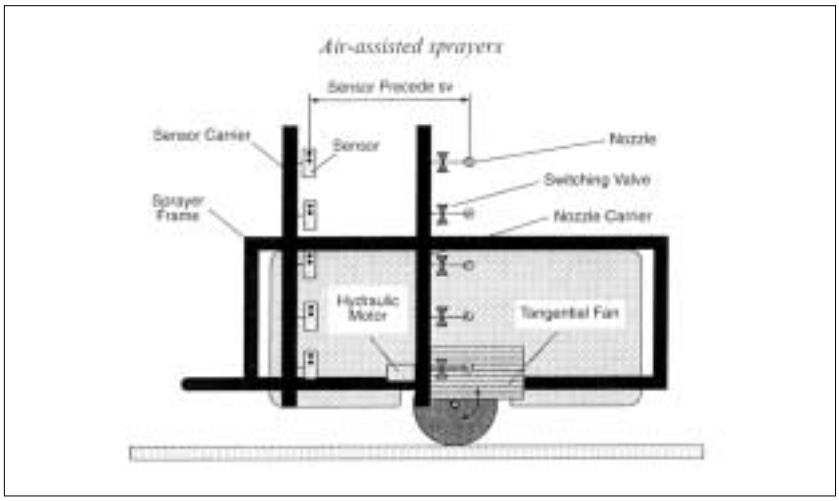


Fig. 15 - Principali elementi di una irroratrice dotata di un dispositivo a sensori (Spot System o Layout System)

Fig. 16 - Sistema "spot spraying" DETECTA della TECNOMA, il principio del funzionamento è lo stesso di un apparecchio fotografico automatico, un rilevatore ottico percepisce le variazioni di intensità luminosa

6.000 atomizzatori, 4.000 barre da diserbo; cui si aggiungono altre 7-8.000 irroratrici "assemblate" e vendute localmente da piccoli artigiani che spesso non offrono garanzie di qualità. In totale si può valutare un ricambio annuo di circa 20.000 irroratrici, ovvero una quota pari ad appena il 3,7%. Se questo dovesse essere preso come indice di ricambio, si dovrebbe considerare accettabile una durata delle macchine irroratrici pari a 27 anni.

Nelle prossime pagine troveremo dei grafici (*fig.* 18) ottenuti dalle indagini svolte negli ultimi anni. Molti dei dati si fermano al 1995, anno a cui fa riferimento l'ultimo sondaggio a carattere nazionale.

Da un studio condotto su un campione di irroratrici nel nord Italia dal 1989 al 1992 riusciamo ad avere un esempio abbastanza rappresentativo, dello stato d'uso di queste macchine per la difesa.

L'indagine è stata svolta su 57 irroratrici (*tabb.* 1 e 2), impiegate su vigneto e controllate presso il centro di controllo "Progetto natura" di Ponte Piave (Tv) nel corso del 1992 allo scopo di rilevare:

- lo stato di manutenzione e di sicurezza delle macchine;
- il tipo e l'entità degli interventi di messa a punto, modifica e sostituzione di parti usurate o difettose;

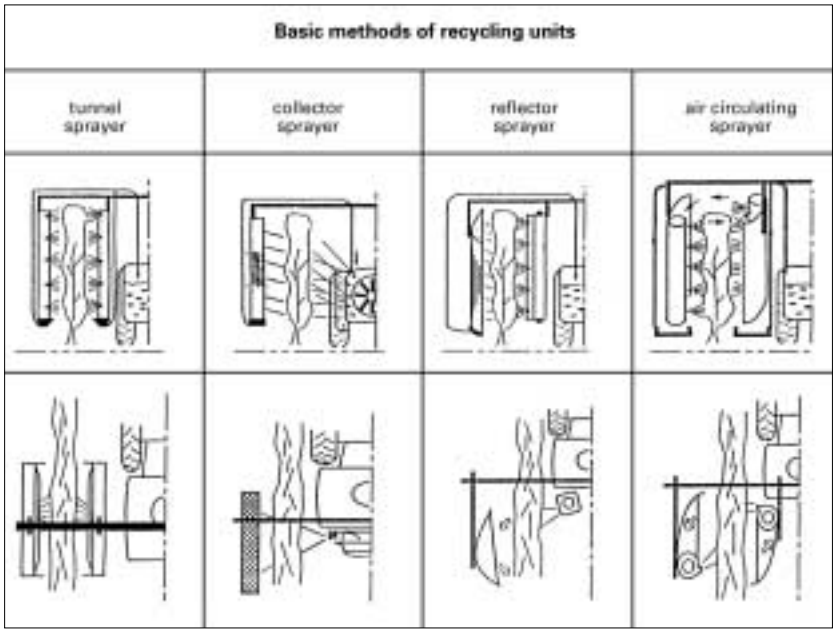


Fig. 17 - Tipologia di sistemi base utilizzati nel riciclaggio (Recycling) del prodotto disperso per le irroratrici a getto portato (Goehlich, 1996)

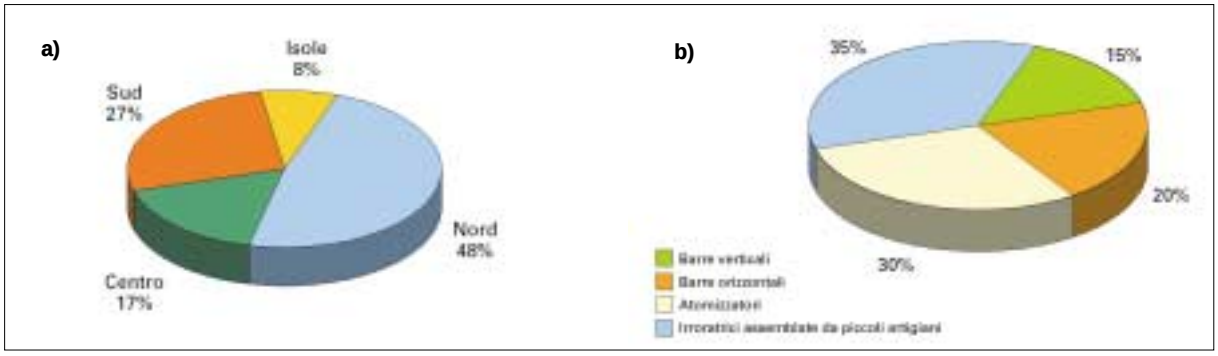


Fig. 18 - Dati sulla consistenza delle irroratrici sul territorio nazionale e sulle vendite: a) suddivisione territoriale delle macchine irroratrici (barre e atomizzatori) attualmente presenti sul territorio; b) vendite nazionali dei costruttori

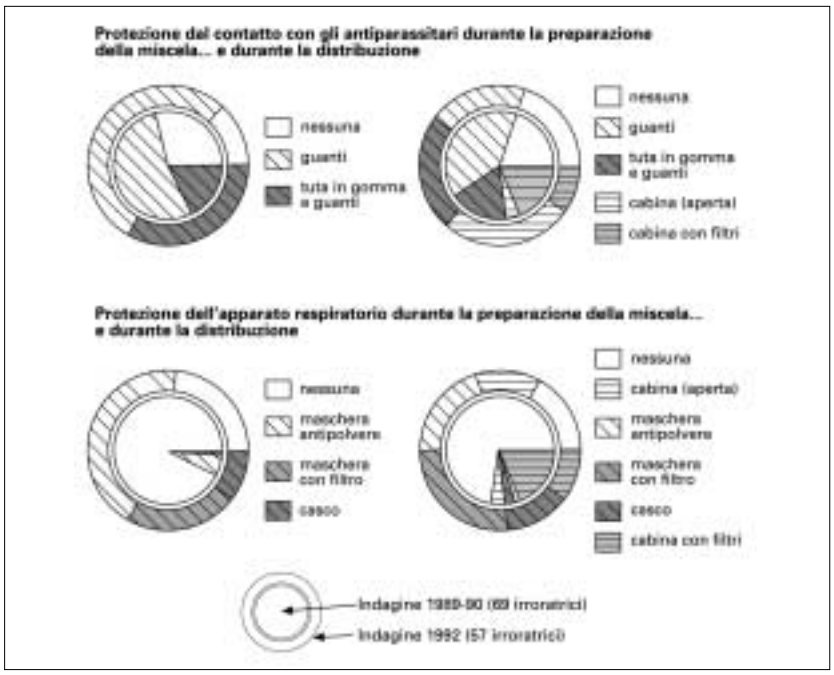


Fig. 19 - Risultati delle indagini svolte presso il centro di Progetto Natura negli anni 1989-90 e 1992: misure di protezione adottate dagli operatori

Tab. 1 - Caratteristiche delle irroratrici testate negli anni 1989-90 e 1992

Verifiche		*1989-90*		*1992*	
Tipo:		*n.*	*%*	*n.*	*%*
A polverizzazione meccanica con getto portato		58	84,1	54	94,7
A polverizzazione pneumatica		11	15,9	3	5,3
Collegamento con la trattrice:	Macchine trainate	68	98,6	54	94,7
	Macchine portate	1	1,4	3	5,3
Pompa:	A pistoni	0	0	1	1,8
	A membrana	54	78,3	45	78,9
	Centrifuga	15	21,7	11	19,3
Volume per ettaro:	Basso (200-500 l/ha)				
	Basso e medio	–	–	6	10,5
	Medio (500-1000 l/ha)	17,2	24,6	1	1,8
	Medio e alto	–	–	5	8,8
	Alto (> 1000 l/ha)	52	75,4	39	68,4
Età:		–	–	6	10,5
Macchine con più di 10 anni		20	29,0	15	26,3
Totale irroratrici		*69*	*100,0*	*57*	*100*

Tab. 2 - Condizioni delle irroratrici testate negli anni 1989-90 e 1992

Verifiche		*1989-90*		*1992*	
Tipo:		*n.*	*%*	*n.*	*%*
Collegamento alla trattrice:	Sicuro	28	40,6	49	86,0
	Difettoso	41	59,4	8	14,0
Protezione del giunto cardanico:	Regolare	14	20,3	37	64,9
	Presente ma non fissata	20	29,0	10	17,0
	Assente	35	50,7	10	17,6
Manometro:	Preciso	16	23,2	24	42,1
	Errore < ± 10% (non sostituito)	13	18,8	6	10,5
	Sostituito	40	58,0	27	47,4
Scostamento fra portata effettiva e portata nominale della pompa:	< ± 10 %	20	37,0	28	62,2
	> ± 10 %	34	63,0	17	37,8
	Non rilevato	15	–	14	–
Distribuzione verticale:	Corretta	4	5,8	22	38,6
	Sbagliata	65	94,2	35	61,4
Sostituzione di piastrine:	In ceramica*	58	100,0	28	51,2
	Vorticatrici*	–	–	35	64,8
Totale irroratrici		*69*	*100,0*	*57*	*100,0*

* Irroratrici a polverizzazione meccanica a getto portato.

- le misure di protezione dal contatto e dall'inalazione degli antiparassitari, adottate dagli agricoltori durante i trattamenti.

I risultati ottenuti sono rappresentativi per molte zone d'Italia. I dati delle tabelle sono stati confrontati con quelli rilevati nel corso di una precedente indagine, eseguita negli anni 1989-90 su un campione di 69 irroratrici. Il confronto mostra un miglioramento delle condizioni di sicurezza e manutenzione. Un analogo miglioramento si osserva per quanto riguarda le misure di protezione adottate dagli operatori durante la preparazione e la distribuzione degli antiparassitari (*fig.* 19).

3. Le tipologie delle irroratrici

3.1 La classificazione delle macchine irroratrici

Le macchine che vengono impiegate nella distribuzione degli antiparassitari sono molteplici e diversificate nel principio di funzionamento. Uno dei sistemi di classificazione più appropriati è sicuramente quello che le suddivide in base alla modalità di frantumazione della miscela (polverizzazione) e di trasporto delle goccioline. Gli apparati irroranti si distinguono in:

Apparati eiettori a un solo fluido: agiscono solo sulla miscela antiparassitaria e a loro volta si dividono in:

- irroratrici classiche, caratterizzate da polverizzazione meccanica per pressione;
- irroratrici rotative, caratterizzate da polverizzazione meccanica per reazione centrifuga;
- irroratrici speciali;
- umettatrici;
- barre a sgocciolamento.

Apparati eiettori a due fluidi uno costituito dalla miscela di antiparassitari, l'altro dall'aria che ha generalmente lo scopo di trasportare la miscela verso il bersaglio. Rientrano in questo gruppo irroratrici che comunemente vengono chiamate atomizzatori e che, con maggiore precisione, si possono classificare come segue:

- irroratrici ad aeroconvezione (dette anche atomizzatori), caratterizzate da polverizzazione meccanica per pressione e trasporto della miscela con corrente d'aria;
- irroratrici pneumatiche (dette anche nebulizzatori) caratterizzati da polverizzazione e trasporto della miscela a mezzo della corrente d'aria;
- irroratrici ad aeroconvezione rotative, caratterizzate da polverizzazione meccanica per forza centrifuga e trasporto a mezzo della corrente d'aria;
- nebulizzatori o generatori di aerosol.

3.2 Le irroratrici classiche: barre irroratrici, lance, pompe

Nelle irroratrici classiche la miscela antiparassitaria viene spinta mediante pompa, a pressioni anche notevoli e quindi a elevata velocità, attraverso uno o più ugelli, con piastrine di varia conformazione e di sezione calibrata, e viene rotta in goccioline di diametri molto variabili, dotate dell'energia cinetica (velocità e inerzia) necessaria per raggiungere il bersaglio. La variabilità dei diametri delle gocce è funzione della pressione, della conformazione e della sezione della piastrina, della viscosità e tensione superficiale della miscela erogata. La maggior parte delle popolazioni di gocce presenta diametri che oscillano tra i 300 e i 600 μm, la restante frazione comprende gocce più piccole e più grosse.

Il "deposito" del prodotto antiparassitario sul terreno o sul bersaglio risulta grossolano, eterogeneo (diametro medio 350 μm circa).

Le traiettorie sono rettilinee e la gittata è in funzione della massa, per cui la frazione di gocce piccole percorrerà brevi distanze per inerzia propria e, molto spesso, non raggiungerà il bersaglio, o andrà persa per deriva, mentre quella delle più grandi, che è anche quella che arriva più lontano, molto spesso determina perdite per caduta, scorrimento, sgocciolamento.

Queste irroratrici hanno elevati consumi di acqua con conseguenti forti perdite di miscela con scarsa penetrazione; sono sconsigliabili per i trattamenti fungicidi e insetticidi in bersagli complessi

come la vegetazione anche per gli elevati costi di esercizio. Nei confronti degli atomizzatori risultano più semplici, leggere, meno costose e richiedono inoltre minori potenze.

Si prestano meglio nei trattamenti di copertura dove, allo stato attuale, sono le più diffuse nei trattamenti fungicidi, insetticidi e diserbanti.

3.3 Le irroratrici per trattamenti ai frutteti (atomizzatori e nebulizzatori)

Come noto, le prime irroratrici per colture arboree differivano da quelle per colture erbacee in pratica solo per la posizione verticale della barra; la scarsa gittata e l'insufficiente penetrazione nella vegetazione hanno ben presto spinto all'adozione del getto portato, in cui una corrente d'aria provvede al trasporto delle gocce nella vegetazione. L'impiego dell'aria quale vettore del getto è ormai ampiamente consolidato, sia che la polverizzazione sia meccanica per pressione oppure pneumatica, e le ricerche in materia di irrorazione in frutticoltura non lo mettono certo in discussione. È necessario invece intensificare la ricerca sull'ottimizzazione delle caratteristiche fluidodinamiche dell'aria, ossia portata, velocità e direzione dei flussi.

3.3.1 Irroratrici a polverizzazione meccanica (atomizzatori)

Attualmente la maggior parte delle irroratrici presente nelle aziende è costituita da macchine ad aeroconvezione, comunemente note come atomizzatori. In queste macchine, come noto, il liquido viene polverizzato meccanicamente per pressione, mentre l'aria mossa dal ventilatore, normalmente di tipo assiale, ha solo la funzione di trasportare le gocce.

La massa d'aria ha una velocità media di 20-50 m/s, con portate che possono variare tra i 10.000 e gli 80.000 m^3/ora, in funzione delle caratteristiche costruttive del ventilatore: numero, dimensione, superficie, inclinazione delle pale, numero dei giri, forma e dimensioni delle sezioni di passaggio dell'aria. La dinamica dell'aria nei ventilatori assiali è tale da imprimere alle gocce una traiettoria a spirale, obbligando all'adozione di raddrizzatori per rendere la distribuzione simmetrica sui due lati; tali accessori tuttavia non sono presenti nella maggior parte degli atomizzatori in circolazione e neppure in quelli più economici di nuova costruzione.

Alla luce della progressiva affermazione del basso volume, queste attrezzature, così come sono state pensate vent'anni fa, non sono più correttamente utilizzabili.

Nonostante l'introduzione di ugelli e sistemi di regolazione che consentono a queste macchine di operare a medio-basso volume (fino a 200 l/ha), rimane comunque il grave inconveniente della mancanza di direzionalità delle gocce verso la coltura. In altre parole, la conformazione del sistema di ventilazione che impone getti irroranti dal basso verso l'alto per poter colpire anche la sommità della vegetazione, comporta gravi perdite di prodotto per deriva.

Si può stimare che soltanto il 50% raggiunga la coltura, mentre il resto va appunto perso costituendo non solo un danno economico per il viticoltore, ma anche un pericoloso inquinamento ambientale che pregiudica la sua stessa salute.

Anche la modalità di penetrazione del flusso aria-gocce nella vegetazione presenta notevoli margini di miglioramento, se è vero che spesso è necessario sovradosare il trattamento per garantire una copertura sufficiente nelle parti più interne del fogliame.

L'aria infatti ha il compito, oltre che di aumentare la gittata, di migliorare la copertura e la penetrazione all'interno della vegetazione; tuttavia raramente si trova il giusto rapporto tra portata d'aria, molto spesso sovrabbondante, e caratteristiche geometriche della vegetazione, dipendenti da sesto di impianto, forma di allevamento e stadio vegetativo.

Per questi motivi è il rapporto aria-vegetazione il parametro su cui concentrare l'attenzione: l'aria dovrebbe avere una portata e una velocità tali da penetrare nella chioma senza oltrepassarla e consentire il deposito della "giusta" quantità di fitofarmaco su entrambi i lati della foglia.

Una quantità d'aria eccessiva "sfonda" la parete vegetale, dispone le foglie parallelamente alla direzione del flusso impedendo l'adesione delle gocce e agita violentemente gli strati più vicini provocando a volte anche danni meccanici. Di contro, se l'aria è insufficiente le gocce non riescono a penetrare negli strati più interni.

Sebbene queste considerazioni sembrino del tutto ovvie, le possibilità di regolazione del flusso d'aria negli atomizzatori tradizionali sono molto limitate: in genere il ventilatore presenta un cambio a due velocità e spesso pale a inclinazione regolabile. Tuttavia quest'ultima caratteristica risulta poco o affatto utile: il disegno delle pale prevede angoli di attacco e profili ottimizzati per funzionare in condizioni fluidodinamiche ben precise e la variazione di inclinazione si risolve di solito in una riduzione dell'efficienza aerodinamica della pala.

3.3.2 Atomizzatori a polverizzazione centrifuga

Questo tipo di atomizzatori è stato introdotto sul mercato piuttosto di recente, benché la polverizzazione centrifuga sia adottata da molti anni nelle irroratrici aerotrasportate impiegate nelle grandi distese americane e africane. I polverizzatori sono costituiti in genere da elementi a forma di cono con bordi finemente scanalati e dentellati rotanti a velocità comprese, a seconda della necessità, tra 5.000 e 15.000-18.000 giri / min.

Il liquido arriva a bassissima pressione sulla superficie del cono, scivola verso la periferia e viene poi proiettato all'esterno; l'azione combinata della forza centrifuga e della corrente d'aria origina goccioline molto omogenee di dimensioni medie o fini, a seconda della velocità di rotazione.

Il movimento degli ugelli rotativi, inseriti in numero di 5-6 per lato nella sezione di deflusso dell'aria, deriva solo in qualche caso da motorini elettrici; più frequentemente è l'aria mossa dal ventilatore a investire apposite palette presenti sui coni, mettendoli in rotazione ad alta velocità.

La finezza della polverizzazione dipende essenzialmente dalla velocità di rotazione degli ugelli e dalla portata di liquido, che viene regolata a mezzo di apposite piastrine calibrate (dosatori): ovviamente più elevata è la velocità di rotazione e più bassa la portata, più spinta sarà la polverizzazione, per cui si tratta di macchine che si prestano solo ad operare a volumi molto bassi (100-150 litri / ha).

Questi dispositivi vengono anche chiamati "a goccia controllata" (*CDA-controlled droplet application*) per la uniformità e la possibilità di modificare il diametro delle gocce.

Lo svantaggio di questo tipo di erogatori è costituito dalla loro maggiore complessità e quindi dalla maggiore manutenzione che richiedono; il costo poi è piuttosto elevato.

3.3.3 Irroratrici a polverizzazione pneumatica

Nelle irroratrici pneumatiche o nebulizzatori l'aria assume la funzione, oltre che di vettore per le gocce, anche di fornire l'energia che serve per la polverizzazione, necessitando quindi di grande velocità che i ventilatori assiali non possono fornire. Queste attrezzature adottano quindi ventilatori centrifughi radiali, in grado di mettere in movimento l'aria a elevata velocità.

Il liquido arriva a bassissima pressione (0,5-1,7 bar) ai diffusori (che sostituiscono gli ugelli), mediante una pompa, di solito centrifuga, o in certi casi per aspirazione dal serbatoio operata dal ventilatore attraverso un tubo Venturi.

La portata dell'aria è inferiore a quella degli atomizzatori, e può arrivare a 15.000-20.000 m^3 / ora; la velocità invece è molto superiore rispetto all'aeroconvezione e varia da 80 a 100-150 m / s, in funzione della velocità di rotazione delle giranti, della forma delle stesse (diametro, numero delle pale, loro profilo nella chiocciola, pale dritte o rovesce), nonché della forma e sezione degli erogatori o diffusori. La polverizzazione è fine e piuttosto omogenea, ed è legata alla differenza tra la velocità dell'aria e dell'acqua, al rapporto tra le loro masse, nonché alla forza del loro contatto. Al variare di tali rapporti aria-acqua, varia il grado di omogeneità e di finezza delle gocce. Nelle condizioni d'impiego normale la velocità e la massa d'aria sono costanti, e quindi ad ogni variazione della portata del liquido corrisponderà una variazione opposta della omogeneità e della finezza di polverizzazione. La polverizzazione pneumatica, pur nella variabilità dovuta a quanto detto, permette di ottenere gocce di dimensioni più fini (diametro 80 -100 mm) e omogenee, adattandosi perfettamente al basso volume (100-150 litri / ha).

Tuttavia le irroratrici a polverizzazione pneumatica, proprio per la finezza della polverizzazione da esse prodotta, sono accusate di impatto ambientale da diverse fonti, secondo le quali l'utilizzo di tali attrezzature in condizioni particolari, quali i trattamenti in montagna con cannoni a lunga gittata (qualche decina di metri) provoca il lancio in atmosfera di molte gocce di piccolo diametro, fortemente concentrate e facilmente trasportabili dal vento a distanze notevoli.

Per operare correttamente con questo tipo di macchine è ancora più importante trovare il giusto rapporto tra aria e vegetazione da trattare.

A tale proposito la polverizzazione pneumatica presenta un notevole vantaggio: con semplici sostituzioni od orientamenti delle testate erogatrici, è possibile intervenire su colture, sesti e forme di allevamento variabili in altezza e larghezza; proprio questo aspetto costituisce uno degli orientamenti innovativi in materia di irroratrici per colture arboree: la possibilità di adattare la geometria della macchina alla coltura è alla base del concetto di "irroratrice a getto mirato".

Tra gli svantaggi si ricordano: la maggior rumorosità; la maggiore attenzione richiesta agli operatori; la difficoltà, a causa della contenuta massa d'aria, a intervenire validamente sulle masse vegetali con chiome molto espanse, oggi però in via di eliminazione; infine la maggior potenza richiesta.

3.3.4 Irroratrici con carica elettrostatica

Nell'intento di contenere i volumi distribuiti, di migliorare la copertura e, soprattutto, di ridurre le perdite per gocciolamento e per deriva sono state studiate e realizzate attrezzature elettrostatiche. Si tratta di fornire alle gocce una carica elettrica positiva per facilitare, per attrazione, il loro attacco alla vegetazione con carica di segno opposto.

La possibilità di applicare la carica elettrostatica è limitata solo a goccioline molto piccole (in quanto la carica acquisibile è inversamente proporzionale alla massa), con la polverizzazione meccanica è quindi necessario usare spruzzi fini e finissimi.

Agli ugelli o ai diffusori sono installati elettrodi isolati dal resto dell'attrezzatura. L'alta tensione a basso amperaggio, prodotta da generatori fino a 10 kV, genera un campo elettrico dove le goccioline si caricano.

Il loro trasporto avviene con le modalità proprie del tipo di attrezzatura su cui è applicata.

La polverizzazione assistita dalla carica elettrostatica è tuttora oggetto di studio; gli autori sono discordi, in quanto taluni sostengono che la carica acquisita dalle goccioline si perde dopo pochi centimetri, o che le gocce tendono a fissarsi al primo supporto negativo che trovano, ossia, ad esempio, il primo strato di foglie, impedendo così la penetrazione nella vegetazione folta. Tuttavia è anche vero che molte ricerche concordano nel riconoscere all'irrorazione con carica elettrostatica una buona efficacia in termini di quantità di deposito nella vegetazione.

Ulteriori fonti di approfondimento

VIERI M. (2003) - *La distribuzione dei fitofarmaci: i criteri.* Cap. 6. in *Forme di allevamento della vite e modalità di distribuzione dei fitofarmaci*. Bayer Crop Science, Milano 2003. Distribuzione Informatore Agrario.

VIERI M. (1993) - *Dossier Automatismi e controlli nelle irroratrici agricole*. m&ma (51), 3: 45-66.

VIERI M. (1995) - *Corretto impiego delle irroratrici agricole. Manuale di base schede generali. Schede tecniche di controllo e regolazione. Il Servizio di controllo in Toscana.* ARSIA Regione Toscana.

ISMA - *Macchine per la Difesa delle Colture.* ISMA – MIPA http://web.tiscali.it/macchineoperatrici/mainpage.htm

4. La certificazione delle irroratrici

4.1 La certificazione delle macchine nuove

La certificazione è a tutti gli effetti l'attestazione che sancisce che la macchina è idonea a effettuare determinati trattamenti in base a una precisa normativa di riferimento. L'ente che per primo si è fatto carico in Italia di questo compito è l'ENAMA, Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola.

Dal 1992 ad oggi l'ENAMA ha provveduto a certificare, attraverso laboratori ed istituti appositamente attrezzati, oltre 100 macchine per la protezione delle colture.

Pur se si tratta di un numero ancora limitato nell'ambito dell'intero panorama delle macchine proposte dai costruttori, le macchine certificate coprono buona parte delle tipologie delle attrezzature disponibili.

La prova cui le macchine sono sottoposte fa capo al "capitolato", ossia l'insieme di tutti i riferimenti normativi. Come si potrà vedere la prova è piuttosto complessa e prevede di esaminare i singoli componenti, valutando per ciascuno materiali e prestazioni. Inoltre viene valutata la funzionalità dell'intera macchina. Al fine di ottenere la certificazione, ogni componente e la macchina nel suo complesso devono avere caratteristiche e prestazioni superiori ad alcuni livelli minimi definiti da norme internazionali e individuati dal capitolato di prova adottato. Tale capitolato è stato revisionato nell'ambito di un accordo di reciproco riconoscimento, stipulato nel 1997, tra gli enti di certificazione italiano (CONAMA – oggi ENAMA) e i corrispondenti enti austriaco (BLT - *Bundesantstalt für landtecnick*) e tedesco (DLG - *Deutsche landwirtshafts gesellschaft*). Recentemente ha aderito all'accordo anche la Svizzera attraverso il FAT (*Swiss federal research station for agricultural economics and engineering*) mentre altri enti europei stanno per sottoscrivere l'accordo stesso, cosicché tra breve sarà effettivamente possibile disporre di un sistema di certificazione di valenza europea.

A partire dal 1996 sono state inserite prove specifiche sulla rispondenza delle macchine alle normative in tema di sicurezza.

Tutto questo ha portato ad una evoluzione delle prove di certificazione, talché i certificati più recenti sono più ampi e completi di quelli realizzati alcuni anni or sono.

4.1.1 Il ruolo della certificazione

La certificazione delle macchine per la difesa ricopre un ruolo estremamente importante per la pluralità dei coinvolgimenti legati all'uso di questa tipologia di macchine. Oltre alla sicurezza degli utilizzatori di queste macchine, che come ricordiamo sono adibite alla distribuzione di sostanze più o meno tossiche, vi è la sempre crescente necessità di una maggiore tutela ambientale e quindi una maggiore precisione d'impiego.

Il certificato fornito alle macchine che abbiano superato tutte le valutazioni previste dal "capitolato" di prova, è alla fine una garanzia di sicurezza in senso lato.

Con questo studio si riportano i requisiti contenuti nel capitolato di certificazione rilevati nel corso delle prove relative alle prestazioni; la verifica della rispondenza ai requisiti di sicurezza viene effettuata alla presenza di funzionari dell'ISPESL, Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro, in base alle norme vigenti.

4.1.2 Gli obblighi del costruttore

Al fine di una corretta utilizzazione della macchina da parte del cliente, il costruttore è chiamato a fornire, tramite apposito manuale, tutte le

indicazioni per l'uso e la manutenzione della macchina in condizioni di sicurezza.

Ogni macchina dovrà essere accompagnata da istruzioni che forniscano informazioni quali: indice progressivo e analitico; dati tecnici della macchina; nome del fabbricante e suo indirizzo; marcatura CE e anno di fabbricazione; designazione della serie e del tipo; numero di serie (eventualmente); organizzazione di vendita e assistenza; come utilizzare la macchina; uso previsto, corretto e improprio, della macchina; descrizione della macchina, movimentazione e installazione (eventuali attrezzature specifiche); organi di sicurezza, verifiche e tarature, smontaggio e rimessaggio; manutenzioni e riparazioni ordinarie e straordinarie; pericoli residui; protezioni individuali, segnali di pericolo e opportuna simbologia di comando; addestramento personale tecnico (ove richiesto); ricambi; indicazioni dei valori di rumore e vibrazione (ove richiesti).

Nei casi in cui permangano dei "rischi residui", malgrado tutte le predisposizioni adottate, oppure quando si tratta di rischi potenziali non evidenti, il fabbricante deve apporre sulla macchina opportuni pittogrammi di sicurezza (ISO 11684 – Rapporto interno IMA 94/14) e deve darne particolare informazione nel manuale delle istruzioni per l'uso e la manutenzione.

Il fabbricante di un prodotto risponde già attualmente di eventuali danni all'utilizzatore causati da istruzioni e avvertenze insufficienti e incomplete, come del resto previsto dal DPR 224/88 del 24 maggio 1988, in attuazione della direttiva 85/374/CEE sulla responsabilità del produttore per danno da prodotti difettosi.

4.1.3 La marcatura CE

Eseguite le procedure di dichiarazione di conformità CE, il costruttore o il suo mandatario stabilito nella Comunità possono apporre la marcatura "CE" (*fig.* 20) a significare che il proprio prodotto è conforme ai requisiti di sicurezza richiesti dalla direttiva. La marcatura deve essere apposta in modo indelebile, deve essere leggibile e la sua dimensione verticale non deve essere inferiore ai 5 mm.

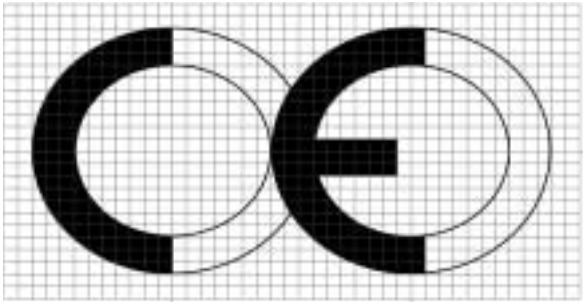


Fig. 20 - Il pittogramma CE

4.1.4 Uso delle macchine

Soddisfatti tali requisiti, il costruttore e/o il rivenditore non hanno più alcuna responsabilità sulla successiva vita della macchina che viene trasferita all'utilizzatore, o al datore di lavoro, che deve dare disposizioni affinché l'uso della stessa avvenga nel rispetto delle normative vigenti (l'eccezione è costituita dal caso di "prodotti difettosi" che seguono i disposti del DPR 224/88 di attuazione della direttiva 85/374 e per i quali rimane responsabile il costruttore).

4.2 La procedura della certificazione

Le macchine da sottoporre a prova devono essere descritte in dettaglio rilevando tutte le caratteristiche dimensionali per le attrezzature trainate, semiportate e portate (ingombri, masse, omologazione stradale, ecc.).

Questa prima parte di rilievi è molto importante per inquadrare correttamente la tipologia di macchina, data l'estrema diversificazione di queste operatrici.

Successivamente vengono esaminati i componenti a partire dal serbatoio contenente la miscela da impiegare nel trattamento, i serbatoi ausiliari (lavamani, lavacircuito idraulico, ecc.), le pompe, i filtri, il sistema di regolazione della portata, i ventilatori, le semibarre, gli ugelli e gli antigoccia, ecc.

Infine, vengono esaminate le caratteristiche dei materiali impiegati nella costruzione della macchina.

In questa parte del lavoro vengono descritte le condizioni di prova della macchina e i suoi componenti e l'interpretazione e la valutazione dei risultati conseguiti.

Stabilità della macchina in condizioni statiche

La prova di ribaltamento della macchina in posizione di trasporto e di stazionamento con serbatoio pieno e vuoto, con e senza gli equipaggiamenti supplementari, è fondamentale per verificare la stabilità della macchina in campo.

Serbatoio principale e agitazione del liquido

Il serbatoio è uno dei componenti principali della macchina in quanto in esso è contenuta la miscela chimica per l'irrorazione sulle colture che deve poter essere controllata dall'operatore e deve

mantenere nel tempo le proprietà di concentrazione richieste per non penalizzare i trattamenti.

Vengono, pertanto, analizzate le sue caratteristiche costruttive: la scala di lettura che deve rispondere a gradi di precisione ben definiti, l'apertura che deve essere posta ad una certa distanza dal bordo per impedire l'entrata nel serbatoio e deve essere provvista di un dispositivo che ne assicuri la posizione chiusa per mezzo di un'azione meccanica positiva (filettature, ecc.), che sia ermetico e permanentemente collegato alla macchina in prossimità dell'apertura del serbatoio stesso.

Successivamente vengono esaminati gli altri componenti, quali dispositivi di riempimento, filtri, ecc.

Infine, si passa alle prime prove funzionali che riguardano:

- la *misura della capacità massima*: deve essere almeno il 105% di quella nominale per garantire che non si verifichino perdite di prodotto durante la preparazione della miscela o durante il trasporto;
- la *misura del residuo*: viene rilevato l'eventuale residuo dopo lo svuotamento e dopo aver inclinato la macchina di 8,5° in avanti, indietro, a destra e sinistra, al fine di valutare l'efficienza dello svuotamento;
- l'*agitazione del liquido*: viene valutata la funzionalità del sistema di agitazione, generalmente costituito da un flusso di ritorno del liquido dalla mandata della pompa, al fine di garantire per tutta la durata del trattamento la stessa concentrazione di formulato chimico nella miscela. La prova è particolarmente impegnativa in quanto viene svolta con ossicloruro di rame e la concentrazione viene rilevata a intervalli predeterminati dopo 16 ore di riposo e la riattivazione del sistema di agitazione. In meno di 10 minuti deve essere garantito il ripristino di almeno l'85% della concentrazione iniziale. Il minor tempo necessario identifica il miglior sistema di agitazione.

Serbatoi ausiliari

Al termine delle prove sul serbatoio principale vengono esaminati i serbatoi ausiliari per il lavaggio del circuito idraulico e per l'operatore; quest'ultimo serbatoio deve essere sempre presente al fine di garantire l'igiene dell'operatore.

Pompa

La pompa è azionata dalla presa di potenza o dal sistema idraulico e ha la funzione di mettere in pressione il liquido proveniente dal serbatoio per il ritorno all'interno dello stesso per la miscelazione e la distribuzione. Sulla pompa viene effettuata la misura della portata in mandata e il valore risultante viene confrontato con quanto dichiarato dal costruttore dell'irroratrice.

Barre irroratrici orizzontali

In questa parte vengono esaminate le barre irroratrici per il trattamento su colture erbacee, rilevando dapprima la larghezza di lavoro (numero ugelli x distanza fra gli ugelli) di ogni sezione di barra che deve essere ≤ 4-5 m per barre con larghezza fino a 18 m e ≤ 6,0 m per barre con larghezza oltre 18 m.

La metodologia di prova prevede poi alcuni requisiti che la barra deve possedere:

- le diverse sezioni di barra devono poter funzionare in modo indipendente;
- la regolazione in altezza deve avere un'ampiezza ≥ 1 ,0 m;
- se la regolazione non è continua, gli intervalli tra due posizioni successive devono essere ≤ 0,10 m;
- deve essere possibile regolare l'altezza delle barre esercitando una forza < 250 N;
- il liquido irrorato non deve entrare in contatto con parti della macchina;
- per barre con larghezza fino a 21 m deve essere possibile regolare la distanza fra gli ugelli e il terreno fino a 0,5 m (0,75 m per le macchine da risaia che operano con ruote in ferro);
- le barre con larghezza di lavoro >13 m devono consentire movimenti indipendenti dall'irroratrice per consentire il parallelismo della barra con il terreno;
- le barre con larghezza ≤ 10 m in devono potersi ruotare all'indietro nel caso in cui giungano a contatto con ostacoli presenti sul terreno;
- le barre con larghezza > 10 m devono poter ruotare in avanti nel caso in cui giungano in contatto con ostacoli presenti sul terreno (la verifica viene effettuata in retromarcia).

