

PROVA IN CAMPO DELL'IRRIGATORE SIME UNIFORM E CONFRONTO CON L'IRRIGATORE SIME EXPLORER

1. La prova

La prova si è svolta presso l'azienda Fantuzzi, situata a Boschi di Baricella (BO) nei giorni 7-8, 10-11 e 17-18 del mese di settembre 2012.

Scopo principale della prova era quello di verificare il funzionamento del dispositivo di variazione della velocità di rotazione che caratterizza il modello Uniform (fig. 1), sia in termini assoluti, sia in termini relativi. Per questo motivo si sono misurati i valori dei coefficienti di uniformità, il coefficiente di uniformità di distribuzione al minimo quarto (DUMq) e il coefficiente di uniformità di Christiansen (CU), normalmente utilizzati sia per la valutazione delle caratteristiche prestazionali delle attrezzature per l'irrigazione, sia per la normale pratica irrigua. Il confronto è stato fatto con il modello Explorer (fig. 2), che differisce dall'Uniform soltanto per la mancanza del dispositivo da testare.



Fig. 1. Uniform



Fig. 2. Explorer

2. Materiali e metodi

2.1. Acquisizione dati

Sullo stesso appezzamento di oltre 9 ha, sono stati allestiti due campi prova (fig. 3), identici, disposti parallelamente e distanziati tra loro di circa 70 m in modo da evitare qualsiasi interferenza tra i getti degli irrigatori durante le prove. Su ogni campo sono state posizionate 3 file di pluviometri (L1, L2, L3), disposte perpendicolarmente alla "tirata" dell'irrigatore.

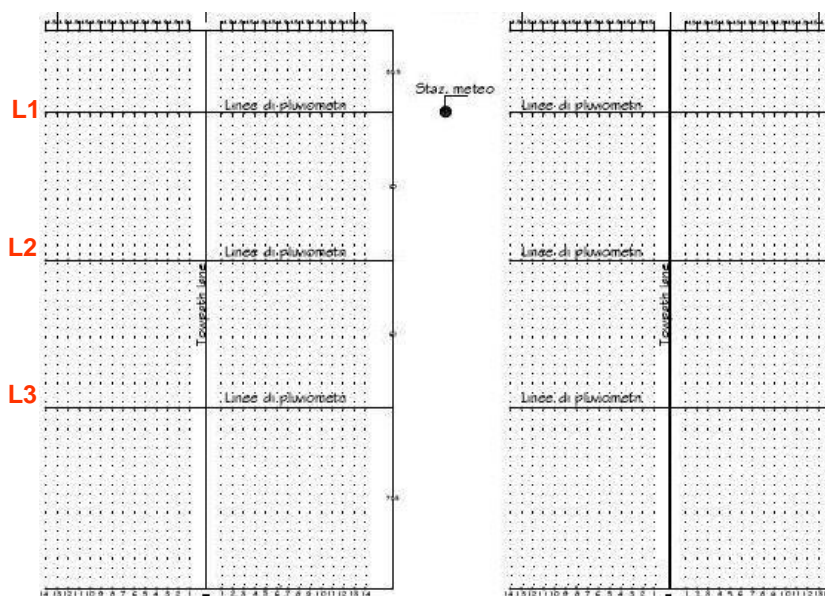


Fig. 3. Schema dei campi prova

Ciascun campo prova era lungo 227 m e largo 121 m. Gli irrigatori sono stati impostati su un settore di 180° che ha permesso di posizionare la prima fila di pluviometri a 33 m dalla partenza del carrello. Le file successive sono state distanziate tra loro di 60 m e il punto di arresto è stato posto a 74 m dall'ultima fila. Ogni fila era costituita da 28 pluviometri, 14 per lato, posti alla distanza di 4.5 m¹ uno dall'altro. In totale ogni campo era attrezzato con 84 pluviometri e veniva coperta una striscia larga 121 m (fig. 4).

