



Linee guida per la creazione di un software di regolazione (taratura) delle macchine irroratrici

Rev. 1 del 16/02/2012

A cura del Gruppo di Lavoro Tecnico per il Concertamento Nazionale
delle attività di controllo delle macchine irroratrici

ENAMA - Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola

Sede Legale, Tecnica e Amministrativa: Via Venafrò, 5 - 00159 ROMA

Tel. 06 40860027 / 40860030 Fax 06 4076264 Email: info@enama.it Sito web: www.enama.it
C.F. 96391530589 P. I.V.A. 06067371002

Il presente documento è stato preparato dal *Gruppo di Lavoro Tecnico per il Concertamento Nazionale delle attività di controllo delle macchine irroratrici in uso (*)* con lo scopo di fornire le linee guida per la creazione di uno specifico programma di calcolo per agevolare il procedimento di regolazione delle macchine irroratrici in uso.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO:

Documento ENAMA n.°10: Linee guida per la regolazione (taratura) delle irroratrici in uso per le colture erbacee e per il diserbo delle colture arboree.

Documento ENAMA n.°11: Linee guida per la regolazione (taratura) delle irroratrici in uso per le colture arboree.

Documento ENAMA n.°17: Linee guida per per l'impiego dei banchi prova verticali nei controlli funzionali delle irroratrici per colture arboree

(*) Componenti il Gruppo di Lavoro Tecnico

NOMINATIVO	ENTE DI APPARTENENZA
Paolo Balsari	DEIAFA – Università di Torino
Davide Allochis	DEIAFA – Università di Torino
Gianluca Oggero	DEIAFA – Università di Torino
Marcello Biocca	CRA-Ing di Monterotondo
Marina Arias	Regione Emilia Romagna
Paolo Donati	CRPV
Roberto Limongelli	ENAMA
Sandro Liberatori	ENAMA
Piergiorgio Ianes	IASMA
Renato Martinelli	Prov. Aut. Di Trento
Gabriele Zecchin	Regione Veneto
Cristiano Baldoin	Università di Padova
Nicola Zucchiatti	Università di Udine
Gianfranco Pergher	Università di Udine
Gianluca Governatori	Regione Friuli Venezia Giulia
Carlo Frausin	Regione Friuli Venezia Giulia
Markus Knoll	Centro Consulenza per la frutticoltura Alto Adige
Martin Staindl	Prov. Aut. Di Bolzano
Arturo Caponero	ALSIA Basilicata
Tonino Selis	Agenzia LAORE Sardegna
Domenico Pessina	Università di Milano
Davide Facchinetti	Università di Milano
Beniamino Cavagna	Regione Lombardia
Maria Paola Giordano	Regione Lazio
Arturo Di Leo	Regione Calabria
Simone Pascuzzi	Università di Bari
Vito Marinuzzi	Regione Puglia
Angelo Zannotti	Regione Marche
Antonio Ricci	Regione Abruzzo
Stefania Petrillo	Regione Umbria
Paola Spigno	Regione Campania
Federico Spanna	Regione Piemonte
Nicola Vetta	Regione Molise
Leonardo Calistri	Regione Toscana
Marco Rimediotti	Università di Firenze
Marco Vieri	Università di Firenze

Franco Contoz	Regione Valle d'Aosta
Stefano Pini	Regione Liguria
Giampaolo Schillaci	Università di Catania
Andrea Conti	Università di Catania
Pietro Catania	Università di Palermo
Ignazio Vassallo	Regione Sicilia
Pier Giorgio Salvarani	Salvarani srl
Rinaldo Melloni	Unigreen spa

Indice

1	<i>Premesse.....</i>	4
2	<i>Struttura del software di regolazione (taratura) e parametri operativi dell'irroratrice sui quali è possibile intervenire</i>	4
2.1	Regolazione del volume di distribuzione	7
2.2	Velocità di avanzamento	15
2.3	Adeguamento dell'irrorazione (diagramma di distribuzione) alla morfologia del bersaglio da trattare.....	16
2.3.1	Numero e tipologia degli ugelli aperti	16
2.3.2	Portata degli ugelli o dei diffusori	20
2.4	Portata del ventilatore (irroratrici per le colture arboree)	21
2.5	Regolazione della pressione di esercizio.....	22
2.6	Altezza di lavoro (irroratrici per colture erbacee)	22
3	<i>Documentazione per l'agricoltore.....</i>	23
4	<i>Registrazione dei rapporti di avvenuta taratura</i>	23
5	<i>Realizzazione del software</i>	24

1 Premesse

La regolazione delle macchine irroratrici, comunemente denominata taratura, è un'operazione che ha lo scopo di mettere in condizione il proprietario/utilizzatore della macchina di effettuare i trattamenti fitosanitari sulle colture arboree ed erbacee in modo razionale e corretto sia dal punto di vista dell'inquinamento ambientale che della sicurezza dell'operatore.

Di conseguenza questa operazione si propone di limitare gli sprechi di prodotti chimici usati in agricoltura ed i costi di produzione dovuti ad un loro errato utilizzo durante i trattamenti.

La regolazione, come indicato nei documenti ENAMA n° 8c, 10, 11 e 17 è strettamente connessa all'attività di controllo funzionale delle macchine irroratrici e deve essere effettuata dai tecnici abilitati, o da altro personale abilitato alla regolazione, in contemporanea al controllo oppure al termine di quest'ultimo, per ogni realtà colturale presente in azienda o almeno per quelle più significative.

Al fine di supportare e facilitare i tecnici nelle operazioni di regolazione può essere utile l'impiego di un software dedicato e compatibile con i programmi di calcolo già usati dalle Regioni per il controllo funzionale delle macchine irroratrici in uso.

Con lo scopo di fornire alle Regioni degli elementi sui quali basare la costruzione del programma di calcolo per la regolazione delle macchine irroratrici e definire i contenuti del documento, da consegnare all'utilizzatore/proprietario della macchina, che certifichi l'avvenuta regolazione dell'irroratrice, il Gruppo di Lavoro Enama ha redatto delle specifiche linee guida contenute nel presente documento.

2 Struttura del software di regolazione (taratura) e parametri operativi dell'irroratrice sui quali è possibile intervenire.

L'esecuzione delle operazioni di regolazione dovrà avvenire rispettando le indicazioni contenute nei documenti ENAMA n° 8c, 10, 11 e 17.

Prima di iniziare la procedura di regolazione, il software dovrà prevedere la possibilità di raccogliere e registrare alcune informazioni di carattere generale.