Perdite di carico

È previsto che le perdite di carico non superino, in ogni condizione di prova, il 15% del valore iniziale per non penalizzare il funzionamento della macchina.

La prova viene eseguita sostituendo il manometro in dotazione alla macchina con manometri di controllo applicati nel punto di alimentazione e all'estremità di ogni sezione di barra e rilevando le pressioni di esercizio in condizioni di funzionamento definite dalla metodologia.

Ugelli

Gli ugelli costituiscono una componente fondamentale della macchina, in quanto, se con la polverizzazione idraulica sono responsabili della formazione delle gocce di prodotto, queste a loro volta sono alla base di un corretto trattamento.

È previsto che gli ugelli siano fissati in posizioni prestabilite e sugli atomizzatori ogni singolo ugello deve poter essere orientato e disinserito.

La normativa prevede prove sugli ugelli a polverizzazione idraulica (il liquido viene polverizzato per pressione a livello del foro dell'erogatore), a polverizzazione pneumatica (il liquido viene polverizzato quando fuoriesce dall'ugello ed è investito da una corrente d'aria a elevata velocità prodotta dal ventilatore) e a polverizzazione centrifuga (il liquido viene polverizzato dalla corrente d'aria prodotta dal ventilatore che aziona gli erogatori a frantumazione per forza centrifuga).

Per ogni serie di ugelli è previsto che la portata media non si scosti di oltre il 10% rispetto a quella indicata nelle tabelle fornite dal costruttore e la portata dei singoli ugelli non deve presentare scarti > 5% rispetto alla portata media di ogni serie di ugelli provata.

In alcuni atomizzatori è possibile che siano montate serie di ugelli caratterizzate da differenti valori di portata o nel caso di ugelli a polverizzazione meccanica o pneumatica, per i quali non sia possibile determinare la portata del singolo ugello, la differenza tra la portata totale del lato destro e del lato sinistro deve essere < 5% della portata totale della macchina.

Antigoccia

I sistemi antigoccia montati sulle irroratrici hanno la funzione di impedire gocciolamenti di prodotto quando si interrompe l'erogazione (ad esempio per voltare alla testata del campo o a fine trattamento).

Per controllarne il funzionamento, viene misurata la pressione di apertura e di chiusura di tutti gli antigoccia montati dalla macchina e, per un tempo di 5 minuti, il gocciolamento, iniziando la misura 8 secondi dopo la chiusura del flusso di liquido alle barre erogatrici.

Tale gocciolamento non deve superare i 2 cm^3 per singolo ugello.

Posizione degli erogatori rispetto al piano orizzontale

Per effettuare un trattamento corretto su di una coltura erbacea, la distribuzione deve essere il più omogenea possibile: deve essere garantita una distanza uniforme degli ugelli dal piano da trattare (ovvero la barra deve sempre essere parallela al terreno). Tale distanza viene misurata per tutti gli ugelli presenti sulla barra e la differenza tra la distanza massima e minima deve risultare minore di 5 mm per ogni metro di semibarra.

Regolarità della distribuzione

Importante è ottenere un buon risultato della distribuzione, a garanzia di un corretto funzionamento e posizionamento degli ugelli, degli antigoccia, dei filtri, di una corretta distanza dell'erogazione del piano da trattare, dell'assenza di perdite di carico di rilievo lungo il circuito idraulico, ecc.

L'uniformità di distribuzione viene controllata con un banco prova posto al di sotto della barra per tutta la sua lunghezza, costituito da canalette che intercettano il liquido e lo convogliano verso provette graduate. Si misura quindi la quantità di liquido intercettato da ogni canaletta in un intervallo di tempo variabile in funzione della portata degli ugelli. I risultati si esprimono con il "coefficiente di variazione". Tale parametro indica l'entità della dispersione dei dati rispetto al valore medio.

Distribuzione verticale (atomizzatori)

In questo caso il banco prova è costituito da due superfici di intercettazione, verticali e contrapposte, posizionate a una distanza prestabilita che consente di simulare la distanza tra due filari adiacenti della coltura arborea da trattare. L'irroratrice viene fatta transitare tra i banchi a una velocità tale da garantire il corretto funzionamento dei banchi stessi.

Le regolazioni della macchina (combinazioni di ugelli, pressione di esercizio, velocità dell'aria, regolazione dei getti e del flusso d'aria) vengono indicate dal costruttore della macchina. Il liquido distribuito viene raccolto alle diverse altezze e convogliato in provette graduate, poste alla base dei banchi. È così possibile costruire il grafico della distribuzione del liquido e calcolare l'indice di simmetria tra i volumi di liquido raccolto alle diverse quote sui due lati.

Regolazione del circuito idraulico

Viene verificata la funzionalità del gruppo di regolazione del circuito idraulico, ovvero: qual è la pressione minima raggiungibile ad un regime di rotazione alla presa di potenza di 540 giri/min., quali modifiche subisce la pressione nel circuito interrompendo l'erogazione di singole sezioni di barra (non deve superare il 5% della pressione impostata), quali modifiche subisce la pressione nel circuito al variare del numero di giri alla presa di

potenza (in caso di distribuzione a pressione costante e distribuzione proporzionale al regime di rotazione del motore).

Ventilatori

La funzione del ventilatore è quella di creare un flusso d'aria con funzione di trasporto delle gocce verso la vegetazione (in caso di ugelli idraulici per pressione) o di nebulizzazione e trasporto delle gocce (in caso di ugelli pneumatici e centrifughi).

I parametri da misurare e necessari per avere un confronto tra le diverse attrezzature sono la portata e la velocità dell'aria el'assorbimento di potenza.

Per il calcolo della *portata d'aria* dei ventilatori assiali ad aspirazione posteriore si utilizza la misura della velocità media dell'aria in un condotto, a sezione circolare nota, applicato alla zona di aspirazione. Per i ventilatori su cui è impossibile operare nella zona di aspirazione, la determinazione della portata viene eseguita sulla base della velocità dell'aria in uscita.

La *velocità dell'aria* viene misurata a intervalli di 0,5 m fino ad una quota di 4 m. Alle diverse quote viene ricercato il punto di massima velocità della corrente d'aria e viene poi calcolato l'indice di simmetria tra il lato destro e sinistro.

Per la determinazione dell'*assorbimento di potenza* del ventilatore, si applica un torsiometro alla presa di potenza del trattore e, per gli stessi regimi di rotazione utilizzati per la determinazione della portata d'aria, si determinano i rispettivi valori di coppia, per poi calcolare i valori di potenza assorbita.

Va ricordato infine che analoghe misurazioni vengono eseguite sui sistemi di ventilazione di barre aeroassistite.

Strumenti di controllo presenti sulla macchina

In questa parte vengono sottoposti a prova i manometri, i misuratori di portata e i misuratori di velocità.

Manometri. È previsto che tutte le macchine irroratrici siano dotate di almeno un manometro per il controllo della pressione di esercizio nel circuito idraulico di mandata alle barre, caratterizzato da una classe di precisione s 1,6. Alla pressione di esercizio dichiarata dal costruttore, l'errore di lettura non deve essere comunque maggiore del 5%.

L'intervallo massimo di lettura deve essere pari a 0,2 bar per le barre e a 0,5 bar per gli atomizzatori e la pressione di lavoro deve essere stabile e chiaramente leggibile dalla posizione di guida sul trattore.

Il fondo scala del manometro deve essere maggiore della pressione massima ammissibile dalla macchina.

Infine, il diametro nominale dei manometri deve essere: > 63 mm, se questi sono posizionati a portata di mano dell'operatore o disposti tra il trattore e i ganci dell'attacco a 3 punti; >100 mm in tutti gli altri casi.

Il controllo viene effettuato collegando il manometro in prova con un manometro di precisione di classe 0,2, inserito in un apposito banco, ad azionamento manuale o motorizzato, che permette di far aumentare e diminuire la pressione in modo da ottenere un confronto sia in fase di incremento che di decremento.

4.2.1 Certificato di conformità

Questa parte prevede che il costruttore rilasci un certificato attestante che tutta la produzione del modello soggetto alla prova stessa rispetti a pieno le caratteristiche accertate. Ciò per essere certi che le macchine prodotte siano tutte identiche rispetto al modello provato e con conseguenti identiche caratteristiche.

4.3 Le normative europee

La messa a norma delle macchine irroratrici in ambito europeo, volendo esaminare gli eventi più recenti, è da riferire ad un progetto del Comitato Europeo per la Normalizzazione - CEN.

Il primo abbozzo di questo progetto è stato presentato a Parigi nel marzo del 1998 ed espresso in un documento suddiviso in più parti.

La prima stesura dello Standard Europeo è stata sottoposta a tutti i membri del CEN nel corso di una lunga indagine.

Una volta approvato il progetto questo verrà tradotto e divulgato in tutti gli Stati membri.

Gli Stati che fanno parte del CEN sono: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Islanda, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Olanda, Norvegia, Portogallo, Spagna, Svizzera e Gran Bretagna.

Le parti in cui si suddivide questo documento riguardano:

- *introduzione* nella quale si presentano le ultime innovazioni maturate negli ultimi anni a seguito di un continuo stimolo relativo ai conosciuti rischi della distribuzione di prodotti fitosanitari, e l'ambizione di ridurne l'uso. I tre argomenti principali del sondaggio riguardano:
  – la sicurezza dell'operatore;
  – la diminuzione del potenziale rischio di con-

Clause	Requirement	Visual/ functional check	Measurement	Note
4.1	Power transmission parts	X		
4.2	Pump			
4.2.1	- Capacity		X	
4.2.2	- Pusations	X		On pressure gauce
4.2.3	- Pressure safety valve	X		
4.2.4	- Leakages	X		
4.3	Agitation	X		Half filled tank
4.4	Spray liquid tank			
4.4.1	- Leakages	X		
4.4.2	- Strainer	X		In the filling hole
4.4.3	- Grating	X		In the container
4.4.4	- Pressure compensation	X		
4.4.5	- Level indicator	X		
4.4.6	- Emptying	X		Safe
4.4.7	- Flow back	X		
4.4.8	- Chemical introduction container	X		Safe
4.4.9	- Cleaning device	X		Reliable
4.5	Measuring systems, controls			
4.5.1	and armature	X		Generally reliably
4.5.2	- Pressure variation		X	
4.5.2	- Controls	X		
4.5.3	- Pressure gauge	X		
4.5.4 - 7	- Other measuring devices			
4.5.8				
4.6	Pipes and hoses			
4.6.1	- Leakage	X		At 10 bar or max/
4.6.2	- Wear	X		working pressure
4.6.3	- "Hit by the spray"	X		
4.7	Filtering			
4.7.1	- Filters existing	X		
4.7.2	- Inserts changeable	X		
4.8	Spray boom			
4.8.1	- Stable	X		
4.8.2	- Automatic resetting	X		
4.8.3	- Safely lockable	X		In transport position
4.8.4	- Nozzle spacing			Uniform
4.8.5	- Nozzle height		X	
4.8.6	- "Hit by the spray"	X	X	
4.8.7	- Ground contact prevention	X		
4.8.8	- Working width, sections	X		
4.8.9	- Height adjustment	X		
4.8.10	- Damping, slope compensation	X		In spray position
4.8.11	- Pressure variation			boom/closing sections
			X	
4.9	Nozzles			
4.9.1	- Identical	X		
4.9.2	- Dripping		X	
4.9.3	- Distribution		X	

Fig. 21 - Tavola dei controlli definiti dal CEN

taminazione;
– un migliore controllo delle irroratrici;

- lo *scopo*: qui si specificano i requisiti e le procedure di controllo delle irroratrici nuove;
- *riferimenti bibliografici* sulle normative;
- l'*ispezione visiva* e *misurazioni* per un primo controllo;
- i *requisiti* e i *metodi di verifica* della idoneità per tutte le singole parti meccaniche del mezzo;
- *metodi di controllo*, si elencano i tipi di test da effettuare;
- il *sommario*, documento da compilare a fine ispezione.

5. Il controllo periodico in ambito europeo, nazionale e regionale

5.1 Esperienze in ambito europeo

In Europa sotto la spinta della tutela ambientale le autorità pubbliche hanno attuato legislazioni tese a migliorare l'applicazione dei prodotti chimici. In particolare le leggi riguardano tre aspetti: la certificazione per le macchina nuove; il controllo periodico; la formazione degli operatori.

In Germania il Ministro per l'Alimentazione, l'Agricoltura e le Foreste ha delegato la *Biologische Bundesanstalt fur Land-und Forstwirstchaft* (BBA) con la legge del 18 settembre 1986. Questo organismo ha definito le caratteristiche che devono avere le macchine immesse sul mercato nazionale. Ogni tipo di irroratrice deve superare i controlli della BBA e deve avere il relativo certificato di conformità.

Dal 1° luglio 1991 la Svezia ha imposto gli stessi vincoli della Germania per le macchine nuove.

Dal 1985 la Generalitad de Catalunya in Spagna ha deliberato che le macchine devono essere approvate dalla *Estation de maquinaria agricola* di Llerida.

Il Belgio ha approvato nel 1994 norme relative al controllo delle irroratrici nuove.

Per quanto riguarda il controllo periodico la Germania ha effettuato controlli volontari negli ultimi 20 anni ed il controllo è obbligatorio dal 1993 per le barre.

In Olanda dal 1° aprile 1996 è proibito l'impiego di irroratrici che non siano certificate; tale certificato ha validità biennale. In Belgio per quanto riguarda le barre è in corso di approvazione una legge relativa al controllo.

In Svizzera, l'ASETA ha iniziato i controlli dal 1989 con frequenza triennale.

Negli altri Paesi il controllo è ancora volontario anche se vi sono iniziative avanzate per passare al controllo obbligatorio.

Dal 1985 la Gran Bretagna ha istituito una legislazione che si assimila al codice di buona pratica. Questo impone agli utilizzatori di avere un patentino ottenuto dopo un corso ed un esame. Nel corso di formazione vi è un modulo specifico che riguarda il corretto impiego delle macchine irroratrici.

In Spagna la licenza di impiego degli antiparassitari è necessaria dall'8 marzo 1984. Ha durata di 10 anni ed è ottenuta dopo un corso ed un esame.

Oltre a queste disposizioni vi sono Paesi come la Danimarca dove sono allo studio proposte di legge per incrementare la qualità del lavoro e ridurre il rischio per l'operatore e per l'ambiente.

Infine, norme e proposte sono allo studio da parte dei ricercatori e degli operatori pubblici che si occupano di questo settore in Europa. Vi sono gruppi di studio specifici sulla qualità degli spruzzi, sulla deriva, sulla classificazione in base al rischio.

5.1.1 Germania

In Germania il servizio di controllo periodico viene seguito dalle 19 sezioni BBA presenti su tutto il territorio ed è effettuato da officine autorizzate. Il controllo volontario è stato introdotto nel 1984, lo scopo era quello di controllare le irroratrici ogni due anni. Annualmente sono state controllate 33.000 barre e 3.000 atomizzatori. Si stima che vi siano circa 180.000 irroratrici compreso la Germania Est. Il 20% viene controllato annualmente.

Nella Germania Est vi sono 5.000 irroratrici e 87 officine autorizzate.

Il controllo è diventato obbligatorio per le barre dal 1° luglio 1993 con un turno di 2 anni. Le barre devono avere un certificato di controllo valido dal 1° gennaio 1994. L'adozione di apparati di controllo di precisione (controllo elettronico e non visuale della distribuzione) viene fissata al 1° gennaio 1998.

5.1.2 Svizzera

In Svizzera il più famoso centro di ricerca è la Stazione federale di Ricerche di economia aziendale e di Genio rurale (FAT) dal 1975 svolge ricerche sul controllo delle irroratrici e per mezzo dei suoi bollettini tecnici ha fornito in questi anni interessanti prove comparative. La parete lamellare per il controllo è stata adottata per la prima volta in questa stazione e presentata in un bollettino del 1980.

I controlli periodici vengono invece fatti dalla SVLT-ASETA l'associazione svizzera per gli equipaggiamenti tecnici dell'agricoltura presso 17 stazioni. Il controllo è obbligatorio per le barre.

Le stazioni di controllo dispongono di 2 tecnici specializzati che hanno il compito di controllare le macchine e di formare gli agricoltori. Le stazioni mobili devono assicurare un periodo di controllo di 4 anni. Nel 1993 le irroratrici presenti erano 26.182 ed erano state controllati 1.514 barre e 191 atomizzatori.

5.1.3 Svezia

In Svezia i controlli iniziati nel 1988 sono stati fatti su più di 11.000 macchine. Vengono impiegate unità mobili che stazionano presso i villaggi. Il controllo viene fatto da un tecnico aiutato dall'agricoltore, ma due operatori sono risultati ottimali. Vengono effettuate 3-6 fino ad un massimo di 10 ispezioni al giorno.

Il National Board è responsabile di tutto il sistema ed i governi provinciali sono coinvolti in prima persona. I controlli vengono fatti da compagnie, officine ed organismi autorizzati.

Le piccole riparazioni vengono fatte durante il controllo. Ogni controllo costa 1.000 corone svedesi al Sud e 1.200 corone svedesi al Nord (120-150 €). Gli agricoltori pagano da 0 a 400 corone svedesi (0-50 €) secondo quanto deciso da chi effettua i controlli. I controlli sono liberi e la procedura di controllo è definita dal National Board of Agriculture.

5.1.4 Norvegia

Le irroratrici presenti in Norvegia sono circa 20.000 delle quali 5.200 erano già state controllate nel 1995. Presso l'Agricultural University of Norway, Dept. of Agricultural Engineering ogni anno si tengono corsi di aggiornamento all'uso, al controllo ed alla taratura delle irroratrici.

Il servizio formativo è attivo dal 1990 ed il servizio di controllo dal 1991.

Fino al 1995 più di 300 persone hanno seguito i corsi e più di 70 unità di controllo erano attive con controlli nelle aziende. Il servizio si avvale degli Advisory Services locali, delle Scuole professionali, dei Rivenditori di irroratrici.

Fig. 22 - Stazione di controllo norvegese (NHL Norges LandbruksHfgskole)

Un turno di controllo è previsto ogni 5 anni. Il controllo è volontario e l'apparecchiatura di controllo è mobile e progettata per le barre irroratrici.

Il tempo necessario al controllo è variabile da 1,5 a 3 ore/macchina con una media di 2 ore/macchina.

Il costo totale è di circa 700 corone norvegesi (90 €) la metà del quale viene pagato dal governo. È importante notare come in Norvegia i prodotti fitosanitari sono sottoposti ad una tassa ambientale del 13%.

Dal luglio 1997 tutti gli utilizzatori di pesticidi devono avere il patentino. L'autorizzazione viene acquisita con un corso di tre giorni (argomenti: biologia, tossicità, pianificazione, sicurezza) ed un esame finale. Il corso e la conseguente autorizzazione devono essere rinnovati ogni 10 anni.

I controlli sono ancora volontari ma anche gli agricoltori sono propensi al controllo obbligatorio.

5.1.5 Belgio

In Belgio il Ministero Federale dell'Agricoltura ha richiesto in un comunicato del giugno 1993 il controllo obbligatorio delle barre e degli atomizzatori.

I controlli ufficiali sono iniziati il 1° settembre 1995. Tutte le irroratrici più vecchie di 3 anni, circa 25-30.000, (eccetto gli atomizzatori) devono essere controllate entro il 1998.

La frequenza di ispezione è di 3 anni e il costo, completamente a carico degli agricoltori, varia fra 2.500 e 4.000 franchi (70-100 €). Alla fine del controllo gli agricoltori ricevono una relazione con le modifiche da apportare.

La scelta prioritaria è stata quella di fare un tipo di controllo molto semplice ed inequivocabile presso le aziende, con una produttività di almeno 8 macchine/giorno. La produttività media è di 10 macchine/giorno con due addetti (dipendenti del Ministero dell'Agricoltura) e la verifica è effettuabile con

Fig. 23 - Stazione di controllo della Regione del Vallone in Belgio

qualsiasi condizione meteorologica ed in qualsiasi tipo di ambiente. I giorni utili annui sono 150 con una produttività prevista di 1.500 macchine/anno.

Per questi motivi non sono stati presi in considerazione i banchi di controllo della distribuzione. Fino al 1995 sono state controllate 700 macchine.

Molta importanza è data all'aspetto formativo dell'iniziativa.

I parametri controllati sono più di 15 e l'attrezzatura è limitata. Ad eccezione della verifica del sistema di regolazione la procedura si limita al controllo degli ugelli e della pressione alle barre.

L'attrezzatura è contenuta in un carrello mobile per effettuare controlli direttamente in azienda.

5.1.6 Francia

In Francia un decreto del 25 febbraio 1975 definisce le condizioni e le limitazioni di impiego dei prodotti fitosanitari, integrato dal decreto del 13 luglio 1994. Negli ultimi due anni sono state avviate delle campagne di controlli volontari promossi dalla Camera dell'Agricoltura, dal Conseil de Picardie, e dall'Agenzia per l'ambiente e per il mantenimento dell'energia. Costruttori ed agricoltori sensibilizzati hanno collaborato all'iniziativa.

La formazione deriva dalla legge 92/533 del 17 giugno 1992 che è entrata effettivamente in vigore dal 1° gennaio 1996. In base a tale legge ed al decreto attuativo del 5 ottobre 1994 n. 863 gli utilizzatori delle irroratrici devono avere un regolare patentino da rinnovare ogni 5 anni e devono sottoscrivere una assicurazione che copre le responsabilità professionali. È in fase di avvio a cura del CIETAP l'organizzazione del controllo periodico delle macchine.

5.1.7 Spagna

In Spagna nessuna iniziativa ufficiale è stata ancora presa in merito al controllo periodico. Molto accurata è invece la legislazione relativa alla formazione degli operatori. Il Ministero dell'Agricoltura, Pesca ed Alimentazione ha approvato nel decreto del 30 novembre 1983 n. 3349, modificato dal decreto dell'8 febbraio 1991 n. 162 la normativa di regolamentazione dell'omologazione dei corsi di specializzazione per addetti ai trattamenti antiparassitari. Nel modulo di formazione n. 1 vi sono 4 livelli di formazione; *livello di base*: diretto al personale ausiliario ai trattamenti terrestri ed aerei e agli agricoltori che utilizzano in proprio prodotti classificati non tossici secondo la regolamentazione tecnico-sanitaria; *livello qualificato*: diretto ai responsabili delle attrezzature di trattamento terrestri ed aeree e agli agricoltori che utilizzano personale ausiliario per i trattamenti anche utilizzando pesticidi classificati non molto tossici; *livello avanzato* per piloti nei trattamenti agroforestali. Nel modulo di formazione n. 2 rientra il personale addetto all'applicazione di pesticidi in ambito ambientale e nell'industria agroalimentare e vi sono due livelli, uno per il personale ausiliario e l'altro per i responsabili dei trattamenti. Il modulo di formazione n. 3 è rivolto a chi abbia già ottenuto i livelli superiori dei moduli precedenti e voglia superare il livello speciale che consente di applicare i prodotti molto tossici.

5.1.8 Olanda

In Olanda i primi controlli delle barre con impiego anche del controllo della distribuzione a terra furono eseguiti nel 1985 ed i controlli sono iniziati ufficialmente nel 1988.

I controlli sono svolti da officine autorizzate approvate dal SKL (la fondazione per i requisiti di qualità delle macchine agricole).

Sono attive 65 stazioni per le barre e 7 per gli atomizzatori. Il controllo può essere eseguito da un solo operatore e richiede 1, 5 ore per barre fino a 10 m e 2,5 ore per le altre.

Il costo è di circa 100 fiorini olandesi (50 €) ovvero 62,5 fiorini per ora.

Il controllo e ancora volontario ma molti disciplinari di produzione o richieste di contributi richiedono il certificato di controllo. Il controllo periodico è obbligatorio dall'aprile del 1997.

5.1.9 Inghilterra

L'Inghilterra, come già detto, ha puntato moltissimo sull'aspetto della formazione e delle manifestazioni dimostrative. Il BCPC (*British Crop Protection Council*) in collaborazione con il ministero dell'agricoltura promuove costantemente incontri seminari e pubblica monografie che vengono poi trasferiti ai vari servizi di assistenza tecnica locali. Molto interessante è il "Codice di buona pratica

per l'uso in sicurezza dei pesticidi nelle aziende agricole-zootecniche e nel controllo dei parassiti sul territorio". Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Health and Safety Commission. Pesticides: Code of practice for safe use of pesticides on farms and holdings. London HMSO.

5.1.10 Austria

In Austria i controlli sono ufficialmente volontari ma di fatto imposti dai Disciplinari di Produzione. Nella Land-Und Forstwirtsch. Fachschule Fachrinchtung Ostbau di Gleisdorf (Graz) è stata realizzata la prima attrezzatura computerizzata per il controllo diagnostico e la famosa parete di controllo lamellare.

5.2 La situazione in Italia

Fino ad oggi il servizio di controllo e taratura delle macchine irroratrici è stato a carattere volontario salvo in quelle regioni dove tale servizio è stato richiesto per l'erogazione dei contributi del Reg. CE 2078/92. Il numero delle irroratrici presenti sul territorio nazionale è di 540.000, di cui il 57% sono atomizzatori, con un'anzianità superiore a 15 anni e conseguentemente con un alto livello di obsolescenza ed inefficienza (*tab.* 3).

Situazione dal 1980 al 1995

Dal 1980, il numero degli enti e il numero delle macchine verificate è aumentato notevolmente, come risulta dai prospetti nelle *figg.* 24, 25 e *tab.* 4.

Tab. 3 - Numero delle irroratrici presenti sul territorio (1997)

Regione	*n. macchine*	*< 10 anni*	*%*
Valle d'Aosta	1.282	770	60
Piemonte	52.564	19.554	37
Lombardia	32.599	14.547	45
Veneto	73.465	19.638	27
Trentino Alto Adige	16.024	7.285	45
Friuli Venezia Giulia	16.387	4.615	28
Liguria	8.049	4.715	59
Emilia Romagna	63.923	18.539	29
Nord	**264.293**	**89.699**	**34**
Toscana	24.053	9.848	41
Umbria	10.098	4.165	41
Marche	19.047	7.291	38
Lazio	35.602	16.727	47
Centro	**88.800**	**38.031**	**43**
Abruzzo	21.560	8.742	41
Molise	2.997	1.915	64
Basilicata	7.175	3.547	49
Campania	47.678	27.835	58
Puglia	61.350	31.342	51
Calabria	4.804	3.298	69
Sud	**145.564**	**76.679**	**53**
Sicilia	34.179	20.918	61
Sardegna	6;940	4.342	63
Isole	**41.119**	**25.260**	**61**
Totale	**539.776**	**230.624**	**43**

Nonostante la continua crescita delle strutture addette, l'impossibilità di intervenire ancora in molte zone rimane uno dei limiti più importanti.

Le cause principali riguardano:

1) difficoltà finanziarie, dovute alle limitate sovvenzioni e spesso all'onere a carico dell'agricoltore non sempre accettato;
2) ridotto numero di banchi prova e di personale, e quindi una scarsa possibilità di intervento sul territorio;

Tab. 4 - Situazione dei servizi regionali di controllo e taratura delle macchine irroratrici e numero di macchine controllate al 30 settembre 1995

Regioni nelle quali il servizio è già attivato	*barre*		*atomizzatori*	
	n. enti	*n. macchine*	*n. enti*	*n. macchine*
Emilia Romagna	4	324	5	735
Friuli Venezia Giulia	1	24	1	150
Lazio	1	10	1	35
Molise	–	–	1	64
Piemonte	1	56	1	30
Toscana	1	103	1	223
Trentino Alto Adige	1	136	1	1958
Veneto	1	100	1	827
ANB (Emila Romagna., Lombardia, Toscana, Veneto)	1	361	–	–
Totale	**11**	**1.110**	**12**	**4.022**

3) le distanze elevate dai centri di controllo, e dalla mancata omologazione per la circolazione stradale;
4) tempi di controllo ancora elevati.

Le possibili soluzioni a questi problemi si potrebbero riassumere nei seguenti punti:

A) tagliandi di controllo, ovvero buoni forniti dai costruttori all'acquirente;
B) contributi da parte delle industrie chimiche, dall'UNIMA, dagli enti pubblici;
C) riduzione del numero di parametri controllati, e utilizzo di una strumentazione elettronica più efficiente;
D) elaborazione di una metodologia di prova comune (CONAMA [oggi ENAMA] + ISMA + gruppo di esperti).

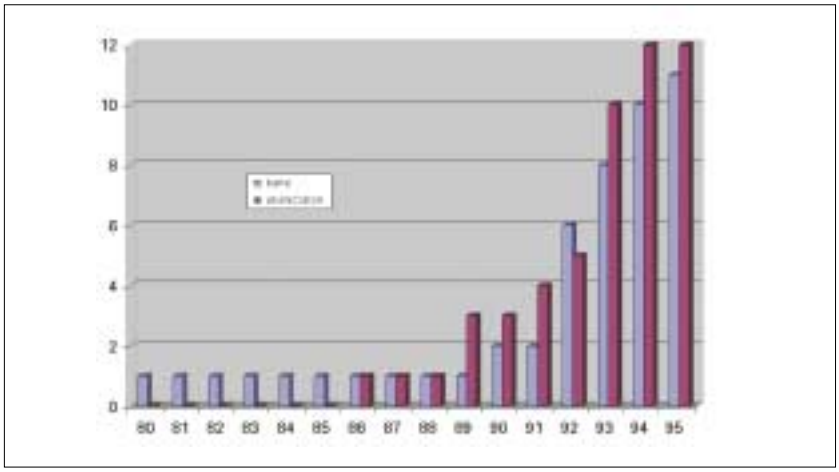


Fig. 24 - Numero di Enti che eseguono la verifica funzionale di barre irroratrici ed atomizzatori dal 1980 al 1995

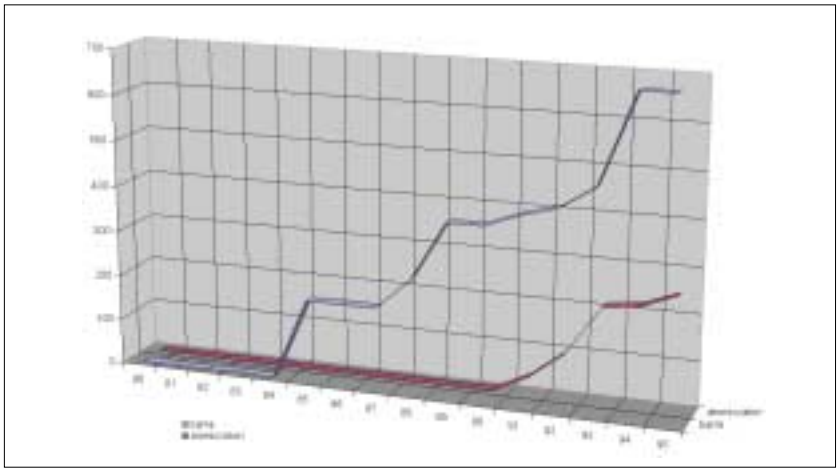


Fig. 25 - Controlli effettuati in Italia dal 1980 al 1995

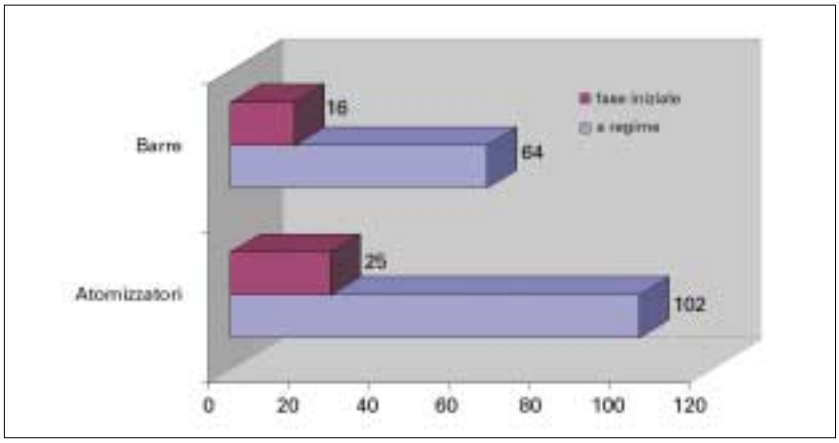


Fig. 26 - Unità per il controllo e la taratura di barre ed atomizzatori necessarie nell'ipotesi di attivare un servizio permanente sulle macchine acquistate dopo il 1995 e di effettuare il controllo sulla medesima macchina ogni 3 anni

Fig. 27 - Servizi di verifica dell'efficienza distributiva delle macchine irroratrici nelle regioni italiane

Gruppo 1 - Regioni con servizi attuati da tempo a livello regionale e incluse nella misura 4
Gruppo 2 - Regioni con servizi parziali (cioè su parte del territorio regionale) e/o di recente attuazione, incluse nella misura 4
Gruppo 3 - Misure non incluse nella misura 4, ma con servizi attuati da tempo
Gruppo 4 - Regioni con servizi in via di attuazione, nell'ambito delle attività della misura 4.

Il numero delle unità di controllo che sarebbero necessarie nell'ipotesi di attivare tale servizio solo sulle macchine acquistate dopo il 1995, tenuto conto del numero delle irroratrici vendute mediamente, è evidenziato nella *fig.* 26.

Si considera in questo caso la possibilità di effettuare il controllo sulla medesima macchina ogni 3 anni per ulteriori 12 anni, con una proiezione a lungo termine.

Situazione dal 1996

Dal 1996 in poi si concretizza, la costituzione di un gruppo di lavoro interregionale. Dall'ottobre 1996 si elaborano i documenti tecnici che sono andati a costituire l'ossatura dell'attuale programma della misura 4.

Fin dalla costituzione di tali gruppi di lavoro sono emerse le notevoli differenze che a livello regionale ancora oggi caratterizzano i servizi di controllo e taratura delle irroratrici. Accanto alle regioni dove i controlli e le tarature sono già attivate da alcuni anni ne esistono altre dove il servizio è ancora nelle fasi iniziali (*fig.* 27).

5.3 Un nuovo quadro normativo

Nell'agosto 1998 è stata proposta la versione definitiva della misura 4, su cui è articolato il programma interregionale del Ministero per le politiche agricole "Agricoltura e qualità". Tali attività sono state previste dalla legge 578 del 5 novembre 1996 e dalla delibera CIPE del 18 dicembre 1996, che ha approvato la ripartizione della somma per l'attuazione della prima annualità. È questa una normativa che regolarizza il controllo periodico delle irroratrici.

L'incremento della qualità in agricoltura, inteso nelle sue diverse accezioni, dispone di un quadro normativo e programmatico particolarmente ricco e articolato in regolamenti comunitari, nazionali e regionali. Il programma interregionale ha lo scopo principale di sostenere gli sforzi che le amministrazioni regionali svolgono in questo strategico settore, prendendo in particolare considerazione i campi di attività in cui sono già in atto iniziative operative che meritano di essere potenziate e diffuse su tutto il territorio nazionale.

Una di queste attività è proprio la verifica dell'efficienza distributiva delle macchine per i trattamenti che costituisce la misura 4 del programma.

5.3.1 L'obiettivo della misura 4

L'obiettivo fondamentale della misura 4 è quello di razionalizzare l'impiego dei fitofarmaci aumentando l'efficacia della loro azione attraverso il miglioramento della distribuzione delle macchine presenti nelle aziende agricole.

Le attività previste dal coordinamento interregionale possono essere raggruppate in 4 azioni principali:

• sensibilizzazione e divulgazione con lo scopo di informare a livello locale sulle attività da realizzare nell'ambito del programma, aggiornare operatori sugli sviluppi tecnici e scientifici nazionali e internazionali, armonizzare le iniziative locali di divulgazione e pubblicizzazione delle iniziative di taratura e controllo delle macchine;

• formazione degli addetti ai controlli, che avverrà attraverso la realizzazione di un corso per almeno due tecnici per ogni regione, che svolgano la funzione di formatori a livello locale delle varie figure previste dai singoli programmi regionali (divulgatori, meccanici ecc.). Tale attività comprenderà anche stage di aggiornamento su specifici argomenti di carattere tecnico-pratico;

• impostazione dei programmi di verifica, rappresenta il punto centrale delle attività, in quanto ha lo scopo di impostare un servizio valido e accettato da tutte le regioni. Diverse sono le esigenze che a questo livello vengono evidenziate, di cui il coordinamento si fa portavoce. Troviamo infatti, da una parte regioni dove i controlli sono già avviati e che richiedono un aggiornamento o una validazione delle attrezzature o delle metodologie già adottate, e dall'altra parte regioni che cominciano solo adesso l'impostazione del servizio e che necessitano di acquisire attrezzature valide da un punto di vista tecnico e impostare ex novo tutti gli aspetti del servizio, calandoli nelle proprie realtà locali. Per quest'ultima, inoltre, sussiste l'esigenza di un forte coordinamento con le realtà già sviluppate;

• assistenza ai servizi di certificazione, riguarda gli aspetti più propriamente normativi, consistono nella impostazione di una documentazione di riferimento da rilasciare dopo le verifiche, nell'organizzazione di una banca dati nazionale, utile anche a fini statistici e di ricerca, nella consulenza tecnica in materia di disposizioni europee e internazionali.

5.4 L'esperienza della Regione Toscana

L'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, in collaborazione con il DIAF, dal 1991 progetta e ottiene un finanziamento per la realizzazione di un nuovo cantiere mobile di controllo delle irroratrici, su fondi della Comunità Europea (Reg. CE 2058, misura 5b). Gli obiettivi specifici di questa collaborazione sono stati:

- realizzare un'attrezzatura semplice e facilmente trasportabile, utilizzabile senza particolari modifiche su tutte le tipologie di macchine in commercio;
- definire una metodologia di prova adeguata all'effettuazione di controlli su un numero di macchine molto elevato, come nel caso di una certificazione periodica delle macchine presenti nelle aziende agricole della Toscana (circa 26.000 macchine).

