

# **Modalità di controllo dell'uniformità di distribuzione delle attrezzature dotate di ugelli a movimento oscillatorio**

rev.00

Approvata dal Gruppo di Lavoro ENAMA il 6 Aprile 2016.

**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](mailto:info@enama.it) Sito web: [www.enama.it](http://www.enama.it)

C.F. 96391530589 P. I.V.A. 06067371002

Il presente documento è stato preparato con lo scopo di fornire ai tecnici che effettuano i controlli funzionali delle irroratrici le indicazioni e la metodologia di prova necessarie per svolgere la verifica dell'uniformità di distribuzione delle attrezzature dotate di ugelli a movimento oscillatorio automatico orizzontale e verticale impiegate rispettivamente per i trattamenti delle colture erbacee ed arboree.

#### DOCUMENTI DI RIFERIMENTO:

**Documento ENAMA n°3:** Requisiti minimi delle attrezzature utilizzate per il controllo funzionale di macchine irroratrici in uso per colture erbacee

**Documento ENAMA n°4:** Requisiti minimi delle attrezzature utilizzate per il controllo funzionale di macchine irroratrici in uso per 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 l'impiego dei banchi prova verticali nella regolazione strumentale delle irroratrici per colture arboree

## MODALITA' DI CONTROLLO DELL'UNIFORMITA' DI DISTRIBUZIONE SU BANCHI PROVA

### **Dispositivi dotati di ugelli a movimento oscillatorio automatico verticale per i trattamenti sulle colture arboree**

La verifica dell'uniformità del diagramma di distribuzione sui due lati di irrorazione di un'attrezzatura impiegata per i trattamenti delle colture arboree, per mezzo del banco verticale (documenti ENAMA n°4), è un'operazione che fa parte della procedura di regolazione strumentale delle irroratrici, ed è quindi una prova non compresa nel controllo funzionale.

Questo tipo di verifica che è comunque obbligatoria per determinate aziende alle quali viene richiesta la regolazione strumentale delle attrezzature, permette attraverso la determinazione del diagramma di distribuzione dell'irroratrice di adeguare il più possibile il profilo di distribuzione dell'attrezzatura a quello del bersaglio da trattare.

Nel caso dei dispositivi dotati di ugelli a movimento oscillatorio automatico verticale per i trattamenti sulle colture arboree a cui fa riferimento il presente documento, possono essere controllati su banco verticale seguendo le stesse modalità previste per le irroratrici tradizionali utilizzate per trattamenti su colture arboree (documento ENAMA n°11).

Per modificare il diagramma di distribuzione di queste attrezzature e procedere con la loro corretta regolazione è possibile intervenire sui seguenti parametri: la dimensione degli ugelli, la pressione di esercizio, l'angolo e la velocità di oscillazione degli ugelli.

## **Dispositivi dotati di ugelli a movimento oscillatorio automatico orizzontale per i trattamenti sulle colture erbacee**

La prova al banco orizzontale è finalizzata a verificare, durante il controllo funzionale obbligatorio, il livello di uniformità della distribuzione trasversale

(limite di accettabilità:  $CV \leq 10\%$ ).

I dispositivi di irrorazione dotati di ugelli a movimento oscillatorio orizzontale impiegati per i trattamenti delle colture erbacee possono essere controllati sullo stesso banco prova orizzontale impiegato per le più comuni barre irroratrici (doc. ENAMA n°3), ma seguendo una metodologia differente.

Negli allegati 1 e 2 è riportata la metodologia proposta dal DISAFA dell'Università di Torino ed approvata dal GDL ENAMA (riunione del 06/04/2016, verbale prot. n°381) per poter determinare il diagramma di distribuzione orizzontale di queste attrezzature.

Per poter modificare il diagramma ottenuto e migliorare l'uniformità di distribuzione è necessario intervenire sui seguenti parametri: dimensione degli ugelli, pressione, angolo di oscillazione, velocità di oscillazione e larghezza di lavoro (distanza fra 2 passaggi contigui).

## ALLEGATO 1

### PROPOSTA DI METODOLOGIA DI PROVA PER LA VERIFICA DELL'UNIFORMITÀ DI DISTRIBUZIONE DEI DISPOSITIVI CON UGELLI A MOVIMENTO OSCILLATORIO A DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE

#### ***PRINCIPALI CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL BANCO PROVA DA IMPIEGARE***

Le caratteristiche del banco da utilizzare nella prova devono essere quelle previste dalle Linee Guida ENAMA (doc. n.° 3) che prevedono i seguenti requisiti minimi:

- Dimensioni delle canalette di raccolta del liquido: **larghezza 100 mm** ( $\pm 2,5$  mm); **profondità di almeno 80 mm** (misurata tra il bordo superiore ed il fondo della canaletta); **lunghezza  $\geq 1,5$  m.**
- Devono essere presenti delle **provette graduate** per la raccolta del liquido intercettato dalle canalette. Le provette devono essere **tutte uguali**, avere una **capacità  $\geq 500$  ml** ed un **intervallo di lettura  $\leq 10$  ml**, con un **errore  $\leq 10$  ml o al 2% del valore misurato.**