In particolare la struttura del software dovrà essere organizzata in maniera tale da comprendere:

- a)** una sezione riguardante i dati anagrafici relativi al proprietario/utilizzatore dell'irroratrice;
- b)** una sezione nella quale poter inserire le caratteristiche identificative della macchina;
- c)** una terza sezione dove riportare, sia i parametri operativi sui quali intervenire durante la regolazione della macchina irroratrice, sia i risultati ottenuti da tale regolazione.

Il software dovrà essere in grado di poter gestire separatamente le differenti tipologie di irroratrici distinguendo tra le macchine per colture erbacee, quelle per le colture arboree e le irroratrici "speciali". Per le irroratrici per le colture erbacee dovrà essere possibile riportare le seguenti informazioni:

- *la marca, il modello, l'anno di produzione il n.°identificativo e la data del conseguimento dell'attestato Enama di funzionalità;*
- *la tipologia delle colture aziendali (max 3) e le relative superfici;*
- *il tipo di interventi fitosanitari effettuati (pre, post emergenza e altro);*
- *il volume di miscela fitoiatrica distribuita;*
- *la velocità di avanzamento utilizzata,(marcia e n° di giri);*
- *la pressione di esercizio impiegata.*

Per le macchine irroratrici per colture arboree i parametri, che dovranno possibilmente essere inseriti nel software sono:

- *la marca, il modello, l'anno di produzione il n.°identificativo e la data del conseguimento dell'attestato Enama di funzionalità;*
- *le principali colture aziendali (max 3) e le relative superfici;*
- *il sesto d'impianto, l'altezza e lo spessore della fascia del bersaglio se diversa dall'altezza della pianta intera, tipo di bersaglio oggetto del trattamento (tronco, foglia o frutto, insetto o fungo), le caratteristiche dimensionali della vegetazione e le forme di allevamento su cui si opera con l'irroratrice;*
- *il volume miscela fitoiatrica distribuita;*
- *la velocità di avanzamento utilizzata (marcia e n° di giri);*
- *la pressione di esercizio impiegata;*
- *il rapporto di trasmissione del moto alle pale del ventilatore (lento/veloce).*

Nella sezione riguardante il tipo di irroratrici è necessario, inoltre, che dal software possa risultare se si tratta di macchine a polverizzazione per pressione oppure a polverizzazione pneumatica. In particolare nel caso delle irroratrici per colture arboree deve poter essere specificato se la macchina è priva di ventilatore oppure è ad aeroconvezione.

La sezione successiva del software riguarda i parametri operativi dell'irroratrice sui quali intervenire durante la regolazione.

I parametri che il programma di calcolo deve essere in grado di considerare/regolare sono, nel caso delle macchine irroratrici per colture erbacee:

- *il volume di distribuzione*
- *il tipo e la portata degli ugelli*
- *la pressione di esercizio*
- *il diagramma di distribuzione, se non già previsto in fase di controllo funzionale*
- *la velocità di avanzamento*

Nel caso delle irroratrici per le colture arboree è necessario che il software consenta di ottimizzare la regolazione dei seguenti parametri:

- *il volume di distribuzione;*
- *il tipo e la portata degli ugelli,*
- *la pressione di esercizio*
- *il diagramma di distribuzione (n° di ugelli aperti)*
- *la velocità di avanzamento*

Per quest'ultima tipologia di macchine irroratrici sarebbe, inoltre, opportuno che il software, consentisse anche di ottimizzare la regolazione di:

- *inclinazione degli ugelli*
- *portata del ventilatore (quando presente) (deve essere indicata la velocità di rotazione e l'inclinazione delle pale)*
- *deflettori dell'aria (quando presenti)*

In particolare il software deve consentire l'inserimento dei dati relativi a tutti i parametri precedentemente riportati, sia in termini di "stato

attuale” sia in merito ai valori desiderati in quanto ritenuti ottimali, e sulla base di questi calcolare, di volta in volta, gli interventi e le modalità degli stessi da effettuare, applicando le necessarie formule presenti nei documenti Enama n° 10, 11 e 17 di cui di seguito vengono riportati alcuni esempi.

2.1 Regolazione del volume di distribuzione

La regolazione del volume di distribuzione della macchina, come stabilito dai documenti Enama n°10 ed 11, deve essere determinata tenendo conto del tipo di coltura, del tipo intervento da effettuare e, soprattutto per quanto riguarda le colture arboree, dell'altezza della fascia vegetativa, oltre che dello stadio di sviluppo vegetativo e della densità della coltura.

Tutte queste informazioni devono essere riportate nella sezione C del programma (vedi paragrafo 2), dove deve essere anche possibile indicare il valore del volume di distribuzione V (l/ha) calcolato attraverso le seguenti formule:

macchine per colture erbacee

- Esempio di calcolo del **volume di distribuzione** (V) che il programma di calcolo deve essere in grado di poter effettuare.

$$V \text{ (l/ha)} = \frac{q \times 600}{v \times d}$$

q (l/min) è la portata media degli ugelli, v (km/h) è la velocità di avanzamento della macchina irroratrice e d (m) è la distanza tra gli ugelli sulla barra di distribuzione.

macchine per colture arboree

- Esempio di calcolo del **volume di distribuzione** che il programma di calcolo deve essere in grado di poter effettuare.

$$V \text{ (l/ha)} = \frac{Q \times 600}{v \times i \times n}$$

Q (l/min) è la portata totale dell'irroratrice, v (km/h) è la velocità di avanzamento della macchina irroratrice, i (m) è la larghezza dell'interfila ed n è il numero di filari trattati contemporaneamente.

I risultati ottenuti con queste formule devono essere confrontati con quelli delle tabelle riportate nei paragrafi 3.1 e 3.5 dei documenti Enama n°10 e 11.

In particolare in tali tabelle sono indicati per le principali tipologie di colture, il **volume massimo** e quello **consigliato** riferiti alla sostanza impiegata per il trattamento.

L'aggiornamento e l'integrazione di queste tabelle, spetterà ad ogni Regione/Provincia Autonoma.

Avvenuto questo confronto, il software se possibile, dovrà essere in grado di avvisare l'utente quando il volume individuato non è compatibile con i volumi massimi e quelli consigliati nei documenti Enama o direttamente indicati dalla Regione o Provincia Autonoma nella quale opera l'irroratrice oggetto della regolazione.

Nel caso delle colture arboree, Il programma di regolazione deve essere anche in grado di calcolare il volume di distribuzione ottimale attraverso la conoscenza di una serie di parametri vegetativi e geometrici della vegetazione da trattare quali ad esempio il TRV (Tree Row Volume) o l'altezza della vegetazione o il valore dell'area di superficie fogliare.