La creazione di questo cantiere ha dovuto seguire una continua revisione in linea con le novità in ambito europeo. Le principali tappe hanno mirato ad un'evoluzione dei materiali e delle metodologie da adottare.

Evoluzione del cantiere mobile per il controllo delle irroratrici

Il primo prototipo del cantiere mobile di controllo prevedeva l'utilizzo di un banco di prova per la distribuzione verticale, un banco prova per la distribuzione orizzontale, un banco prova per la portata degli ugelli e un banco prova per l'efficienza dei manometri e della pompa.

Il progetto di realizzare questo tipo di attrezzatura nasce addirittura negli anni settanta impiegando il noto "albero a vassoi"; diversi studi hanno portato in seguito alla identificazione di vassoi a fondo concavo.

L'attuale apparato (prototipo realizzato nel 1995) prevede due elementi innovativi rispetto al precedente:

1) la parete captante non è più costituita da convogliatori a fondo chiuso, ma da elementi lamellari in accordo con le più avanzate ricerche europee costituita da 12 pacchetti di lamelle verticali (mod. FAT – Svizzera).
2) tutti i componenti sono montati su un rimorchio stradale così da ridurre al minimo i tempi necessari per l'installazione del cantiere, soprattutto per la piazzatura della parete verticale di captazione (*fig.* 28).

Organizzazione del servizio:

La procedura di taratura avviene in tre fasi:

a) una prima serie di rilevamenti e di controlli effettuati con l'attrezzatura appena descritta;

b) la messa a punto della macchina (effettuata dal-

l'agricoltore o da un suo meccanico in seguito alle indicazioni emerse dal primo controllo);

c) la seconda serie di controlli per la verifica della funzionalità della macchina dopo la messa a punto.

Nei verbali di prova vengono riportati:

- i *dati per l'identificazione dell'azienda* proprietaria della macchina;
- i *dati relativi alla trattrice* comunemente impiegata per l'azionamento della macchina in prova. Viene anche misurata la velocità della macchina nelle marce correntemente usate durante i trattamenti, questo per la determinazione della portata agli ugelli in funzione del volume totale da distribuire per ettaro;
- i *dati costruttivi relativi all'irroratrice in prova*, tipo di macchina, ditta costruttrice, modello, anno di fabbricazione, tipo e numero di ugelli, tipo e dati del ventilatore, filtri, sistemi di regolazione, serbatoio e sistemi di miscelazione, presenza o meno di dispositivi antigoccia, ecc. Viene inoltre riportato il tipo di protezione normalmente utilizzato dall'operatore (mascherina, casco, cabina).
- La *prova manometro* viene effettuata smontando il manometro dal circuito di mandata della macchina ed inserendolo sul circuito idraulico del banco di prova, mettendo in pressione il circuito per mezzo della pompa e verificando la rispondenza dei valori sul manometro di riferimento e su quello in prova.
- La *prova della pompa* viene effettuata inserendo sulla tubazione di mandata della pompa il misuratore di portata. Consiste nella verifica della portata, per pressioni crescenti, al regime di rotazione della presa di potenza normalmente impiegato durante i trattamenti. Viene inoltre controllato lo stato del compensatore di pressione e la sua pressione di gonfiaggio.
  Con il confronto della portata agli ugelli viene indicato se il quantitativo di flusso in ricircolo è sufficiente o meno per una buona agitazione della miscela nel serbatoio.
- La *verifica della portata degli ugelli* viene effettuata con i flussimetri mantenendo i valori di pressione ed il regime di rotazione adottati in fase operativa. La verifica fornisce dati su: portata totale, simmetria della portata dei due lati destro e sinistro, uniformità ed efficienza di ogni singolo ugello.
- La *verifica della portata degli adduttori* con le relative valvole di 'dosaggio' nelle irroratrici a polverizzazione pneumatica. Questa prova ha lo scopo di controllare eventuali usure delle valvole e di effettuare il riallineamento degli indici di taratura sulle valvole dosatrici.
- La *verifica della distribuzione verticale* (colture arboree) viene effettuata utilizzando l'apposito banco prova descritto. Questa prova si basa su una simulazione della coltura assumendo come parametro di riferimento della quantità ottima-

Fig. 28 - Il carrello con la parete lamellare in fase di sollevamento, tutte le attrezzature sono contenute nel pianale di carico sotto la parete

Fig. 29 - Piano captante orizzontale

le di prodotto da distribuire la dimensione della chioma della pianta alle relative altezze.
Viene misurata la quantità di liquido intercettato indipendentemente dalla dimensione, velocità, numero delle gocce. Le misure vengono riportate nel verbale di prova anche sotto forma di grafico per un'immediata valutazione della distribuzione.

- La *verifica della distribuzione orizzontale* delle macchine impiegate su colture erbacee consiste nel posizionare il piano captante (*fig.* 29) sotto la barra e controllare il livello di riempimento dei cilindri graduati.

Il software di supporto

I controlli sono impostati e verificati con una procedura software realizzata in collaborazione con Hantarel e Asem. Nel programma sono previste le procedure di controllo per le barre irroratrici orizzontali (pieno campo), per le barre e le irroratrici ad aeroconvezione da frutteto, per le irroratrici in banda (diserbo sulla fila, orticoltura).

Con questa computerizzazione è possibile incrementare sia la velocità, sia la precisione delle operazioni e soprattutto è possibile effettuare una stima più oggettiva sui rilievi della distribuzione e sui miglioramenti ottenuti con le nuove tarature.

I risultati della prima campagna di controlli

I dati riassuntivi delle prove mettono in luce le cattive condizioni iniziali delle macchine (*tab.* 5): lo stato di generale manutenzione ha mostrato un 35% di condizioni non accettabili; il 71% degli operatori usa solo la mascherina di carta o nessuna protezione durante i trattamenti; l'85% delle macchine non è dotata di dispositivi antigoccia; i filtri sono inefficienti o assenti nel 35% dei casi; i manometri indipendentemente dalla efficienza hanno, nel 50% dei casi, valori di fondo scala troppo elevati rispetto alle pressioni medie di esercizio.

Per quanto riguarda la portata degli ugelli i dati sono riportati nella *tab.* 6 per le barre irroratrici orizzontali ed in *tab.* 7 per le irroratrici da frutteto; per queste ultime un dato caratteristico consiste nella differenza in valore assoluto della portata totale di un lato rispetto all'altro (asimmetria). Diverse macchine hanno presentato alla verifica iniziale asimmetrie superiori al 50% ed il valore medio è risultato del 19,5%, il valore medio dell'asimmetria delle verifiche finali è risultato 8,9%.

Anche il controllo della distribuzione, soprattutto di quella verticale, ha fornito dati di piena conferma del cattivo stato di manutenzione e regolazione delle macchine. I dati analizzati hanno riguardato anche in questo caso l'errore totale di distribuzione sui due lati, rispetto ai valori teorici calcolati sulla base delle caratteristiche della forma delle piante.

Tab. 5 - Principali difetti riscontrati

Difetto	*entità (%)*
Pessimo stato generale	35
Protezioni inadeguate	71
Filtri inefficienti	35
Manometri inadeguati	50
Assenza di antigoccia	85

Tab. 6 - Controlli sulle portate degli ugelli nelle barre irroratrici

	CV medio	*CV max*
Verifica iniziale	14,5	31
Verifica finale	8,5	21

Tab. 7 - Controlli sulle portate degli ugelli nelle irroratrici ad aeroconvezione

	CV medio	*CV max*	*asimm. dx -sx*
Verifica iniziale	24,3	71	19,5
Verifica finale	14,2	63	8,9

Gli errori, alla verifica iniziale, sono risultati sempre molto elevati, con valori medi del 46,3% per l'errore totale iniziale sx rispetto al teorico, del 49% per l'errore totale iniziale dx rispetto al teorico e del 42,1% per l'asimmetria dx-sx. Questi valori si sono quasi dimezzati al controllo finale dopo la messa a punto (*fig.* 30).

A tale proposito vale la pena ricordare, anche se già detto, che tali e tangibili miglioramenti sono stati ottenuti senza alcuna sostituzione dei pezzi difettosi, la possibilità di intervenire in questo senso avrebbe consentito miglioramenti ben più consistenti.

In *fig.* 31 sono riportati i dati sintetici delle verifiche sulla distribuzione nelle barre irroratrici orizzontali. Come si può notare, anche con la semplice operazione di pulizia e taratura è possibile, nel 60% dei casi, migliorare il livello qualitativo di applicazione.

L'organizzazione e la potenzialità del servizio

Il cantiere attuale è affidato a tre tecnici (un dipendente regionale e due borsisti) che operano sotto il controllo di un responsabile della Regione Toscana ed hanno come referente scientifico il DIAF.

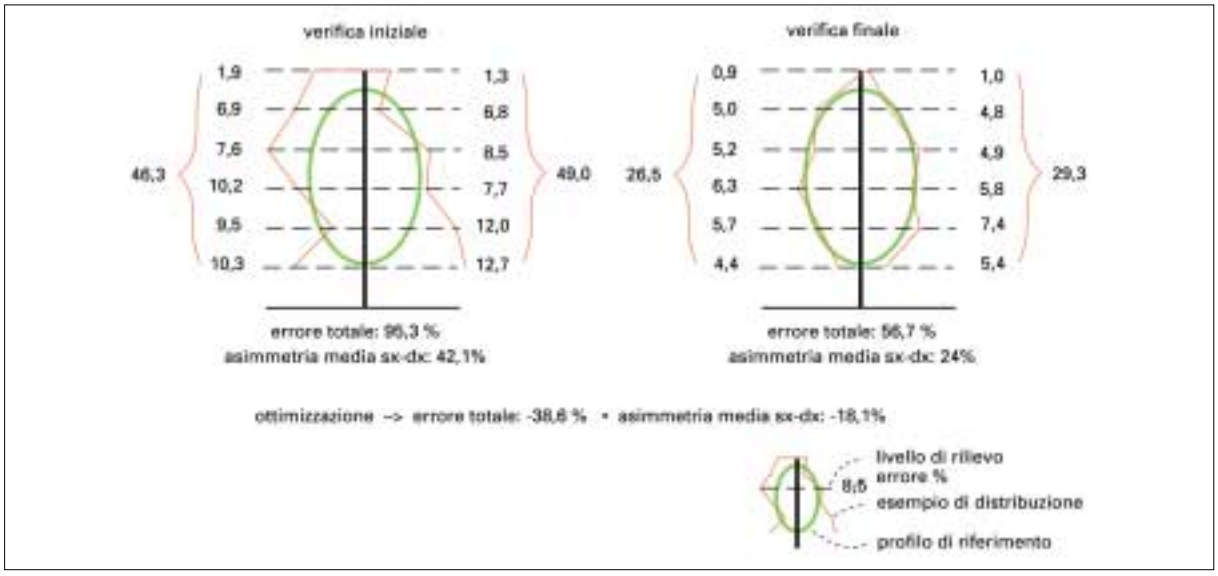


Fig. 30 - Risultato generale dei miglioramenti ottenuti con la taratura della distribuzione mediante parete captante

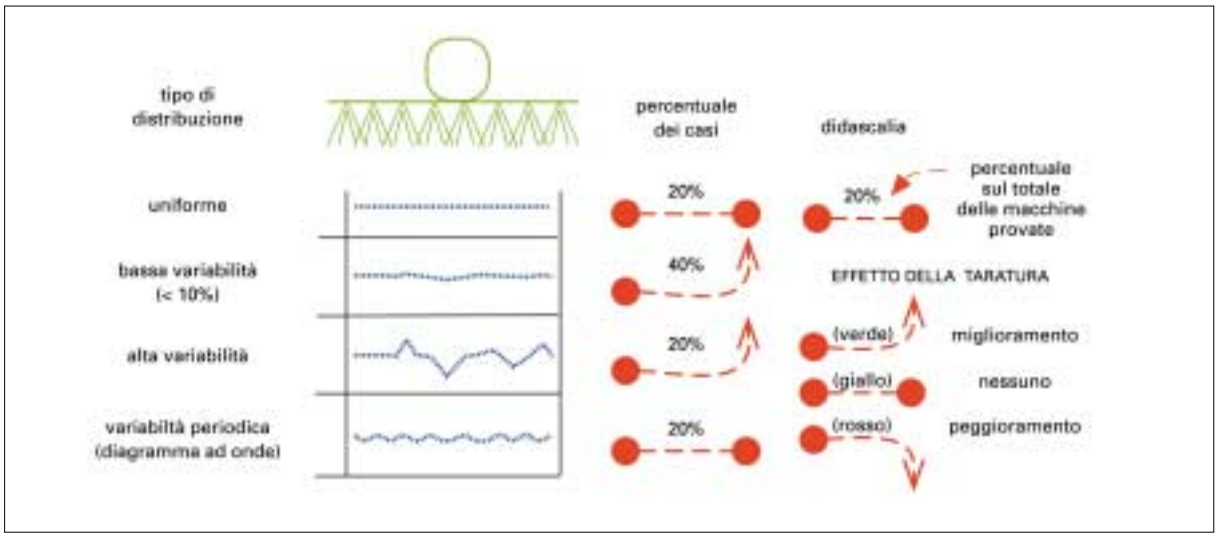


Fig. 31 - Risultato generale dei miglioramenti ottenuti con la taratura della distribuzione mediante piano captante

Il programma operativo, coordinato dall'ARSIA, prevede per il '94 il servizio nelle principali zone della provincia di Grosseto. L'agricoltore porta l'irroratrice a controllare una prima volta ottenendo l'indicazione delle parti da sostituire, da revisionare, da pulire. Dopo circa 10 giorni può tornare a controllare l'irroratrice revisionata e, insieme ai tecnici, opera anche la taratura della macchina in relazione alle sue esigenze specifiche di coltura e di trattamento.

La capacità del cantiere è di circa 2 ore / irroratrice considerando il 50% di tale tempo per la prima revisione ed il 50% per la seconda e per la messa a punto insieme all'agricoltore. Con circa 150 giornate effettive annue si possono controllare 600 irroratrici; ovvero in un'ipotesi di controllo triennale servire una utenza di 1800 irroratrici.

La sensibilizzazione è affidata in particolar modo alle cooperative ed alle organizzazioni di categoria. Come si può notare dalla *tab.* 4 il numero di irroratrici medio-grandi supera le 20.000 unità. La ripartizione del totale è stata fatta considerando una superficie dominata di 8 ettari per le colture arboree e le specializzate e 40 ettari per quelle di pieno campo.

Il numero totale effettivo di irroratrici è però molto più alto se si considerano le macchine di piccole dimensioni. In viticoltura vi sono 65.000

Tab. 8 - Stima del numero di irroratrici in Toscana in base al IV Censimento agricoltura 1990

	Aziende (n.)	*Superficie (n.)*	*Stima (n.)*	*Principali tipologie di irroratrici*
Vite	109.333	70.755	8.000	barre verticali aeroconvezione
Olivo	70.561	88.827	11.000	lance, aeroconvezione
Fruttiferi	16.853	7.726	1.000	lance
Vivai	2.527	4.190	500	lance
Ortive	17.545	13.298	1.300	barre orizzontali, lance
Barbabietola	1.138	8.058	200	barre orizzontali
Industriali	11.047	53.328	1.000	barre orizzontali
Totale	*229.004*	*246.182*	*23.000*	

aziende sotto i 20 ettari; il numero sale a 95.000 unità se si considerano tutte le altre colture permanenti. Le condizioni operative medie di questo parco macchine sono disastrose e la competenza dell'operatore è spesso inesistente.

Nelle aziende di maggiori dimensioni i problemi sono ponderalmente minori poiché l'organizzazione del lavoro è più curata, vi è in genere un tecnico diplomato o laureato, vi è una maggiore attenzione alla informazione tecnica ed in ultimo, ma di peso rilevante, maggiore è la capacità di investimento con la conseguenza di un ricambio più rapido delle macchine obsolete.

6. Il controllo diagnostico periodico

6.1 Finalità e fasi del controllo periodico

Con il controllo periodico si procede alla messa a punto della macchina dal punto di vista meccanico, funzionale e applicativo (cioè riferito a una o più colture specifiche). Viene effettuata da personale specializzato con l'ausilio di opportune attrezzature. Le procedure di controllo, se si escludono le differenze relative ai valori limite di accettabilità e all'impiego di alcune apparecchiature diverse, si sono generalmente uniformate.

In generale il controllo e la taratura prevedono tre azioni distinte:

- una prima serie di rilievi e di controlli sulla funzionalità dei vari apparati;
- il ripristino della corretta funzionalità generale;
- la verifica dei parametri di irrorazione e la taratura della distribuzione.

È necessario ricordare che lo scopo di questi rilievi non è quello di definire i parametri "di targa" della macchina, come avviene per la certificazione di un modello nuovo. L'obiettivo è quello di verificare o ripristinare la corretta funzionalità operativa; i parametri operativi dei vari organi funzionali devono perciò rispettare una soglia di accettabilità stabilita.

6.2 Componenti soggetti al controllo periodico

Prima di passare in rassegna tutti gli strumenti adoperati per il controllo periodico delle irroratrici, riteniamo opportuno descrivere brevemente tutte quelle parti della macchina, alcune delle quali soggette alla verifica.

Le attrezzature irroratrici fondamentalmente sono costituite da:

- telaio
- serbatoio
- idroiniettore
- agitatore
- filtri e tubazioni
- pompa (centrifuga, a membrana o a pistoni)
- camera d'aria
- organi di regolazione e controllo (regolatore di pressione, manometro, regolatori di portata, tracciafila)
- organi di distribuzione (ugelli-erogatori).

Telaio: è necessario che sia adeguato nella forma e nella struttura all'attrezzatura. Ai fini di una revisione è necessario riparare eventuali rotture, deformazioni.

Serbatoio: è destinato a contenere la miscela, le capacità variano dai 200 ai 600 e più litri per le attrezzature portate, fino ai 1.500-2.000 litri per quelle trainate o semoventi, comunque la capacità reale dovrà eccedere quella nominale di almeno un 5%. Attualmente a corredo del serbatoio principale si stanno diffondendo: *serbatoi complementari*, incorporati o meno, uno per le esigenze di pulizia dell'operatore, l'altro per il lavaggio del serbatoio e del circuito dell'attrezzatura sul campo al termine del trattamento; *vaschette esterne* (mixer di premiscelazione, incorporamento e lavaggio); *tubi di aspirazione per polveri*; *filtri-cestello con miscelatore; filtro cestello con congegno di lavaggio imballaggi*. Per la manutenzione è bene eliminare le eventuali incrostazioni di prodotto.

Idroiniettore: è un dispositivo utilizzato per ridurre i tempi di riempimento dei serbatoi delle attrezzature. È un congegno che sfrutta la depressione creata dal passaggio di un liquido a pressione attraverso un foro a sezione ristretta situato al

centro (tubo Venturi) o alla confluenza di una condotta (tubo di pesca); la depressione richiama altro liquido nel punto in cui è immersa.

Agitatore: deve assicurare l'omogeneità nel tempo della miscela, specie per polveri bagnabili; può essere:
1) *meccanico*: realizzato con eliche o alberi, portanti palette, all'interno del serbatoio e derivanti il moto della presa di potenza;
2) *idraulico*: realizzato con l'invio all'interno del serbatoio del liquido a pressione o con pompa supplementare;
3) *idropneumatico*: liquido inviato nel serbatoio a pressione trascina con sé, tramite un iniettore, anche aria;
4) *pneumatico*: si invia aria sotto pressione. Se meccanico è bene ricordarsi di ingrassare gli organi di movimento nel caso di idraulico o misto, verificare periodicamente la pulizia e l'efficacia.

Filtri: garantiscono la longevità delle piastrine calibrate, degli ugelli, riducendo i fenomeni di abrasione, ma anche perché assicurano la qualità dell'irrorazione evitando le occlusioni delle piastrine stesse.

Pompa: è l'organo che assicura la portata e la pressione di polverizzazione della miscela, il riempimento del serbatoio tramite l'idroiniettore, molto spesso, l'agitazione della miscela. Esistono:
1) *pompe centrifughe*, regime di rotazione, danno portate elevate a basse pressioni (max 5-8 bar);
2) *pompe a membrana*, più complesse, con caratteristiche di lavoro abbastanza buone, sia per quanto concerne la portata che la pressione che può arrivare anche a 40-50 bar;
3) *pompe a pistoni*: più complesse e robuste, ottime caratteristiche di funzionamento con portate variabili, in funzione della cilindrata, pressioni fino a 80 bar; sono senza dubbio le più costose. Riguardo la manutenzione, e a seconda dei tipi di pompa, è necessario verificare lo stato dei rulli, delle palette, delle membrane, dei pistoni, delle valvole e loro sedi, delle relative molle e della lubrificazione; controllare infine l'albero cardanico, la sua protezione e ingrassare le crociere.

Camera d'aria: fa parte degli organi di controllo e regolazione, infatti insieme alle pompe a pistoni (e a membrana) e all'ammortizzatore pneumatico hanno lo scopo di assorbire gli eventuali sbalzi di pressione della pompa e di tutto il sistema idraulico.

Regolatore di pressione: situato a valle della pompa, mantiene costante, una volta prescelta e regolata, la pressione sulla barra.

Manometro: situato subito dopo il regolatore di pressione verso la barra. È lo strumento essenziale per il controllo del funzionamento e della regolazione.

Comando distributore: tra gli organi di distribuzione annoveriamo il comando di apertura e chiusura delle varie linee che portano alla barra. Ha la funzione di ripartire la miscela tra le linee della barra e il ritorno in serbatoio.

Regolatori di portata: l'irroratrice come visto, oltre che a dividere la miscela in goccioline e a proiettarle sul bersaglio, ha anche la funzione di dosarla. Per questa ragione assumono estrema importanza i "sistemi di regolazione", in grado di distribuire la stessa quantità di miscela per unità di superficie elementare (metro quadrato).

Si basano sulla stretta connessione tra pressione, portata e velocità di avanzamento e possono, schematicamente, essere così suddivisi:
A) regolatori a concentrazione costante;
B) regolatori a concentrazione variabile.

I regolatori a concentrazione costante a loro volta si distinguono:

1) Regolatori di portata a pressione e velocità costanti (DPC)

Il regolatore di portata di questo tipo garantisce la costanza del grado di polverizzazione. Questo sistema prevede la presenza del *regolatore di pressione* che permette di fissare la pressione di lavoro in modo che la portata della barra e quindi degli ugelli risulti costante per unità di tempo (distribuzione a pressione costante - DPC)

2) Regolatori di portata a pressione e velocità variabili (DPM e DPA)

Pressione di lavoro consente una portata variabile agli ugelli e quindi alla barra, proporzionale alla variazione della velocità, al fine di assicurare un volume costante di miscela per unità di superficie.

Ugelli: il ruolo degli ugelli è quello di realizzare la polverizzazione della miscela per pressione del liquido, vale a dire la divisione e l'emissione nell'aria di una poltiglia sotto forma di goccioline.

La panoramica presente oggi sul mercato è veramente molto ampia, e forme e caratteristiche debbono essere tenute presenti nella loro scelta a seconda del loro tipo di intervento che si deve fare;

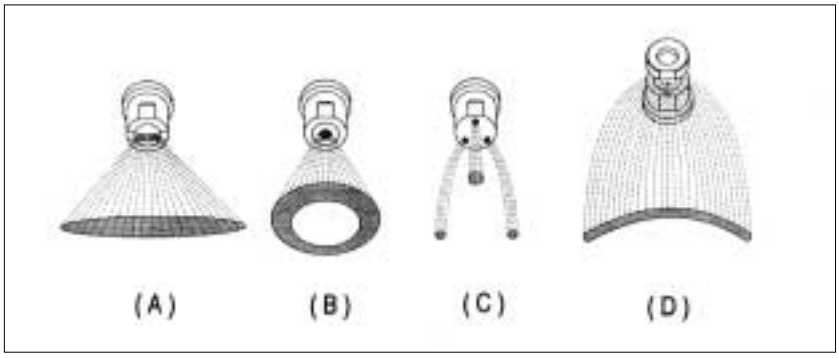


Fig. 32 - Tipologia ugelli: (A) = a ventaglio; (B) = a cono; (C) = a filetto; (D) = a specchio

da una scelta più o meno oculata dipende in gran parte la riuscita del trattamento.

Per facilitarne la scelta è stato proposto dal BCPC (*British Crop Protection Council*, organismo tecnico inglese) un codice che permette la facile individuazione delle caratteristiche degli ugelli di produttori diversi. Tale codice si basa su quattro parametri:

- tipo di ugello;
- angolo di spruzzo in gradi;
- portata litri / minuto;
- pressione di riferimento (normalmente 3 bar per cono e ventaglio, 1 bar per ventaglio a bassa pressione e specchio).

Inoltre ai fini della "precisione" per ogni tipo di ugello è opportuno conoscere: la sua costruzione; il suo funzionamento; la forma del getto; la ripartizione dello stesso sul bersaglio; il campo più appropriato di applicazione.

Tipologia ugelli:

A) *Ugelli a ventaglio:* più semplici dei primi ma anche più soggetti ad usura. I materiali utilizzati rivestono una fondamentale importanza in quanto gli spigoli vivi dell'orifizio si deformano consumandosi, con un effetto decisamente negativo sulla dimensione delle gocce e quindi sulla qualità della distribuzione. Gli ugelli a ventaglio sono adatti ad interventi a volumi ridotti.

B) *Ugelli a cono (o a turbolenza):* l'impiego è da consigliare nelle attrezzature per colture arboree e in quelle per erbacee nei trattamenti fungicidi e insetticidi, dove si richiede una maggiore copertura.

C) *Ugelli a filetto:* sono utilizzati per la distribuzione localizzata di concimi liquidi. Negli ultimi anni, da parte di quasi tutti i costruttori, sono stati commercializzati portaugelli rotativi a più getti (*polijet-balljet*) che permettono di cambiare rapidamente la portata o la forma del getto stesso e quindi di grande utilità pratica.

D) *Ugelli a specchio:* date le basse pressioni di lavoro e le ampie fasce trattate sono certamente i più idonei per trattamenti a volumi ridotti / ha; poiché sono anche caratterizzati da una polverizzazione medio grossa, il loro impiego principale è con i concimi liquidi, anche se possono essere impiegati con gli erbicidi in miscela.

Dispositivi antigoccia:

Hanno la funzione di evitare categoricamente l'accumulo di prodotto che si verifica ogni volta che ci si arresta specialmente alle testate dei campi; accumulo dovuto al fatto che gli ugelli continuano a sgocciolare nonostante sia chiusa l'alimentazione.

Per evitare questo dannoso fenomeno occorre che gli ugelli siano dotati di un sistema antigoccia che, all'arresto della mandata, eviti lo sgocciolamento.

Le soluzioni disponibili sono:

- Valvole a sfera
- Valvole a membrana flessibile che sfruttano la leggera pressione di una molla tarata o quella pneumatica nel caso di antigoccia a pressione d'aria
- Elettrovalvole, poste su ogni ugello.

6.3 Strumenti e parametri controllati

Dando per scontato l'idoneità e il buon funzionamento del trattore nel suo complesso, in particolare del sollevatore idraulico e della rispondenza dei giri della presa di potenza, indicata dallo strumento del trattore. La verifica di questa rispondenza può essere fatta in azienda con un contagiri.

Da nuove generalmente queste macchine andrebbero sottoposte a delle regolari operazioni di manutenzione, più formali che altro soprattutto nei primi tempi. Negli anni a seguire dovrebbe progressivamente aumentare l'intensità degli interventi di manutenzione, controllo e taratura, tutte finalizzate ad un buon funzionamento della mac-

china, ma anche alla sua durata e al contenimento dei costi e dell'impatto ambientale.

Gli strumenti e le apparecchiature per il controllo sono stati ampiamente studiati e sviluppati da molti istituti di ricerca, così come dalle stesse case costruttrici delle macchine irroratrici. Le principali differenze riscontrabili riguardano: la destinazione d'uso, ovvero il fatto che il cantiere di controllo sia fisso oppure mobile, e l'adozione di componenti elettronici o di apparecchiature completamente meccaniche. Per quanto riguarda i laboratori fissi questi in genere prevedono attrezzature più grandi, precise e dotate di sensori e controlli elettronici; mentre per quelli mobili l'orientamento generale è verso dispositivi semplici, di facile ed immediato impiego. In generale gli strumenti elettronici permettono di aumentare la capacità di lavoro e la precisione, ma è necessario che vengano impiegati sempre dalle stesse persone che, curando personalmente la loro funzionalità provvedono costantemente ai controlli ed alle tarature necessarie.

Seguirà adesso un esame sinottico di ciascuna parte dell'irroratrice soggetta al controllo, e allo stesso tempo quali sono gli strumenti utilizzati e a quale miglioria, per tutto il processo distributivo, è legata la regolazione di quella parte.

Dopo prenderemo in esame un altro tipo di controllo, un controllo diagnostico comparativo sulla omogeneità di distribuzione.

6.3.1 Controllo della presa di potenza

Il regime della presa di potenza di un trattore è di primaria importanza per il funzionamento e l'erogazione della pompa le cui caratteristiche meccaniche sono calcolate per un regime di 540 giri / min. Per il controllo ci si avvale di uno strumento specifico (*fig.* 33), e prima dell'eventuale verifica del numero di giri si controlla il corrispondente regime del motore. Il lavoro in sé consiste nell'agire sulla manetta del gas finché non si ottengono i 540 giri / min. alla presa di potenza.

6.3.2 Controllo della portata della pompa

Le caratteristiche tecniche della pompa sono in genere indicate dal costruttore. Il controllo della portata ci permette di conoscere l'età della pompa, e deve essere condotta nel modo seguente:

- riempire d'acqua il serbatoio fino all'orlo
- disinserire i tubi di rifornimento all'uscita della pompa
- far girare la pompa a 540 giri / minuto alla presa di potenza
- farla erogare per qualche minuto
- misurare il volume d'acqua (Q) necessario per riempire la vaschette graduate di riferimento.

La portata della pompa è data dalla formula:

$$D\ (\text{lt/minuto}) = \frac{Q\ (\text{lt})}{T\ (\text{min.})}$$

Importante è anche non dimenticare di tenere la camera d'aria ad una pressione corrispondente al 60% della pressione di esercizio.

6.3.3 Controllo della pressione dell'impianto

Il manometro (*fig.* 34) è lo strumento essenziale per il controllo del funzionamento e della regolazione della pressione verso le strutture porta-ugelli (barre o semibarre), in un punto facilmente accessibile; deve avere le caratteristiche di precisione, sensibilità, robustezza, con una scala che permetta di apprezzare possibilmente variazioni anche di due decimi di bar. Per il controllo del manometro, generalmente lo si fa collegandolo con altri manometri di riferimento, e correttamente tarati, per un confronto relativo alla precisione della misura.

Fig. 33 - Contagiri

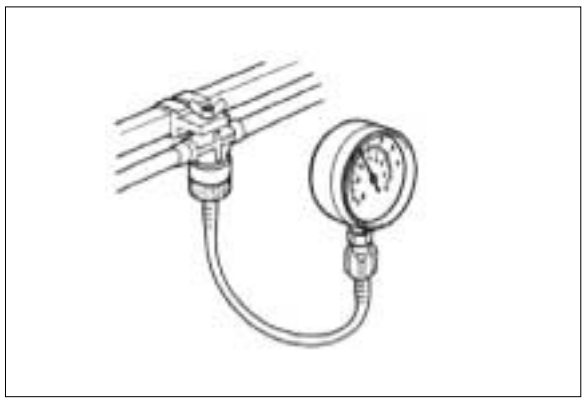


Fig. 34 - Manometro per il controllo della pressione ai singoli ugelli

Il controllo della pressione sul manometro a livello del regolatore (strumento che situato a valle della pompa mantiene, una volta prescelta e regolata, la pressione sulla barra) e a livello degli ugelli permette di conoscere la perdita di carico tra i condotti e facilitarne in questo modo la regolazione.

Per fare un esempio, l'ARSIA ha realizzato un banco prova manometri con lo scopo di controllare l'efficienza dei manometri.

Si tratta di un semplice circuito idraulico, dotato di attacchi ad innesto rapido per il collegamento del manometro in prova e del manometro di riferimento.

I manometri di riferimento previsti sono due, intercambiabili, con una scala 0-25 bar ed uno con scala 0-100 bar, con precisione 0,5% certificata dal Servizio Italiano Tarature. La messa in pressione del circuito viene effettuata per mezzo di una pompa a pistoni, ad azionamento manuale. La prova viene effettuata a diversi valori di pressione in funzione della scala del manometro in prova (*fig.* 35).

Fig. 35 - Esempi di torchi idraulici per il controllo della funzionalità dei manometri

6.3.4 Controllo della portata ai singoli ugelli

La portata (litri/minuto) si deve misurare sostanzialmente per accertare la differenza generale di tutti gli ugelli dai parametri di riferimento. In pratica tale differenza o disomogeneità non deve differire oltre il 10% dai valori nominali di portata.

Prima di questo controllo si deve generalmente verificare lo stato e il funzionamento degli antigoccia (valvole a sfera, a membrana flessibile, elettrovalvole) perché possano aumentare lo scarto della portata tra gli ugelli, soprattutto ad una pressione inferiore oscillante tra gli 1 e 1,5 bar.

In caso di disomogeneità di portata, sono due i casi possibili:

1. Sui polverizzatori in cui il funzionamento della pompa è direttamente collegato alla presa di potenza:
   - far polverizzare gli organi irroranti in un punto preciso di stazionamento a una determinata pressione (scelta dall'operatore);
   - attaccare dei recipienti agli ugelli: le barre o semibarre devono essere collegate ed equipaggiate di sistemi antigoccia in buono stato; se si dispone solo di 8-10 recipienti, si ricomincia quante volte è necessario;
   - raccogliere per un tempo fisso e sufficiente l'acqua erogata, misurarla poi con dei cilindri graduati (sempre che non sia stato possibile misurarle direttamente con delle caraffe graduate).

Un'altra soluzione consiste nell'utilizzare un misuratore di portata per rilevare istantaneamente la portata per ogni singolo ugello, tali misuratori prendono il nome di flussimetri.

È sufficiente agganciarlo sotto un getto nel corso della polverizzazione. La portata la si può leggere in l/min. lungo un tubo graduato, dove all'interno il livello di una pallina indica la portata (*fig.* 36). Un altro tipo è dotato di un display a cristalli liquidi. Questi flussimetri devono essere utilizzati con dell'acqua. Le misure sono molto rapide, ma gli apparecchi particolarmente costosi.

2. Se i polverizzatori sono del tipo DPA (con regolatori di portata a pressione e velocità variabili), nei quali la pompa è trascinata dalla ruota, in questo caso la prova non è realizzabile da fermi, ma bisogna condurla in movimento. Si devono appendere i recipienti captanti sotto a più ugelli e far percorrere alla macchina una distanza il cui prodotto con la larghezza del trattamento dia una superficie definita di riferimento. Non si fa il paragone della portata erogato per un dato tempo, ma su una distanza nota.

3. Per qualsiasi tipo di apparecchio lo scarto tra la portata media e quella di ogni ugello dev'essere inferiore al 10%. Se così non dovesse essere si devono verificare:
   - la pulizia, il tipo e l'usura dell'ugello;
   - la pulizia dei filtri, delle barre e di tutti i componenti degli ugelli;
   - il funzionamento degli antigoccia;
   - lo stato e la disposizione di tutti i tubi.

Dopo un secondo controllo, se lo scarto persiste, diviene necessario sostituire gli ugelli difettosi. Spesso è preferibile cambiare tutti gli ugelli in una sola volta. Cambiarne solo alcuni può sempre por-

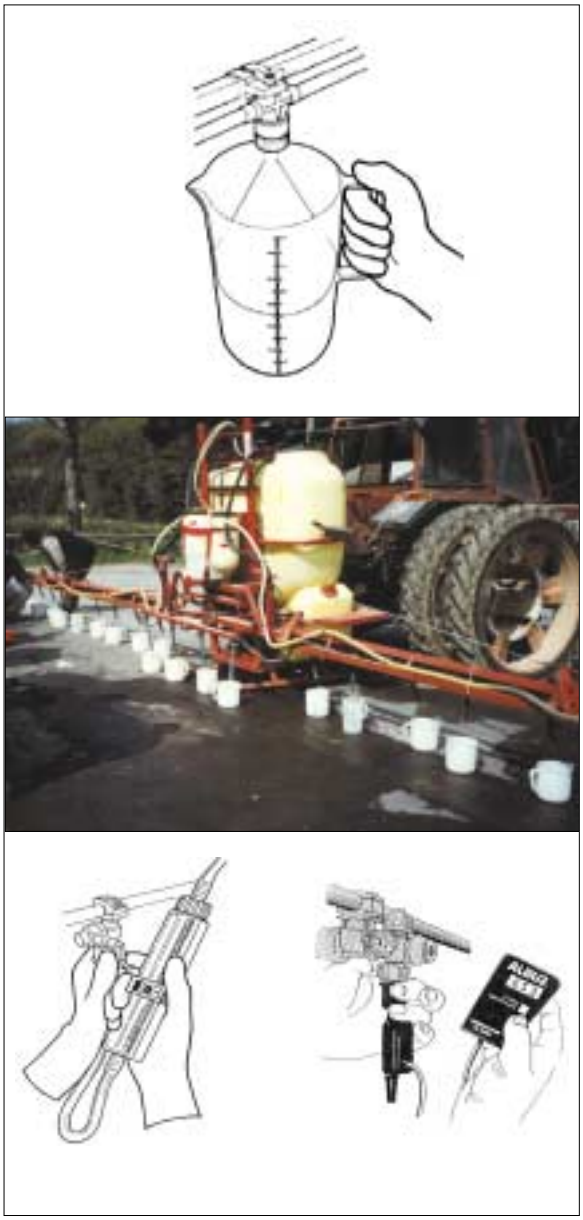


Fig. 36 - Controllo della portata agli ugelli con caraffe graduate e flussimetri

tare ad una minima differenza specie se gli altri sono in buono stato.