Tra i due campi era stata posizionata una stazione meteo (fig. 5) per la misura del vento (intensità e direzione) e della pioggia. Per le misure del vento è stata impostata una scansione temporale di 10 minuti.



Fig. 4. Una fila di pluviometri



Fig. 5. La stazione meteo

La prova è stata svolta in parallelo, facendo cioè lavorare contemporaneamente i due irrigatori nelle stesse condizioni ambientali e di funzionamento, grazie all'impiego di due macchine ad ala avvolgibile messe a disposizione dall'azienda Fantuzzi. In questo modo, le coppie di linee di pluviometri venivano interessate contemporaneamente dai getti, con uno scarto temporale corrispondente alla messa a regime delle pressioni². La velocità di recupero dell'irrigatore è stata impostata a 20 m/h, corrispondenti a una durata dell'irrigazione di circa 11h15'.

Ciascuna macchina è stata dotata di manometro e di contatore volumetrico dell'acqua distribuita. Gli interventi iniziavano poco prima delle 20.00 e le misure sui pluviometri verso le 7, prima del sorgere del sole.

Gli irrigatori erano configurati con boccaglio 28 mm Ø e pressione all'irrigatore di 5 bar (fig. 6), corrispondente a una gittata di 56 m misurata dalla base dell'irrigatore (fig. 7).



Fig. 6. Irrigatore con manometro



Fig. 7. Irrigatore in funzione

¹ La distanza tra i pluviometri a lato della "tirata" era di 4 m.

² Circa 15'.

2.2. I parametri di uniformità

I parametri DUm_q e CU sono definiti come:

$$DUm_q = h_{mq}/h_m$$

Con:

h_{mq} = media del 25% delle altezze d'acqua raccolte aventi i valori più bassi (mm);

h_m = media di tutti i valori delle altezze raccolte (mm).

Normalmente DUm_q è definita con un numero (non in %). La soglia minima del valore di DUm_q considerato accettabile è 0.75. DUm_q si utilizza in genere per il calcolo della dose irrigua effettiva.

$$CU = 100 \cdot (1 - h_s/h_t)$$

Con:

h_s = sommatoria, in valore assoluto, degli scarti rispetto alla media delle singole altezze di acqua raccolte (mm);

h_t = totale delle altezze di acqua raccolte (mm).

Normalmente CU è definito in % ed è utilizzato per valutare il funzionamento di impianti esistenti. Il valore minimo di CU non dovrebbe essere inferiore a 80.

2.3. Acqua distribuita

La tabella 1 riporta i volumi distribuiti durante i tre interventi e misurati dai contatori.

Modello	8 settembre	10 settembre	17 settembre	Media (m ³)	Media (mm)
Explorer	666	671	684	674	27
Uniform	655	694	670	673	27

Tab.1. Acqua distribuita

In tabella 2 sono riportate le altezze medie di acqua misurate da ogni linea di pluviometri durante i tre interventi.

Linea	8 settembre		10 settembre		17 settembre	
	Modello		Modello		Modello	
	Explorer	Uniform	Explorer	Uniform	Explorer	Uniform
L1	28.9	30.1	29.4	29.9	31.7	33.3
L2	30.3	29.6	27.8	29.3	28.8	28.8
L3	30.7	28.1	30.4	30.5	30.8	29.2
h media	30.0	29.2	29.2	29.9	30.4	30.4
h max	50.4	40.5	51.6	45.9	48.3	45.5
h min	1.0	0.3	1.5	1.5	1.0	1.0

Tab. 2. Altezze, in mm, misurate in ogni intervento.

I dati mostrano come in ogni intervento l'altezza massima distribuita dall'Explorer sia stata sempre superiore a quella dell'Uniform, nonostante le altezze medie siano pressoché coincidenti.

3. Analisi dei dati

La prima e la terza prova si sono svolte in assenza di vento. Durante la seconda prova il vento è soffiato a tratti fra le 22.00 e le 02.15, con continuità maggiore tra le 02.25 e le 03.30 quando erano interessati L2 e L3, ma sempre con velocità tra 0.4 e 0.9 m/s, considerata "bava di vento" nella scala Beaufort (0.3÷1.5 m/s).

