

Linee guida per la regolazione (taratura) effettuata dall'operatore professionale:

Irroratrici utilizzate per i trattamenti alle colture erbacee e per il diserbo delle colture arboree

Documento prodotto sulla base delle linee guida elaborate dal Gruppo di Lavoro Tecnico ENAMA per il Concertamento Nazionale delle attività di controllo delle macchine irroratrici

INDICE

1	Rilievi preliminari.....	1
2	Parametri operativi dell'irroratrice sui quali intervenire con la regolazione	1
2.1	Volume di distribuzione	1
2.2	Velocità di avanzamento	3
2.3	Tipo di ugello	4
2.3.1	Macchine a polverizzazione per pressione	5
2.3.2	Irroratrici a polverizzazione pneumatica	7
2.4	Calcolo della portata dell'ugello.....	7
2.5	Calcolo della pressione di esercizio	8
2.6	Altezza di lavoro	10
3	Verifica del volume effettivamente distribuito.....	11

Il presente documento **fornisce delle linee guida** su come effettuare da parte dell'operatore professionale la regolazione delle **macchine irroratrici per le colture erbacee**. I valori limite indicati forniscono delle **indicazioni di larga massima** e possono essere modificati in funzione delle specifiche realtà operative.

1 Rilievi preliminari

Prima di effettuare la regolazione della macchina irroratrice è necessario poter disporre di una serie di informazioni di carattere generale alcune delle quali sono già disponibili a seguito dell'esecuzione del controllo funzionale:

- coltivazioni effettuate in azienda e relativa estensione
- tipologie di interventi fitosanitari effettuati (erbicidi pre e post emergenza, insetticidi, fungicidi)
- volume di miscela fitoiatrica distribuita
- velocità di avanzamento utilizzata
- pressione di esercizio impiegata

2 Parametri operativi dell'irroratrice sui quali intervenire con la regolazione

I parametri operativi dell'irroratrice sui quali intervenire con la regolazione, tutti strettamente correlati tra loro, sono:

- volume di distribuzione
- tipo ugello
- portata ugello
- pressione di esercizio
- velocità di avanzamento

2.1 Volume di distribuzione

La macchina irroratrice deve essere regolata per volumi di distribuzioni compatibili con la coltura interessata, il tipo di intervento (diserbo pre o post emergenza, diserbo localizzato, trattamento fungicida o insetticida) e lo sviluppo vegetativo.

In assenza di altre prescrizioni specifiche, per le principali tipologie di colture è opportuno fare riferimento ai **volumi massimi** indicati nella Tabella 1. Volumi superiori non determinano una maggiore efficacia dell'intervento, ma si traducono in un incremento dell'inquinamento ambientale e dei costi di produzione. Si auspica pertanto che, di caso in caso e in funzione delle modalità di azione della sostanza attiva, tali valori vengano opportunamente **ridotti**

rispettando comunque sempre **le dosi/ha indicate in etichetta**.
 Va altresì ricordato che una riduzione eccessiva dei volumi, nel caso dell'impiego di ugelli a polverizzazione per pressione, può tradursi in troppo ridotte dimensioni delle gocce con conseguenti fenomeni di deriva e di evaporazione.

Tipo di Coltura	Trattamento diserbante (l/ha)		Trattamento fungicida o insetticida (l/ha)*	
	massimo**	consigliato	massimo**	Consigliato
Cereali vernini	400	150-250	500	300
Mais, girasole, sorgo	500	Pre=150-250 Post=300-400	600	400-500
Riso	400	150-300	600	250-300
Pomodoro, patata	500	300	1000	600-700
Barbabietola	400	Pre=150 Post=300	700	300-400

*volumi riferiti al massimo sviluppo vegetativo
 ** non è consentito superare le dosi massime di sostanza attiva/ha indicate in etichetta

Tabella 1 – Volumi di distribuzione massimi ammissibili e consigliati per alcune colture.