Il controllo lo si dovrebbe fare almeno una volta l'anno e dev'essere molto scrupoloso, soprattutto se si vuole lavorare a basso volume.

Per verificare la conformità della portata degli ugelli, è necessario conservarne uno nuovo, come indice di paragone.

Per voler fare un esempio, i materiali utilizzati per realizzare molti ugelli, hanno un tasso di usura elevato. I materiali rivestono una fondamentale importanza in quanto gli spigoli vivi dell'orifizio si consumano tanto più rapidamente quanto più il materiale è sensibile all'abrasione e alla corrosione, quanto più alte sono le pressioni, nel caso delle polveri bagnabili, quanto maggiori sono le concentrazioni.

6.3.5 Controllo della funzionalità degli agitatori

Viene fatto ispezionando il serbatoio e controllando l'impianto di reimmissione del liquido di ricircolo nel serbatoio ed effettuando la prova della pompa. Questa viene effettuata inserendo sulla tubazione di mandata, generalmente a monte del regolatore di pressione, il misuratore di portata. Consiste nella verifica della portata al variare della pressione, normalmente adottando il regime di rotazione della presa di potenza impiegato durante i trattamenti. Si possono adottare flussimetri meccanici a trascinamento, oppure elettronici a turbina (*fig.* 37) sensibilmente più economici, ma meno affidabili per un impiego in campagna fatto da operatori diversi.

6.3.6 Controllo della omogeneità di distribuzione

Controllo della distribuzione verticale

La verifica della distribuzione verticale (colture arboree) viene effettuata utilizzando degli appositi

Fig. 37 - Flussimetro elettronico a turbina (Polmac) e flussimetro meccanico a trascinamento

banchi prova. Generalmente queste prove si basano su una simulazione della coltura assumendo come parametro di riferimento: la quantità ottimale di prodotto da distribuire; la dimensione della chioma della pianta alle relative altezze. Gli apparecchi usati per effettuare questa misura sono quelli che hanno suscitato i maggiori interessi in questi anni e che hanno negli anni settanta impiegato il noto "albero con vassoi"; diversi studi hanno portato alla identificazione di vassoi a fondo concavo; negli anni ottanta è stata introdotta la tecnologia della parete lamellare, con due tipologie di impiego: a lamelle disposte orizzontalmente (Lind - Austria: *fig.* 39) ed a lamelle disposte verticalmente (FAT-Svizzera: *fig.* 38).

Con tutte le pareti captanti viene misurata la quantità di liquido intercettato alle diverse altezze e ne viene controllato il reciproco rapporto. L'analisi è pertanto puramente qualitativa, ma risulta indispensabile per rilevare eventuali asimmetrie o difformità di distribuzione (vuoti di irrorazione), oltreché la proporzionalità fra la quantità relativa irrorata in uno specifico settore e massa vegetale corrispondente. Le misure vengono riportate nel verbale di prova anche sotto forma di grafico per una immediata valutazione della distribuzione. È importante rimarcare il fatto che il diagramma di distribuzione di riferimento corrispondente alla forma della chioma è generalmente corretto solo con distributori a vettore orizzontale; prove di rilievo della deposizione sul piano perpendicolare

Fig. 38 - Pannelli lamelle disposte verticalmente (FAT-Svizzera)

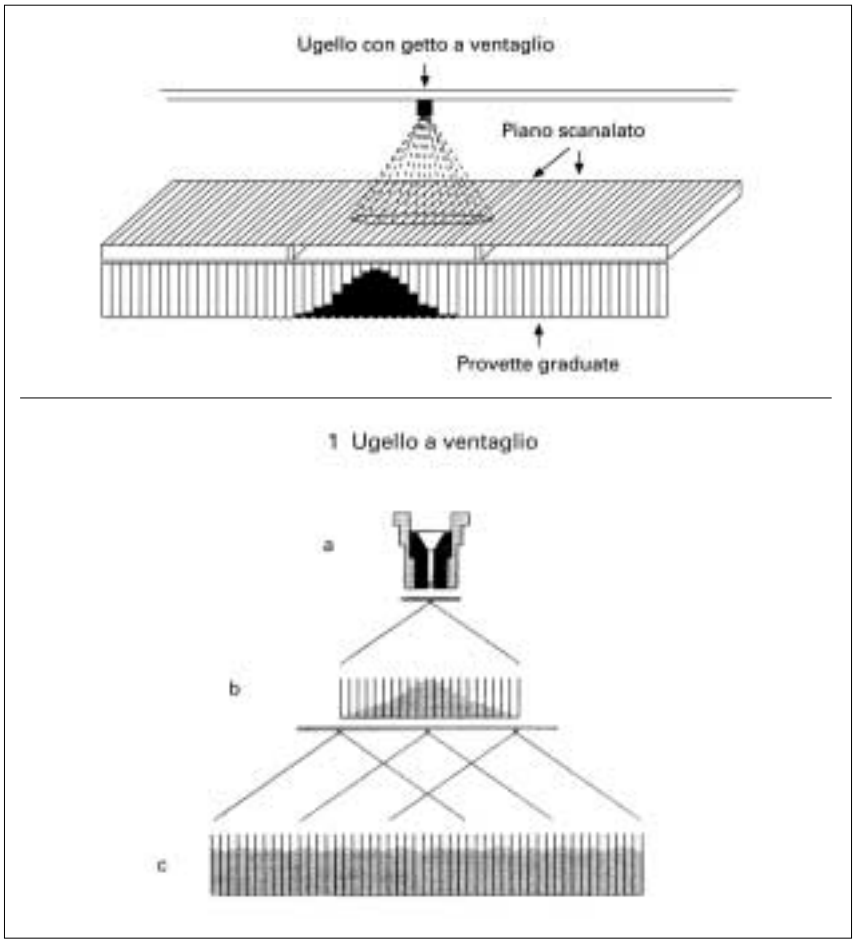


Fig. 39 - Schema di ripartizione dei diversi tipi di ugello: a) sezione dell'ugello; b) profilo della ripartizione individuale; c) profilo della barra

all'asse dell'atomizzatore hanno evidenziato sensibili difformità di distribuzione dovute alle linee spesso radiali del getto irrorante. Rimane tuttavia generalmente migliorativo questo riferimento.

Verifica della distribuzione orizzontale

La verifica della distribuzione con barre orizzontali è molto più semplice e consiste nel posizionare il piano captante e controllare il livello di riempimento dei cilindri graduati. Esistono diversi tipi di parete captante, anche se quasi tutte quante si riconducono ad un piano scanalato.

Principio di funzionamento:

Per definire il principio di funzionamento di questo metodo (piano scanalato), è forse bene spendere due parole sul concetto di "profilo della distribuzione".

Ogni ugello in base alle sue caratteristiche, presenta un suo profilo di distribuzione ben preciso. Tali profili sono stati ricavati, come campioni di riferimento, dalle prove condotte sui piani di raccolta. La quantità di liquido caduta, viene raccolta all'interno delle provette graduate. La batteria delle provette graduate rileva al termine di ogni prova un grafico tipo, dove ogni cilindro è un tassello dell'istogramma risultante.

Fig. 40 - Scanner Hardi

6.3.7 Innovazioni proposte dal mercato

Per il controllo dell'uniformità distributiva, sia verticale che orizzontale, è possibile trovare sul mercato delle attrezzature di carattere innovativo.

Tra le più interessanti troviamo:

• L'equipaggiamento mobile per il test di atomizzatori per ogni tipo di trattamento, il *System Grower School Gleisdorf* della ditta "PESSL Instruments". Il sistema propone un'apparecchiatura per il controllo della distribuzione verticale del flusso per frutteti, vigneti ecc. per altezze fino a 4,5 m. Il principio su cui si basa è lo stesso adottato per le pareti lamellari, corredate da contenitori di raccolta *(fig.* 39). Gli aspetti innovativi li ritroviamo nella parte tecnico-strumentale, da una interfaccia grafica che, sia sullo schermo, sia in stampa, permette la comparazione di quella che è la migliore distribuzione possibile, e dal principio di rilevamento ad ultrasuoni, nella determinazione del liquido raccolto nei contenitori. I sensori agli ultrasuoni garantiscono una misura accurata con qualsiasi livello di contaminazione nel liquido da misurare. Inoltre il trasferimento dati fra equipaggio di misura e PC si avvale di trasmissione radio.

- Un carrello elettronico automatizzato per testare la distribuzione orizzontale delle irroratrici a barre, l'*Hardi Spray Scanner (fig.* 40). Anche questo sistema di controllo è corredato da un sistema di misurazione molto avanzato. Prima di tutto, il piano captante è mobile su un carrello il cui movimento è controllato da un software, mentre la misurazione all'interno dei cilindri di raccolta avviene attraverso un sistema costituito da elettrodi. Tale sistema permette di verificare nello stesso passaggio tutta la barra.

6.4 Tipologie di organizzazione del servizio

In questo paragrafo presentiamo, tutte le diverse tipologie organizzative presenti sul territorio, prendendo in esame non solo il tipo di rilievo effettuato, ma anche gli strumenti adottati.

Tab. 9 - Parametri funzionali delle barre irroratrici controllati dai diversi enti che attualmente operano sul territorio

Parametri controllati	*Barre*	
	Enti che eseguono la verifica	*Enti che hanno imposto un limite*
Portata pompa	91,0%	70,0%
Portata ugelli	91,0%	80,0%
Manometro	100,0%	82,0%
Compensatore idropneumatico	73,0%	87,5%
Perdite di carico	36,0%	75,0%
Uniformità di distribuzione	100,0%	10,0%
Regolatore di pressione	64,0%	71,4%
Assetto barra	91,0%	80,0%
Velocità avanzamento	45,5%	–
Contagiri	18,2%	–

Tab. 12 - Tipologia di banchi prova utilizzati per la determinazione dei diagrammi di distribuzione

	Tipologia banco di prova	*Enti*
Barre	ISO	70,0%
	Lamiera ondulata	30'0%
Atomizzatori	Lamellare	18,2%
	Vassoi	72,7%
	Spugne	9'1%

Tab. 10 - Parametri funzionali degli atomizzatori controllati dai diversi enti che attualmente operano sul territorio

Parametri controllati	*Atomizzatori*	
	Enti che eseguono la verifica	*Enti che hanno imposto un limite*
Portata pompa	83,3%	70,0%
Portata ugelli	100,0%	33,3%
Manometro	100,0%	83,3%
Compensatore idropneumatico	75,0%	66,7%
Perdite di carico	33,3%	75,0%
Uniformità di distribuzione	100,0%	–
Regolatore di pressione	33,3%	75,0%
Velocità di avanzamento	33,3%	–
Contagiri	16,7%	–

Tab. 11 - Controllo del manometro su barre e atomizzatori

Controllo manometro	*Barre*	*Atomizzatori*
Eseguito su:		
Banco prova	100,0%	58,3%
Macchina	0,0%	0,0%
Entrambe	0,0%	41,7%
Manometro di riferimento		
Intervallo di lettura		
≤ 0,2 bar	27,3%	33,3%
0,5 bar	45,5%	8,3%
1,0 bar	27,3%	58,3%
Fondo scala	≤ 15 bar 63,3%	≤30 bar 16,7%
	>15 bar 36,4%	> 30 bar 83,3%
Limite		
Nessuno	18,2%	16,7%
± 10 %	81,8%	75,0%
1 bar	0,0%	8,3%

7. Metodi e strumentazioni di controllo delle irroratrici da frutteto

7.1 Premessa

In questo capitolo si passeranno in rassegna tutti i diversi sistemi di intercettazione e raccolta delle emissioni liquide delle irroratrici aeroassistite, con lo scopo di condurne uno studio comparativo.

Purtroppo la bibliografia risulta ancora carente sulle analisi comparate dei banchi aventi caratteristiche differenti e utilizzate nelle stesse condizioni.

L'impiego di strutture verticali, munite di organi recettori posti a diverse quote, in grado di simulare la parete vegetativa è sempre stato il metodo più immediato e diretto per definire il diagramma di distribuzione verticale.

Le soluzioni tecniche fino ad oggi sviluppate a tale scopo si differenziano fra di loro principalmente per la forma, la dimensione e il materiale con il quale è realizzato il sistema di captazione. Quest'ultimo, infatti, deve consentire di raccogliere il liquido e nello stesso tempo lasciare fluire in modo più possibile inalterato, la corrente d'aria. Difficilmente, tuttavia, tali captatori risultano in grado di raccogliere in modo completo il liquido erogato dalla macchina irroratrice nelle diverse possibili condizioni in cui ci si trova ad operare.

7.2 Le tipologie di captatori verticali

Nelle colture arboree, l'irregolarità del bersaglio, determinata dai molteplici tipi d'impianto e dalle fasi di sviluppo vegetativo, rende difficile fissare le caratteristiche ottimali della distribuzione degli antiparassitari. Diventa quindi importante stabilire le relazioni che legano le caratteristiche dell'irrorazione (direzione dei getti, diametro delle gocce, portata e velocità dell'aria vettrice) e quelle dell'area del trattamento (forma, dimensioni, spaziatura fra le piante), cercando d'avvicinare le prime alle seconde per garantire una distribuzione ottimale alle differenti quote.

Per realizzare condizioni operative standard ripetibili nel tempo vengono utilizzati dei banchi verticali a parete che simulano la vegetazione tramite organi recettori posti a diverse quote.

Negli ultimi anni sono state realizzate pareti captanti aventi forme e materiali diversi sulla base delle iniziali esigenze per le quali sono state progettate.

7.2.1 Parete captante a moduli lamellari

Le pareti captanti a moduli lamellari *(fig.* 41) sono basati su un principio apparentemente semplice, ma tecnologicamente sofisticato come quello dei separatori di fase lamellari. La tecnologia è stata sviluppata dalla MUNTERS *(figg.* 42-43) utilizza gli effetti della condensazione indotti dal passaggio obbligato attraverso delle speciali lamelle e l'energia cinetica delle goccioline che cadono sulle superfici lamellari collegate alle suddette lamelle. I dispositivi di taratura delle irroratrici con i moduli

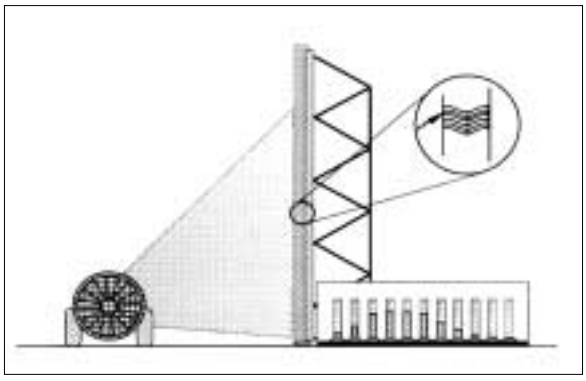


Fig. 41 - La lettura dei valori di raccolta avviene tramite le provette

Fig. 42 - Particolare delle lamelle utilizzate nelle pareti captanti

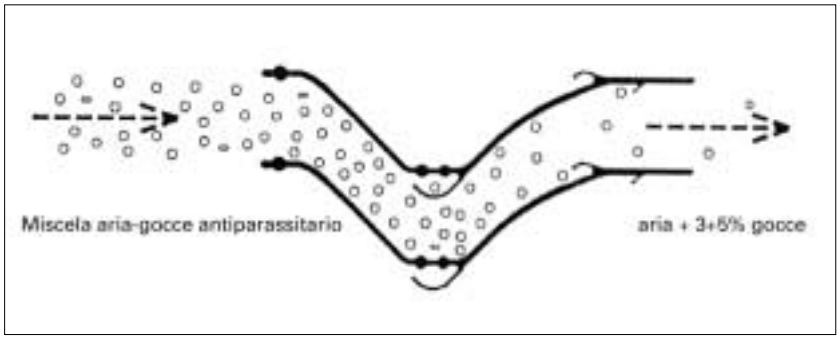


Fig. 43 - La funzione principale di queste lamelle è quella di separare la fase liquida da quella aerea, grazie ai particolari profili aerodinamici

lamellari sono stati studiati per primi e con particolare cura soprattutto dai ricercatori svizzeri ed austriaci (Irla, 1987). Le apparecchiature attualmente più avanzate sono impiegate nel centro controllo atomizzatori di Gleisdorf (A), dove il Prof. Karl Lind ha sviluppato una strumentazione per la determinazione dei parametri di messa a punto e per la relativa taratura degli atomizzatori, una parete lamellare, permeabile al flusso di aria ma non alle gocce di antiparassitario, per la verifica dei volumi applicati nelle diverse sezioni verticali. Tale complesso strumentale ha il duplice scopo di determinare i parametri di taratura ottimali e di poterne verificare, con la parete lamellare semipermeabile, la relativa rispondenza negli atomizzatori sottoposti a controllo.

Questo strumento risulta particolarmente interessante per il controllo periodico della funzionalità della macchina irroratrice. La parete lamellare fu già adoperata da Irla nel 1985. Unica differenza la disposizione verticale anziché orizzontale delle lamelle. In effetti questa tecnologia è nata dalle apparecchiature per il controllo climatico ed in particolare dai sistemi di abbattimento di nebbie ed aerosol. Le lamelle sono il risultato di numerosi studi e si avvalgono delle turbolenze create da particolari profili aerodinamici che costringono le particelle liquide in sospensione ad aderire alla superficie o a permanere in zone di decantazione. Nelle lamelle verticali il liquido catturato scorre lungo la superficie fino alla canaletta di raccolta; nell'adozione della disposizione orizzontale il liquido si deposita e permane nella zona di decantazione e lo svuotamento avviene per inclinazione della lamella. I vantaggi di questa seconda soluzione, impropria rispetto alle iniziali finalità di progetto, si esplicano soprattutto nella possibilità di poter recuperare separatamente il liquido anche da ogni lamella; ciò che consente di effettuare una scansione sull'asse verticale fino ad un minimo di 2,5 cm. Nell'impiego delle lamelle verticali tale controllo non può essere effettuato su settori inferiori ai 25-30 cm.

L'importanza di tutto ciò risulta evidente quando si vogliano adottare sistemi controllati di irrorazione delle colture arboree che permettano l'adozione di ultrabassi volumi 150+80 dm^2 / ha con dosaggi di formulato chimico più bassi del 30-40% rispetto alla dose normale. Tali condizioni di lavoro richiedo-

no una precisione operativa estremamente elevata poiché si deve operare con una polverizzazione molto spinta per ottenere una uniforme e sufficiente copertura fitosanitaria, ma con un grado di frantumazione non inferiore ai 100 mm per evitare le "perdite per deriva ed evaporazione", nonché danni alla coltura per "eccessiva concentrazione". Tutto ciò è realizzabile solamente con tarature che consentano l'abbattimento pressoché totale delle perdite ed una applicazione estremamente uniforme.

7.2.2 Parete captante con vassoi di raccolta

I banchi a vassoio sono stati concepiti per consentire rapidi controlli alle macchine nella realtà di campagna in cui non è necessaria un'elevata precisione della misura, ma dove è essenziale una metodologia di lavoro semplice e veloce. Le pareti di questi banchi sono generalmente costituite da un numero variabile di vassoi di alluminio (è generalmente il materiale più utilizzato, semplicemente perché leggero e versatile da montare) dalle forme e profili più svariati. I primi modelli utilizzanti questa metodologia, risalgono agli anni settanta, dei quali il più noto era "l'albero con vassoi"; diversi studi hanno portato alla identificazione dei vassoi a fondo concavo, sperimentati dal DIAF prima di intraprendere le nuove tecnologie delle pareti lamellari, intorno agli anni ottanta *(fig.* 44).

Un altro tipo di banco a vassoi , è quello costituito da una serie di captatori a fondo chiuso, con dimensioni di 1,20 x 0,25 cm, realizzato a Ponte Piave (TV) dal primo centro di prova istituito nel 1989 da una società privata denominata Progetto Natura. I captatori venivano disposti a una distanza di 60 cm l'uno dall'altro su strutture verticali, fino ad una altezza massima di 6 m *(fig.* 45). I captatori erano inoltre inclinati verso il centro a formare una "V", alla cui base il liquido veniva raccolto e convogliato ad un contenitore graduato che ne consentiva la misurazione. Una struttura simile a questa fu realizzata ed utilizzata presso il centro di taratura dell'ERSO di Bologna.

Le soluzioni tecniche fino ad oggi sviluppate, si differenziano fra di loro principalmente per la forma, la dimensione e il materiale con il quale è realizzato il sistema di captazione *(fig.* 46). Il prof. Paolo Balsari ed il dott. Mario Tamagnone, hanno sperimentato presso l'Università di Torino un nuovo banco di prova con vassoi a fondo piatto realizzati in acciaio inox. Questa volta però gli accorgimenti innovativi riguardano soprattutto un sistema avanzato per la misurazione e l'elaborazione dei dati. L'attrezzatura realizzata è schematicamente costituita da:

Fig. 44 - Diverse tipologie di vassoi di raccolta: DIAF 90

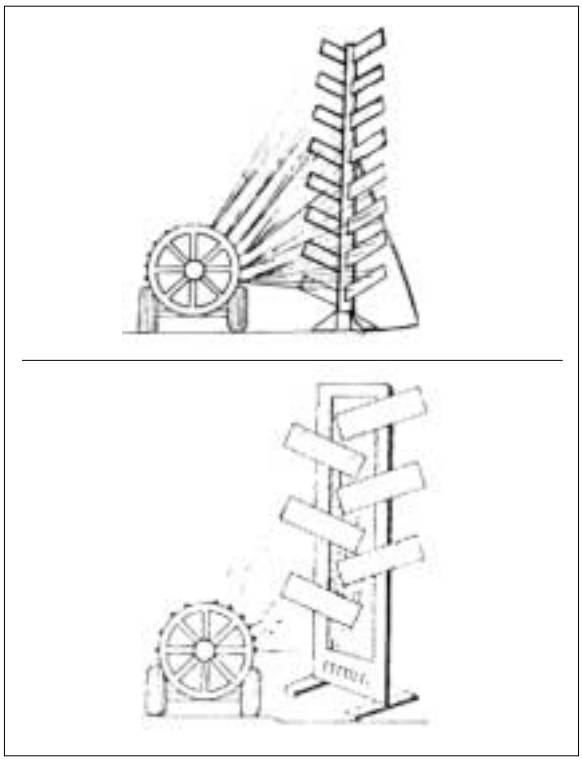


Fig. 45 - Tipologie di pareti captanti a vassoi alterni e contrapposti

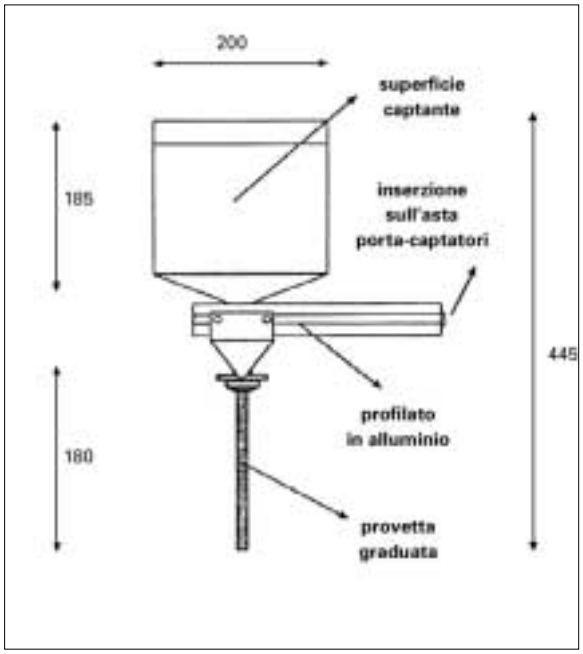
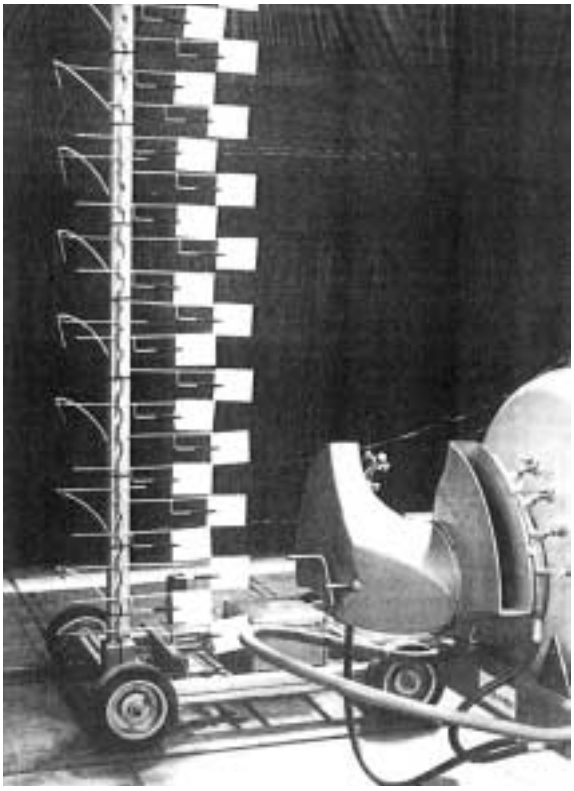


Fig. 46 - Diverse tipologie di vassoi di raccolta: prototipo di modulo captante dotato di provetta graduata (Balsari, 1993)



- un banco prova per la captazione del liquido erogato dalla macchina irroratrice;
- una bilancia elettronica per la determinazione del quantitativo di liquido recuperato;
- un PC per l'acquisizione diretta dei dati;
- un software per l'elaborazione dei dati.

7.2.3 Pareti captanti mod. "spugne olandesi"

La parete a spugne verticali furono utilizzate per la prima volta nei laboratori di Wageningen in Olanda, sebbene esistano numerosi riferimenti nella letteratura relativa all'uso di questo genere di supporti per il controllo della quantità di liquido distribuito. In generale tale dispositivo consiste in un'asta verticale alla quale vi sono attaccati perpendicolarmente dei piccoli bracci metallici. Questi bracci si alternano in lunghezza in modo da costituire una barriera in grado di non alterare il comportamento del flusso d'aria. Ai bracci trasversali sono attaccati dei piccoli pannelli dotati di spu-

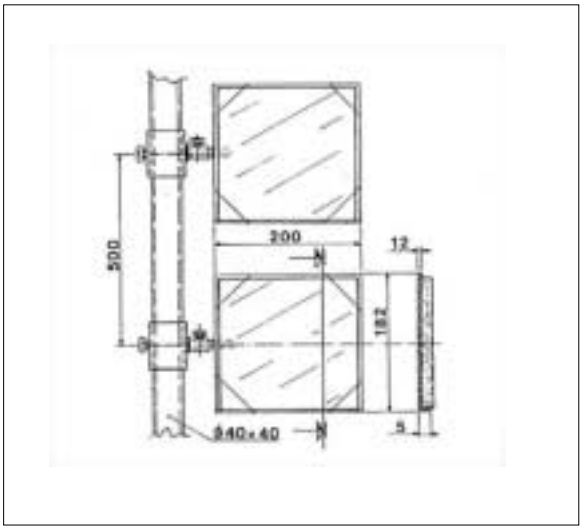


Fig. 47 - Due diversi sistemi di bloccaggio delle spugne, in alto con elastici su supporto rigido, di lato a incastro su molla

Tab. 12 - Caratteristiche dei materiali spugnosi

Materiale	*Massa areica (g/dm³)*	*Capacità idrica max. (g/dm³)*	*Percentuale d'evaporato*			
			dopo 1 min. (%)	*dopo 1 min. (%)*	*dopo 1 min. (%)*	*dopo 1 min. (%)*
a	2,6	9,4	3,4	4,9	9,4	13,3
b	3,0	10,3	3,9	4,6	8,6	9,8
c	5,9	21,3	1,2	2,3	4,6	5,7
d	9,2	58,0	1,8	2,8	4,6	7,1

gne costituite da un materiale di tipo cellulosico.

La quantità di liquido intercettata viene misurata pesando successivamente le spugne con delle bilance elettroniche di precisione, prima e dopo la prova di polverizzazione. Allo scopo di accertarsi che la diminuzione di peso sia da addebitarsi al fenomeno dell'evaporazione, le spugne umide saranno costantemente controllate (pesate) in modo da permettere le necessarie correzioni. La capacità di assorbimento delle spugne (per dimensioni di 200 x 180 x 3 mm) raggiunge al massimo i 50 ml prima che comincino a gocciolare.

La scelta dei materiali più idonei per la realizzazione delle spugne ha richiesto degli studi preliminari, in quanto dovevano presentare tempi di evaporazione ininfluenti e capacità idrica massima, tale da consentire tempi di irrorazione sufficientemente lunghi. Fra i vari materiali utilizzati per la realizzazione troviamo:

a) panni di materiale sintetico simil daino
b) panni di rayon-viscosa traforato
c) spugne sintetica
d) spugne sintetiche con rilievi.

Ciascuno di questi materiali presenta delle differenti caratteristiche riportate nella *tab.* 1.

Generalmente di questi materiali , è quello rappresentato in *c)* (spugna sintetica) ad essere il più utilizzato, soprattutto in considerazione della sua bassa percentuale di evaporazione. Il campione *d)* (spugna sintetica con rilievi), pur possedendo una maggiore capacità idrica, presenta dimensioni molto ridotte tali da pregiudicare in alcuni casi l'attendibilità dei risultati (Ade, 1995).

I captatori vengono applicati su telai d'alluminio (*fig.* 47) e mantenuti in posizione con vari accorgimenti (elastici, molle, morsetti).

Per misurare la quantità di liquido trattenuto da ciascun bersaglio vengono utilizzate delle bilance elettroniche con una sensibilità di 0,1 gr.

7.2.4 Sistema Timetronic

Principio di funzionamento:

Questo sistema di misura si basa sul principio della rifrazione ottica di un raggio di luce nella nebbia di goccioline, attraverso un fotometro speciale altamente sensibile (*fig.* 48) e con un'ottica adatta viene misurata la quantità di luce riflessa dalla nebbia di goccioline. Con l'impiego di un fascio di luce stretto o, con un'ottica fortemente concentrata si ottiene una misurazione approssimativamente puntiforme di una zona luminosa all'interno della nebbia di goccioline.

Il fotometro e la fonte di luce si possono spostare insieme linearmente in direzione verticale o orizzontale o lungo una traiettoria circolare a una stabilita distanza attorno all'atomizzatore.

Fig. 48 - Il cantiere di controllo della distribuzione verticale Timetronic. Particolare del fotometro e della fonte luminosa montati sullo stesso asse

La registrazione dei valori misurati viene effettuata sotto il controllo di un calcolatore.

Durante la sperimentazione di questo sistema si è cercato di escludere o di tenere bassa l'influenza esercitata dalla luce esterna. Per ovviare a questi problemi si è provveduto a fare delle registrazioni in più tempi, prima e dopo la prova vera e propria (in presenza e in assenza della polverizzazione).

I valori misurati sono visibili sotto forma di tabelle o grafici.

Con la rappresentazione grafica avviene automaticamente il calcolo dei valori di correzione, cioè, la parte della luce presente nei dintorni viene detratta per rappresentare i valori effettivi della luce rifratta della nebbia di goccioline.

Componenti:

L'intero apparato è costituito da:

- una struttura telescopica capace di estendersi da 0,5 a 4,5 mt;
- una fonte luminosa (lampade a vapore di sodio fino a 180 Watt e 4800 Lumen della Osram);
- una testa fotometrica (strumento per confrontare le intensità di due sorgenti luminose);
- un calcolatore per l'elaborazione dei dati ricevuti (segnali ottici ricevuti dalla testa fotometrica).

7.2.5 Parete captante con maniche a vento

Questo banco di prova è stato sperimentata da E. Gil dell'Università di Barcellona ed è composto sostanzialmente da due torri simmetriche realizzate in un materiale plastico, e costituite a loro volta da sei moduli assemblabili ciascuno di 0,25 m x 0,25 m con un'area all'apertura dei condotti di connessione di 0,02 m^2 (0,16 m di diametro). L'altezza di ciascuna torre è di 1,75 m, adatta alle colture da vigneto, anche se la possibilità di assemblare più moduli tra di loro ne permette l'applicazione a colture di taglia più alta (*fig.* 49).

Il liquido intercettato da ogni modulo, corrispondente a ciascuna quota della vegetazione, viene raccolto indipendentemente da dei cilindri graduati. Una batteria di sei cilindri graduati forniscono il totale del liquido recuperato e, misurando il volume di liquido di ciascun cilindro sarà possibile ottenere il profilo della distribuzione.

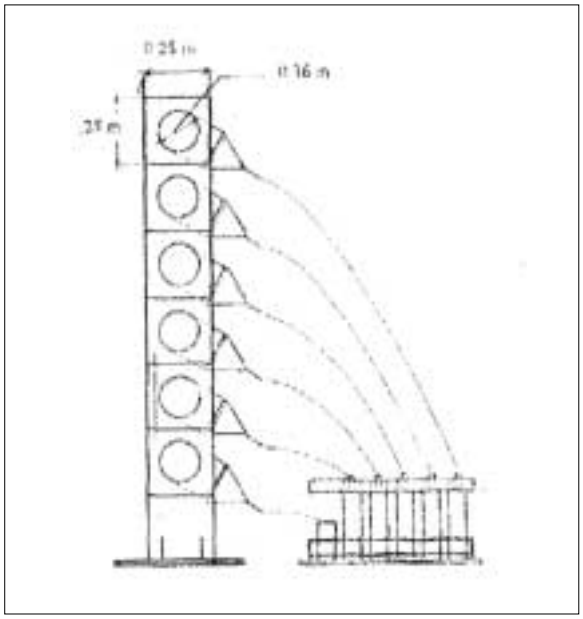


Fig. 49 - Parete captante con maniche a vento

7.3 Correlazione tra controllo e distribuzione sulla chioma

La verifica e la regolazione della distribuzione verticale delle irroratrici presuppongono l'impiego di opportuni profili teorici di riferimento, ai quali adattare la distribuzione effettiva mediante la modifica della portata e dell'orientamento dei singoli ugelli. Per la definizione di tali profili, sono stati proposti vari metodi, basati su (*fig.* 50):

a) il profilo esterno della vegetazione;

b) le lunghezze dei percorsi dei flussi radiali all'in-

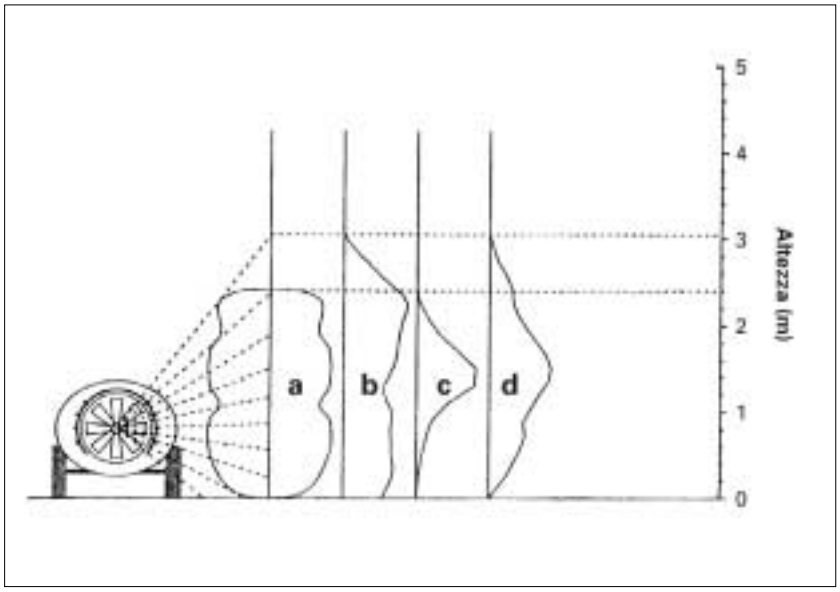


Fig. 50 - Profili di distribuzione teorici per vigneto allevato a Casarsa, ottenuti in base:
a) alla forma della pianta (o zona entro la quale è potenzialmente presente la vegetazione);
b) alle lunghezze dei percorsi dei flussi radiali all'interno della chioma;
c) alla distribuzione dell'area fogliare, in funzione dell'altezza da terra, a metà luglio;
d) a una combinazione dei criteri b) e c)

terno della chioma, o le aree dei settori radiali compresi fra le direzioni dei flussi;

c) la distribuzione verticale della superficie fogliare;

d) una combinazione dei tre metodi precedenti (superficie delle foglie presenti all'interno dei settori radiali definiti al punto *b)*.

Prescindendo dalle difficoltà oggettive per una corretta applicazione di tali metodi, va osservato che:

- forma e distribuzione della vegetazione variano considerevolmente in funzione della coltura, della forma di allevamento e dello stadio vegetativo;
- i profili ottenuti con i metodi *b)* e *d)* variano anche in funzione della larghezza interfilare;
- i flussi non seguono sempre necessariamente percorsi radiali rispetto al centro della ventola e sono inoltre sicuramente influenzati dalla presenza o meno della vegetazione.

In sostanza, il principio apparentemente semplice di far coincidere la distribuzione verticale, misurata con attrezzature a punto fisso, con quella della vegetazione si rivela, se analizzato a fondo, eccessivamente complesso, incerto e di non facile applicazione. In pratica un banco prova "non può sostituire la pianta ai fini di un giudizio sulle irroratrici, perché costituisce una simulazione di un fenomeno molto complesso e ricco di variabili, difficilmente ripetibile in laboratorio" (Ade, 1990).