3.1. Pluviometria

La pluviometria è stata visualizzata per ciascuna fila di pluviometri. Le figure 8 e 9 riportano due esempi, dove il profilo della linea rossa descrive quella di Explorer e il pieno in azzurro si riferisce a Uniform. In tutti i casi, le altezze distribuite nella zona centrale della striscia bagnata sono risultate inferiori con l'Uniform.

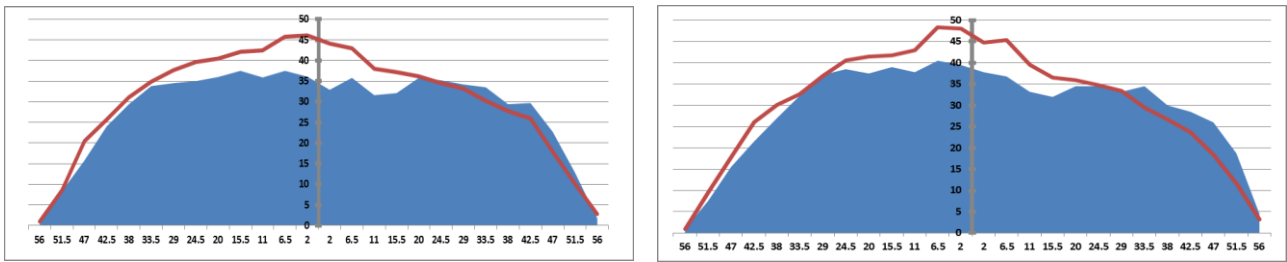


Fig. 8. Pluviometria sulle file L3 dell'8/9, a sx, e L3 del 17/9, a dx (metri in ascissa, millimetri in ordinata)

3.2. DUmq e CU

Le altezze misurate sono state utilizzate per valutare i coefficienti di uniformità, simulando diversi livelli di sovrapposizione dei getti. La sovrapposizione minima è quella che corrisponde a una distanza tra due "tirate" successive pari al diametro dell'area bagnata. In questo caso le estremità dei getti si toccano in un punto. Le sovrapposizioni successive procedono per step di 4.5 m. Di seguito si riporta, per ciascun evento, il confronto tra i valori dei parametri DUmq (fig. 9) e CU (fig. 10).

