

Irrigazione a goccia su colture ortive di pieno campo. Conoscere gli impianti e farli funzionare correttamente, per conseguire buoni risultati produttivi e risparmiare acqua

Marcello Bertolacci¹, Pasquale Delli Paoli²

¹ Tecnico EP dell'Università di Pisa - Responsabile tecnico del Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione.

² - Dottore Agronomo Divulgatore Agricolo - Associazione CIPA-AT Sviluppo Rurale di Livorno.

- Il dott. M. Bertolacci ha fornito le indicazioni tecniche ed ha curato la stesura del testo.

- Il dott. P. Delli Paoli ha fornito le indicazioni per indirizzare il lavoro all'esigenze dell'utenza..

Entrambi gli autori hanno collegialmente svolto il lavoro d'impostazione, rilettura e revisione dell'opuscolo.

Gli autori ringraziano la Signora Silvia Tagliacarne, per la professionale collaborazione fornita nella redazione della parte grafica.

Premessa

L'irrigazione a goccia è il metodo irriguo che consente di ottenere il massimo beneficio da ogni metro cubo di acqua irrigua impiegata.

Per sfruttare al meglio le potenzialità offerte da questo metodo irriguo, occorre tuttavia disporre di un impianto di irrigazione che funzioni correttamente ed attuare una appropriata tecnica irrigua.

L'elemento primario è pertanto l'impianto di irrigazione, che richiede anche un investimento spesso non indifferente, dal quale conviene cercare di trarre il maggiore beneficio possibile, in termini di risultati produttivi e di risparmio di acqua.

A questo scopo è sicuramente utile la conoscenza delle nozioni elementari sugli impianti di irrigazione a goccia riportate in questo opuscolo.

Resta comunque fermo il consiglio di richiedere una certificazione imparziale delle caratteristiche di funzionamento delle manichette e, sulla base di queste, eseguire una corretta progettazione dell'impianto.

In questo può risultare prezioso l'aiuto del software Ve.Pro.L.G., che consente anche ai non specialisti, di scegliere le manichette più adatte e di individuarne le condizioni d'impiego più appropriate, in relazione alle caratteristiche dell'appezzamento e della coltura da irrigare.

L'impianto di irrigazione a goccia

Per attuare la puntuale localizzazione delle erogazioni tipica del metodo, gli impianti di irrigazione a goccia richiedono una fitta rete di linee gocciolanti, generalmente organizzate in settori, che vengono messi in funzione uno alla volta, in ciclica successione.

Gli impianti si differenziano, ovviamente, in relazione alla coltura, alla tecnica colturale, alla forma e giacitura degli appezzamenti, nonché al contesto aziendale.

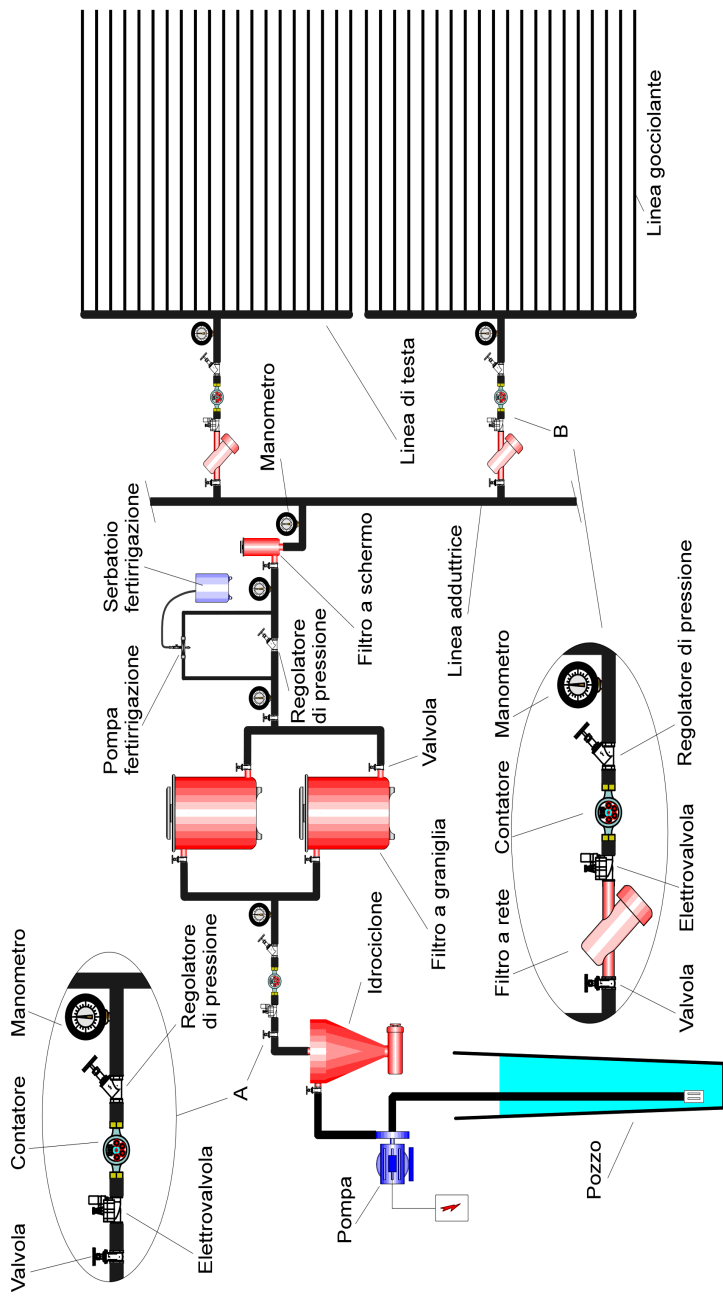
La figura che segue riporta una schematizzazione del tutto generale di un impianto di irrigazione, in cui si possono tipicamente distinguere i seguenti componenti:

- pompa;
- gruppo di regolazione e controllo di testa;
- condotte adduttrici;
- gruppo di regolazione e controllo di settore;
- condotte distributrici o testate;
- linee gocciolanti.

La pompa

L'irrigazione a goccia viene attuata mediante una rete di condotte in bassa pressione, e richiede pertanto l'impiego di una pompa, a meno che l'azienda non si disponga già di una rete di approvvigionamento idrico in pressione.

La pompa deve essere in grado di fornire la portata del settore d'impianto più esteso e la pressione necessaria per mantenere la pressione di esercizio in



Schema dei componenti di un impianto di microirrigazione

A: gruppo di regolazione e controllo testa.

B: gruppo di regolazione e controllo settore.

testa alle linee gocciolanti, superando il dislivello fra l'acqua nel pozzo ed il campo da irrigare e vincendo le resistenze che l'acqua incontra nelle condotte e in tutti gli altri componenti che attraversa.

Gruppo di regolazione controllo di testa

Viene montato generalmente subito dopo la pompa ed in linea generale comprende:

- il sistema di filtrazione;
- il sistema di iniezione e dosaggio dei fertilizzanti o di eventuali geodisinfestanti;
- dispositivi di regolazione e controllo dell'acqua erogata.

Il *sistema di filtrazione* è fondamentale per difendere gli apparati erogatori dalle occlusioni di ordine fisico, dovute alle impurità presenti nell'acqua. Per l'efficacia della filtrazione è fondamentale una adeguata scelta dei tipi e delle dimensioni dei filtri, in relazione alla qualità ed alla quantità di acqua da trattare. È inoltre necessario mantenerne l'efficienza mediante opportune operazioni di controlavaggio e di pulizia, che, con le attuali tecnologie, possono essere eseguite anche automaticamente durante il funzionamento dell'impianto.

Fra le tipologie di filtri si possono distinguere:

- gli *idrocloni* o *separatori a vortice*, che eliminano le particelle sabbiose, per effetto della forza centrifuga derivata dal moto vorticoso impresso all'acqua dalla particolare conformazione interna ;

- i *filtri a graniglia*, che hanno un corpo filtrante di pietrisco a spigoli vivi e di sabbia grassa e sono particolarmente adatti a trattenere i filamenti di alghe e le mucillaggini presenti nelle acque di superficie;
- i *filtri di schermo* che hanno principalmente la funzione di trattenere le particelle inorganiche, come limo, sabbia fine ed altre scorie possono essere *filtri a rete* o *filtri a dischi*, a secondo delle caratteristiche costruttive degli elementi filtranti. Nei filtri a rete le impurità vengono trattenute dalle maglie di una reticella, che può essere metallica o di materiale plastico.

I filtri a dischi hanno un corpo filtrante costituito da una pila (o colonna) di dischi con superficie scabra. Durante il funzionamento i dischi sono tenuti in stretta aderenza e le particelle sospese vengono trattenute dagli interstizi (o porosità) che si formano, a causa della scabrezza, fra le superfici di contatto dei dischi. Durante i contro-lavaggi viene allentata l'aderenza fra i dischi, favorendo il rapido allontanamento delle impurità trattenute. Questi filtri sono particolarmente indicati per acque molto cariche che richiedono frequenti contro-lavaggi.

Nei filtri a schermo le dimensioni delle luci filtranti sono espresse in “mesh”. Quanto più sono alti i valori di questo parametro, tanto più piccole sono le dimensioni delle particelle trattenute.

La scelta ed il dimensionamento del sistema di filtrazione deve essere commisurata alla portata che li

attraversa ed alla qualità e quantità dei solidi sospesi presenti nelle acque.