Bibliografia

1. F. BALDI, A. CIONI, M. VIERI (1993) - *Il controllo periodico delle attrezzature.* m&ma, 3: 61-66.
2. T. ENDRIZZI (1990) - *Controlliamo gli atomizzatori.* Terra e Vita.
3. G. PERGHER, R. GUBIANI (1994) - *Atomizzatori, un'indagine su regolazioni e controlli.* m&ma, 7-8: 50-55.
4. M. VIERI (1996) - *Controlli e tarature nelle macchine per trattamenti.* m&ma, 9: 33-42.
5. P. BALSARI, M. TAMAGNONE (1997) - *Un'attrezzatura mobile per il controllo della distribuzione delle macchine irroratrici per le colture arboree.* Riv. Ing. Agr. 1: 27-35.
6. G. ADE, P. VENTURI (1995) -*Valutazioni su alcuni sistemi di controllo della distribuzione in verticale delle irroratrici da frutteto.* Riv. Ing. Agr., 4: 230-239.
7. K. KUEMMEL, H. GOELICH, O. WESTPHAL (1991) - *Development of practice-oriented control test methods for orchard spray machines by a vertical stand.* BCPC Monograph, 46: 27-33.
8. R.P. ZUYDAM H.A.J. VAN EN PORSKAMP (1989) - *Meetsysteem controleert werking spuiten Fruitteelt* - 79.39, pp. 18-20.
9. E. IRLA (1986) - *Essais comparatifs de pulvérisateurs (cultures fruitieres), 1985.* Rapports FAT n. 293 May 1986.
10. O. SVELTO (1972) - *Principi dei laser.* Collana di Fisica pura e applicata. Tamburini ed.
11. H. KOCH (1996) - *Periodic inspectin of air-assisted sprayers.* Bullettin OEPP / EPPO, 26: 79-86.
12. ANONIMO (1992) - *Vigne et arbres fruitiers: réglage des pulvérisateurs.* Technique Agricole, 9: 16-18.
13. P. KAUL, K. SCHMIDT, H. KOCH (1996) - *Distribution quality of orchard sprayers.* Bullettin OEPP / EPPO, 26: 69-77.
14. H. GOEHLICH, H. GANZELMEIER, G. BAECKER (1996) - *Air-assisted sprayers for application in vine, orchard and similar crops.* Bullettin OEPP / EPPO, 26: 53-58.
15. A. MIRALLES, N. GORRETTA, L. DUSSERRE-BRESSON, F. SEVILA, P.C.H. MILLER, P. WALKLATE, R.P. VAN ZUYDAM, H.A.J. PORSKAMP, H. GANZELMEIER, S. RIETZ, G. ADE, P. BALSARI, D. VANNUCCI, S. PLANAS (1996) - *Results of a European programme to compare methods used to test orchard sprayers.* Bullettin OEPP / EPPO, 26: 59-68.
16. S. RIETZ, H. GANZELMEIER (1998) - *Inspection of plant protection equipment in Europe.* Atti convegno Eur. Ag. Eng. (Oslo 1998), *paper* n. 98-A-023.
17. J.M.A.J. HEESTERMANS (1996) - *Testing of crop protection equipment in use in Europe.* Bullettin OEPP / EPPO, 26: 43-45 .
18. P. BALSARI, M. TAMAGNONE (1998) - *Banco prova semplificato per la determinazione in azienda del diagramma di distribuzione degli atomizzatori.* Atti convegno "Giornate fitopatologiche", 3-7 maggio 1998.
19. M. VIERI (1993) - *Automatismi e controlli nelle irroratrici agricole.* m&ma (dossier), 3: 45-49.
20. P.C.H. MILLER, P.A. HOBSON (1991) - *Methods of creating air-assisting flows for use in conjunction with crop sprayers.* BCPC Monograph, 46: 35-43.
21. S. MASOUD (1994) - *Spray technology research for orchard application, Symposium on engeenering as a tool to reduce pesticide consumption and operator hazards in horticolture.* Atti convegno di Orticoltura [Ulvik, Norvegia 10-12 agosto 1994], n. 372, 67-74.
22. P.J. WALKLATE, K.L. WEINER (1994) - *Engeenering models of air assistance orchards sprayers, Symposium on engeenering as a tool to reduce pesticide consumption and operator hazards in horticolture.* Atti convegno di Orticoltura [Ulvik, Norvegia 10-12 agosto 1994], n. 372, 75-82.
23. J.M.A.J. HEESTERMANS (1996) - *Testing of crop protection equipment in use in Europe.* Bullettin OEPP / EPPO, 26: 43-45.
24. F.O. RIPKE (1996) - *Testing of field sprayers already use in Germany.* Bullettin OEPP / EPPO, 26: 7 – 51.
25. M. VIERI, P. SPUGNOLI (1993) - *Fasi ausiliarie all'irrorazione: razionalità ed innovazione.* m&ma (dossier) 3: 50-55.
26. A. PARENTI, M. VIERI (1993) - *Dispositivi di controllo del "getto vettore".* m&ma (dossier), 3: 56-60.
27. G. PERGHER, R. GUBIANI (1995) - *The effect of spray application rate and airflow rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard.* J. Agric. Eng. Res. 61: 205-216.

28. A. MARESCA (1991) - *Corrette tarature per macchine efficienti.* Terra & Vita, 46: 43-56.
29. T. ENDRIZZI, E. HAAS, J. MORANDELL, W. RASS, H. THALER, J. VIGL, S. WACHTLER, G. WARASIN (1991) - *Corretto impiego degli atomizzatori.* Informatore Agrario, 16: 27-50.
30. P. BALSARI, G. AIROLDI, A. FINASSI, P. NORIS (1989) - *Esame della funzionalità e della modalità operativa delle irroratrici.* m&ma, 4: 35-41.
31. P. BALSARI, M. TAMAGNONE (1998) - *The necessity to determine the corret amount of air to use in airblast sprayer.* Atti convegno Eur. Ag. Eng. (Oslo 1998), *paper* n. 98-A-075.
32. M. VIERI, A. CIONI (1994) - *A software for periodical control of sprayers.* Atti convegno Eur. Ag. Eng. (Milano 1994), *report*, 94-D-008.
33. A. PARENTI, M. VIERI (1994) - *Calibration of orchard sprayers control apparatus.* Atti convegno Eur. Ag. Eng. (Milano 1994), *report* 94-D-157.
34. F. BALDI, A. CIONI, M. VIERI (1992) - *Periodical control tests for sprayers.* Atti convegno Eur. Ag. Eng. [Uppsala (Sweden) 1992], *report* 92-05-112.
35. R. GUBIANI, G. PERGHER, N. ZUCCHIATTI (1997) - *Irroratrici efficienti nel vigneto.* Informatore Agrario 15: 79-86.
36. M. VIERI (1998) - *Tecnologie innovative per una gestione integrata delle colture.* Terra e vita, 46-53.
37. C. BALDOIN, D. FRISO (1996) - *Nuove tecnologie e macchine per trattamenti su colture arboree.* Informatore Agrario, 16: 71-79.
38. D. SAVI (1996) - *Attrezzatura per la difesa delle piante. Guida alla scelta e al corretto impiego.* Ed. L'Informatore agrario.
39. O. MOSTADE, O. OESTGES, B. HUYGHEBAERT (1994) - *Le pulverisateur choix et utilisation*, Publié pour le Ministère de la Région Wallonne et le Fonds de Phytopharmacie par les Presses Agronomiques de Gembloux.
40. S. RIETZ (1997) - *Synopsis of Testing Plant Protection Equipment in the Federal Republic of Germany,* Legal Requirements and Publications of the Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA).
41. O.C. MALOY (1993) - *Plant Disease Control Princples and Practice.* Ed. John Wiley & sons, inc.
42. N. BJUGSTAD (1998) - *Control of crop sprayers in Norway* . Atti convegno Eur. Ag. Eng. (Oslo 1998), *paper* n. 98-A-025.
43. E. MOLTÒ, F. FABALDO, P. RAMOS, A. GUTIERREZ (1998) - *An automatic system for reduction of pesticide inputs in young citrus plantings.* Atti convegno Eur. Ag. Eng. (Oslo 1998), *paper* n. 98-A-018.
44. S. LIBERATORI, R. LIMONGELLI (1998) - *Le macchine per la protezione delle colture e la certificazione* - speciale de L'informatore agrario 16: 49-70.
45. S. LIBERATORI (1996) - *Sicurezza delle macchine agricole nuove e usate.* L'informatore agrario, 38: 25-27.
46. R. DELMASTRO, M. GALDI, F. RICCI (1996) - *La sicurezza delle macchine agricole.* L'informatore agrario 40, 35-39.
47. M. BOSCH, S. PLANAS (1996) - *Comparison of two measurement methods. The vertical distribution sprayers.* - XII Word Congress on Agr. Eng., Madrid.
48. P. KAUL, H.GANZELEWR, H. HENNINU, H.J. WYGODA, (1995) - *Vertikalverteilungsmessungen an Sprühgeräten für den Obstbau.* Nachrichtenbl. Deut. Pflan-zenschutzd., 47 (5): 109-115.
49. M. KNOLL (1993) - *Sprühertest 1992 in Südtirol.* Obstbau, 18 (44): 176-179.
50. K. KUMMBL (1989) - *Verbesserte Sprühgerätekontrolle init Einstelldaten aus Lamellenprüfstands-untersuchungen.* Mitteilungen der Obstbauversuchsanstalt Jork, 44: 199-208.
51. K. LIND (1988) - *Neu Sprühgeräte-Prüfstation aus der Steiermark.* Obstbau, 13: 370-372.
52. K. LIND (1993) - *Prüfstände für Pflanzenschutzgeräteprüfung.* Besseres Obst, 38 (7) 5-7.
53. K. SCHMIDT, H. KOCH (1995) - *Binstellung von Sprühgeräten und Verteilung von Pflanzenschutzmittelbelägen in Obstanlagen.* Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 47 (7): 161-167.
54. M. FEDRIZZI, P. MENESATTI, L. PARI, D. VANNUCCI (1995) - *Sistema laser per il rilievo del movimento di una barra irroratrice orizzontale* - Riv. Ing. Agr., 3: 129-136.
55. CEN - COMITÉ EUROPEEN DE NORMALIZATION (1991) - *Tractors and Machinery for Agriculture and Forestry - Pr EN (CEN/TC 144 WG 3 N 61 E): Safety Requirementes for Agricultural and Forestry Machinery - Sprayers and Liquid Fertilizer Distributor.* UGC, 1991 -11- 25.
56. CEN - COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALIZATION (aprile 1997) - *Macchine agricole e forestali - Irroratrici e distributrici di concimi liquidi - Sicurezza.* - pr. EN 907.
57. CEN - COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALIZATION (febbraio 1997) - *Macchine agricole e forestali - Irroratrici e controllo delle irroratrici in uso - Parte 1: irroratrici a pieno campo.* - pr. EN 144/3N.233.
58. ISMA - ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA MECCANIZZAZIONE AGRICOLA (agosto 1998) - *Metodologia di riferimento per il controllo meccanico-funzionale delle irroratrici usate.* [proposta per la versione definitiva].
59. D. VANNUCCI, M. BIOCCA (1998) - *Al via la misura 4 del programma "Agricoltura e qualità".* Estratto da l'Informatore Agrario, 25: 65-67.
60. D. SAVI, C. MALLEGNI, M. LODI (1971) - *Prove di trattamento ad "ultra basso volume" (ULV) con mezzi terrestri.* Atti "Giornate fitopatologiche", pp. 1017-1022.
61. D. SAVI, C. MALLEGNI, A. ALBERTINI, S. RAVAGLI (1988) - *Rampes pour cultures basses a pulverisation pneumatique a jet porte.* Essais de comparaison. Annales. ANPP Paris, pp. 233-240.

62. P. SPUGNOLI, M. VIERI (1990) - *Risultati di prove preliminari su un sistema di dosaggio automatico dei fitofarmaci da applicare alle irroratrici.* Rivista di Ingegneria Agraria (21), 1: 53.
63. P. SPUGNOLI, M. VIERI (1992) - *Tecniche innovative e razionalità operativa nelle fasi ausiliarie all'irrorazione.* Informatore fitopatologico (42): 27-32.
64. P. SPUGNOLI, M. VIERI (1992) - *Dispositivi di controllo della deposizione nelle irroratrici agricole.* Informatore fitopatologico (42): 27-32.
65. D. VANNUCCI, P. FEDRIZZI, P. MENESATTI, A. LEANDRI (1993) - *Valutazione delle perdite a terra in trattamento al vigneto attraverso analisi chimica e di immagine.* Atti V Convegno nazionale, Maratea (PZ), pp. 67-72.
66. M. VIERI (1989) - *Le attrezzature più idonee per la difesa delle colture.* Agricoltura e chimica. - Provincia di Firenze. Anno 1, n. 4.
67. M. VIERI (1990) - *Regolazione delle macchine irroratrici agricole.* Dispensa seminario "Scelta e corretto impiego delle irroratrici agricole", promosso dalla Provincia di Firenze.
68. M. VIERI (1991) - *Meccanica agraria per la difesa delle colture.* Coltivare insieme (2), 3: 16-18.
69. M. VIERI (1992) - *La difesa delle colture e la protezione delle piante.* m&ma (49), 2: 67-71.
70. M. VIERI (1992) - *Le macchine irroratrici.* Terra e Vita (33), 11: 69-72.
71. M. VIERI (1992) - *Migliorare l'efficienza degli interventi antiparassitari nella disinfezione e disinfestazione.* Disinfestazione (9), 1: 27-32.
72. M. VIERI (1992) - *Macchine irroratrici principi disfunzionamenti e tipologie di attrezzature.* Disinfestazione (9), 2: 39-44.
73. M. VIERI (1992) - *Ecco come ottimizzare la difesa delle piante: funzionamento e tipologia delle irroratrici, la scelta del volume, verifiche e controllo.* Terra e Vita (33), 15: 50-61.
74. M. VIERI (1992) - *Trattamenti antiparassitari alle colture arboree.* m&ma (50), 12.
75. M. VIERI (1993) - *Atomizzatori l'uso corretto.* Terra e Vita (15), 34: 51-54.
76. M. VIERI (1996) - *Controlli e tarature nelle macchine per i trattamenti.* m&ma 9: 33-42.
77. M. VIERI (1996) - *Quali atomizzatori per una distribuzione mirata.* Terra e Vita 49: 87-89.
78. M. VIERI (1997) - *Distribuzione mirata per le colture arboree.* m&ma 3: 16-18.
79. M. VIERI (1997) - *Macchine ad alto indice innovativo per una agricoltura avanzata.* Mondo Macchina 1: 12-15.
80. M. VIERI (1997) - *Il ritorno in campo delle barre irroratrici.* Terra e Vita 14: 52-57.
81. M. VIERI (1997) - *Atomizzatori: qualche consiglio per un corretto utilizzo.* Terra e Vita 19, 4246.
82. M. VIERI, M. ZOLI (1987) - *Efficienza delle attrezzature per la difesa antiparassitaria nelle colture erbacee ed arboree.* Convegno "Residui sanitari: la normativa, il controllo, la programmazione nella Regione Toscana", Cortona (AR).
83. O. VIGGIANI (1977) - *Lotta biologica ed integrata.* - Liguori Editore, Napoli.
84. N. ZUCCHIATTI, O. PERGHER (1997) - *Trattamenti antiparassitari in viticoltura.* m&ma 3: 27-32.
85. M. ZOLI , M. VIERI (1994) - *Forme di allevamento e taratura dell'irroratrice.* Vignevini 9: 32-35.

Il progetto ARSIA

Riccardo Russu, Marco Vieri, Roberto D'Alonzo

1. Realizzazione e gestione di un servizio di verifica dell'efficienza funzionale delle macchine irroratrici in agricoltura. Programma 1999

1. Caratteristiche dei soggetti erogatori del servizio

Il servizio richiesto impone ai soggetti preposti:

- è richiesta la presenza sul cantiere di non meno di due persone una delle quali deve essere specializzata. Si richiede pertanto ai soggetti proponenti di formare almeno due addetti che possano garantire a turno la loro presenza per una migliore gestione del servizio;
- gli addetti "specializzati" dovranno partecipare ai corsi di formazione organizzati dall'ARSIA per acquisire o migliorare le essenziali competenze di carattere meccanico, tecnico-operativo e divulgativo;
- dato il carattere di mobilità del servizio presso le aziende il soggetto proponente si dovrà dotare di un adeguato mezzo di trasporto dell'insieme strumentale che costituisce il cantiere di controllo;
- nell'erogazione del servizio rientra l'obbligo di compilare i rapporti su supporto informatico e le schede relative ai rilievi effettuati, indicando i valori dei parametri previsti dalle procedure messe a punto dal gruppo di coordinamento della misura 4 (vedi fascicolo tecnico disponibile presso le sedi ARSIA). I soggetti proponenti dovranno quindi dotarsi di computer e di programma inserimento dati (Excel o omologhi);
- agli erogatori del servizio è richiesto di adottare un "prezzo" conforme alla necessità di indurre il maggior numero di agricoltori a far controllare le proprie macchine; si richiede pertanto di adottare una tariffa di controllo non superiore alle 200.000 lire/controllo per i primi 12 mesi dall'erogazione del contributo.

Sono caratteri di preferenza nell'attribuzione del servizio:

- l'adozione di strumentazione innovativa;
- la conoscenza tecnica in materia di irrorazione ed irroratrici;
- l'inserimento e la conoscenza del territorio;
- la disponibilità di un magazzino ricambi e l'assistenza con prezzi inferiori del 10% rispetto al listino ricambi per i primi 12 mesi dall'erogazione del contributo;
- criteri di accreditamento:
  - commissione di valutazione
  - preparazione del personale;
- caratteristiche delle apparecchiature di controllo;
- albo delle officine autorizzate;
- documentazione rilasciata: "marchio" e certificato.

L'officina autorizzata rilascia una scheda di valutazione indicando chiaramente la data del controllo ed appone sulla irroratrice l'adesivo numerato fornito dalla Regione Toscana. Sul certificato di controllo accanto alla data è riportato il numero di serie dell'adesivo apposto sulla barra.

La Regione Toscana fornisce l'adesivo con il logo dell'azione di controllo e il proprio. Ogni adesivo è punzonato con numero di serie progressivo. La perdita degli adesivi deve essere denunciata all'ufficio competente per ottenerne altri in sostituzione.

2. Tipologia di intervento

Zonizzazione del servizio e tempi di intervento

Nella *tab.* 1 sono riportati i dati relativi all'ultimo censimento dell'agricoltura 1990 (fonte ISTAT) ed una stima sintetica della suddivisione percen-

Tab. 1 - Aziende con macchine irroratrici e numero di irroratrici. Stima della suddivisione

	Estratto da indagine ISTAT 1990		*DIAF – 1999*		
	Aziende con macchine irroratrici e n. di irroratrici		*Stima suddivisione irroratrici*		
Provincia	*Aziende con irroratrici*	*n. di irroratrici proprie*	*% barre*	*% atomizzatori e barre verticali*	*% lance*
Arezzo	3.600	3.825	40	50	10
Firenze	3.095	3.557	3	80	17
Grosseto	5.476	5.476	50	30	20
Livorno	1.092	1211	40	40	20
Lucca	1.458	1.722	15	15	70
Massa	2.084	2.118	5	10	85
Pisa	1.424	1.551	80	10	10
Prato	158	173	20	10	70
Pistoia	851	947	10	10	80
Siena	3.215	3.703	75	20	5
Totale	*22.453*	*24.283*	*33,8*	*27,5*	*38,7*

tuale fra barre (colture di pieno campo e in parte vivaistiche), atomizzatori e barre verticali (colture arboree) e lance (vivaismo, olivicoltura).

Il servizio deve essere garantito su ognuna delle province toscane con le necessarie proporzioni fissate sulla base del numero delle irroratrici presenti, della tipologia delle stesse e della tipologia di impiego in relazione al loro impatto igienico-ambientale potenziale.

Sono state quindi stabilite in questa prima fase di controlli, differenze ponderali fra le varie province sulla base dell'entità dei trattamenti effettuati nell'area e dell'utilizzo delle macchine irroratrici e si sono attribuiti i punteggi comparativi che figurano nella *tab.* 2.

La produttività di ogni cantiere mobile composto da 2 persone (effettive) è di circa 1 macchina ogni 2 ore ovvero (x 4 macchine al giorno e 5 giorni a settimana) 20 macchine ogni settimana. Una stima dei periodi effettivi (*tab.* 3), che consideri i periodi disponibili in relazione alle esigenze aziendali tipiche e alle condizioni stagionali, indica circa 30 settimane totali. Teoricamente il cantiere può controllare fino a 600 macchine ogni anno; di fatto l'esperienza indica un valore di circa un terzo.

Modalità dei controlli

Le officine autorizzate si dovranno coordinare con le associazioni di categoria per promuovere e coordinare il calendario dei controlli. Il servizio dovrà preferibilmente essere mobile così da limitare a percorsi di pochi chilometri il trasferimento delle macchine agricole. L'esperienza dimostra come la maggiore efficienza si ottenga organizzan-

Tab. 2 - Controlli sull'impiego di irroratrici e relativi punteggi

Provincia	*n. di basi ottimali*	*n. di controlli previsti nel primo anno di attività*
Firenze	1	200
Arezzo	1	200
Siena	1	200
Grosseto	2	400
Pisa	2	400
Pistoia	0,5	100
Prato	0,5	100
Massa Carrara	0,25	25
Livorno	1	200
Lucca	0,75	175
Totale	*10*	*2000*

Tab. 3 - Produttività dei cantieri mobili. Periodi effettivi disponibili

	Barre irroratrici	*Atomizzatori utili*	*Settimane*
Gennaio	–	–	–
Febbraio	3	3	3
Marzo	4	4	4
Aprile	–	3	3
Maggio	–	4	4
Giugno	4	4	4
Luglio	3	3	3
Agosto	–	–	–
Settembre	4	4	4
Ottobre	3	–	3
Novembre	2	–	2
Dicembre	–	–	–
Totale periodi disp.	*23*	*25*	*30*

do un calendario con spostamenti del cantiere nelle varie zone omogenee, in posizione centrale rispetto alle aziende della zona e preferibilmente presso centri dotati di una superficie coperta dove fare i controlli superando eventuali problemi meteorologici di pioggia o vento. Per garantire un controllo rapido ed efficiente e per rispettare le condizioni di sicurezza per i tecnici addetti al controllo le macchine dovranno essere accuratamente lavate con detergenti sia internamente nell'impianto, sia esternamente. Tutti i filtri e gli ugelli dovranno essere stati preventivamente smontati e puliti. Il trattore, l'irroratrice e gli organi di accoppiamento dovranno essere pienamente entro le norme di sicurezza disposte dalla legislazione (vedi protezione cardani ecc.).

Procedure in caso di non conformità della irroratrice

Nel caso in cui l'irroratrice non risulti conforme ai limiti di accettabilità minimi richiesti si potrà provvedere in luogo a sostituire o registrare i componenti difettosi avvalendosi dell'opera propria o di quella dell'officina autorizzata oppure si dovrà programmare un altro appuntamento per il controllo provvedendo comunque al pagamento del 50% del costo di controllo: ciò è giustificato dal fatto che i controlli sono d'altronde stati configurati per rilevare prestazioni minime di qualità ottenibili da qualsiasi irroratrice di qualità non scadente, di anzianità non superiore a 15 anni e mantenuta in buone condizioni di manutenzione.

3. Tariffe di certificazione imposte agli erogatori del servizio

Uno studio condotto dall'Istituto di Ingegneria Agraria di Milano indica un costo che varia a seconda delle attrezzature impiegate da 400.000 a 300.000 lire (150-200 €) a controllo, nell'ipotesi di 200 controlli annui. L'incidenza dell'attrezzatura, correlata al suo costo, varia da 200.000 a 120.000 lire (60-100 €) a controllo.

Le officine autorizzate che avranno in gestione (comodato) le attrezzature da parte dell'ARSIA sono vincolate ad un prezzo non superiore a 200.000 lire (100 €) a controllo.

2. Cantiere mobile di controllo diagnostico delle irroratrici agricole (ARSIA-DIAF, 1999)

Specifiche tecniche

Il cantiere di controllo diagnostico delle irroratrici agricole realizzato in collaborazione dall'ARSIA e dal DIAF si caratterizza per la mobilità, la semplicità di impiego delle singole attrezzature di controllo e per l'adozione di alcuni apparati come la parete di controllo della distribuzione verticale, di alto livello tecnologico.

Nella *tab.* 4 vengono descritti i singoli controlli previsti dalla procedura ed i relativi strumenti di rilievo adottati.

Nota

La strumentazione descritta si riferisce al cantiere di controllo realizzato da ARSIA e DIAF.

Le officine autorizzate possono adottare anche strumentazioni diverse purché la misura rientri nei limiti di precisione assunti.

Le attrezzature A/B07, A/B09 e U01 contrassegnate con N non sono necessarie ai fini della procedura di controllo approvata dalla Commissione tecnica della Regione Toscana.

Tab. 4 - Rilievi e strumenti (legenda riferimenti: A - atomizzatori; B - barre irroratrici)

Rif.		*Descrizione del tipo di rilievo*	*Strumento*
A01		Controllo della portata ai singoli ugelli	• Batteria di cilindri graduati con tubi di adduzione e accoppiamento con gli ugelli
B01		Controllo della portata ai singoli ugelli	• Cilindri graduati con tubi di adduzione
A/B02		Controllo del manometro	• Torchio idraulico + manometri campione
A/B03		Controllo del regolatore di pressione	• Manometro campione e raccordo
A/B04		Controllo della pressione sull'impianto	• Manometri campione e raccordi
A05		Controllo della distribuzione verticale	• Parete captante lamellare verticale
B05		Controllo della distribuzione orizzontale	• Piano captante scanalato orizzontale
A/B06		Controllo aeroconvezione	• Anemometro e nastri di riferimento
A/B07	N	Controllo funzionalità ammortizzatore idraulico	• Pompa con manometro
A/B08		Verifica parametri operativi	• Cronometro, paline, rotella metrica ecc.
A/B09	N	Verifica portata alla pompa	• Flussimetro con manometro e regolatore
U02		Utensili	•
U03		Ricambi, materiale di consumo	•
U01	N	Mezzo di trasporto	• Rimorchio omologato per circolazione stradale con sistema di sollevamento della parete captante e piedi di stabilità

A01 - Controllo della portata ai singoli ugelli (atomizzatori)

L'apparecchiatura è costituita da una batteria di 20 cilindri graduati, da tubi di adduzione che vengono agganciati alle staffe portaugelli e da un telaio di supporto.

Batteria di 20 cilindri graduati

I cilindri graduati sono in materiale plastico, trasparente, resistente agli urti e con caratteristiche di resistenza alla opacizzazione. La capacità di contenimento minima è di 2 litri con una precisione di lettura di 10-20 ml. Per garantire una adeguata precisione della lettura devono avere un diametro inferiore a 80 mm.

I 20 cilindri graduati sono fissati in disposizione allineata e ravvicinata ad una piastra munita di cerniera di fissaggio al telaio. La cerniera deve permettere alla batteria di cilindri di potersi inclinare oltre i 120° per permettere lo svuotamento del liquido raccolto (*figg.* 1a-c).

Tubi di adduzione

Sopra la batteria di cilindri, in corrispondenza di ciascun cilindro vi sono tubi metallici di diametro 8-10 mm e lunghezza 100-120 mm fissati su una staffa. Tale staffa, dotata di apposita maniglia è fissata al telaio con perni girevoli così da orientare i tubi metallici al fine di far cascare il liquido nei cilindri o fuori di questi.

Ad ogni tubo metallico è collegato un tubo flessibile in nylon o materiale plastico di adeguate caratteristiche di lunghezza non inferiore a 4 m. All'estremità del tubo flessibile è collegato un raccordo in materiale plastico sul quale si deve inserire un tubo flessibile elastico in lattice, gomma o materiale adeguato, del diametro interno di 20 mm.

Telaio di supporto

È realizzato in alluminio anodizzato di dimensioni tali da garantire la necessaria robustezza strutturale per un uso mobile continuato. Deve avere zampe di appoggio tali da sorreggere verticalmente la batteria di cilindri graduati e la staffa con i tubi di adduzione.

Le dimensioni e la forma deve essere tale da poter inserire l'attrezzatura insieme alle altre nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

B01 - Controllo della portata ai singoli ugelli (barre)

L'apparecchiatura è costituita da una batteria di 20 cilindri graduati, da tubi di adduzione che vengono agganciati alle staffe portaugelli.

Batteria di 24 cilindri graduati

I cilindri graduati sono in materiale plastico, trasparente, resistente agli urti e con caratteristiche

Figg. 1a/1b/1c - Alcuni flussometri adottati nel Cantiere di controllo delle irroratrici

di resistenza alla opacizzazione. La capacità di contenimento minima è di 2 litri con una precisione di lettura di 10-20 ml. Per garantire un'adeguata precisione della lettura devono avere un diametro inferiore a 80 mm. I 24 cilindri graduati vengono portati sul piazzale di prova in corrispondenza con gli ugelli da controllare.

Tubi di adduzione

Ad ogni staffa portaugello si inserisce un tubo flessibile elastico in lattice, gomma o materiale adeguato del diametro interno di 20 mm e di lunghezza 400 mm.

Borse di contenimento

I cilindri graduati, in serie di 8 o 12, insieme ai relativi tubi di adduzione devono essere raccolti in borse di plastica telata; le dimensioni e la forma di queste devono essere tali da poterle contenere insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

A/B02 - Controllo del manometro (atomizzatori e barre)

L'apparecchiatura è costituita da un torchio idraulico e da tre manometri di precisione.

Torchio idraulico

È costituito da un impianto idraulico formato da serbatoio olio, pompa olio a comando manuale, tubi di adduzione ai manometri con raccordi rapidi per l'innesto del manometro campione e di quello da controllare. La comparazione così effettuata mettendo i manometri sulla conduttura che ha evidentemente la stessa pressione per entrambi (il modello richiesto è quello illustrato anche nel catalogo della ditta Salmoiraghi Strumenti) (*fig.* 2).

Manometro campione

Lo strumento deve essere dotato di tre manometri campione di diametro non inferiore a 100 mm, con fondo scala 25 bar (2,5 MPa) per due di questi e 50 bar (5,0 MPa) per l'altro, precisione in entrambi i casi 0,1 (->25) e 0,2 (->100), classe di precisione Kl 0,2; i manometri devono avere attacco rapido al torchio idraulico e devono essere corredati dal "certificato" di un istituto di misure strumentali e da custodia.

Una delle ditte più serie per i manometri è la ITALMANOMETRI di cui si forniscono i dati.

Fig. 2 - Un tipo di torchio idraulico per il controllo dei manometri

Scatola di contenimento

Il torchio idraulico con i tre manometri (nelle loro rispettive custodie) devono essere contenuti in una scatola rigida strutturalmente adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma di questa devono essere tali da poterla contenere insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

A/B03 - Controllo del regolatore di pressione (atomizzatori e barre)

L'apparecchiatura è costituita da un manometro di precisione che deve essere inserito in linea a valle del regolatore di pressione per mezzo di un raccordo a T.

Manometro campione

Il manometro campione di diametro non inferiore a 60 mm, con fondo scala 25 bar (2,5 MPa), precisione 0,1 bar Kl 0,2, devono avere attacco rapido al raccordo.

Raccordi

Il raccordo e costituito da un tre vie a T, 3/4" con attacco rapido per il manometro e nipplex e manicotti ridotti per il collegamento fra regolatore di pressione e linea.

Scatola di contenimento

Il manometro e i relativi raccordi, devono essere contenuti in una scatola rigida strutturalmente adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma della scatola devono essere tali da poterla contenere insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

A/B04 - Controllo delle cadute di pressione sull'impianto (atomizzatori e barre)

L'apparecchiatura è costituita da tre manometri di precisione che devono essere inseriti fra i tubi flessibili e le due o tre semibarre.

Manometro campione

I manometri campione di diametro non inferiore a 60 mm, con fondo scala 25 bar (2,5 MPa), devono avere attacco rapido al raccordo.

Raccordi

I raccordi devono essere inseriti in posizione intermedia o terminale dell'impianto. Devono quindi avere un componente a tre vie (T) o un gomito e devono avere raccordi ridotti per collegamento a filettature o madreviti di 3/4, 1/2, 3/8, 1/4 di pollice (filettature GAS) e devono avere attacco rapido per i manometri.

Scatola di contenimento

I tre manometri (nelle loro rispettive custodie) con i relativi raccordi, devono essere contenuti in una scatola rigida strutturalmente adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma di questa devono essere tali da poterla contenere insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

A05 - Controllo della distribuzione verticale (atomizzatori)

L'apparecchiatura è costituita da una parete captante delle dimensioni 4000 x 1700 x 250 mm composta da 12 pacchetti di lamelle che costituiscono i separatori di fase (acqua/aria) cui sono abbinati, per mezzo di vassoi di raccolta e tubi di adduzione, cilindri graduati per la misura del luquido raccolto.

Lamelle

Le lamelle impiegate sono le MUNTERS DM 2100 (*fig.* 3). Questo tipo di lamelle è un brevetto della ditta MUNTERS - EUROFORM ed è solamente a questa ditta o al suo importatore che è possibile rivolgersi. Vengono prodotti in PVC in barre di 5 m. Ogni pacchetto contiene 64 lamelle; considerando un'altezza della parete di 4 m occorrono 256 m lineari di profilo. I distanziatori sono disposti sui 4 spigoli "lunghi" del pacchetto (1,7 m) per un totale di 1,7 x 4 x 12 = circa 82 m.

Fig. 3 - Profili lamellari per la separazione aria-gocce

Batteria lamellare

Ognuna delle 12 batterie lamellari è costituita da 64 lamelle distanziate di 25 mm dagli appositi distanziatori a pettine. Tali pacchetti di lamelle sono appoggiati sopra un vassoio di alluminio o comunque di materiale di analoga resistenza e leggerezza, sagomato in modo tale da far confluire l'acqua ad una estremità dotata di foro filettato (diam. 3/8-1/2"). I vassoi hanno bordi di almeno 25 mm per contenere l'accumulo di acqua.

Condotti di adduzione

Ad ogni foro del vassoio viene avvitata una curva e un tubo di adduzione alla batteria di cilindri graduati.

Batteria di cilindri graduati

I cilindri graduati sono in materiale plastico, trasparente, resistente agli urti e con caratteristiche di resistenza alla opacizzazione. La capacità di contenimento minima è di 2 litri con una precisione di lettura di 10-20 ml. Per garantire una adeguata precisione della lettura devono avere un diametro inferiore a 80 mm.

I 20 cilindri graduati sono fissati in disposizio-

Fig. 4 - La parete mobile di controllo degli atomizzatori realizzata nel 1994

ne allineata e ravvicinata ad una piastra munita di cerniera di fissaggio al telaio. La cerniera deve permettere alla batteria di cilindri di potersi inclinare oltre i 120° per permettere lo svuotamento del liquido raccolto.

Telaio strutturale

Tutta la parete è sorretta strutturalmente da un profilo di alluminio o di materiale di analoga resistenza e leggerezza che forma una cornice rigida, le dimensioni e la forma devono essere tali da essere sovrapponibili al vano di carico del carrello di trasporto U01 (*fig.* 4).

Accoppiamento al carrello di trasporto e sistema di sollevamento

La parete, appoggiata sopra le sponde del carrello in fase di trasporto, deve essere sollevabile verticalmente ed è quindi dotata di staffe di supporto, di bracci di rotazione e di pistoni di sollevamento collegati ad una pompa idraulica ad azionamento manuale. Tutta la struttura di supporto deve rispettare le normative di sicurezza sull'impianto idraulico e sul sollevamento di componenti.

B05 - Controllo della distribuzione orizzontale (barre)

L'apparecchiatura è costituita da un piano scanalato delle dimensioni 3000 x 1500 mm dotato di cilindri graduati e di telaio di supporto provvisto di impugnatura e di ruote (*fig.* 5).

Piano scanalato

Il piano scanalato deve avere larghezza non inferiore a 3000 mm e altezza non inferiore a 1500 mm, le scanalature devono essere fatte piegando la lamiera in modo tale da avere canalette di larghezza (alle creste) di 50 mm e profondità non inferiore a 50 mm. Ogni canaletta è provvista alla estremità inferiore di un beccuccio di inclinazione non superiore a 30° raccordato e saldato ai fianchi della canaletta. Il piano scanalato può essere composto da più elementi e deve essere di materiale leggero e di adeguata resistenza meccanica e alla corrosione, di caratteristiche comparabili ai fogli di alluminio anodizzato di spessore 2 mm. Sulla larghezza di 3.000 mm trovano posto 60 canalette.

Batteria di cilindri graduati

In corrispondenza di ogni beccuccio delle canaletta è posizionato (con leggera inclinazione verso il basso rispetto all'orizzontale, piano corrispondente al pannello scanalato) un cilindro graduato di diametro esterno 50 mm, di capacità minima 500 ml e precisione di lettura 25 ml. La batteria è composta da un totale di 60 cilindri.

Telaio

Il telaio deve sorreggere i pannelli captanti e le relative batterie di cilindri graduati. È provvisto di impugnatura nella parte superiore (opposta ai cilindri graduati) e di ruote di scorrimento nella parte inferiore, con asse corrispondente al piano di fissaggio dei cilindri scanalati. Il telaio deve essere provvisto di piedi di appoggio per mantenere i pannelli captanti in posizione orizzontale nella fase di raccolta dello spruzzo e in posizione verticale nella fase di lettura delle quantità di liquido raccolte da ogni canaletta e quindi da ogni cilindro corrispondente.

L'apparecchiatura deve essere strutturalmente adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma devono essere tali da permetterne l'inserimento insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

Fig. 5 - Il piano scanalato captante per il controllo della distribuzione nelle barre irroratrici

Fig. 6 - Anemometro a tazze

A/B06 - Controllo aeroconvezione (atomizzatori)

La misura viene effettuata con un anemometro a coppe (vedi catalogo SALMOIRAGHI).