#### ***IMPOSTAZIONE E PREPARAZIONE DELLA PROVA***

Ai fini del corretto svolgimento della prova, prima di iniziare con le misurazioni, è necessario che vengano definiti ed impostati i seguenti parametri:

- a. Altezza del dispositivo di distribuzione rispetto al banco prova:** la distanza misurata tra la superficie di captazione del banco (bordo superiore delle canalette) e l'ugello inferiore montato sul dispositivo deve corrispondere all'altezza da terra utilizzata normalmente durante i trattamenti.

**b. Impostazioni dell'attrezzatura di distribuzione da utilizzare per le prove:**

- Utilizzare la stessa pressione di esercizio normalmente impiegata per i trattamenti.
- Impiegare lo stesso tipo e numero di ugelli.
- Utilizzare la larghezza di lavoro (distanza fra 2 passaggi successivi) normalmente impiegata per i trattamenti.

**c. La velocità di avanzamento del trattore con cui viene impiegato il dispositivo di distribuzione:**

Per effettuare la prova con il banco deve essere impiegata la velocità minima con la quale sia possibile utilizzare il trattore (al fine di ridurre il numero di passaggi da effettuare).

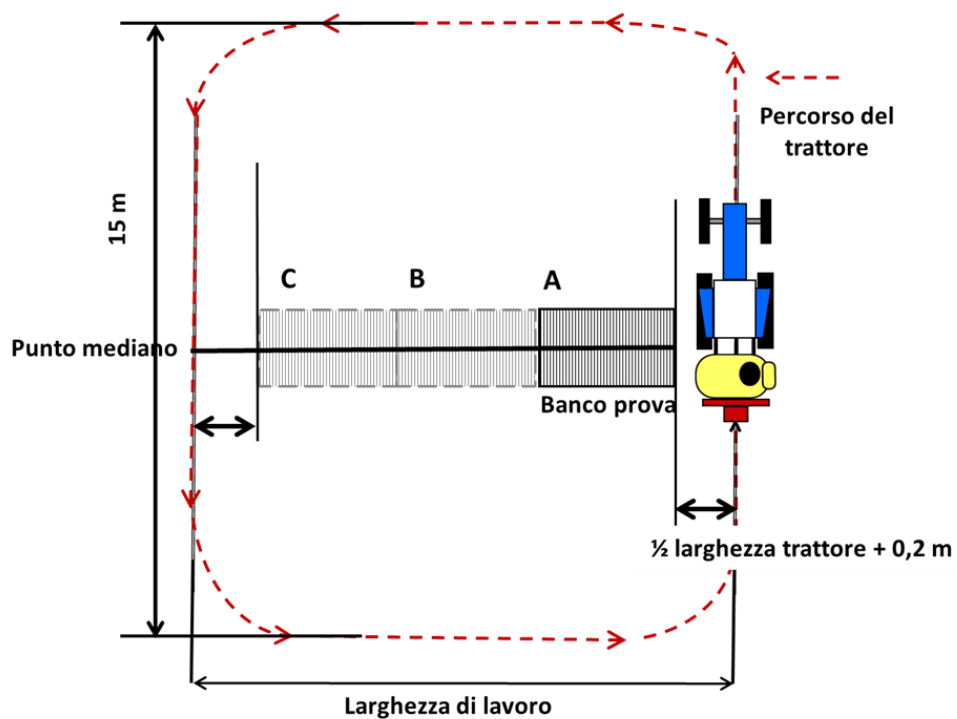
Per definire il valore di velocità da impiegare è necessario procedere con delle misure specifiche.

**d. Posizionamento del banco prova:**

L'area scelta per la prova deve essere costituita da una superficie piana orizzontale di dimensioni sufficienti a consentire tutti gli spostamenti previsti per il banco e l'irroratrice.

Tracciare 2 linee parallele con distanza pari alla larghezza di lavoro (misurata a partire dal centro macchina) che si intende verificare e lunghezza di almeno 15 m.