I filtri correttamente installati sono dotati di due manometri, uno in ingresso e l'altro in uscita, che consentono di valutare le perdite di pressione subite dall'acqua nell'attraversarli. Man mano che le particelle sospese vengono trattenute dai filtri, l'acqua incontra maggiore resistenza nell'attraversarli ed aumenta di conseguenza la differenza fra le pressioni lette fra i due manometri. Tenendo sotto controllo la lettura dei due manometri, si può pertanto intervenire tempestivamente per operare le opportune operazioni di contro-lavaggio.

Il ritardando delle operazioni di contro-lavaggio pregiudica il buon funzionamento dell'impianto. Principalmente, man mano che crescono le perdite di carico nei filtri, la pressione in testa alle linee gocciolanti si abbassa gradualmente al di sotto del valore ottimale, provocando erogazioni inadeguate, specie nelle linee più distanti e nel loro tratto terminale.

Sono comunque ormai comunemente disponibili anche sistemi di filtrazione in grado di operare automaticamente le operazioni di contro-lavaggio, quando le perdite di pressione raggiungono una soglia prestabilita. La scelta di dotarsi di sistemi di automazione può essere presa in considerazione in

particolare quando si dispone di acque con alta carica di impurità, che richiedono lavaggi con frequenza giornaliera o addirittura di alcune ore. In questo caso sono in genere più adatti i filtri a dischi.

Per il *sistema di iniezione* di sostanze chimiche fertilizzanti o geodisinfestanti possono essere usati, in ordine per precisione crescente, serbatoi differenziali di pressione, dispositivi di aspirazione Venturi (pompe Mazzei) e pompe ad iniezione.

I *dispositivi di regolazione e controllo* dell'acqua erogata possono essere diversamente costituiti a seconda del tipo di impianto. Essi vanno dalle più semplici installazione di valvole di regolazione, manometri e contatori per il controllo dei volumi erogati, alle centraline di comando per l'automazione dell'impianto. Queste ultime, una volta programmate, comandano l'apertura e la chiusura dell'impianto, la sequenziale apertura e chiusura delle valvole di settore, le operazioni di contro-lavaggio dei filtri, ecc.. In ogni caso è utile la presenza di un manometro in uscita al gruppo di regolazione per un rapido controllo del regolare funzionamento dell'impianto.

Condotte adduttrici

Sono anche chiamate condotte principali e portano l'acqua dal gruppo di testa ai vari settori che compongono l'impianto. Il loro diametro deve essere adeguato alla portata massima che devono trasportare. I diametri più piccoli richiedono pompe di maggiore potenze e maggiore consumo di energia per

compensare le perdite di pressione generate dagli attriti. Problemi potrebbero poi insorgere quando vengono allungati i percorsi dell'acqua rispetto a quanto calcolato nel progetto, per cui vale la pena un controllo della pressione presente in testa ai settori più lontani.

Gruppo di regolazione controllo di settore

Collegano i vari settori d'impianto alle condotte adduttrici ed hanno la funzione di consentire l'apertura, la chiusura e la regolazione del flusso dell'acqua ai rispettivi settori.

Sono, al minimo costituiti da una valvola di arresto, manuale od automatizzata, e possono inoltre essere equipaggiati con una regolatrice di pressione, un manometro di controllo, un piccolo filtro a rete raccoglitore d'impurità ed eventualmente anche di un contatore per il controllo dei volumi erogati.

La valvola regolatrice di pressione ed il manometro, sono spesso fondamentali, perché consentono di applicare in testa alle linee la pressione di esercizio oculatamente scelta in una corretta progettazione. È in ogni caso necessario rispettare il campo di pressioni proprio del tipo di manichetta impiegata, riportato sulla confezione. Se ad esempio si sta impiegando una manichetta che ha un campo di funzionamento tra 0,8 e 0,3 atmosfere, è controproducente lavorare con pressioni più alte del limite superiore. Queste rendono più suscettibili le manichette a più o meno importanti

rottore accidentali, che determinano disuniformità di erogazione, spreco di acqua e di energia.

Il piccolo filtro raccoglitore d'impurità, impedisce invece che eventuali scorie formati nelle operazione di montaggio o terra, penetrata per rotture accidentali delle adduttrici, raggiunga gli apparati erogatori, compromettendone il funzionamento.

Il contatore, oltre al controllo dei volumi erogati, consente anche di rilevare rapidamente eventuali problemi di erogazione, dovute ad intasamenti o a piccole perdite dalle linee gocciolanti.

Condotte distributrici o testate

Sono le condotte che alimentano le linee gocciolanti attraverso derivazioni realizzate con pezzi speciali di vario tipo. Possono essere monolaterali o bilaterali a secondo che le linee gocciolanti derivate siano su un solo lato o su entrambi i lati della testata.

Nell'irrigazione a goccia delle colture ortive di pieno campo le testate sono per lo più realizzate con "maniconi", condotte flosce che si rigonfiano sotto la pressione dell'acqua. Il diametro del "manicone" deve essere tale da ridurre al minimo le perdite di carico al suo interno, in modo da contenere in termini trascurabili le diversità di pressione in testa alle varie linee. Il limite massimo delle perdite di carico consigliabili è del 5%.

Il diametro del "manicone" dovrà essere tanto più grande quanto maggiore è la sua lunghezza e la portata che convoglia. Nello scegliere il diametro del

“manicone” da acquistare sarà utile tenere presente anche gli utilizzi che se ne intendono fare negli anni futuri, in modo da operare eventuali aggiunte, restando nel limite massimo di perdite di carico sopra indicato. Per ottenere un corretto calcolo dei diametri da adottare, può essere fatto riferimento ai tecnici delle Organizzazioni Professionali Agricole.

L'alimentazione delle testate tramite una “TI” centrale è sempre idraulicamente la soluzione migliore, consentendo la ripartizione della portata in due rami ed il contenimento delle perdite di carico. Tuttavia usando i diametri grandi, su settori non eccessivamente estesi, può essere accettabile anche l'alimentazione da una estremità del “manicone”.

Linee gocciolanti

Sono le condotte terminali della rete idraulica dell'impianto e svolgono la funzione di erogare l'acqua alla coltura, nei punti prestabiliti.

Nell'irrigazione delle colture ortive si usano essenzialmente delle linee gocciolanti integrali, così dette perché dotate di apparati erogatori che fanno parte integrante delle tubazioni. Queste sono realizzate in polietilene nero ed hanno diametri per lo più compresi fra 16 e 22 mm, con spessori delle pareti che variano da 1.2 a 0.15 mm, passando gradualmente al diminuire dello spessore, dalla consistenza di tubi rigidi, a semirigidi ed a flosci.

È a questi ultimi che più propriamente spetta l'appellativo di “manichette”, per la loro caratteristica

di assumere un aspetto nastriforme in condizioni di inattività, acquistando, durante il funzionamento, l'aspetto di tubi a sezione circolare, per effetto della pressione dell'acqua.

Il prezzo delle linee gocciolanti, a parità di modello, diminuisce al diminuire dello spessore delle pareti, in relazione alla minore quantità di materia prima necessaria alla loro fabbricazione.

Per contro le linee di maggiore spessore offrono una migliore resistenza alle sollecitazioni meccaniche delle operazioni di stesura ed eventuale recupero dal campo e sono meno suscettibili all'usura del tempo ed ai danneggiamenti accidentali. Le manichette con minore spessore delle pareti hanno limiti massimi di pressione di esercizio minori, rispetto a quelle più spesse.

Pertanto, al crescere degli spessori, si passa gradualmente dalle più economiche "manichette" monouso alle più costose linee ad impiego pluriennale.

La disponibilità sul mercato, a parità di prestazioni irrigue, di linee gocciolanti integrali di vario spessore, consente di operare le scelte più adatte alle varie tecniche colturali ed ai diversi contesti aziendali.

Per le colture ortive vengono principalmente impiegate le "manichette" monouso.

L'impiego di linee gocciolanti pluriennali può tuttavia essere preso in considerazione per il vantaggioso ammortamento dei costi iniziali su più stagioni. A questo fine è necessario che le tecniche colturali ne consentano agevolmente il recupero meccanico e che le aziende abbiano ordinamenti

colturali definiti nel medio o lungo periodo, siano in grado, a fine stagione, di operare gli opportuni lavaggi delle linee, di recuperarle correttamente dal campo ed immagazzinarle in modo adeguato.

Linee gocciolanti ed aree bagnate

Le linee gocciolanti integrali sono prodotte in un'ampia gamma di interdistanza fra i punti goccia e generalmente anche con più valori della portata nominale da questi erogata. Ciò consente di operare le scelte più adatte alle caratteristiche del terreno ed al tipo di coltura.

Infatti la forma e l'estensione dell'area bagnata al di sotto dei punti goccia dipende dalle caratteristiche idrologiche del terreno, dalla portata del gocciolatore e dal volume erogato.

In relazione alla tessitura del terreno, la forma dell'area bagnata assume, qualitativamente, forme del tipo di quelle illustrate in Fig. 2, allargandosi al crescere del contenuto di argilla ed approfondendosi, viceversa, al crescere del contenuto di sabbia.

In relazione alla portata erogata dal punto goccia, al crescere dei valori di quest'ultima, cresce il diametro dell'area bagnata.