Per le misure di angolo del getto di aria ci si avvale di nastri in nylon collocati su un'asta smontabile in alluminio del diametro non superiore a 20 mm.

L'anemometro deve avere una propria custodia di contenimento. Anemometro ed asta devono essere contenuti insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01 (*fig.* 6).

Fig. 7 - Pompa per il ripristino della pressione nella campana di compensazione della pompa

A/B07 - Controllo funzionalità ammortizzatore idropneumatico (atomizzatori e barre)

L'apparecchiatura è costituita da una pompa manuale ad alta pressione dotata di manometro di precisione (lettura minima 0,2 bar 20 kPa) e di tubo flessibile di raccordo della lunghezza minima di 80 cm (*fig.* 7).

L'apparecchiatura deve essere strutturalmente adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma devono essere tali da permetterne l'inserimento insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

Fig. 8 - Semplici strumenti per effettuare i controlli

A/B08 - Verifica parametri operativi (atomizzatori e barre)

Gli strumenti per il controllo e la verifica dei parametri operativi sono:

- cronometro meccanico o digitale con precisione minima 1/10 secondo

Fig. 9 - Flussimetro in dotazione al cantiere per il controllo della pompa

- rotella metrica con nastro di 50 m
- 6 paline da geometri
- rotoli di nastro in nylon larghezza 1-2 cm (3 x lunghezza minima 5 m)
- pennarelli indelebili
- carboncini
- gessi
- tabella di appoggio schede di rilievo.

Gli strumenti dvono essere raccolti in scatole o borse di consistenza adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma di queste devono essere tali da permetterne l'inserimento insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01 (*fig.* 8).

A/B09 - Verifica portata alla pompa (atomizzatori e barre)

La verifica della portata viene effettuata impiegando una attrezzatura composta da: flussimetro "ad area variabile" (preferibile) o da un flussimetro digitale; valvola di regolazione del flusso; manometro per il rilievo della pressione del liquido prima della valvola; tubi e raccordi; telaio di supporto (*fig.* 9).

Gli strumenti devono essere di consistenza adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma devono essere tali da permetterne l'inserimento insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

U02 - Utensili

- Serie completa di chiavi piane
- serie completa di chiavi a brugola
- pinza a larghezza variabile
- chiave inglese apertura max 40 mm
- serie cacciaviti a taglio e a croce
- pinze
- tronchesi.

Gli strumenti devono essere raccolti in cassetta di consistenza adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma devono essere tali da permetterne l'inserimento insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

U03 - Ricambi, materiale di consumo

- 30 nastri teflon
- serie completa guarnizioni OR da 10 a 32 mm diametro
- fascette in plastica (stringicavi) di diverse misure

Fig. 10 - L'interno del carrello contenente l'intero Cantiere di controllo delle irroratrici

Fig. 11 - Il carrello contenente l'intero Cantiere di controllo delle irroratrici

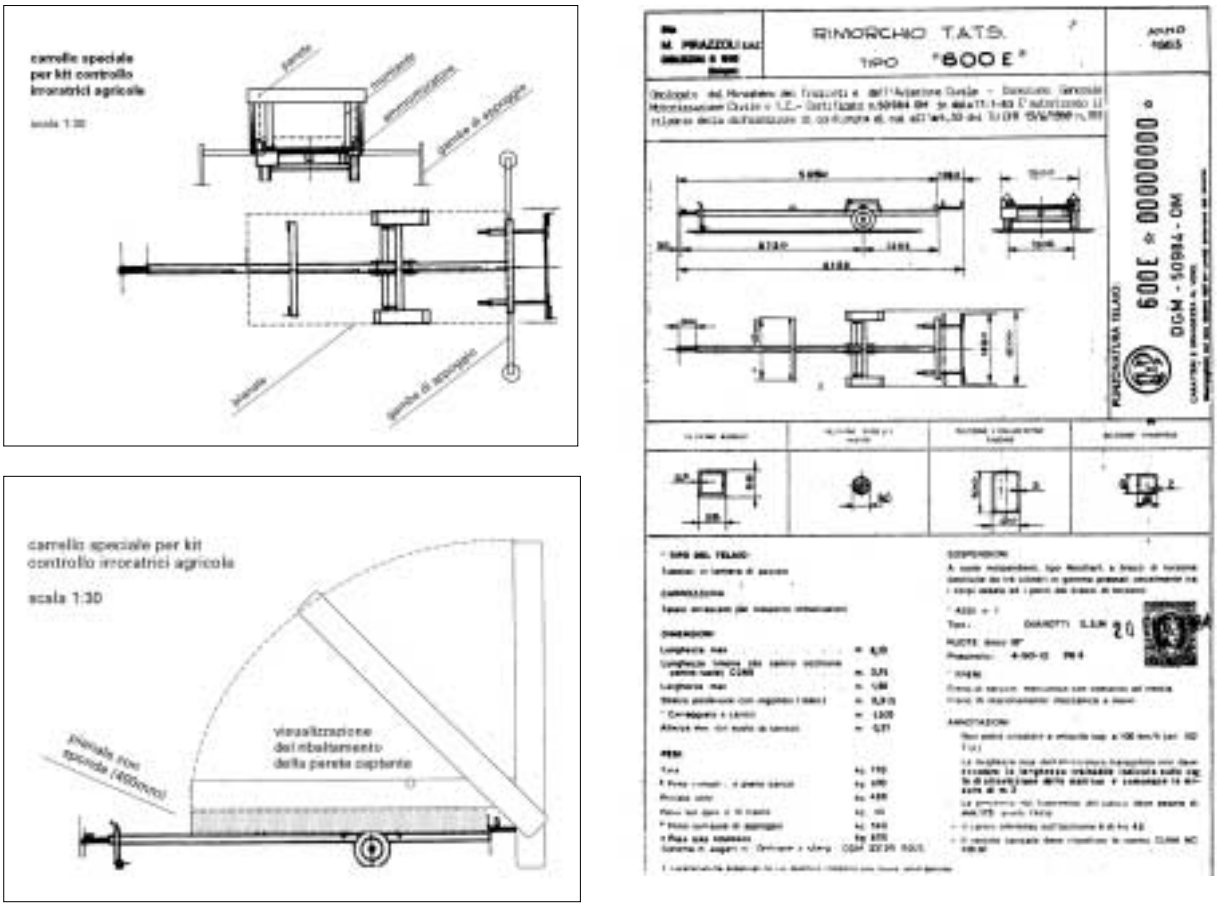


Fig. 12 - Schemi costruttivi ed omologazione del carrello per il trasporto del Cantiere mobile di controllo

- raccordi in plastica (manicotti, nipplex, riduzioni) 2 delle seguenti misure (3/8, 1/2, 3/4, 1, 1,5 pollici)
- rotolo di spago
- rotolo di filo di ferro fine.

Gli strumenti, raccolti in scatole o borse di consistenza adeguata ad un uso continuativo in ambiente esterno; le dimensioni e la forma devono essere tali da permetterne l'inserimento insieme alle altre attrezzature nel vano di carico del carrello di trasporto U01.

U01 - Mezzo di trasporto

Il mezzo di trasporto è costituito da un rimorchio di dimensioni tali da contenere, sulle sponde del pianale di carico, la parete di controllo verticale. Le sponde del pianale devono avere altezza minima di 40 cm. Il telaio strutturale deve avere caratteristiche tali da supportare il meccanismo di sollevamento della parete; inoltre deve avere piedi di appoggio estraibili per dare la necessaria stabilità trasversale in fase di lavoro dell'apparato (*figg.* 10, 11).

Il pianale di carico deve avere fondo in lamiera si alluminio con profili antiscivolo; le sponde devono essere in alluminio anodizzato, le due laterali e la posteriore devono essere abbattibili.

Il rimorchio deve essere omologato per la circolazione stradale. Deve avere ruota di scorta, ruotino di appoggio anteriore (*fig.* 12).

Deve avere un telone di copertura in PVC o simile con scritta "ARSIA".

3. Metodologia di controllo per barre e atomizzatori per la Regione Toscana

La presente metodologia è stata redatta sulla base della metodologia di riferimento adottata nell'ambito della Misura 4 e tenendo conto di alcune indicazioni derivanti dalle norme CEN, al fine di renderla consona alle particolari esigenze del controllo nella Regione Toscana.

MODALITÀ DI RILIEVO

1. Metodologia di controllo delle barre irroratrici

1.1 Assetto barra

La verifica dell'orizzontalità della barra si effettua misurando con un metro rigido la distanza esistente fra le punte di spruzzo ed il piano del terre-

Tab. 5 - Schema riassuntivo dei controlli sulle barre e loro sequenza

n. Controllo	*Parametro*	*Rilievo*		*Macchina motrice*		*Irrorazione*	
		Strumentale	*Visivo*	*Ferma*	*Movimento*	*Si*	*No*
1.1	Assetto barra		•	•	•		•
1.2	Sistema filtri		•	•			•
1.3	Serbatoio		•	•			•
1.4	Tubazioni		•	•		•	
1.5	Antigoccia		•	•		•	
1.6	Compensatore		•	•		•	
1.7	Manometro	•	•	•			•
1.8	Portata ugelli	•		•		•	
1.9	Distribuzione	•		•		•	

Tab. 6 - Schema riassuntivo dei controlli sugli atomizzatori e loro sequenza

n. Controllo	*Parametro*	*Rilievo*		*Macchina motrice*		*Irrorazione*	
		Strumentale	*Visivo*	*Ferma*	*Movimento*	*Si*	*No*
2.1	Sistema filtri		•	•			•
2.2	Serbatoio		•	•			•
2.3	Tubazioni		•	•		•	
2.4	Antigoccia		•	•		•	
2.5	Compensatore		•	•		•	
2.6	Manometro	•	•	•			•
2.7	Portata ugelli	•		•		•	
2.8	Distribuzione	•			•	•	

no e verificando che la differenza tra centro ed estremi della barra non sia superiore a 15 mm per ogni metro di lunghezza della barra stessa.

È inoltre consigliabile valutare visivamente la stabilità, l'assetto della barra e la funzionalità di eventuali sistemi di autolivellamento in condizioni operative.

1.2 Sistema di filtrazione

1.2.1 Adeguatezza

Si esegue controllando sul libretto di istruzioni o su apposite tabelle redatte dai costruttori la dimensione dei fori degli ugelli e quella delle maglie dei filtri. Queste ultime devono risultare caratterizzate da dimensioni via via decrescenti mano a mano che ci si avvicina all'ugello e, in prossimità di questo, essere inferiori a quelle del foro di apertura dell'ugello stesso.

1.2.2 Usura

I filtri devono essere puliti e le maglie non usurate.

1.2.3 Filtro dell'aspirazione della pompa

Al partire almeno dal secondo controllo deve essere presente una valvola che consenta lo smontaggio del filtro a serbatoio pieno.

1.3 Serbatoio

1.3.1 Posizione dell'indicatore del livello del liquido

Verificare se l'indicatore del livello del liquido è leggibile. Questo deve essere possibilmente graduato e leggibile dalla cabina di guida.

1.3.2 Tenuta del coperchio

Non si deve verificare fuoriuscita di liquido dopo aver riempito totalmente il serbatoio e aver inclinato la macchina su un lato. Se non è possibile effettuare questa prova, verificare se il coperchio, o i coperchi del serbatoio sono a tenuta attraverso un controllo visivo.

1.3.3 Valvola di svuotamento

Deve essere possibile svuotare in maniera totale il serbatoio. Verificare inoltre che la valvola per lo svuotamento sia posizionata in modo tale da consentire una facile raccolta del liquido evacuato.

1.3.4 Sistema di agitazione

Verificare se è chiaramente visibile l'agitazione del liquido nel serbatoio (riempito per circa la metà della sua capacità) durante il funzionamento con un regime di rotazione della presa di potenza di 540 giri / min.; verificare inoltre se è presente sedimentazione di formulato sul fondo del serbatoio.

1.4 Tenuta e posizione tubazioni

È necessario verificare che alla pressione massima di esercizio le tubazioni presenti sulla macchina irroratrice ed i relativi raccordi siano perfettamente a tenuta. Inoltre, la loro ubicazione sulla macchina non deve interferire con la distribuzione del liquido, cioè le tubazioni non devono essere investite dal getto del liquido irrorato.

1.5 Antigoccia

Devono essere presenti dei dispositivi antigoccia. Controllare che l'eventuale gocciolamento abbia una durata inferiore a 10 secondi dall'interruzione dell'alimentazione degli ugelli.

1.6 Compensatore idropneumatico

Deve essere assicurata un'adeguata compensazione degli sbalzi di pressione.

Verificare visivamente la funzionalità del compensatore attraverso l'osservazione delle oscillazioni di pressione sull'ago del manometro, sulle tubazione e sui getti.

Se si rileva una pressione insufficiente del compensatore, ripristinarla.

1.7 Manometro

1.7.1 Posizione

Se non visibile dal posto di guida, deve essere posizionato correttamente in occasione del secondo intervento di controllo.

1.7.2 Scala lettura

Max 1 bar fino a 15 bar.

1.7.3 Dimensioni

Diametro minimo 63 mm.

1.7.4 Precisione

La verifica della precisione del manometro della macchina irroratrice deve essere effettuata utilizzando il banco prova, dotato di manometro certi-

Tab. 7 - Scarto massimo tollerato

Pressione manometro (bar)	*Scarto massimo ammesso (%)*	*Errore massimo (bar)*
3	5,0	0,150
6	6,0	0,360
9	7,0	0,630
> 9	7,5	0,675

ficato, con intervallo di lettura di 0,1 bar. Le prove vanno eseguite posizionando la lancetta del manometro della macchina alle pressioni di 3-6-9 bar, e riportando il valore effettivo indicato dal manometro campione.

È consentito utilizzare al posto del manometro certificato un manometro con diametro 100 mm e intervallo di lettura di 1 bar la cui precisione deve essere controllata quotidianamente tramite il manometro certificato. Lo scarto massimo tollerato è indicato nella *tab.* 7.

1.8 Uniformità della portata ugelli

La prova dovrà essere eseguita verificando la portata di tutti gli ugelli presenti sulla barra, con le sezioni tutte aperte e, senza interrompere o modificare le modalità di funzionamento della pompa e del regolatore di pressione.

Nel caso di barre irroratrici dotate di ugelli a polverizzazione meccanica, la prova dovrà essere eseguita alla pressione di 3 bar su tutti gli ugelli presenti sull'irroratrice.

La portata effettiva del singolo ugello andrà confrontata con il valore medio (somma della portata degli ugelli diviso il loro numero): lo scarto tra i due valori dovrà essere inferiore a ±15%.

In alternativa, si può calcolare lo scarto della portata del singolo ugello (ottenuta come media aritmetica della portata globale della barra) rispetto alla portata dell'ugello nuovo, determinata attraverso la sostituzione di almeno un ugello per sezione di barra con un ugello nuovo dello stesso tipo. Lo scarto tra i due valori dovrà essere inferiore al ±15%. È consigliabile indicare all'agricoltore la necessità della sostituzione degli ugelli prima della successiva campagna qualora lo scarto dei valori si avvicini al limite di tolleranza indicato.

Nel caso di polverizzatori pneumatici la prova dovrà essere eseguita operando alla pressione di esercizio di 1,5 bar, con il ventilatore azionato; mentre con gli ugelli centrifughi la verifica dell'uniformità di portata deve essere effettuata alla pressione di 2,0 bar. Con entrambi i tipi di ugello si opererà alle portata ritenuta adeguata all'impiego della macchina secondo gli usi dell'agricoltore.

1.9 Uniformità diagramma di distribuzione

Obiettivo della prova è quello di verificare se risulta possibile ottenere una sufficiente uniformità di distribuzione in senso trasversale all'avanzamento impiegando diverse altezze della barra.

In particolare tale verifica dovrà essere effettuata in prossimità di tutte le sezioni di barra impiegando tutte le serie di ugelli montati sulla barra e operando alla pressione adatta alle condizioni di uso dell'agricoltore. La prova dovrà essere eseguita ad una distanza fra il bordo superiore del banco prova e la punta di spruzzo degli ugelli misurata e riportata nelle note.

2. Metodologia di controllo degli atomizzatori

2.1 Sistema di filtrazione

Procedere come per le barre.

2.2 Serbatoio

Procedere come per le barre.

2.3 Tenuta e posizione tubazioni

Procedere come per le barre.

2.4 Antigoccia

Procedere come per le barre..

2.5 Compensatore idropneumatico

Procedere come per le barre.

2.6 Manometro

2.6.1 Posizione

Procedere come per le barre.

2.6.2 Scala lettura

Max 2 bar fino a 20 bar.

2.6.3 Dimensioni

Come per le barre.

2.6.4 Precisione

Procedere come per le barre, ma verificare alle pressioni di 5-10-15 bar. Lo scarto massimo ammesso è indicato nella *tab.* 8.

2.7 Uniformità della portata degli ugelli

La prova dovrà essere eseguita verificando la portata di tutti gli ugelli presenti sulla macchina i

Tab. 8 - Scarto massimo tollerato

Pressione manometro (bar)	*Scarto massimo ammesso (%)*	*Errore massimo (bar)*
5	5	0,25
10	6	0,6
15	7	1,05
> 15	7,5	1,125

quali devono essere tutti aperti e senza interrompere o modificare le modalità di funzionamento della pompa e del regolatore di pressione.

Nel caso di atomizzatori dotati di ugelli a polverizzazione meccanica, la prova dovrà essere eseguita alla pressione di esercizio di 10 bar su tutti gli ugelli presenti sulla irroratrice.

Nel caso di polverizzatori pneumatici la prova dovrà essere eseguita operando alla pressione di esercizio di 1,5 bar, con il ventilatore azionato; mentre con gli ugelli centrifughi la verifica dell'uniformità di portata deve essere effettuata alla pressione di 2,0 bar. Con entrambi i tipi di ugelli si opererà alla portata ritenuta adeguata all'impiego della macchina. La portata media di ciascun lato può variare al massimo del ± 5%.

2.8 Diagramma di distribuzione verticale

Il diagramma di distribuzione della macchina deve essere rilevato con la macchina a regime, nelle predominanti condizioni operative (regime di rotazione della presa di potenza, numero di ugelli in funzione ecc.). Deve essere controllata l'irrorazione sui due lati, posizionando la macchina in prossimità dei banchi prova o ripetendo la prova per ciascun lato su un solo banco prova.

La prova va eseguita disponendo il banco alla distanza effettiva di lavoro della macchina sulla coltura, per permettere la corretta taratura dell'irroratrice in funzione del sesto d'impianto della coltura.

Per corretta distribuzione verticale si intende quella che assicuri una completa bagnatura della chioma della coltura arborea, ovvero è considerata tarata una macchina il cui diagramma di distribuzione verticale non ecceda di 30 cm i limiti inferiore e superiore della vegetazione. È consigliabile che la forma del diagramma di distribuzione ricalchi il profilo della vegetazione della coltura arborea.

Qualora i limiti costruttivi della macchina non consentano di ottenere la taratura desiderata, deve essere avvertito l'agricoltore ed eventualmente consigliato sulle possibili modifiche da effettuare.

Per la simmetria di distribuzione, le differenze alle varie quote tra lato destro e sinistro deve essere inferiore al 20% su ciascuna quota rilevata.

4. Obiettivi dell'azione di controllo e taratura delle irroratrici agricole

Tab. 9 - Obiettivi dell'azione di controllo e taratura delle irroratrici agricole	
1. Controllo diagnostico periodico come momento formativo	Al controllo diagnostico periodico delle irroratrici è ormai riconosciuta una notevole valenza formativa. Gli agricoltori prendono coscienza delle funzioni della macchina e delle modalità di intervento.
2. Controllo e taratura	Il controllo diagnostico è solo una fase di base che ha il compito di verificare la funzionalità minima accettabile dell'impianto. Ben diversa è la taratura della irroratrice che deve essere fatta separatamente per ogni coltura (e per ogni tipo di trattamento).
3. Definizione dei parametri di taratura	La taratura deve essere fatta considerando • il tipo di coltura • la fase fenologica il sistema di allevamento ed il tipo di trattamento • le condizioni ambientali
4. Banca di riferimento per i parametri di taratura	I suggerimenti sulla taratura che possono essere dati agli agricoltori necessitano quindi di un lavoro preliminare di raccolta di schede tecniche suddivise per coltura e per ambiente
5. Necessità di coordinamento con altre azioni già attive sul territorio	Le indicazioni tecniche devono assolutamente concordarsi con quanto indicato dai *Disciplinari di produzione.* È necessario quindi che tale azione coinvolga in prima persona: • gli osservatori fitopatologici regionali • i tecnici delle associazioni di categoria che "hanno il polso della situazione" e che sono gli unici a poter fornire indicazioni sulle variazioni di tecniche adottate dalle diverse aziende: - tipo si trattamento e di macchina impiegata - dosi e volumi adottati
6. Identificazione dei parametri ottimali di taratura e limiti di tolleranza	Le conoscenza scientifiche acquisite consentono di identificare i volumi ottimali in relazione alle caratteristiche della vegetazione e delle condizioni ambientali e delle tecnologie impiegate. È ovvio che i parametri identificati dovranno avere limiti di tolleranza nei quali l'azienda agricola può adattare le scelte operative.
7. Risorse necessarie	Per tale azione si ha necessità di adeguate risorse finanziarie e naturalmente la disponibilità della collaborazione da parte: • degli osservatori fitopatologici regionali • delle associazioni di categoria.

Il cantiere mobile di controllo fornito dall'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola - ISMA alla Regione Toscana

Marcello Biocca, Daniele Vannucci – ISMA

Il cantiere mobile di controllo fornito dall'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola - ISMA alla Regione Toscana

Marcello Biocca, Daniele Vannucci – ISMA

L'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola, in accordo con l'ARSIA, ha sviluppato e fornito le attrezzature necessarie per l'effettuazione delle verifiche meccaniche e per la taratura delle macchine irroratrici, siano esse barre orizzontali per il trattamento delle colture erbacee e per il diserbo oppure irroratrici a getto portato per le colture arboree (atomizzatori). Tutte le attrezzature si rifanno a criteri progettuali che, accanto alla facilità d'uso e all'affidabilità, assicurano un grado di precisione e ripetibilità adatto ai controlli a cui sono preposte.

Sebbene l'organizzazione dei centri preveda attualmente che i controlli vadano effettuati presso alcune strutture appositamente predisposte, le attrezzature possono essere facilmente smontate e trasportate in centri di momentanei di riunione, al fine di delocalizzare maggiormente il servizio offerto.

Queste attrezzature consistono in:

a) banco prova distribuzione verticale;
b) banco prova distribuzione orizzontale;
c) sistema elettronico per l'acquisizione dei dati;
d) banco per il controllo funzionale dei manometri;
e) attrezzatura per la misura della portata degli ugelli.

Inoltre ciascun centro è dotato di un personal computer portatile, per l'elaborazione e l'immagazzinamento dei dati e una dotazione di attrezzature varie per officina, compreso un compressore da 25 litri e pressione d'esercizio di 10 bar, utile sia per la pulizia di filtri e ugelli sia per il ripristino della pressione nel compensatore idropneumatico delle pompe alternative.

a) Banco verticale (controllo della distribuzione in verticale degli atomizzatori)

Le attrezzature di controllo per la distribuzione in verticale del liquido sono generalmente definite come banchi o pareti verticali. Il loro scopo è quello di imitare in qualche modo la chioma arborea e, attraverso dei captatori di varia foggia e natura, riuscire a campionare il liquido distribuito dalla macchina a diverse altezze prestabilite (Biocca, 2001b; Pessina, 2000)

Questo controllo è di fondamentale importanza perché consente sia di adattare l'irrorazione alla forma della vegetazione da trattare, evitando sprechi e dispersioni nell'ambiente, sia di verificare le asimmetrie del trattamento sul lato destro e sinistro di lavoro dell'atomizzatore, un problema tipico della maggior parte delle irroratrici tradizionali a getto portato, dove la direzione d'uscita del flusso d'aria risente fortemente del senso di rotazione del ventilatore.

Attualmente la tipologia di banchi verticali è molto varia. Per la Toscana si è adottato un sistema di captazione a lamelle verticali, anche in considerazione dei buoni risultati che aveva dato il primo banco realizzato con questo sistema dall'Università di Firenze qualche anno fa (Vieri, 1994). I sistemi con captatori a lamelle presentano dei vantaggi rispetto a quelli pure molto diffusi basati sull'intercettazione tramite vassoi in quanto risentono meno delle interferenze provocate sull'intercettazione dal flusso d'aria generato dall'atomizzatore (Biocca e Grilli, 1999).

Partendo da questa realizzazione l'ISMA ha dapprima sviluppato un banco verticale smontabile e trasportato dall'Unità Mobile della Regione Lazio (un furgone attrezzato per il controllo delle

irroratrici) con lamelle in materiale plastico e raccolta del liquido a sei quote distanti 50 cm. In seguito, data la necessità di ottenere un'attrezzatura più leggera e in grado di campionare con più precisione alle varie altezze, si è realizzata un prototipo con 10 elementi captatori (sempre con lamelle in materiale plastico) distanti 30 cm l'uno dall'altro (Biocca e Grilli, 2000) L'attrezzatura realizzata in collaborazione con l'ARSIA, prende origine da questa struttura ma le lamelle, in questo caso, sono in alluminio

Si tratta di una parete captatrice costituita da 10 batterie di separatori lamellari, con superficie utile di raccolta di cm 50 x 30. Le singole lamelle, in alluminio, disposte verticalmente, sono dotate di un profilo atto ad interrompere il flusso d'aria, separando il liquido trasportato.

Il telaio che sostiene i separatori è di acciaio inox ed è dotata alla base di quattro ruote fisse, in grado di scorrere su dei binari che facilitano l'esatto posizionamento del banco.

Le lamelle sono montate singolarmente su delle ghiere metalliche a pettine, senza essere fissate, in modo da consentire la loro sostituzione. Questi elementi (lamelle e ghiere a pettine) sono tenute insieme da un telaio metallico smontabile con due bulloni a prigioniero. L'insieme degli elementi descritti costituiscono nel complesso una batteria. Le singole batterie sono montate su una struttura metallica smontabile: il loro posizionamento all'altezza desiderata avviene tramite un semplice e rapido meccanismo di aggancio sulla struttura stessa. Il liquido raccolto da ogni singola batteria viene convogliato tramite tubi di plastica siliconica trasparente a dei cilindri graduati. I raccordi dei tubi sono del tipo ad aggancio rapido, che ne consente una facile sostituzione ed eventuale pulizia.

Il posizionamento delle batterie consente una raccolta del liquido, senza soluzione di continuità, da un'altezza di 0,3 m (altezza minima) a 3,30 m, cioè con un campionamento ogni 0,3 m. Questo tipo di posizionamento consente di raccogliere la quantità effettiva di liquido ad ogni altezza campionata.

I cilindri graduati hanno sensori di pressione che inviano i dati ad una centralina di raccolta dati con microprocessore, collegabile via cavo al personal computer.

La prova si svolge facendo passare l'irroratrice a bassa velocità davanti al banco, all'effettiva distanza di lavoro indicata dall'agricoltore.

b) Banco prova orizzontale

Questa attrezzatura serve per stabilire la giusta altezza della barra (quella che consente la corretta sovrapposizione dei getti degli ugelli) e per verificare che la distribuzione sia omogenea su tutta la superficie trattata (Biocca, 2001c). Si tratta di un controllo più semplice di quello della distribuzione in verticale, in quanto l'obiettivo che si intende raggiungere è sempre quello dell'omogeneità trasversale di bagnatura, mentre, per la chioma delle piante arboree, la distribuzione ottimale implica alcune assunzioni teoriche, peraltro ancora non definitivamente assunte in maniera sperimentale (AA.VV., 2002), sulla forma del diagramma di distribuzione in relazione alla forma della vegetazione della pianta

Lo schema costruttivo generale prevede una serie di canalette affiancate, con fondo leggermente inclinato e bordo divisorio sottile. Le canalette, che rappresentano l'elemento captatore del banco, ripartiscono il getto degli ugelli e convogliano l'acqua in contenitori posti al termine delle canalette stesse.

L'attrezzatura sviluppata dall'ISMA si rifà a questo schema e consiste di un banco di dimensioni 75 x 150 cm, in grado di scorrere lungo una rotaia (di cui sono stati forniti 12 m) attraverso un sistema di piccole ruote. La larghezza delle canalette è di 50 mm e quindi il banchetto dispone di 15 provette per la raccolta del liquido. Tutta la struttura è in alluminio.

La profondità delle canalette, che serve per evitare che le gocce rimbalzino nelle canalette adiacenti, il bordo della canaletta stessa, che è inferiore ai tre millimetri e le dimensioni orizzontali trasversali (rispetto alla barra), permettono una completa cattura del liquido con tutti i tipi di ugelli. Inoltre l'interno delle canalette è dotato di un profilo non rettilineo che, oltre a favorire la cattura del liquido, conferisce maggiore rigidità alla struttura.

c) Sistema elettronico per l'acquisizione dei dati

I dati ottenuti dai banchi prova possono essere acquisiti attraverso 15 provette in plexiglass da 250 cc, sensibilizzate mediante un sensore a pressione raccordato tramite un tubicino posto sul fondo del cilindro graduato stesso. Le provette sono incernierate in modo da permettere il loro rapido svuotamento. Nel caso in cui il sistema venga impiegato per il banco verticale, si impiegheranno naturalmente solo le primi dieci provette.

La parte elettronica è racchiusa in un contenitore

stagno ed è collegata tramite un connettore multipolare attraverso il quale avviene sia la trasmissione dei dati che l'alimentazione. Tramite un cavo di 12 m, il sistema di acquisizione viene collegato ad una centralina di comando a microprocessore che raccoglie fino a 496 dati numerici derivanti da una serie di misure, scaricabili successivamente sul personal computer tramite porta seriale. La centralina è dotata di un piccolo display a cristalli liquidi, un interruttore e dei tasti funzione ed è alimentata a 12 Vcc.

d) Banco per il controllo della precisione del manometro

Il manometro viene sottoposto a diversi controlli, riguardanti la sua dimensione, la visibilità, la divisione della scala di lettura e la precisione. Questo ultimo controllo, l'unico che richiede uno strumento, viene fatto per comparazione con un manometro di riferimento certificato e necessita di un banco di prova, consistente in un circuito idraulico (ad olio o acqua) che viene messo in pressione manualmente tramite un pistone.

L'attrezzatura consiste quindi in un torchietto montato sullo stesso banchetto che porta i flussometri per il controllo della portata. I manometri sono collegabili al circuito tramite attacchi rapidi. Il manometro di precisione in bagno di glicerina, certificato di classe di precisione Kl 0,2, ha diametro di 100 mm e intervallo di lettura di 0,1 mm, con fondo scala di 40 bar.

e) Attrezzatura per il controllo della portata degli ugelli

Un fondamentale controllo è quello relativo alla portata degli ugelli che, con l'usura e per le caratteristiche del circuito idraulico della macchina, possono variare la loro portata nel tempo.

Il controllo si può fare molto semplicemente misurando la quantità di liquido raccolta in un tempo noto, oppure, leggendo il valore della portata direttamente con un flussimetro. Sul banchetto prova sono quindi montati otto flussometri con portata acqua da 0,5 a 8 litri / min e intervallo di lettura di 0,05 litri / min, che vengono collegati agli ugelli mediante tubi trasparenti in plastica siliconica e pinze captatrici che servono per il posizionamento veloce su un gran numero di ugelli presenti in commercio.

Fig. 1 - Prove di confronto di pareti captatrici presso l'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola ISMA

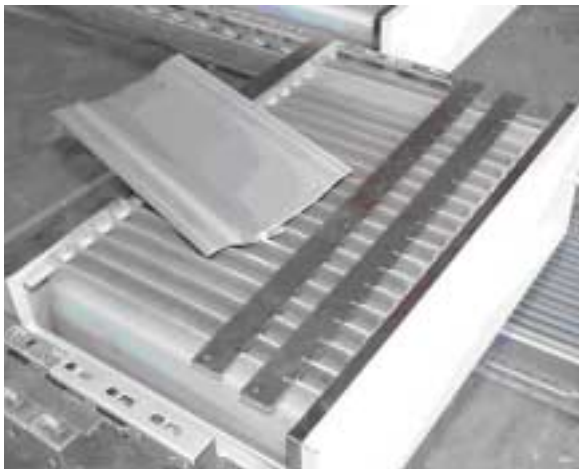


Fig. 2 - Elementi captatori del banco principale

Fig. 3 - Operazioni di controllo della distribuzione mediante una parete captatrice a lamelle verticali

Bibliografia

AA.VV. (2002) - *Ottimizzazione della regolazione delle macchine per i trattamenti fitosanitari alla coltura della vite, finalizzata alla riduzione dell'impiego del prodotto fitoiatrico e dell'impatto ambientale.* A cura di P. BALSARI. Fiera di Verona, 7 marzo 2002. pp. 207.

BIOCCA M. (2001a) - *Efficienza della distribuzione dei fitofarmaci: una premessa per la riduzione dell'impatto ambientale in agricoltura.* Ambiente Risorse Salute, 20, 81: 40-44.

BIOCCA M. (2001b) - *Attrezzature per il controllo dell'efficienza distributiva delle irroratrici. Parte I.* Mondo Macchina, 10, 1: 34-38.

BIOCCA M. (2001c) - *Attrezzature per il controllo dell'efficienza distributiva delle irroratrici. Parte II.* Mondo macchina, 10, 2: 50-53.

BIOCCA M., GRILLI R. (1999) - *Prestazioni di captatori per la verifica della distribuzione in verticale delle irroratrici per le colture arboree.* Atti del Convegno AIA "Innovazione tecnologica per l'agricoltura di precisione e la qualità produttiva" Torino, giugno 1999, pp. 495-500.

BIOCCA M., GRILLI R. (2000) - *Valutazione della distribuzione in verticale di irroratrici tramite pareti captatrici di nuova concezione.* Atti del Convegno internazionale "Produzioni alimentari e qualità della vita", Sassari 4-8 settembre 2000, pp. 263-269.

BIOCCA M., VANNUCCI D. (2000) - *Verso un servizio di controllo obbligatorio delle macchine irroratrici usate.* L'Informatore Agrario. Supplemento 56, 20: 15-18.

BIOCCA M., BASSO C. [*in corso di pubblicazione*] - *Controllo e taratura delle macchine irroratrici attraverso l'impiego di un'Unità Mobile.* Mondo Macchina.

DONATI P. (2002) - *Controllo e taratura delle macchine irroratrici.* L'Informatore Agrario, Supplemento 58, 25: 21-25

PESSINA D. (2000) - *Attrezzature per la verifica funzionale delle macchine irroratrici.* L'Informatore Agrario, Supplemento 56, 20: 5-13.

VANNUCCI D., BIOCCA M. (2000) - *Il controllo dell'efficienza distributiva delle macchine per la distribuzione dei fitofarmaci: presupposti per un servizio.* Agricoltura e Ricerca, 186: 23-28.

VIERI M. (1994) - *Il servizio di controllo e taratura delle macchine irroratrici in Toscana.* Notiziario Tecnico ERSO, 45: 90-98.

I banchi prova sono utili per la taratura delle macchine irroratrici impiegate nei vigneti?

I risultati di un programma cofinanziato MIUR 40%

Paolo Balsari, Gianfranco Pergher, Marco Vieri, Giorgio Ade, Pasquale Guarella, Gennaro Giametta, Giacomo Blandini

arsia

I banchi prova sono utili per la taratura delle macchine irroratrici impiegate nei vigneti?

I risultati di un programma cofinanziato MIUR 40%

P. Balsari, G. Pergher, M. Vieri, G. Ade, P. Guarella, G. Giametta, G. Blandini

1. Introduzione

La taratura (o perfetta messa a punto e regolazione) delle irroratrici agricole costituisce, come noto, uno degli interventi più importanti per garantire sia una buona efficacia dei trattamenti antiparassitari, sia anche il contenimento sostanziale degli effetti negativi sull'ambiente, generata da quest'operazione e, in particolare, delle perdite di distribuzione. Pergher e Gubiani (1995) e Balsari e Tamagnone (1998) hanno dimostrato, ad esempio, come queste ultime, intese come la percentuale di principio attivo che non raggiunge il bersaglio (chioma o frutti), possano facilmente rappresentare, in trattamenti antiparassitari alla vite, il 45% - 65% e oltre della dose distribuita. Salyani e Cromwell (1992) hanno rilevato dispersioni di p.a. elevate in conseguenza di deriva aerea (airborne drift) delle goccioline, fino a distanze di centinaia di metri dal punto d'applicazione.

Altri interventi indispensabili in questo settore sono quelli legati alla sensibilizzazione e alla corretta informazione degli operatori, soprattutto per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei trattamenti e la protezione degli operatori stessi da danni di tipo chimico (esposizione ai fitofarmaci) o meccanico (rispetto delle misure di sicurezza previste per l'impiego delle macchine).

In molti Paesi europei, questi interventi si sono concretizzati attraverso l'istituzione dei cosiddetti "Centri prova", finalizzati al controllo funzionale delle irroratrici, il cui funzionamento è regolato da apposite normative.