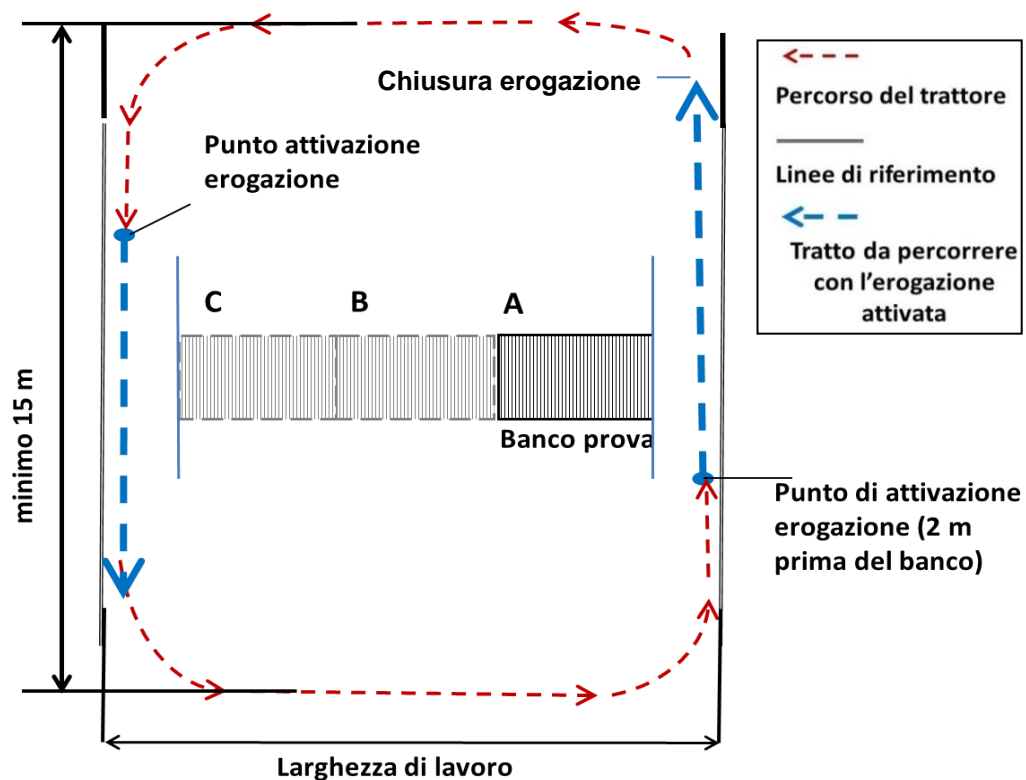
Il banco prova deve essere posizionato in corrispondenza del punto mediano delle due linee e ad una distanza da quest'ultime che deve essere uguale alla metà della larghezza del trattore a cui vanno aggiunti 10-20 cm di tolleranza per lasciare uno spazio sufficiente al passaggio delle ruote di fianco al banco.

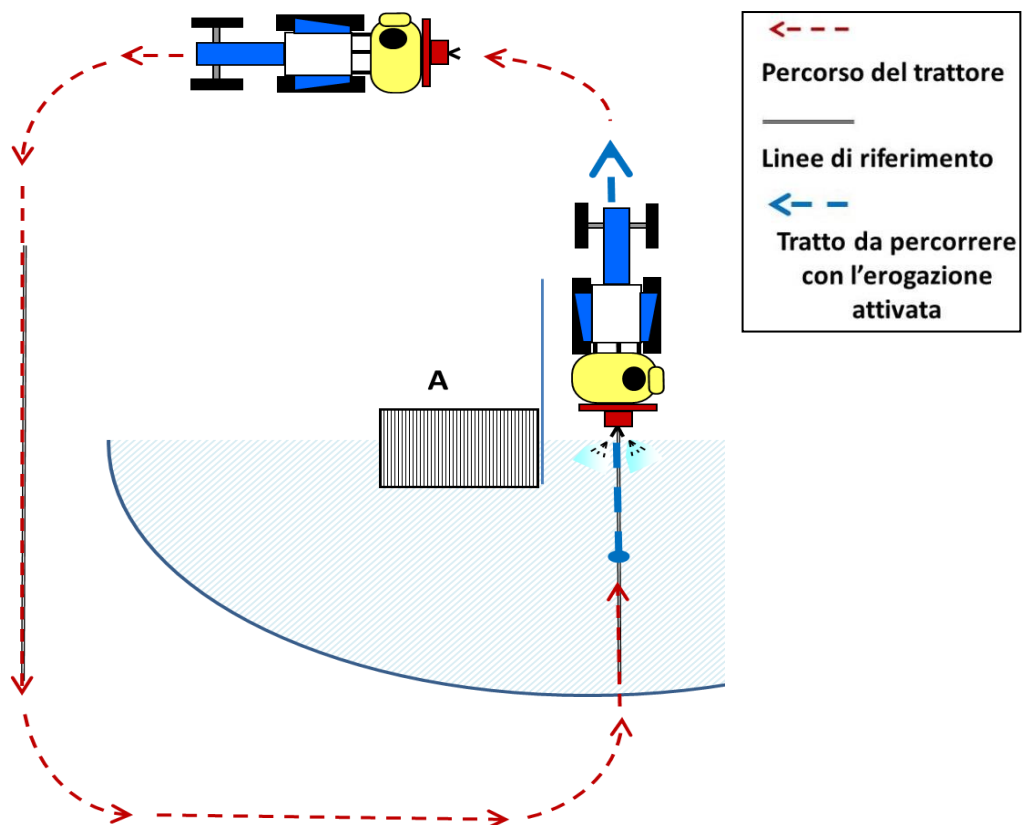


Per coprire interamente l'area interessata dal getto, è necessario effettuare le misurazioni in successione spostando lateralmente il banco prova lungo tutta la larghezza di lavoro della macchina. Per essere sicuri di posizionare correttamente il banco prova nei punti in cui devono essere effettuate le misurazioni è consigliabile indicare con dei riferimenti le posizioni in cui collocare le estremità del banco.