Nel grafico della Fig.3 sono indicativamente riportati, per tre tipologie di suolo, i valori a regime del diametro di terreno bagnato, in funzione della portata erogata dal punto goccia. Ad esempio con un gocciolatore da 1 l/h su un terreno di medio impasto si ottiene un diametro bagnato dell'ordine di 0.8 m.

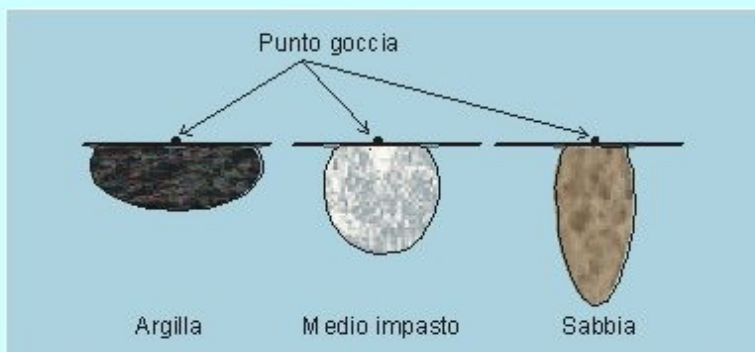


Fig.2 - Forme indicative del fronte di inumidimento prodotto da una erogazione puntiforme

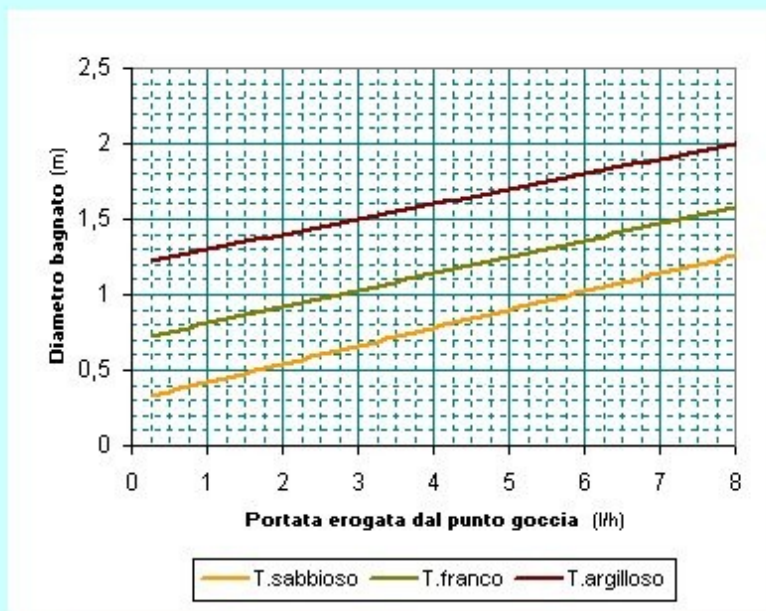


Fig.3 - Diametro bagnato, in tre diversi tipi di terreno, in funzione della portata del punto goccia

All'aumentare dei volumi erogati, l'acqua tende invece ad approfondirsi nel suolo senza sostanzialmente aumentare il diametro dell'area bagnata.

La conoscenza delle modalità di espansione e penetrazione dell'acqua nel terreno, consente di operare le scelte più adeguate delle interdistanze e delle portate nominali per punto goccia. Tenendo presente le considerazioni sopra ricordate e principalmente utilizzando il grafico di Fig.3, si possono trarre utili indicazioni preliminari, pur riservandosi di verificare con osservazioni dirette le aree effettive di terreno bagnato. Ad esempio supponiamo che in un appezzamento si stia utilizzando una manichetta con interdistanza di 30 cm fra i punti goccia. Si può con la vanga andare direttamente a verificare, in una sezione perpendicolare alla manichetta, l'allargamento dell'area bagnata a destra e a sinistra della manichetta. Se ad esempio questo è superiore ai 40 cm, l'anno successivo si può impiegare, sullo stesso terreno, una manichetta con interdistanza 40 cm, che, a parità di altre condizioni, consente una migliore uniformità.

Consideriamo ad esempio l'irrigazione di colture in fila singola od in bina con piante ravvicinate, come il pomodoro da industria, in cui le linee gocciolanti devono formare, una striscia bagnata continua, non necessariamente visibile in superficie, ma a partire da $5 \div 10$ cm di profondità.

Se si opera in terreni leggeri molto permeabili bisogna ricorrere a linee gocciolanti con punti goccia ravvicinati e con basse portate. Man mano che

diminuisce la permeabilità del terreno, passando dal medio impasto al tendenzialmente argilloso, si può aumentare l'interdistanza e la portata dei punti goccia, ottenendo ugualmente la striscia bagnata.

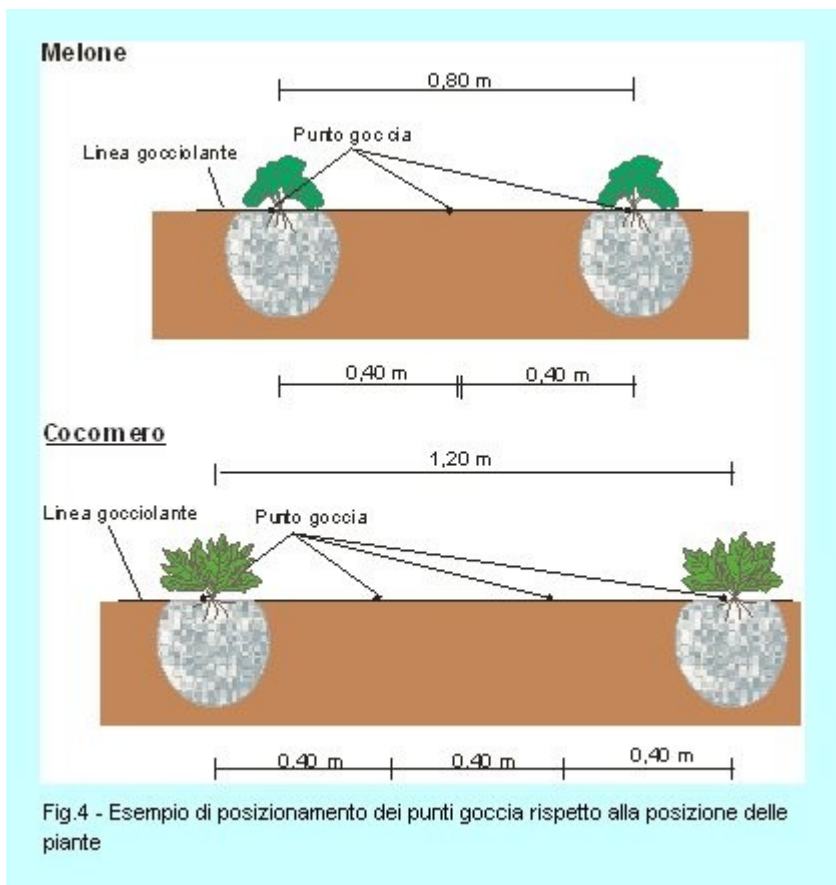
Come altro esempio consideriamo una coltura pacciamata in terreni di medio impasto, con ampie distanze fra le piante, come nel melone e nel cocomero. In questo caso può essere conveniente adottare distanze fra le piante multiple dell'interdistanza fra i punti goccia, ponendo cura nel trapianto di posizionare le piantine nella immediata adiacenza di un punto goccia.

Ciò consente nella fase iniziale di erogare efficacemente solo le ridotte quantità di acqua necessarie alle piantine, con un sensibile risparmio delle riserve idriche.

Ad esempio con una manichetta con interdistanza di 40 cm fra i punti goccia si può operare per il melone trapianti ad 80 cm sulla fila e per il cocomero trapianti a 120 cm (fig.4).

Uniformità di erogazione lungo le linee gocciolanti

L'impianto di irrigazione ideale sarebbe quello che distribuisce l'acqua con perfetta uniformità su tutto il campo, in modo che tutte le piante ricevano un'uguale dose di acqua. Sfortunatamente ciò è praticamente impossibile, tuttavia, con adeguati accorgimenti, si può fare in modo da contenere la disuniformità entro limiti accettabili.



Consideriamo pertanto una linea gocciolante in piano, con apparati erogatori di tipo normale, in perfette condizioni di funzionamento, ovvero senza problemi di intasamenti o di usura. La pressione dell'acqua diminuisce lungo la linea, a causa degli attriti che inevitabilmente incontra nel percorrerla, assumendo un andamento del tipo di quello illustrato nella Fi.g. 5.