In particolare, attualmente il controllo funzionale delle irroratrici è attuato in 14 Paesi europei, in nove dei quali è stato reso obbligatorio mediante specifiche leggi nazionali o regionali (Ganzelmeier e Rietz, 1998; Balsari, 1998). In Italia, pur mancando una regolamentazione ufficiale, si stima operino almeno 30 centri di questo tipo, ma il loro numero è in rapido aumento anche in seguito all'attivazione di programmi specifici (Misura 4 del programma interregionale "Agricoltura e qualità" del Ministero delle P.A., che prevede il raggiungimento di circa 70 Centri prova alla fine di quest'anno). L'importanza di questo tipo di iniziativa è enorme in termini di sensibilizzazione degli agricoltori (ma anche delle ditte costruttrici delle macchine irroratrici) sul problema dell'inquinamento connesso con i trattamenti, della sicurezza dell'operatore e dei possibili risparmi di prodotto fitoiatrico. Occorre, peraltro, un maggiore impegno da parte delle Istituzioni scientifiche per far sì che i metodi di controllo e taratura e le relative attrezzature impiegate dai Centri prova non solo risultino tecnicamente corretti e funzionali agli obiettivi sopra riportati, ma siano anche supportati da adeguate basi scientifiche e sperimentali.

2. Miglioramento dei metodi di regolazione delle irroratrici

I controlli eseguiti dai Centri prova comprendono una verifica della funzionalità complessiva della macchina irroratrice (circuito idraulico, tubazioni, sistema di agitazione, regolatore di pressione ecc.) e rilievi specifici atti a controllare la precisione del manometro, la portata della pompa, la portata agli ugelli, eventuali perdite di carico ecc., nonché il profilo di distribuzione.

Quest'ultimo rilievo viene effettuato mediante specifiche attrezzature note come "banchi prova" o "pareti captanti". Nel caso delle irroratrici per colture erbacee, a barra orizzontale, la verifica è relativamente semplice in quanto si tratta di otte-

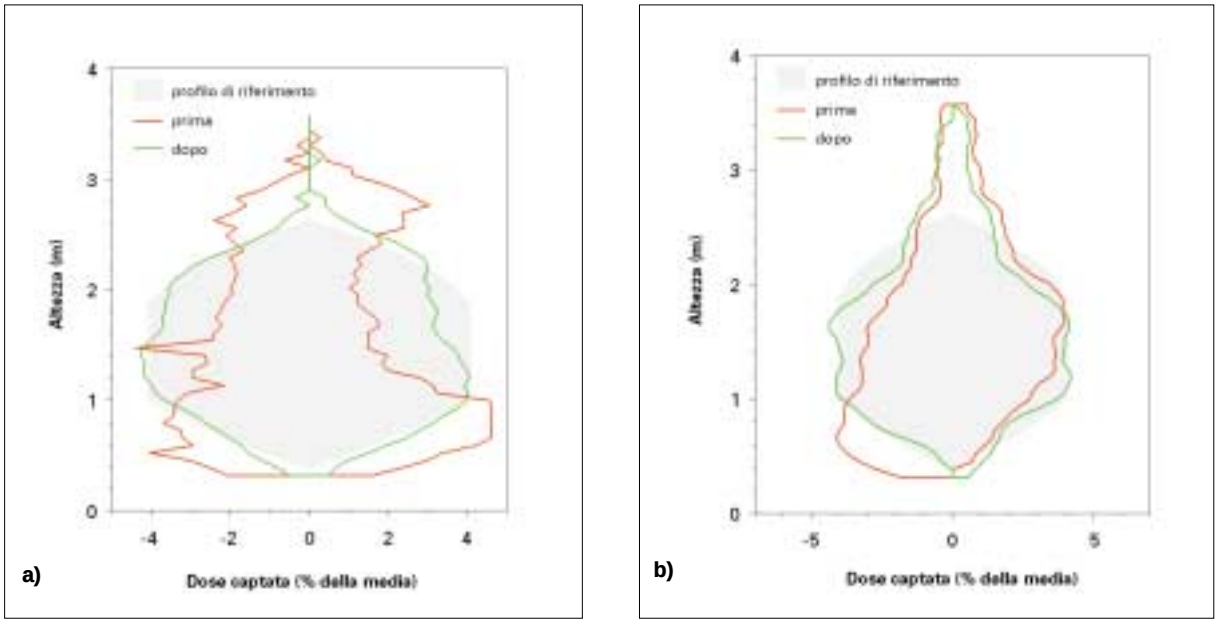


Fig. 1 - I banchi prova possono essere utilizzati a fini "diagnostici". Ad esempio una distribuzione verticale irregolare è indizio di ugelli mal funzionanti o mal direzionati (a); una distribuzione asimmetrica (b) è sintomo di una cattiva distribuzione dell'aria sui due lati della macchina (tipica di irroratrici con ventole assiali prive di raddrizzatori)

nere sul banco prova, in questo caso di tipo orizzontale, un diagramma di distribuzione il più possibile omogeneo e, quindi, tale da garantire un'uniforme distribuzione della miscela sul bersaglio costituito dal terreno nudo o dalla vegetazione.

Nel caso delle irroratrici per colture arboree, inclusi i vigneti a spalliera o assimilabili, si utilizzano invece diversi tipi di "pareti captanti verticali" (a vassoi, a lamelle ecc.). Queste attrezzature sono utili a fini "diagnostici": ad esempio, una distribuzione verticale irregolare indica la presenza di ugelli mal funzionanti o mal direzionati (*fig.* 1a), mentre una distribuzione asimmetrica (*fig.* 1b) può indicare la presenza di una cattiva distribuzione dell'aria sui due lati della macchina (tipica di irroratrici con ventole assiali prive di contropale o altri dispositivi raddrizzatori). La distribuzione verticale del liquido erogato dovrebbe, inoltre, corrispondere alla "forma della chioma" o comunque alla distribuzione spaziale della vegetazione. Al fine di tenere conto di questi ultimi aspetti, alcuni metodi di regolazione (Lind, 1989) prevedono lo svolgimento delle seguenti fasi:

a) definizione di un "profilo di distribuzione della vegetazione" da trattare, variabile a seconda della specie coltivata, della forma di allevamento, dello stadio vegetativo e altri fattori;

b) misura del "profilo di distribuzione del liquido" effettivamente erogato dall'irroratrice;

c) regolazione dell'irroratrice (mediante apertura o chiusura di ugelli, modifica del loro orientamento, l'inclinazione dei deflettori dell'aria ecc.) in modo da fare coincidere il secondo profilo con il primo.

Va, tuttavia, rilevato che l'efficacia di tale procedura di taratura delle macchine irroratrici è stata messa in dubbio da alcune sperimentazioni condotte all'estero (Schmidt e Koch, 1995). Anche per questo motivo, il controllo della distribuzione verticale con le pareti artificiali non viene effettuato in Germania e nei Paesi scandinavi. Inoltre, non vi è un generale accordo, sia su quali siano, o come vadano definiti, i profili obiettivo ottimali per ogni coltura, sia sulle modalità secondo le quali giungere alla loro conformazione.

Infine, non è ancora stato sufficientemente chiarito quali debbano essere le caratteristiche costruttive minime dell'attrezzatura captante impiegata, tenuto conto anche del grande numero di modelli attualmente in uso e delle notevoli differenze di prezzo (con rapporti anche dell'ordine di 1 a 20) fra un modello e l'altro.

3. Il programma di ricerca MIUR

Per cercare di dare delle risposte rigorosamente scientifica a tali quesiti, si è costituito nel 1999 un gruppo di lavoro formato da 7 unità operative appartenenti ad altrettante Università (Torino,

Udine, Bologna, Firenze, Bari, Reggio Calabria e Catania), sotto la direzione del prof. Paolo Balsari dell'Università di Torino.

Il programma di ricerca, finanziato dal MIUR e di durata biennale (1999-2001), aveva come obiettivo l'*Ottimizzazione della regolazione delle macchine per i trattamenti fitosanitari alla coltura della vite, finalizzata alla riduzione dell'impiego del prodotto fitoiatrico e dell'impatto ambientale.* Ciò allo scopo di contribuire in maniera efficace alla riduzione dell'inquinamento ambientale prodotto dai trattamenti fitosanitari, attraverso:

- una migliore conoscenza del rapporto macchina-pianta, in particolare nel caso delle colture arboree;
- il miglioramento dei metodi e dei criteri per la regolazione delle macchine, in particolare a livello delle procedure adottate dai Centri di taratura che si vanno sempre più diffondendo anche nel nostro Paese.

Obiettivi collegati erano anche:

a) il raggiungimento di una maggiore collaborazione ed integrazione fra il mondo della ricerca che opera in questo settore specifico:

b) l'uniformazione delle metodologie utilizzate per la determinazione dei profili vegetativi e per la quantificazione delle perdite per deriva di prodotti fitosanitari nell'ambiente circostante;

c) la trasmissione delle informazioni acquisite nel corso della ricerca agli utenti (tecnici e agricoltori) e alle strutture intermedie (Centri taratura macchine irroratrici).

L'attività condotta ha riguardato sia prove di campo, che hanno visto coinvolte le Unità operative di Torino, Udine, Firenze, Bari, Reggio Calabria e Catania, sia prove di laboratorio, svolte a cura dell'Unità operativa di Bologna. In particolare, nel primo anno (2000), le prove di campo hanno avuto lo scopo di analizzare la correlazione esistente fra i depositi sulla vegetazione e i profili di distribuzione ottenibili mediante vari tipi di banchi prova verticali. Dopo aver accertato l'esistenza di un sufficiente grado di correlazione fra questi due parametri, nel secondo anno (2001) le varie unità operative hanno cercato di individuare quali fossero i principali parametri da utilizzare come riferimento nell'effettuare la taratura della macchina irroratrice impiegando la parete captante. Ciò anche al fine di definire la tipologia di taratura in grado di fornire i maggiori e più uniformi depositi di prodotto sulla vegetazione.

Le prove di laboratorio sono state, invece, condotte con lo scopo di valutare sotto l'aspetto qualitativo le diverse pareti captanti artificiali oggi presenti sul mercato. Ciò attraverso la determinazione, sia delle percentuali di liquido raccolte rispetto a quelle distribuite dalla macchina irroratrice, sia dell'effetto della variazione dei principali parametri operativi (tipo di polverizzazione, volume d'acqua, velocità dell'aria, distanza dell'irroratrice dal banco ecc.) sul risultato ottenuto (profilo di distribuzione).

4. Correlazione fra i profili di distribuzione verticale e i depositi sulla vegetazione. Le prove del primo anno

In questa fase, tutte le unità operative coinvolte hanno utilizzato un'irroratrice ad aeroconvezione (trainata o portata), rappresentativa delle attrezzature prevalentemente utilizzate in Italia per i trattamenti alla vite (*tab.* 1, colonna 2). Tutte le macchine avevano ventilatore a flusso assiale e ugelli idraulici disposti a raggiera, ed erano prive di dispositivi correttori dei flussi d'aria quali deflettori o contropale.

Ciascuna Unità operativa ha regolato la propria irroratrice in maniera tale da ottenere tre differenti profili di distribuzione verticale su un proprio

Tab. 1 - Macchine irroratrici, banchi prova e parametri di regolazione utilizzati dalle Unità operative

U.O.	*Irroratrice*	*Banco prova*	*Parametri di regolazione degli ugelli*
Torino	Dragone Athos 800	a vassoi (DEIAFA-MIBO)	numero, posizione, dimensione
Udine	Agricolmeccanica mod. Friuli 600	a lamelle orizzontali	numero, inclinazione
Firenze	Nobili mod. 75400P	a lamelle verticali (DIAF, Università di Firenze)	posizione sulla barra
Bari	Agritalia Compact 600	per tendone (IMA, Università di Bari)	numero, posizione, inclinazione, dimensione
Catania	Nobili mod. 75400P	a vassoi (DEIAFA-MIBO)	numero, posizione, inclinazione
Reggio Calabria	Agrospray special 300	a vassoi rettangolari inclinati (STAFA, Università di Reggio Calabria)	numero, posizione

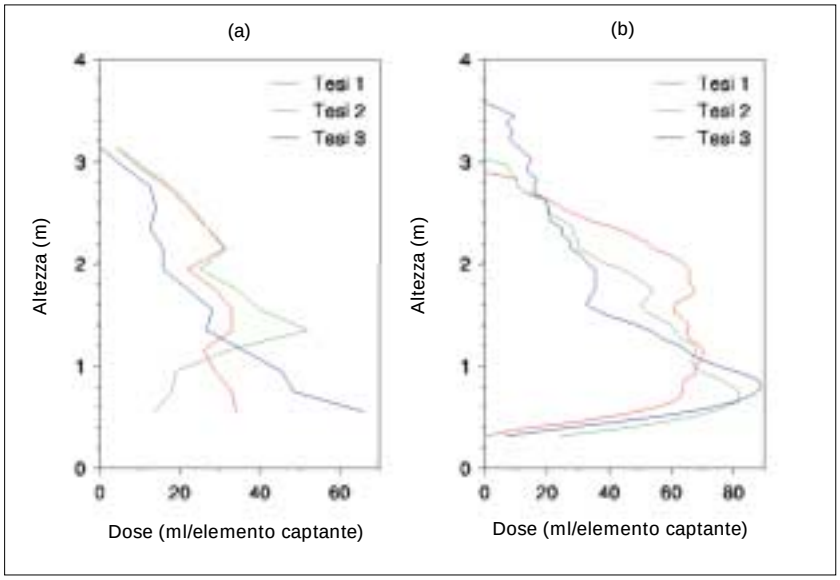


Fig. 2 - Esempi di profili di distribuzione:
(a) rilevati con banco a vassoi;
(b) rilevati con banco a lamelle orizzontali

banco prova. I banchi utilizzati rappresentavano sostanzialmente quelli più diffusi in Italia, ed includevano modelli sia a vassoi, sia a lamelle (*tab.* 1, colonna 2). Le diverse regolazioni potevano essere ottenute variando uno o più parametri relativi agli ugelli, quali il loro numero, l'inclinazione, la posizione sulla barra o il diametro del foro di uscita. Lo scopo non era tanto di ottenere profili ottimizzati, quanto essenzialmente di produrre profili diversi (*fig.* 2), per verificarne poi il risultato in campo.

Le prove di campo sono state effettuate su differenti forme di allevamento, in due diversi stadi vegetativi (tre per l'Unità operativa di Firenze, *tab.* 2). Per analizzare meglio la correlazione fra la regolazione della macchina, il profilo di distribuzione e i depositi sulla vegetazione, si è eseguito un solo passaggio lungo il filare campione, trattandolo solamente con il lato destro dell'irroratrice, ed effettuando da 3 a 6 ripetizioni randomizzate per tesi. Dopo il trattamento, sono stati prelevati campioni di foglie a diverse altezze sulla chioma, e in diverse posizioni rispetto al filare, ossia sul lato più vicino alla macchina, all'interno della chioma (solo nel caso dell'Unità operativa di Udine, che operava su una chioma particolarmente densa), sul lato opposto del filare e, in qualche caso, anche sul filare adiacente (Unità operativa di Firenze). L'analisi dei depositi fogliari è stata effettuata mediante analisi spettrofotometrica della concentrazione di coloranti alimentari, usati come traccianti, ed ha permesso di determinare il deposito medio per foglia, espresso in $\mu l/cm^2$ di superficie, su circa 120- 240 foglie per tesi.

Come in parte già accennato, lo scopo di que-

Tab. 2 - Forme di allevamento e altri parametri relativi alle prove di campo

U.O.	*Forma di allevamento*	*Interfila, (m)*	*Stadi vegetativi*	*Volume (l/ha)*	*Velocità (km/h)*
Torino	Guyot	2.8	Allegagione	310	4.8
			Invaiatura	310	4.8
Udine	Casarsa	3	Inizio fioritura	538	6,5
			Allegagione	839	6,5
Firenze	Cordone speronato	1.8	Fioritura	125	5
			Allegagione	250	5
			Accrescimento acini	250	5
Bari	Tendone	2.3	Fioritura	583 - 602	7.5 - 8.0
			Maturazione	578 - 604	3.7 - 8.6
Catania	Cordone speronato	2	Fine allegagione	1680	3
			Maturazione	2120	3
Reggio Calabria	Alberello	2	Fine allegagione	1167 - 2333	1.8
			Accrescimento acini	1500 - 3000	1.8

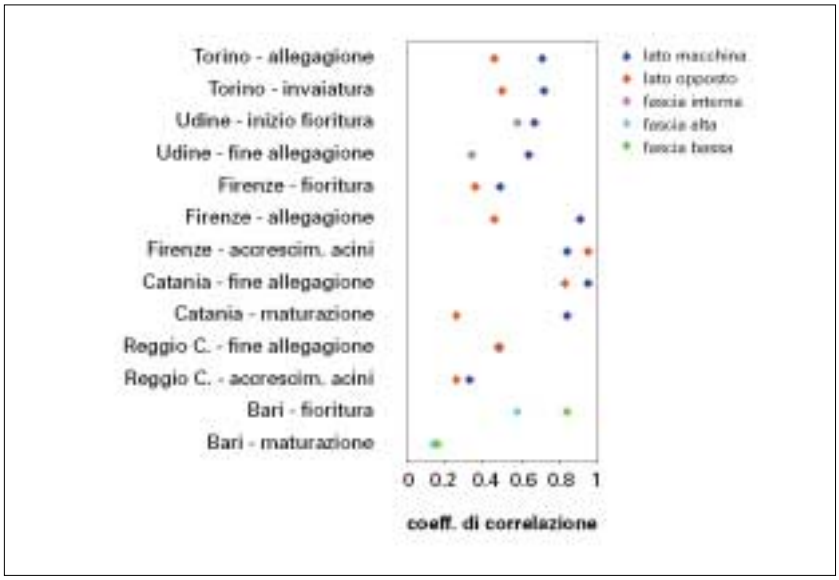


Fig. 3 - Correlazione fra depositi sulla vegetazione, rilevati in diverse posizioni sulla chioma, e i depositi medi, rilevati nella stessa fascia d'altezza con le pareti captanti

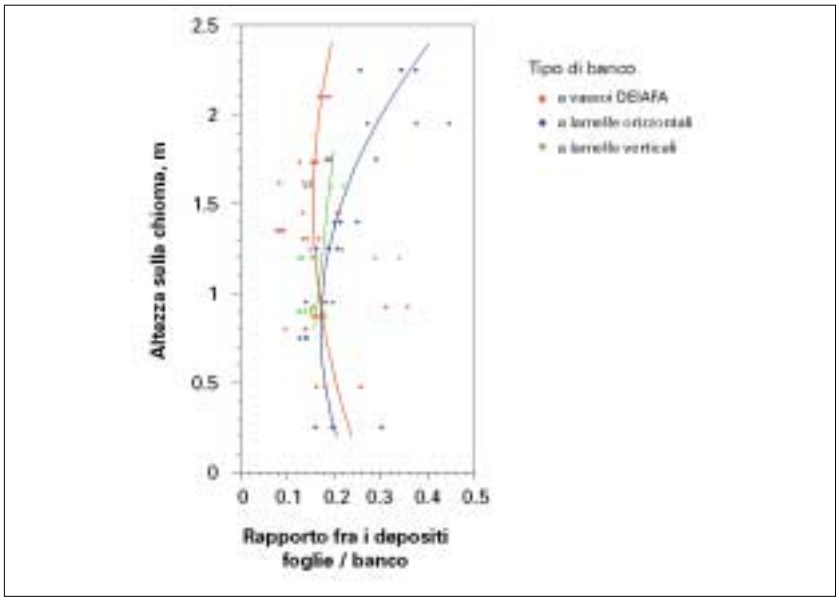


Fig. 4 - Andamento del rapporto tra i depositi fogliari e le dosi captate da diversi tipi di banchi prova, in funzione dell'altezza da terra. I punti rappresentano i dati sperimentali raccolti dalle diverse Unità operative; le curve l'andamento medio

sta prima serie di prove era quello di verificare se e in che misura e con quale ripetitività nei diversi stadi vegetativi, ad una dose elevata rilevata sul banco prova ad una certa altezza da terra, corrispondeva un deposito altrettanto elevato sulla vegetazione alla medesima altezza. Si è voluto anche analizzare la correlazione fra i depositi fogliari e la velocità dell'aria erogata dall'irroratrice, nonché fra velocità dell'aria e deposito sul banco prova.

In tutte le tesi si è riscontrata una correlazione di segno positivo tra i depositi fogliari e quelli sui banchi *(fig.* 3), anche se in molti casi i valori del coefficiente di correlazione non sono risultati molto elevati. In generale, e come era da attendersi, si è riscontrata una migliore correlazione fra questi due parametri nella fascia di vegetazione più vicina alla macchina (lato macchina) rispetto al lato opposto del filare, oppure all'interno della chioma. Inoltre, i vigneti con interfilari più stretti (Unità operativa di Firenze e Catania) hanno fornito correlazioni migliori, come, peraltro, le prove condotte negli stadi vegetativi precoci, caratterizzati da minore spessore della chioma. Nel caso dei vigneti a tendone (Unità operativa di Bari), invece, la correlazione è apparsa significativa solo in corrispondenza dello stadio vegetativo di fioritura.

Inoltre, è stato calcolato il rapporto fra i depositi sulla vegetazione e quelli sul banco, espressi rispettivamente in $\mu l / cm^2$ di superficie fogliare, e

Tab. 3 - Criteri di regolazione dell'irroratrice adottati dalle diverse Unità operative

Unità Operativa	*Criterio 1*	*Criterio 2*	*Criterio 3*
Torino	aziendale	sup. fogliare per fasce	geometrico
Udine	geometrico	geometrico corretto	aziendale
Firenze	sup. fogliare per fasce	geometrico corretto	geometrico
Bari	aziendale	geometrico	sup. fogliare per fasce
Reggio Calabria	aziendale	geometrico	geometrico corretto
Catania	aziendale	geometrico	sup. fogliare per fasce

in µl / cm^2 di sezione captante. I valori rilevati sono risultati molto simili per tutte le unità operative e indipendentemente dalle forme di allevamento, stadi vegetativi e tipologia di banco. Essi risultano, inoltre, relativamente costanti a tutte le altezze di captazione, con l'eccezione del banco a parete lamellare (si veda la *fig.* 4, dove sono riportati a titolo d'esempio i dati relativi ai depositi fogliari sul lato macchina), per il quale, nella fascia d'altezza sopra 1.5 m, si riscontrano sulla vegetazione depositi relativamente più alti rispetto a quelli misurati sul banco. Ciò potrebbe significare una ridotta efficienza di captazione di questa tipologia di banco alle altezze maggiori quando si opera con sistemi di polverizzazione e distribuzione simili a quelli della tipologia di macchina irroratrice oggetto delle prove.

Le correlazioni fra la velocità dell'aria erogata dalla ventola e i depositi fogliari non sono, invece, risultate significative. Inoltre, non sempre, ad un'elevata portata d'aria è corrisposto un incremento della penetrazione del prodotto all'interno della vegetazione.

In conclusione, i risultati ottenuti in questa prima fase della ricerca hanno evidenziato che i profili di distribuzione misurati sui banchi prova sono solo parzialmente riproducibili sulla vegetazione. Il grado di correlazione riscontrato non è risultata, infatti, sufficiente per affermare che in tutte le situazioni operative il banco prova può essere utilizzato per una regolazione specifica dell'irroratrice in funzione della forma di allevamento. L'approfondimento di questo aspetto (in pratica: di quanto migliora la distribuzione in campo dopo aver tarato la macchina con la parete artificiale? qual è il profilo ottimale per ogni diversa forma di allevamento della vite?) ha pertanto riguardato il principale tema di ricerca del secondo anno dell'attività.

5. Verifica in campo dei profili di distribuzione ottimizzati. Le prove del secondo anno

Il tipo di irroratrice utilizzata (ad aeroconvezione, trainata o portata), la metodologia di esecuzione delle prove in campo (due differenti stadi vegetativi per ogni Unità operativa, variabili dalla fioritura allo stadio di acini molli, nel periodo compreso fra i mesi di maggio e agosto), il numero di ripetizioni (almeno 3 per ogni Unità operativa, secondo lo schema a blocchi randomizzati), il campionamento delle foglie (su almeno tre fasce d'altezza e due livelli di profondità) e l'analisi dei dati sono rimasti sostanzialmente invariati rispetto al primo anno. I criteri di regolazione dell'irroratrice (tre per ogni Unità operativa) sono, invece, stati quelli riportati in *tab.* 3.

In particolare, per criterio aziendale si intende una regolazione eseguita direttamente in campo senza l'ausilio del banco sulla base dell'esperienza e della tradizione dell'agricoltore. Nel caso del criterio di taratura sulla base della superficie fogliare per fasce è stata, invece, adottata la regolazione dell'irroratrice in grado di fornire al banco prova il profilo di captazione più simile alla distribuzione in altezza (o in orizzontale, nel caso del tendone) della superficie fogliare della vegetazione. Con la taratura secondo il criterio geometrico si è cercato di ottenere un profilo che approssima la distribuzione in altezza (o in orizzontale, nel caso del tendone) dello spessore della vegetazione, misurato orizzontalmente (verticalmente, nel caso del tendone). Infine, con il criterio geometrico corretto, si è tenuto conto dei percorsi teorici inclinati, all'interno della vegetazione, dei filetti fluidi erogati dall'irroratrice. Un esempio delle modalità secondo le quali sono stati effettuati i rilievi sulla vegetazione è riportato nelle *figg.* 5 e 6, relative alle Unità operative di Firenze e di Bari, rispettivamente nel caso del cordone speronato e del tendone.

In sintesi, si è cercato, per tutte le regolazioni effettuate con l'ausilio della parete artificiale, di

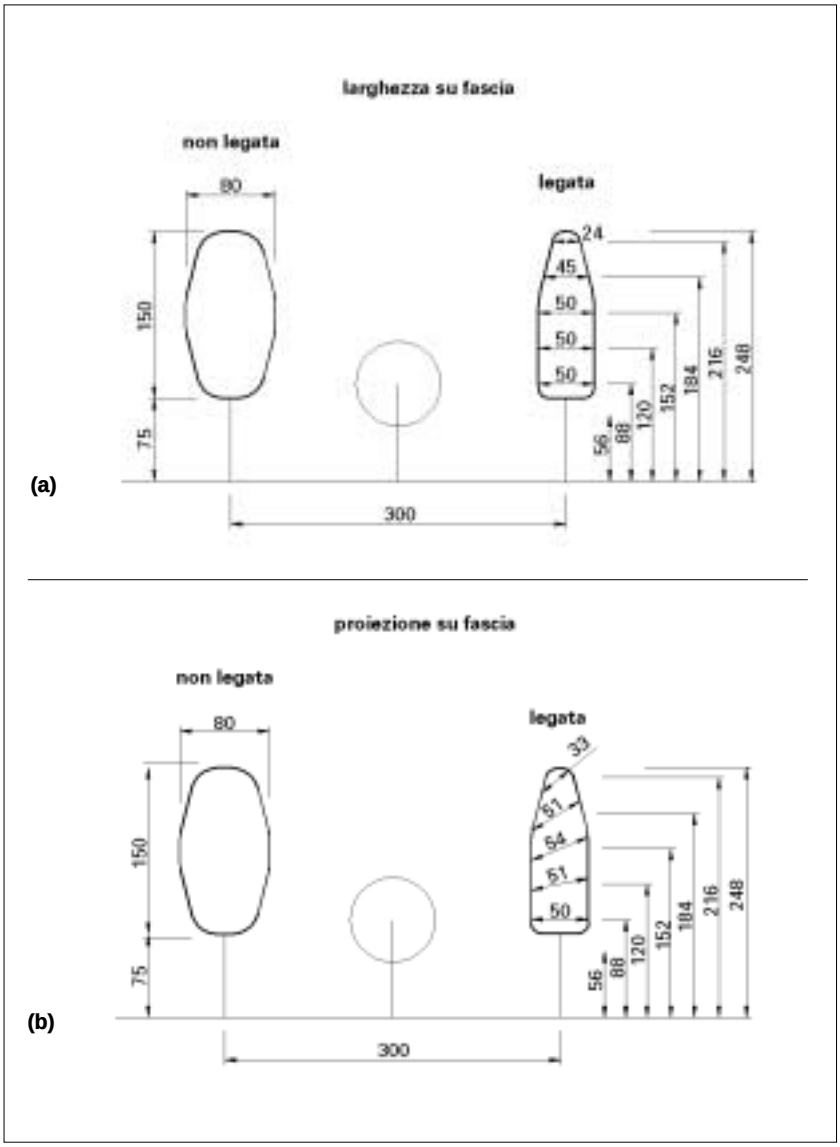


Fig. 5 - Esempio di rilievi sulla chioma per la regolazione dell'irroratrice sulla base del criterio geometrico (a) e geometrico corretto (b) (dimensioni in centimetri)

suddividere la parete fogliare del vigneto oggetto del trattamento in un conveniente numero di segmenti di uguale ampiezza (almeno tre), di valutarne la superficie fogliare e lo spessore (geometrico o corretto) e di ottenere al banco, nelle corrispondenti fasce, una quantità di prodotto captata approssimativamente proporzionale rispettivamente alla superficie fogliare per fasce, allo spessore geometrico e allo spessore geometrico corretto. Per ottenere tali risultati, ciascuna Unità operativa è intervenuta su numero, posizione, inclinazione e diametro del foro d'uscita degli ugelli aperti delle macchine irroratrici. Nella *fig.* 7, relative all'Unità operativa di Udine, sono riportati due esempi di profili di regolazione.

Va, tuttavia, sottolineato che non risulta affatto semplice ottenere esattamente il profilo obiettivo, specie se quest'ultimo e di forma rettangolare come ad esempio quello basato sulla geometria della chioma delle forme di allevamento in parete. Spesso

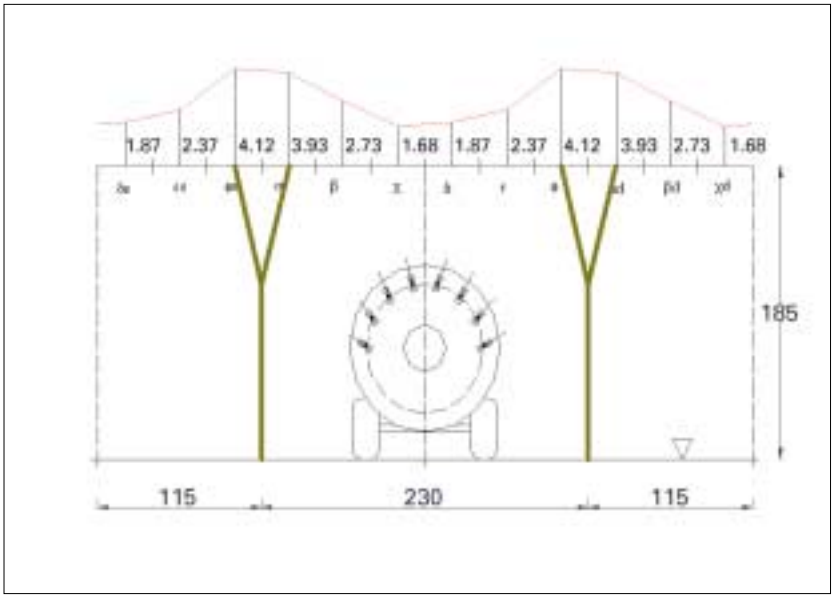


Fig. 6 - Esempio di rilievo della superficie fogliare (m^2/m^2) in un tendone. Dati a inizio maturazione

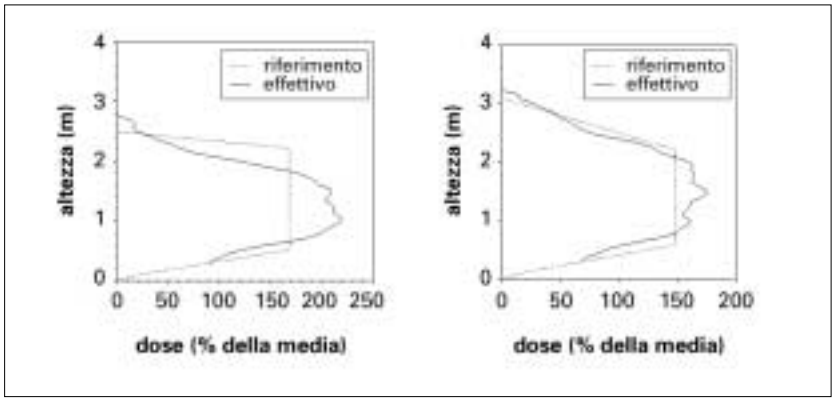


Fig. 7 - Esempio di regolazione dell'irroratrice sulla base del profilo geometrico (sinistra) e geometrico corretto (destra)

è, pertanto, necessario accontentarsi di raggiungere profili simili a quelli obiettivo cercando comunque di evitare la formazione di "buchi" all'interno del profilo stesso e di non oltrepassare eccessivamente gli estremi superiori ed inferiori del profilo obiettivo per evitare di originare eccessive perdite di prodotto per deriva verso l'alto o verso il basso.

Per rendere confrontabili fra di loro i risultati ottenuti, tutti i depositi fogliari sono stati normalizzati ad uno stesso volume di 500 l/ha, mentre per valutare la qualità complessiva della distribuzione delle diverse modalità di taratura della macchina irroratrice messe a confronto, sono stati considerati tre parametri: il deposito medio complessivo sulla vegetazione ottenuto con ciascuna regolazione della macchina irroratrice, l'uniformità di distribuzione, valutata attraverso la determinazione del coefficiente di variazione (CV) dei depositi

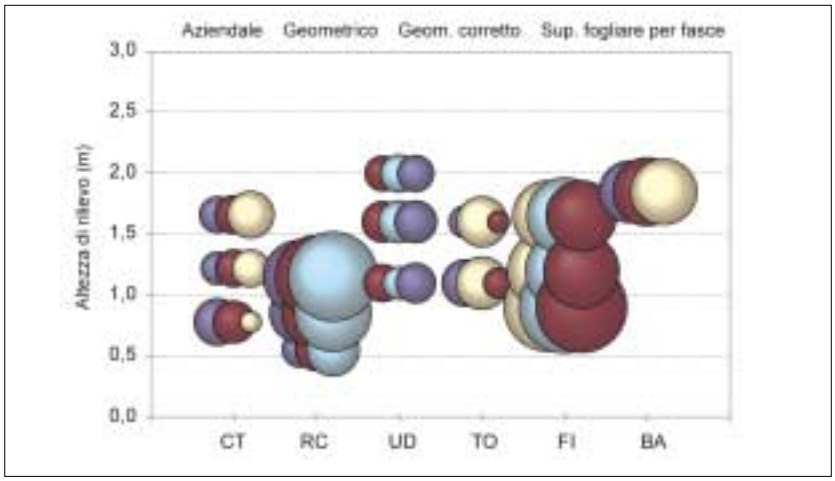


Fig. 8 - Depositi medi (µl/cm²), misurati nel primo studio

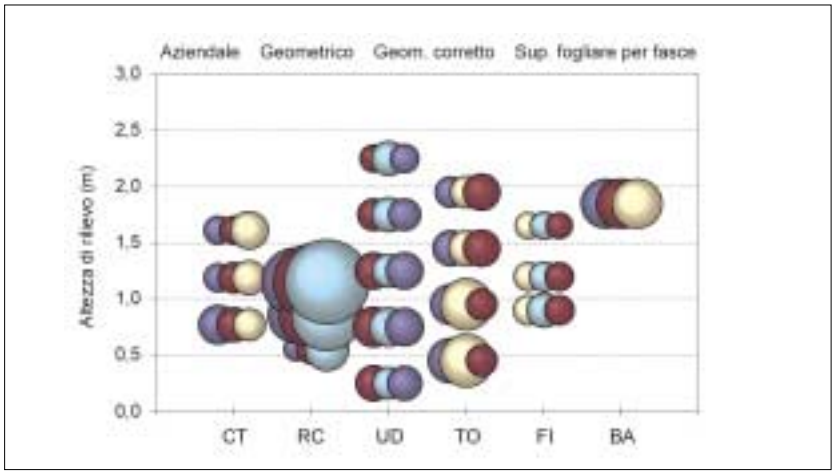


Fig. 9 - Depositi medi (µl/cm²), misurati nel secondo studio

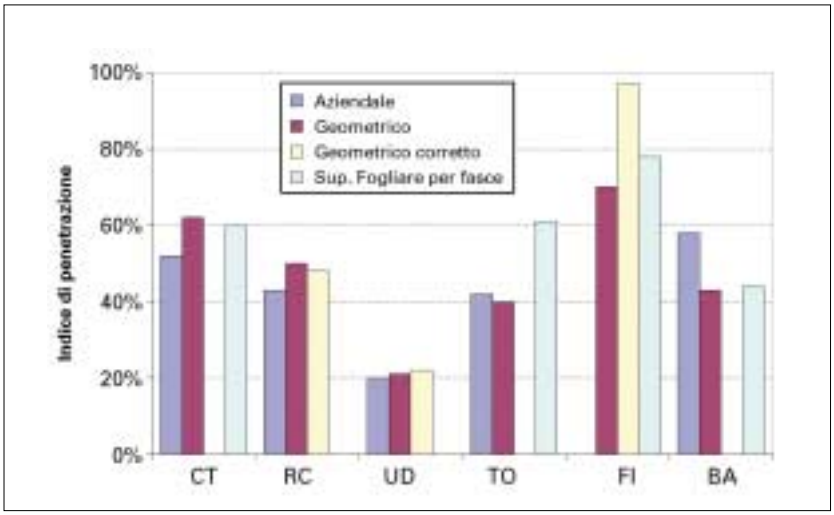


Fig. 10 - Indice di penetrazione della miscela fitoiatrica nella chioma della pianta di vite in funzione del tipo di regolazione della macchina irroratrice

misurati nei vari segmenti di vegetazione, e la capacità del getto di attraversare la chioma (indice di penetrazione), valutata come percentuale di deposito raccolto sul lato del filare prossimo al passaggio della macchina irroratrice rispetto a quello raccolto sul lato opposto del filare.

Nelle *figg.* 8 e 9 sono riportati i valori medi di deposito ottenuti nei due stadi vegetativi da tutte le Unità operative.

