



Consiglio di Quartiere 4  
Assessorato all'Ambiente  
Assessorato alla Partecipazione democratica  
e ai rapporti con i Quartieri  
In collaborazione con ARSIA

***Acqua e paesaggi***  
*Cultura, gestione e tecniche  
nell'uso di una risorsa*

Firenze, 29-30 Maggio 2008

Limonaia di Villa Strozzi

Via Pisana, 77

*30 Maggio - Sessione antimeridiana*

*La gestione dell'acqua in agricoltura: strategie per il risparmio idrico*

# L'evoluzione dei criteri gestionali per il miglioramento dell'efficienza dell'irrigazione

*Marcello Bertolacci – DAGA – Università di Pisa*

## **Introduzione**

Il primo passo per un'efficace tecnica irrigua consiste nella corretta stima della dose ottimale e del momento giusto per l'intervento irriguo. Queste valutazioni sono basate su competenze agronomiche, su considerazioni economiche e sull'analisi del sistema acqua-suolo-piante-atmosfera, auspicabilmente col supporto di un servizio agrometeo.

Il passo successivo si attua tramite l'impianto di irrigazione e consiste nel mettere a disposizione di tutte le piante della coltura la dose ottimale al momento opportuno, evitando dispersioni di acqua in ruscellamenti o percolazioni in profondità. A parità di metodo irriguo, l'efficienza e in buona parte anche l'efficacia di quest'ultima operazione, è in relazione alle caratteristiche costruttive degli impianti e alla loro gestione operativa.

Si fa qui riferimento alla efficienza di applicazione irrigua, espressa dal rapporto fra la quantità di acqua immagazzinata nello strato di terreno utile al proficuo utilizzo da parte della coltura e la quantità di acqua erogata dall'impianto. L'efficienza di applicazione è condizionata da due fattori: le perdite dirette connesse al metodo irriguo e le perdite indirette connesse alla disuniformità di distribuzione dell'acqua.

## **L'inefficienza dovuta a perdite dirette**

Nell'irrigazione a pioggia, come pure nella microirrigazione a spruzzo, le perdite dirette traggono origine dalle derive causate dal vento, dall'evaporazione delle goccioline durante il tragitto aereo e dalla evaporazione dell'acqua dalla superficie del terreno e delle piante. Questo tipo di perdite, essendo insite al metodo, non può essere azzerato, ma può essere limitato, ad esempio, evitando di irrigare in condizioni di forte vento, optando per getti tesi, per posizioni sotto-chioma e per irrigazioni nelle sole ore notturne.

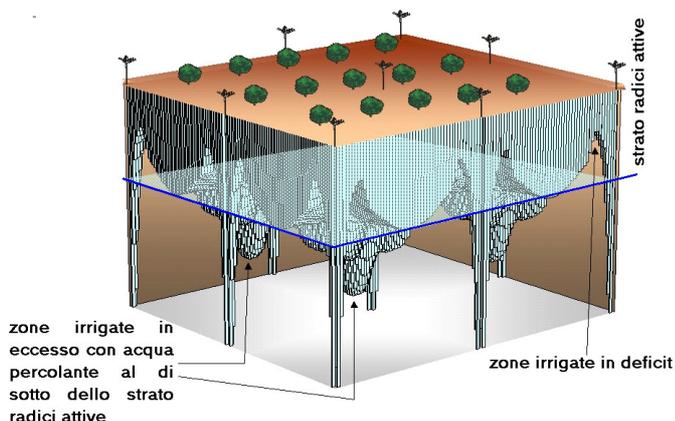
In alcuni casi possono presentarsi anche perdite causate dall'acqua che si allontana dalla zona interessata dalle radici a causa di percolazioni in profondità e ruscellamenti. Questi tipi di perdite sono essenzialmente dovute all'impianto e devono essere evitate scegliendo irrigatori e schemi di avanzamento che, in ogni parte della superficie irrigata, producano intensità di pioggia compatibili con la velocità di infiltrazione dell'acqua nel terreno.

Nell'irrigazione a goccia le perdite dirette possono essere trascurabili, se si scelgono opportunamente le portate, le interdistanze dei punti goccia sulla linea, l'orario e il turno di irrigazione in relazione alle caratteristiche del terreno, al sesto ed al tipo della coltura.

## L'inefficienza connessa alla disuniformità

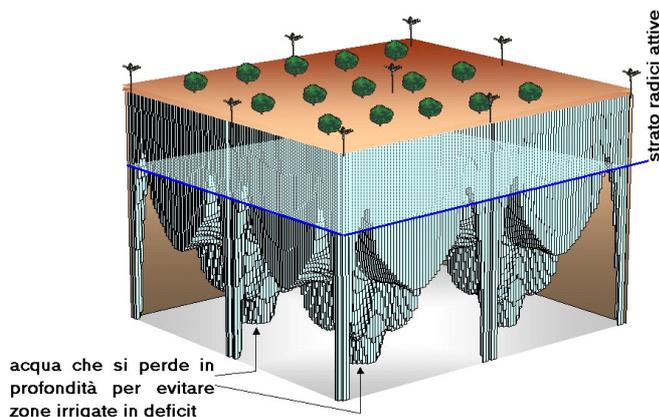
Per comprendere come l'uniformità di distribuzione vada ad incidere sull'efficienza, si consideri ad esempio un impianto di irrigazione a pioggia che distribuisce l'acqua in modo non uniforme, generando un fronte di avanzamento dell'umidità nel suolo come quello qualitativamente illustrato in figura 1.

Se mediante tale impianto si eroga il volume di adacquamento, sia pure al lordo delle perdite per evaporazione e per deriva delle goccioline, al termine dell'intervento irriguo una porzione della coltura avrà ricevuto dosi di acqua inferiori a quella corrispondente al volume di adacquamento prestabilito, mentre la restante parte ne avrà ricevuto dosi superiori (fig.1). Pertanto l'acqua in alcune zone non riesce a saturare interamente lo strato interessato dalle radici attive, mentre in altre parti percola al di sotto di questo strato. Per evitare che ci siano porzioni del campo irrigate in modo deficitario, con ripercussioni negative sull'efficacia dell'intervento irriguo ai fini produttivi, si deve allungare il tempo di funzionamento dell'impianto, erogando un maggiore volume di acqua.



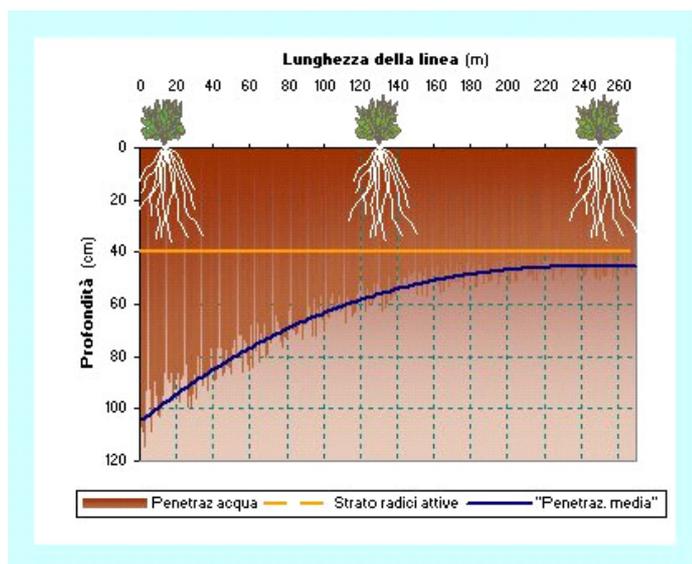
**Fig. 1** - Andamento del fronte di inumidimento del suolo dopo l'erogazione del volume di adacquamento al lordo delle perdite per derive ed evaporazione

In questo modo, come mostra la figura 2, tutto lo strato interessato dalle radici attive viene ad essere saturato, ma notevoli quantità d'acqua vanno a finire anche al di sotto di questo strato e non sono utilizzate dalle piante.



**Fig. 2** - Andamento del fronte di inumidimento del suolo aumentando il volume erogato fino ad evitare la presenza di zone irrigate in modo deficitario

Il problema si presenta analogamente anche nell'irrigazione a goccia in conseguenza della disuniformità fra le portate erogate dai punti goccia. Nella figura 3 è illustrato un esempio dell'andamento del fronte di penetrazione dell'acqua al di sotto di una linea gocciolante non autocompensante lunga 260 m. Come si può vedere, per consentire anche alle piante che si trovano nella parte terminale della linea un adeguato inumidimento dello strato interessato dalle radici, si devono sopportare evidenti perdite di acqua per percolazione profonda nella parte iniziale.



**Fig. 3** - Andamento del fronte di inumidimento del suolo nella sezione sottostante ad una linea gocciolante lunga 260 m, su terreno pianeggiante

Una carenza di uniformità di irrigazione è pertanto causa di sprechi di acqua e anche di energia, per i maggiori volumi da erogare. In aggiunta l'acqua che percola in profondità dilava le sostanze nutritive solubili, allontanandole dalla zona di assorbimento delle radici e facendole confluire, più o meno rapidamente, nelle falde acquifere sotterranee. Ciò danneggia sia le aziende agricole, per il costo dei fertilizzanti sprecati, sia l'ambiente, per l'inquinamento delle falde acquifere.

L'uniformità della distribuzione irrigua in campo dipende dalla combinazione di due fattori. Il primo è intrinseco all'impianto ed è in relazione alla cura posta nel progettare e nella scelta dei materiali. Il secondo fattore è invece in relazione alla gestione dell'impianto, ovvero al suo corretto utilizzo ed alla tempestività nell'eseguire le manutenzioni necessarie.