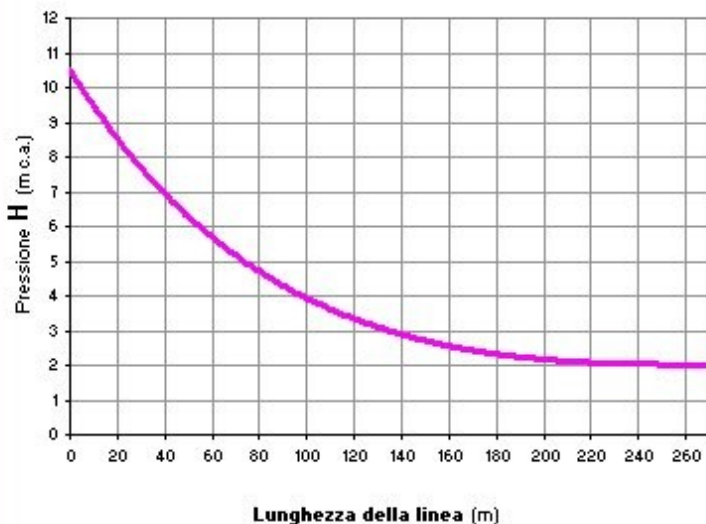
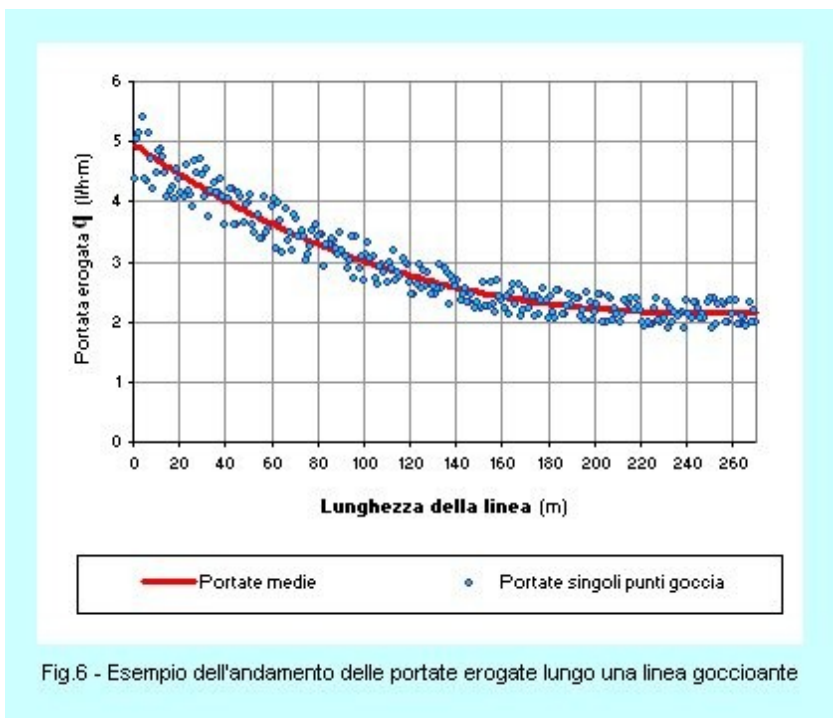


Fig.5 - Esempio dell'andamento della pressione dell'acqua lungo una linea gocciolante

In conseguenza di ciò, anche la portata mediamente erogata diminuisce dall'inizio verso il fondo della linea, secondo l'andamento indicato con la linea a tratto pieno di colore rosso in Fig.6. A questo si deve inoltre aggiungere che, di fatto, le portate erogate dai singoli punti goccia possono avere oscillazioni intorno al suddetto valore medio di ampiezza più o meno grande in relazione alla qualità delle tecnologie impiegate nella fabbricazione del prodotto. In Fig.6 i possibili valori di portata dei singoli punti goccia sono indicati dai "cerchietti" celesti.



Se la linea è impiegata su un terreno con pendenza favorevole, si deve tener conto dell'effetto congiunto della diminuzione delle pressioni per attriti lungo la linea e del recupero di quota per la pendenza del terreno (Fig.7). Ciò determina un andamento delle portate erogate come quello rappresentato in fig. 8, con lo stesso significato dei simboli dell'analogia figura precedente.

Come si può notare, in caso di linee in pendenza favorevole, le portate più basse non si trovano in fondo alla linea gocciolante, ma in un punto intermedio, diversamente posizionato a seconda del grado di pendenza.

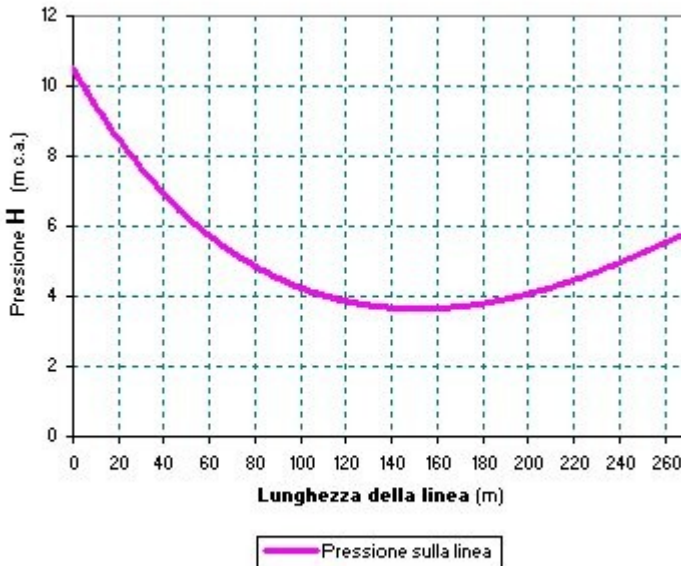


Fig.7 - Esempio dell'andamento delle pressioni lungo una linea gocciolante in pendenza

Aspetti tecnici delle linee gocciolanti

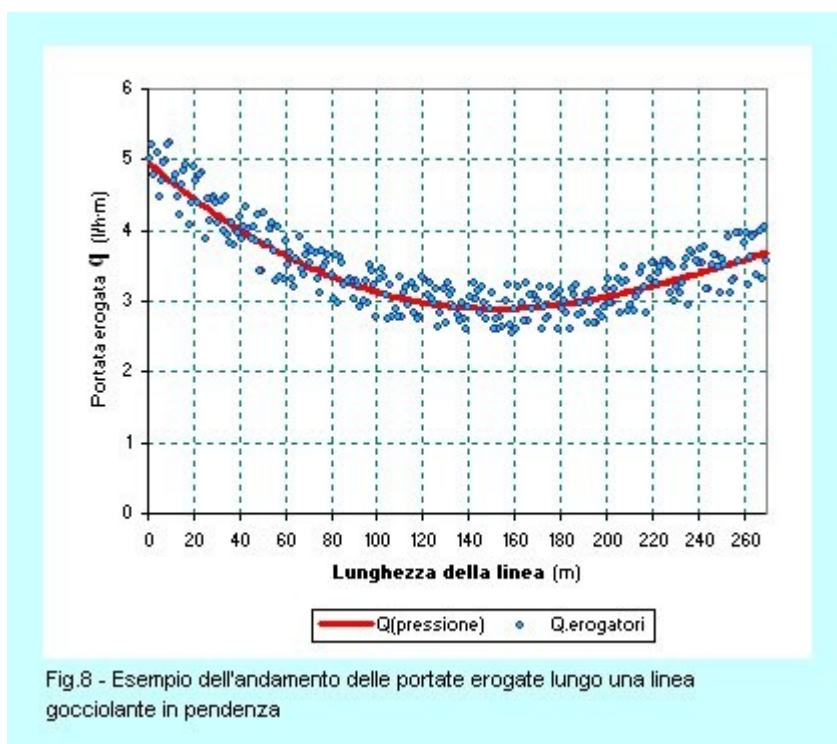
Conoscendo i parametri tecnici di qualificazione delle linee gocciolanti, si possono prevedere gli andamenti delle portate erogate nelle specifiche condizioni d'impiego, ed attuare i provvedimenti atti a contenerne le variazioni entro i limiti desiderati.

I parametri caratteristici che consentono di prevedere, attraverso il calcolo, il funzionamento idraulico delle linee sono:

- la legge portata-pressione, chiamata anche caratteristica di erogazione, che definisce come

varia la portata mediamente erogata in funzione della pressione all'interno della linea;

- il coefficiente di variazione tecnologica, che indica le possibili oscillazioni fra le portate erogate a parità di pressione, dovute alle inevitabili piccole diversità fra gli apparati erogatori, determinatesi nel processo di fabbricazione;
- la legge delle perdite di carico nella linea, che permette di calcolare le perdite di pressione lungo la linea, in funzione della portata che la percorre.



Le linee gocciolanti possono avere apparati erogatori normali, le cui portate medie erogate (q_{media})

variano al variare della pressione (Fig.9) o apparati erogatori autocompensanti le cui portate medie (q_{media}) restano sostanzialmente costanti, entro un determinato campo di pressioni di esercizio (Fig.10). In entrambi i tipi se andiamo ad eseguire misure delle portate erogate ($q_{mis.}$) lungo la linea non troveremo esattamente la portata calcolata con le rispettive leggi (q_{media}), ma valori che possono variare intorno a questa ultima entro un intervallo dipendente da valore del coefficiente di variazione tecnologica ($q_{media} \pm 3Cv$).