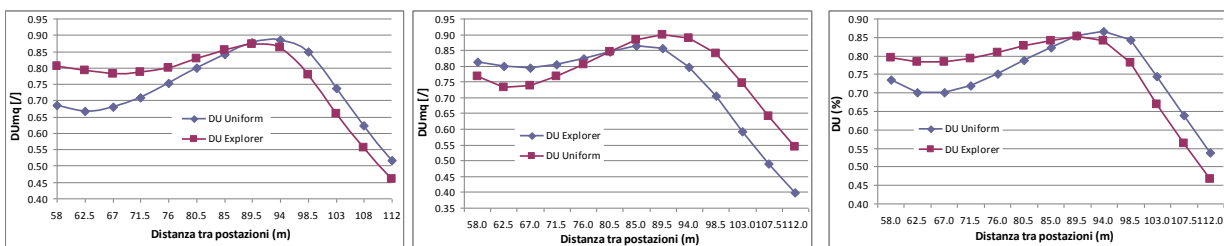


Fig. 9. Andamento di DUmq dell'8, 10 e 17 settembre

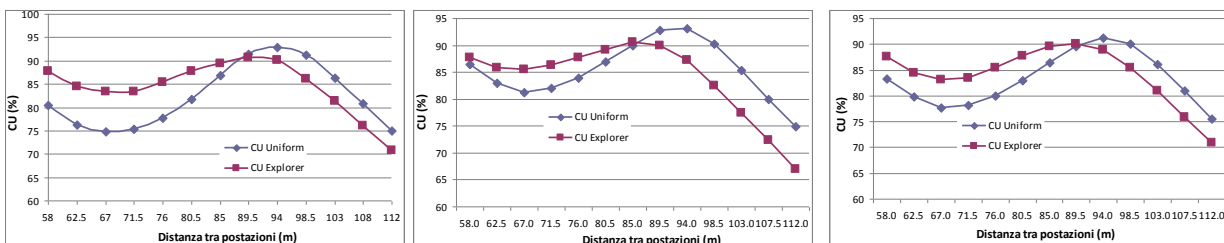


Fig. 10. Andamento di CU dell'8, 10 e 17 settembre

Ciascun valore è ottenuto da 78 misure di altezze di acqua misurate nei tre transect di ciascun campo prova. Tutte le prove mostrano lo stesso andamento dei parametri di uniformità, vale a dire che Explorer funziona meglio con sovrapposizioni più spinte (distanze minori tra le "tirate"), poi le prestazioni si equivalgono intorno ai 90 metri, dopodiché Uniform lavora meglio su distanze quasi corrispondenti al diametro.

Per spaziature oltre i 90 metri, il vantaggio di Uniform è apprezzabile sia in termini di maggiore larghezza della striscia bagnata (circa 5 metri a parità di uniformità), sia come migliore uniformità (5% per il CU e 10% per il DUmq a parità di striscia bagnata). Per entrambi i modelli, i valori minimi di DUmq e CU sono superati nella maggior parte dei casi, come ben evidenziato dalle figure 11 e 12 che riportano i valori medi di DUmq e CU. Limitatamente alle condizioni della prova, Uniform sembra consentire prestazioni in termini di uniformità che si discostano meno dalla media.

Il coefficiente di variazione di DUmq, determinato sui 39 valori misurati nelle tre prove, è risultato pari a 0.13 per Uniform e 0.17 per Explorer, con un campo di variazione rispettivamente di 0.38 e 0.48. Riguardo al CU, il coefficiente di variazione è stato pressoché coincidente (circa 0.7), con un campo di variazione minore per Uniform (18 contro 24). Tutti i valori dei parametri di uniformità sono riportati in allegato I.

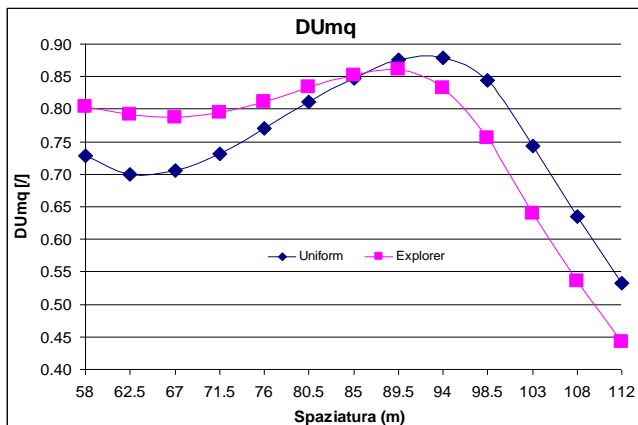


Fig. 11. Valori medi di DUmq

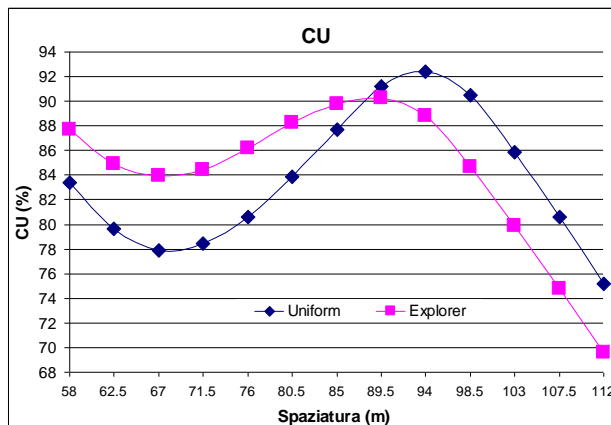


Fig. 12. Valori medi di CU

3.3. Condizioni di campo

Le condizioni di campo corrispondenti ai diversi valori di DUmq e CU, ottenuti da crescenti sovrapposizioni dei getti, sono state visualizzate utilizzando i valori che hanno generato le figure 11 e 12. Le coppie di figure che seguono, da 13 a 18, riportano i migliori valori di uniformità ottenuti da Uniform ed Explorer in ciascuna delle tre prove.