Relativamente alla determinazione del volume da distribuire per il *diserbo localizzato (sottofila) in frutteto e vigneto* (Figura 1) si consiglia di procedere come segue:

- misurare la portata degli ugelli presenti sulla barra (q_e), raccogliendo il liquido erogato in un intervallo di tempo noto (t). Si consiglia di utilizzare pressioni di esercizio compresa fra 2 e 4 bar.
- Fare riferimento alla tabella 2 dove, per le diverse portate degli ugelli (q_e) in l/min, viene indicato il volume erogato per unità di superficie effettivamente diserbata, nell'ipotesi che la fascia diserbata corrisponda a 1m e che si impieghi un solo ugello. I volumi consigliati sono compresi fra 200 e 400 l/ha effettivamente diserbato.
- Nel caso di fasce diserbate di diversa larghezza o di barra dotata di più ugelli applicare la formula

$$V_r(l/ha) = \frac{q_e \times 600}{v \times f}$$

Dove:

V_r = volume (l/ha) realmente distribuito

q_e = portata degli ugelli (l/min)

v = velocità di avanzamento (km/h)

f = fascia trattata da tutti gli ugelli (m)

Ugello (Codice ISO)	Pressione (bar)	Portata (q) (l/min)	Velocità d'avanzamento (Km/h)			
			3	4	5	6
11002	2	0,65	260	195	-	-
	2,5	0,72	288	216	-	-
	3	0,79	316	237	189	158
	3,5	0,85	340	255	204	170
	4	0,91	364	274	218	182
11003	2	0,96	384	288	230	192
	2,5	1,08	432	324	259	216
	3	1,18	472	354	283	232
	3,5	1,27	508	381	305	258
11004	4	1,36	544	408	326	272
	2	1,29	-	387	309	258
	2,5	1,46	-	438	302	292
	3	1,58	-	474	379	316
	3,5	1,73	-	519	415	346
11005	4	1,82	-	546	436	365
	2	1,61	-	-	386	322
	2,5	1,80	-	-	432	360
	3	1,97	-	-	473	394
	3,5	2,27	-	-	545	454
	4	2,54	-	-	609	508

Tabella 2 - Volumi di distribuzione per il diserbo localizzato in frutteto e vigneto.

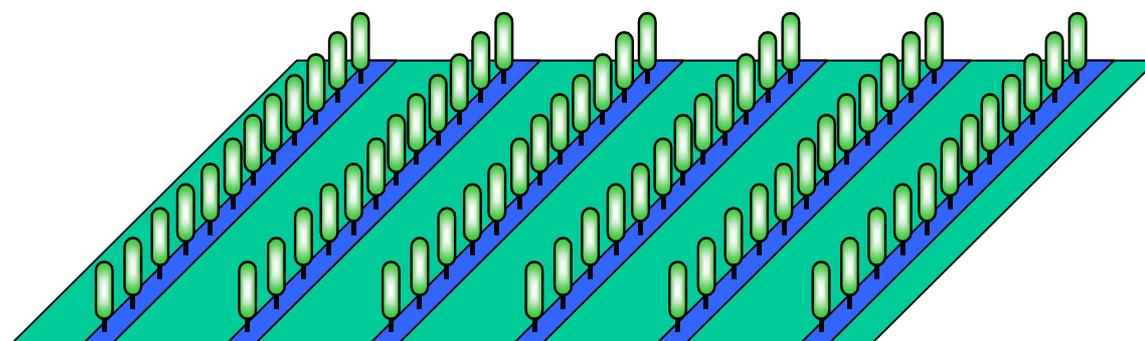


Figura 1 - Esempio di diserbo del sottofila.

2.2 Velocità di avanzamento

Tale determinazione deve essere effettuata utilizzando il trattore normalmente impiegato per l'esecuzione dei trattamenti fitosanitari, con contagiri efficiente e avvenire, possibilmente, direttamente in campo su uno degli appezzamenti oggetto del trattamento. Dovranno essere effettuate più prove con differenti marce e regimi del motore sino ad individuare la velocità più adeguata al volume che si intende distribuire.