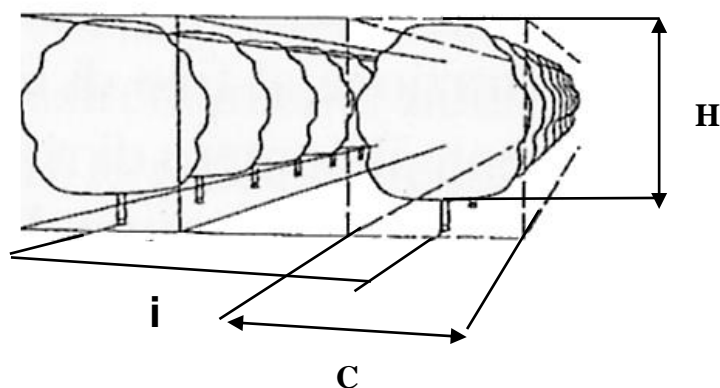
1. TRV (Tree Row Volume):

Input:

Altezza degli alberi [H] = ,

Larghezza della chioma [C] = ,

Larghezza interfila [i] = ,



Volume di vegetazione

$$V_v = \frac{H \times C \times 10000}{i} = m^3 / ha$$

indice di volume (I)*

(litri per 1000 m³ di vegetazione)

molto alto	120
alto	100
medio	70
basso	50
molto basso	30
ultrabasso	10

Volume di miscela teorico

$$V_t = \frac{I \times V_v}{1000}$$

*

La scelta degli indici di volume indicati in tabella va fatta tenendo conto di quanto indicato in etichetta e in mancanza di tali indicazioni in funzione del tipo di fitofarmaco e delle sue modalità di azione

Esempio di calcolo del volume di distribuzione ottimale in un frutteto calcolato in base al TRV:

Input:

- Valore medio di altezza delle piante (T): **3,46 m**
- Valore medio della larghezza delle piante (I): **1,2 m**
- Larghezza interfila (R): **4,5 m**

Volume di vegetazione

$$V_v = \frac{3.46 \times 1.2 \times 10000}{4.5} = 9.226 m^3 / ha$$

Indice di volume (i)

(litri per 1000 m³ di vegetazione)

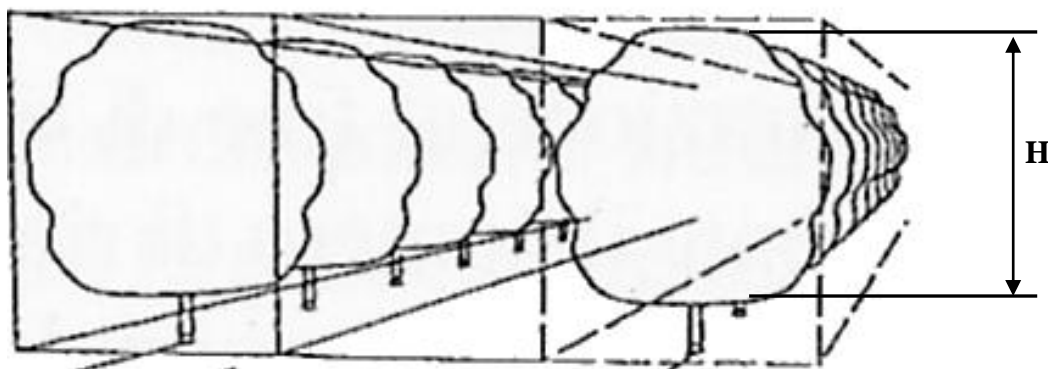
Medio70

Volume di miscela teorico

$$V_t = \frac{70 \times 9226}{1000} = 646 \text{ litri} / ha$$

2. Calcolo del volume di distribuzione considerando il parametro "altezza della vegetazione":

Il volume di distribuzione si ottiene moltiplicando il **volume di riferimento** (l/ha per metro di vegetazione) per l'altezza della vegetazione (m).



Input:

- Volume di riferimento: **Vr** (l/ha *metro di altezza della parte vegetativa)
- Altezza della parte vegetativa: **H** (m)

$$Vt = Vr \times H$$

Esempio di calcolo del volume di distribuzione ottimale in un frutteto in base all'altezza della vegetazione:

Vr= 200 l/ha m

H= 3,46 m

$$Vt = 200 \times 3,46 = 692 \text{ litri / ha}$$

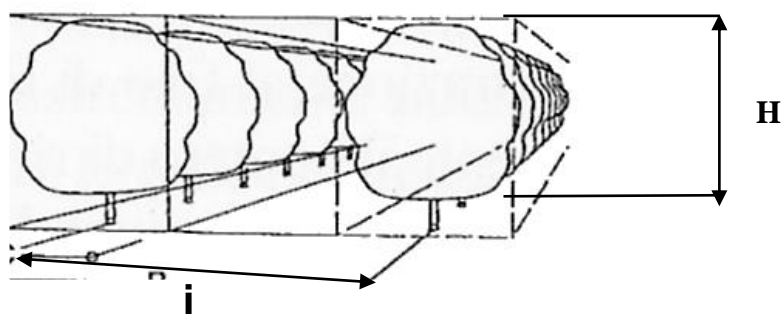
3. Calcolo del volume di distribuzione considerando il parametro "area della parete fogliare" :

Il software dovrebbe ricordare all'utilizzatore che questo metodo è raccomandabile per colture allevate in parete, con spessore della chioma limitata ed un numero di strati fogliari inferiore a 2,5-3 (tipicamente: vigneti a spalliera con una buona gestione della chioma).

Input:

Altezza della chioma [H] = ,

Larghezza interfila [i] = ,



Area della parete fogliare

(si considerano le due pareti fogliari)

$$A_P = \frac{2H \times 10000}{i} = m^2 / ha$$

indice di volume (I)*

(litri per 1000 m² di parete fogliare)

molto alto	55	-	75
alto	40	-	55
medio	25	-	40
basso	12.5	-	25
molto basso	5	-	12.5

*

La scelta degli indici di volume indicati in tabella va fatta tenendo conto di quanto indicato in etichetta e in mancanza di tali indicazioni in funzione del tipo di fitofarmaco e delle sue modalità di azione

Volume di miscela teorico

$$V_t = \frac{I \times A_p}{1000}$$

Esempio di calcolo del volume di distribuzione ottimale in un vigneto calcolato in base all'area della parete fogliare:

Input:

- Valore medio di altezza della chioma (H): **1,65 m**
- Larghezza interfila (R): **2,4 m**

Area della parete fogliare

$$A_p = \frac{3.3 \times 10000}{2.4} = 13750 m^2/ha$$

Indice di volume (I)

(litri per 1000 m² di vegetazione)

Medio = 30

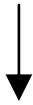
Volume di miscela teorico

$$V_t = \frac{30 \times 13750}{1000} = 412.5 \text{ litri/ha}$$

ESEMPIO DI SCHEMA SINTETICO DI FUNZIONAMENTO CHE IL SOFTWARE DEVE SEGUIRE PER CALCOLARE IL VOLUME DI DISTRIBUZIONE DELLA MACCHINA IRRORATRICE OGGETTO DEL PROCEDIMENTO DI REGOLAZIONE

SEZIONE A :

Dati anagrafici proprietario/utilizzatore,
caratteristiche azienda e condizioni di
lavoro (coltura, tipo trattamento....)