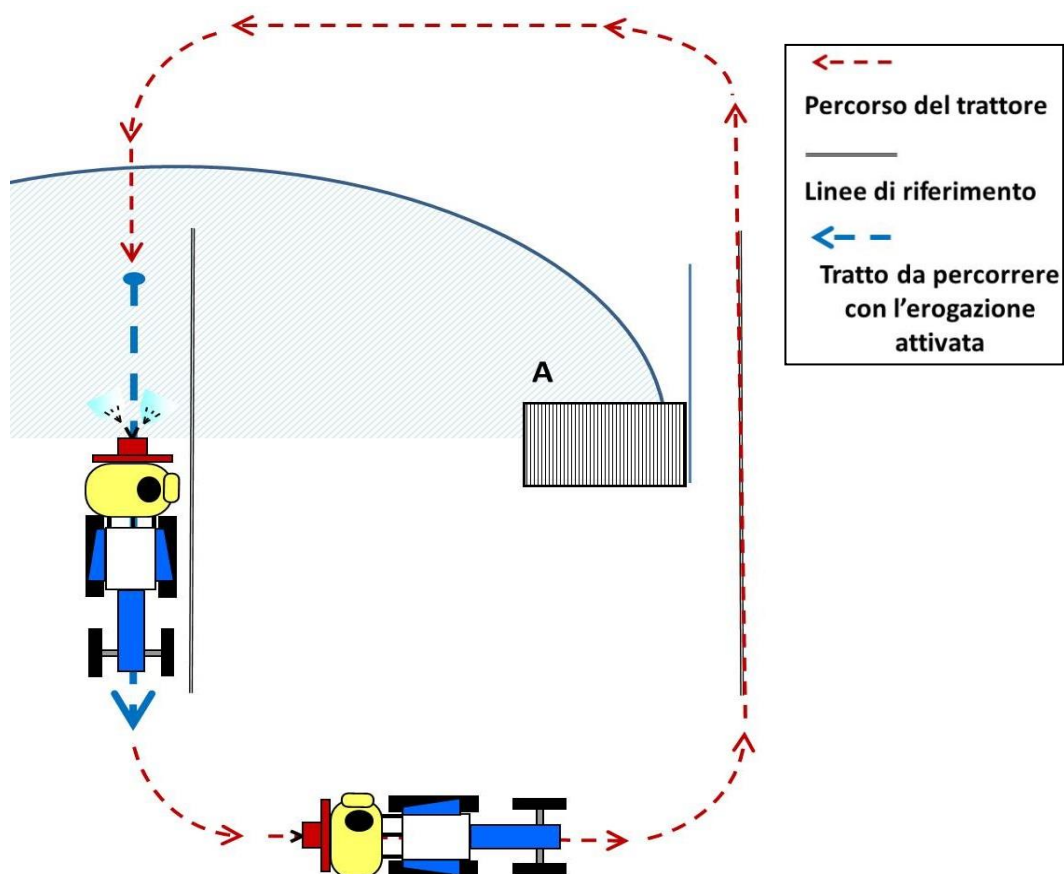
### **SVOLGIMENTO DELLA PROVA:**

- 1) Dopo aver collocato il banco nella posizione iniziale (**A**), azionare la distribuzione poco prima del banco (2m prima) con le impostazioni ed i parametri definiti per la prova (quelli normalmente impiegati dall'utilizzatore durante i trattamenti) ed avanzare alla velocità definita al punto c).