E' necessario disporre di 2 paline e un cronometro e agire come segue:

1. inserire le 2 paline ad una distanza (d) nota (es. 50 m)

2. innestare il rapporto di trasmissione che viene utilizzato o che si intende utilizzare per il trattamento
3. portare il motore al regime di rotazione che viene utilizzato o che si intende utilizzare per il trattamento
4. prevedere una percorrenza sufficiente a stabilizzare la velocità di avanzamento desiderata prima di raggiungere la prima palina in corrispondenza della quale (prendendo come riferimento, ad esempio, la ruota anteriore del trattore) verrà azionato il cronometro
5. mantenere costante il regime di rotazione del motore per tutto il percorso
6. arrestare il cronometro quando il riferimento prescelto si trova in corrispondenza della seconda palina e annotare il tempo di percorrenza (t_1) in secondi
7. ripetere il percorso in senso inverso, ma non sulla medesima traccia e annotare il tempo di percorrenza (t_2)

La velocità di avanzamento sarà:

$$v(km/h) = \frac{d}{(t_1 + t_2)/2} \times 3,6$$

La velocità di avanzamento dovrà essere, possibilmente, compresa tra 4 e 8 km/h.

Velocità inferiori, se non legate a problematiche di morfologia del terreno (pendenza) o degli appezzamenti (piccoli e irregolari), non sono giustificabili e possono determinare l'aumento dei volumi distribuiti oltre i valori consentiti (vedi capitolo 2.1) oltre che tempi di lavoro eccessivi.

Velocità superiori, che possono tradursi in una diminuzione dell'uniformità di distribuzione e in un aumento delle perdite per deriva, possono essere accettate solo in presenza di barre irroratrici dotate di sospensioni autolivellanti e/o stabilizzanti, sospensioni idropneumatiche indipendenti, sistemi di stabilità a controllo elettronico, ecc. e, con l'esclusione delle barre aeroassistite, quando si opera in assenza di vento.

2.3 Tipo di ugello

La scelta dell'ugello deve, in particolare, tenere conto del tipo di trattamento (pieno campo, localizzato) e del bersaglio (terreno nudo, acqua, vegetazione..., Tabella 3) e delle eventuali indicazioni

contenute sull'etichetta del prodotto fitosanitario.

	Tipo ugello e spaziatura sulla barra					
	Fessura 110° (0,50 m)	Fessura 80° (0,50 m)	Turbolenza 80° (0,33-0,50 m)	Doppia Fessura (0,50 m)	Antideriva inclusione d'aria (0,50 m)	Specchio (1,00- 3,00 m)
Distribuzione su terreno	***	**	-	-	***	***
Penetrazione nella vegetazione	**	*	***	***	*	-
Sensibilità al vento	**	**	*	*	***	***
Sensibilità variazioni altezza barra	***	**	*	**	**	***
Sensibilità otturamento	*	*	**	*	**	***
Trattamenti erbicidi in post emergenza iniziale	***	***	*	*	***	*
Trattamenti erbicidi in post emergenza piena vegetazione	**	*	***	***	*	-
Fungicidi ed insetticidi	**	*	***	***	*	-
Erbicidi non selettivi sistemici	***	***	-	*	***	**
- da evitare	*impiego sconsigliabile ma possibile in certi casi					
** impiego accettabile	*** impiego in grado di fornire un ottimo risultato					

Tabella 3 - Indicazioni sulla tipologia di ugello consigliata in funzione del tipo di trattamento da effettuare

2.3.1 Macchine a polverizzazione per pressione

Ugelli a turbolenza (cono)

Non consentono di ottenere un diagramma di distribuzione uniforme. Date le dimensioni ridotte delle gocce che generalmente producono, dovrebbero essere impiegati per trattamenti in post emergenza che richiedono irrorazioni di tipo coprente, operando con pressioni di esercizio non superiori a 5 bar per contenere i fenomeni di deriva.