SEZIONE B :

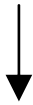
Caratteristiche identificative
della macchina irroratrice

Tipo di irroratrice:
- **Culture erbacee**
- **Culture arboree**

— *scelgo* —>

VOLUME DESIDERATO (V_D)

(Vedi documenti ENAMA n° 10-11)



SEZIONE C :

Scelta
Ugelli,
numero,
pressione
velocità
ecc...

— *calcolo* —>

**VOLUME REALE
(V_R)**

ritorno alla scelta

se

$V_R \neq V_D$

$V_R \sim V_D$

OK

2.2 Velocità di avanzamento

La velocità di avanzamento deve essere rilevata secondo le modalità previste dai documenti ENAMA n°10 e 11 (paragrafo 3.2) e la formula che deve essere impiegata dal software per ottenere i valori da utilizzare si ricava dalle equazioni indicate in precedenza e riferite al volume di distribuzione:

macchine per colture erbacee

- Esempio di calcolo della **velocità di avanzamento** che il programma di calcolo deve essere in grado di poter effettuare.

$$v \text{ (km/h)} = \frac{Q \times 600}{V \times d}$$

q (l/min) è la portata media degli ugelli, **V** (l/ha) è il volume di distribuzione della macchina irroratrice e **d** (m) è la distanza tra gli ugelli sulla barra di distribuzione

macchine per colture arboree

- Esempio di calcolo del **velocità di avanzamento** che il programma di calcolo deve essere in grado di poter effettuare.

$$v \text{ (km/h)} = \frac{Q \times 600}{V \times i \times n}$$

Q (l/min) è la portata totale dell'irroratrice, **V** (l/ha) è il volume di distribuzione della macchina irroratrice, **i** (m) è la larghezza dell'interfila ed **n** è il numero di filari trattati contemporaneamente.

2.3 Adeguamento dell'irrorazione (diagramma di distribuzione) alla morfologia del bersaglio da trattare

La realizzazione del diagramma ha lo scopo di individuare la migliore regolazione della macchina irroratrice in modo tale che il getto prodotto durante l'irrorazione della miscela interessi nella misura massima il bersaglio oggetto del trattamento.

Per realizzare tale operazione è quindi necessario intervenire in modo opportuno, facendo riferimento alle indicazioni specifiche riportate nel documento ENAMA n°17, su quelle parti della macchina irroratrice e sui relativi parametri di regolazione, che sono in grado di determinare le modalità di distribuzione della macchina.

Di conseguenza il software dovrà necessariamente prendere in considerazione: l'apertura e la chiusura degli ugelli (n° di ugelli aperti), la regolazione dei deflettori dell'aria.

Per intervenire su tali parametri sarà necessario tenere conto dell'altezza della vegetazione al fine di calibrare adeguatamente la distribuzione (par. 3.3.3 del documento ENAMA n°17).

2.3.1 Numero e tipologia degli ugelli aperti

A seconda delle caratteristiche del banco prova utilizzato per il rilevamento del diagramma di distribuzione dell'irroratrice, il software dovrà consentire di registrare:

- *il tipo di banco prova (a vassoi, lamelle o altro) e le modalità di misurazione (con banco prova ed irroratrice rispettivamente fermi o in movimento);¹*
- *il numero di captatori ;*
- *l'altezza da terra del punto medio di ciascun captatore*

Al momento di iniziare una serie di misurazioni al banco, dovrà essere possibile richiamare:

- *le principali colture aziendali (max 3) già definite al punto 2 (pag. 2);*
- *per ciascuna di esse, il sesto d'impianto, l'altezza e lo spessore della fascia del bersaglio se diversa dall'altezza della pianta intera, tipo di bersaglio oggetto del trattamento (tronco, foglia o frutto,*

¹ Il programma dovrebbe avere già una serie di modelli di banchi memorizzati, da cui poter scegliere con un menù a tendina nei quali è indicata anche la distanza fra i captatori

insetto o fungo), le caratteristiche dimensionali della vegetazione e le forme di allevamento su cui si opera con l'irroratrice.²

Una volta selezionata la coltura alla quale si riferisce la misura al banco, dovrà essere possibile inserire:

- *il lato di misurazione* (rispettivamente destro o sinistro dell'irroratrice);
- *numero, tipo e diffusori aperti*;³
- *il volume di liquido* rilevato su ciascun captatore al termine della misura.

Il software dovrà quindi:

- calcolare *l'indice di deposito (I_i)* per ciascun captatore, espresso come percentuale del valore medio captato:

$$I_i = 100 \frac{V_i}{\frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}}$$

- produrre il grafico di distribuzione (Figura 1), riportante (in ascissa) l'andamento dell'indice di deposito in funzione dell'altezza da terra di ciascun captatore (in ordinata);
- calcolare *la percentuale di volume a bersaglio*, come rapporto fra il volume raccolto dai captatori che si trovano *all'interno dell'intervallo d'altezza della fascia bersaglio*, rispetto al totale di tutti i captatori.

Inoltre dovrà consentire di confrontare graficamente due serie successive di misure (Figura 1), rilevate rispettivamente sul lato sinistro e destro dell'irroratrice, e calcolare un *indice di simmetria (I_S)*:

$$I_S = \frac{\sum_i |I_{i,d} - I_{i,s}|}{n}$$

² Ossia dovrebbe comparire una schermata con l'elenco delle colture e i relativi dati, che verranno utilizzati in fase di misurazione.

dove $I_{i,s}$ e $I_{i,d}$ sono gli indici di deposito (volumi raccolti) del captatore i rispettivamente sul lato sinistro e destro dell'irroratrice, espressi sempre in % del massimo o medio captato.