Indipendentemente dal metodo irriguo, la distribuzione dell'acqua somministrata da un impianto di irrigazione si può rappresentare con un diagramma come quello in figura 4, che riporta in ascisse la percentuale di superficie irrigata e in ordinate la dose di applicazione relativa distribuita nelle diverse aree del campo. Pertanto, individuando

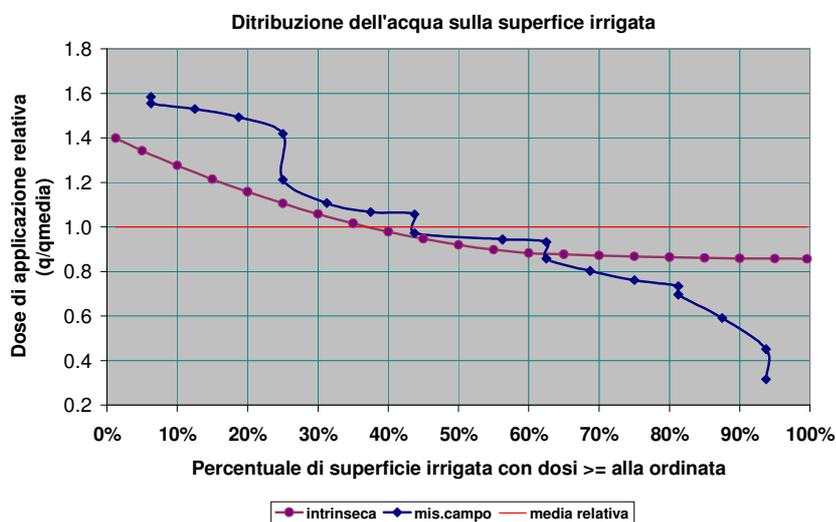
un valore sulle ordinate, l'ascissa corrispondente indica la percentuale di superficie che riceve dosi superiori o uguali a tale valore.

L'esempio in figura 4 si riferisce a una situazione reale riscontrata in una delle aziende del progetto Seagrit, su un impianto di irrigazione a goccia. Nel caso specifico pertanto l'intensità di applicazione relativa è data dal rapporto fra le portate erogate dai singoli gocciolatori e la portata media dell'impianto. Il grafico riporta sia l'andamento della distribuzione intrinseca alle caratteristiche dell'impianto, sia quello della distribuzione misurata in campo, che risente anche delle modalità di gestione.

Come si può constatare, se il tempo di funzionamento dell'impianto viene stabilito sulla base dell'intensità media (in termini relativi uguale a 1), il 40% della superficie riceve dosi superiori alla media, mentre il restante 60% riceve dosi inferiori alla media.

Il diagramma mostra inoltre che la gestione, evidentemente poco attenta, determina un marcato peggioramento dell'uniformità di distribuzione. Si osserva ad esempio che sebbene le caratteristiche intrinseche dell'impianto consentano di distribuire dosi irrigue sempre superiori all'80% della media, anche nella parte di superficie irrigata in deficit, ciò non si verifica in campo. Infatti la curva di distribuzione ivi misurata mostra che solo il 70% della superficie riceve dosi superiori all'80% della media, mentre il restante 30% riceve dosi anche sensibilmente inferiori.

Analogamente nella porzione di superficie irrigata in eccesso, la curva di distribuzione misurata in campo mette in evidenza l'erogazione di dosi sensibilmente superiori a quelle consentite dalle potenzialità dell'impianto, con conseguente aumento degli sprechi.



**Fig. 4** – Distribuzione dell'acqua sulla superficie irrigata con un impianto a goccia (Rilevazioni effettuate nell'ambito del Progetto Seagrit)

Appare pertanto evidente che l'uniformità e la conseguente efficienza della distribuzione irrigua in campo, risultata della combinazione tra le caratteristiche intrinseche dell'impianto e le modalità con cui è gestito. È chiaro dunque che se si dispone di impianti con buone caratteristiche intrinseche, attuando corrette tecniche di gestione, si possono ottenere buoni livelli di uniformità e di efficienza. Viceversa se le

caratteristiche intrinseche degli impianti sono scadenti, non si potranno raggiungere buoni livelli di uniformità e di efficienza, nemmeno attuando corrette tecniche di gestione. Pertanto è necessaria, anche se non sufficiente, un'accurata progettazione e realizzazione degli impianti. Ciò è reso possibile solo dalla conoscenza delle caratteristiche di funzionamento dei componenti ed in particolare degli apparati di erogazione utilizzati.

Queste caratteristiche sono rilevate in modo obiettivo dal Laboratorio nazionale dell'irrigazione (LNI), che produce anche strumenti tecnici di supporto alla corretta progettazione ed alla gestione degli impianti. Dal 2000 ad oggi, nell'ambito di iniziative di collaudo promosse dall'ARSIA Toscana, il LNI ha fra l'altro eseguito prove per caratterizzare il funzionamento di alcuni modelli di irrigatori a pioggia e di un ampio numero di linee gocciolanti impiegate nei settori orticolo, arboreo e florovivaistico.

Per l'irrigazione a pioggia, i supporti tecnici, nella formulazione standard, consistono in grafici e tabelle che, per vari sestii di piazzamento degli irrigatori, negli schemi di avanzamento in quadrato, triangolo e rettangolo riportano i parametri sotto elencati, calcolati per condizioni di esercizio in completa assenza di vento.

- Uniformità di distribuzione valutata tramite in coefficiente di uniformità di Christiansen (CU).
- Intensità di pioggia, media, massima e minima, con la conseguente massima percentuale di deficit sulla superficie irrigata.
- Percentuali di superficie irrigata che ricevono pluviometrie rispettivamente superiori al 120% ed inferiori a 80% della media.
- In funzione della percentuale di area che si può tollerare che sia irrigata in deficit vengono indicati:
  - il deficit irriguo medio sulla percentuale di superficie "sotto-irrigata",
  - l'efficienza intrinseca (o potenziale) dell'impianto,
  - il coefficiente moltiplicativo dell'orario di irrigazione, calcolato in base alla intensità di pioggia media dell'impianto.

Per l'irrigazione a goccia i supporti tecnici sviluppati sia in forma tabellare che grafica, una volta scelto il livello di uniformità di erogazione (EU) desiderato, indicano la pressione da applicare in testa, la massima lunghezza ammissibile e la portata media delle linee gocciolanti, per diverse condizioni di pendenza del terreno.

Lunghezza massime (L) e portata media (qm) delle linee per vari gradi di uniformità di erogazione (EU), applicando in testa una pressione di 8 m c.a.										
EU (%)	Piniz. (m c.a.)	Pend. 0.0%		Pend.+0.5%		Pend.+1.0%		Pend.+1.5%		...
		L (m)	qm (l/h m)							
95.0	8.00	130	3.53	153	3.46	166	3.45	171	3.50	..
92.5	8.00	159	3.33	184	3.23	199	3.20	206	3.24	..
90.0	8.00	183	3.14	209	3.03	226	2.99	235	3.02	..
87.5	8.00	203	2.98	231	2.86	250	2.81	260	2.83	..
85.0	8.00	221	2.84	252	2.70	271	2.66	282	2.67	..

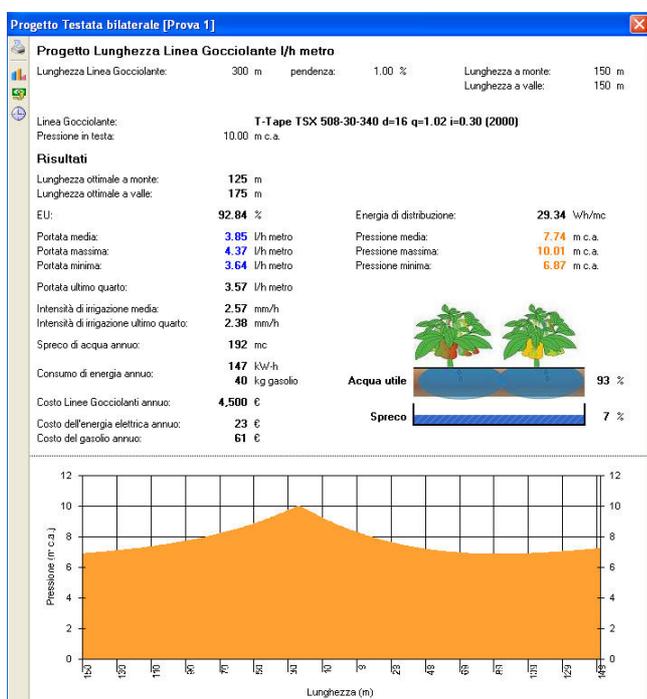
**Fig. 5** – Esempio di supporto tecnico in forma tabellare per l'irrigazione a goccia.

Sempre nell'ambito delle attività di promozione e sviluppo di innovazioni tecnologiche dell'ARSIA Toscana, il LNI ha inoltre concepito e prodotto il software Ve.Pro.L.G.s, di cui è stata recentemente rilasciata l'ultima e definitiva versione 2008, derivata da una

completa ristrutturazione e riorganizzazione della preesistente, in modo da ampliarne e migliorarne le funzionalità, tenendo anche conto delle diverse specificità di impiego sulle colture ortive, arboree e florovivaistiche.

Il software, tenendo conto delle specificate condizioni d'impiego in campo, esegue verifiche di funzionamento e dimensionamenti progettuali di Linee gocciolanti e di settori d'impianti di irrigazione a goccia, con la finalità di aumentarne l'uniformità di distribuzione irrigua, di risparmiare acqua e di ridurre i consumi energetici. Operativamente consente di verificare il funzionamento di impianti già installati, individuando eventuali modifiche per migliorarne le prestazioni e fornisce attendibili ed imparziali indicazioni per indirizzare le scelte progettuali, in fase di realizzazione di nuovi impianti.

Ve.Pro.L.G. s 2008 è già corredato con le caratteristiche di funzionamento di un ampio numero di linee gocciolanti integrali provate dal LNI per l'ARSIA Toscana ed a queste caratteristiche fa direttamente riferimento.



**Fig. 6** – Esempio di finestra di output di una procedura di progetto di VeProLGs 2008 per definire l'opportuno posizionamento della testata del settore di impianto

## Bibliografia

- BERTOLACCI M, 1997. *È importante contenere le inefficienze e gli sprechi*. Terra e vita, supplemento al n.10, marzo.
- BERTOLACCI M., 2002. *Risultati delle prove funzionali su linee gocciolanti integrali e irrigatori a pioggia. Parte II*. Quaderno ARSIA 3/2002, ISBN 88-8295-034-4, ARSIA Regione Toscana, Firenze.

BERTOLACCI M., 2007. *Come risparmiare acqua nell'irrigazione a goccia*. Terra e Vita n°18, pp. 68-70.

BERTOLACCI M., SOLINAS I., BUGGIANI M., 2008. *Software Ve.Pro.L.G. s 2008 Verifica e progettazione di linee gocciolanti e di settori d'impianto, per il risparmio di acqua e di energia*. [www.arsia.toscana.it/veprolgs2008](http://www.arsia.toscana.it/veprolgs2008).