Ugelli a fessura (ventaglio)

Possono essere utilizzati per tutti i trattamenti regolando opportunamente la pressione di esercizio: quest'ultima dovrebbe risultare compresa tra 4 e 5 bar per ottenere una polverizzazione fine e tra 1,5 e 2,5 bar per una polverizzazione media.

Ugelli a specchio

Si prestano per irrorazioni su terreno nudo o allagato e consentono di operare a pressioni molto basse (1-2 bar) e, quindi, di contenere la deriva. Grazie alla creazione di un getto ampio e a forma di trapezio, possono essere fra loro distanziati di 100 cm e consentono di operare con bassi volumi - senza incorrere in problemi di intasamento dell'ugello - e di fornire una buona uniformità di distribuzione trasversale all'avanzamento.

Al fine di contenere la deriva del prodotto fitosanitario, soprattutto quando si opera in presenza di vento con velocità superiori a

1,5 m/s, è consigliabile impiegare **ugelli antideriva** a inclusione d'aria che producono gocce più grandi. In questo caso per il corretto funzionamento dell'ugello è, generalmente, necessario l'impiego di pressioni di esercizio più elevate di quelle utilizzate con gli omologhi ugelli tradizionali. Va infine evidenziato come a seguito della produzione di gocce di maggiori dimensioni l'impiego di questa tipologia di ugelli debba essere attentamente valutato quando vi è la necessità di un'elevata copertura del bersaglio come nel caso di trattamenti con prodotti di contatto.

Sempre ai fini della riduzione della deriva, in prossimità delle zone "sensibili", è possibile impiegare **ugelli a fessura di fine barra** (con getto tagliato, Figura 2).

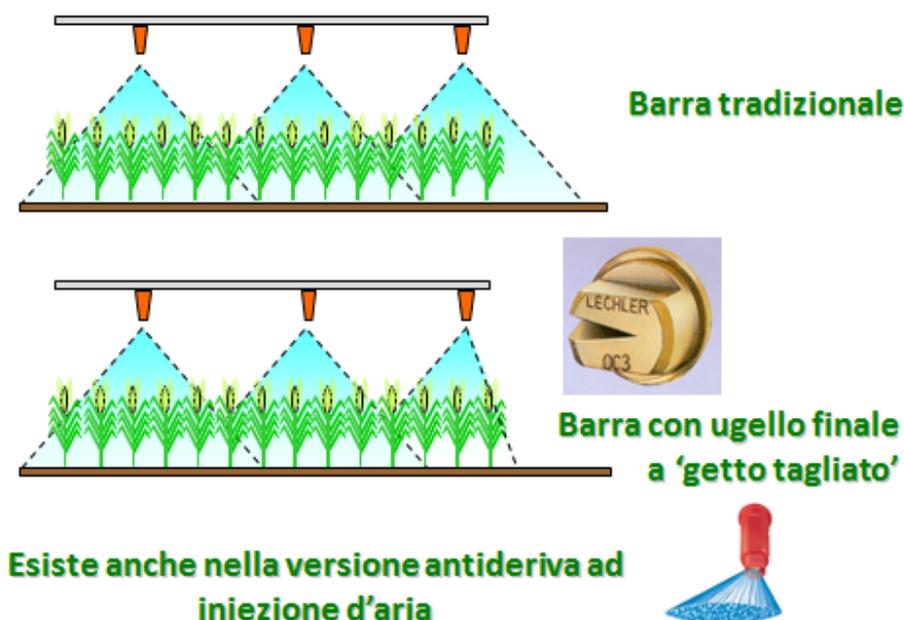


Figura 2 - Utilizzo dell'ugello di fine barra.