La procedura dovrà poter essere ripetuta per un numero sufficiente di volte, al fine di individuare la combinazione ottimale fra i parametri considerati ai fini della taratura, quali l'inclinazione degli ugelli o dei diffusori, l'apertura e la chiusura degli stessi (n° di ugelli aperti), la regolazione dei deflettori dell'aria.³

Al termine, il programma dovrà memorizzare la combinazione ottimale, che dovrà essere inserita nel rapporto di prova.

Diagramma di distribuzione (lato sinistro / destro)

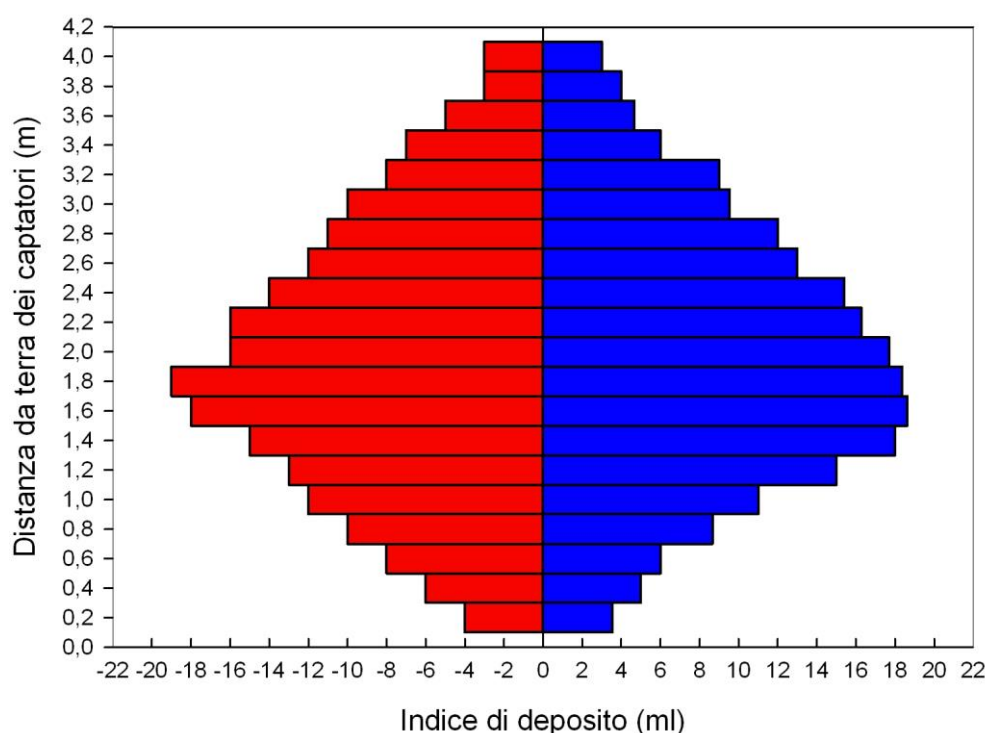
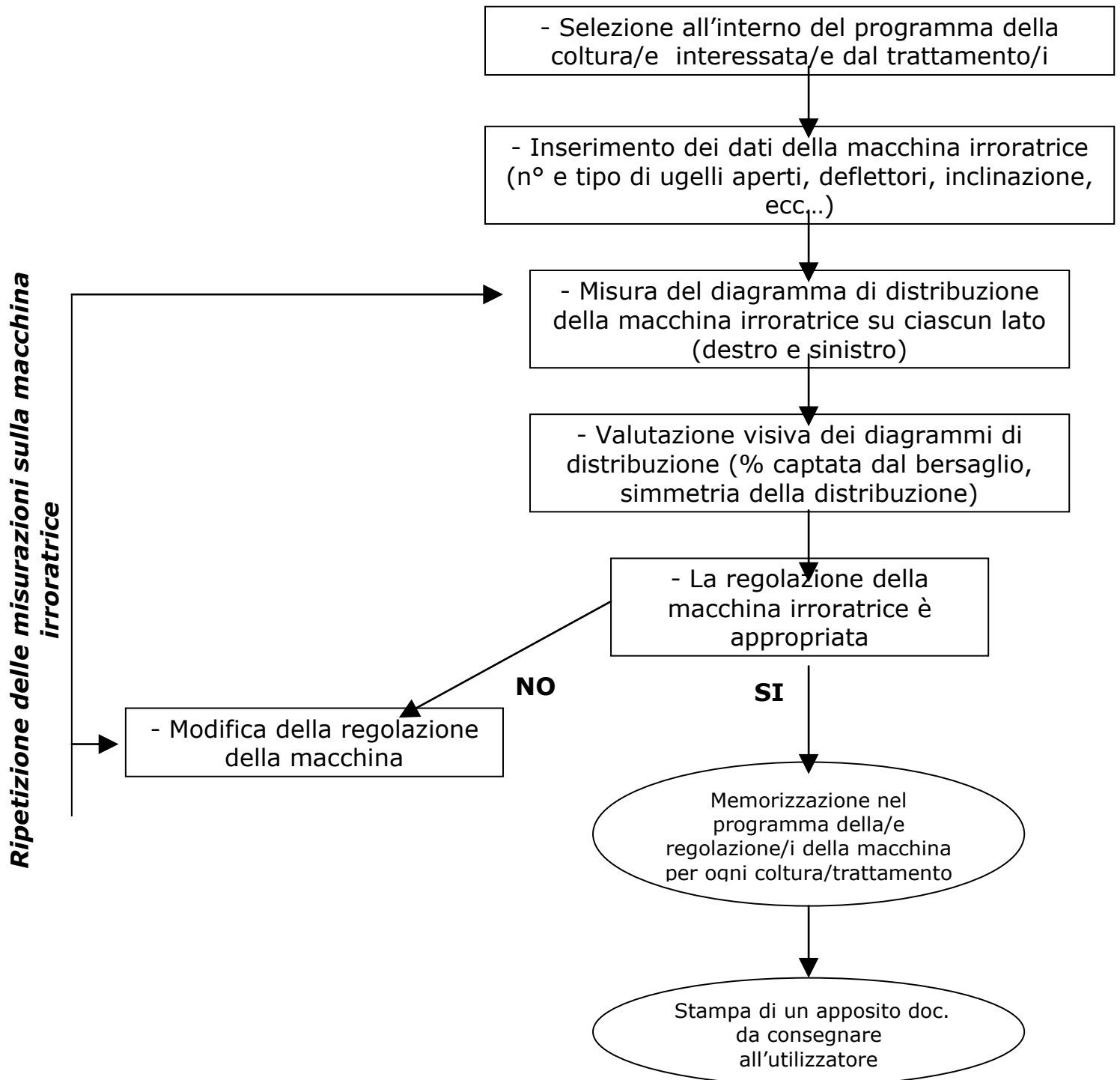


Figura 1 – Esempio di diagramma di distribuzione misurato su entrambi i lati della macchina irroratrice.