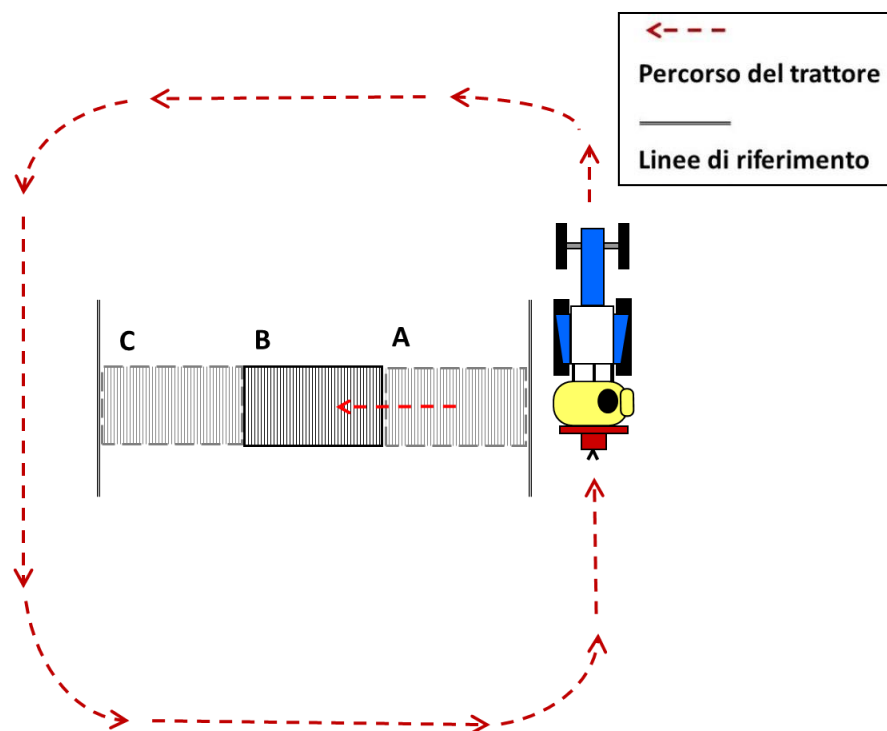




- 2) Mantenere l'erogazione attiva fino al limite di intercettazione del getto da parte del banco. Dopo averla disattivata, proseguire con il percorso ruotando attorno al banco.
- 3) Riattivare l'erogazione a 2m dal banco procedendo fino al punto di disattivazione del getto, dove verrà completato il primo passaggio e il trattore verrà riportato nella posizione di partenza per poter effettuare un nuovo giro.



- 4) Il numero di giri da effettuare con l'attrezzatura attorno al banco prova dovrà essere stabilito in funzione della **velocità avanzamento impiegata**, della **portata degli ugelli utilizzati** e della **larghezza di lavoro dell'attrezzatura**, facendo riferimento alle tabelle riportate nell'**allegato 2**.
- 5) Al termine dei passaggi, chiudere l'erogazione e procedere con la registrazione delle misurazioni effettuate, attraverso la lettura delle provette graduate del banco, che hanno raccolto il liquido erogato nel corso della prova.
- 6) Dopo aver registrato i valori ottenuti, si può procedere con lo svuotamento del banco e con il suo spostamento nei punti di rilevamento successivi (punto **B e poi C**) dove dovranno essere ripetute le operazioni dal punto 1) al punto 4).



I dati ottenuti nelle differenti posizioni di misurazione (**A**, **B** e **C**), relativi alla quantità di liquido raccolto dal banco prova dovranno essere elaborati, inserendoli consecutivamente in un foglio di calcolo elettronico (figura 1)

N° canaletta	Posizione canalette del banco (m)	Posizioni del banco prova		
		A	B	C
		Liquido raccolto ml	Liquido raccolto ml	Liquido raccolto ml
1	0,9	335,5		
2	1	333,5		
3	1,1	331,4		
4	1,2	325,3		
5	1,3	319,2		
6	1,4	316,1		
7	1,5	310,0		
8	1,6	307,0		
9	1,7	302,9		
10	1,8	298,8		
11	1,9	291,7		
12	2	287,6		
13	2,1	281,5		
14	2,2	275,3		
15	2,3	268,2		
16	2,4	260,0		
17	2,5	246,8		
18	2,6	235,6		
19	2,7	224,4		
20	2,8	215,2		
21	2,9	209,1		
22	3	205,0		
23	3,1	196,8		
24	3,2	189,7		
25	3,3	176,4		
26	3,4	173,4		
27	3,5	170,3		
28	3,6		168,3	
29	3,7		166,2	
30	3,8		164,2	
31	3,9		160,1	
32	4		156,0	
33	4,1		154,0	
34	4,2		151,9	
35	4,3		148,9	
36	4,4		148,9	
37	4,5		148,9	
38	4,6		151,9	
39	4,7		154,0	
40	4,8		156,0	
41	4,9		160,1	
42	5		164,2	
43	5,1		166,2	
44	5,2		168,3	
45	5,3		170,3	
46	5,4		173,4	
47	5,5		176,4	
48	5,6		189,7	
49	5,7		196,8	
50	5,8		205,0	
51	5,9		209,1	
52	6		215,2	
53	6,1		224,4	
54	6,2		235,6	
55	6,3			246,8
56	6,4			260,0
57	6,5			268,2
58	6,6			275,3
59	6,7			281,5
60	6,8			287,6
61	6,9			291,7
62	7			298,8

**Figura 1: Esempio di tabella realizzata all'interno di un foglio di calcolo elettronico (excel) per l'inserimento dei dati ottenuti nel corso della prova**