Nell'ambito della scelta dell'ugello è anche necessario tenere conto delle resistenze all'usura del materiale con il quale sono realizzate le punte di spruzzo, essendo questa la parte più esposta ai fenomeni di abrasione e corrosione. Le punte di spruzzo in ceramica offrono le migliori garanzie, sia per quanto riguarda l'abrasione che la corrosione. L'impiego di altri materiali comporta una minore durata e, quindi, richiede un più frequente controllo delle loro caratteristiche operative (portata e regolarità di spruzzo, Tabella 4). Un incremento della pressione genera sempre una maggiore abrasione e, pertanto, la durata dell'ugello viene ridotta.

Ceramica	Acciaio inossidabile	Polimero (plastica)	Ottone
Durata estremamente lunga; alta resistenza a prodotti chimici abrasivi e corrosivi	Durata lunga; eccellente resistenza ai prodotti chimici	Durata da media a lunga; buona resistenza ai prodotti chimici; possibilità di danneggiare l'orifizio durante la pulitura	Durata breve; possibilità di corrosione.

Tabella 4 – Principali caratteristiche dei materiali più usati per le punte di spruzzo degli ugelli

2.3.2 Irroratrici a polverizzazione pneumatica

In queste macchine la polverizzazione del liquido avviene grazie alla corrente d'aria generata dal ventilatore che attraversa la vena liquida di miscela portata, generalmente a bassa pressione, in prossimità del diffusore dalla pompa. Due risultano pertanto i parametri in grado di intervenire sul livello di polverizzazione del liquido: la velocità dell'aria e la portata del liquido in uscita. Aumentando la prima, ad esempio utilizzando diffusori con sezioni di uscita ridotte o intervenendo sul numero di giri del ventilatore, si incrementa la polverizzazione (gocce più piccole). Incrementando la portata erogata, utilizzando ad esempio piastrine calibrate, viceversa, si riduce il livello di polverizzazione (gocce più grandi).

2.4 Calcolo della portata dell'ugello

Dopo aver determinato il volume che si intende erogare (vedi paragrafo 2.1) e la velocità di avanzamento (vedi paragrafo 2.2) è possibile calcolare la portata (q) che ogni ugello deve erogare:

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

Dove:

V = volume di distribuzione (l/ha) scelto sulla base di quanto indicato al paragrafo 2.1

v = velocità di avanzamento (km/h) calcolata secondo quanto indicato al paragrafo 2.2

d = distanza tra gli ugelli sulla barra di distribuzione (m)

In alternativa, conoscendo la larghezza di lavoro della barra è possibile calcolare la portata totale della barra (Q)

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

Dove

V = volume di distribuzione (l/ha) scelto sulla base di quanto

indicato al paragrafo 2.1

v = velocità di avanzamento (km/h) calcolata secondo quanto indicato al paragrafo 2.2

l = larghezza di lavoro della barra (m)

Dividendo Q per il numero di ugelli si otterrà infine la portata del singolo ugello (q).

2.5 Calcolo della pressione di esercizio

Una volta calcolata la portata che devono avere gli ugelli da montare sulla barra è possibile individuare la pressione di esercizio da impiegare utilizzando le tabelle portata/pressione tipiche della maggior parte dei modelli di ugelli oggi in commercio e classificati secondo il codice ISO o del tipo ALBUZ ATR (Tabella 5 e Tabella 6).