³ In sostanza l'operatore:

- sceglie da menù la coltura interessata;
- inserisce i dati della macchina così com'è (o come pensa che potrebbe andare): n. di ugelli aperti, tipo, inclinazione, deflettori ecc.;
- fa una misura sul lato sinistro e una sul destro;
- valuta visivamente il grafico risultante, la % a bersaglio e la simmetria;
- modifica la macchina (qui dipende dall'esperienza) e ripete la misura; ecc. ecc.
- insomma va un po' a tentativi e ad esperienza, e alla fine:
- sceglie la regolazione migliore, che va quindi memorizzata e stampata per l'agricoltore.

SCHEMA SINTETICO DELLE FASI DI REGOLAZIONE DELLA MACCHINA IRRORATRICE CHE IL TECNICO DEVE SEGUIRE UTILIZZANDO IL SOFTWARE SPECIFICO:



2.3.2 Portata degli ugelli o dei diffusori

In questa sezione del programma, in base al tipo di irroratrice oggetto del procedimento di regolazione (macchine a polverizzazione per pressione o a polverizzazione pneumatica) deve essere riportata la tipologia di ugello o di diffusore impiegata per i trattamenti.

In particolare, per gli ugelli, è necessario distinguere se sono: *a turbolenza*, *a fessura* o *a specchio*, e indicare se sono di tipo "antideriva".

Oltre a questa prima distinzione gli ugelli devono poter essere riconosciuti facendo riferimento al loro codice di classificazione ISO ed al loro colore.

Per quanto riguarda la portata, nelle **irroratrici a barre** il calcolo deve riguardare sia il singolo ugello, sia, conoscendo la larghezza di lavoro della barra, la portata complessiva erogata.

macchine per colture erbacee

- Esempio di calcolo della **portata dell'ugello** in funzione della sua **pressione**, che il programma di calcolo deve essere in grado di poter effettuare.

$$q_x (l / \min) = q_1 \times \sqrt{\frac{p_x}{p_1}}$$

Relazione portata (q) pressione (p)

Dove **q_1** è la portata erogata da un ugello ad una determinata pressione **p_1** mentre **q_x** è la portata dell'ugello alla pressione **p_x**

- Esempio di calcolo della **portata media degli ugelli**, che il programma deve essere in grado di poter effettuare.

$$q (l / \min) = \frac{V \times v \times d}{600}$$

v (km/h) è la velocità di avanzamento, **V** (l/ha) è il volume di distribuzione della macchina irroratrice e **d** (m) è la distanza tra gli ugelli sulla barra di distribuzione.

macchine per colture arboree

- Esempio di calcolo della **portata totale dell'irroratrice** che il programma di calcolo deve essere in grado di poter effettuare.

$$Q \text{ (l/min)} = \frac{V \times v \times i}{600}$$

v(Km/h) è la velocità di avanzamento, V (l/ha) è il volume di distribuzione della macchina irroratrice, i (m) è la larghezza dell'interfila.

Dopo aver calcolato la portata dei singoli ugelli e quella totale della macchina irroratrice, il programma di calcolo deve permettere la realizzazione del diagramma di distribuzione della macchina irroratrice oggetto della procedura di regolazione, se non già previsto in fase di controllo funzionale.

2.4 Portata del ventilatore (irroratrici per le colture arboree)

La portata del ventilatore è uno dei parametri di regolazione facoltativi e deve essere considerato solamente durante il procedimento di "taratura" delle irroratrici ad aeroconvezione a polverizzazione per pressione.

Per la sua regolazione è necessario valutare i seguenti elementi, che caratterizzano il funzionamento del ventilatore:

- rapporto di trasmissione (se presente)
- inclinazione delle pale (solo per i ventilatori assiali)
- Regime di rotazione della pdp

La regolazione della portata può essere effettuata in funzione della variazione dei primi due elementi (inclinazione delle pale e rapporto di trasmissione) facendo riferimento ai valori indicati nella tabella riportata nel paragrafo 3.1 del documento Enama n°11.

Nel caso delle irroratrici ad aeroconvezione con ventilatore assiale la determinazione della portata può essere ottenuta anche attraverso la formula che mette in relazione la velocità di avanzamento della

macchina irroratrice, l'interfila, l'altezza delle piante e la densità della vegetazione da trattare:

macchine per colture arboree

- Esempio di calcolo della **portata ottimale del ventilatore** che il programma di calcolo deve essere in grado di poter effettuare:

$$A (m^3 / h) = \frac{1000 \times v \times i \times h}{K}$$

V (Km/h) è la velocità di avanzamento della macchina irroratrice, **h** (m) è l'altezza delle piante, **i** (m) è la larghezza dell'interfila e **K** è un coefficiente che varia da **3.0** a **3.5** in presenza di vegetazione poco densa e tra **2.5** e **3.0** in presenza di vegetazione molto densa.

2.5 Regolazione della pressione di esercizio

L'individuazione di questo parametro è strettamente legata al calcolo della portata in quanto vengono impiegate delle specifiche tabelle "portata/pressione" tipiche della maggior parte dei modelli di ugelli in commercio. In queste tabelle gli ugelli sono classificati secondo il codice ISO (vedi allegato 4) o Albuz o secondo il colore.

Di conseguenza la sezione riferita alla pressione di esercizio all'interno del programma di calcolo per la regolazione dovrà fare riferimento a tali tabelle. I valori indicati al loro interno sono ricavati dalla relazione descritta in precedenza (vedi paragrafo 2.3), e riguardante il calcolo della portata.

2.6 Altezza di lavoro (irroratrici per colture erbacee)

Per determinare l'altezza di lavoro di una barra che garantisca un distribuzione trasversale uniforme, devono essere presi in considerazione l'angolo di apertura degli ugelli utilizzati e la loro distanza reciproca.

Dati questi due parametri il programma di calcolo deve essere in grado di ricavare l'altezza di lavoro ottimale, anche nel caso di trattamenti localizzati.

L'altezza minima consigliata, al di sotto della quale le estremità della barra rischiano di toccare il terreno, è di 0,50 m.

Per valutare la posizione degli ugelli e l'altezza di lavoro da impiegare in base al tipo di ugello è necessario fare riferimento alle tabelle riportate nel documento Enama n.º10, paragrafo 3.6. (allegato 3) dove sono indicati i valori da utilizzare per i trattamenti tradizionali e per quelli che prevedono l'uso di ugelli specifici (trattamenti localizzati).