Una volta inseriti i dati sarà possibile procedere con la rappresentazione grafica del profilo di distribuzione in un sistema di assi cartesiani (x,y) (figure 2 e 3)

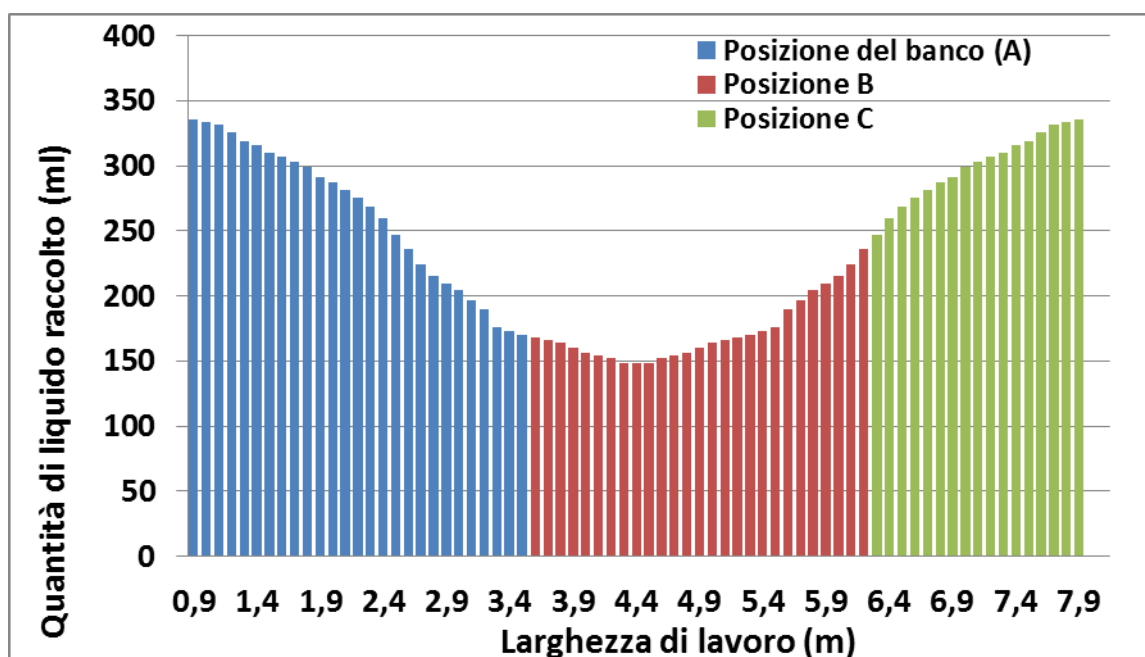


Figura 2: Esempio di profilo di distribuzione ottenuto con un ugelli a cono di dimensioni 2,5 mm ed angolo di oscillazione del getto di 180°

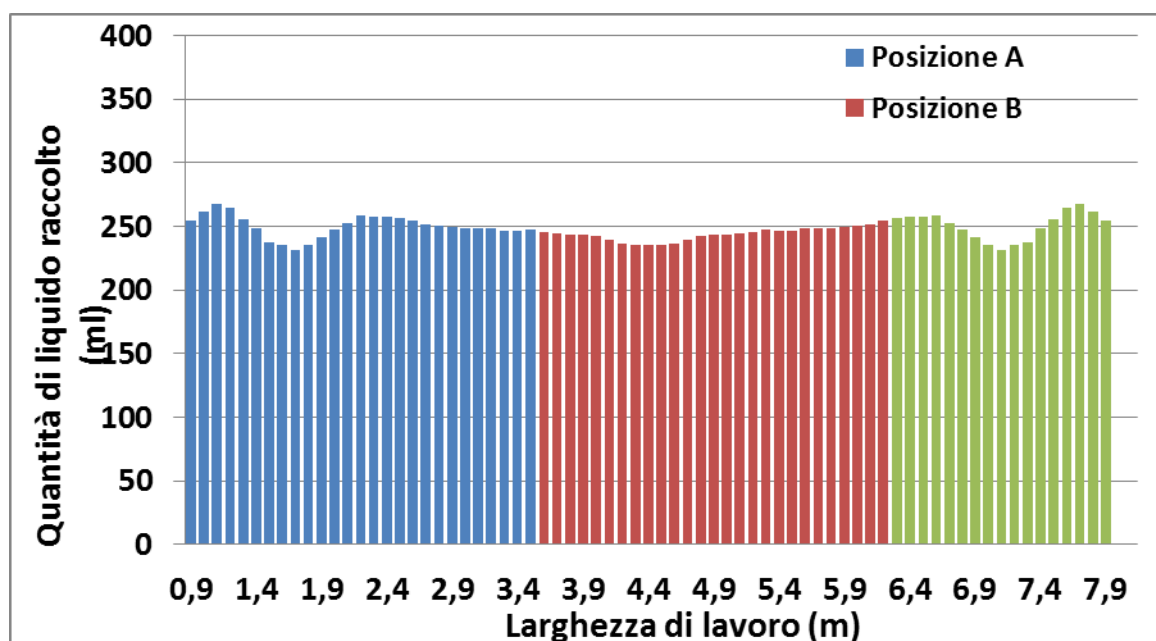


Figura 3: Esempio di profilo di distribuzione ottenuto con un ugelli a cono di dimensioni 2,5 mm ed angolo di oscillazione del getto di 110°