		pressione (bar)								
colore	codice	4	6	8	10	12	14	16	18	20
lilla	- 005 -	0.21	0.26	0.30	0.34	0.37	0.40	0.42	0.45	0.47
rosa	- 0075 -	0.34	0.42	0.48	0.54	0.59	0.63	0.68	0.72	0.76
arancio	- 01 -	0.46	0.56	0.65	0.73	0.80	0.86	0.92	0.98	1.03
verde	- 015 -	0.68	0.83	0.96	1.08	1.18	1.27	1.36	1.44	1.52
giallo	- 02 -	0.92	1.13	1.30	1.45	1.59	1.72	1.84	1.95	2.06
viola	- 025 -	1.14	1.40	1.61	1.80	1.97	2.13	2.28	2.42	2.55
blu	- 03 -	1.39	1.70	1.96	2.19	2.40	2.59	2.77	2.94	3.10
vinaccia	- 035 -	1.63	1.99	2.30	2.57	2.82	3.04	3.25	3.45	3.64
rosso	- 04 -	1.85	2.27	2.62	2.93	3.21	3.47	3.71	3.93	4.14
marrone	- 05 -	2.31	2.82	3.26	3.64	3.99	4.31	4.61	4.89	5.15
grigio	- 06 -	2.77	3.39	3.92	4.38	4.80	5.19	5.54	5.88	6.20



Tabella 5 – Esempio di tabella portata (l/min) -pressione (bar) per gli ugelli classificati secondo la norma ISO

	pressione (bar)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
bianco	0.24	0.29	0.34	0.38	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54
lilla	0.33	0.40	0.46	0.51	0.56	0.61	0.65	0.69	0.73
marrone	0.42	0.52	0.60	0.67	0.73	0.79	0.85	0.90	0.95
giallo	0.66	0.81	0.94	1.05	1.15	1.24	1.33	1.41	1.49
arancio	0.88	1.07	1.24	1.39	1.52	1.64	1.75	1.86	1.96
rosso	1.24	1.52	1.76	1.97	2.16	2.33	2.49	2.64	2.78
grigio	1.36	1.66	1.92	2.15	2.35	2.54	2.72	2.88	3.04
verde	1.60	1.96	2.26	2.53	2.77	2.99	3.20	3.39	3.57
nero	1.81	2.22	2.56	2.86	3.14	3.39	3.62	3.84	4.05
blu	2.21	2.70	3.12	3.49	3.82	4.13	4.41	4.68	4.93

Tabella 6 - Esempio di tabella portata (l/min) -pressione (bar) per gli ugelli tipo ALBUZ ATR.

Tali tabelle sono costruite sulla base della relazione esistente tra portata e pressione di esercizio: per ogni tipo di ugello, conoscendo la portata erogata (q_1) ad una determinata pressione (p_1) è, infatti, possibile calcolare la portata (q_x) alla pressione p_x (o viceversa).

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

Si ricorda che ad un incremento di pressione corrisponde, non solo un aumento della portata erogata dall'ugello, ma anche una diminuzione della dimensione delle gocce.

Quest'ultima se da un lato consente di incrementare, a parità di volume erogato, il numero di gocce per unità di superficie e, quindi, la copertura del bersaglio, dall'altro facilita il deposito delle gocce stesse al di fuori del bersaglio (deriva) a seguito dell'azione del vento. Tale riduzione della dimensione delle gocce si traduce anche in una più rapida evaporazione delle gocce con possibile riduzione dell'efficacia del trattamento fitoiatrico. Per tali motivi, in funzione della tipologia di ugello impiegata, **a meno di differenti indicazioni da parte della ditta costruttrice**, si suggerisce di mantenere i valori di pressione all'interno di quelli indicati nella Tabella 7.

Tipologia di ugello	Intervallo di pressione
Fessura	2-4 bar
doppia fessura	2-4 bar
Fessura antideriva ad inclusione d'aria	3-8 bar
fessura con pre-camera	2-5 bar
specchio	1-2 bar
turbolenza	3-5 bar
turbolenza antideriva ad inclusione d'aria	3-9 bar

Tabella 7 - Pressioni di esercizio consigliate in funzione della tipologia di ugello.