3 Documentazione per l'agricoltore

Al termine del procedimento di "taratura" deve essere consegnato all'utilizzatore/proprietario dell'irroratrice un rapporto dell'avvenuta regolazione della macchina, all'interno del quale devono essere contenute indicazioni precise in merito ai parametri della macchina sui quali è necessario intervenire e con quali modalità.

Oltre alle informazioni relative alla macchina irroratrice e quelle riguardanti la sua regolazione, il rapporto deve riportare anche i dati identificativi di chi lo rilascia e del proprietario/utilizzatore.

Il software deve permettere, quindi, la stampa di un documento finale avente le caratteristiche minime descritte negli allegati ai documenti Enama n° 10 ed 11 di cui vengono riportati negli allegati 1 e 2, due esempi riferiti, rispettivamente, alle irroratrici per colture erbacee ed a quelle per le colture arboree.

4 Registrazione dei rapporti di avvenuta taratura

Il software di calcolo deve essere compatibile con IRROMONO o con i programmi Regionali equivalenti e con la banca dati centrale che raccoglie tutti i dati relativi ai controlli funzionali, in modo da poter essere impiegato in contemporanea ai controlli oppure al termine di questi ultimi.

Una parte dei parametri ottenuti durante il controllo, infatti, serviranno al tecnico abilitato come riferimento per svolgere la procedura di regolazione della macchina irroratrice in modo completo. L'invio all'Enama dei dati relativi alla regolazione della macchina irroratrice oggetto del controllo deve avvenire attraverso IRRONET o la banca dati centrale che raccoglie a livello nazionale i dati e le informazioni relative ai controlli funzionali, e permettere così la registrazione della procedura all'interno della banca dati dell'Enama.

5 Realizzazione del software

La creazione del software sarà affidata alle Regioni/Province Autonome, che per la sua realizzazione dovranno fare riferimento alle linee guida contenute nel presente documento.

Il software potrà essere messo a disposizione dei Centri Prova e dei tecnici abilitati come supporto all'attività di controllo funzionale e di regolazione delle macchine irroratrici.

L'Enama dovrà verificare sia la rispondenza del software alle linee guida in oggetto, sia la sua compatibilità con la banca dati centrale nazionale.

Oltre alle linee guida di cui sopra, per aiutare le Regioni/Province Autonome nella realizzazione del software, vengono allegate al presente documento (allegati 5, 6 e 7), a titolo di esempio, alcune schermate di un programma di calcolo realizzato dall'Università di Padova.

Tale programma il cui nome è "Spray Test", è un software creato nel 1998, che ha la funzione, di agevolare sia il controllo funzionale che la procedura di regolazione delle macchine irroratrici.

IRRORATRICI PER COLTURE ERBACEE: RAPPORTO DI AVVENUTA REGOLAZIONE DELLA MACCHINA IRRORATRICE

Marca irroratrice (se presente)..... Modello irroratrice(se presente)

N° di serie (se presente)

Segni identificativi (se non presente n° di serie, ad esempio adesivo del Centro Prova con relativo numero controllo)

.....

Trattore (marca e modello)..... Pneumatici (dati leggibili)

Proprietario irroratrice [] Utilizzatore irroratrice []

Nome proprietario o utilizzatore (*)

Nominativo azienda

Indirizzo completo

Partita IVA oppure C.F

Coltura e tipo di intervento	Larghezza di lavoro (m)	n. ugelli	Altezza di lavoro (m)	Marcia e giri motore (giri/min)	Velocità avanzamento (km/h)	Tipo ugello	Portata media (l/min)	Pressione esercizio (bar)	Volume distribuito (l/ha)
1. Bietola diserbo pre-emergenza	12	24	0.65	1° veloce - 2000	6	Fessura 1100...		2,5	200
2. Bietola diserbo post-emergenza	12	24	0.70	1° veloce - 2000	6	Fessura 1100...		3,5	300
3. Frumento diserbo post emergenza	12	24	0.60	1° veloce - 2000	6	Fessura 1100...		3,0	250
4.									
5.									

(data)

(firma del controllore)

(*)Dichiara di consentire il trattamento dei dati contenuti nel presente documento e negli eventuali allegati per i fini previsti da DL 196/2003.

IRRORATRICI PER COLTURE ARBOREE:

RAPPORTO DI AVVENUTA REGOLAZIONE DELLA MACCHINA IRRORATRICE

Marca irroratrice (se presente)..... Modello irroratrice (se presente)
 N° di serie (se presente)
 Segni identificativi (se non presente n° di serie, ad esempio adesivo del Centro Prova con relativo numero controllo)
 Trattore (marca e modello)..... Pneumatici (dati leggibili)
 Proprietario irroratrice [] Utilizzatore irroratrice []
 Nome proprietario o utilizzatore (*)
 Nominativo azienda
 Indirizzo completo
 Partita IVA oppure C.F

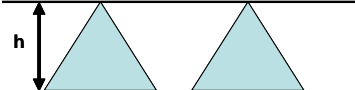
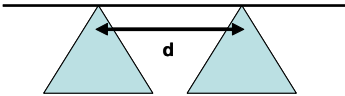
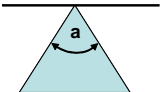
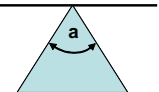
Coltura e densità	interfila (m)	Altezza max (m)	Forma di allevamento	Marcia e giri motore (giri/min)	Velocità avanzamento (km/h)	n. ugelli aperti	Pressione esercizio (bar)	Serie ugelli	Volume distribuito (l/ha)
1. PERO densità media	3,6	3,5	palmetta	1° veloce 1800	6	7+7	12	1	1300
2. PESCO densità media	4,5	3,0	vaso	1° veloce 1800	6	7+7	15	1	1400
3.									
4.									
5.									
6.									