Infine, per poter valutare l'uniformità di distribuzione trasversale del dispositivo sarà necessario calcolare il coefficiente di variazione delle misure ottenute utilizzando la seguente formula:

$$CV = 100 \times \frac{S}{\bar{X}}$$

Dove S è dato dalla formula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_1 - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_1}{n}$$

$X_1$  = volume raccolto in ciascuna provetta graduata del banco prova

n = numero delle canalette del banco prova

S = deviazione standard dei volumi di liquido raccolti dalle canalette

$\bar{X}$  = quantità media di liquido raccolto da ciascuna canaletta.

Il CV così ottenuto, deve essere  $\leq$  al 10%.

Con valori del CV minori o uguali a tale limite si avrà una buona uniformità di distribuzione mentre con valori superiori quest'ultima è da considerarsi insufficiente ed il tecnico del Centro Prova dovrà necessariamente procedere con degli interventi di regolazione dell'attrezzatura per consentire alla stessa di superare il controllo.

## ALLEGATO 2

**Numero di passaggi** (ciascun passaggio corrisponde ad un giro attorno al banco prova) da effettuare davanti al banco prova orizzontale per ogni posizione della prova (A - B - C) in funzione della velocità di avanzamento, della portata degli ugelli e della larghezza di lavoro utilizzati.

*I valori sono stati calcolati prendendo come riferimento la tipologia di banco prova orizzontale dotato dei requisiti minimi definiti dalle Linee Guida ENAMA (doc. n.°3).*

<b>BANCO PROVA:</b>
<b>Larghezza canalette: 0,1 m</b>
<b>Lunghezza canalette: 1,5 m</b>
<b>Capacità provette graduate: 500 ml</b>

Formula per calcolare il numero di passaggi:

$$N^{\circ} \text{ di passaggi} = \frac{e_p * 0,66}{(V * A * 1000)}$$

Dove

$e_p$  rappresenta la **capacità di ciascuna provetta (ml)**

$V$  è il **volume distribuito (l/m<sup>2</sup>)\***

$A$  è la **superficie di intercettazione della canaletta (m<sup>2</sup>)\*\***

- \*Il volume distribuito (**V**) è dato dalla formula:

$$V \text{ (l/ha)} = 600 * q_u / v_a / l$$

$$V(l/m^2) = \frac{V}{10000}$$

$q_u$  è la **portata ugelli (l/min)**

$v_a$  è la **velocità di avanzamento (km/h)**

$l$  è la **larghezza di lavoro (m)**

- \*\*La superficie di intercettazione canaletta (**A**) è data:

**A (m<sup>2</sup>) = larghezza canaletta (m) \* lunghezza canaletta (m)**

**Larghezza di lavoro: 8,00 m**

Velocità avanzamento (km/h)	Numero di passaggi da effettuare attorno al banco prova							
	Portata ugelli (l/min)							
	10	12	14	16	18	20	22	24
<b>0,2</b>	6	5	4	4	3	3	3	2
<b>0,3</b>	9	7	6	6	5	4	4	4
<b>0,4</b>	12	10	8	7	7	6	5	5
<b>0,5</b>	15	12	10	9	8	7	7	6
<b>0,6</b>	18	15	13	11	10	9	8	7
<b>0,7</b>	21	17	15	13	11	10	9	9
<b>0,8</b>	23	20	17	15	13	12	11	10
<b>0,9</b>	26	22	19	17	15	13	12	11
<b>1,0</b>	29	24	21	18	16	15	13	12
<b>1,2</b>	35	29	25	22	20	18	16	15
<b>1,4</b>	41	34	29	26	23	21	19	17
<b>1,6</b>	47	39	34	29	26	23	21	20
<b>1,8</b>	53	44	38	33	29	26	24	22
<b>2,0</b>	59	49	42	37	33	29	27	24
<b>2,5</b>	73	61	52	46	41	37	33	31
<b>3,0</b>	88	73	63	55	49	44	40	37