2.6 Altezza di lavoro

Al fine di raggiungere una sufficiente uniformità di distribuzione trasversale, è necessario operare con la giusta altezza di lavoro della barra. Quest'ultima deve tener conto dell'angolo di apertura degli ugelli utilizzati e della loro distanza reciproca. In termini generali sono da preferire ugelli caratterizzati da ampi angoli di apertura, in quanto consentono di ridurre l'altezza di lavoro e quindi contenere i fenomeni di deriva. Per evitare che gli estremi della barra possano toccare il terreno si consiglia di non scendere sotto il valore di 0,50 m (Tabella 8).

Distanza ugelli (m)	Altezza di lavoro (m)				
	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

Tabella 8 - **Altezza** di lavoro che consente di ottenere la corretta sovrapposizione dei getti in funzione di alcuni tipi di ugello e dell'ampiezza dell'angolo di apertura del getto.

Nel caso si utilizzino ugelli specifici (Even) per i trattamenti localizzati è opportuno che l'altezza dal bersaglio rispecchi il più possibile quella indicata in Tabella 9. Ciò, oltre ad assicurare una corretta distribuzione sulla sola fascia interessata dal trattamento, è utile anche per contrastare l'effetto deriva.

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

Tabella 9 - Altezza di lavoro consigliata quando si impiegano ugelli per trattamento localizzato (tipo Even).

3 Verifica del volume effettivamente distribuito

Dopo aver individuato il tipo di ugello, la sua portata, la pressione di esercizio e la velocità di avanzamento in grado di consentire di distribuire il volume di miscela fitoiatrice desiderato, è necessario verificare che tali scelte, una volta applicate alla irroratrice oggetto della regolazione, forniscano i risultati desiderati.

Tale verifica va condotta determinando la portata media degli ugelli (q_e) raccogliendo il liquido da essi erogato in un intervallo di tempo sufficiente, e, successivamente, applicando la seguente formula:

$$V_e(l/ha) = \frac{q_e \times 600}{v \times d}$$

Dove:

V_e = volume (l/ha) effettivamente distribuito

q_e = portata media degli ugelli (l/min)

v = velocità di avanzamento (km/h)

d = distanza tra gli ugelli sulla barra di distribuzione (m)

Tale prova può essere effettuata anche ricorrendo a specifici misuratori di portata.

Nel caso si effettui il diserbo localizzato *sulla fila di colture sarchiate* si potranno individuare due volumi di distribuzione differenti:

- Volume espresso in l/ha di coltura trattata (V_e);
- Volume realmente distribuito sulla sola superficie irrorata (V_r).

Nel primo caso si utilizzerà la formula indicata in precedenza. Nel secondo caso, invece, il valore di " V_r " sarà dato dalla seguente formula.

$$V_r(l/ha) = \frac{q_e \times 600}{v \times d} \times \frac{f}{d}$$

Dove:

V_r = volume (l/ha) realmente distribuito

q_e = portata media degli ugelli (l/min)

v = velocità di avanzamento (km/h)

d = distanza tra gli ugelli sulla barra di distribuzione (m)

f = fascia trattata dal singolo ugello (m)

Ad esempio, con file distanziate di 75 cm ed impiegando un ugello che tratta una fascia di 40 cm, avanzando a 5 km/h con una

portata media di 1 l/min, si otterrà un V_e di 160 l/ha e un V_r di 85 l/ha.

Il volume effettivamente distribuito potrà risultare maggiore o minore di quello desiderato. Qualora si ritenga opportuno ottenere un volume di distribuzione esattamente uguale a quello previsto, si deve agire sulla pressione di esercizio (p_v) sino a quando $q_e = q_v$

$$p_v(\text{bar}) = p_e \left(\frac{q_v}{q_e} \right)^2$$

Dove:

p_e = pressione di esercizio corrispondente alla portata effettiva (q_e)

p_v = pressione di esercizio corrispondente alla portata voluta (q_v).

Nel caso in cui non risulti possibile ottenere la portata desiderata intervenendo su tale parametro senza oltrepassare i valori di pressione indicati al paragrafo 2.5 è necessario sostituire gli ugelli con altri di portata adeguata.