La rappresentazione grafica adottata dovrebbe consentire una immediata valutazione delle regolazioni dell'irroratrice che nell'ambito di ciascuna Unità operativa hanno consentito di fornire il maggior deposito fogliare. In particolare, in tali figure sono riportati sull'asse delle ascisse le Unità operative e sulle ordinate le quote medie della fascia ove sono stati effettuati i rilievi, mentre le dimensioni delle bolle sono proporzionali al deposito misurato. Per l'Unità operativa di Bari è rappresentato solo il valore medio del deposito complessivo alla quota dell'armatura del tendone.

Considerando la media di tutti i risultati, il maggior deposito di miscela sulla vegetazione sembra essere raggiunto regolando l'irroratrice in funzione del profilo geometrico corretto (0,59 ml/cm^2), mentre la taratura aziendale si colloca all'estremo opposto (0,36 ml/cm^2). Depositi intermedi sono stati registrati ricorrendo alla regolazione basata sulla superficie fogliare per fasce (0,45 ml/cm^2) e a quella riferita al profilo geometrico (0,42 ml/cm^2).

Sempre dall'analisi della *fig.* 9 è possibile risalire all'uniformità dei depositi alle varie quote, semplicemente confrontando la dimensione delle bolle. Mediando i coefficienti di variazione ottenuti dalle Unità operative nelle diverse tesi, si ottiene la migliore uniformità di in corrispondenza della regolazione dell'irroratrice basata sulla superficie fogliare per fasce della vegetazione (CV medio del 20%), mentre il criterio di regolazione aziendale è risultato il più disuniforme (CV medio del 38%); valori intermedi sono stati riscontrati con le regolazioni basate sulla geometria della pianta: CV superiore al 26% nel caso del profilo geometrico e del 30% per il profilo geometrico corretto.

Infine, nella *fig.* 10 è rappresentato l'indice di penetrazione medio ottenuto nelle diverse tesi. Anche per quanto riguarda questo parametro la regolazione aziendale ha fatto registrare i peggiori risultati, mentre le maggiori penetrazioni della miscela all'interno della vegetazione della pianta di vite sono stati ottenuti in seguito alla regolazione della macchina irroratrice basata sulla superficie fogliare per fasce.

Tab. 4 - Valutazione complessiva delle quattro regolazioni di tutte le Unità operative

Media del punteggio	*6. REGOLAZIONE*			
Parametro	*Aziendale*	*Geometrico corretto*	*Geometrico*	*Sup. fogliare per fasce*
Deposito	2.00	2.83	2.00	2.50
Penetrazione	1.80	2.50	1.67	2.13
Uniformità	1.50	2.33	2.08	2.50
Media complessiva	*1.77*	*2.56*	*1.92*	*2.38*

Con l'obiettivo di esprimere un giudizio complessivo sulle modalità di taratura della macchina irroratrice esaminate, si è assegnato ai risultati ottenuti dalle tesi messe a confronto da ciascuna Unità operativa il seguente punteggio: 1 = risultato peggiore (minor deposito, maggior disuniformità, minor indice di penetrazione), 2 = risultato intermedio, 3 = risultato migliore. I risultati di tale elaborazione sono riportati nella *tab.* 4 dalla quale si evince che le regolazioni dell'irroratrice che hanno consentito il raggiungimento della migliore qualità della distribuzione della miscela fitoiatrica sono state quelle basate sul profilo geometrico corretto e sulla superficie fogliare per fasce.

6. Prove di laboratorio su diversi tipi di pareti artificiali

Anche per quanto riguarda la valutazione della qualità del lavoro delle pareti artificiali, il progetto di ricerca è stato suddiviso in due fasi temporali.

Nella prima sono state esaminate le prestazioni di cinque pareti scelte fra quelle più diffuse o tecnicamente interessanti:

a) banco lamellare a lamelle orizzontali (*fig.* 11a), in seguito indicato come lamelle 1;
b) banco lamellare a lamelle verticali (*fig.* 11b), tipo DIAF (lamelle 2);
c) banco del tipo a vassoi rettangolari 20 x 20 cm, tipo DEIAFA MIBO (vassoi 1);
d) banco a vassoi rettangolari inclinati 20 x 45 cm;
e) banco a captatori di materiale spugnoso (*fig.* 11c) tipo DEIAFA 20 x 20 cm (spugne).

La parete artificiale per i vigneti allevati a tendone, data la sua peculiarità, non è stata inserita tra i banchi messi a confronto in questa fase della sperimentazione.

Le pareti lamellari sono state utilizzate a punto fisso, mentre gli altri tre tipi di pareti sono stati impiegati in movimento, collocandoli su una rotaia e azionandoli con un motore elettrico dotato di variatore di velocità. Ciò al fine di riprodurre le modalità di impiego delle diverse tipologie di pareti attualmente adottate dai Centri prova.

La qualità della distribuzione è stata valutata impiegando una irroratrice per vigneto-frutteto ad aeroconvezione, provvista di ventilatore assiale e di raddrizzatori di flusso.

La macchina irroratrice ha operato a punto fisso, ad una distanza dalle pareti pari a 1,25 m. Come variabili sono state considerate: la dimensione delle gocce erogate, la velocità dell'aria vettrice e il settore di erogazione. In particolare l'irroratrice è stata predisposta per distribuire gocce di diametro pari a 70 e 200 µm di VMD, simulanti rispettivamente un basso e un alto volume. Le diverse velocità dell'aria sono state ottenute agendo sul regime di rotazione del ventilatore. I tre diversi settori di erogazione, basso, medio e alto, sono stati ottenuti attivando due soli ugelli alla volta, come rappresentato nella *fig.* 12. La combinazione di questi fattori ha portato alla verifica di 12 diverse tesi e, essendo state effettuate per ogni tesi quattro ripetizioni, sono state eseguite 48 misure per ciascuna tesi.

Il profilo di distribuzione complessivo è stato ottenuto dai profili dei settori basso e alto, come somma di quanto erogato dai quattro ugelli.

Nella seconda fase della ricerca sono state impiegate le due tipologie di pareti artificiali ritenute di maggior interesse per il livello di diffusione sul territorio nazionale e per caratteristiche tecnico-costruttive: quello a vassoi DEIAFA-MIBO già provato nel corso del primo anno (vassoi 1) e uno a lamelle verticali a raccoglitori separati (lamelle 3, *fig.* 81). In questa fase, tuttavia, lo scopo della ricerca non era il confronto delle qualità del lavoro di queste due tipologie di banchi, bensì la determinazione dell'influenza di altri parametri operativi sulle prestazioni degli stessi.

Nel corso delle prove sono stati utilizzati i due medesimi calibri di gocce impiegati nel primo anno, una sola velocità dell'aria vettrice e sono stati esaminati separatamente i getti erogati da tre ugelli utilizzati in posizioni diverse (in *fig.* 80 rispettivamente gli ugelli 2, 3 e 4). Sono state provate tre differenti distanze tra macchina e banco fra loro intervallate di 25 cm (d = 1.00-1.25-1.50 metri) ed è stata studiata l'influenza sul profilo di distribuzione sia del movimento relativo tra banco e irroratrice sia di due differenti velocità di traslazione della macchina rispetto al banco.

I parametri determinati in entrambe le fasi sono stati:

a) la percentuale di liquido intercettata, ottenuta rapportando la quantità di liquido raccolta dalla parete artificiale alla quantità di liquido effettivamente erogata dalla macchina;
b) la ripetitività delle misure, espressa attraverso il coefficiente di variazione;
c) il profilo di distribuzione, rappresentato mediante la percentuale di liquido raccolta alle varie quote rispetto alla quantità intercettata globalmente dalla parete. È stato considerato sia il profilo dei singoli settori sia quello complessivo ottenuto per somma dei settori. Tutte

Fig. 11 - I banchi prova utilizzati:
a) banco prova a lamelle orizzontali
b) banco con captatori in materiale spugnoso
c) banco prova a lamelle verticali

le prove sono state eseguite in ambiente chiuso.

Lo studio dell'efficienza di captazione effettuata nella prima fase di attività, dedicata al confronto fra i cinque banchi descritti, ha evidenziato che la percentuale di captazione non riveste in realtà un'importanza determinante ai fini della valutazione complessiva della qualità del lavoro di queste attrezzature. Se invece tale parametro viene riferito ai diversi settori di captazione può fornire delle utili indicazioni sull'efficienza del banco In particolare, minore è lo scarto tra i valori della percentuale di captazione riscontrati alle diverse quote, maggiore può considerarsi l'efficienza del banco stesso. Nella *fig.* 13 sono riportate le percentuali raccolte nei tre settori di erogazione dalle cinque pareti, dopo aver mediato i dati delle singole regolazioni di velocità dell'aria e del volume erogato. Si possono fare le seguenti osservazioni:

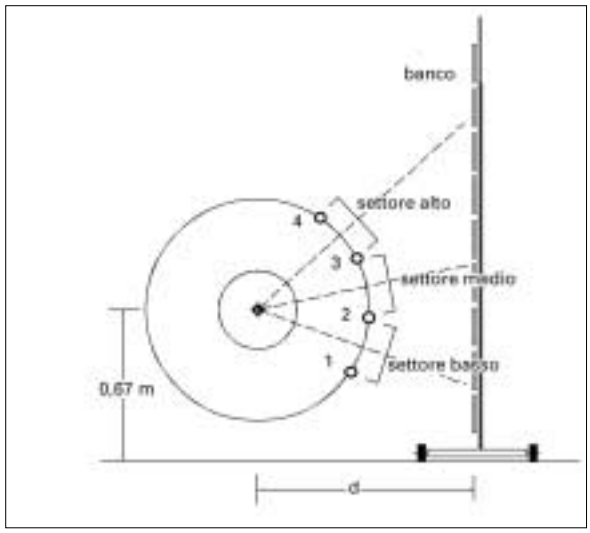


Fig. 12 - Schema della disposizione degli ugelli e della macchina in rapporto ai banchi nel corso delle prove in laboratorio

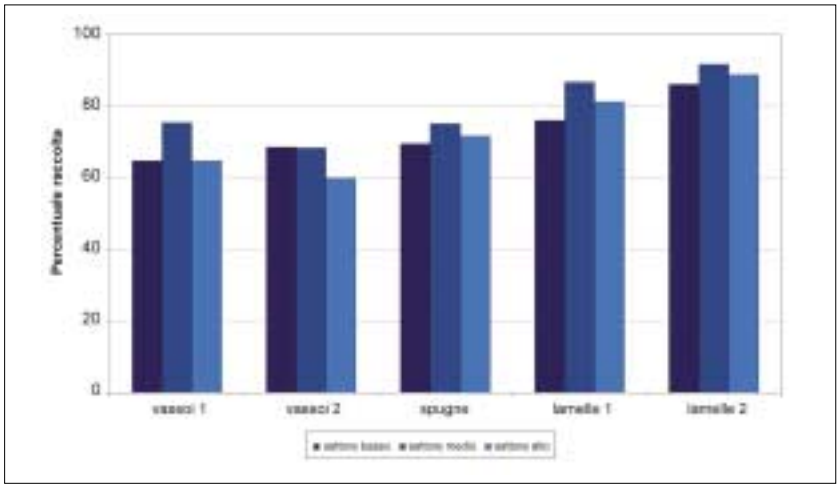


Fig. 13 - Percentuali di captazione per i tre settori di erogazione. Ogni settore è costituito da un gruppo di due ugelli (vedi fig. 12)

a) i banchi a lamelle, sia orizzontali che verticali, forniscono una percentuale di raccolta del liquido maggiore rispetto agli altri;
b) il settore inferiore del banco è in grado di recuperare una minore percentuale del liquido erogato, eccetto che nel banco a vassoi 2;
c) i banchi a lamelle 2 e a spugne sono quelli che presentano la minore differenza della percentuale di captazione del liquido tra settore medio e alto;
d) il banco spugne capta quantità di liquido notevolmente superiori a tutte le quote qundo si distribuiscono gocce di dimensioni elevate.

Una approfondita analisi statistica, eseguita considerando tutte le variabili esaminate, ha evidenziato che le percentuali di captazione sono in effetti influenzate, sia dal volume erogato, che dalla velocità dell'aria. Le differenze sono tuttavia molto modeste, specialmente per quest'ultima variabile. In tal senso si distingue il banco spugne, per il quale la percentuale di captazione risulta sensibilmente influenzata dalla variazione delle dimensioni delle gocce erogate.

È, tuttavia, necessario ricordare da notare che i rilievi sono stati eseguiti in condizioni ambientali ideali e che le ripetizioni presentavano una variabilità ridottissima, come evidenziato dai valori del coefficiente di variazione riportati in *tab.* 5. In particolare, dall'analisi di quest'ultima emerge che la variabilità delle quantità raccolte nelle quattro ripetizioni ha un valore medio del 6% nei settori medio e basso, mentre sale al 9% in quello alto.

Nel basso volume, particolarmente contenuti risultano i CV. per il lamelle 2 a tutte le quote. Ciò può essere imputato alla notevole superficie captante di questa tipologia di banco in relazione all'elevato intervallo di captazione. Questo comporta una maggiore ripetitività delle misure, ma anche un minor dettaglio negli intervalli di misura. L'elevata uniformità dei dati rilevati è evidentemente favorita in tutti i casi dall'esecuzione dei rilievi in ambiente chiuso. Risultati di prove precedenti eseguite all'aperto, e cioè nelle condizioni in cui molto spesso si effettuano i controlli e i collaudi, hanno evidenziato valori di coefficienti di variazione notevolmente più alti.

Il confronto dei profili fra banchi è stato effettuato sommando i profili parziali dei settori alto e basso, in modo da ottenere una situazione analoga all'attivazione di tutti e quattro gli ugelli (*fig.* 12). È questa la situazione tipica in cui un Centro di controllo si trova ad operare nel caso di una macchina irroratrice che debba irrorare la vegetazione fino ad una quota di circa 3 metri.

Tab. 5 - Coefficienti di variazione tra le repliche delle misure per i due volumi e i tre settori. Le due velocità dell'aria sono state mediate

	Basso volume			*Alto volume*		
	basso	*medio*	*alto*	*basso*	*medio*	*alto*
VASSOI 1	9	11	11	5	9	7
VASSOI 2	5	5	11	6	7	8
SPUGNE	5	4	7	5	7	7
LAMELLE 1	4	7	9	5	8	11
LAMELLE 2	3	3	6	2	2	9

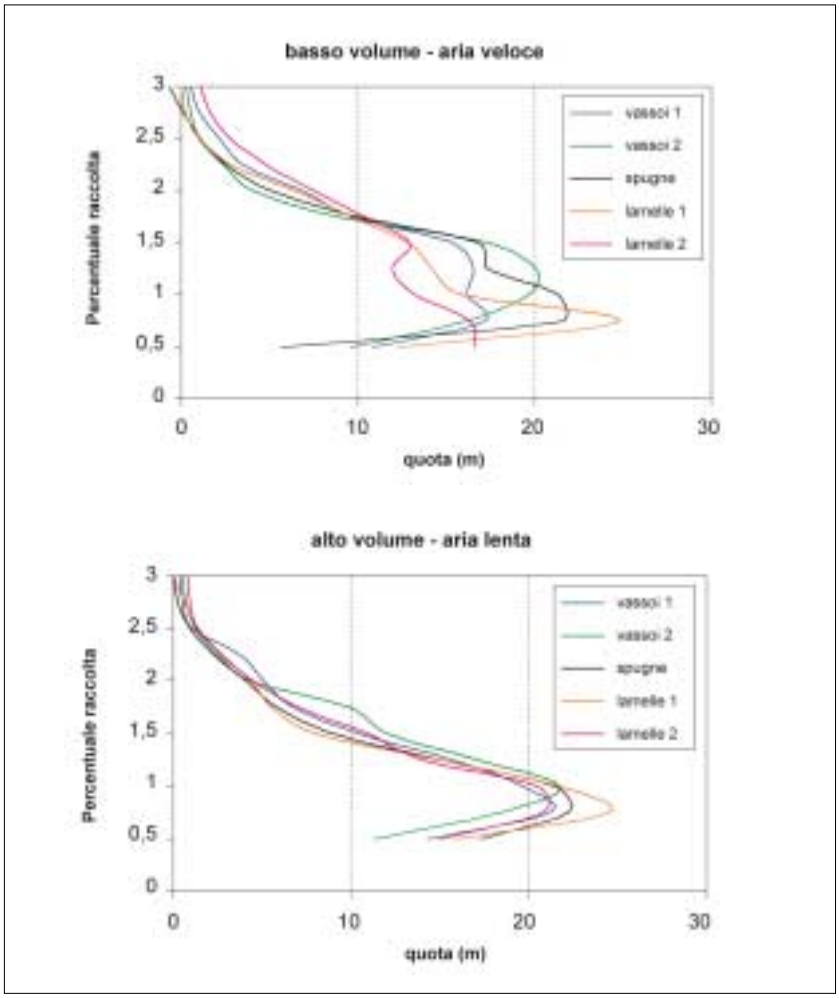


Fig. 14 - Due esempi di profili di distribuzione dei cinque banchi ottenuti con diversi volumi e velocità dell'aria. Si noti come la condizione operativa alto volume e velocità dell'aria ridotta migliori la concordanza fra i banchi

A parità di condizioni di prova, si nota una grande concordanza fra i profili di distribuzione ai volumi alti con aria lenta e, in misura minore, con aria veloce, mentre con volumi bassi i profili a volte si discostano notevolmente, con scarti anche di 50 cm tra le quote del picco massimo (*fig.* 14). In queste condizioni caratterizzate da gocce più fini i banchi sembrano dividersi in due gruppi con profili decisamente diversi: da un lato il lamelle 1, il vassoi 1 e le spugne, dall'altro il lamelle 2 e il vassoi 2. Il primo gruppo concentra la distribuzione entro il primo metro da terra, il secondo tra 1 e 1,5 metri. Questa considerazione è forse l'aspetto più negativo di tutto lo studio perché fa capire quali gravi incertezze ci possono essere nella determinazione del profilo reale, che in effetti non si

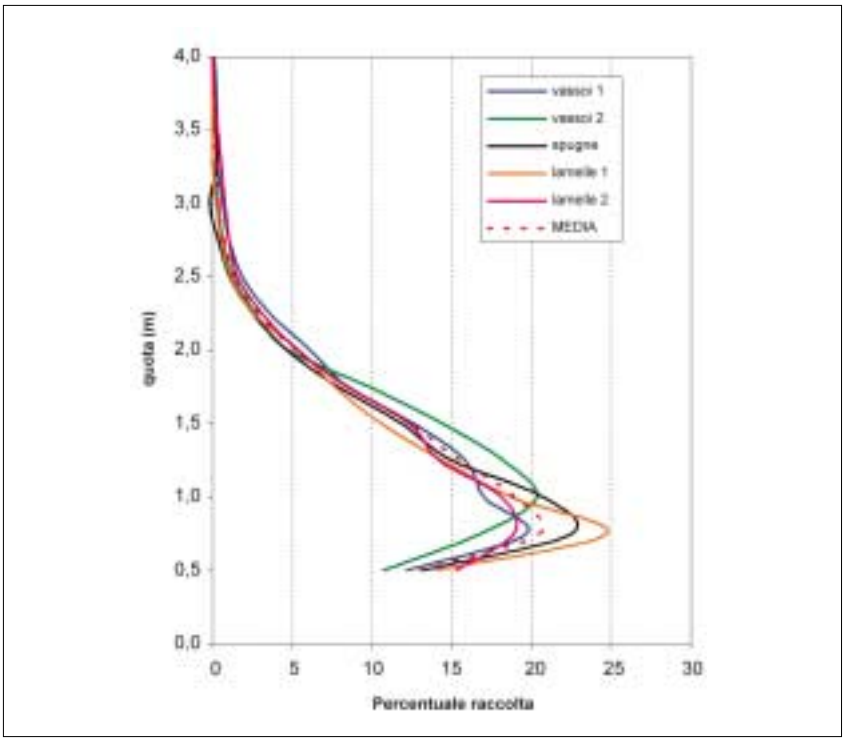


Fig. 15 - Profili di captazione ottenuti mediando per ogni banco i dati di tutte le condizioni operative oggetto delle prove. Le curve sottendono aree uguali

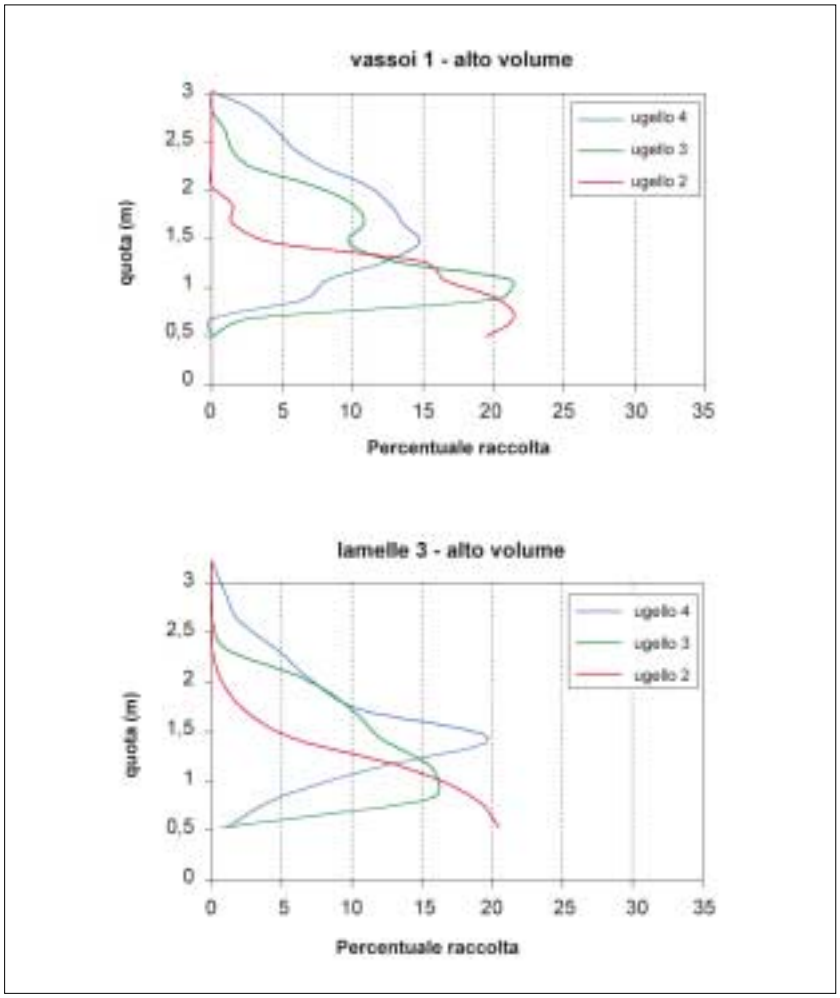


Fig. 16 - Profili di distribuzione dei tre ugelli nella condizione di alto volume. Si osserva l'incompleta capacità di raccolta di entrambi i banchi per l'ugello più basso

conosce, e quindi nella interpretazione dei risultati.

Molto regolare e netto appare per tutti i banchi lo spostamento dei profili con l'attivazione o meno dei tre diversi gruppi di ugelli, segno che in questo senso le pareti artificiali possono essere di valido aiuto per centrare la zona di trattamento desiderata.

Come conclusione di questo primo approccio qualitativo, non essendo disponibile un profilo standard al quale fare riferimento, per confrontare i diversi banchi, si è pensato di utilizzare il profilo ottenuto mediando i dati di tutte le tesi considerate. Si è ottenuto il grafico riportato in *fig.* 15 in cui si nota, a dispetto di quanto detto prima, che la maggior parte dei profili risultano molto simili tra loro, o almeno sono caratterizzati da una pressoché simili collocazione dei picchi massimi, e da andamenti fra loro simili. Il caso più anomalo è quello del banco vassoi 2, che, tuttavia, ha il picco massimo spostato verso l'alto di appena 25 centimetri.

Le percentuali di captazione sono risultate leggermente più alte per il lamellare, ma nella maggior parte delle tesi la differenza non risulta significativa. Quello che più conta è che i rapporti tra le percentuali di captazione risultano assai simili tra i due banchi in quasi tutte le condizioni operative, segno di una buona concordanza di fondo delle

Tab. 6 - Percentuali di captazione ottenute nella seconda fase della ricerca

	Basso volume			*Alto volume*		
	ugello 2	*ugello 3*	*ugello 4*	*ugello 2*	*ugello 3*	*ugello*
Banco in movimento (d = 1.25)						
VASSOI 1	67	76	68	73	86	77
LAMELLE 3	75	77	70	81	92	76
rapporto	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0
Banco fermo (d = 1.25)						
VASSOI 1	69	79	71	74	92	81
LAMELLE 3	89	91	84	89	98	86
rapporto	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1

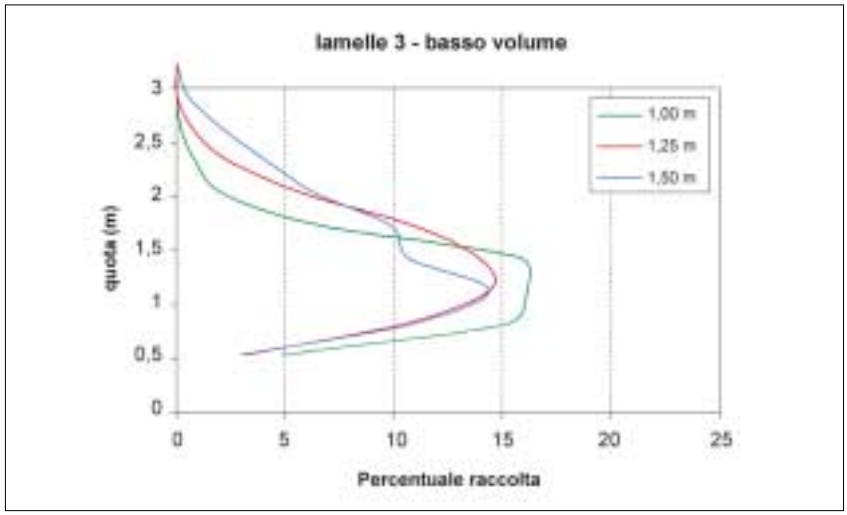


Fig. 17 - Esempio di profilo ricavato dalla somma dei tre ugelli nella condizione di basso volume per il banco lamelle 3 al variare della distanza macchina-banco

prestazioni. Piuttosto diverse risultano, invece, le percentuali captate con i diversi ugelli. Anche da questo studio è stato confermato che i flussi perpendicolari alle pareti determinano una maggiore recettività del liquido Gli scarti fra i settori del banco sono risultati superiori rispetto a quelli trovati nella prima fase della ricerca in quanto si riferiscono a ugelli presi singolarmente e non a coppie e ciò rende il confronto più severo.

Il moto relativo tra banco e macchina produce risultati contrastanti. In linea generale si può dire che la condizione di banco in movimento, oltre ad essere quella prevista nel caso del banco DEIAFA-MIBO (vassoi 1), è quella che ha permesso di ottenere i profili più simili tra le due tipologie di banco. Tenendo fisso il banco i picchi dei profili si spostano in modo abbastanza imprevedibile nei diversi casi esaminati (*tab.* 6).

Riportando in grafico i profili dei tre ugelli separatamente (*fig.* 16) si nota che, impiegando l'alto volume, parte del liquido erogato dall'ugello basso (che peraltro non era il più basso dell'irroratrice con la quale sono state condotte le prove) non viene raccolto dai due banchi: al disotto dei 40 cm da terra e ad alti volumi questi banchi forniscono, pertanto, risultati non corretti.

La modifica della distanza macchina-banco (tra 1 e 1.5 metri) ha in generale influito sul profilo ottenuto, ma le differenze non hanno riguardato tanto la posizione del picco massimo, come ci si potrebbe aspettare, che rimane sempre attorno alla quota di 1 metro, ma la ripartizione del liquido raccolto tra quote medie e alte. Come si nota dalla *fig.* 17, portata ad esempio, solo attorno alla quota di 1.75 metri è possibile apprezzare l'influenza della distanza fra banco e irroratrice sul profilo ottenuto.

L'impiego di tensioattivo miscelato all'acqua distribuita ha mostrato uno scarso effetto sulla qualità del lavoro del banco lamellare, mentre nel caso di quello a vassoi ciò ha comportato una minore intercettazione del liquido alle quote superiori a 1.7 metri

7. Conclusioni

In sintesi l'attività svolta in questi due anni ha evidenziato quanto segue:

a) è possibile ottenere una buona qualità della distribuzione del prodotto fitoiatrico sulla pianta di vite solo effettuando una corretta taratura della macchina irroratrice;

b) i banchi prova possono essere strumenti validi per la taratura delle macchine irroratrici ad aeroconvezione impiegate in vigneto, soprattutto quando si deve operare in presenza di una elevata interfila e sviluppo in altezza delle pianta (in tali condizioni operative, senza l'ausilio del banco prova, non risulta, infatti, possibile definire con precisione il percorso delle gocce erogate dall'irroratrice);

c) le tipologie di banchi oggi più diffuse sul territorio nazionale, se impiegate con le tradizionali irroratrici ad aeroconvezione, sono in grado di fornire profili di distribuzione fra loro molto simili e con una buona ripetitività delle misure anche se la percentuale di liquido da essi complessivamente recuperata può variare e risulta legata al volume distribuito;

d) per alcuni banchi, specialmente se impiegati su vigneti bassi, è necessario, migliorare le caratteristiche costruttive in prossimità dell'area di captazione inferiore, in maniera tale da poter

rilevare anche la frazione del profilo più prossima al terreno;

e) ai fini di ottimizzare la taratura della macchina irroratrice, avvalendosi dell'ausilio del banco prova, è necessario conoscere le caratteristiche morfologiche (superficie fogliare per fasce, spessore vegetazione, forma geometrica, ecc.) della pianta di vite in corrispondenza dell'epoca del trattamento.

Sulla base di quanto sopra riportato e affinché i risultati della sperimentazione possano avere un elevato riscontro operativo in termini sia di salvaguardia ambientale che di qualità del prodotto finale e contenimento dei costi di produzione, risulta tuttavia indispensabile:

a) che le Regioni attivino dei rilievi a tappeto relativi alle caratteristiche morfologiche dei vigneti presenti su tutto il territorio di loro appartenenza in maniera tale che il singolo viticoltore possa disporre di tali specifiche informazioni riguardanti i vigneti di cui dispone;

b) che i costruttori migliorino le caratteristiche costruttive delle proprie macchine consentendo una più accurata regolazione delle stesse (possibilità di regolazione delle direzioni dei getti d'acqua e dei flussi d'aria).

Bibliografia

1. ADE G., VENTURI P. (1994) - *Verifica dell'efficienza di una parete lamellare per il controllo della distribuzione delle irroratrici.* Atti Giornate fitopatologiche, 1: 115-122.
2. ANONIMO (1992) - *Vigne et arbres fruitiers: réglage des pulvérisateurs.* Technique agricole 9: 16-18.
3. BALSARI P., TAMAGNONE M. (1998) - *Confronto fra tecniche di disribuzione dei fitofarmaci alla vite.* Atti Giornate fitopatologiche.
4. BALSARI P. (1998) - *Il controllo obbligatorio delle macchine irroratrici, un servizio da attivare al più presto.* L'Informatore agrario 4: 85-90
5. ENDRIZZI T., HAAS E., MORANDELL J., RASS W., THALER H., VIGL J., WACHTLER S., WARASIN G. (1991) - *Corretto impiego degli atomizzatori.* L'Informatore agrario 16: 27-50.
6. RIETZ S., GANZELMEIER H. (1998) - *Inspection of plant protection equipment in Europe.* Atti convegno Eur. Ag. Eng. (Oslo 1998), *paper* n. 98-A-023.
7. KÜMMEL K., GOEHLICH H., WESTPHAL O. (1991) - *Development of practice-oriented control test methods for orchard spray machines by means of a vertical test stand.* Proc. Symp. British Crop Protection Council, University College, Swansea 7-9 January 1991.
8. LIND K. (1989) - *Entsprechen die Gebläsespritzen den Anforderungen der integrierten Produktion?* Besseres Obst 8: 209-211.
9. PERGHER G., GUBIANI R. (1995) - *The effect of spray application rate and airflow rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard.* J. Agric. Eng. Res. 61: 205-216.
10. PERGHER G., GUBIANI R. (1997) - *Methods for assessing and calibrating vertical spray distributions from air-assisted sprayers: a comparative study.* OEPP / EPPO Bulletin 27: 227-234.
11. PERGHER G., GUBIANI R., GASPARINETTI P., DEL CONT BERNARD D. (1994) - *Voluntary testing of plant protection equipment in Northern Italy.* Acta Horticulturae 1994, 372: 59-66.
12. SALYANI M., CROMWELL R.P. (1992) - *Spray drift from ground and aerial applications.* Trans. ASAE 35(4): 1113-1220.
13. SCHMIDT K., KOCH H. (1995) - *Einstellung von Sprühgeräten und Verteilung von Pflanzenschutzmittelbelagen in Obstanlagen.* Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutz-dienstes. 47, 7: 161-167.
14. VIERI M., CIONI A., BALDI F. (1992) - *Periodical control tests for sprayers* – Atti convegno Eur. Ag. Eng. [Uppsala (Sweden) 1992], *report* 92-05-112.
15. VIERI M. (1996) - *Controlli e tarature nelle macchine per trattamenti.* m&ma 9: 33-42.

Appendice

Nell'ambito del Programma Interregionale "Agricoltura e Qualità" - Misura 4, con il supporto scientifico del prof. Marco Vieri del Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale (DIAF) dell'Università di Firenze, l'ARSIA ha sviluppato il Progetto "Verifica dell'efficienza distributiva delle macchine irroratrici".

L'obiettivo del progetto è stato quello di progettare e successivamente realizzare, un complesso di attrezzature innovative, comunque basate su una tecnologia già sperimentata, semplici ed efficienti, che fossero in grado di adattarsi alle specifiche e differenti esigenze della realtà agricola toscana. Inoltre i sistemi adottati dovevano essere in grado di rispondere alle indicazioni fornite dalla Misura 4 del Programma Interregionale "Agricoltura e Qualità", integrandosi con l'informatizzazione degli altri centri nazionali.

Il Progetto è stato portato avanti con la collaborazione dell'Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola (ISMA) di Monterotondo (Roma), al quale l'ARSIA ha affidato il compito di progettare e di realizzare 7 cantieri mobili per la taratura ed il controllo delle macchine irroratrici in agricoltura.

I 7 cantieri mobili sono stati consegnati all'Agenzia nel corso del 2002. Per l'assegnazione di questi cantieri ARSIA ha suddiviso la Toscana in 7 ambiti territoriali:

- Provincia di Massa Carrara e Provincia di Lucca
- Provincia di Pistoia
- Provincia di Siena
- Provincia di Firenze e Provincia di Prato
- Provincia di Arezzo
- Provincia di Grosseto
- Provincia di Pisa e Provincia di Livorno.

Su questa base ha emesso un Bando di selezione pubblica per l'affidamento in comodato d'uso delle macchine, rivolto a tutte le ditte in grado di poterle adeguatamente gestire. Sulla base dei requisiti delle ditte che hanno presentato domanda di adesione al Bando, è stata definita una graduatoria ed assegnati i 7 cantieri mobili per la taratura ed il controllo delle macchine irroratrici, uno per ambito territoriale.

I cantieri mobili sono stati consegnati alle ditte assegnatarie nel maggio 2003. Attualmente queste ditte sono in grado di operare sul territorio regionale la taratura ed il controllo delle macchine irroratrici applicando una tariffa unica, definita da ARSIA, di Euro 156,00 (IVA inclusa).

Ambiti territoriali e relative ditte assegnatarie

Province di Firenze, di Prato e di Siena
Bibbiani srl
via A. Moro, 2 - loc. Badesse
53035 Monteriggioni (SI)
tel. 0577 309172 - fax 0577 309277

Provincia di Arezzo
Rossi srl
via di Terranova, 89 - 52025 Montevarchi (AR)
tel. 055 9102006 - fax 055 9102302

Province di Massa Carrara e di Lucca
Sargentini sas - Macchine agricole industriali
via Sarzanese, 22/b - Bozzano (LU)
tel. 0584 975294

Provincia di Pistoia
Sargentini sas - Macchine agricole industriali
via Sarzanese, 22/b - Bozzano (LU)
tel. 0584 975294

Province di Pisa e di Livorno
Matteoli snc - Macchine agricole
via Veneto, 16 - 57023 Cecina (LI)
tel. 0586 684555 - fax 0586 635328

Provincia di Grosseto
Officina meccanica Franci e Soldati snc
via Laghi, 122 - 58040 Grosseto
tel. 0564 4020009 - fax 0564 402706.

Finito di stampare
nel dicembre 2003
da EFFEEMME LITO srl
a Firenze
per conto di
ARSIA • Regione Toscana

Quaderno ARSIA 5/2003

Macchine irroratrici agricole: controlli e tarature per una maggiore efficienza e sicurezza di impiego

La verifica dell'efficienza distributiva delle macchine irroratrici operanti in agricoltura assume un'importanza notevole per la realizzazione di obiettivi legati alla tutela ambientale, alla salubrità delle produzioni agricole e alla tutela degli operatori agricoli. Un'adeguata regolazione degli atomizzatori e delle barre irroratrici, operanti in agricoltura per la distribuzione dei fitofarmaci, è il presupposto fondamentale per ottenere la massima efficacia dei prodotti usati e la loro minima perdita nell'ambiente circostante. Pertanto la realizzazione di una moderna agricoltura capace di integrarsi con l'ambiente e di fornire al consumatore un prodotto sano, quale tende a realizzare la Regione Toscana, non può prescindere dalla realizzazione di un servizio per la taratura e la verifica dell'efficienza distributiva delle macchine irroratrici operanti in agricoltura.

L'ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, istituita con la Legge Regionale 37/93, è l'organismo tecnico operativo della Regione Toscana per le competenze nel campo agricolo-forestale, acquacoltura-pesca e faunistico-venatorio.

REGIONE TOSCANA