**Larghezza di lavoro: 9,00 m**

Velocità avanzamento (km/h)	<b>Numero di passaggi da effettuare attorno al banco prova</b>							
	Portata ugelli (l/min)							
	10	12	14	16	18	20	22	24
<b>0,2</b>	7	6	5	4	4	3	3	3
<b>0,3</b>	10	8	7	6	6	5	5	4
<b>0,4</b>	13	11	9	8	7	7	6	6
<b>0,5</b>	17	14	12	10	9	8	8	7
<b>0,6</b>	20	17	14	12	11	10	9	8
<b>0,7</b>	23	19	17	14	13	12	11	10
<b>0,8</b>	26	22	19	17	15	13	12	11
<b>0,9</b>	30	25	21	19	17	15	14	12
<b>1,0</b>	33	28	24	21	18	17	15	14
<b>1,2</b>	40	33	28	25	22	20	18	17
<b>1,4</b>	46	39	33	29	26	23	21	19
<b>1,6</b>	53	44	38	33	29	26	24	22
<b>1,8</b>	59	50	42	37	33	30	27	25
<b>2,0</b>	66	55	47	41	37	33	30	28
<b>2,5</b>	83	69	59	52	46	41	38	34
<b>3,0</b>	99	83	71	62	55	50	45	41

**Larghezza di lavoro: 10,00 m**

Velocità avanzamento (km/h)	<b>Numero di passaggi da effettuare attorno al banco prova</b>							
	Portata ugelli (l/min)							
	10	12	14	16	18	20	22	24
<b>0,2</b>	7	6	5	5	4	4	3	3
<b>0,3</b>	11	9	8	7	6	6	5	5
<b>0,4</b>	15	12	10	9	8	7	7	6
<b>0,5</b>	18	15	13	11	10	9	8	8
<b>0,6</b>	22	18	16	14	12	11	10	9
<b>0,7</b>	26	21	18	16	14	13	12	11
<b>0,8</b>	29	24	21	18	16	15	13	12
<b>0,9</b>	33	28	24	21	18	17	15	14
<b>1,0</b>	37	31	26	23	20	18	17	15
<b>1,2</b>	44	37	31	28	24	22	20	18
<b>1,4</b>	51	43	37	32	29	26	23	21
<b>1,6</b>	59	49	42	37	33	29	27	24
<b>1,8</b>	66	55	47	41	37	33	30	28
<b>2,0</b>	73	61	52	46	41	37	33	31
<b>2,5</b>	92	76	65	57	51	46	42	38
<b>3,0</b>	110	92	79	69	61	55	50	46

**Larghezza di lavoro: 11,00 m**

Velocità avanzamento (km/h)	Numero di passaggi da effettuare attorno al banco prova							
	Portata ugelli (l/min)							
	10	12	14	16	18	20	22	24
<b>0,2</b>	8	7	6	5	4	4	4	3
<b>0,3</b>	12	10	9	8	7	6	6	5
<b>0,4</b>	16	13	12	10	9	8	7	7
<b>0,5</b>	20	17	14	13	11	10	9	8
<b>0,6</b>	24	20	17	15	13	12	11	10
<b>0,7</b>	28	24	20	18	16	14	13	12
<b>0,8</b>	32	27	23	20	18	16	15	13
<b>0,9</b>	36	30	26	23	20	18	17	15
<b>1,0</b>	40	34	29	25	22	20	18	17
<b>1,2</b>	48	40	35	30	27	24	22	20
<b>1,4</b>	56	47	40	35	31	28	26	24
<b>1,6</b>	65	54	46	40	36	32	29	27
<b>1,8</b>	73	61	52	45	40	36	33	30
<b>2,0</b>	81	67	58	50	45	40	37	34
<b>2,5</b>	101	84	72	63	56	50	46	42
<b>3,0</b>	121	101	86	76	67	61	55	50

**Larghezza di lavoro: 12,00 m**

Velocità avanzamento (km/h)	Numero di passaggi da effettuare attorno al banco prova							
	Portata ugelli (l/min)							
	10	12	14	16	18	20	22	24
<b>0,2</b>	9	7	6	6	5	4	4	4
<b>0,3</b>	13	11	9	8	7	7	6	6
<b>0,4</b>	18	15	13	11	10	9	8	7
<b>0,5</b>	22	18	16	14	12	11	10	9
<b>0,6</b>	26	22	19	17	15	13	12	11
<b>0,7</b>	31	26	22	19	17	15	14	13
<b>0,8</b>	35	29	25	22	20	18	16	15
<b>0,9</b>	40	33	28	25	22	20	18	17
<b>1,0</b>	44	37	31	28	24	22	20	18
<b>1,2</b>	53	44	38	33	29	26	24	22
<b>1,4</b>	62	51	44	39	34	31	28	26
<b>1,6</b>	70	59	50	44	39	35	32	29
<b>1,8</b>	79	66	57	50	44	40	36	33
<b>2,0</b>	88	73	63	55	49	44	40	37
<b>2,5</b>	110	92	79	69	61	55	50	46
<b>3,0</b>	132	110	94	83	73	66	60	55