 Comune di Firenze Quartiere n. 4  
 Agenzia regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore agricolo forestale

*Acqua e paesaggi*  
 Cultura, gestione e tecniche nell'uso di una risorsa  
 Firenze 29 – 30 maggio 2008

**Tecniche di progettazione degli impianti per l'efficacia della distribuzione irrigua e per il risparmio di acqua e di energia**


*Marcello Bertolacci*



**Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione**  
 Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema  
 - Università di Pisa

## Per un'efficace tecnica irrigua

1 Dosi ottimali e momento giusto per l'intervento irriguo  
 (caratteristiche fisiche del terreno, andamento climatico, fisiologia delle piante, tecnica colturale.....)



- competenze agronomiche e valutazioni economiche,
- analisi sistema acqua-suolo-piante-atmosfera (supporto di servizi agro meteo o di stazioni territoriali).

2 Mettere a disposizione di tutte le piante le dosi stabilite, al momento stabilito ed **in modo efficiente**  
 (cioè evitando dispersioni in ruscellamenti e percolazioni profonde)



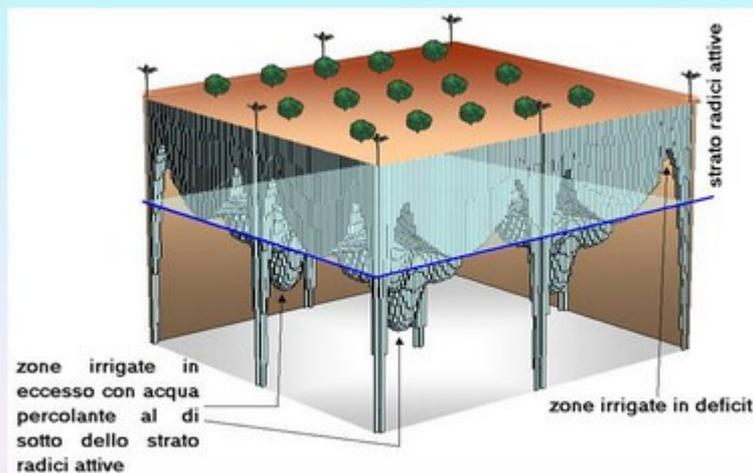
- impianto di irrigazione

## Efficienza di adacquamento o di distribuzione

= percentuale dell'acqua somministrata proficuamente utilizzata dalla coltura  
(percentuale di acqua immagazzinata nello strato di suolo utile per le piante)



Schematizzazione dell'infiltrazione dell'acqua nel terreno dopo un adacquamento con orario di definito in base all'intensità di pioggia media



Intervento irriguo poco efficace

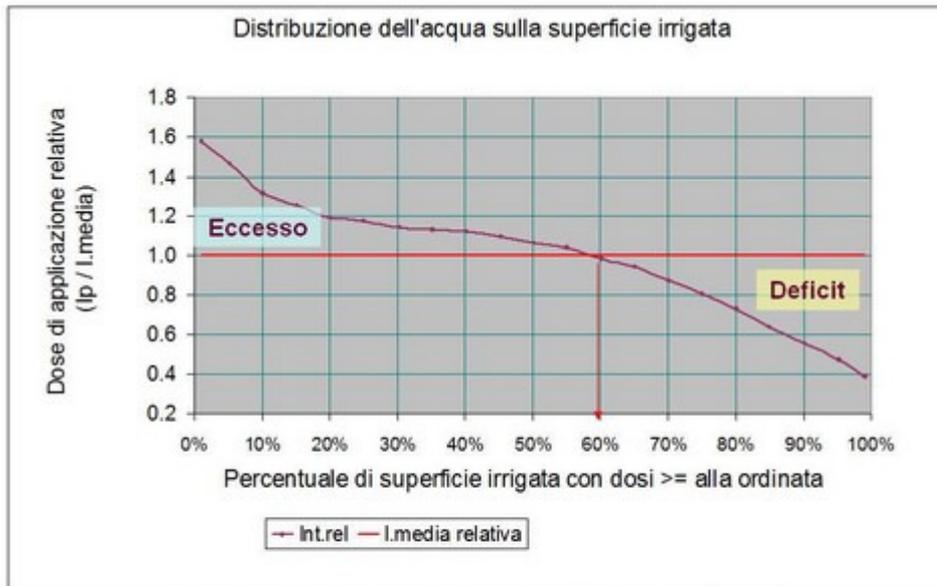
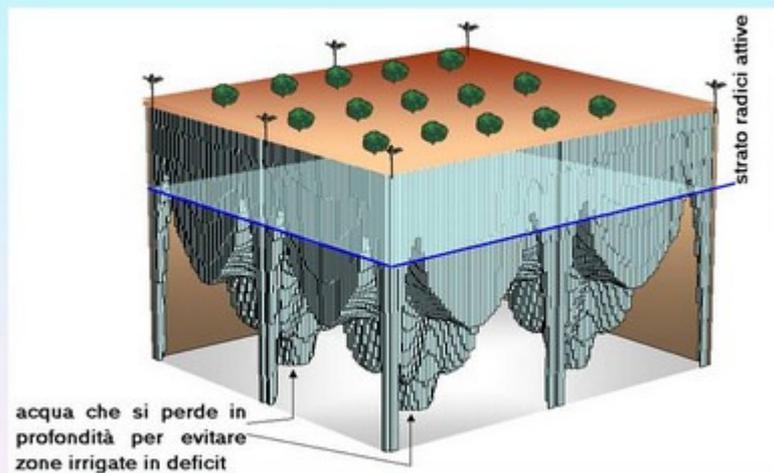


Diagramma per la valutazione tecnica dell'uniformità di distribuzione

Regolando l'orario di irrigazione in base all'intensità di pioggia media, circa il 40% della superficie è irrigata in deficit → il restante 60% è irrigata in eccesso



Per evitare zone irrigate deficitariamente → allungamento dell'orario di adacquamento → aumento delle percolazioni in profondità

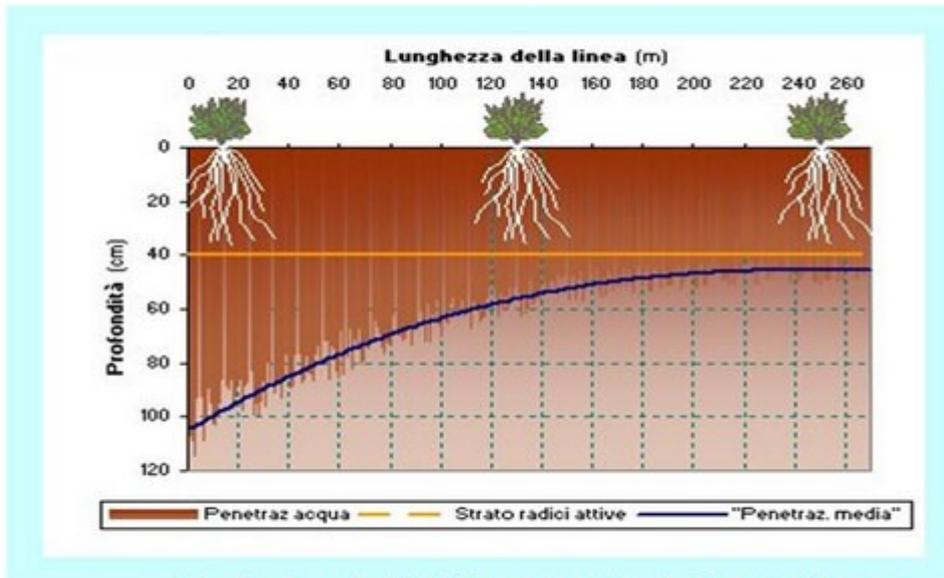


Sprechi di acqua,  
fertilizzanti, energia  
+ inquinamento

Intervento irriguo  
efficace ma  
non efficiente



Penetrazione dell'acqua nel terreno lungo una linea gocciolante in piano



Per evitare aree in deficit → aumento dell'orario → perdite di acqua

Irrigazione diventa efficace al prezzo di una bassa efficienza

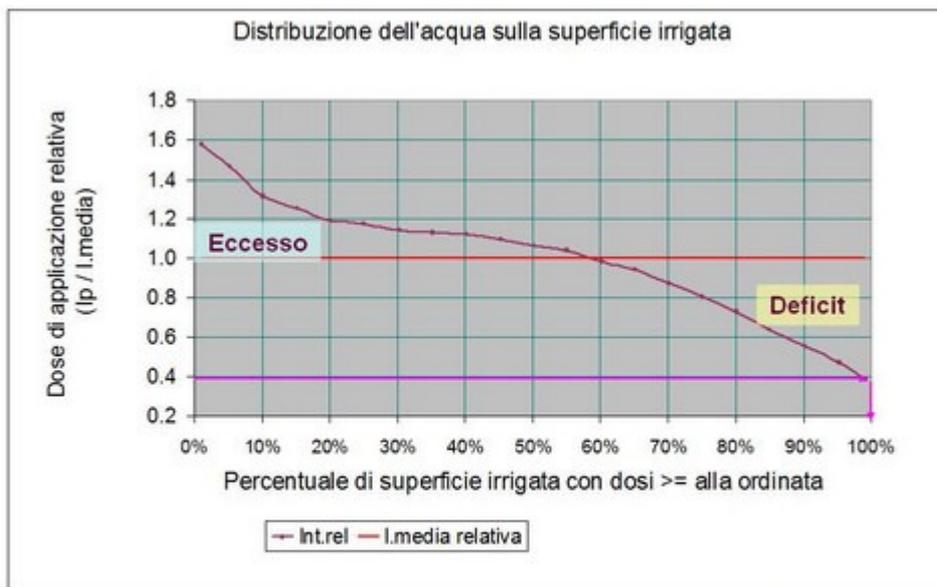


Diagramma per la valutazione tecnica dell'uniformità di distribuzione



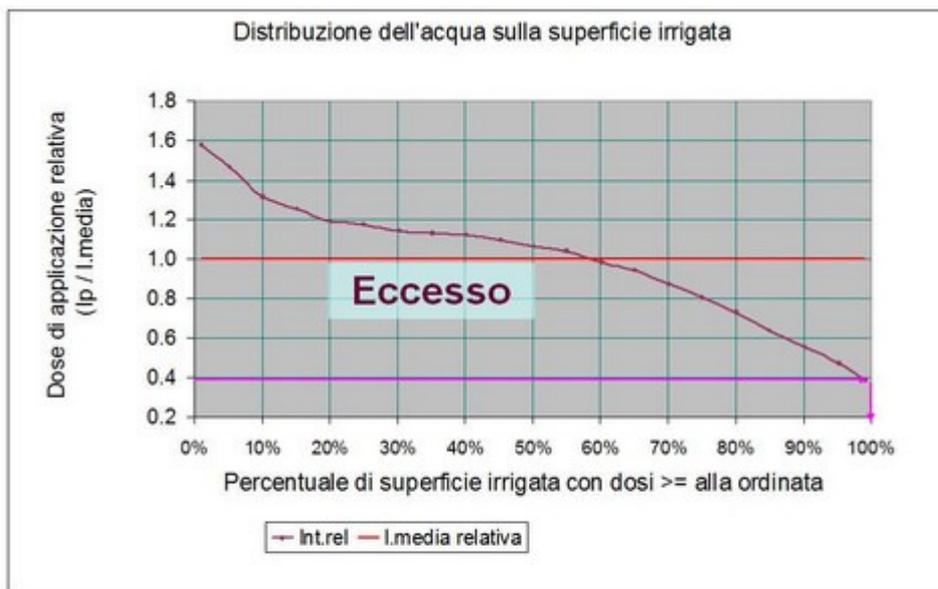


Diagramma per la valutazione tecnica dell'uniformità di distribuzione

Per azzerare la superficie irrigata in deficit → orario più lungo (nell'esempio calcolato in base ad una intensità di applicazione pari a allo 0.4 di quella media) → **notevole aumento dell'acqua sprecata**