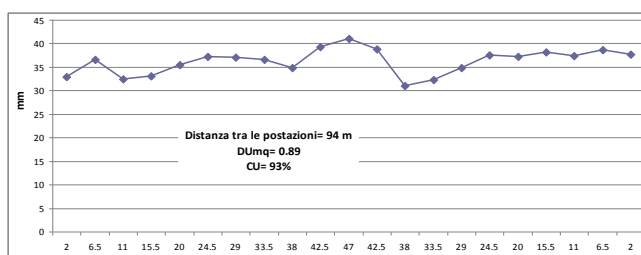


Fig. 13. Uniform a 94 m (DUmq=0.89; CU= 93)

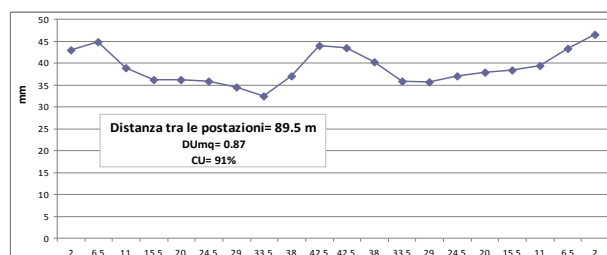


Fig. 14. Explorer a 89.5 m (DUmq=0.87; CU= 91)

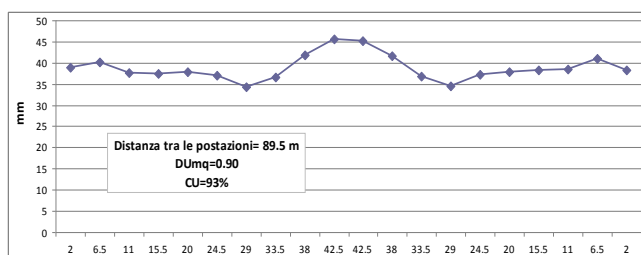


Fig. 15. Uniform a 89.5 m (DUmq=0.90; CU= 93)

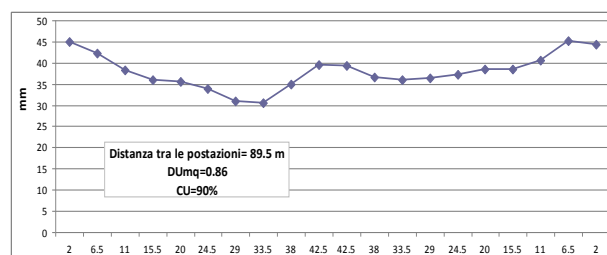


Fig. 16. Explorer a 89.5 m (DUmq=0.86; CU= 90)

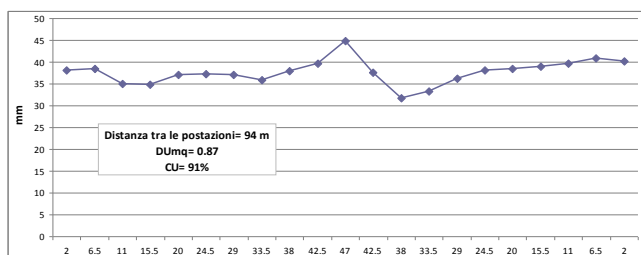


Fig. 17. Uniform a 94 m (DUmq=0.87; CU= 91)