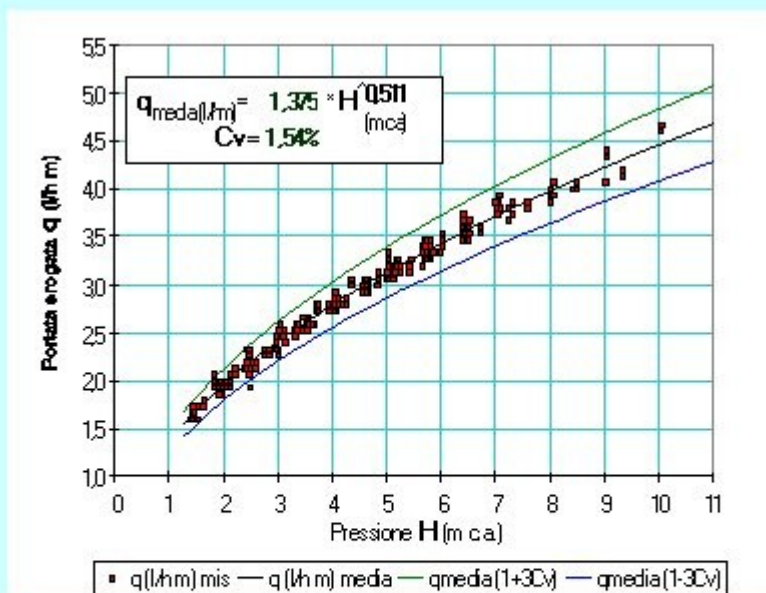


Fig.9 - Esempio di caratteristica di erogazione per una linea gocciolante con apparato erogatore normale, rilevata con misurazioni al banco prova del L.N.I.. La linea a tratto pesante indica la portata mediamente erogata [$q_{media}(l/h m)$], stimata con la relazione indicata nel riquadro. I quadratini rossi indicano le portate effettive misurate, che possono oscillare nell'intervallo compreso fra [$q_{media}(1-3Cv)$] e [$q_{media}(1+3Cv)$].

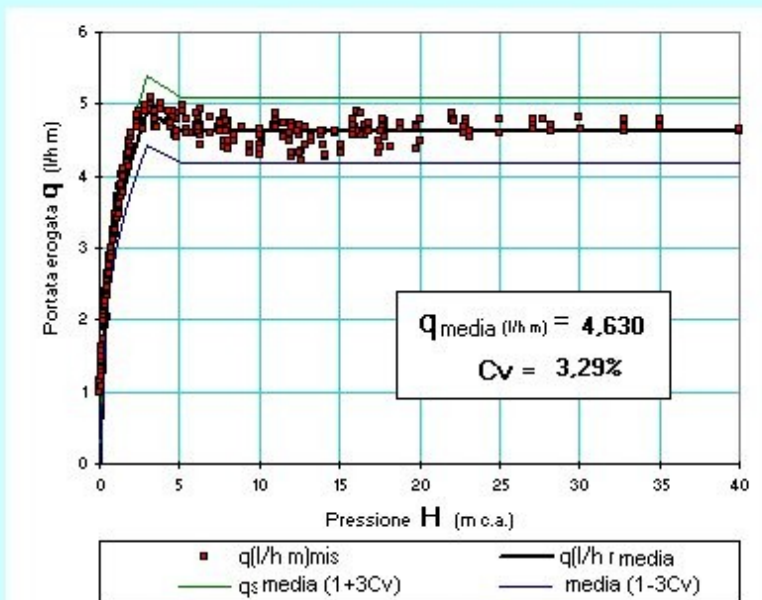


Fig.10 - Esempio di caratteristica di erogazione per una linea gocciolante con apparato erogatore autocompensante, rilevata con misurazioni al banco prova del L.N.I.. La Linea a tratto pesante indica la stima della portata mediamente erogata [$q_{\text{media}} \text{ (l/h.m)}$], che resta costante nel campo di autoregolazione compreso fra le pressioni 5 e 40 m.c.a.. I quadratini rossi indicano le portate effettive misurate, che possono oscillare nell'intervallo compreso fra [$q_{\text{media}} (1-3C_v)$] e [$q_{\text{media}} (1+3C_v)$].

Risulta pertanto che, a parità di legge portata-pressione, gli apparati erogatori con più bassi valori del coefficiente di variazione tecnologica (C_v), consentono una maggiore uniformità di erogazione.

Per quanto riguarda la legge delle perdite di carico, la diminuzione della pressione lungo la linea saranno tanto minori quanto maggiore sarà la luce di passaggio dell'acqua, in virtù sia dei minori ostacoli, sia del maggiore diametro. Ad esempio, a parità di altri fattori, una manichetta del diametro di 22 mm consente un

notevole miglioramento dell'uniformità di erogazione, rispetto ad una di 16 mm.

Effetti della disuniformità di erogazione

La conseguenza della non uniforme erogazione delle portate può essere valutata osservando la Fig.11, che mostra la penetrazione dell'acqua nel terreno lungo una linea gocciolante in piano.

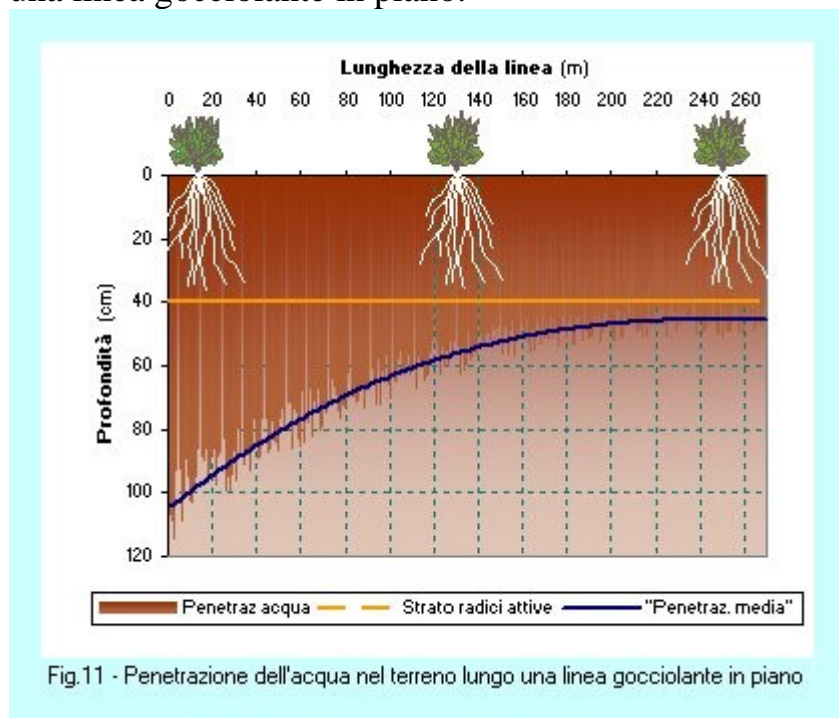
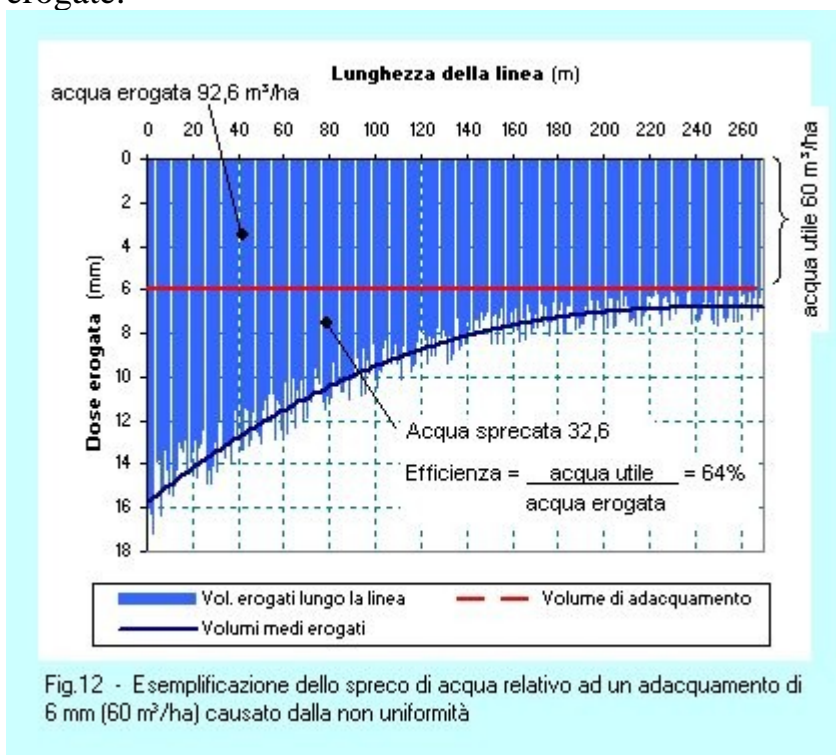


Fig.11 - Penetrazione dell'acqua nel terreno lungo una linea gocciolante in piano

Come si può vedere, per fornire anche alle piante che ricevono le portate più basse un adeguato inumidimento di tutto lo strato interessato dalle radici attive, occorre sovra-irrigare le piante che si trovano nelle altre zone. In queste ultime l'acqua in eccesso percola pertanto in profondità, al di sotto della zona

interessata dalle radici attive, con spreco di acqua e dilavamento degli elementi nutritivi.

La fig.12 mostra, a titolo di esempio, una linea gocciolante con erogazioni non uniformi, mediante la quale si sia stabilito di effettuare un intervento irriguo di 6 mm, corrispondenti a 60 m³/ha. La dose di acqua che si vuole erogare è indicata con la linea rossa, le colonnine celesti indicano le dosi erogate da ciascun metro di manichetta, mentre la linea blu a tratto continuo indica l'andamento delle dosi mediamente erogate.



Se si vuole che anche la zona che riceve la portata più bassa possa ricevere il volume di adacquamento

prestabilito, occorrerà erogare un volume lordo di acqua rappresentato da tutta l'area celeste del grafico e pari a 92,6 m³/ha. Di questa acqua soltanto il volume netto di 60 m³/ha è utile alla coltura, mentre i restanti 32.6 m³/ha vanno sprecati, percolando in profondità. Facendo il rapporto fra l'acqua utile alle piante (volume netto) e l'acqua impiegata (volume lordo), si calcola l'efficienza che è solo del 64%.