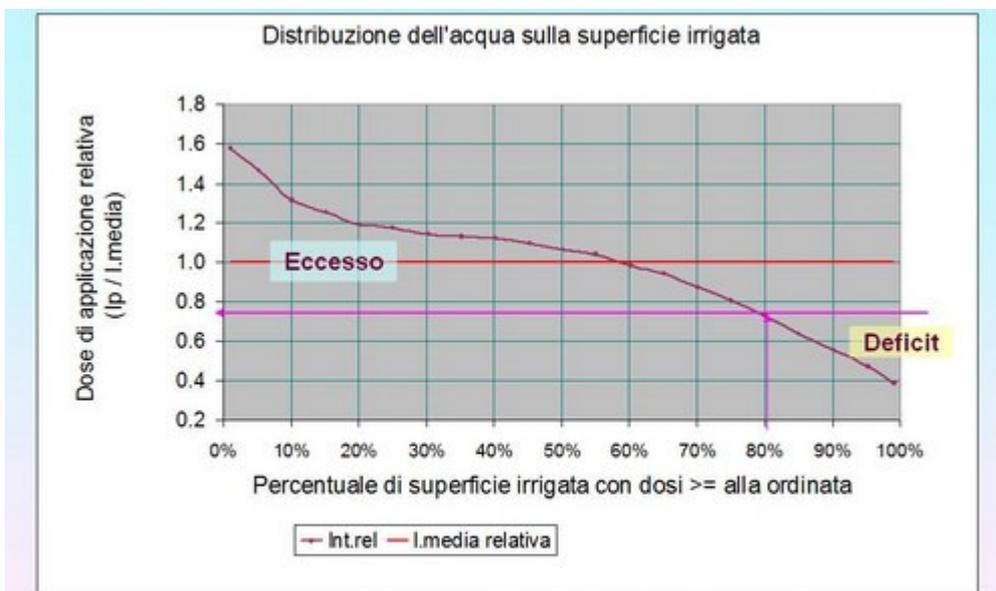
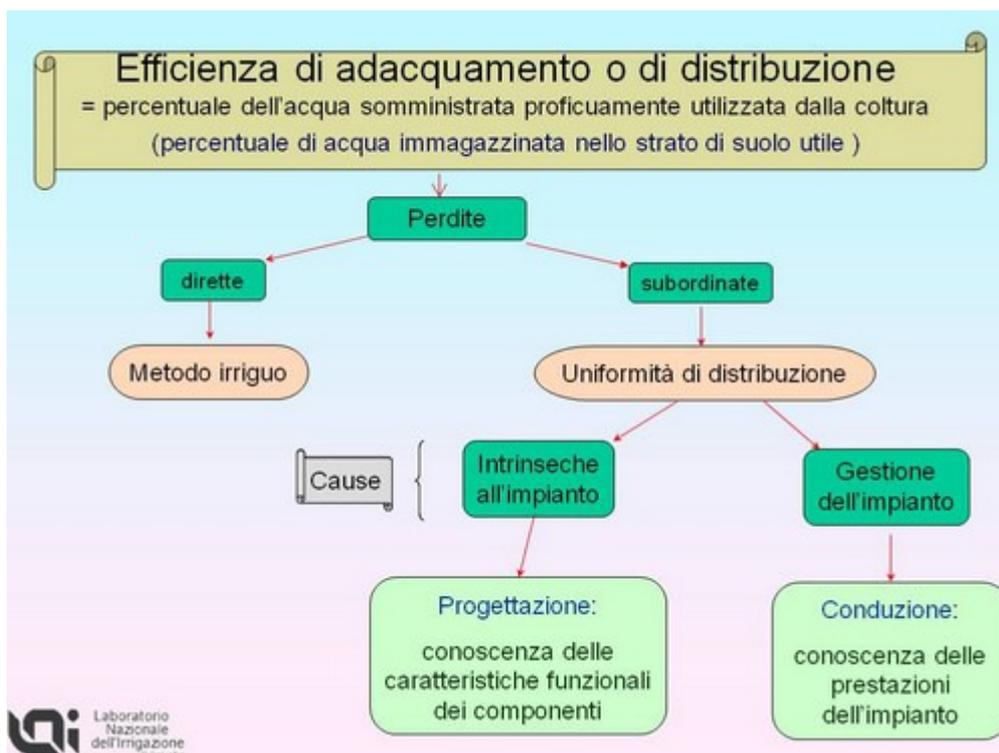
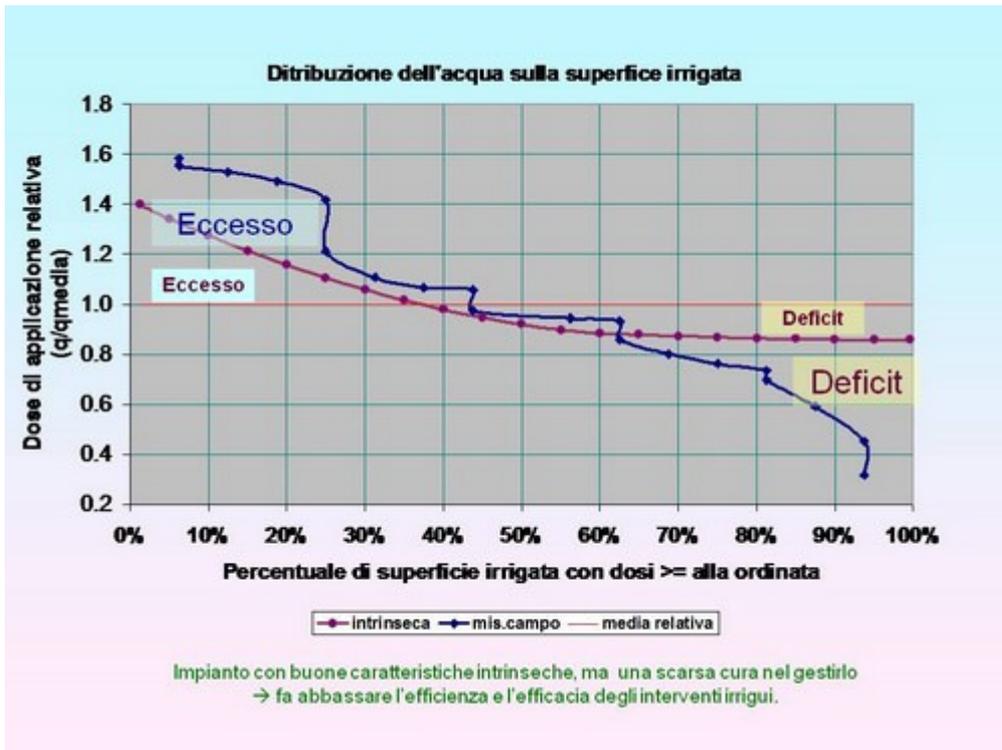


Diagramma per la valutazione tecnica dell'uniformità di distribuzione

A seconda del tipo di coltura → aumento dell'efficacia dell'intervento → **tollerando una superficie in deficit del 20%** → orario più lungo calcolato in base ad una intensità di applicazione pari a allo 0.8 di quella media







#### IN SINTESI

1. Accurata progettazione
2. Manutenzioni tempestive e corretto impiego degli impianti
3. Specifica conoscenza delle prestazioni tecniche degli impianti



Buone caratteristiche intrinseche di uniformità degli impianti



Distribuzione in campo in campo non dissimile a quella intrinseca



Fondamentale per attuare una corretta gestione irrigua



Basilare anche per evitare di dover fare ricorso a strumenti di valutazione molto sofisticati





Per la corretta progettazione degli impianti e per definirne le prestazioni tecniche



è indispensabile conoscere le caratteristiche di funzionamento dei componenti ed in particolar modo degli apparati erogatori



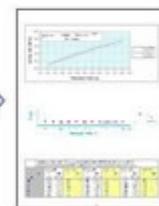
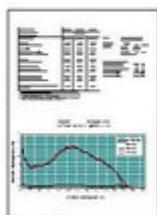
Caratterizzazione del funzionamento e certificazione di:

- Irrigatori a pioggia

- Linee gocciolanti

Banco prova irrigatori a pioggia

Banco prova linee gocciolanti



Caratteristiche di funzionamento delle attrezzature

Corretta progettazione

Definizione delle prestazioni degli impianti



Omettendo la descrizione dei parametri di qualificazione, già più volte esposta, vediamo brevemente

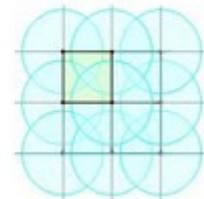
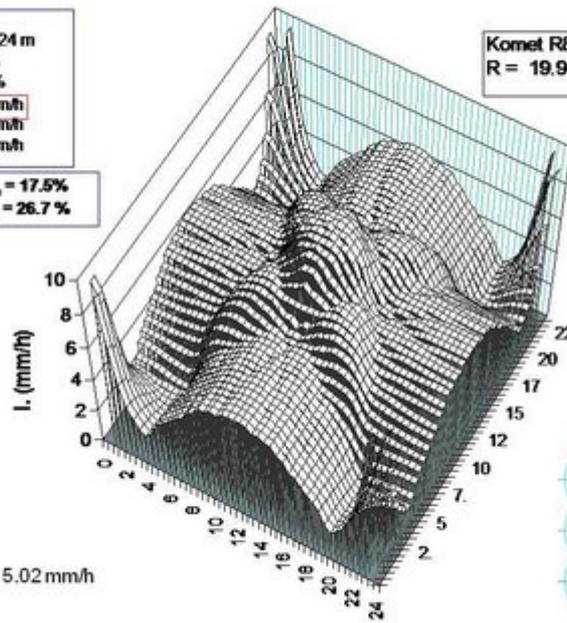
**alcuni degli strumenti riportati nelle certificazioni del LNI, come supporto pratico sia alla progettazione, che alla conduzione degli impianti**