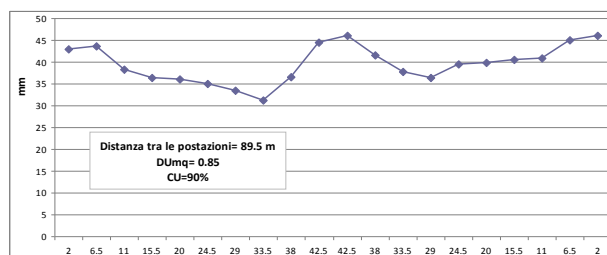


Fig. 18. Explorer a 89.5 m (DUmq=0.85; CU= 90)

4. Conclusioni

I risultati della prova hanno dimostrato che il dispositivo di variazione della velocità di rotazione che equipaggia l'irrigatore Uniform è efficace nell'abbassare la curva pluviometrica nella zona centrale. Ne è conseguito un pluviogramma piuttosto schiacciato e regolare che sembra necessitare di sovrapposizioni modeste per

ottenere elevati valori di uniformità di distribuzione, con conseguenti potenziali vantaggi in termini di capacità operativa dell'irrigazione e risparmio di acqua ed energia.

Nel confronto con il modello Explorer, la migliore pluviometria permette di lavorare più vantaggiosamente su spaziature ampie, ovvero consente uniformità più elevate a parità di distanza tra "tirate" successive, a condizione che venga superato il valore soglia al disotto del quale Explorer sembra superiore. Il valore soglia, che dipende evidentemente dalla configurazione dell'irrigatore e dalle condizioni di funzionamento, in questo caso si è collocato tra il 72% e l'80% del diametro bagnato (80÷90 metri).

ALLEGATO I

Valori dei parametri di uniformità rilevati nel corso dei tre interventi in cui si è articolata la prova.

8 settembre

Spaziatura (m)	58.0	62.5	67.0	71.5	76.0	80.5	85.0	89.5	94.0	98.5	103.0	107.5	112.0
DU Uniform	0.69	0.67	0.68	0.71	0.75	0.80	0.84	0.88	0.88	0.85	0.74	0.62	0.52
DU Explorer	0.80	0.79	0.78	0.79	0.80	0.83	0.85	0.87	0.86	0.78	0.66	0.56	0.46
CU Uniform	80	76	75	75	78	82	87	91	93	91	86	81	75
CU Explorer	88	84	83	83	85	88	89	91	90	86	81	76	71

10 settembre

Spaziatura (m)	58.0	62.5	67.0	71.5	76.0	80.5	85.0	89.5	94.0	98.5	103.0	107.5	112.0
DU Uniform	0.77	0.73	0.74	0.77	0.80	0.85	0.88	0.90	0.89	0.84	0.75	0.64	0.54
DU Explorer	0.81	0.80	0.79	0.80	0.82	0.85	0.86	0.86	0.80	0.71	0.59	0.49	0.40
CU Uniform	86	83	81	82	84	87	90	93	93	90	85	80	75
CU Explorer	88	86	85	86	88	89	90	90	87	82	77	72	67

17 settembre

Spaziatura (m)	58.0	62.5	67.0	71.5	76.0	80.5	85.0	89.5	94.0	98.5	103.0	107.5	112.0
DU Uniform	0.73	0.70	0.70	0.72	0.75	0.79	0.82	0.86	0.87	0.84	0.74	0.64	0.54
DU Explorer	0.79	0.78	0.78	0.79	0.81	0.83	0.84	0.85	0.84	0.78	0.67	0.56	0.47
CU Uniform	83	80	78	78	80	83	86	90	91	90	86	81	76
CU Explorer	88	84	83	83	85	88	90	90	89	85	81	76	71

Media

Spaziatura (m)	58.0	62.5	67.0	71.5	76.0	80.5	85.0	89.5	94.0	98.5	103.0	107.5	112.0
DU Uniform	0.73	0.70	0.71	0.73	0.77	0.81	0.85	0.88	0.88	0.84	0.74	0.63	0.53
DU Explorer	0.80	0.79	0.79	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.83	0.76	0.64	0.54	0.44
CU Uniform	83	80	78	78	81	84	88	91	92	90	86	81	75
CU Explorer	88	85	84	84	86	88	90	90	89	85	80	75	70