Tipo Ugelli

tipo egem																		
serie	Lato sinistro								Lato destro									
1	basso								alto	basso								alto
1	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	chiuso	chiuso	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	chiuso	chiuso
l/min																		
2																		
l/min																		

**VALORI DI RIFERIMENTO DELL'ALTEZZA DI LAVORO
OTTIMALE CHE IL PROGRAMMA DI CALCOLO DEVE ESSERE IN
GRADO DI DETERMINARE IN FUNZIONE DEL TIPO DI UGELLO,
DELLA LORO DISTANZA SULLA BARRA E DELL'AMPIEZZA
DELL'ANGOLO DI APERTURA DEL GETTO**

Ugelli tradizionali

		 <p>Altezza di lavoro (m)</p>			
 <p>Distanza ugelli (m)</p>	Ugelli a turbolenza 		Ugelli a fessura 		
	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 80^\circ$	$\alpha = 80^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 110^\circ$
0,33	0,50	0,50	-	-	-
0,50	0,55	0,50	0,60	0,50	0,50
0,65	-	-	0,75	0,65	0,50
0,75	-	-	0,90	0,75	0,55

**Ugelli specifici per trattamenti localizzati (ugello fessura
EVEN)**

Distanza ugelli (m)	Altezza di lavoro (m)		
	Angolo apertura 80°	Angolo apertura 95°	Angolo apertura 110°
0,50	0,20	0,30	0,40
0,75	0,30	0,40	0,55

**ESEMPIO DI TABELLA PORTATA (L/MIN)-PRESSIONE (BAR) PER GLI UGELLI CLASSIFICATI
SECONDO LA NORMA ISO**

	pressione (bar)										
codice ISO	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
- 005 -	0,12	0,16	0,20	0,23	0,26	0,28	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46
- 0067 -	0,15	0,22	0,27	0,31	0,34	0,38	0,44	0,49	0,53	0,58	0,62
- 01 -	0,23	0,33	0,40	0,46	0,51	0,56	0,65	0,73	0,80	0,86	0,92
- 015 -	0,34	0,48	0,59	0,68	0,76	0,83	0,96	1,08	1,18	1,27	1,36
- 02 -	0,46	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,30	1,45	1,59	1,72	1,84
- 025 -	0,58	0,81	1,00	1,15	1,29	1,41	1,63	1,82	1,99	2,15	2,30
- 03 -	0,68	0,96	1,18	1,36	1,52	1,67	1,92	2,15	2,36	2,54	2,72
- 035 -	0,79	1,12	1,37	1,59	1,77	1,94	2,24	2,51	2,75	2,97	3,17
- 04 -	0,91	1,29	1,58	1,82	2,03	2,23	2,57	2,88	3,15	3,40	3,64
- 05 -	1,14	1,61	1,97	2,28	2,55	2,79	3,22	3,60	3,95	4,27	4,56
- 06 -	1,37	1,94	2,37	2,74	3,06	3,36	3,87	4,33	4,75	5,13	5,48
- 08 -	1,82	2,57	3,15	3,64	4,07	4,46	5,15	5,76	6,30	6,81	7,28
- 10 -	2,30	3,25	3,98	4,60	5,14	5,63	6,51	7,27	7,97	8,61	9,20

ESEMPIO DI SCHERMATA INIZIALE DEL SOFTWARE "SPRAYTEST" IN CUI VENGONO INDICATI I DATI ANAGRAFICI DEL PROPRIETARIO/UTILIZZATORE, LE CARATTERISTICHE DELL'AZIENDA (TIPO DI COLTURA, DI ALLEVAMENTO ECC...) E LA TIPOLOGIA DI MACCHINA IRRORATRICE

SprayTest - verifica funzionale irroratrici - Dip. TeSAF

File Certificati Informazioni

archivio aziende **verifica funzionale** **taratura**

Denominazione: **ADAMI FRANCESCO** Archivio aziende

Indirizzo: **VIA BISSON 3** Tabella colture

Comune - CAP - Prov.: **SOAVE** **37038** **VR** Trattori

Partita IVA: **01683920233** tel. **0457680475** codice azienda: **15** Irroratrici

colture in atto

coltura	forma di allevamento	superficie (ha)	altezza piante (m)	larghezza lavoro (m)	vol. abituale
VIGNETO	PERGOLA		2,5	3,5	800

trattori

irroratrici

ident.	tipo	marca	anno	n.
	atomizzatore	RICOSMA	1995	8

l'atomizzatore è dotato di 12 getti

02/12/2008 BLOC MAIUSC BLOC NUM codice cantiere: non accreditato

ESEMPIO DI SCHERMATA DEL SOFTWARE "SPRAYTEST", RIGUARDANTE LA SEZIONE RELATIVA AL CONTROLLO FUNZIONALE DELLA MACCHINA IRRORATRICE (PORTATA UGELLI, DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE, MANOMETRO, CIRCUITO IDRAULICO)

SprayTest - verifica funzionale irroratrici - Dip. TeSAF

File Certificati Informazioni

archivio aziende **verifica funzionale** taratura

Azienda **ADAMI FRANCESCO** data **05/01/2009** Irroratrice **RICOSMA** Conferma dati

verifiche obbligatorie **verifiche facoltative/prescrizioni**

portata ugelli **diagramma distribuzione** **manometro** **regolatore/circuito idraulico**

misura con flussimetro
misura con cronometro
simultanea
dx /sx

portata sinistra 0.00
portata destra 0.00

tempo di rilevamento (sec)
sinistra 30 destra 30
scarto sx/dx % 0.0
scarto medio % 0

1.0
0.5
0.0
alto basso alto

pressione di rilevazione 10
portata totale rilevata 0
portata totale richiesta 0
pressione richiesta 0
ugelli utilizzati 8

05/01/2009 BLOC MAIUSC BLOC NUM codice cantiere: non accreditato

ESEMPIO DI SCHERMATA DEL SOFTWARE "SPRAYTEST", RIGUARDANTE LA SEZIONE RELATIVA ALLA PROCEDURA E I PARAMETRI DI REGOLAZIONE (TARATURA) DELLA MACCHINA IRRORATRICE (TIPO DI UGELLI, PRESSIONE DI ESERCIZIO, PORTATA, VELOCITA' DI AVANZAMENTO, ECC...)

SprayTest - verifica funzionale irroratrici - Dip. TeSAF

File Certificati Informazioni

archivio aziende verifica funzionale taratura

Azienda **ADAMI FRANCESCO** Conferma dati

informazioni selezione ugelli

dati coltura

Coltura **VIGNETO** Forma di allevamento **PERGOLA** interfila **3,5** altezza **2,5** l/ha **800**

dati macchine

Irroratrice **RICOSMA**

tipo ugelli **Albuz ATR 80° arancio**

numero totale di ugelli aperti **8**

Trattore **FIAT 640 - 60 CV**

marcia giri motore **0** velocità

rilevo velocità su base cronometrata

portata ugelli calcolata (l/min) **0,00**

pressione richiesta (bar) **0**

annotazioni

riepilogo

coltura	forma allevamento	interfila	giri/min	marcia	km/h	l/ha	tipo ugelli	press.	n. ugelli

02/12/2008 BLOC MAIUSC BLOC NUM codice cantiere: non accreditato