Irrigatori in  
 Quadrato 24 m x 24 m  
 CU = 73.3 %  
 DU<sub>eq</sub> = 53.4 %  
 I<sub>media</sub> = 5.2 mm/h  
 I<sub>max</sub> = 9.4 mm/h  
 I<sub>min</sub> = 1.7 mm/h

S.con I. >20% I<sub>media</sub> = 17.5%  
 S.con I. <20% I<sub>media</sub> = 26.7 %

Komet R8 b.7 - Pe = 30 m c.a.  
 R = 19.9 m - Q = 0.803 Vs



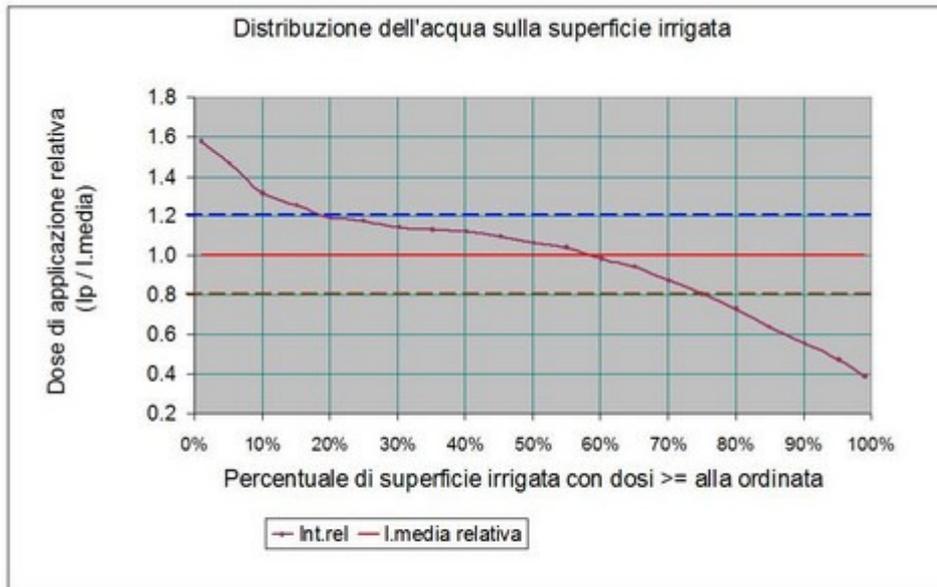
I<sub>media</sub> calcolata =  
 $[0.803 \cdot 3600 / (24 \cdot 24)] = 5.02 \text{ mm/h}$



Irrigatore: marca: Komet - modello: Eskimo F33 - boccaglio = 8 mm  
 Pressione Pe = 40 m c.a. - Gittata R = 22,77 m - Portata Q = 1,526 l/s

Schema avanz.	Sesto B x H (m)	S.domin. S. (m <sup>2</sup> )	C unif. C.U. (%)	I <sub>p</sub> = Intensità di pioggia misurata			Deficit max (%)	% Superficie con	
				I <sub>media</sub> (mm/h)	I <sub>max</sub> (mm/h)	I <sub>min</sub> (mm/h)		I <sub>p</sub> < <0,8 I <sub>med</sub>	I <sub>p</sub> > >1,2 I <sub>med</sub>
Q	24 x 24	576	75.8%	9.5	14.9	3.3	65.5%	26.6%	24.7%
Q	26 x 26	676	74.5%	8.1	12.9	2.6	68.2%	24.9%	24.5%
Q	28 x 28	784	73.5%	7.0	10.2	2.6	63.1%	25.6%	32.8%
Q	30 x 30	900	73.9%	6.1	8.9	2.6	57.7%	25.8%	33.8%
Q	32 x 32	1024	73.8%	5.4	8.2	1.1	80.2%	27.9%	30.8%
T	22 x 19	418	86.0%	13.1	16.5	8.5	35.3%	13.8%	8.7%
T	24 x 21	504	77.4%	10.9	14.2	3.4	68.6%	22.9%	32.9%
T	30 x 26	780	67.5%	7.0	10.9	2.6	63.3%	31.2%	42.7%
T	34 x 29	986	77.2%	5.6	8.2	2.6	53.6%	22.3%	32.3%
T	38 x 33	1254	84.1%	4.4	6.0	2.1	51.4%	18.3%	12.1%
R	24 x 21	504	77.4%	10.9	16.3	5.7	47.5%	26.2%	26.7%
R	26 x 22	572	77.2%	9.6	14.8	3.8	60.9%	23.7%	26.7%
R	30 x 26	780	74.9%	7.0	10.1	2.6	63.3%	27.5%	24.6%
R	32 x 28	896	74.3%	6.1	9.5	2.6	57.9%	31.6%	25.1%
R	34 x 29	986	73.0%	5.6	9.2	1.7	68.7%	29.9%	27.8%





Percentuale di superfici che ricevono **più del 120%** e **meno dell'80%** della dose di applicazione media



Irrigatore: marca: Komet - modello: Eskimo F33 - boccaglio = 8 mm  
 Pressione  $P_e = 40$  m c.a. - Gittata  $R = 22,77$  m - Portata  $Q = 1,526$  l/s

Schema avanz.	Sesto B x H (m)	C.unif. C.U. (%)	Ip I.media (mm/l)	Accettando che il 30% della Superficie sia irrigata in deficit			Accettando che il 25% della Superficie sia irrigata in deficit		
				Deficit me	Eff.pot.	Kt	Deficit me	Eff.pot.	Kt
Q	24 x 24	75.8%	9.5	26.6%	78.7%	1.168	24.3%	73.5%	1.279
Q	26 x 26	74.5%	8.1	35.4%	80.6%	1.108	33.9%	73.2%	1.249
Q	28 x 28	73.5%	7.0	38.6%	81.2%	1.089	35.6%	71.5%	1.275
Q	30 x 30	73.9%	6.1	31.3%	78.7%	1.150	30.1%	73.1%	1.266
Q	32 x 32	73.8%	5.4	24.4%	76.6%	1.210	22.3%	71.6%	1.315
T	22 x 19	86.0%	13.1	12.6%	86.7%	1.108	11.2%	84.5%	1.151
T	24 x 21	77.4%	10.9	27.4%	80.8%	1.135	27.3%	76.6%	1.215
T	30 x 26	67.5%	7.0	34.6%	67.7%	1.323	27.2%	58.2%	1.601
T	34 x 29	77.2%	5.6	26.0%	82.1%	1.124	26.7%	78.5%	1.190
T	38 x 33	84.1%	4.4	18.4%	87.0%	1.086	16.8%	83.2%	1.151
R	24 x 21	77.4%	10.9	15.9%	78.5%	1.212	14.0%	75.4%	1.280
R	26 x 22	77.2%	9.6	22.6%	78.9%	1.181	19.5%	73.7%	1.290
R	30 x 26	74.9%	7.0	35.9%	81.7%	1.092	33.8%	73.4%	1.246
R	32 x 28	74.3%	6.1	29.3%	79.1%	1.153	29.0%	74.0%	1.253
R	34 x 29	73.0%	5.6	24.7%	76.2%	1.214	22.9%	71.5%	1.318



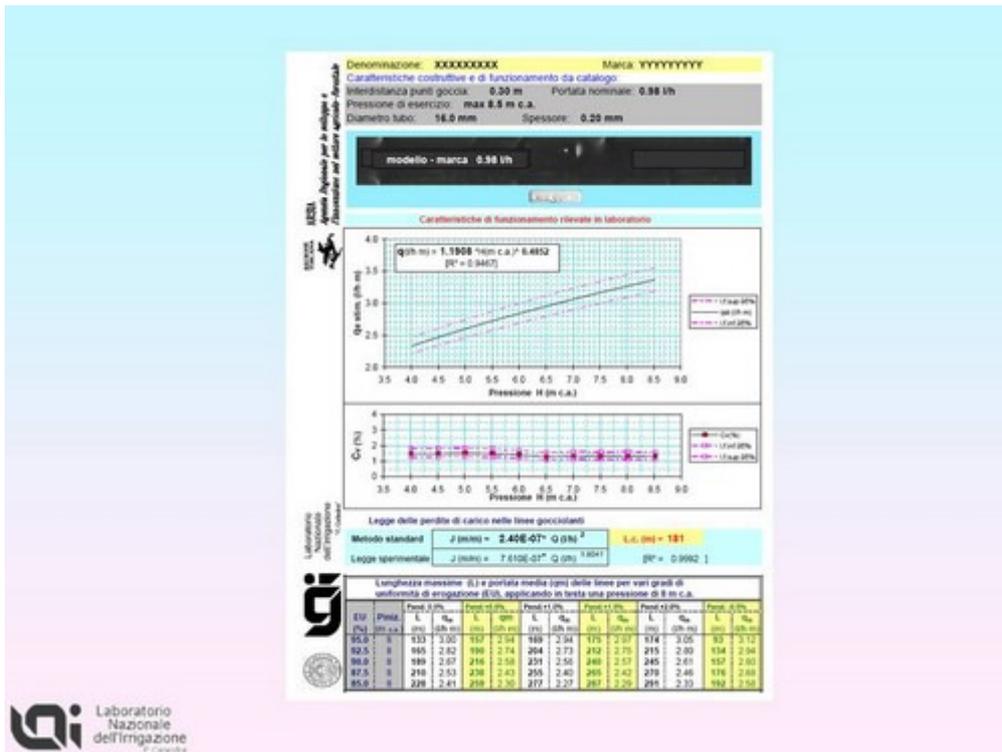
Irrigatore: marca: Komet - modello: Eskimo F33 - boccaglio = 8 mm  
 Pressione Pe = 40 m c.a. - Gittata R = 22,77 m - Portata Q = 1,526 l/s