Come si vede erogazioni non uniformi sono causa di inefficienza nell'uso dell'acqua, con l'aggravio, già ricordato, di allontanare le sostanze nutritive dalla zona interessata dagli apparati radicali attivi.

Aumento di efficienza e risparmi di acqua

Vediamo ora l'entità dei risparmi di acqua che si possono conseguire migliorando l'efficienza.

Facciamo due ipotesi, la prima riferita ad aziende tecnicamente meno preparate che, per vari motivi, hanno ancora impianti a goccia con un'efficienza relativamente bassa, dell'ordine del 70%. Intervenendo per portare l'efficienza ad un livello, peraltro ordinariamente auspicabile, del 90%, si ottengono i risparmi indicati nel quadro 1.

Come seconda ipotesi consideriamo aziende tecnicamente più preparate che abbiano già buona impianti di irrigazione a goccia con efficienza dell'85%.

Quadro 1 – Aumento dell'efficienza da 70% a 90%

Per ogni 100 m³ di fabbisogno irriguo netto della coltura:

con **efficienza 70%**:

→ volume lordo necessario = 142,9 m³

con **efficienza 90%**:

→ volume lordo necessario = 111,1 m³.

Risparmio → = **31,7 m³** pari al → **22,5%**

Con l'acqua risparmiata si può irrigare:

→ il 28,6% di superficie in più

Per una coltura con fabbisogno irriguo stagionale netto di 3.000 m³/ha:

Risparmio stagionale: → = 952.4 m³/ha

In questi contesti, proprio in virtù della buona preparazione tecnica, si può perseguire l'obiettivo di un'efficienza del 95%, livello sicuramente compatibile con le potenzialità dell'irrigazione a goccia.

I benefici conseguibili, in questo secondo caso sono sintetizzati nel quadro 2 e continuano ad essere di entità apprezzabile.

Quadro 2 – Aumento dell'efficienza da 85% a 95%

Per ogni 100 m³ di fabbisogno irriguo netto della coltura:

con **efficienza 85%**:

→ volume lordo necessario = 117,6 m³

con **efficienza 95%**:

→ volume lordo necessario = 105,2 m³.

Risparmio → = 12,4 m³ *pari al* → **10,5%**

Con l'acqua risparmiata si può irrigare:

→ l' 11,8% di superficie in più

Per una coltura con fabbisogno irriguo stagionale netto di 3.000 m³/ha:

Risparmio stagionale: → = 371.5 m³/ha

Appare evidente come il miglioramento dell'efficienza possa produrre un sostanziale aumento della disponibilità idrica delle aziende, e ciò può essere

di fondamentale importanza in situazioni di carenza idrica.

L'indice “Uniformità di Erogazione” “EU”

Abbiamo visto che nell'irrigazione a goccia la disuniformità di erogazione rappresenta spesso la principale causa di inefficienza. È pertanto interessante conoscere l'indice comunemente utilizzato come parametro di valutazione.

Il suddetto parametro si chiama proprio “Uniformità di Erogazione”, è solitamente indicato con il termine “EU” ed è definito dal rapporto, espresso in percentuale, fra la portata media del quarto di gocciolatori con le portate più basse e la portata media di tutti i gocciolatori.

Utilizziamo, ad esempio, questo parametro per valutare l'uniformità di una singola linea gocciolante. La fig.13 mostra come si posizionano:

- la portata media del quarto dei punti goccia aventi le portate più basse (Qquarto inf.);
- la portata media di tutti i punti goccia della linea (Qmedia linea);
- la portata minima (Qmin) fra tutti i punti goccia della linea.

La stessa fig.13 ci consente di osservare che, per l'andamento tipico delle portate erogate lungo la linea gocciolante, la portata media del quarto inferiore (Qquarto inf.) si discosta relativamente poco dalla portata minima.

Si può pertanto ragionevolmente scegliere di erogare la dose corrispondente al volume di adacquamento non più sulla base della portata più bassa (Q_{min}), come precedentemente illustrato nella fig.12, ma in base alla portata media del quarto dei punti goccia con le portate più basse ($Q_{quarto\ inf.}$) (fig.14). È chiaro che scegliendo questa ultima soluzione, implicitamente si accetta che alcune piante ricevano meno acqua della dose prestabilita. Tuttavia, come mostra la fig.14, il deficit irriguo è di limitata entità, tale da non arrecare sensibili effetti alla maggior parte delle colture.

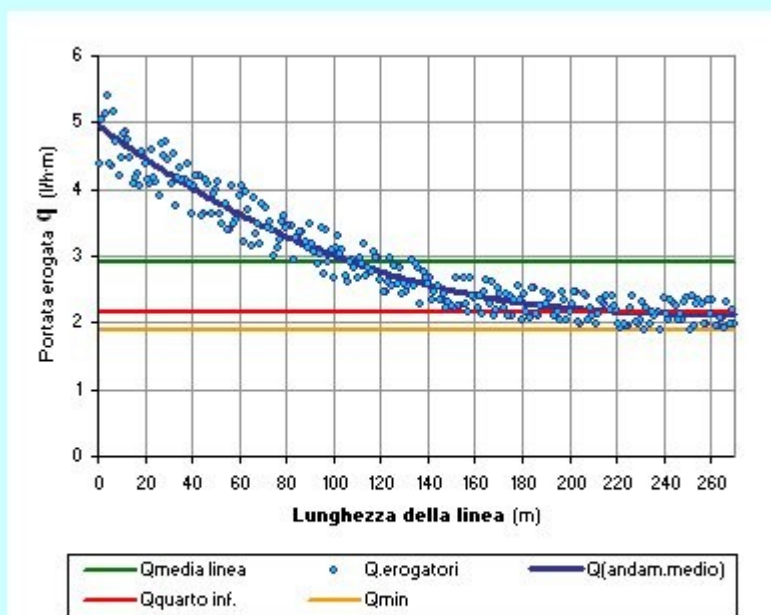
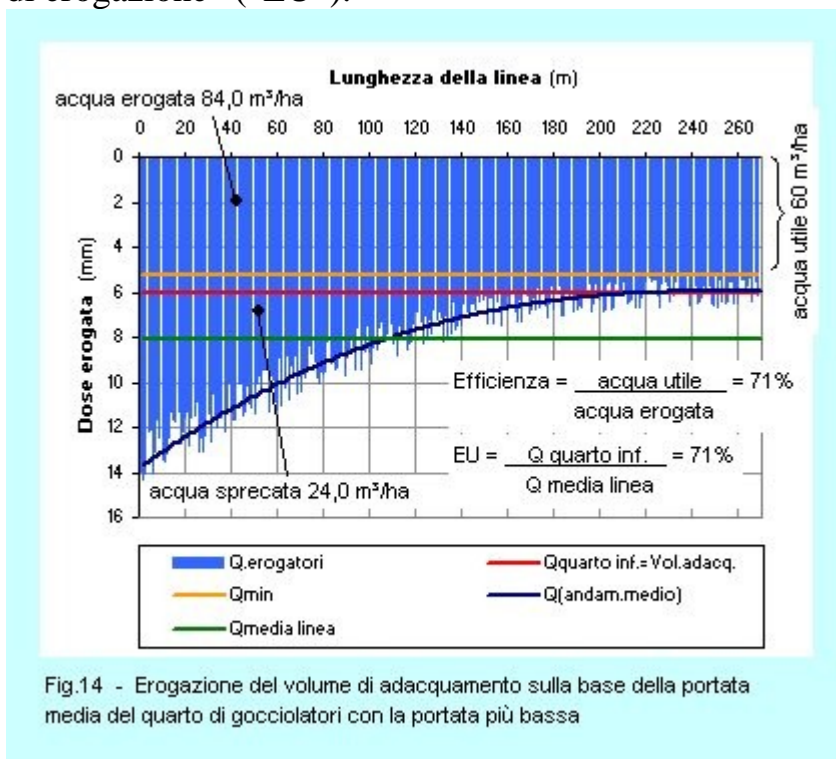


Fig.13 - Posizionamento del valore della portata media del quarto di erogatori con portata più bassa [$Q_{quarto\ inf.}$] rispetto alla portata minima [Q_{min}] ed alla portata media della linea [$Q_{media\ linea}$]

Per contro, a parità di volume di acqua utile per la coltura (60 m³/ha), si ha un minore spreco di acqua (24 m³/ha) e quindi una maggiore efficienza (71%), che si traduce in un minor volume lordo di acqua da erogare (84 m³/ha).

È interessante osservare, come è riportato nella stessa fig.14, che in questo caso l'efficienza viene esattamente a coincidere con il parametro "Uniformità di erogazione" ("EU").



Questa osservazione ci consente di assegnare all'indice "EU" anche il significato pratico di rappresentare l'efficienza quando si irriga in base alla portata media del quarto inferiore delle portate erogate.

Poiché questa è, nella maggior parte dei casi, la scelta di gestione consigliata, si può generalmente assimilare il valore di “EU” a quello dell’efficienza. Considerando ad esempio che quando si irriga con un impianto avente “EU”= 80%, solo l’80% dell’acqua somministrata resta nello strato utile per le piante ed il restante 20% viene perduta, percolando in profondità.