Schema avanz.	Sesto B x H (m)	C unif. C.U. (%)	Ip L.media (mm/h)	Accettando che il 20% della Superficie sia irrigata in deficit			Accettando che il 10% della Superficie sia irrigata in deficit		
				Deficit me	Eff. pot.	Kt	Deficit me	Eff. pot.	Kt
Q	24 x 24	75.8%	9.5	23.0%	68.2%	1.397	20.9%	56.4%	1.733
Q	26 x 26	74.5%	8.1	30.5%	64.4%	1.457	21.7%	46.1%	2.118
Q	28 x 28	73.5%	7.0	28.8%	59.9%	1.572	7.5%	42.5%	2.337
Q	30 x 30	73.9%	6.1	23.6%	63.4%	1.503	7.1%	48.7%	2.034
Q	32 x 32	73.8%	5.4	19.4%	66.2%	1.450	9.7%	54.7%	1.810
T	22 x 19	86.0%	13.1	10.2%	82.0%	1.195	7.7%	75.1%	1.319
T	24 x 21	77.4%	10.9	27.5%	71.6%	1.319	26.6%	57.0%	1.708
T	30 x 26	67.5%	7.0	17.9%	50.0%	1.930	6.4%	41.7%	2.382
T	34 x 29	77.2%	5.6	24.0%	71.6%	1.330	7.9%	54.6%	1.819
T	38 x 33	84.1%	4.4	15.7%	79.4%	1.219	8.5%	68.3%	1.452
R	24 x 21	77.4%	10.9	13.5%	72.8%	1.335	8.9%	64.5%	1.535
R	25 x 22	76.9%	10.0	16.8%	69.5%	1.391	13.9%	60.7%	1.624
R	26 x 22	77.2%	9.6	17.2%	69.2%	1.396	13.6%	59.7%	1.652
R	30 x 26	74.9%	7.0	29.7%	63.9%	1.471	10.7%	44.7%	2.211
R	32 x 28	74.3%	6.1	25.9%	66.6%	1.425	7.7%	49.1%	2.022
R	34 x 29	73.0%	5.6	20.2%	66.2%	1.450	8.2%	53.4%	1.857

 Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione  
P. Cavatini



Esempio relativo  
 agli impianti di  
 irrigazioni a goccia  
 su colture ortive



Portata nominale da etichetta = 3.27 l/h·m

Lunghezza massima (L) e portata media (qm) delle linee per vari gradi di uniformità di erogazione (EU), applicando in testa una pressione di 8 m c.a.													
EU (%)	Piniz. (m c.a.)	Pend. 0.0%		Pend. +0.5%		Pend. +1.0%		Pend. +1.5%		Pend. +2.0%		Pend. -0.5%	
		L (m)	qm (l/h m)	L (m)	qm (l/h m)	L (m)	qm (l/h m)	L (m)	qm (l/h m)	L (m)	qm (l/h m)	L (m)	qm (l/h m)
95.0	8	133	3.00	157	2.94	169	2.94	175	2.97	174	3.05	93	3.12
92.5	8	165	2.82	190	2.74	204	2.73	212	2.75	215	2.80	134	2.94
90.0	8	189	2.67	216	2.58	231	2.56	240	2.57	245	2.61	157	2.80
87.5	8	210	2.53	238	2.43	255	2.40	265	2.42	270	2.46	176	2.68
85.0	8	228	2.41	258	2.30	277	2.27	287	2.29	291	2.33	192	2.58

La portata nominale in etichetta non è sufficiente per una corretta gestione irrigua, con discapito per l'efficienza e per l'efficacia



Esempio relativo  
agli impianti di  
irrigazioni a goccia  
su colture arboree

**Caratteristiche costruttive e di funzionamento da etichetta:**

Interdistanza punti goccia: 0.80 m      Portata nominale: 1.9 l/h  
Pressione di esercizio: max 30 m c.a. - min 5 m c.a.  
Diametro tubo: 16 mm      Spessore: 0.9 mm

**Lunghezza massime (L) e portata media (qm) delle linee per vari gradi di uniformità di erogazione (EU), applicando in testa una pressione di 30 m c.a.**

EU (%)	Piniz. (m c.a.)	Pend. 0.0%		Pend.+0.5%		Pend.+1.0%		Pend.+1.5%		Pend.+2.0%		Pend. -0.5%	
		L (m)	qm (l/h p.to goc.)	L (m)	qm (l/h p.to goc.)								
95.0	30	126.4	3.20	136.8	3.18	144.8	3.16	153.6	3.15	157.6	3.15	113.6	3.23
92.5	30	168.8	3.01	179.2	2.98	188	2.96	195.2	2.94	201.6	2.93	156.8	3.05
90.0	30	199.2	2.85	209.6	2.81	219.2	2.78	227.2	2.76	234.4	2.75	184	2.91
87.5	30	228.8	2.68	235.2	2.66	245.6	2.63	254.4	2.60	262.4	2.58	208	2.77
85.0	30	245.6	2.58	258.4	2.53	268.8	2.49	277.6	2.47	287.2	2.44	232	2.63

Anche in questo caso basandoci sulla portata nominale in etichetta non si ha una valutazione della intensità di irrigazione assai diversa dalla realtà .....



Esempio relativo  
agli impianti di  
irrigazioni a goccia  
su colture floro -  
vivaistiche

Denominazione: PE 20 doppio "spaghetto" Fornitore: Xxxxxx

Caratteristiche costruttive e di funzionamento da catalogo:  
 Interdistanza punti goccia: 0.30 m Portata nominale: 10 l/h  
 "Spaghetto": capillare  $\phi$  1.2 x 3 lunghezza 1 m  
 Diametro tubo: 20 mm Spessore: 1.8 mm

Lotto 2006-2007  
 Solita considerazione con l'aggiunta anche di una decisa differenza fra due lotti di produzione dello stesso tipo di linea

**LOTTO 2006**

Lunghezza massime (L) e portata media (qm) delle linee per vari gradi di uniformità di erogazione (EU), applicando in testa una pressione da 10 a 30 m c.a.

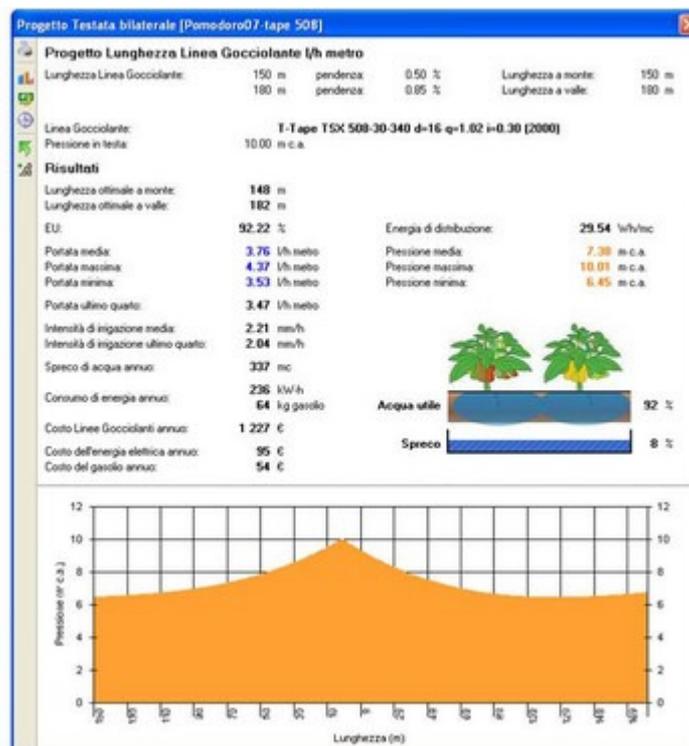
EU (%)	Pend. (%)	H = 10 m c.a.		H = 15 m c.a.		H = 20 m c.a.		H = 25 m c.a.		H = 30 m c.a.	
		L (m)	qm (l/h p.g.)								
95.0	0	20	7.94	19	10.52	19	12.80	18	14.97	18	16.97
92.5	0	25	7.47	24	9.88	23	12.04	23	14.07	22	15.94
90.0	0	29	7.04	28	9.29	27	11.37	26	13.20	26	15.01
87.5	0	32	6.64	31	8.78	30	10.73	29	12.51	29	14.22
85.0	0	35	6.31	34	8.33	33	10.16	32	11.84	32	13.44

**LOTTO 2007**

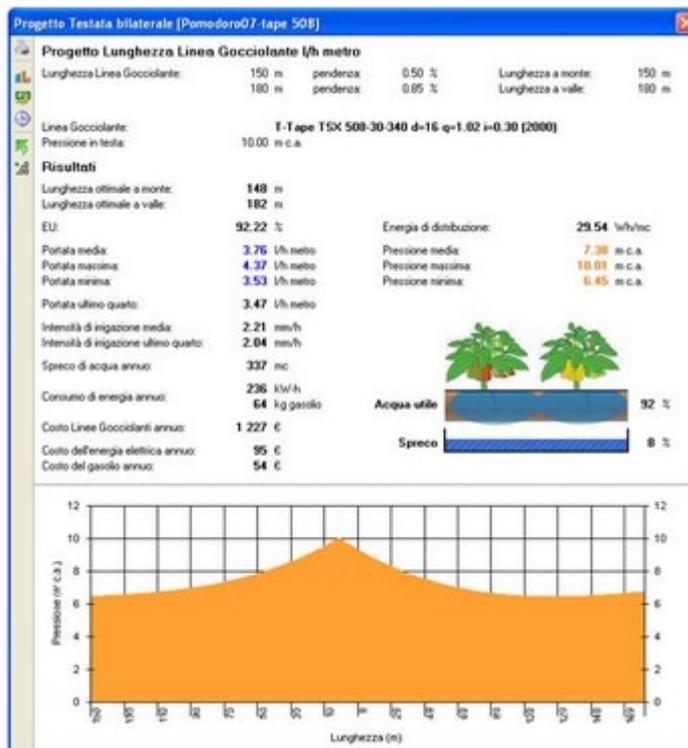
Lunghezza massime (L) e portata media (qm) delle linee per vari gradi di uniformità di erogazione (EU), applicando in testa una pressione da 10 a 30 m c.a.

EU (%)	Pend. (%)	H = 10 m c.a.		H = 15 m c.a.		H = 20 m c.a.		H = 25 m c.a.		H = 30 m c.a.	
		L (m)	qm (l/h p.g.)								
95.0	0	16	11.96	16	15.53	16	18.58	15	21.45	15	24.14
92.5	0	20	11.31	19	14.60	19	17.53	19	20.22	19	22.62
90.0	0	23	10.66	22	13.83	22	16.58	21	19.12	21	21.37
87.5	0	25	10.07	25	13.04	24	15.62	24	18.13	24	20.24
85.0	0	28	9.54	27	12.43	26	14.88	26	17.14	26	19.26

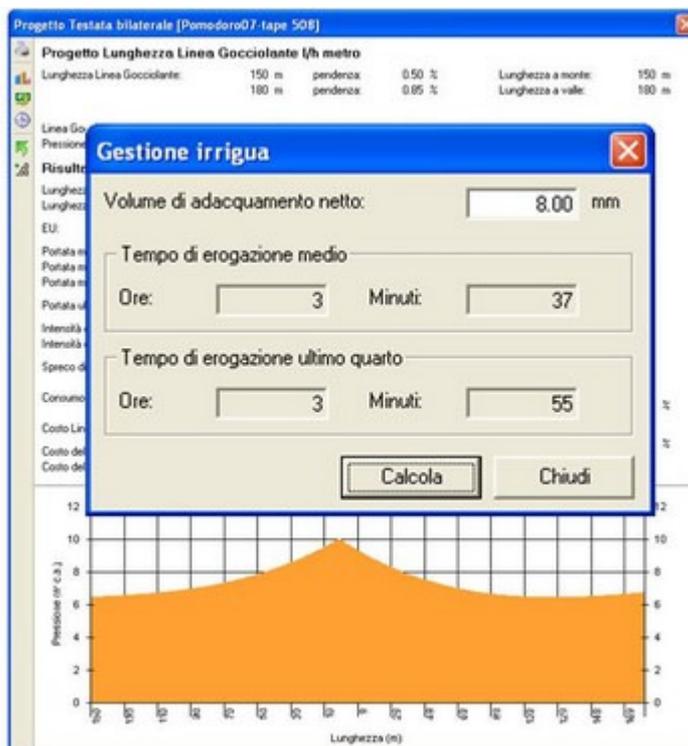
Per le linee gocciolanti che l'ARSIA ha fatto caratterizzare dal LNI,  
 l'impiego del software consente di calibrare le prestazioni  
 dell'impianto alle dimensioni, alla giacitura dell'appezzamento ed agli  
 indirizzi dell'azienda,  
 offrendo pratico supporto sia per la progettazione che per la gestione



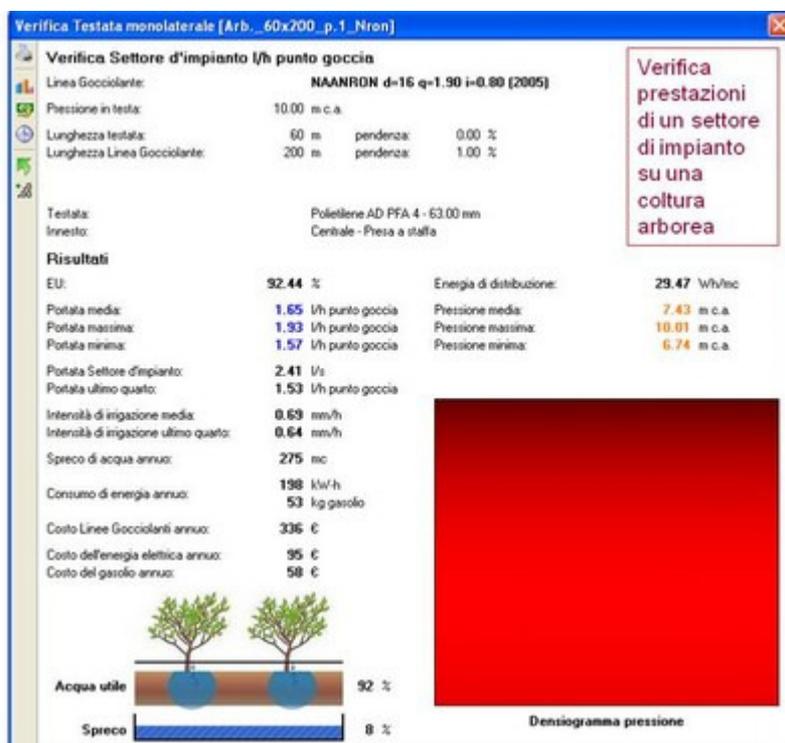
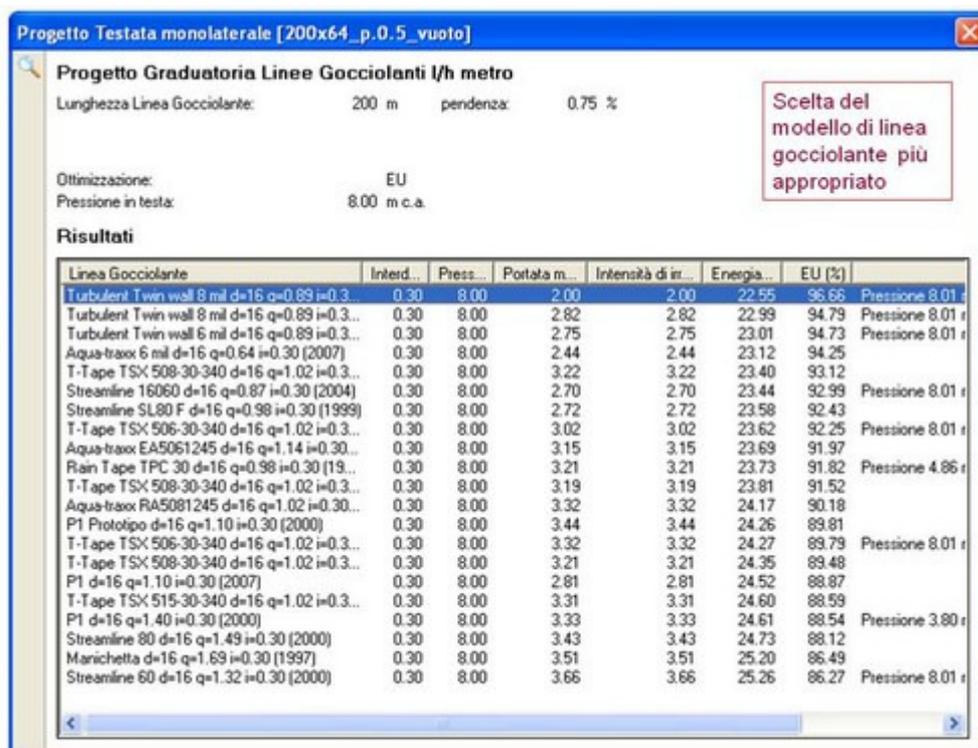
Individua.  
 Posizione  
 testata  
 bilaterale  
 Pressione  
 in testa

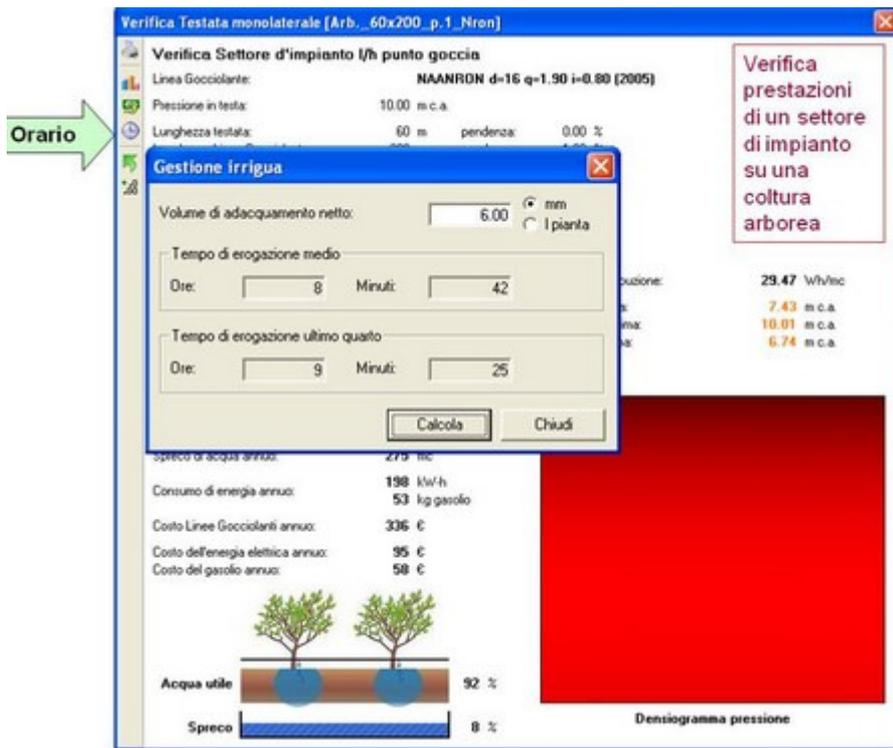


Individua.  
Posizione testata bilaterale  
Pressione in testa



Individua.  
Posizione testata bilaterale  
Pressione in testa





Uniformità di distribuzione, efficienza, progettazione, prestazioni .....

Eh ...sii ! La solita "litania" di Marcello !!  
.... La conosciamo già !!

Piuttosto, ci sono dei margini di recupero migliorando gli impianti attualmente presenti nelle aziende toscane ?

Uhm!....  
Yes we can

Non esagerare !  
Solo qualche dato indicativo !