Scelta dei materiali appropriati e loro corretto impiego

Conoscendo gli aspetti tecnici delle linee gocciolanti è possibile, con alcuni calcoli, prevederne il funzionamento nelle diverse condizioni di impiego, valutandone l’uniformità di erogazione e l’efficienza.

È così possibile confrontare le prestazioni che si possono conseguire con le diverse marche e tipologie di linee gocciolanti, con i diversi dimensionamenti e le diverse modalità di installazione e di esercizio negli impianti. Ciò consente di operare le scelte più adatte alle specifiche condizioni di impiego, al contesto aziendale ed agli obiettivi di uniformità ed efficienza che si vogliono perseguire.

Tutto questo oggi non richiede la conoscenza di formule e l’esecuzione di calcoli complicati, perché può essere fatto rapidamente tramite un apposito programma da installare sul computer. Il programma si chiama “Ve.Pro.L.G.”, sigla tratta dalle iniziali delle principali funzioni che svolge: “Verifica e Progettazione di Linee Gocciolanti, per il risparmio di acqua e di energia”.

Il programma è stato prodotto ed è distribuito dall'ARSIA, che ne ha commissionato la realizzazione al Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione di Pisa, il quale, nel progettarlo, ha tenuto principalmente conto delle esigenze espresse dai tecnici delle Organizzazioni che operano nelle aree irrigue della provincia di Livorno. Pertanto costituisce senz'altro uno strumento di lavoro particolarmente utile ai tecnici che assistono le aziende, ma può essere facilmente utilizzato anche direttamente dagli agricoltori.

Le particolarità del programma sono:

- di essere già corredato delle caratteristiche di funzionamento di trentadue modelli di linee gocciolanti integrali rilevate dal Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione, attraverso prove eseguite su campioni direttamente acquistati sul mercato;
- di ricostruire il funzionamento delle linee sulla base delle suddette caratteristiche;
- di essere principalmente finalizzato a consentire le scelte che permettono di risparmiare acqua ed energia.

Per quanto riguarda le funzioni, il programma Ve.Pro.L.G., ricostruendo il funzionamento delle linee gocciolanti nelle specifiche condizioni di impiego, può eseguire sia verifiche su impianti già esistenti, sia scelte e dimensionamenti progettuali delle manichette per impianti ancora da realizzare.

In particolare nelle procedure di verifica, specificando il modello di linea gocciolante impiegato,

la pendenza del terreno, la lunghezza e la pressione di esercizio delle linee, il programma fornisce:

- l'andamento in forma grafica delle portate mediamente erogate lungo la linea ed i valori delle portate minima, massima e media espresse in litri/ora per metro di linea;
- l'indice di stima dell'uniformità di erogazione "EU";
- la percentuale di acqua che va sprecata in percolazioni in profondità.

Il programma può quindi verificare se, mantenendo il tipo di manichetta ormai acquistata, esistono pressioni di esercizio diverse da quella applicata, che possano ridurre i consumi di acqua e di energia. Oppure può prospettare i vantaggi, in termini di risparmio di acqua e di consumo energetico, ottenibili suddividendo in due parti la lunghezza delle linee, sia introducendo una testata bilaterale all'interno del campo, sia impiegando due testate monolaterali agli estremi opposti del campo. Indica anche la suddivisione ottimale della lunghezza originaria nelle due nuove lunghezze. Queste saranno uguali solo in terreni perfettamente in piano e saranno invece diversificate in terreni in pendenza, dove quelle che sono percorse dall'acqua in salita dovranno avere lunghezze minori.

Per impianti ancora da realizzare il programma offre varie possibilità:

- in relazione alla lunghezza e pendenza del campo ed alla pressione disponibile in testa alle linee, produce

l'elenco dei modelli di linea gocciolante che forniscono le migliori prestazioni in termini di uniformità di erogazione e quindi di efficienza dell'acqua,

- tenendo conto della pendenza del campo, indica per ciascun modello di linea gocciolante la massima lunghezza compatibile, con il grado di uniformità di erogazione "EU" che si vuole ottenere;
- in relazione alla lunghezza e pendenza del campo, indica la pressione da applicare in testa al modello di linea gocciolante scelto, per massimizzare l'uniformità di erogazione od, opzionalmente, minimizzare il consumo energetico;
- tenendo conto della lunghezza e della pendenza del campo, per ciascun tipo di linea gocciolante scelto, indica come suddividere convenientemente la lunghezza del campo in due linee, sia con la testata bilaterale interna al campo, sia con l'opzione delle due testate monolaterali esterne al campo. Fornisce inoltre il grafico dell'andamento delle portate mediamente erogate lungo le linee, l'indice di uniformità "EU" e le connesse percentuali di acqua utile e sprecata.

Il programma non si limita soltanto alla ricostruzione del funzionamento idraulico delle linee gocciolanti, ma è in grado di eseguire contemporaneamente anche una più ampia analisi relativa all'appezzamento irrigato, fornendo:

- i volumi stagionali di acqua sprecata;
- l'energia annua necessaria alla distribuzione irrigua;

- l'incidenza annua dei costi di acquisto delle linee gocciolanti e dei costi energetici, sia che si usino elettropompe, che pompe con motori a gasolio.

Per fornire questa analisi ovviamente il programma richiede l'inserimento dei dati relativi alle dimensioni degli appezzamenti, all'interdistanza fra le manichette, ai prezzi delle linee gocciolanti, dell'energia elettrica o del gasolio ed al fabbisogno irriguo stagionale netto. Per quest'ultimo parametro il programma può far direttamente riferimento ai valori medi decennali per alcune colture tipiche delle zone della Val di Cornia, Val di Chiana e Pianura grossetana, pubblicati sul manuale ARSIA "Schede di tecnica irrigua per l'agricoltura toscana" (A. Giannini, V. Bagnoni, 2000).

Al programma è associato anche un database in cui possono essere archiviate le caratteristiche topografiche, colturali ed impiantistiche degli appezzamenti analizzati, per essere riutilizzati in occasione di successive verifiche, variazioni del tipo di coltura o modifiche ed adeguamenti degli impianti. Il database può essere impiegato da aziende private di ampie dimensioni, ma è particolarmente utile per enti, organizzazioni territoriali e tecnici che effettuano l'assistenza a diverse aziende. Il database collegato utilizza un software commerciale di largo uso, per consentire ai vari utilizzatori di adeguarlo alle diverse esigenze.

L'utilità del programma risulta dalle prestazioni, sopra ricordate, occorre tuttavia anche indicarne i limiti, che sono principalmente costituiti dalla necessità

di un annuale aggiornamento per aggiungere le caratteristiche di funzionamento di eventuali nuovi modelli di manichette, ma anche per verificare periodicamente le caratteristiche dei nuovi lotti di produzione dei modelli provati da più lungo tempo. Inoltre l'attuale versione di Ve.Pro.L.G. è limitata alla sola verifica e progettazione del cuore dell'impianto, rappresentato dalle linee gocciolanti, potrebbe quindi risultare utile un suo sviluppo, prendendo in considerazione sia i settori che l'intero impianto. Sarebbe poi estremamente utile introdurre nel programma anche strumenti più agronomici, legati alle caratteristiche del terreno e delle colture, per guidare le scelte relative alla portata nominale, alle interdistanze fra i punti goccia, ai volumi di adacquamento ed alla frequenza degli interventi.

Tecniche agronomiche e gestionali ed efficienza

Abbiamo visto come, partendo da oggettive caratteristiche di funzionamento e grazie anche all'aiuto di uno specifico programma di calcolo, sia possibile scegliere e dimensionare le linee gocciolanti, stabilendo inoltre le pressioni di esercizio che consentono di ottenere il grado di uniformità desiderato. Seguendo questa via si possono realizzare impianti in grado di distribuire l'acqua in modo efficiente e, allo stesso tempo, efficace per le colture.

Occorre tuttavia ricordare che se è indubbiamente vero che per ottenere elevate efficienze è necessario

disporre di impianti adeguatamente progettati, è altresì vero che ciò non è sufficiente, se non si attuano anche corrette tecniche di gestione irrigua.

Nel considerare i problemi relativi alla gestione irrigua, possiamo distinguere due aspetti. Un primo aspetto relativo alla corretta manutenzione dell'impianto ed un secondo aspetto di natura più specificamente agronomica.

Per quanto riguarda la manutenzione, occorre semplicemente adottare norme dettate dal buon senso, a tutti note, consistenti nel far scorrere nelle manichette sufficiente acqua chiara al termine delle fertirrigazioni, praticando anche periodici espurghi dal fine linea, nell'intervenire tempestivamente per porre rimedio a perdite dovute a rotture accidentali o a sfilamenti dei tubi e nel mantenere in buona efficienza i filtri.

Per questo è particolarmente utile “tenere d'occhio” i manometri.

Quelli posti in ingresso ed in uscita dei filtri ci segnaleranno quando è necessario praticare i contro lavaggi.

Ma molto utili sono anche i manometri posti in testa ai settori, dalla cui lettura si possono trarre una serie di importanti “campanelli d'allarme” che consentono di evidenziare la presenza di problemi da verificare per porvi rimedio.

Ad esempio pressioni sensibilmente più alte di quella prestabilita, che potrebbero essere causate condizioni di funzionamento dell'impianto a monte (la chiusura di un settore, ecc.), richiedono la regolazione

della valvola in testa al settore per riportare la pressione sui valori normali, prima che provochi danneggiamento o malfunzionamento delle manichette.