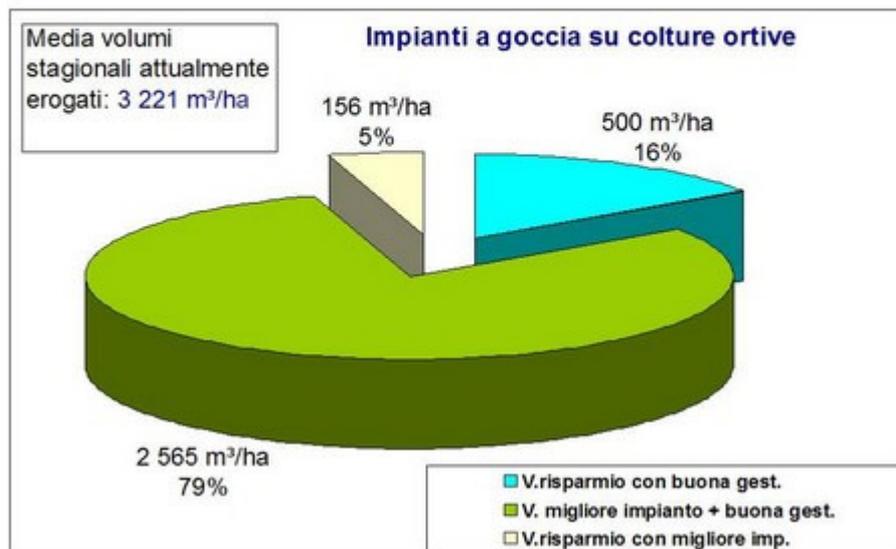
**LNi** Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione Firenze

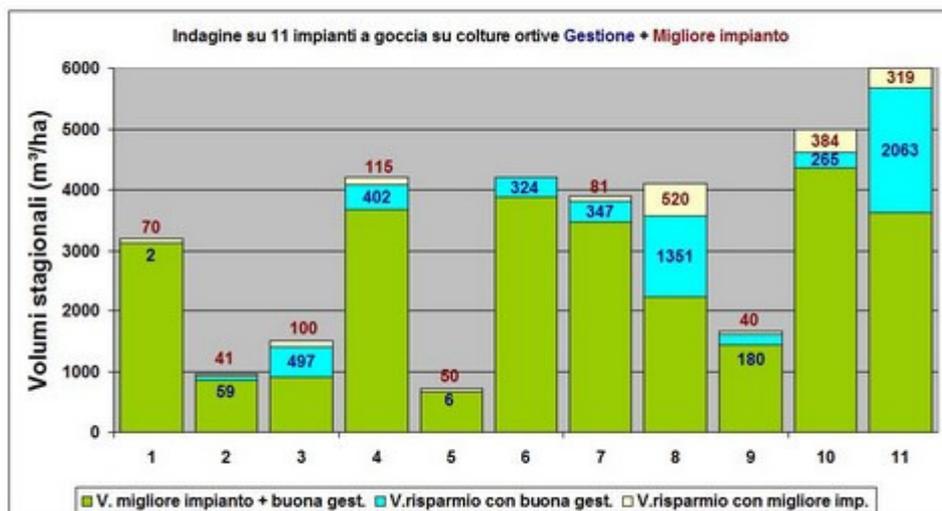
Risultati di indagine svolta nell'ambito del  
Progetto SEAGRIT su n° 11 impianti a goccia  
su **colture ortive e seminate**

Margini di recupero con una gestione corretta  
ed all'occorrenza, con un ragionevole  
miglioramento delle caratteristiche  
intrinseche degli impianti (EU=92.5%)



Margini di recupero possibili con la buona gestione  
e portando la EU di progetto dell'impianto a 92.5%  
Valutazione complessiva relativa a n° 11 impianti di irrigazione a goccia su **colture ortive**

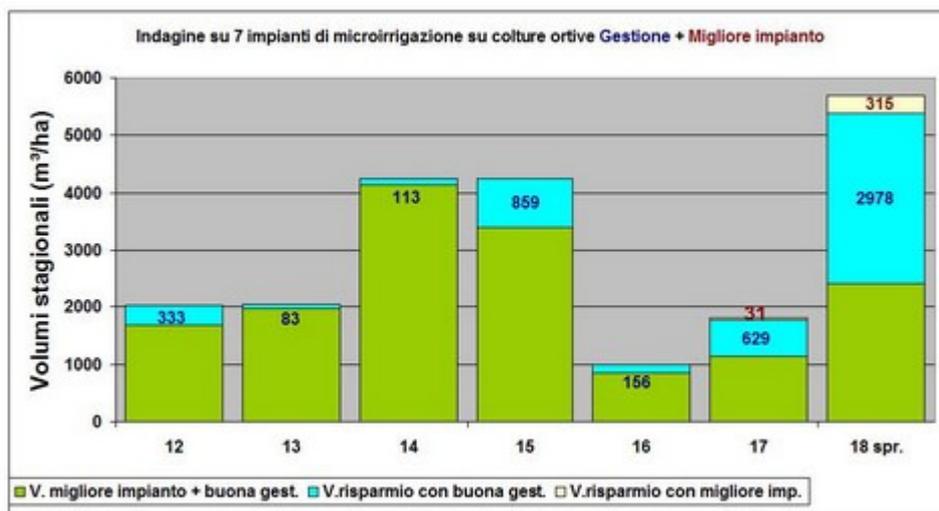
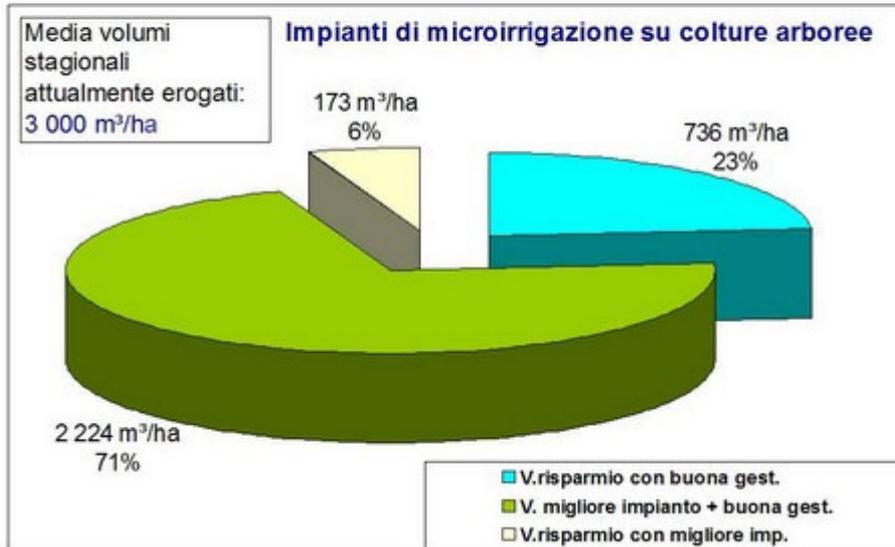




Risultati di indagine svolta nell'ambito del Progetto SEAGRIT su n° 7 impianti a goccia su colture arboree

Margini di recupero con una gestione corretta ed all'occorrenza, con un ragionevole miglioramento delle caratteristiche intrinseche degli impianti (EU=95%)

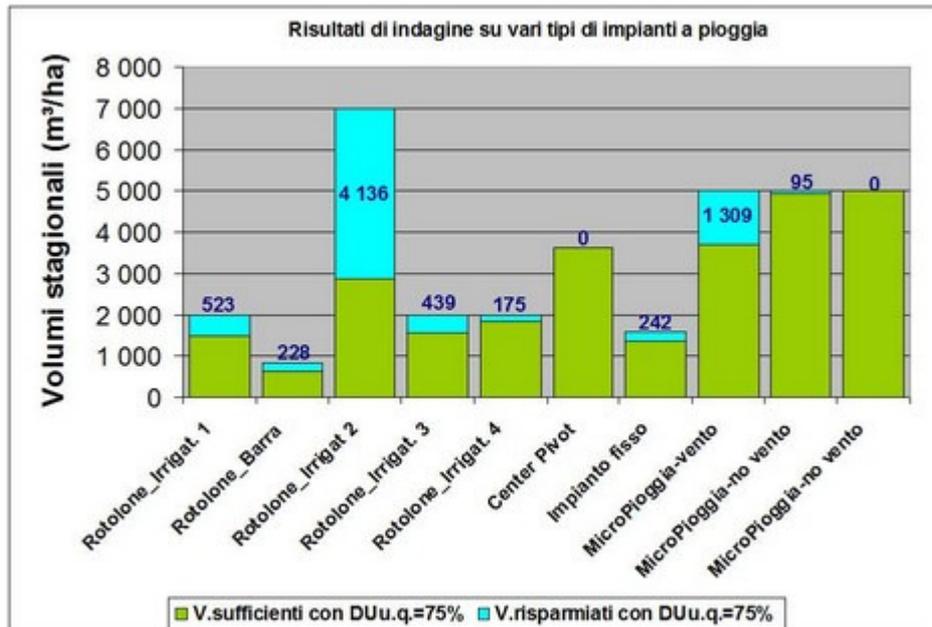
Margini di recupero possibili con la buona gestione  
 e portando la EU di progetto dell'impianto a 95%  
 Valutazione complessiva relativa a n° 7 impianti di microirrigazione su **colture arboree**



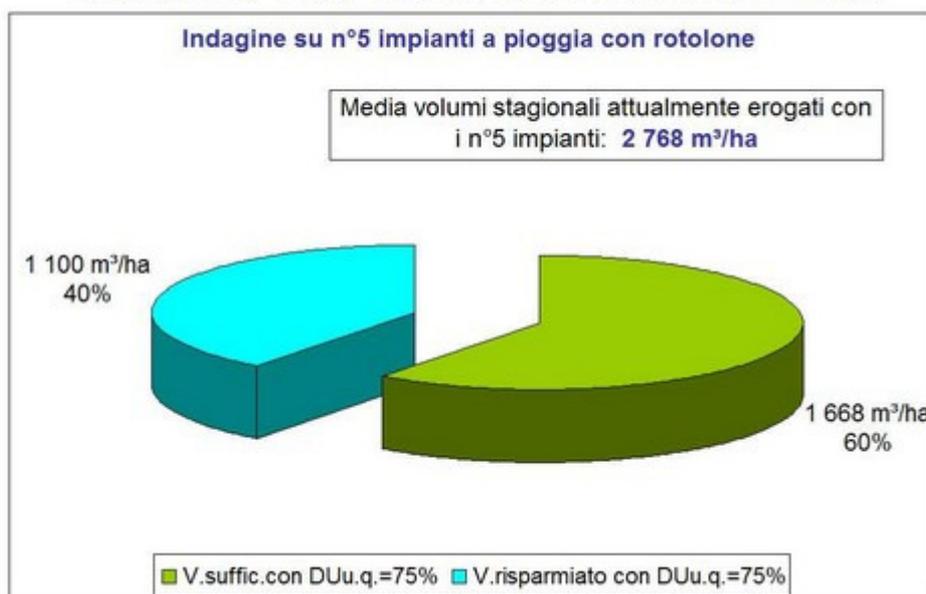
Risultati di indagine svolta nell'ambito del  
Progetto SEAGRIT

n° 10 rilevazioni su varie tipologie di impianti  
**a pioggia**

Possibili margini di recupero con un  
ragionevole miglioramento passando  
dall'uniformità ( DUu.q.=75%)



Margini di recupero possibili migliorando ragionevolmente l'uniformità in campo (DUu.q. =75%) - Valutazione complessiva relativa a n° 5 "rotoloni"



 Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione P. Celestino

Risultati di indagine svolta nell'ambito del Progetto SEAGRIT

Valutazioni sui rilievi effettuati in campo su n° 2 impianti **a micro-pioggia**

Possibili margini di miglioramento cambiando le scelte tecniche (materiali, sesto di impianto, pressione di esercizio)

 Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione P. Celestino