Al contrario, pressioni più basse di quella prestabilita, se non dipendono dall'impianto a monte, potrebbero essere dovute a perdite più o meno importati, dovute ad accidentali rotture o sfilamenti delle manichette.

Pressioni leggermente più alte ed in graduale aumento, se non causate dall'impianto a monte, potrebbero essere sintomo da un graduale intasamento degli apparati erogatori.

Per quanto riguarda gli aspetti agronomici della gestione irrigua occorre prima di tutto tenere presente le caratteristiche dell'irrigazione a goccia, che, specialmente sulle colture ortive, non può essere applicata con i criteri di una irrigazione "di soccorso", ma deve seguire il criterio di una irrigazione "diuturna". Intendendo con questo termine una tecnica che prevede un graduale reintegro dell'acqua consumata dalla coltura, mantenendo sempre elevati livelli di umidità nella porzione bagnata di terreno, dove si trovano le radici attive. Si possono orientativamente suggerire di contenere le oscillazione del contenuto idrico del terreno fra la capacità di campo e non meno del 75% dell'acqua utilizzabile dalle piante.

Tutto ciò va a beneficio della coltura, ma anche dell'efficienza dell'acqua erogata. Infatti il reintegro graduale dei consumi comporta frequenti interventi con

bassi volumi, che possono essere interamente trattenuti nello strato di terreno interessato dalle radici. Viceversa l'allungamento dei turni, cioè degli intervalli di tempo fra gli interventi irrigui, comporta l'erogazione di maggiori volumi, con una parte dell'acqua che si approfondisce al disotto dello strato interessato dalle radici attive, per cui risulta sprecata.

Queste considerazioni trovano conferma nei rilievi sperimentali di cui la fig.15 è un esempio. Essa illustra come all'aumentare dei tempi di erogazione, ovvero dei volumi di adacquamento, l'area bagnata dal punto goccia aumenta solo in profondità, mantenendo in pratica la stessa espansione radiale.

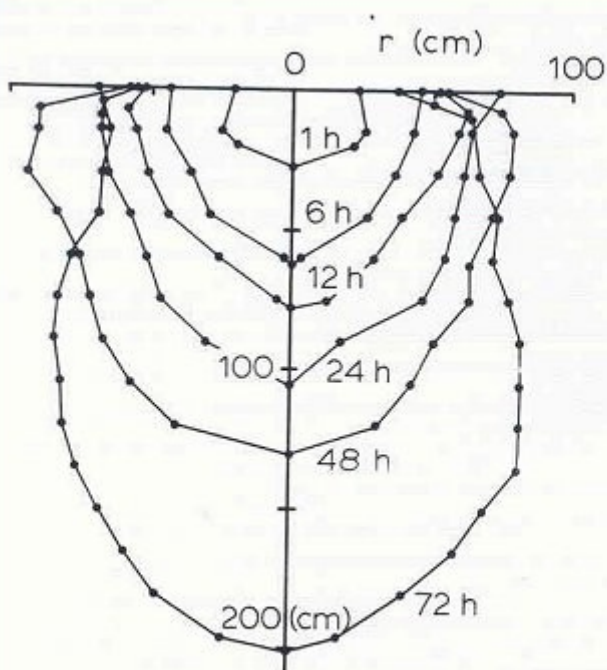


Fig.15 - Profili bagnati in relazione alla durata dell'adacquamento per un gocciolatoio da 4 l/h su un terreno franco (da Roth, 1982)

La scelta del corretto volume di adacquamento, in relazione alle caratteristiche del terreno e degli apparati radicali delle piante, costituisce pertanto un aspetto importante al fine di evitare sprechi di acqua.

Il volume di adacquamento va riferito alla superficie bagnata, tenendo conto del diametro dell'area bagnata da ciascun punto goccia, che, come già detto in un precedente paragrafo, dipende oltre che dal tipo di terreno, anche dalla portata erogata dal punto goccia (fig.3). In base a ciò è stata elaborata la fig.16, la quale

mostra, sempre in funzione della portata dei punti goccia, il volume indicativo di acqua che può essere trattenuto nello strato superficiale di 40 cm, in tre diverse tipologie di terreno, intervenendo al 75% dell'acqua utilizzabile per le piante.

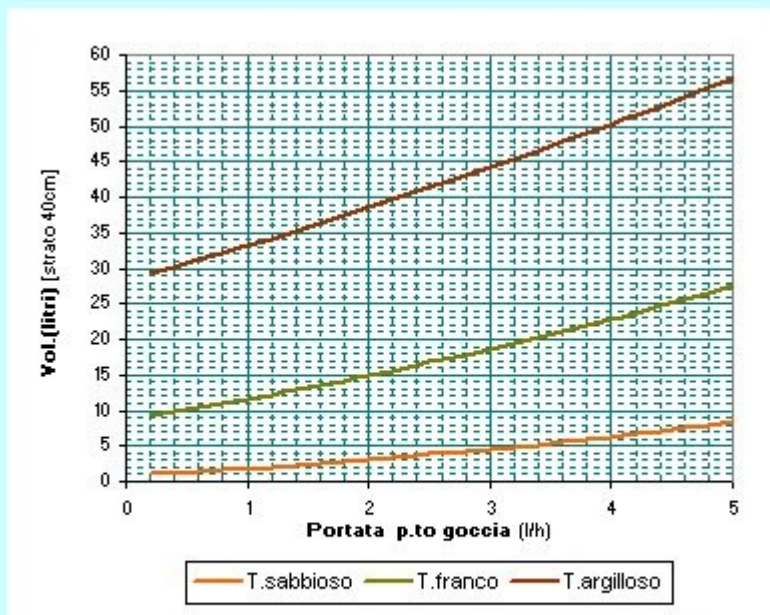


Fig.16 - Volumi contenuti nello strato superficiale di 40 cm, in tre diversi tipi di terreno, intervenendo col 75% dell'acqua utilizzabile dalle piante

Dalla fig.16 si può vedere che, con punti goccia della portata di 1 l/h (litro/ora), si passa da un volume di circa 2 litri del terreno sabbioso ai 33 litri di quello argilloso, mentre per un terreno di medio impasto, il volume trattenuto nei primi 40 cm è poco più di 11 litri.

È evidente che in un terreno sabbioso ad esempio, con erogazioni superiori a 2 litri per punto goccia, corrispondenti a tempi di funzionamento superiori a 2

ore, una parte dell'acqua finisce al di sotto dei 40 cm dove non è facilmente utilizzata dalle piante. Risulta pertanto evidente che in terreni tendenzialmente sabbiosi è assolutamente necessario irrigare tutti i giorni con bassi volumi.

Anche in terreni argillosi, che potrebbero trattenere, nello stesso strato di terreno, volumi di acqua decisamente superiori, è consigliabile ugualmente irrigare con turni brevi, e di conseguenza bassi volumi, per limitare i fenomeni di crepacciatura del terreno, fonte di spreco idrico e di danni alla coltura. La crepacciatura è indice un cattivo stato strutturale dei terreni tendenzialmente argillosi. La struttura del terreno potrebbe sensibilmente essere migliorata aumentando la dotazione in sostanza organica dei terreni.

Per una buona gestione occorre ovviamente conoscere anche i fabbisogni irrigui della coltura in relazione all'andamento climatico ed alla fase di sviluppo delle piante. Non affronteremo qui questo argomento rimandando a più specifiche fonti di informazione e soprattutto ricordando che, durante tutto l'arco della stagione irrigua, è possibile ricevere queste informazioni direttamente da un apposito servizio dell'ARSIA od anche seguendo gli indirizzi forniti dai tecnici dei Servizi di Sviluppo Agricolo.

Attraverso questa via si potranno conoscere i fabbisogni irrigui delle colture che vengono generalmente espressi in "mm", (come le piogge).

Ricordiamo che 1 mm corrisponde a 1 litro/m², ovvero a 10 m³/ha.

Si dovrà quindi tener conto dell'intensità di applicazione irrigua del nostro impianto, che si calcola dividendo la portata in l/h del punto goccia per la superficie di terreno dominata. Questa ultima non va, in questo caso, riferita alla superficie bagnata, ma a quella di competenza teorica, che si calcola moltiplicando l'interdistanza dei punti goccia per la distanza fra le linee.

Supponiamo ad esempio di usare una manichetta con:

- portata per punto goccia 1 l/h (litro/ora),
- distanza fra i punti goccia 0,30 m,
- distanza fra le linee 1,50 m.

Si calcola:

- superficie di competenza punto goccia
 $(0,30 \times 1,5) = 0,45 \text{ m}^2$,
- intensità di applicazione irrigua
 $(1 : 0,45) = 2,22 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2$ ovvero 2,22 mm/h.

Per cui se vuole ad esempio somministrare un adacquamento di 10 mm, occorrerà tener in funzione l'impianto per:

$$(10 : 2,22) = 4,5 \text{ ore} = 4^{\text{h}}30'$$

Se, sempre ad esempio, il fabbisogno irriguo della coltura è di 5 mm/giorno occorre irrigare ogni:

$$(10 : 5) = 2 \text{ giorni.}$$

Quindi occorrerà tenere in funzione l'impianto per 4 ore e mezzo, ogni due giorni.

